



北京首钢股份有限公司  
BEIJING SHOUGANG CO., LTD.

# 中厚板 产品手册

HEAVY PLATE PRODUCT MANUAL

北京首钢股份有限公司  
Beijing Shougang Co., Ltd.



# Chapter 1 Production Line Introduction

## 第一章 产线简介

首钢京唐公司中厚板产线拥有国内第一台 400mm 板坯连铸机，拥有 4300mm 和 3500mm 两条生产线，常化炉、淬火炉、回火炉、车底炉等 4 座热处理炉，一条预处理产线及国内首条全流程复合板 / 卷自动化生产线。产品规格覆盖厚度 6~380mm、宽度 1050~4050mm、钢板最大单重 28.5 吨。

首钢京唐公司中厚板产品涵盖 12 大系列+复合板、400 多个品种，包括船舶及海洋工程用钢、管线钢、桥梁钢、容器板、风电钢、高建钢、工程机械用钢、耐磨钢、储罐钢、水电钢、结构用钢、模具钢。产品广泛应用于能源、造船及海洋平台、机械制造、桥梁制造、交通运输、电力工程等行业。

Shougang Jingtang heavy plate production line is equipped with the domestic first 400mm continuous caster of slab, and two production lines of 3500mm and 4300mm, four heat treatment furnaces such as normalizing furnace, quenching furnace, tempering furnace and car bottom furnace, one pretreatment production line and the domestic first automatic production line of clad plate/coil. The product specifications cover the thickness of 6-380mm, the width of 1050-4050mm and the maximum unit weight of 28.5 tons.

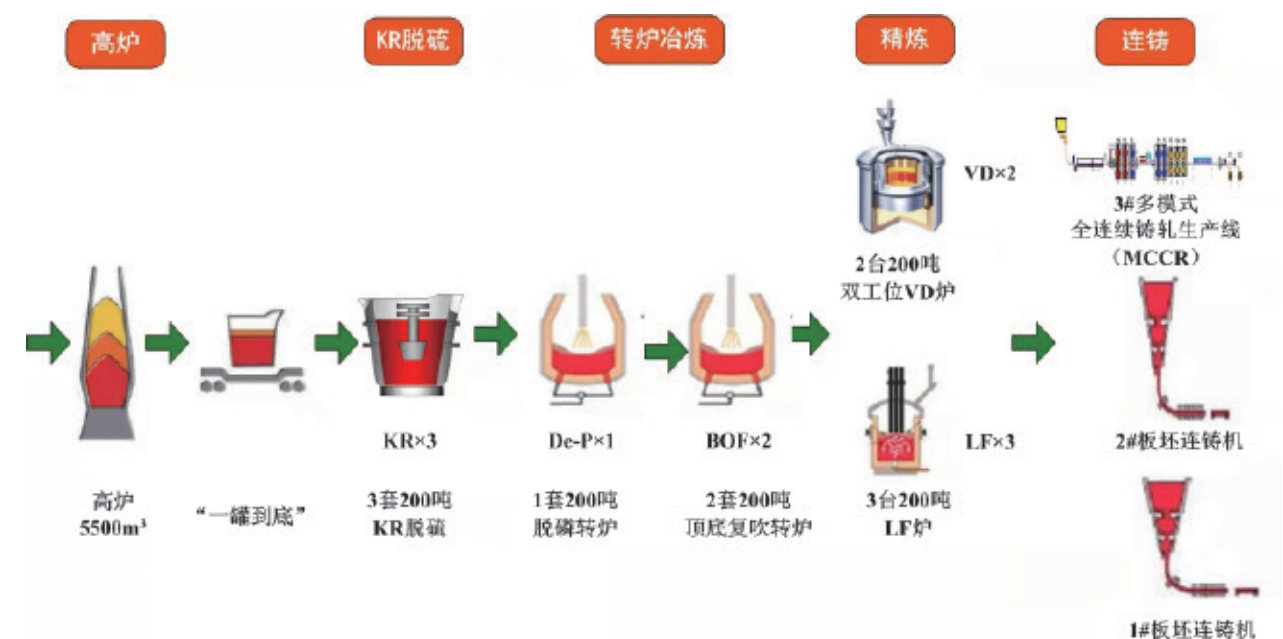
Shougang Jingtang Heavy plate category covers 12 major series and clad plate, more than 400 varieties, including shipbuilding and offshore steel, pipeline steel, bridge plate, vessel plate, wind power steel, high-rise building steel, high-strength steel, wear-resitant steel, oil tank steel, hydropower steel, structure steel, and mould steel. The products are widely applied to shipbuilding industry, energy industry (including pipeline project and petroleum chemistry industry), bridge building industry, transportation industry, manufacturing industry, power industry (including hydropower, wind power and heat power project) etc.

### 1.1 生产流程示意图 Process Diagram

#### 1.1.1 炼钢系统 Steel making system

炼钢系统是一条低成本、高品质洁净钢生产线。

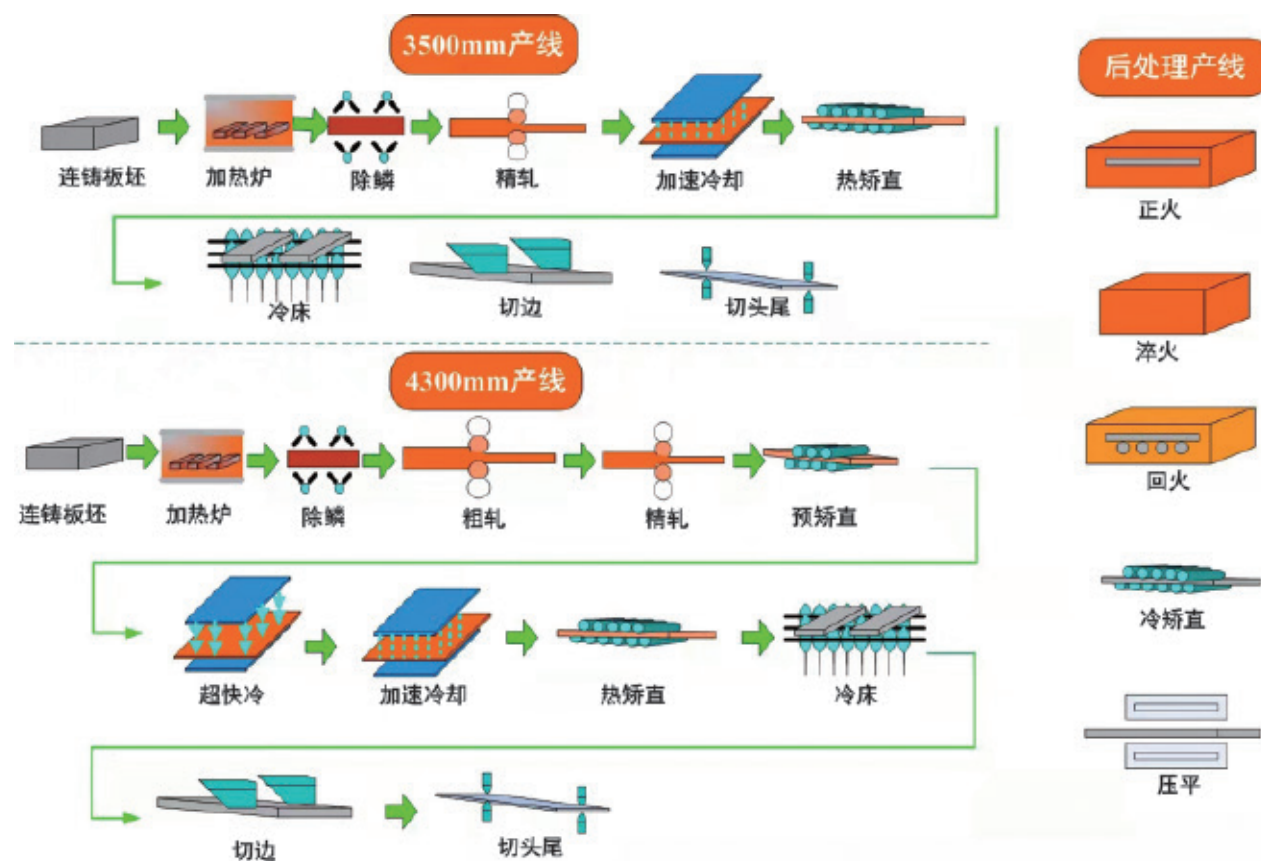
Steelmaking system is a low-cost and high-quality clean steel production line.



### 1.1.2 轧钢系统 Rolling System

首钢京唐公司拥有 4300mm 和 3500mm 两条宽厚板生产线，采用混合煤气双预热式加热工艺，轧机大压下、全流程自动轧钢及控轧控冷技术，配合热处理实现高强、高韧性特厚板稳定生产。

Shougang jingtang is equipped with two steel production lines as 3500mm and 4300mm line, which is adopting the technologies including mixed gas double preheating heating process, large reduction of rolling mill, automatic rolling and TMCP as well as the heat treatment to achieve the stable production of high strength and high toughness steel plate.



### 1.2 产线特点 Production line characteristics

#### 1.2.1 流程紧凑 Compact production process



##### 一罐到底技术 One ladle transfer technology

自主研发高炉 - 转炉界面‘一罐到底’技术。  
One ladle transfer from BF to BOF self developed technology.  
为世界上大型钢铁企业首家使用，减少铁水运输过程温降。  
First application in globe steel industry, reducing temperature loss during hot metal transfer.



##### 连铸坯热送热装先进工艺 Slab hot delivering & hot charging technology

热送热装率已达到 66% 以上。  
Hot delivery ratio over 66%.  
热装板坯温度平均为 500°C，大幅度降低了能源消耗。  
Low energy consumption, average charging temperature 500°C.

#### 1.2.2 炼铁系统 Iron making system



##### 5500m³ 顶燃式热风炉 5500 m³ dome-combustion blast furnace

在 5000m³ 以上级高炉采用顶燃式热风炉，节省投资 15%，占地 10%。Dome-combustion furnace in the level more than 5500m³ BF, 15% saved in investment, 10% saved in area.  
采用煤气、空气两级预热，实现了全烧高炉煤气获得 1300°C 高温。  
By using two-stage preheating of gas and air, full combustion of blast furnace gas is realized to obtain 1300 °C high air temperature.



##### 高炉全干法除尘技术 BF dust remove with full dry technology

净煤气含尘量 2~3mg/m³ 左右，低于 5mg/m³ 的设计水平。  
Net gas contains dust 2~3mg/m³, lower than standard 5 mg/m³.  
年均 TRT 发电量为 48.091kwh/t，发电总量为 4.3067 亿 kwh。  
Annual TRT electric power generation 48.091kwh/t, total generation 430.67 million kwh.



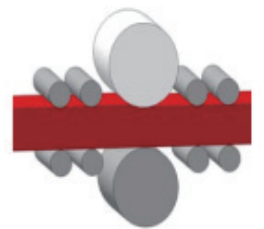
##### 自主设计并罐无料钟炉顶 Self-designed bell-free dome

布料溜槽使用周期达到产铁量 456 万吨。  
Serving life for distribution chute attained 4.56 million tons.  
利用主皮带液压马达调速功能，应用矿焦下料模式，实现了大矿批冶炼。  
Hydraulic motor with speed regulation application in main belt and mine&coke loading application, large batch mine melting realized.

### 1.2.3 炼钢系统 Steel making system



**国内第一台 400mm 特厚板坯连铸机**  
**Domestic first continuous caster of slab able to produce slabs up to 400mm.**  
钢坯最大单重 31 吨，助力特厚板、压力容器钢、超高强海工钢等高性能产品开发。  
Maximum weight of single slab is 31 tons, prompting development of high performance products such as super thick plate, pressure vessel steel, ultra-high-strength offshore steel and so on.



**连铸凝固末端重压下技术 The Heavy Reduction Technique of Final Stage of Solidification in Continuous Casting**  
极限压下量 20mm，压合铸坯心部疏松缩孔等缺陷，提升铸坯心部组织均匀度、致密度。  
The max reduction is 20mm. Porosity and shrinkage cavity defects of slab can be eliminated. The solidified structure of slab can be improved remarkably with better homogeneous degree and density.



**节能降耗钢包加盖技术 Ladle capping technique**  
降低炼钢转炉出钢温度 Tapping temperature reduced.  
提高钢包包龄、提高 CAS 罩使用寿命  
Extend ladle service life, improve CAS cover life time.  
取消钢包覆盖剂，减少 VD 覆盖剂，节约能源介质和耐材损耗。  
Prevention from energy and refractory consumption without use of ladle covering powder for ladle and VD.

### 1.2.4 轧钢系统 Rolling system



**4300mm、3500mm 两条产线优势互补**  
**Complementary advantages of 4300mm and 3500mm line**  
4300mm 产线由普锐特 - 西马克联合设计制造，全流程二级自动化，产品以宽、厚规格为主。  
3500mm 产线侧重于薄、窄规格，实现整单接单。  
The 4300mm production line is jointly designed and manufactured by Prius-Simak, with two-level automation in the whole process, to produce wide and thick specifications as the main products. The 3500mm production line focuses on thin and narrow specifications and realizes the whole order.



**超快速冷却系统 Ultra fast cooling system**  
国内自主知识产权，最大冷却速度 80°C /S。  
Designed by Northeastern University of China, the maxmum cooling rate 80°C /S.



**板形控制系统 Flatness controlling system**  
全线配置预矫直机、热矫直机、温矫直机、冷矫直机、压平机以及热处理后矫直机，全流程控制板型和不平度。  
Equipped with pre-hot leveler, hot leveler, cold leveler and pressing manchine, controlling plate shape and flatness in the whole process.

### 1.2.5 热处理系统 Heat treatment system



三座热处理炉，满足正火、淬火、回火产品需求，年热处理能力 36 万吨。  
Three heating furnaces meet the requirements of normalizing, quenching and tempering products, with annual heat treatment capacity of 360,000 tons.



车底式炉和淬火池满足 100mm 以上特厚板热处理需求。  
Car bottom furnace and quenching pool meet the heat treatment requirements of extra-thick plates over 100mm.

### 1.2.6 预处理系统 Pretreatment system



全流程自动抛丸、喷漆系统，年预处理能力 15 万吨。  
Full-process automatic shot blasting and spray painting system with annual pretreatment capacity of 150,000 tons.

### 1.2.7 复合板 / 卷生产线 Clad plate/coil production line



**国内首条全流程复合板 / 卷自动化生产线**  
**Domestic first automatic production line of clad plate/coil**  
涵盖智能化制坯线、复合卷撕分抛光重卷功能一体化撕分线、复合板精整后处理线，设计年产能 5 万吨。  
Covering intelligent billet making, tearing, polishing and rewinding function integrated tearing and rewinding, and finishing post-processing production line of clad pate/coil, with a designed annual production capacity of 50,000 tons.

1.3 供货产品 Production Catalogue

首钢京唐公司立足于建设“产品一流、管理一流、环境一流、效益一流”高端板材生产基地，宽厚板产品涵盖 12 大系列 + 复合板，包括船舶及海洋工程用钢、桥梁钢、管线钢、容器板、储罐钢、水电钢、风电钢、高建钢、工程机械用钢、耐磨钢、结构用钢、模具钢。

Shougang Jingtang aims to construct high-valued heavy plate base of "first-class products, first-class management, first-class environment, first-class efficiency".Jingtang Heavy plate category covers 12 major series and clad plate, including shipbuilding and offshore steel, pipeline steel, bridge plate, vessel plate, wind power steel, high-rise building steel, high-strength steel, wear-resisant steel, oil tank steel, hydropower steel, structure steel, and mould steel.

表 1 首钢 12 大系列中厚板产品 Table 1 12 maior series heavy plate products of Shougang

| 产品类别<br>Product series                                    | 钢种<br>Steel Category | 牌号<br>Steel grade     | 规格 Dimension (mm) |             |              | 执行标准<br>Standard                           | 交货状态<br>Delivery condition |           |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------|--------------|--------------------------------------------|----------------------------|-----------|
|                                                           |                      |                       | 厚度<br>Thickness   | 宽度<br>width | 长度<br>Length |                                            |                            |           |
| 船舶及海洋工程用钢<br>Ship building and Offshore engineering steel |                      | A、B、D、A32、D32、A36、D36 | 6~50              | 1050~4050   | 5000~23000   | ABS、BV、CCS、DNVGL、KR、LR、NK、RINA、RS、GB/T 712 | CR、NR                      |           |
|                                                           |                      | A、B、D、E               | 6~100             |             |              |                                            | N、TMCP                     |           |
|                                                           |                      | A32、D32、E32           |                   |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | A36、D36、E36           |                   |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | F32、F36               | 6~80              |             |              |                                            | TMCP                       |           |
|                                                           |                      | A40、D40、E40、F40       | 6~80              |             |              |                                            |                            | TMCP、QT   |
|                                                           |                      | A420、D420、E420        |                   |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | A460、D460、E460        |                   |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | A500、D500、E500        |                   |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | A550、D550、E550        | 6~130             |             |              |                                            | QT                         |           |
|                                                           |                      | A620、D620、E620        |                   |             |              |                                            |                            |           |
| A690、D690、E690                                            |                      |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| 桥梁钢<br>Bridge steel                                       |                      | Q345qC~E              | 6~150             | 1050~4050   | 5000~23000   | GB/T 714                                   | AR、N、TMCP                  |           |
|                                                           |                      | Q370qC~E              | 6~100             |             |              |                                            | AR、TMCP、TMCP+T             |           |
|                                                           |                      | Q345qNHD~F            | 6~100             |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | Q370qNHD~F            | 6~100             |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | Q420qNHD~F            | 6~80              |             |              |                                            | TMCP+T、QT                  |           |
|                                                           |                      | Q500qNHD~F            | 6~80              |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | Q420qD~F              | 6~80              |             |              |                                            | TMCP<br>TMCP+T             |           |
|                                                           |                      | Q460qD~F              | 6~80              |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | Q500qD~F              | 6~80              |             |              |                                            | TMCP+T、QT                  |           |
|                                                           |                      | Q690qD~F              | 10~50             |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | A709 Gr.36/ Gr.50     | 6~150             |             |              | Q/SGZGS 0335.3<br>ASTM A709                | AR、CR、TMCP、N               |           |
|                                                           |                      | A709-50F-2/50T-2      | 6~150             |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | A709 Gr.50WA/WB       | 6~100             |             |              |                                            |                            |           |
|                                                           |                      | 管线钢<br>Pipeline steel |                   |             |              | L245、L290(X42)                             | 8~40                       | 1050~4050 |
| L320(X46)、L360(X52)                                       |                      |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| L390(X56)、L415(X60)                                       |                      |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| L450(X65)、L485(X70)                                       |                      |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| L555(X80)                                                 |                      |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| L245MS、X52MS                                              | 10~40                |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| X60MS、X65MS                                               | 10~30                |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| X70HD                                                     |                      |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |
| X60-W、X65-W                                               |                      |                       |                   | 10~60       |              |                                            |                            |           |
| X70-W、X80-W                                               |                      |                       |                   |             |              |                                            |                            |           |

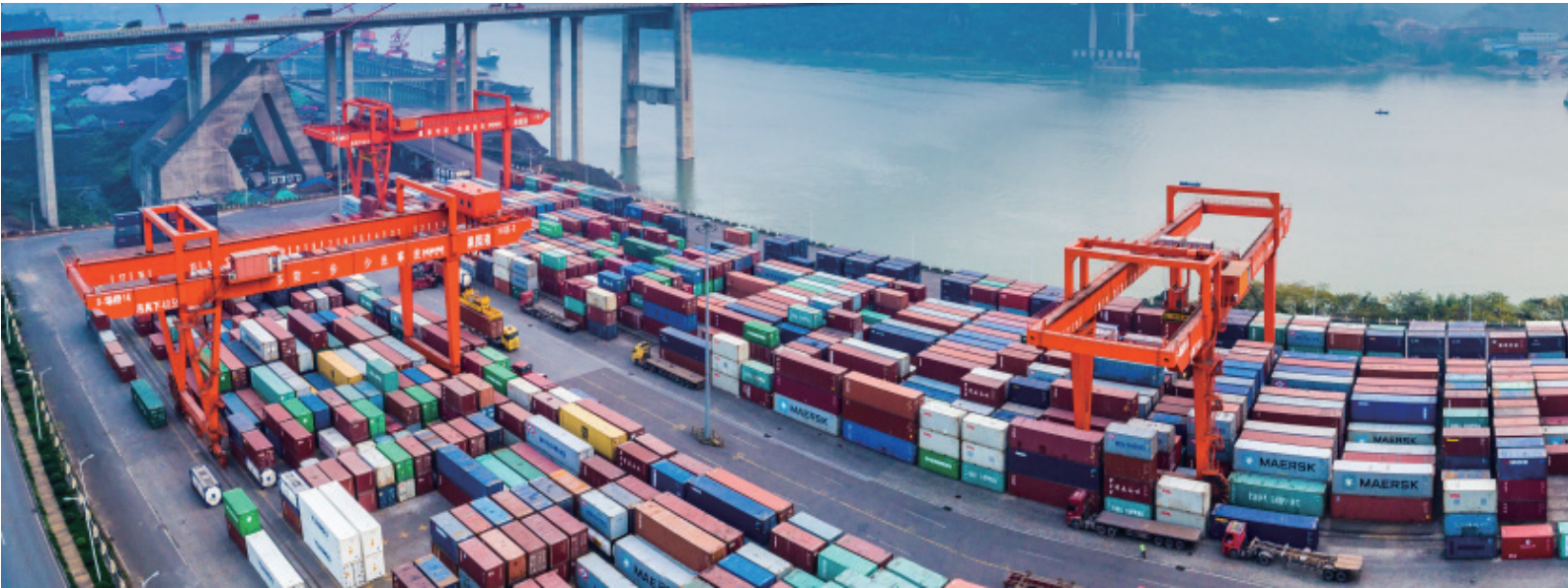
|                                           |                                                    |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------|------------|----------------------------------------------------|--------------------|----------|--------|
| 压力容器钢<br>Vessel steel                     | 锅炉容器<br>Common ves-<br>sel                         | Q245R、Q345R（含抗酸）                    | 8~130                            | 1050~4050  | 5000~23000 | GB/T 713                                           | AR、CR、N            |          |        |
|                                           |                                                    | Q370R                               | 8~60                             |            |            |                                                    | N                  |          |        |
|                                           | 合金容器<br>Alloy<br>vessel                            | 12Cr1MoVR                           | 6~100                            |            |            |                                                    | GB/T 3531          | N、N+T、QT |        |
|                                           |                                                    | 13MnNiMoR                           | 30~130                           |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | 14Cr1MoR( 含临氢 )                     | 6~130                            |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | 15CrMoR( 含临氢 )                      | 6~130                            |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           | 低温压力容器<br>Low<br>temperature<br>Pressure<br>vessel | 06Ni9DR                             | 6~50                             |            |            | ABS、CCS、DN-<br>VGL、LR、NK、<br>Q/SGZGS 0349-<br>2022 |                    |          | QT     |
|                                           |                                                    | 09MnNiDR                            | 10~120                           |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | 16MnDR（含抗酸）                         | 8~100                            |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           | 调质高强容器<br>QT high<br>-strength<br>vessel           | 9Ni、X7Ni9、06Ni9DR、SA-<br>533M Type1 | 5~50                             |            |            |                                                    | GB/T 19189         | QT       |        |
|                                           |                                                    | 07MnMoVR                            | 10~60                            |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | 07MnNiVDR                           | 10~60                            |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           | 欧标容器<br>CE vessel                                  | 07MnNiMoDR                          | 10~50                            |            |            | EN10028.2                                          | N                  |          |        |
|                                           |                                                    | 19Mn6、16Mo3                         | 6~130                            |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | P265GH、P355GH                       |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | P275N/NL/NL1/NH                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | P355N/NL/NL1/NH                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | P355Q/QH/L1/L2                      |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | P460Q/QH/L1/L2                      |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | P500Q/QH/L1/L2                      |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           | P690Q/QH/L1/L2                                     |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           | 美标容器<br>American<br>standard<br>vessel             | A285 Gr.A~C                         | 6~130                            |            |            | Q/SGZGS 0335.4                                     | AR、N               |          |        |
|                                           |                                                    | A515 Gr.60~70                       |                                  |            |            |                                                    | N+T                |          |        |
|                                           |                                                    | A516 Gr.55~70                       |                                  |            |            |                                                    | QT                 |          |        |
|                                           |                                                    | A387 Gr.11 CL1、CL2                  |                                  |            |            |                                                    | N                  |          |        |
|                                           |                                                    | A387 Gr.22 CL2                      |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | A537 CL2、CL3                        |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| A537 CL1                                  |                                                    | 6~50                                |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| A225 Gr.C/.D                              |                                                    | 6~60                                | ASTM A225                        | N          |            |                                                    |                    |          |        |
| 储罐钢<br>Oil tank steel                     |                                                    | 12MnNiVR                            | 10~60                            | 1050~4050  | 5000~23000 | GB/T 19189                                         | QT                 |          |        |
| 水电钢<br>Hydropower steel                   |                                                    | SG610CFD                            | 12~150                           | 1050~4050  | 5000~23000 | Q/SGZGS 0338                                       | TMCP+T、QT          |          |        |
|                                           |                                                    | SG610CFE                            | 12~150                           |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | SG780CFD~E                          | 12~150                           |            |            |                                                    | QT                 |          |        |
|                                           |                                                    | SG980CFE~F                          | 12~140                           |            |            |                                                    |                    |          |        |
| 高层建筑用钢<br>High-<br>Rise<br>Building steel |                                                    | Q235GJB~E                           | 6~150                            | 1050~4050  | 5000~23000 | GB/T 19879                                         | WAR、WCR、N          |          |        |
|                                           |                                                    | Q345GJB~E                           | 6~150                            |            |            |                                                    | WAR、WCR、N、<br>TMCP |          |        |
|                                           |                                                    | Q390GJB~E                           | 6~120                            |            |            |                                                    | WCR、TMCP、N         |          |        |
|                                           |                                                    | Q420GJB~E                           | 6~120                            |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | Q460GJB~E                           | 8~70                             |            |            | GB/T 28905                                         | WAR、WCR、N          |          |        |
|                                           |                                                    | LY100                               |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | LY160                               |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | LY225                               |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           |                                                    | 工程机械用钢<br>Machinery<br>steel        | 高强钢<br>high<br>strength<br>steel |            |            |                                                    |                    | Q500MC~E | 10~130 |
| Q550MC~E                                  |                                                    |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| Q690MC~E                                  |                                                    |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| Q460C~F、Q500C~F                           | 6~150                                              |                                     |                                  | GB/T 16270 | QT         |                                                    |                    |          |        |
| Q550C~F、Q690C~F                           | 6~150                                              |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| Q890C~F、Q960C~F                           | 6~60                                               |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| Q1100D~E                                  | 10~30                                              |                                     |                                  | GB/T 28909 | QT         |                                                    |                    |          |        |
| Q500CFC~E                                 | 6~150                                              |                                     |                                  |            |            | YB/T 4137                                          | TMCP、<br>TMCP+T、QT |          |        |
| Q550CFC~E                                 |                                                    |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| Q690CFC~E                                 |                                                    |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
| 耐磨钢<br>Wear<br>Resistant<br>steel         | NM360、NM400                                        |                                     | 6~60                             | GB/T 24186 | QT         |                                                    |                    |          |        |
|                                           | NM450、NM500                                        |                                     |                                  |            |            |                                                    |                    |          |        |
|                                           | 22SiMn2、27MnTiB                                    |                                     | 8~80                             |            |            | 技术协议                                               | AR                 |          |        |
| 锯片钢<br>Saw blade<br>steel                 | 45Mn2V、75Cr、8CrV<br>65Mn、25Mn4、40CrMnV             |                                     | 6.5~30                           | 技术协议       | AR         |                                                    |                    |          |        |

|                           |                                            |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|---------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|-----------|------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|---|----------------|------|----------------|-------|
| 风电钢<br>Power steel        | 陆上风电钢<br>Land wind<br>Power steel          | Q235FTB~E                           | 6~160          | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 28410                                                           | AR、CR、N、<br>TMCP |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q345FTC~F                           |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q420FTC~F                           |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q460FTC~F                           |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q355B~D                             | 6~160          |           |            | GB/T 1591                                                            | AR               |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q355NB~E                            | 6~130          |           |            |                                                                      | N、NR             |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q355MB~E                            | 6~80           |           |            |                                                                      | TMCP             |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q420NC~E                            | 6~130          |           |            |                                                                      | N、NR             |                |   |                |      |                |       |
|                           | Q420MC~E                                   | 6~100                               | GB/T 712       |           |            | CR、N、TMCP                                                            |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | F36                                        | 6~80                                |                |           |            | TMCP                                                                 |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | 海上风电钢<br>Offshore<br>wind<br>power steel   | S355G7/G8/G9/G10+M                  | 6~130          |           |            | EN10225                                                              | TMCP             |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S420G1/G2+M                         |                |           |            |                                                                      | N                |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S460G1/G2+M                         |                |           |            |                                                                      | QT               |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S355G7/G8/G9/G10+N                  |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
| S420G1/G2+QT              |                                            |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
| S460G1/G2+QT              |                                            |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
| 结构钢<br>Structure<br>steel | 碳素结构钢<br>Carbon steel                      | Q235A~D                             | 6~200          | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 3274                                                            | AR、CR、N          |                |   |                |      |                |       |
|                           | 低合金结构钢<br>Low alloy<br>structural<br>steel | Q355B~D                             | 6~200          |           |            | GB/T 3274<br>GB/T 1591                                               | AR               |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q390B~D                             | 6~150          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q420B~C                             | 6~130          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q460C                               | 6~130          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q355NB~F                            | 6~200          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q390NB~E                            | 6~150          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q420NB~E                            | 6~130          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q460NC~E                            | 6~130          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q355MB~F                            | 6~130          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q390MB~E                            |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | Q420MB~E                            |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | Q460MC~E                                   |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | 日标结构钢<br>JIS structural<br>steel           | SS400、SS490                         | 6~130          |           |            | Q/SGZGS 0336<br>JIS G 3101<br>JIS G 3106<br>JIS G 3114<br>Q/SGJS0025 | AR、TMCP、N        |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | SM400A~C                            |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | SM490A~C                            |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | SM490YA/B                           |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | SM520B/C                            | 6~130          |           |            |                                                                      | TMCP             |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | SM570                               |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | SMA400A~CW/CP                       |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | 欧标结构钢<br>CE structural<br>steel            | SMA490A~CW/CP                       | 6~130          |           |            | Q/SGZGS 0318.1                                                       | AR、CR、NR         |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | SMA570W、SMA570P                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S235JR~J2                           |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S275JR~J2                           | 6~130          |           |            |                                                                      |                  | Q/SGZGS 0318.2 | N |                |      |                |       |
|                           |                                            | S355JR~K2                           |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S275N/NL、S355N/NL                   |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S420N/NL、S460N/NL                   | 6~130          |           |            |                                                                      |                  |                |   | Q/SGZGS 0318.3 | TMCP |                |       |
|                           |                                            | S275M、S355M                         |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S420M、S460M                         |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S355J0W、S355J2W、<br>S355K2W、S355J4W | 6~130          |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      | Q/SGZGS 0318.4 | AR、NR |
|                           |                                            | S355J5W                             |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           |                                            | S460Q/QL/QL1                        |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | S500Q/QL/QL1                               | 6~130                               | Q/SGZGS 0318.5 |           |            | QT                                                                   |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | S550Q/QL、S690Q/QL                          |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
|                           | A36 Gr.36                                  |                                     |                |           |            |                                                                      | 6~150            |                |   |                |      |                |       |
|                           | A283 Gr.C/D                                |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
| A572 Gr.42~65             |                                            |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
| A573 Gr.58~70             |                                            |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
| A633 Gr.A/C/D/E           |                                            |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |
| A514 Gr.A/B/E/F/H/P/Q/S   |                                            |                                     |                |           |            |                                                                      |                  |                |   |                |      |                |       |

|                           |                                          |                 |        |           |            |           |         |
|---------------------------|------------------------------------------|-----------------|--------|-----------|------------|-----------|---------|
| 结构钢<br>Structure<br>steel | 耐候结构钢<br>Weather<br>resistant<br>steel   | Q235NHA~E       | 6~100  | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 4171 | CR、TMCP |
|                           |                                          | Q355NHA~E       |        |           |            |           |         |
|                           |                                          | Q415NHA~E       |        |           |            | YB/T 4281 | N       |
|                           |                                          | Q460NHA~E       |        |           |            |           |         |
| 模具钢<br>Die Steel          | 高炉围板<br>Furnace Shell                    | Q345LK          | 16~130 | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 711  | AR、N    |
|                           |                                          | 15#、20#、25#、30# |        |           |            |           |         |
|                           |                                          | 35#、40#、45#、50# |        |           |            |           |         |
|                           |                                          | 20Mn、25Mn、45Mn  |        |           |            |           |         |
|                           | 优质碳素钢<br>High<br>quality<br>carbon steel | 638J、2311       | 10~100 |           |            | 技术协议      | AR、N    |
|                           |                                          |                 |        |           |            |           |         |

表 2 首钢不锈钢复合板产品 Table 2 Stainless steel clad plate products of Shougang

| 基层材质<br>Base metal                                                                                                                               |                                               | 复层材质<br>Cladding metal                                  |                                                  | 厚度<br>thickness (mm)                                                                                                               | 可执行标准<br>Standard                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 结构钢<br>Structure steel                                                                                                                           | Q235/Q345/370qD 等                             | 奥氏体不锈钢<br>austenitic stainless steel                    | 304/304L、<br>310S/321<br>316/316L、<br>317/317L 等 | 基层 Base (2~60*)<br>+<br>复层 Cladding<br>(0.5~8)<br><br>注 *: 厚度超过<br>60mm 可协商<br>Note *: thickness<br>over 60mm can<br>be negotiated | ASTM A263<br>ASTMA264<br>ASTMA265<br>JIS G3601/3602/3603<br>GB/T8165<br>YB/T4282<br>GB/T8547 |
| 容器钢<br>Vessel steel                                                                                                                              | Q245R/Q345R<br>16MnDR/A516 Gr70<br>09MnNiDR 等 | 铁素体或马氏体不锈钢<br>Ferrite or martensitic<br>stainless steel | 1Cr13/4Cr13<br>410/410s 等                        |                                                                                                                                    |                                                                                              |
| 管线钢<br>Bridge steel                                                                                                                              | X60/X65MS/X70 等                               | 双相不锈钢<br>Duplex stainless steel                         | 2101/2205 等                                      |                                                                                                                                    |                                                                                              |
| 船板钢<br>Shipbuilding steel                                                                                                                        | A460/A500 等                                   | 镍基合金<br>或纯钛<br>hastelloy Or pure titanium               | 825 TA1/TA2 等                                    |                                                                                                                                    |                                                                                              |
| 注：常规供货规格范围：基层 (2~60)+ 复层 (0.5~8)×1450~4000×L (中板长度≤ 15000)<br>Thickness: base metal (2~60) +cladding metal (0.5~8) ×1450~4000×L (Length ≤ 15000) |                                               |                                                         |                                                  |                                                                                                                                    |                                                                                              |



Chapter 2 Products Introduction

第二章 产品介绍

2.1 船舶及海洋工程用钢 Shipbuilding and offshore engineering steel

船舶及海洋工程用钢应用于建造船体及海洋采油平台，具有较高强度、良好低温冲击韧性、焊接性能和耐腐蚀性能等特点。产品通过八国船级社认证，最高强度级别690MPa，质量等级到F级，最大厚度130mm，交货状态涵盖控轧、正火轧制、正火、TMCP和调质。

工程应用：产品应用于世界钻井深度最大的半潜式钻井平台“蓝鲸1号”和“世界最大的40万吨矿砂船”。

Shipbuilding and offshore steel is used to build hull and offshore oil production platform, which has the characteristics of high strength, good low-temperature impact toughness, weldability and corrosion resistance. The product has been successfully certified by eight classification societies with the maximum strength 690MPa, the quality grade F, the maximum thickness 130mm and the different delivery conditions of CR/NR/N/TMCP/QT.

Project application: the world-wide deepest semi-submerged drilling platform “blue-whale 1#” and the world largest ore carrier (400KT).



世界钻井深度最大的半潜式钻井平台“蓝鲸1号”  
The world-wide deepest semi-submerged drilling platform “blue-whale 1#”



世界最大的40万吨矿砂船  
The world largest 400KT ore carrier

2.1.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 牌号<br>Steel grade                     | 规格 Dimension (mm) |           |            | 执行标准<br>Standard                                   | 交货状态<br>Delivery condition |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
|                                       | 厚度 Thickness      | 宽度 width  | 长度 Length  |                                                    |                            |
| A、B、D、A32、D32、A36、D36                 | 6~50              | 1050~4050 | 5000~23000 | ABS、BV、CCS、DNVGL、<br>KR、LR、NK、RINA、RS、<br>GB/T 712 | CR、NR                      |
| A、B、D、E<br>A32、D32、E32<br>A36、D36、E36 | 6~100             |           |            |                                                    | N、TMCP                     |
| F32、F36<br>A40、D40、E40、F40            | 6~80              |           |            |                                                    | TMCP                       |
| A420、D420、E420<br>A460、D460、E460      | 6~80              |           |            |                                                    | TMCP、QT                    |
| A500、D500、E500<br>A550、D550、E550      |                   |           |            |                                                    | QT                         |
| A620、D620、E620<br>A690、D690、E690      | 6~130             |           |            |                                                    |                            |

2.1.2 化学成分 Chemical Composition

表 1 一般强度及高强度船体钢的成分要求

Table 1 Composition requirements of ordinary strength and higher strength hull structural steel

| 牌号<br>Steel grade                       |                 | A       | B                   | D                     |                      | E      | AH32、AH36、AH40、DH32、DH36、DH40、EH32、EH36、EH40 | FH32、FH36、FH40 |
|-----------------------------------------|-----------------|---------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------|----------------------------------------------|----------------|
| 化                                       | C               | ≤ 0.21  |                     |                       |                      | ≤ 0.18 | ≤ 0.18                                       | ≤ 0.16         |
| 学                                       | Si              | ≤ 0.50  | ≤ 0.35              |                       |                      |        | ≤ 0.50                                       |                |
| 成                                       | Mn              | ≥ 2.5C  | ≥ 0.80 <sup>①</sup> | ≥ 0.60                | ≥ 0.70               |        | 0.90~1.60 <sup>①</sup>                       |                |
| 分                                       | P               | ≤ 0.035 |                     |                       |                      |        | ≤ 0.035                                      | ≤ 0.025        |
| % <sup>⑥⑦⑧</sup>                        | S <sup>⑨</sup>  | ≤ 0.035 |                     |                       |                      |        | ≤ 0.035                                      | ≤ 0.025        |
| Chemical<br>Composition% <sup>⑥⑦⑧</sup> | Al（酸溶）          | —       | —                   | ≥ 0.015 <sup>②③</sup> | ≥ 0.015 <sup>③</sup> |        | ≥ 0.015 <sup>③④</sup>                        |                |
|                                         | Nb <sup>⑤</sup> |         |                     |                       |                      |        | 0.02~0.05                                    |                |
|                                         | V <sup>⑤</sup>  |         |                     |                       |                      |        | 0.05~0.10                                    |                |
|                                         | Ti <sup>⑤</sup> |         |                     |                       |                      |        | ≤ 0.02                                       |                |
|                                         | Cu              | ≤ 0.35  |                     |                       |                      |        |                                              |                |
|                                         | Cr              | ≤ 0.30  |                     |                       |                      |        | ≤ 0.20                                       |                |
|                                         | Ni              | ≤ 0.30  |                     |                       |                      |        | ≤ 0.40                                       | ≤ 0.80         |
|                                         | Mo              | ≤ 0.08  | ≤ 0.08              | ≤ 0.08                | ≤ 0.08               |        | ≤ 0.08                                       |                |
|                                         | N               | —       |                     |                       |                      |        |                                              |                |

① 当一般强度级的 B 级钢做冲击试验时，其最低锰含量可降低至 0.6%，对 t ≤ 12.5mm 的 AH32~EH40 高级钢材，其锰含量最低可为 0.7%。

② 对 t > 25mm 的 D 级钢适用。

③ 对 t > 25mm 的 D 级钢、E 级钢以及高强度级钢材，可采用总铝含量来代替酸溶铝含量的要求，此时，总铝含量应不小于 0.02%。经船级社同意，也可使用其它细化晶粒元素。

④ 钢厂可以将细化晶粒元素（Al、Nb、V 等）单独或以任一组合形式加入钢中。当单独加入时，其含量应不低于表列值；若混合加入两种以上细化晶粒元素时，则表中对单一元素含量下限的规定不适用，但应满足认可的技术条件。

⑤ 铌、钒、钛的含量还应符合：Nb%+V%+Ti% ≤ 0.12%。

⑥ A、B、D、E 的碳当量 Ceq ≤ 0.40%，其计算公式为 Ceq=C+Mn/6；

⑦ 若采用热机械控制轧制（TMCP）状态交货，经船级社同意后，一般强度级钢材的化学成分可以不同于表中规定，高强度级钢材的碳当量最大值应符合表 2 的规定。

⑧ 在钢材的冶炼过程中添加的任何其它元素，应在材料证明书上注明。

⑨ 对于 Z 向钢，其 S 含量应 ≤ 0.008%；当 S 含量 > 0.005% 时，检验批量为每块，当 S 含量 ≤ 0.005% 时，检验批量为不大于 50t。

表 2 TMCP 状态交货钢种的碳当量要求

Table 2 Carbon equivalent requirements of steel delivered in TMCP state

| 牌号<br>Steel grade                                                                                                                                        | 碳当量 Ceq, %       |            |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|-------------|
|                                                                                                                                                          | 厚度 Thickness, mm |            |             |
|                                                                                                                                                          | ≤ 50             | > 50 ~ 100 | > 100 ~ 150 |
| AH32 DH32 EH32 FH32                                                                                                                                      | ≤ 0.36           | ≤ 0.38     | ≤ 0.40      |
| AH36 DH36 EH36 FH36                                                                                                                                      | ≤ 0.38           | ≤ 0.40     | ≤ 0.42      |
| AH40 DH40 EH40 FH40                                                                                                                                      | ≤ 0.40           | ≤ 0.42     | ≤ 0.45      |
| <p>注：1、碳当量的计算公式：Ceq(%)=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15。</p> <p>2、根据需要，可用裂纹敏感系数Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B代替碳当量，其值应符合各船级社接受的有关标准。</p> |                  |            |             |

表 3 焊接结构高强钢的化学成分（熔炼分析）

Table 3 Chemical composition of welded structural high strength steel (melting analysis)

| 交货状态                 | TM                                  |                      | QT                                                                         |                                              |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 钢材等级                 | A420、D420<br>A460、D460<br>A500、D500 | E420<br>E460<br>E500 | A420、D420<br>A460、D460<br>A500、D500<br>A550、D550<br>A620、D620<br>A690、D690 | E420<br>E460<br>E500<br>E550<br>E620<br>E690 |
| 化学成分 %               |                                     |                      |                                                                            |                                              |
| C                    | ≤ 0.16                              | ≤ 0.14               | ≤ 0.18                                                                     |                                              |
| Si                   | ≤ 0.60                              |                      | ≤ 0.80                                                                     |                                              |
| Mn                   | 1.00~1.70                           |                      | ≤ 1.70                                                                     |                                              |
| P                    | ≤ 0.025                             | ≤ 0.020              | ≤ 0.025                                                                    | ≤ 0.020                                      |
| S                    | ≤ 0.015                             | ≤ 0.010              | ≤ 0.015                                                                    | ≤ 0.010                                      |
| Al（总含量） <sup>①</sup> | ≥ 0.02                              |                      | ≥ 0.018                                                                    |                                              |
| Nb <sup>②</sup>      | ≤ 0.05                              |                      | ≤ 0.06                                                                     |                                              |
| V <sup>②</sup>       |                                     |                      | ≤ 0.12                                                                     |                                              |
| Ti <sup>②</sup>      |                                     |                      | ≤ 0.05                                                                     |                                              |
| Ni <sup>③</sup>      |                                     |                      | ≤ 2.00 <sup>③</sup>                                                        |                                              |
| Cu                   | ≤ 0.55                              |                      | ≤ 0.50                                                                     |                                              |
| Cr <sup>②</sup>      | ≤ 0.50                              |                      | ≤ 1.50                                                                     |                                              |
| Mo <sup>②</sup>      | ≤ 0.50                              |                      | ≤ 0.70                                                                     |                                              |
| N                    | ≤ 0.025                             |                      | ≤ 0.015                                                                    |                                              |
| B <sup>④</sup>       |                                     |                      |                                                                            |                                              |

①总铝与氮的比最小应为 2:1. 但采用固氮元素时，最小铝含量和氮铝比可不必满足。

② Nb+V+Ti ≤ 0.26%，Cr+Mo ≤ 0.65%，但对于淬火加回火钢可不必满足。

③经船级社同意，可适当提高 Ni 的含量。

④当硼作为强化钢的淬硬性而有意加入时，硼元素的最大含量应不高于 0.005%，且分析结果应予以报告。

表 4 焊接结构高强钢的碳当量要求

Table 4 Carbon equivalent requirements of welded structural high strength steel

| 碳当量                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ceq    |            | CET    | Pcm    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|--------|--------|
| 钢种等级 / 交货状态                                                                                                                                                                                                                                                                      | 厚度, mm |            | 所有     | 所有     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ≤ 50   | > 50 ~ 100 |        |        |
| A/D/E420TM                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.43 | ≤ 0.45     |        |        |
| A/D/E420QT                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.45 | ≤ 0.47     |        |        |
| A/D/E460TM                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.45 | ≤ 0.47     | ≤ 0.30 | ≤ 0.23 |
| A/D/E460QT                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.47 | ≤ 0.48     | ≤ 0.32 | ≤ 0.24 |
| A/D/E500TM                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.46 | ≤ 0.48     | ≤ 0.32 | ≤ 0.24 |
| A/D/E500QT                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.48 | ≤ 0.50     | ≤ 0.34 | ≤ 0.25 |
| A/D/E550QT                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.56 | ≤ 0.60     | ≤ 0.36 | ≤ 0.28 |
| A/D/E4620QT                                                                                                                                                                                                                                                                      | ≤ 0.56 | ≤ 0.60     | ≤ 0.38 | ≤ 0.30 |
| A/D/E690QT                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤ 0.64 | ≤ 0.66     | ≤ 0.40 | ≤ 0.33 |
| <p>注：1、碳当量 Ceq 应以熔炼成分值进行计算，Ceq(%)=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15。</p> <p>2、对 H460 及更高强度级钢，钢厂可采用 CET 来代替 Ceq，CET(%)=C+ (Mn+Mo) /10+(Cr+Cu)/20+Ni/40。</p> <p>3、对于含碳量不大于 0.12% 的 TM 和 QT 钢，钢厂可用评价焊接性的冷裂纹敏感系数 Pcm 替代 Ceq 或 CET，Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B。</p> |        |            |        |        |

2.1.3 力学性能 Mechanical Properties

表 5 一般强度及高强度船体钢的力学和工艺性能

Table 5 Mechanical and technological properties of ordinary strength and higher strength hull structural steel

| 牌 号  | 拉伸试验 <sup>①</sup>                         |                                                                     |           |              | V 型冲击试验 <sup>④</sup> |                                 |    |        |    |         |    |
|------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|----------------------|---------------------------------|----|--------|----|---------|----|
|      | 屈服强度 <sup>①</sup><br>R <sub>eh</sub> /MPa | 抗拉强度 R <sub>m</sub> /MPa                                            |           | 断后伸长率<br>A/% | 试验<br>温度 /℃          | 以下板厚（mm）冲击功值，KV <sub>2</sub> /J |    |        |    |         |    |
|      |                                           | CCS、DNV、BV、<br>GL、GB、RINA、KR、<br>GB/T <sup>②</sup> 、LR <sup>③</sup> | ABS、NK    |              |                      | ≤ 50                            |    | >50~70 |    | >70~130 |    |
|      |                                           |                                                                     |           |              |                      | 纵向                              | 横向 | 纵向     | 横向 | 纵向      | 横向 |
|      |                                           |                                                                     |           |              |                      | 不小于                             |    |        |    |         |    |
| A    | 235                                       | 400 — 520                                                           |           | ≥ 22         | 20                   | -                               | -  | 34     | 24 | 41      | 27 |
| B    |                                           |                                                                     |           |              | 0                    |                                 |    |        |    |         |    |
| D    |                                           |                                                                     |           |              | -20                  |                                 |    |        |    |         |    |
| E    |                                           |                                                                     |           |              | -40                  |                                 |    |        |    |         |    |
| AH32 | 315                                       | 440 ~ 570                                                           | 440 ~ 590 | ≥ 22         | 0                    | 31                              | 22 | 38     | 26 | 46      | 31 |
| DH32 |                                           |                                                                     |           |              | -20                  |                                 |    |        |    |         |    |
| EH32 |                                           |                                                                     |           |              | -40                  |                                 |    |        |    |         |    |
| FH32 |                                           |                                                                     |           |              | ~60                  |                                 |    |        |    |         |    |
| AH36 | 355                                       | 490 ~ 630                                                           | 490 ~ 620 | ≥ 21         | 0                    | 34                              | 24 | 41     | 27 | 50      | 34 |
| DH36 |                                           |                                                                     |           |              | -20                  |                                 |    |        |    |         |    |
| EH36 |                                           |                                                                     |           |              | -40                  |                                 |    |        |    |         |    |
| FH36 |                                           |                                                                     |           |              | -60                  |                                 |    |        |    |         |    |
| AH40 | 390                                       | 510 ~ 660                                                           | 510 ~ 650 | ≥ 20         | 0                    | 39                              | 26 | 46     | 31 | 55      | 37 |
| DH40 |                                           |                                                                     |           |              | -20                  |                                 |    |        |    |         |    |
| EH40 |                                           |                                                                     |           |              | -40                  |                                 |    |        |    |         |    |
| FH40 |                                           |                                                                     |           |              | -60                  |                                 |    |        |    |         |    |

① 拉伸试验取横向试样，当屈服现象不明显时，可测量 R<sub>P0.2</sub> 代替上屈服强度。

② GB/T 712 32 级抗拉强度为 450 ~ 570MPa。

③ LR40 级钢板抗拉强度为 510 ~ 650MPa。

④厚度不大于 25mm 的 B 级钢，经船级社同意，可不作冲击试验。



表 6 焊接结构高强度钢续 ) 力学和工艺性能

Table 6 Mechanical and technological properties of welded structural high strength steel

| 钢级   | 屈服强度 ReH/Mpa ≥ |     | 抗拉强度 Rm/Mpa            | 断后伸长率<br>A/%<br>≥ | 夏比 V 型缺口冲击试验 |                 |                 |
|------|----------------|-----|------------------------|-------------------|--------------|-----------------|-----------------|
|      | 厚度 (mm)        |     |                        |                   | 温度℃          | 平均冲击功最小值 Akv, J |                 |
|      |                |     |                        |                   |              | 纵向              | 横向              |
| A420 | 420            | 390 | 520 ~ 680              | ≥ 19              | 0            | 42 <sup>②</sup> | 28 <sup>②</sup> |
| D420 |                |     |                        |                   | -20          |                 |                 |
| E420 |                |     |                        |                   | -40          |                 |                 |
| A460 | 460            | 430 | 540 ~ 720              | ≥ 17              | 0            | 46              | 31              |
| D460 |                |     |                        |                   | -20          |                 |                 |
| E460 |                |     |                        |                   | -40          |                 |                 |
| A500 | 500            | 480 | 590 ~ 770              | ≥ 17              | 0            | 50              | 33              |
| D500 |                |     |                        |                   | -20          |                 |                 |
| E500 |                |     |                        |                   | -40          |                 |                 |
| A550 | 550            | 530 | 640 ~ 820 <sup>①</sup> | ≥ 16              | 0            | 55              | 37              |
| D550 |                |     |                        |                   | -20          |                 |                 |
| E550 |                |     |                        |                   | -40          |                 |                 |
| A620 | 620            | 580 | 700 ~ 890              | ≥ 15              | 0            | 62              | 41              |
| D620 |                |     |                        |                   | -20          |                 |                 |
| E620 |                |     |                        |                   | -40          |                 |                 |
| A690 | 690            | 650 | 770 ~ 940              | ≥ 14              | 0            | 69              | 46              |
| D690 |                |     |                        |                   | -20          |                 |                 |
| E690 |                |     |                        |                   | -40          |                 |                 |

① ABS 船级社 Q56 级别抗拉强度为 670 ~ 835N/mm<sup>2</sup>。

② ABS 船级社 Q43 级别冲击功最小值分别为：41J,27J。

③ DNVGL、LR 船级社屈服强度与抗拉强度之比不应大于 0.94。

2.2 桥梁钢 Bridge steel

桥梁钢是应用于建造铁路或公路桥梁的中厚板产品。可供货国标、美标、欧标系列产品，包括耐候桥梁钢及桥梁复合板。交货状态涵盖热轧、正火、TMCP 及 TMCP+T，最高强度级别 500MPa。

工程应用：北盘江大桥，沪通长江大桥，平潭海峡大桥（桥梁复合板），官厅水库公路桥（全裸耐候桥梁钢），孟加拉 PADMA 大桥（最大厚度 115mm，钢种 S420ML），中俄同江桥（TMCP 交货桥梁钢首次在公铁两用桥上应用）。

Bridge steel is used to build railway or highway bridges. The products cover GB/ASTM/EN standards, including weather-resistant steel and bridge clad plate, with delivery conditions of AR/N/TMCP/ TMCP+T and the maximum strength 500MPa。

Project application: BeiPanjiang River Bridge, Shanghai-Nantong Yangzi River Bridge, Pingtan Strait Bridge(Clad Plate), Guanting Reservoir Road Bridge(weather Resistance Plate/Corten Plates), Bangladesh PADMA bridge(max. Thickness 115mm, Grade S420ML), China-Russia Tongjiang River Bridge(TMCP plate firstly applied to highway-railway Bridge).



世界跨度最大的公铁两用桥—沪通长江大桥  
The world's largest highway-railway bridge- Shanghai-Nantong Yangtze River Bridge



中国第一座全裸耐候桥—官厅水库公路桥  
Guanting Reservoir Road Bridge  
Domestic first weather Resistant Bridge



世界第一高桥—北盘江大桥  
World's highest Bridge - BeiPanjiang Bridge

2.2.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 牌号<br>Steel grade                                        | 规格 Dimension (mm)       |           |            | 执行标准<br>Standard            | 交货状态<br>Delivery condition |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|------------|-----------------------------|----------------------------|
|                                                          | 厚度 Thickness            | 宽度 width  | 长度 Length  |                             |                            |
| Q345qC-E<br>Q370qC-E                                     | 6~150<br>6~120          | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 714                    | AR、N、TMCP                  |
| Q345qNHD~F<br>Q370qNHD~F<br>Q420qNHD~F                   | 6~100<br>6~100<br>6~80  |           |            |                             | AR、TMCP、TMCP+T             |
| Q500qNHD~F                                               | 6~80                    |           |            |                             | TMCP+T、QT                  |
| Q420qD~F<br>Q460qD~F<br>Q500qD~F                         | 6~90<br>6~80<br>6~80    |           |            |                             | TMCP TMCP+T                |
| Q690qD~F                                                 | 10~50                   |           |            |                             | TMCP+T、QT                  |
| A709 Gr.36/ Gr.50<br>A709-50F-2/50T-2<br>A709 Gr.50WA/WB | 6~150<br>6~150<br>6~100 |           |            | Q/SGZGS 0335.3 ASTM<br>A709 | AR、CR、TMCP、N               |

2.2.2 化学成分 Chemical Composition

表 1 各牌号及质量等级钢磷、硫、硼、氢成分要求

Table 1 Requirements for P、S、B、H composition of various grades

| 质量等级                                                                                                   | 化学成分， % |       |                  |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|------------------|----------------|
|                                                                                                        | P       | S     | B <sup>a,b</sup> | H <sup>a</sup> |
|                                                                                                        | ≤       |       |                  |                |
| C                                                                                                      | 0.030   | 0.025 | 0.0005           | 0.0002         |
| D                                                                                                      | 0.025   | 0.020 |                  |                |
| E                                                                                                      | 0.020   | 0.010 |                  |                |
| F                                                                                                      | 0.015   | 0.006 |                  |                |
| 注：a 钢种残余元素 B、H 供方能保证时，可不进行分析。<br>b 调质钢重工添加元素 B 时，不受此限制，且进行分析并填入质量证明书中。<br>c Q420 及以上级别 S 含量不大于 0.015%。 |         |       |                  |                |

表 2 热轧或正火钢化学成分 Table 2 Chemical Composition of Hot Rolled or Normalized Steel

| 牌号                                                                                                                        | 质量等级   | 化学成分（%） |      |           |                 |                |                 |                    |      |      |      |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|------|-----------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------|------|------|------|--------|
|                                                                                                                           |        | C       | Si   | Mn        | Nb <sup>a</sup> | V <sup>a</sup> | Ti <sup>a</sup> | Als <sup>a,b</sup> | Cr   | Ni   | Cu   | N      |
|                                                                                                                           |        | ≤       |      |           |                 |                |                 |                    | ≤    |      |      |        |
| Q345q                                                                                                                     | C      | 0.18    | 0.55 | 0.90~1.60 | 0.005~0.060     | 0.010~0.080    | 0.006~0.030     | 0.010~0.045        | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.0080 |
| Q370q                                                                                                                     | D<br>E |         |      | 1.00~1.60 |                 |                |                 |                    |      |      |      |        |
| A 钢种铝、铌、钒、钛可单独或组合加入，单独加入时，应符合表中规定；组合加入时，应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定，Nb+V+Ti ≤ 0.22%。<br>b 当采用全铝（Alt）含量计算时，全铝含量应为 0.015%~0.050%。 |        |         |      |           |                 |                |                 |                    |      |      |      |        |

表 3 热机械轧制钢化学成分 Table 3 Chemical Composition of Thermomechanical Rolled Steel

| 牌号                                                                                                                                                    | 质量等级        | 化学成分（%） |           |                 |                 |                |                 |                    |      |      |      |    |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|-----------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------|------|------|------|----|--------|
|                                                                                                                                                       |             | C       | Si        | Mn <sup>a</sup> | Nb <sup>b</sup> | V <sup>b</sup> | Ti <sup>b</sup> | Als <sup>b,c</sup> | Cr   | Ni   | Cu   | Mo | N      |
|                                                                                                                                                       |             | ≤       |           |                 |                 |                |                 |                    | ≤    |      |      |    |        |
| Q345q                                                                                                                                                 | C<br>D<br>E | 0.14    |           | 0.90~1.60       | 0.010~0.090     | 0.010~0.080    | 0.006~0.030     | 0.010~0.045        | 0.80 | 0.30 | 0.30 | —  | 0.0080 |
| Q370q                                                                                                                                                 | D<br>E      |         |           | 1.00~1.60       |                 |                |                 |                    |      |      |      |    |        |
| Q420q                                                                                                                                                 | D<br>E<br>F | 0.17    | 1.00~1.70 | 0.50            |                 |                |                 |                    | 0.30 | 0.20 |      |    |        |
| Q460q                                                                                                                                                 |             |         |           |                 |                 |                |                 |                    |      | 0.25 |      |    |        |
| Q500q                                                                                                                                                 |             |         |           |                 |                 |                |                 |                    |      | 0.30 |      |    |        |
| a 经供需双方协议，锰含量最大可到 2.00%。<br>b 钢中铝、铌、钒、钛可单独或组合加入，单独加入时，应符合表中规定；组合加入时，应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定，Nb+V+Ti ≤ 0.22%。<br>c 当采用全铝（Alt）含量计算时，全铝含量应为 0.015%~0.050%。 |             |         |           |                 |                 |                |                 |                    |      |      |      |    |        |

表 4 调质钢化学成分 Table 4 Chemical composition of quenched and tempered steel

| 牌号                                                                                                                        | 质量等级        | 化学成分（%） |      |                   |                     |                     |                     |                     |           |           |        |           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|                                                                                                                           |             | C       | Si   | Mn                | Nb <sup>a</sup>     | V <sup>a</sup>      | Ti <sup>a</sup>     | Als <sup>a,b</sup>  | Cr        | Ni        | Cu     | Mo        | N           |
|                                                                                                                           |             | ≤       |      |                   |                     |                     |                     |                     |           |           |        |           |             |
| Q500q                                                                                                                     | D<br>E<br>F | 0.11    | 0.55 | 0.80<br>~<br>1.70 | 0.005<br>~<br>0.060 | 0.010<br>~<br>0.080 | 0.006<br>~<br>0.030 | 0.010<br>~<br>0.045 | ≤<br>0.80 | ≤<br>0.70 | ≤ 0.30 | ≤<br>0.30 | ≤<br>0.0080 |
| Q550q                                                                                                                     |             | 0.12    |      |                   |                     |                     |                     |                     |           |           |        |           |             |
| Q620q                                                                                                                     |             | 0.14    |      |                   |                     |                     |                     |                     |           |           |        |           |             |
| Q690q                                                                                                                     |             | 0.15    |      |                   |                     |                     |                     |                     |           |           |        |           |             |
| 注：可添加 B 元素 0.005%~0.0030%。                                                                                                |             |         |      |                   |                     |                     |                     |                     |           |           |        |           |             |
| a 钢中铝、铌、钒、钛可单独或组合加入，单独加入时，应符合表中规定；组合加入时，应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定，Nb+V+Ti ≤ 0.22%。<br>b 当采用全铝（Alt）含量计算时，全铝含量应为 0.015%~0.050%。 |             |         |      |                   |                     |                     |                     |                     |           |           |        |           |             |

表 5 耐大气腐蚀钢化学成分 Table 5 Chemical Composition of Atmospheric Corrosion Resistant Steel

| 牌号                                                                                                        | 质量等级        | 化学成分 <sup>a</sup> (%) |               |               |                 |                 |                 |               |               |               |      |        |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|------|--------|---------------------|
|                                                                                                           |             | C                     | Si            | Mn            | Nb              | V               | Ti              | Cr            | Ni            | Cu            | Mo   | N      | Als <sup>b</sup>    |
|                                                                                                           |             |                       |               |               |                 |                 |                 |               |               |               | ≤    |        |                     |
| Q345qNH                                                                                                   | D<br>E<br>F | ≤<br>0.11             | 0.15~<br>0.50 | 1.10~<br>1.50 | 0.010~<br>0.100 | 0.010~<br>0.100 | 0.006~<br>0.030 | 0.40~<br>0.70 | 0.30~<br>0.40 | 0.25~<br>0.50 | 0.10 | 0.0080 | 0.015<br>~<br>0.050 |
| Q370qNH                                                                                                   |             |                       |               |               |                 |                 |                 |               |               |               | 0.15 |        |                     |
| Q420qNH                                                                                                   |             |                       |               |               |                 |                 |                 |               |               |               | 0.20 |        |                     |
| Q345qNH                                                                                                   |             |                       |               |               |                 |                 |                 |               |               |               |      |        |                     |
| Q460qNH                                                                                                   |             |                       |               |               |                 |                 |                 |               |               |               |      |        |                     |
| Q500qNH                                                                                                   |             |                       |               |               |                 |                 |                 | 0.45~<br>0.70 | 0.30~<br>0.45 | 0.25~<br>0.55 | 0.25 |        |                     |
| Q550qNH                                                                                                   |             |                       |               |               |                 |                 |                 |               |               |               |      |        |                     |
| a 铌、钒、钛、铝可单独或组合加入，组合加入时，应至少保证一种合金元素含量达到表中下限规定，Nb+V+Ti ≤ 0.22%。<br>b 当采用全铝（Alt）含量计算时，全铝含量应为 0.020%~0.055%。 |             |                       |               |               |                 |                 |                 |               |               |               |      |        |                     |

表 6 碳当量 Ceq

| 交货状态                                                                                  | 钢种    | 碳当量 CEV, % |            |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|------------|-------------|
|                                                                                       |       | 厚度, mm     |            |             |
|                                                                                       |       | ≤ 50       | > 50 ~ 100 | > 100 ~ 150 |
| 热轧或正火                                                                                 | Q345q | ≤ 0.43     | ≤ 0.45     | 协议          |
|                                                                                       | Q370q | ≤ 0.44     | ≤ 0.46     |             |
| 热机械轧制                                                                                 | Q345q | ≤ 0.38     | ≤ 0.40     | —           |
|                                                                                       | Q370q | ≤ 0.38     | ≤ 0.40     |             |
| 调质                                                                                    | Q500q | ≤ 0.50     | ≤ 0.55     | 协议          |
|                                                                                       | Q550q | ≤ 0.52     | ≤ 0.57     |             |
|                                                                                       | Q620q | ≤ 0.55     | ≤ 0.60     |             |
|                                                                                       | Q690q | ≤ 0.60     | ≤ 0.65     |             |
| 注：1、碳当量的计算公式：Ceq(%)=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15。<br>2、耐大气腐蚀钢的碳当量可在此表的基础上，由供需双方协议规定。 |       |            |            |             |

表 7 裂纹敏感指数 Pcm

| 钢种                                                                                                                 | Pcm, % | 钢种    | Pcm, % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|
|                                                                                                                    | ≤      |       | ≤      |
| Q345q                                                                                                              | 0.20   | Q500q | 0.25   |
| Q370q                                                                                                              | 0.20   | Q550q | 0.25   |
| Q420q                                                                                                              | 0.22   | Q620q | 0.25   |
| Q460q                                                                                                              | 0.23   | Q690q | 0.25   |
| 注：除耐候钢外的各种牌号，当碳含量不大于 0.12% 时，采用焊接裂纹敏感系数 Pcm 代替碳当量评估钢材的可焊性，Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B 代替碳当量。 |        |       |        |

2.2.3 力学性能 Mechanical Properties

| 钢 级    |   | 拉伸试验 <sup>a,b</sup> |               |                |                          |           | 冲击试验 <sup>c</sup> |                           |
|--------|---|---------------------|---------------|----------------|--------------------------|-----------|-------------------|---------------------------|
|        |   | 下屈服强度 ReL/Mpa       |               |                | 抗拉强度 R <sub>m</sub> /Mpa | 断后伸长率 A/% | 试验温度 °C           | 冲击吸收能量 KV <sub>2</sub> /J |
|        |   | 名义厚度 (mm)           |               |                |                          |           |                   |                           |
|        |   | ≥ 3<br>≤ 50         | > 50<br>≤ 100 | > 100<br>≤ 150 |                          |           |                   |                           |
|        |   | ≥                   |               |                |                          |           | ≥                 |                           |
| Q345q  | C | 345                 | 335           | 305            | 490                      | 20        | 0                 | 120                       |
|        | D |                     |               |                |                          |           | -20               |                           |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
| Q370q  | C | 370                 | 360           | -              | 510                      | 20        | 0                 | 120                       |
|        | D |                     |               |                |                          |           | -20               |                           |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
| Q420q  | D | 420                 | 410           | -              | 540                      | 19        | -20               | 120                       |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
|        | F |                     |               |                |                          |           | -60               | 47                        |
| Q460q  | D | 460                 | 450           | -              | 570                      | 19        | -20               | 120                       |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
|        | F |                     |               |                |                          |           | -60               | 47                        |
| Q500q  | D | 500                 | 480           | -              | 630                      | 18        | -20               | 120                       |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
|        | F |                     |               |                |                          |           | -60               | 47                        |
| Q550q  | D | 550                 | 530           | -              | 660                      | 16        | -20               | 120                       |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
|        | F |                     |               |                |                          |           | -60               | 47                        |
| Q4620q | D | 620                 | 580           | -              | 720                      | 15        | -20               | 120                       |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
|        | F |                     |               |                |                          |           | -60               | 47                        |
| Q690q  | D | 690                 | 650           | -              | 770                      | 14        | -20               | 69                        |
|        | E |                     |               |                |                          |           | -40               |                           |
|        | F |                     |               |                |                          |           | -60               |                           |

a 当屈服不明显时，可测量 R<sub>p0.2</sub>代替下屈服强度。

b 拉伸试验取横向试样。

c 冲击试验取纵向试样。

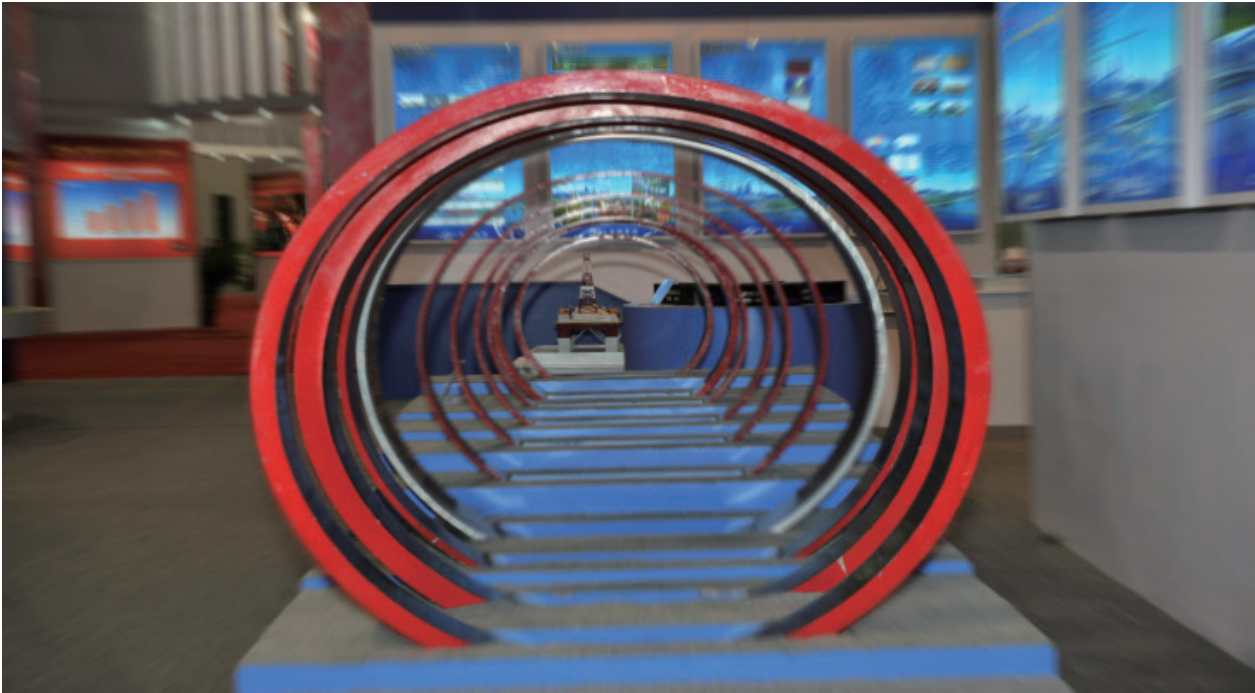
2.3 管线钢 Pipeline steel

管线钢中厚板产品广泛应用于石油、天然气等管道工程。商业供货 L245~L555 (B-X80) 级, 供货厚度 6~60mm, 是国内首家供货超过 500 万吨钢厂, X90/X100 实现千吨级试制, 产品覆盖长输管线、热煨弯管、抗酸管线、抗大变形管线、海底管线、低温管件、站场用管、耐磨管线等。

工程应用: 产品应用于中亚管线、中缅线、新浙粤线、西二线、西三线、漠大线、中乌线等国内外重点工程。

Pipeline steel plate products are widely used in oil, natural gas and other pipeline projects. L245~L555 (B-X80) is commercially supplied with a thickness of 6 ~ 60 mm, which is the first steel mill in China to supply more than 5 million tons. X90/X100 has achieved a kiloton trial production, and its products cover long-distance pipelines, hot bent pipes, acid-resistant pipelines, large deformation-resistant pipelines, submarine pipelines, low-temperature pipe fittings, station pipes, wear-resistant pipelines, etc.

Project application: The products are used in key projects at home and abroad, such as Central Asia Pipeline, China-Myanmar Line, New Zhejiang-Guangdong Line, West Second Line, West Third Line, Moda Line.



2.3.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 牌号<br>Steel Grade                                                                                | 规格 Dimension (mm) |           |            | 执行标准<br>Standard    | 交货状态<br>Delivery condition |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|------------|---------------------|----------------------------|
|                                                                                                  | 厚度 Thickness      | 宽度 width  | 长度 Length  |                     |                            |
| L245、L290(X42)<br>L320(X46)、L360(X52)<br>L390(X56)、L415(X60)<br>L450(X65)、L485(X70)<br>L555(X80) | 8~40              | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 21237<br>或技术协议 | TMCP                       |
| L245MS、X52MS<br>X60MS、X65MS                                                                      | 10~40             |           |            |                     |                            |
| X70HD                                                                                            | 10~30             |           |            |                     |                            |
| X60-W、X65-W<br>X70-W、X80-W                                                                       | 10~60             |           |            |                     |                            |

2.3.2 化学成分 Chemical composition

表 1 PSL1 化学成分 (熔炼分析和产品分析)

Table 1 Chemical composition of PSL 1 (melting analysis and product analysis)

| 牌号       | 化学成分 <sup>a,g</sup> , % |                   |       |       |     |     |    |
|----------|-------------------------|-------------------|-------|-------|-----|-----|----|
|          | C <sup>b</sup>          | Mn <sup>b</sup>   | P     | S     | V   | Nb  | Ti |
|          | ≤                       |                   |       |       |     |     |    |
| L210/A   | 0.22                    | 0.90              | 0.030 | 0.030 | -   | -   | -  |
| L245/B   | 0.26                    | 1.20              | 0.030 | 0.030 | c,d | c,d | d  |
| L290/X42 | 0.26                    | 1.30              | 0.030 | 0.030 | d   | d   | d  |
| L320/X46 | 0.26                    | 1.40              | 0.030 | 0.030 | d   | d   | d  |
| L360/X52 | 0.26                    | 1.40              | 0.030 | 0.030 | d   | d   | d  |
| L390/X56 | 0.26                    | 1.40              | 0.030 | 0.030 | d   | d   | d  |
| L415/X60 | 0.26 <sup>e</sup>       | 1.40 <sup>e</sup> | 0.030 | 0.030 | f   | f   | f  |
| L450/X65 | 0.26 <sup>e</sup>       | 1.45 <sup>e</sup> | 0.030 | 0.030 | f   | f   | f  |
| L485/X70 | 0.26 <sup>e</sup>       | 1.65 <sup>e</sup> | 0.030 | 0.030 | f   | f   | f  |

a 铜最大含量 0.50%; 镍最大含量 0.50%; 铬最大含量 0.50%; 钼最大含量 0.15%。  
b 碳含量比规定最大碳含量每降低 0.01%, 锰含量允许比规定最大锰含量高 0.05%, 但对 L245/B、L290/X42、L320/X46 和 L360/X52, 最大锰含量不超过 1.65%; 对于 L390/X56、L415/X60 和 L450/X65 最大锰含量不超过 1.75%; 对于 L485/X70, 锰含量应不超过 2.00%。  
c 除另有协议外, 铌、钒总含量应不大于 0.06%。  
d 铌、钒、钛总含量应不大于 0.15%。  
e 除另有协议外。  
f 除另有协议外, 铌、钒、钛总含量应不大于 0.15%。  
g 除非另有规定, 否则不应有意加入硼, 残余硼含量应不大于 0.001%。

表 2 PSL2 化学成分（熔炼分析和产品分析）及碳当量

Table 2 Chemical composition (melting analysis and product analysis) and carbon equivalent of PSL2

| 牌号          | 化学成分 /%           |                   |                   |       |       |      |      |      |         | 碳当量 <sup>a</sup> /% |                   |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|------|------|------|---------|---------------------|-------------------|
|             | C <sup>b</sup>    | Si                | Mn <sup>b</sup>   | P     | S     | V    | Nb   | Ti   | 其它      | CE <sub>IIW</sub>   | CE <sub>Pcm</sub> |
|             | ≤                 |                   |                   |       |       |      |      |      |         |                     |                   |
| L245R/BR    | 0.24              | 0.40              | 1.20              | 0.025 | 0.015 | c    | c    | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L290R/X42R  | 0.24              | 0.40              | 1.20              | 0.025 | 0.015 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L245N/BN    | 0.24              | 0.40              | 1.20              | 0.025 | 0.015 | c    | c    | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L290N/X42N  | 0.24              | 0.40              | 1.20              | 0.025 | 0.015 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L320N/X46N  | 0.24              | 0.40              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | d,e,k   | 0.43                | 0.25              |
| L360N/X52N  | 0.24              | 0.45              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | d,e,k   | 0.43                | 0.25              |
| L390N/X56N  | 0.24              | 0.45              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | d,e,k   | 0.43                | 0.25              |
| L415N/X60N  | 0.24 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.40 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | g,h,i,k | 按协议                 |                   |
| L245Q/BQ    | 0.18              | 0.45              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L290Q/X42Q  | 0.18              | 0.45              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L320Q/X46Q  | 0.18              | 0.45              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L360Q/X52Q  | 0.18              | 0.45              | 1.50              | 0.025 | 0.015 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L390Q/X56Q  | 0.18              | 0.45              | 1.50              | 0.025 | 0.015 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | d,e,k   | 0.43                | 0.25              |
| L415Q/X60Q  | 0.18 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.70 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | h,k     | 0.43                | 0.25              |
| L450Q/X65Q  | 0.18 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.70 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | h,k     | 0.43                | 0.25              |
| L485Q/X70Q  | 0.18 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.80 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | h,k     | 0.43                | 0.25              |
| L555Q/X80Q  | 0.18 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.90 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | i,j     | 按协议                 |                   |
| L245M/BM    | 0.22              | 0.45              | 1.20              | 0.025 | 0.015 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L290M/X42M  | 0.22              | 0.45              | 1.30              | 0.025 | 0.015 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L320M/X46M  | 0.22              | 0.45              | 1.30              | 0.025 | 0.015 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L360M/X52M  | 0.22              | 0.45              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | d    | d    | d    | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L390M/X56M  | 0.22              | 0.45              | 1.40              | 0.025 | 0.015 | d    | d    | d    | e,k     | 0.43                | 0.25              |
| L415M/X60M  | 0.12 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.60 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | h,k     | 0.43                | 0.25              |
| L450M/X65M  | 0.12 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.60 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | h,k     | 0.43                | 0.25              |
| L485M/X70M  | 0.12 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.70 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | h,k     | 0.43                | 0.25              |
| L555M/X80M  | 0.12 <sup>f</sup> | 0.45 <sup>f</sup> | 1.85 <sup>f</sup> | 0.025 | 0.015 | g    | g    | g    | i,k     | 0.43                | 0.25              |
| L625M/X90M  | 0.10 <sup>f</sup> | 0.55 <sup>f</sup> | 2.10 <sup>f</sup> | 0.020 | 0.010 | g    | g    | g    | i,k     | -                   | 0.25              |
| L690M/X100M | 0.10              | 0.55 <sup>f</sup> | 2.10 <sup>f</sup> | 0.020 | 0.010 | g    | g    | g    | i,j     |                     | 0.25              |
| L830M/X120M | 0.10              | 0.55 <sup>f</sup> | 2.10 <sup>f</sup> | 0.020 | 0.010 | g    | g    | g    | i,j     |                     | 0.25              |

<sup>a</sup> 碳含量大于 0.12% 时，CE<sub>IIW</sub> 适用，CE<sub>IIW</sub>=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15；碳含量不大于 0.12% 时，CE<sub>Pcm</sub> 适用，CE<sub>Pcm</sub>=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B。

B 碳含量比规定最大碳含量每降低 0.01%，锰含量允许比规定最大锰含量高 0.05%，但对 L245/B、L290/X42、L320/X46 和 L360/X52，最大锰含量不超过 1.65%；对于 L390/X56、L415/X60 和 L450/X65 最大锰含量不超过 1.75%；对于 L485/X70、L555/X80，锰含量应不超过 2.00%；对于 L625/X90、L690/X100 和 L830/X120，锰含量应不超过 2.20%。

<sup>c</sup> 除另有协议外，铌、钒总含量应不大于 0.06%。

<sup>d</sup> 铌、钒、钛总含量应不大于 0.15%。

<sup>e</sup> 除另有协议外，铜最大含量 0.50%；镍最大含量 0.30%；铬最大含量 0.30%；钼最大含量 0.15%。

<sup>f</sup> 除另有协议外。

<sup>g</sup> 除另有协议外，铌、钒、钛总含量应不大于 0.15%。

<sup>h</sup> 除另有协议外，铜最大含量 0.50%；镍最大含量 0.50%；铬最大含量 0.50%；钼最大含量 0.50%。

<sup>i</sup> 除另有协议外，铜最大含量 0.50%；镍最大含量 1.00%；铬最大含量 0.50%；钼最大含量 0.50%。

<sup>j</sup> 硼含量不大于 0.004%。

<sup>k</sup> 除另有协议外，不允许有意加入硼，残余硼含量应不大于 0.001%。

2.3.3 力学性能 Mechanical Properties

表 3 PSL1 钢板的力学和工艺性能 Table 3 Mechanical and technological properties of PSL 1 steel plate

| 钢级                                                                | 拉伸试验 <sup>a,b</sup>               |                             |                       | 180°弯曲试验<br>(a- 试样厚度, D- 弯曲压头直径) |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------|
|                                                                   | 规定总延伸强度<br>R <sub>t0.5</sub> /Mpa | 抗拉强度<br>R <sub>m</sub> /Mpa | 断后伸长率 <sup>c</sup> /% |                                  |
|                                                                   |                                   |                             | A                     |                                  |
| L210/A                                                            | 210                               | 335                         | 25                    | D=2a                             |
| L245/B                                                            | 245                               | 415                         | 21                    |                                  |
| L290/X42                                                          | 290                               | 415                         | 21                    |                                  |
| L320/X46                                                          | 320                               | 435                         | 20                    |                                  |
| L360/X52                                                          | 360                               | 460                         | 19                    |                                  |
| L390/X56                                                          | 390                               | 490                         | 18                    |                                  |
| L415/X60                                                          | 415                               | 520                         | 17                    |                                  |
| L450/X65                                                          | 450                               | 535                         | 17                    |                                  |
| L485/X70                                                          | 485                               | 570                         | 16                    |                                  |
| a 需方在选用表中牌号时，由供需双方协商确定合适的拉伸性能范围，以保证钢管成品拉伸性能符合相应标准要求。              |                                   |                             |                       |                                  |
| b 表中所列拉伸试样由需方确定试样方向，并应在合同中注明。一般情况下拉伸试样方向为对应钢管横向。                  |                                   |                             |                       |                                  |
| c 按照定标距检验，当用户有特殊要求时，也可采用比例标距检验，当发生争议时，以标距为 50mm，宽度为 38mm 的试样进行仲裁。 |                                   |                             |                       |                                  |

表 4 PSL2 钢板的力学和工艺性能 Table 4Mechanical and technological properties of PSL 2 steel plate

| 钢级                                          | 拉伸试验 <sup>a,b</sup>                            |                             |                                                 |                       | 180°弯曲试验<br>(a- 试样厚度，D-<br>弯曲压头直径) |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
|                                             | 规定总延伸强度 <sup>c</sup><br>R <sub>t0.5</sub> /Mpa | 抗拉强度<br>R <sub>m</sub> /Mpa | 规定屈强比 R <sub>t0.5</sub> /<br>R <sub>m</sub> ， ≥ | 断后伸长率 <sup>d</sup> /% |                                    |
|                                             |                                                |                             |                                                 | A                     |                                    |
| L245R/BR、L245N/BN、L245M/BM、L245Q/BQ         | 245~450                                        | 415~655                     | 0.90                                            | 21                    | D=2a                               |
| L290R/X42R、L290N/X42N、L290M/X42M、L290Q/X42Q | 290~495                                        | 415~655                     | 0.90                                            | 21                    |                                    |
| L320N/X46N、L320Q/X46Q L320M/X46M            | 320~525                                        | 435~655                     | 0.90                                            | 20                    |                                    |
| L360N/X52N、L360Q/X52Q、L360M/X52M            | 320                                            | 460~760                     | 0.90                                            | 19                    |                                    |
| L390N/X56N、L390Q/X56Q、L390M/X56M            | 360                                            | 490~760                     | 0.90                                            | 18                    |                                    |
| L415N/X60N、L415Q/X60Q、L415M/X60M            | 390                                            | 520~760                     | 0.90 <sup>e</sup>                               | 17                    |                                    |
| L450M/X65M、L450Q/X65Q                       | 450~600                                        | 535~760                     | 0.90 <sup>e</sup>                               | 17                    |                                    |
| L485M/X70M、L485Q/X70Q                       | 485~635                                        | 570~760                     | 0.90 <sup>e</sup>                               | 16                    |                                    |
| L555M/X80M、L555Q/X80Q                       | 555~705                                        | 625~825                     | 0.93                                            | 15                    |                                    |
| L625M/X90M                                  | 625~775                                        | 695~915                     | 0.95                                            | 协议                    | 协议                                 |
| L690M/X100M                                 | 690~840                                        | 760~990                     | 0.97                                            |                       |                                    |
| L830M/X120M                                 | 830~1050                                       | 915~1145                    | 0.99                                            |                       |                                    |

a 表中所列拉伸，由需方确定试样方向，并应在合同中注明。一般情况下试样方向为对应钢管横向。

b 需方在选用表中牌号时，由供需双方协商确定合适的拉伸性能范围，以保证钢管成品拉伸性能符合相应标准要求。

c 对于 L625/X90 及更高强度钢级，规定塑性延伸强度 P<sub>0.2</sub> 适用。

d 在供需双方未规定采用何种标距时，按照定标距检验，当用户有特殊要求时，也可采用比例标距检验，当发生争议时，以标距为 50mm，宽度为 38mm 的试样进行仲裁。

e 允许其中 5% 的炉批强度屈强比  $0.90 < R_{t0.5}/R_m \leq 0.92$ 。

2.4 容器钢 Vessel steel

锅炉及压力容器用钢覆盖：国标锅炉和压力容器用钢板（GB/T 713）、低温压力容器用低合金钢钢板（GB/T 3531）、压力容器用调质高强度钢板（GB/T 19189）、美标（S）A285、（S）A299、（S）A387、（S）A515、（S）A516、（S）A537、（S）A738，欧标 P265-P355，德标 19Mn6 等系列产品，供货最大厚度 130mm。

首钢容器钢产品广泛应用于锅炉制造、压力容器制造、化工机械制造以及国内外石化、炼化和化学工业重点工程。

Pressure vessel plate covers GB standard vessel plates (GB/T 713), low temp low alloyed vessel plate(GB/T 3531), pressure vessel high strength QT plate(GB/T 19189), ASTM/ASME standard (S)A285, (S)A299, (S)A515, (S)A516, (S)A537, (S)A738, europe PED P265-P355, DIN standard 19Mn6 series products, and max thickness can be 150mm.

Shougang container steel products are widely used in boiler manufacturing, pressure vessel manufacturing, chemical machinery manufacturing and key projects in petrochemical, refining and chemical industries at home and abroad.



“华龙一号”核电机组蒸汽发生器  
Steam Generator of Hualong 1# Nuclear Power Unit



2.4.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 钢种<br>Steel Category              | 牌号<br>Steel Grade                                                   | 规格 Dimension (mm) |           |            | 执行标准<br>Standard  | 交货状态<br>Delivery condition |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|------------|-------------------|----------------------------|
|                                   |                                                                     | 厚度 Thickness      | 宽度 width  | 长度 Length  |                   |                            |
| 锅炉容器<br>Common vessel             | Q245R、Q345R（含抗酸）                                                    | 8~130             | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 713          | AR、CR、N                    |
|                                   | Q370R                                                               | 8~60              |           |            |                   | N                          |
| 合金容器<br>Alloy vessel              | 12Cr1MoVR                                                           | 6~100             | 1050~4050 | 5000~23000 |                   | N+T                        |
|                                   | 13MnNiMoR                                                           | 30~130            |           |            |                   |                            |
|                                   | 14Cr1MoR( 含临氢 )                                                     | 6~130             |           |            |                   |                            |
|                                   | 15CrMoR( 含临氢 )                                                      | 6~130             |           |            |                   |                            |
| 低温压力容器<br>Low temperature vessel  | 06Ni9DR                                                             | 6~50              | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 3531         | N、QT、N+T                   |
|                                   | 09MnNiDR                                                            | 10~120            |           |            |                   |                            |
|                                   | 16MnDR（含抗酸）                                                         | 8~100             |           |            |                   |                            |
| 调质高强容器<br>QT high-strength vessel | 07MnMoVR                                                            | 10~60             | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 19189        | QT                         |
|                                   | 07MnNiVDR                                                           | 10~60             |           |            |                   |                            |
|                                   | 07MnNiMoDR                                                          | 10~50             |           |            |                   |                            |
| 欧标容器<br>CE vessel                 | 19Mn6、16Mo3<br>P265GH、P355GH                                        | 6~130             | 1050~4050 | 5000~23000 | EN10028.2         | N                          |
|                                   | P275N/NL/NL1/NH<br>P355N/NL/NL1/NH                                  |                   |           |            | EN10028.3         |                            |
|                                   | P355Q/QH/L1/L2<br>P460Q/QH/L1/L2<br>P500Q/QH/L1/L2<br>P69Q/QH/L1/L2 |                   |           |            | EN10028.6         | QT                         |
| 美标容器<br>American standard vessel  | A285 Gr.A~C<br>A515 Gr.60~70<br>A516 Gr.55~70                       | 6~130             | 1050~4050 | 5000~23000 | Q/SGZGS<br>0335.4 | AR、N                       |
|                                   | A387 Gr.11 CL1、CL2<br>A387 Gr.22 CL2                                |                   |           |            |                   | N+T                        |
|                                   | A537 CL2、CL3                                                        |                   |           |            |                   | QT                         |
|                                   | A537 CL1                                                            |                   |           |            |                   | N                          |
|                                   | A225 Gr.C/D                                                         | N                 |           |            |                   |                            |
|                                   |                                                                     |                   |           |            | ASTM A225         | N                          |

2.4.2 化学成分 Chemical Composition

表 1 GB/T 713 的化学成分要求 Table 1 Chemical composition requirements of GB/T 713

| 牌号                                            | 化学成分 / %       |           |           |      |           |           |           |             |           |       |                  |       |       |                    |
|-----------------------------------------------|----------------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------|------------------|-------|-------|--------------------|
|                                               | C <sup>a</sup> | Si        | Mn        | Cu   | Ni        | Cr        | Mo        | Nb          | V         | Ti    | Als <sup>b</sup> | P     | S     | 其它                 |
|                                               | ≤              |           |           | ≤    |           |           |           |             | ≥         | ≤     |                  |       |       |                    |
| Q245R                                         | 0.20           | 0.35      | 0.50~1.10 | 0.30 | 0.30      | 0.30      | 0.08      | 0.050       | 0.050     | 0.030 | 0.020            | 0.025 | 0.010 | Cu+Ni+Cr+Mo ≤ 0.70 |
| Q345R                                         | 0.18           | 0.55      | 1.20~1.70 | 0.30 | 0.30      | 0.30      | 0.08      | 0.050       | 0.050     | 0.030 | 0.020            | 0.025 | 0.010 |                    |
| Q370R                                         | 0.20           | 0.55      | 1.20~1.70 | 0.30 | 0.30      | 0.30      | 0.08      | 0.015~0.050 | 0.050     | 0.030 | -                | 0.020 | 0.010 |                    |
| Q420R                                         | 0.18           | 0.55      | 1.30~1.70 | 0.30 | 0.20~0.50 | 0.30      | 0.08      | 0.015~0.05  | 0.100     | 0.030 | -                | 0.020 | 0.010 | -                  |
| 13MnNiMoR                                     | 0.20           | 0.15~0.50 | 1.20~1.60 | 0.30 | 0.60~1.00 | 0.20~0.40 | 0.20~0.40 | 0.005~0.020 | -         | -     | -                | 0.020 | 0.010 | -                  |
| 15CrMoR                                       | 0.18           | 0.15~0.40 | 0.40~0.70 | 0.30 | 0.30      | 0.80~1.20 | 0.45~0.60 | -           | -         | -     | -                | 0.025 | 0.010 | -                  |
| 14Cr1MoR                                      | 0.20           | 0.50~0.80 | 0.40~0.65 | 0.30 | 0.30      | 1.15~1.50 | 0.45~0.65 | -           | -         | -     | -                | 0.020 | 0.010 | -                  |
| 12Cr1MoVR                                     | 0.18           | 0.15~0.40 | 0.40~0.70 | 0.30 | 0.30      | 0.90~1.20 | 0.25~0.35 | -           | 0.15~0.30 | -     | -                | 0.025 | 0.010 | -                  |
| a 经供需双方协议，并在合同中注明，C 含量下限可不作要求。<br>b 未注明的不作要求。 |                |           |           |      |           |           |           |             |           |       |                  |       |       |                    |

表 2 GB/T 3531 的化学成分要求 Table 2 Chemical composition requirements of GB/T 3531

| 牌号                                                                          | 化学成分 / % |           |           |            |        |        |         |                  |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|--------|--------|---------|------------------|-------|-------|
|                                                                             | C        | Si        | Mn        | Ni         | Mo     | V      | Nb      | Alt <sup>a</sup> | P     | S     |
|                                                                             | ≤        |           |           |            |        |        |         |                  |       |       |
| 16MnDR                                                                      | ≤ 0.20   | 0.15~0.50 | 1.20~1.60 | ≤ 0.40     | -      | -      | -       | ≥ 0.020          | 0.020 | 0.010 |
| 09MnNiDR                                                                    | ≤ 0.12   | 0.15~0.50 | 1.20~1.60 | 0.30~0.80  | -      | -      | ≤ 0.040 | ≥ 0.020          | 0.020 | 0.008 |
| 06Ni9DR                                                                     | ≤ 0.08   | 0.15~0.35 | 0.30~0.80 | 8.50~10.00 | ≤ 0.10 | ≤ 0.01 | -       | -                | 0.008 | 0.004 |
| a 可以用测定 Als 代替 Alt，此时 Als 含量应不小于 0.015%；当钢中 Nb+V+Ti ≥ 0.015% 时，Al 含量不做验收要求。 |          |           |           |            |        |        |         |                  |       |       |

表 3 GB/T 19189 的化学成分要求 Table3 C hemical composition requirements of GB/T 19189

| 牌 号                                                                                                                                                                         | 化 学 成 分 <sup>bc</sup> / % |           |           |       |       |      |           |      |           |           |        |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-------|-------|------|-----------|------|-----------|-----------|--------|------------------|
|                                                                                                                                                                             | C <sup>a</sup>            | Si        | Mn        | P     | S     | Cu   | Ni        | Cr   | Mo        | V         | B      | Pcm <sup>a</sup> |
|                                                                                                                                                                             | ≤                         | 范围        |           | ≤     |       |      |           | ≤    | 范围        |           | ≤      |                  |
| 07MnMoVR                                                                                                                                                                    | 0.09                      | 0.15~0.40 | 1.20~1.60 | 0.020 | 0.010 | 0.25 | ≤ 0.40    | 0.30 | 0.10~0.30 | 0.02~0.06 | 0.0020 | 0.20             |
| 07MnNiVDR                                                                                                                                                                   |                           |           |           | 0.018 | 0.008 |      | 0.20~0.50 |      | ≤ 0.30    |           |        | 0.21             |
| 07MnNiMoDR                                                                                                                                                                  |                           |           |           | 0.015 | 0.005 |      | 0.30~0.60 |      | 0.10~0.30 | ≤ 0.06    |        | 0.21             |
| a Pcm 为焊接裂纹敏感性组成, Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B。<br>b 为改善钢的性能, 可添加表中之外的其他微合金元素。<br>c 厚度不大于 36mm 的 07MnMoVR 钢板, 厚度不大于 30mm 的 07MnNiMoDR 钢板 Mo 含量下限可不做要求。 |                           |           |           |       |       |      |           |      |           |           |        |                  |

2.4.3 力学性能 Mechanical Properties

表 4 GB/T 713 的常规力学性能要求 Table 4 General mechanical properties requirements of GB/T 713

| 钢级        | 交货状态         | 钢板厚度 mm   | 拉伸试验 <sup>c</sup>          |                                          |              | 纵向冲击试验    |                              | 弯曲试验 <sup>b</sup> |    |
|-----------|--------------|-----------|----------------------------|------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------------|-------------------|----|
|           |              |           | 抗拉强度 R <sub>m</sub><br>Mpa | 屈服强度 R <sub>el</sub> <sup>a</sup><br>Mpa | 断后伸长率<br>A/% | 温度 /<br>℃ | 冲击吸收能量<br>KV <sub>2</sub> /J | 180°<br>b=2a      |    |
|           |              |           |                            | ≥                                        |              |           | ≥                            |                   |    |
| Q245R     | 热轧、控轧<br>或正火 | 3~16      | 400~520                    | 245                                      | 25           | 0         | 34                           | D=1.5a            |    |
|           |              | > 16~36   |                            | 235                                      |              |           |                              |                   |    |
|           |              | > 36~60   |                            | 225                                      |              |           |                              |                   |    |
|           |              | > 60~100  | 390~510                    | 205                                      | 24           |           |                              | D=2a              |    |
|           |              | > 100~150 | 380~500                    | 185                                      |              |           |                              |                   |    |
| Q345R     |              | 3~16      | 510~640                    | 345                                      | 21           | 0         | 41                           | D=2a              |    |
|           |              | > 16~36   | 500~630                    | 325                                      |              |           |                              |                   |    |
|           |              | > 36~60   | 490~620                    | 315                                      |              |           |                              |                   |    |
|           |              | > 60~100  | 490~620                    | 305                                      | 20           |           |                              | D=3a              |    |
|           |              | > 100~150 | 480~610                    | 285                                      |              |           |                              |                   |    |
| Q370R     | 正火           | 10~16     | 530~630                    | 370                                      | 20           | -20       | 47                           | D=2a              |    |
|           |              | > 16~36   |                            | 360                                      |              |           |                              |                   |    |
|           |              | > 36~60   | 520~620                    | 340                                      |              |           |                              | D=3a              |    |
|           |              | > 60~100  | 510~610                    | 330                                      |              |           |                              |                   |    |
| Q420R     |              | 10~20     | 590~720                    | 420                                      | 18           | -20       | 60                           | D=3a              |    |
|           |              | > 20~30   | 570~700                    | 400                                      |              |           |                              |                   |    |
| 13MnNiMoR |              | 正火加回火     | 30~100                     | 570~720                                  | 390          | 18        | 0                            |                   | 47 |
|           |              |           | > 100~150                  |                                          | 380          |           |                              |                   |    |
| 15CrMoR   | 6~60         |           | 450~592                    | 295                                      | 19           | 20        | 47                           |                   |    |
|           | > 60~100     |           |                            | 275                                      |              |           |                              |                   |    |
|           | > 100~200    |           | 440~580                    | 255                                      |              |           |                              |                   |    |
| 14Cr1MoR  | 6~100        |           | 520~680                    | 310                                      | 19           | 20        | 47                           |                   |    |
|           | > 100~150    |           | 510~670                    | 300                                      |              |           |                              |                   |    |
| 12Cr1MoVR | 6~60         |           | 440~590                    | 245                                      | 19           | 20        | 47                           |                   |    |
|           | > 100~150    |           | 430~580                    | 235                                      |              |           |                              |                   |    |

a 当屈服现象不明显时，可测量 R<sub>P0.2</sub> 代替 R<sub>el</sub>。

b a 为试样厚度。D 为弯曲压头直径。

表 5 GB/T 713 的高温力学性能 Table 5 High temperature mechanical properties of GB/T 713

| 钢级                                     | 钢板厚度 mm   | 试验温度 /℃ <sup>c</sup>               |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                        |           | 200                                | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
|                                        |           | ReL <sup>a</sup> ( 或 Rp0.2)/Mpa, ≥ |     |     |     |     |     |     |
| Q245R                                  | > 20~36   | 186                                | 167 | 153 | 139 | 129 | 121 | -   |
|                                        | > 36~60   | 178                                | 161 | 147 | 133 | 123 | 116 | -   |
|                                        | > 60~100  | 164                                | 147 | 135 | 123 | 113 | 106 | -   |
|                                        | > 100~150 | 150                                | 135 | 120 | 110 | 105 | 95  | -   |
| Q345R                                  | > 20~36   | 255                                | 235 | 215 | 200 | 190 | 180 | -   |
|                                        | > 36~60   | 240                                | 220 | 200 | 185 | 175 | 165 | -   |
|                                        | > 60~100  | 225                                | 205 | 185 | 175 | 165 | 155 | -   |
|                                        | > 100~150 | 220                                | 200 | 180 | 170 | 160 | 150 | -   |
| Q370R                                  | > 20~36   | 290                                | 275 | 260 | 245 | 230 | -   | -   |
|                                        | > 36~60   | 275                                | 260 | 250 | 235 | 220 | -   | -   |
|                                        | > 60~100  | 265                                | 250 | 245 | 230 | 215 | -   | -   |
| 13MnNiMoR                              | 30~100    | 355                                | 350 | 345 | 335 | 305 | -   | -   |
|                                        | > 100~150 | 345                                | 340 | 335 | 325 | 300 | -   | -   |
| 15CrMoR                                | > 20~60   | 240                                | 225 | 210 | 200 | 189 | 179 | 174 |
|                                        | > 60~100  | 220                                | 210 | 196 | 186 | 176 | 167 | 162 |
|                                        | > 100~200 | 210                                | 199 | 185 | 175 | 165 | 156 | 150 |
| 14Cr1MoR                               | > 20~200  | 255                                | 245 | 230 | 220 | 210 | 195 | 176 |
| a 当屈服现象不明显时, 屈服强度取 R <sub>p0.2</sub> 。 |           |                                    |     |     |     |     |     |     |

表 6 GB/T 3531 的常规力学性能要求 Table 6 General mechanical properties requirements of GB/T 3531

| 钢级                                                                                                               | 交货状态               | 钢板公称厚度<br>mm | 拉伸试验 <sup>c</sup>          |                                          |              | 纵向冲击试验    |                              | 弯曲试验 <sup>c</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|----------------------------|------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------------|-------------------|
|                                                                                                                  |                    |              | 抗拉强度 R <sub>m</sub><br>Mpa | 屈服强度 <sup>a</sup> R <sub>el</sub><br>Mpa | 断后伸长率<br>A/% | 温度 /<br>℃ | 冲击吸收能量<br>KV <sub>2</sub> /J | 180°<br>b=2a      |
|                                                                                                                  |                    |              |                            | ≥                                        |              |           | ≥                            |                   |
| 16MnDR                                                                                                           | 正火或正火<br>+ 回火      | 3~16         | 490~620                    | 315                                      | 21           | -40       | 47                           | D=2a              |
|                                                                                                                  |                    | > 16~36      | 470~600                    | 295                                      |              |           |                              | D=3a              |
|                                                                                                                  |                    | > 36~60      | 460~590                    | 285                                      |              |           |                              |                   |
|                                                                                                                  |                    | > 60~100     | 450~580                    | 275                                      |              |           |                              |                   |
|                                                                                                                  |                    | > 100~120    | 440~570                    | 265                                      |              |           |                              |                   |
| 09MnNiDR                                                                                                         |                    | 3~16         | 440~570                    | 300                                      | 23           | -70       | 60                           | D=2a              |
|                                                                                                                  |                    | > 16~36      | 430~560                    | 280                                      |              |           |                              |                   |
|                                                                                                                  |                    | > 36~60      | 430~560                    | 270                                      |              |           |                              |                   |
|                                                                                                                  |                    | > 60~120     | 420~550                    | 260                                      |              |           |                              |                   |
| 06Ni9DR                                                                                                          | 淬火加回火 <sup>b</sup> | 5~30         | 680~820                    | 560                                      | 18           | -196      | 100                          | D=3a              |
|                                                                                                                  |                    | > 30~50      |                            | 550                                      |              |           |                              |                   |
| a 当屈服现象不明显时，可测量 R <sub>P0.2</sub> 代替 R <sub>el0</sub><br>b 对于厚度不大于 12mm 的钢板可两次正火加回火状态交货。<br>c a 为试样厚度。D 为弯曲压头直径。 |                    |              |                            |                                          |              |           |                              |                   |

表 7 GB/T 19189 的常规力学性能要求 Table 7 General mechanical properties requirements of GB/T 19189

| 钢级                                                    | 钢板厚度<br>mm | 拉伸试验 <sup>c</sup>                         |                |              | 冲击试验      |                              | 弯曲试验         |
|-------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------|----------------|--------------|-----------|------------------------------|--------------|
|                                                       |            | 屈服强度 R <sub>eL</sub> <sup>a</sup><br>/Mpa | 抗拉强度<br>Rm/Mpa | 断后伸长率<br>A/% | 温度 /<br>℃ | 冲击吸收能量<br>KV <sub>2</sub> /J | 180°<br>b=2a |
| 07MnMoVR                                              | 10~60      | ≥ 490                                     | 610~730        | ≥ 17         | -20       | ≥ 80                         | D=3a         |
| 07MnNiVDR                                             | 10~60      |                                           |                |              | -40       |                              |              |
| 07MnNiMoDR                                            | 10~50      |                                           |                |              | -50       |                              |              |
| a 当屈服现象不明显时, 可测量 R <sub>P0.2</sub> 代替 R <sub>eL</sub> |            |                                           |                |              |           |                              |              |

2.5 储罐钢 Tank steel

储罐钢主要包括国标 Q345R、12MnNiVR，美标 A516、A537 产品。

工程应用：广泛应用于石油、化工行业的储罐制造，首钢向中石化（库车、洛阳）国家石油储备基地项目、中石油兰州国家石油储备基地项目、阿联酋黑珍珠储罐、沙特 RTCC 储罐工程、马来西亚边加兰储罐工程、尼日利亚东古特炼化项目等供货量超过 20 万吨。

Tank steel mainly includes national standard Q345R and 12MnNiVR, and American standard A516 and A537 products.

Engineering application: it is widely used in tank manufacturing in petroleum and chemical industries. Shougang supplies more than 200,000 tons to Sinopec (Kuqa, Luoyang) National Petroleum Reserve Base Project, PetroChina Lanzhou National Petroleum Reserve Base Project, UAE Black Pearl Tank, Saudi RTCC Tank Project, Malaysia Bianjialan Tank Project, Nigeria Donggut Refining and Chemical Project, etc.



2.5.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 牌号<br>Steel Grade | 规格 Dimension (mm) |           |            | 执行标准<br>Standard | 交货状态<br>Delivery condition |
|-------------------|-------------------|-----------|------------|------------------|----------------------------|
|                   | 厚度 Thickness      | 宽度 width  | 长度 Length  |                  |                            |
| 12MnNiVR          | 10~60             | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 19189       | QT                         |

2.5.2 化学成分 Chemical Composition

| 牌号                                                                                                                                                                                    | 化学成分 <sup>bc</sup> / % |           |           |       |       |      |           |      |        |           |        |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|-----------|-------|-------|------|-----------|------|--------|-----------|--------|------------------|
|                                                                                                                                                                                       | C <sup>a</sup>         | Si        | Mn        | P     | S     | Cu   | Ni        | Cr   | Mo     | V         | B      | Pcm <sup>a</sup> |
|                                                                                                                                                                                       | ≤                      | 范围        |           | ≤     |       |      |           | ≤    | 范围     |           | ≤      |                  |
| 12MnNiVR                                                                                                                                                                              | 0.15                   | 0.15~0.40 | 1.20~1.60 | 0.020 | 0.010 | 0.25 | 0.15~0.40 | 0.30 | ≤ 0.30 | 0.02~0.06 | 0.0020 | 0.25             |
| <div>a Pcm 为焊接裂纹敏感性组成，Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B。<br/>b 为改善钢的性能，可添加表中之外的其他微合金元素。<br/>c 厚度不大于 36mm 的 07MnMoVR 钢板，厚度不大于 30mm 的 07MnNiMoDR 钢板 Mo 含量下限可不作要求。</div> |                        |           |           |       |       |      |           |      |        |           |        |                  |

2.5.3 力学性能 Mechanical Properties

| 钢级                                                     | 钢板厚度 mm | 拉伸试验 <sup>c</sup>                         |                             |              | 冲击试验      |                              | 弯曲试验         |
|--------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------|------------------------------|--------------|
|                                                        |         | 屈服强度<br>R <sub>eL</sub> <sup>a</sup> /Mpa | 抗拉强度<br>R <sub>m</sub> /Mpa | 断后伸长率<br>A/% | 温度 /<br>℃ | 冲击吸收能量<br>KV <sub>2</sub> /J | 180°<br>b=2a |
| 12MnNiVR                                               | 10~60   | ≥ 490                                     | 610~730                     | ≥ 17         | -20       | ≥ 80                         | D=3a         |
| a 当屈服现象不明显时，可测量 R <sub>p0.2</sub> 代替 R <sub>eL</sub> 。 |         |                                           |                             |              |           |                              |              |

2.6 水电钢 Hydropower steel

水电钢是应用于水电站建设，具有高强度、低焊接裂纹敏感性的特点。拥有超大型水电站金属结构关键材料成套技术，包括高性能系列钢板、高强韧性焊材、高效焊接技术，最高强度达 800MPa（预热温度≤ 80℃）、最大厚度达 150mm，焊材最大热输入达到 50KJ/cm, 水电机组单机容量提高到 100 万 KW。

工程应用：产品广泛应用于国、内外大型水电站压力管道、蜗壳、岔管、肋板等关键部位。产品先后应用于仙居抽水蓄能电站、官地水电站，鸭嘴河水电站，蒲石河水电站，马来西亚沫若水电站，埃塞俄比亚吉布电站，巴基斯坦塔贝拉水电站，老挝色拉姆水电项目。2018 年，首钢“大型水电站用高强度易焊接厚板与配套焊材焊接技术开发与应用”获得国家科学技术二等奖。

Hydropower steel is used in hydropower station construction and with the characteristics of high strength and low welding crack sensitivity. Shougang has a complete set of Technology for key materials of metal structures of super-large hydropower stations, including high-performance series steel plates, high-strength and toughness welding materials, and high-efficiency welding technology. The maximum strength is 800MPa (preheating temperature ≤ 80℃), the maximum thickness is 150mm, the maximum heat input of welding materials is 50KJ/cm, and the single unit capacity of hydropower units is increased to 1 million KW.



Project application: Products are widely used in key parts such as pressure pipes, spiral cases, bifurcated pipes and ribs of large hydropower stations at home and abroad. The products have been applied to Xianju Pumped Storage Power Station, Guandi Hydropower Station, Yazui River Hydropower Station, Pushihe Hydropower Station, Moruo Hydropower Station in Malaysia, Jibu Hydropower Station in Ethiopia, Tabella Hydropower Station in Pakistan and Selam Hydropower Project in Laos. In 2018, Shougang's "Development and Application of Welding Technology for High-strength and Easy-to-Weld Thick Plates and Matching Welding Materials for Large Hydropower Stations" won the second prize of National Science and Technology.



2.6.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 牌号<br>Steel Grade                  | 规格 Dimension (mm)          |           |            | 执行标准<br>Standard | 交货状态<br>Delivery condition |
|------------------------------------|----------------------------|-----------|------------|------------------|----------------------------|
|                                    | 厚度 Thickness               | 宽度 width  | 长度 Length  |                  |                            |
| SG610CFD<br>SG610CFE<br>SG780CFD~E | 12~150<br>12~150<br>12~150 | 1050~4050 | 5000~23000 | Q/SGZGS 0338     | TMCP+T、QT                  |
| SG980CFE~F                         | 12~140                     |           |            |                  | QT                         |

2.6.2 化学成分 Chemical Composition

| 牌 号<br>Steel Grade                                             | 厚度 /mm    | 化学成分 <sup>bc</sup> / % |      |               |       |       |                    |  |      |      |      |       | Ceq <sup>a</sup><br>/% | Pcm <sup>b</sup><br>/% |      |
|----------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|------|---------------|-------|-------|--------------------|--|------|------|------|-------|------------------------|------------------------|------|
|                                                                |           | C                      | Si   | Mn            | P     | S     | Ni                 |  | Cr   | Mo   | V    | B     | Ti                     |                        |      |
|                                                                |           | ≤                      |      | 范围            | ≤     |       |                    |  | ≤    | 范围   |      | ≤     |                        |                        |      |
| SG610CFD/E<br>(07MnMoVR/<br>07MnNiVDR)                         | 12~80     | 0.07                   | 0.40 | 1.00<br>~1.60 | 0.012 | 0.005 | 0.15~0.80          |  | 0.40 | 0.60 | 0.05 | 0.003 | 0.03                   | 0.44                   | 0.20 |
|                                                                | > 80~120  | 0.09                   |      |               |       |       | 0.30~1.00          |  |      |      |      |       |                        | 0.46                   | 0.23 |
|                                                                | > 120~150 | 0.10                   |      |               |       |       | 0.50~1.000.50~1.50 |  |      |      |      |       |                        | 0.48                   | 0.24 |
| SG780CFD-E                                                     | 12~80     | 0.09                   | 0.40 | 0.70<br>~1.60 | 0.012 | 0.005 | 0.50~1.00          |  | 0.60 | 0.60 | 0.05 | 0.003 | 0.03                   | 0.52                   | 0.25 |
|                                                                | > 80~120  | 0.10                   |      |               |       |       | 0.80~1.50          |  |      |      |      |       |                        | 0.54                   | 0.26 |
|                                                                | > 120~150 | 0.11                   |      |               |       |       | 1.20~1.80          |  |      |      |      |       |                        | 0.56                   | 0.28 |
| SG980CFE/F                                                     | 12~50     | 0.14                   | 0.35 | ≤ 1.20        | 0.007 | 0.003 | 1.50~2.50          |  | 0.80 | 0.80 | 0.10 | 0.003 | 0.03                   | 0.59                   | 0.29 |
|                                                                | > 50~100  |                        |      |               |       |       | 2.00~3.50          |  |      |      | 0.30 |       |                        | 0.62                   | 0.33 |
|                                                                | > 100~140 |                        |      |               |       |       | 3.00~6.00          |  |      |      |      |       |                        | 0.65                   | 0.33 |
| a 碳当量的计算公式：Ceq(%)=C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14。           |           |                        |      |               |       |       |                    |  |      |      |      |       |                        |                        |      |
| b 焊接裂纹敏感性指数：Pcm=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B。 |           |                        |      |               |       |       |                    |  |      |      |      |       |                        |                        |      |

2.6.3 力学性能 Mechanical Properties

| 钢级       | 钢板厚度 mm   | 拉伸试验 <sup>c</sup>             |                 |           | V 型冲击试验 ( 横向 ) <sup>b</sup> |                 | 弯曲试验         |
|----------|-----------|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------------------------|-----------------|--------------|
|          |           | 屈服强度 L <sup>a</sup><br>Re/Mpa | 抗拉强度 Rm/<br>Mpa | 断后伸长率 A/% | 温度 /<br>℃                   | 冲击吸收能量<br>KV2/J | 180°<br>b=2a |
| SG610CFD | 12~80     | ≥ 490                         | 610~730         | ≥ 17      | -20                         | ≥ 100           | D=3a         |
|          | > 80~120  |                               |                 |           |                             |                 |              |
|          | > 120~150 |                               | 590~710         |           |                             |                 |              |
| SG610CFE | 12~80     | 610~730                       | -40             |           |                             |                 |              |
|          | > 80~120  |                               |                 |           |                             |                 |              |
|          | > 120~150 | 590~710                       |                 |           |                             |                 |              |
| SG780CFD | 12~80     | ≥ 690                         | 780~950         | ≥ 15      | -20                         |                 |              |
|          | > 80~120  | ≥ 670                         | 760~930         |           |                             |                 |              |
|          | > 120~150 | ≥ 650                         | 750~920         |           |                             |                 |              |
| SG780CFE | 12~80     | ≥ 690                         | 780~950         | -40       |                             |                 |              |
|          | > 80~120  | ≥ 670                         | 760~930         |           |                             |                 |              |
|          | > 120~150 | ≥ 650                         | 750~920         |           |                             |                 |              |
| SG980CFE | 12~80     | ≥ 890                         | 950~1130        | ≥ 12      | -40                         | ≥ 70            | D=3a         |
|          | > 80~120  | ≥ 870                         | 930~1130        |           |                             |                 |              |
|          | > 120~140 | ≥ 830                         | 910~1110        |           |                             |                 |              |
| SG980CFF | 12~80     | ≥ 890                         | 950~1130        | ≥ 12      | -60                         | ≥ 70            | D=3a         |
|          | > 80~120  | ≥ 870                         | 930~1130        |           |                             |                 |              |
|          | > 120~140 | ≥ 830                         | 910~1110        |           |                             |                 |              |

a 当屈服现象不明显时，可测量 RP0.2 代替 ReL。

b 钢板应变时效冲击试验温度和判定数值由双方协商，焊接接头相应温度下的冲击能量 ≥ 47J。

2.7 高层建筑用钢 High-rise building steel

高建钢具有易焊接、低屈强比、抗层状撕裂等特性。可供货国标、欧标、美标、日标系列产品，包括耐火耐候系列高层建筑用钢，交货状态涵盖热轧、控轧、正火及TMCP，最高强度级别 460MPa。

工程应用：北京国贸三期、上海世贸国际广场、武汉国际博览中心、澳门梦幻城、天津高银 117 大厦、深圳平安金融中心、北京正大侨商总部大楼、冬奥会北京首钢园区滑雪大跳台、科威特国民银行总部大楼、迪拜世博园地铁、雄安高铁站等工程。



天津周大福金融中心  
Tianjin Chow Tai Fook Financial Center



冬奥会滑雪大跳台  
Winter Olympics ski jumping platform

2.7.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 牌号<br>Steel Grade                   | 规格 Dimension (mm) |           |            | 执行标准 Standard | 交货状态 Delivery condition |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|------------|---------------|-------------------------|
|                                     | 厚度 Thickness      | 宽度 width  | 长度 Length  |               |                         |
| Q235GJB~E                           | 6~150             | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 19879    | WAR、WCR、N               |
| Q345GJB~E                           | 6~150             |           |            |               | WAR、WCR、N、TMCP          |
| Q390GJB~E<br>Q420GJB~E<br>Q460GJB~E | 6~120             |           |            |               | WCR、TMCP、N              |
| LY100<br>LY160<br>LY225             | 8~70              |           |            | GB/T 28905    | WAR、WCR、N               |
|                                     |                   |           |            |               |                         |

2.7.2 化学成分 Chemical Composition

表 1 化学成分要求 Table 1 Chemical composition requirements

| 牌 号                                                                                                                              | 质量等级 | 化 学 成 分 / %    |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|------|------|------|------|
|                                                                                                                                  |      | C <sup>b</sup> | Si   | Mn <sup>b</sup> | P <sup>c</sup> | S <sup>d</sup> | V <sup>b</sup> | Nb <sup>b</sup> | Ti <sup>b</sup> | Als <sup>a</sup> | Cr   | Cu   | Ni   | Mo   |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
|                                                                                                                                  |      | ≤              |      |                 | ≤              |                |                |                 |                 |                  | ≥    | ≤    |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| Q235GJ                                                                                                                           | B、C  | 0.20           | 0.35 | 0.60<br>~1.50   | 0.025          | 0.015          | -              | -               | -               | 0.015            | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.08 |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
|                                                                                                                                  | D、E  | 0.18           |      |                 | 0.020          | 0.010          |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| Q345GJ                                                                                                                           | B、C  | 0.20           | 0.55 | ≤ 1.60          | 0.025          | 0.015          | 0.15           |                 | 0.035           |                  |      |      |      |      | 0.30 | 0.20 |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
|                                                                                                                                  | D、E  | 0.18           |      |                 | 0.020          | 0.010          |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| Q390GJ                                                                                                                           | B、C  | 0.20           |      | ≤ 1.70          | 0.025          | 0.015          | 0.20           | 0.070           |                 |                  |      |      |      |      | 0.80 |      | 0.50 |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
|                                                                                                                                  | D、E  | 0.18           |      |                 | 0.020          | 0.010          |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| Q420GJ                                                                                                                           | B、C  | 0.20           |      |                 | 0.025          | 0.015          |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      | 0.110 |  |  |  |  |  | 1.20 | 0.50 | 1.20 | 0.50 |
|                                                                                                                                  | D、E  | 0.18           |      |                 | 0.020          | 0.010          |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| Q460GJ                                                                                                                           | B、C  | 0.20           |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
|                                                                                                                                  | D、E  | 0.18           |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| LY100 <sup>e</sup>                                                                                                               | -    | 0.01           | 0.1  | 0.4             | 0.020          | 0.015          | -              | -               | -               | -                | 0.3  | 0.3  | 0.3  | -    |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| LY160 <sup>e</sup>                                                                                                               |      | 0.03           |      | 0.5             |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| LY225 <sup>e</sup>                                                                                                               |      | 0.05           |      | 0.6             |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| a 允许用全铝含量 (Al <sub>T</sub> ) 来代替酸溶铝含量 (Al <sub>S</sub> ) 的要求,此时,全铝含量应不小于 0.02%,如果钢中添加 V、Nb 或 Ti 任一种元素,且其含量不低于 0.015% 时,最小铝含量不适用。 |      |                |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| b 当 V、Nb、Ti 组合加入时,对于 Q235GJ、Q345GJ, (V+Nb+Ti) ≤ 0.15%,对于 Q390GJ、Q420GJ, Q460GJ, (V+Nb+Ti) ≤ 0.22%。                               |      |                |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| c 对于厚度方向性能钢板, P 含量应不大于 0.020%。                                                                                                   |      |                |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| d 对于厚度方向性能钢板, Z15 级别, S 含量 ≤ 0.010; Z25 级别, S 含量 ≤ 0.007; Z35 级别, S 含量 ≤ 0.005。                                                  |      |                |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |
| e 由供方选择,根据需要可添加 Nb、V、Ti、B 等其他合金元素,其含量在质量证明书中注明。                                                                                  |      |                |      |                 |                |                |                |                 |                 |                  |      |      |      |      |      |      |      |       |  |  |  |  |  |      |      |      |      |

表 2 碳当量及焊接裂纹敏感指数 Table 2 CEV and Pcm

| 牌号                                                                                                              | 交货状态 <sup>a</sup> | 碳当量 CEV/% |          |           | 焊接裂纹敏感性指数 Pcm/% |          |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|----------|-----------|-----------------|----------|-----------|
|                                                                                                                 |                   | ≤ 50      | > 50~100 | > 100~150 | ≤ 50            | > 50~100 | > 100~150 |
|                                                                                                                 |                   | ≤         |          |           | ≤               |          |           |
|                                                                                                                 |                   |           |          |           |                 |          |           |
| Q235GJ                                                                                                          | WAR、WCR、N         | 0.34      | 0.36     | 0.38      | 0.24            | 0.26     | 0.27      |
| Q345GJ                                                                                                          | WAR、WCR、N         | 0.42      | 0.44     | 0.46      | 0.26            | 0.29     | 0.30      |
|                                                                                                                 | TMCP              | 0.38      | 0.40     | -         | 0.24            | 0.26     | -         |
| Q390GJ                                                                                                          | WCR、N、NT          | 0.45      | 0.47     | 0.49      | 0.28            | 0.30     | 0.31      |
|                                                                                                                 | TMCP、TMCP+T       | 0.40      | 0.43     | -         | 0.26            | 0.27     | ~         |
| Q420GJ                                                                                                          | WCR、N、NT          | 0.48      | 0.50     | 0.52      | 0.30            | 0.33     | 0.34      |
|                                                                                                                 | QT                | 0.44      | 0.47     | 0.49      | 0.28            | 0.30     | 0.31      |
|                                                                                                                 | TMCP、TMCP+T       | 0.40      | 双方协商     | -         | 0.26            | 双方协商     | -         |
| Q460GJ                                                                                                          | WCR、N、NT          | 0.52      | 0.54     | 0.56      | 0.32            | 0.34     | 0.35      |
|                                                                                                                 | QT                | 0.45      | 0.48     | 0.50      | 0.28            | 0.30     | 0.31      |
|                                                                                                                 | TMCP、TMCP+T       | 0.42      | 双方协商     | -         | 0.27            | 双方协商     | -         |
| <div>a WAR: 热轧; WCR: 控轧; N: 正火; NT: 正火 + 回火; TMCP: 热机械控制轧制; TMCP+T: 热机械控制轧制 + 回火; QT: 淬火 (包括在线直接淬火) + 回火。</div> |                   |           |          |           |                 |          |           |

2.7.3 力学性能 Mechanical Properties

| 钢级         | 质量等级 | 拉伸试验          |         |         |         |             |         |            |                | 纵向冲击试验  |                                | 弯曲试验 <sup>a</sup> |      |  |
|------------|------|---------------|---------|---------|---------|-------------|---------|------------|----------------|---------|--------------------------------|-------------------|------|--|
|            |      | 下屈服强度 ReL/Mpa |         |         |         | 抗拉强度 Rm/Mpa |         | 屈强比 ReL/Rm | 断后伸长率 A/%<br>≥ | 温度 / °C | 冲击吸收能量 KV <sub>2</sub> /J<br>≥ | 180°弯曲试验压头直径 D    |      |  |
|            |      | 厚度（mm）        |         |         |         |             |         |            |                |         |                                | ≤ 16              | > 16 |  |
|            |      | 6~16          | 16~50   | 50~100  | 100~150 | ≤ 100       | 100~150 | 6~150      |                |         |                                |                   |      |  |
| Q235GJ     | B    | ≥ 235         | 235~345 | 225~335 | 215~325 | 400~510     | 380~510 | ≤ 0.80     | 23             | 20      | 47                             | D=2a              | D=3a |  |
|            | C    |               |         |         |         |             |         |            |                | 0       |                                |                   |      |  |
|            | D    |               |         |         |         |             |         |            |                | -20     |                                |                   |      |  |
|            | E    |               |         |         |         |             |         |            |                | -40     |                                |                   |      |  |
| Q345GJ     | B    | ≥ 345         | 345~455 | 335~445 | 325~435 | 490~610     | 470~610 | ≤ 0.80     | 22             | 20      |                                |                   |      |  |
|            | C    |               |         |         |         |             |         |            |                | 0       |                                |                   |      |  |
|            | D    |               |         |         |         |             |         |            |                | -20     |                                |                   |      |  |
|            | E    |               |         |         |         |             |         |            |                | -40     |                                |                   |      |  |
| Q390GJ     | B    | ≥ 390         | 390~510 | 380~500 | 370~490 | 510~660     | 490~640 | ≤ 0.83     | 20             | 20      |                                |                   |      |  |
|            | C    |               |         |         |         |             |         |            |                | 0       |                                |                   |      |  |
|            | D    |               |         |         |         |             |         |            |                | -20     |                                |                   |      |  |
|            | E    |               |         |         |         |             |         |            |                | -40     |                                |                   |      |  |
| Q420GJ     | B    | ≥ 420         | 420~550 | 410~540 | 400~530 | 530~680     | 510~660 | ≤ 0.83     | 20             | 20      | 47                             |                   |      |  |
|            | C    |               |         |         |         |             |         |            |                | 0       |                                |                   |      |  |
|            | D    |               |         |         |         |             |         |            |                | -20     |                                |                   |      |  |
|            | E    |               |         |         |         |             |         |            |                | -40     |                                |                   |      |  |
| Q460GJ     | B    | ≥ 460         | 460~600 | 450~590 | 440~580 | 570~720     | 550~720 | ≤ 0.83     | 18             | 20      |                                |                   |      |  |
|            | C    |               |         |         |         |             |         |            |                | 0       |                                |                   |      |  |
|            | D    |               |         |         |         |             |         |            |                | -20     |                                |                   |      |  |
|            | E    |               |         |         |         |             |         |            |                | -40     |                                |                   |      |  |
| LY100      | -    | 100±20        |         |         | -       | 200~300     | -       | 0.60       | 50             | 0       | 27                             | -                 | -    |  |
| LY160      | -    | 160±20        |         |         | -       | 220~320     | -       | 0.76       | 45             |         |                                | -                 | -    |  |
| LY225      | -    | 225±20        |         |         | -       | 300~400     | -       | 0.78       | 40             |         |                                | -                 | -    |  |
| a a 为试样厚度。 |      |               |         |         |         |             |         |            |                |         |                                |                   |      |  |

2.8 工程机械用钢 Machinery high strength steel

工程机械用钢应用于矿山开采和各类工程施工设备制造，产品具有高屈服强度和疲劳强度，良好的低温冲击韧性，优良的冷成型性和焊接性能，可供货国标、美标、欧标系列产品，最高强度级别 1100MPa。

工程应用：挖掘机、装载机、推土机、各类起重机及煤矿液压支架等机械设备，产品供货振华重工、太原重工、徐工集团、三一重工、中联重科、北煤机、山煤机等龙头企业。

Machinery steel is mainly used for manufacturing mining and various engineering construction equipment. The products have high yield strength and fatigue strength, good low-temperature impact toughness, excellent cold formability and weldability. The products cover GB/ASTM /EN standards with the max Strength 1100 MPa.

Project application: excavators, loaders, bulldozers, various cranes, coal mine hydraulic supports and other mechanical equipment. The products are supplied to leading enterprises such as Zhenhua Heavy Industry, Taiyuan Heavy Industry, Xugong Group, Sany Heavy Industry, Zoomlion, Beijing Coal Machinery, Shanxi Coal Machinery.



2.8.2 化学成分 Chemical Composition

表 1 GB/T 1591 高强钢的成分要求

Table 1 Composition requirements of high strength steel in GB/T 1591 standard

| 牌 号                                                                                                                                            | 质量等级 | 化学成分， %        |      |      |       |       |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|------|------|-------|-------|-------------------|-------------------|--------------------|------|----|------|------|-------|-------|------------------|
|                                                                                                                                                |      | C <sup>b</sup> | Si   | Mn   | P     | S     | Nb                | V                 | Ti <sup>a</sup>    | Cr   | Ni | Cu   | Mo   | N     | B     | Als <sup>b</sup> |
|                                                                                                                                                |      | ≤              |      |      |       |       |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       | ≥                |
| Q500M                                                                                                                                          | C    | 0.18           | 0.60 | 1.80 | 0.030 | 0.030 |                   |                   |                    | 0.60 |    | 0.55 | 0.20 | 0.015 |       |                  |
|                                                                                                                                                | D    |                |      |      | 0.030 | 0.025 |                   |                   |                    |      |    |      |      | 0.025 |       |                  |
|                                                                                                                                                | E    |                |      |      | 0.025 | 0.020 |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       |                  |
| Q550M                                                                                                                                          | C    | 0.18           | 0.60 | 2.00 | 0.030 | 0.030 | 0.01<br>~<br>0.11 | 0.01<br>~<br>0.12 | 0.006<br>~<br>0.05 | 0.80 |    | 0.80 | 0.30 | 0.015 | 0.004 | 0.015            |
|                                                                                                                                                | D    |                |      |      | 0.030 | 0.025 |                   |                   |                    |      |    |      |      | 0.025 |       |                  |
|                                                                                                                                                | E    |                |      |      | 0.025 | 0.020 |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       |                  |
| Q620M                                                                                                                                          | C    | 0.18           | 0.60 | 2.60 | 0.030 | 0.030 |                   |                   |                    | 1.00 |    | 0.80 | 0.30 | 0.015 |       |                  |
|                                                                                                                                                | D    |                |      |      | 0.030 | 0.025 |                   |                   |                    |      |    |      |      | 0.025 |       |                  |
|                                                                                                                                                | E    |                |      |      | 0.025 | 0.020 |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       |                  |
| Q690M                                                                                                                                          | C    | 0.18           | 0.60 | 2.00 | 0.030 | 0.030 |                   |                   |                    | 1.00 |    |      |      | 0.015 |       |                  |
|                                                                                                                                                | D    |                |      |      | 0.030 | 0.025 |                   |                   |                    |      |    |      |      | 0.025 |       |                  |
|                                                                                                                                                | E    |                |      |      | 0.025 | 0.020 |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       |                  |
| 钢中至少含有铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素中一种，单独或组合加入时，应保证其中至少一种合金元素不小于表中规定含量的下限。                                                                                    |      |                |      |      |       |       |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       |                  |
| a 最高可到 0.20%。<br>b 可用全铝含量（Al <sub>T</sub> ）来代替酸溶铝含量（Al <sub>S</sub> ）的要求，此时，全铝含量应不小于 0.02%。当钢中添加了 V、Nb 或 Ti 等细化晶粒元素且其含量不低于表中规定含量的下限时，最小铝含量不适用。 |      |                |      |      |       |       |                   |                   |                    |      |    |      |      |       |       |                  |

2.8.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 钢种<br>Steel Category        | 牌号<br>Steel Grade                                     | 规格 Dimension (mm)      |           |            | 执行标准<br>Standard | 交货状态<br>Delivery condition |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|-----------|------------|------------------|----------------------------|
|                             |                                                       | 厚度 Thickness           | 宽度 width  | 长度 Length  |                  |                            |
| 高强钢<br>High strength steel  | Q500MC~E<br>Q550MC~E<br>Q690MC~E                      | 10~130                 | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 1591        | TMCP、TMCP+T                |
|                             | Q460C~F、Q500C~F<br>Q550C~F、Q690C~F<br>Q890C~F、Q960C~F | 6~150<br>6~150<br>6~60 |           |            | GB/T 16270       | QT                         |
|                             | Q1100D~E                                              | 10~30                  |           |            | GB/T 28909       | QT                         |
|                             | Q500CFC~E<br>Q550CFC~E<br>Q690CFC~E                   | 6~150                  |           |            | YB/T 4137        | TMCP、TMCP+T QT             |
| 耐磨钢<br>Wear resistant steel | NM360、NM400<br>NM450、NM500                            | 6~60                   |           |            | GB/T 24186       | QT                         |
|                             | 22SiMn2、27MnTiB                                       | 8~80                   |           |            | 技术协议             | AR                         |
| 锯片钢 Saw blade steel         | 45Mn2V、75Cr、8CrV<br>65Mn、25Mn4、40CrMnV                | 6.5~30                 |           |            | 技术协议             | AR                         |



表 2 GB/T 16270 高强钢的成分要求

Table 2 Composition requirements of high strength steel in GB/T 16270 standard

| 牌 号            | 化学成分 <sup>a,b</sup> （质量分数） /% |      |      |       |       |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
|----------------|-------------------------------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------------------|----------|-----------|
|                | C                             | Si   | Mn   | P     | S     | Cu   | Cr   | Ni   | Mo   | B     | V    | Nb   | Ti   | CEV <sup>c</sup> |          |           |
|                |                               |      |      |       |       |      |      |      |      |       |      |      |      | 厚度 /mm           |          |           |
|                |                               |      |      |       |       |      |      |      |      |       |      |      |      | ≤ 50             | > 50~100 | > 100~150 |
| Q460C<br>Q460D | 0.20                          | 0.80 | 1.70 | 0.025 | 0.015 | 0.50 | 1.50 | 2.00 | 0.70 | 0.005 | 0.12 | 0.06 | 0.05 | 0.47             | 0.48     | 0.50      |
| Q460E<br>Q460F |                               |      |      | 0.020 | 0.010 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q500C<br>Q500D |                               |      |      | 0.025 | 0.015 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q500E<br>Q500F |                               |      |      | 0.020 | 0.010 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q550C<br>Q550D |                               |      |      | 0.025 | 0.015 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q550E<br>Q550F |                               |      |      | 0.020 | 0.010 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q620C<br>Q620D |                               |      |      | 0.025 | 0.015 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q620E<br>Q620F |                               |      |      | 0.020 | 0.010 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q690C<br>Q690D |                               |      | 1.80 | 0.025 | 0.015 |      |      |      |      |       |      |      |      | 0.65             | 0.77     | 0.83      |
| Q690E<br>Q690F |                               |      |      | 0.020 | 0.010 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q890C<br>Q890D |                               |      | 2.00 | 0.025 | 0.015 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q890E<br>Q890F |                               |      |      | 0.020 | 0.010 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q960C<br>Q960D |                               |      |      | 0.025 | 0.015 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |
| Q960E<br>Q960F |                               |      |      | 0.020 | 0.010 |      |      |      |      |       |      |      |      |                  |          |           |

a 根据需要生产厂可添加其中一种或几种计元素，最大值应符合表中规定，其含量应在质量证明书中报告。

b 钢中至少含有铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素中一种，其中至少一种元素的最小含量为 0.015%（对于 Al 为 Als），也可用 Alt 替代 Als，此时最小量为 0.018%。

c CEV=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15

表 3 YB/T 4137 高强钢的成分要求

Table 3 Composition requirements of high strength steel in YB/T 4137 standard

| 牌号                         | 质量等级 | 化学成分（质量分数）/%   |      |      |       |       |                  |
|----------------------------|------|----------------|------|------|-------|-------|------------------|
|                            |      | C <sup>a</sup> | Si   | Mn   | P     | S     | Pcm <sup>b</sup> |
|                            |      | ≤              |      |      |       |       |                  |
| Q500CF                     | C    | 0.09           | 0.50 | 1.80 | 0.025 | 0.015 | 0.20             |
|                            | D    |                |      |      | 0.020 | 0.010 |                  |
|                            | E    |                |      |      | 0.020 | 0.010 |                  |
| Q550CF<br>Q620CF<br>Q690CF | C    |                |      |      | 0.025 | 0.015 | 0.25             |
|                            | D    |                |      |      | 0.020 | 0.010 |                  |
|                            | E    |                |      |      | 0.020 | 0.010 |                  |

a 当采用淬火 + 回火状态交货时，C 含量上限可为 0.12%。。

b Pcm 为焊接裂纹敏感性指数， $P_{cm}=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+V/10+5B$

表 4 碳当量要求 CEV

| 牌 号   | 质量等级 <sup>a</sup> | 碳当量 CEV/% |          |         |          |                        | 焊接裂纹敏感性指数<br>Pcm/%, ≤ |
|-------|-------------------|-----------|----------|---------|----------|------------------------|-----------------------|
|       |                   | 厚度 mm     |          |         |          |                        |                       |
|       |                   | ≤ 16      | > 16~400 | > 40~63 | > 63~120 | > 120~150 <sup>a</sup> |                       |
| Q500M | C、D、E             | 0.47      | 0.47     | 0.47    | 0.48     | -                      | 0.25                  |
| Q550M | C、D、E             | 0.47      | 0.47     | 0.47    | 0.48     | -                      |                       |
| Q620M | C、D、E             | 0.48      | 0.48     | 0.48    | 0.49     | -                      |                       |
| Q690M | C、D、E             | 0.49      | 0.49     | 0.49    | 0.49     | -                      |                       |

表 5 耐磨钢的成分要求 Table 6 Composition requirements of wear-resistant steel

| 牌号    | 化学成分 (质量分数) /% |      |      |       |       |      |      |      |       |              |       |
|-------|----------------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|--------------|-------|
|       | C              | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Ni   | Mo   | Ti    | B            | Als   |
|       | ≤              |      |      |       |       |      |      |      |       | 范围           | ≥     |
| NM360 | 0.25           | 0.70 | 1.60 | 0.025 | 0.015 | 0.80 | 0.50 | 0.50 | 0.050 | 0.0005~0.006 | 0.010 |
| NM400 | 0.30           | 0.70 | 1.60 | 0.025 | 0.010 | 1.00 | 0.70 | 0.50 | 0.050 | 0.0005~0.006 | 0.010 |
| NM450 | 0.35           | 0.70 | 1.70 | 0.025 | 0.010 | 1.10 | 0.80 | 0.55 | 0.050 | 0.0005~0.006 | 0.010 |
| NM500 | 0.38           | 0.70 | 1.70 | 0.020 | 0.010 | 1.20 | 1.00 | 0.65 | 0.050 | 0.0005~0.006 | 0.010 |

表 6 焊接裂纹敏感性指数 Pcm

| 牌号               | 焊接裂纹敏感性指数 (不大于) P <sub>cm</sub> /% |         |         |          |
|------------------|------------------------------------|---------|---------|----------|
|                  | /%                                 |         |         |          |
|                  | 厚度 mm                              |         |         |          |
|                  | ≤ 50                               | > 50~60 | > 60~75 | > 75~100 |
| Q500CF           | 0.20                               | 0.20    | 0.22    | 0.24     |
| Q550CF<br>Q620CF | 0.25                               | 0.25    | 0.28    | 0.30     |
| Q690CF           | 0.25                               | 0.28    | 0.28    | 0.30     |

表 7 GB/T 28909 高强钢的成分要求

Table 7 Composition requirements of high strength steel in GB/T 28909 standard

| 牌 号                                                                                                                                                                                    | 质量等级 | 化学成分（质量分数），% <sup>a, b</sup> |      |      |       |       |      |      |     |       |      |      |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------|------|------|-------|-------|------|------|-----|-------|------|------|------------------|
|                                                                                                                                                                                        |      | C <sup>c</sup>               | Si   | Mn   | P     | S     | Nb   | V    | Ni  | B     | Cr   | Mo   | Als <sup>c</sup> |
|                                                                                                                                                                                        |      | ≤                            |      |      |       |       |      |      |     |       |      |      |                  |
| Q1100                                                                                                                                                                                  | D    | 0.20                         | 0.80 | 1.60 | 0.020 | 0.010 | 0.08 | 0.14 | 4.0 | 0.006 | 1.60 | 0.70 | 0.015            |
|                                                                                                                                                                                        | E    |                              |      |      |       |       |      |      |     |       |      |      |                  |
| <p>a 在保证钢板性能的前提下，Cr、Ni、MO 等合金元素可任意组合加入，也可添加此表规定之外的其它合金元素，其含量应在质量证明书中报告。<br/>B Cu 为残余元素时，其含量应≤ 0.30%，Cu 为合金元素时，≤ 0.80%；As 含量应≤ 0.08%。如供方能保证，可不做分析。<br/>c 当采用全铝（Alt）含量计算时，应≥ 0.020%。</p> |      |                              |      |      |       |       |      |      |     |       |      |      |                  |

2.8.3 力学性能 Mechanical Properties

表 8 GB/T 1591 高强钢的拉伸性能 Table 8 Tensile properties of high strength steel of GB/T 1591 standard

| 牌号                                                               |       | 上屈服强度 R <sub>eH</sub> <sup>a</sup> /MPa，≥ |         |         |         |          |           |         |         |         |          | 抗拉强度 R <sub>m</sub> /MPa |                |
|------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|----------|--------------------------|----------------|
| 钢级                                                               | 质量等级  | 公称厚度 /mm                                  |         |         |         |          |           |         |         |         |          |                          | 断后伸长率 A/%<br>≥ |
|                                                                  |       | ≤ 16                                      | > 16~40 | > 40~63 | > 63~80 | > 80~100 | > 100~120 | ≤ 40    | > 40~63 | > 63~80 | > 80~100 | > 100~120                |                |
| Q500M                                                            | C、D、E | 500                                       | 490     | 480     | 460     | 450      | -         | 610~720 | 600~760 | 590~750 | 540~730  | -                        | 17             |
| Q550M                                                            | C、D、E | 550                                       | 540     | 530     | 510     | 500      | -         | 670~830 | 620~810 | 600~790 | 590~780  | -                        | 16             |
| Q620M                                                            | C、D、E | 620                                       | 610     | 600     | 580     | -        | -         | 710~880 | 690~880 | 670~860 | -        | -                        | 15             |
| Q690M                                                            | C、D、E | 690                                       | 680     | 670     | 650     | -        | -         | 770~940 | 750~920 | 730~900 | -        | -                        | 14             |
| 注：热机械轧制（TMCP）状态包含热机械轧制（TMCP）加回火状态。                               |       |                                           |         |         |         |          |           |         |         |         |          |                          |                |
| a 当屈服不明显时，可用规定塑性延伸强度 R <sub>p0.2</sub> 代替上屈服强度 R <sub>eH</sub> 。 |       |                                           |         |         |         |          |           |         |         |         |          |                          |                |

表 9 GB/T 1591 夏比（V 型缺口）冲击试验的温度和冲击吸收能量

Table 9 Temperature and impact absorption energy of Charpy (V-notch) impact test in GB/T 1591 standard

| 牌号                                                                                                       |      | 以下实验温度的冲击吸收能力最小值 KV2/J |    |                 |                 |                 |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 钢级                                                                                                       | 质量等级 | 0℃                     |    | -20℃            |                 | -40℃            |                 |
|                                                                                                          |      | 纵向                     | 横向 | 纵向              | 横向              | 纵向              | 横向              |
| Q500M、Q550M、Q620M、Q690M                                                                                  | C    | 55                     | 34 | -               | -               | -               | -               |
|                                                                                                          | D    |                        |    | 47 <sup>a</sup> | 27 <sup>a</sup> |                 |                 |
|                                                                                                          | E    |                        |    |                 |                 | 31 <sup>b</sup> | 20 <sup>b</sup> |
| <p>当需方未指定试验温度时，正火、正火轧制和热机械轧制的 C、D、E、F 级钢材分别做 0℃、-20℃、-40℃、-60℃冲击。<br/>冲击试验取纵向试样，经供需双方协商，也可取横向试样。</p>     |      |                        |    |                 |                 |                 |                 |
| <p>a 当需方指定时，D 级钢可做 -30℃冲击试验时，冲击吸收能量纵向不小于 27J。<br/>b 当需方指定时，E 级钢可做 -50℃冲击时，冲击吸收能量纵向不小于 27J、横向不小于 16J。</p> |      |                        |    |                 |                 |                 |                 |

表 10 GB/T 16270 高强钢的力学性能

Table 10 Mechanical Properties of High Strength Steel of GB/T 16270 Standard

| 钢级                         | 拉伸试验 <sup>a</sup>                          |          |           |            |          |           | 夏比 V 型缺口冲击试验 <sup>a</sup> |           |                                         |
|----------------------------|--------------------------------------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------------------------------------|
|                            | 抗拉强度 R /Mpa                                |          |           |            |          |           | 断后伸长率<br>A/%<br>≥         | 试验<br>温度℃ | 平均冲击功最小值<br>(纵向)<br>A <sub>KV</sub> , J |
|                            | 屈服强度 b <sub>R<sub>eH</sub></sub> /Mpa, , ≥ |          | m         |            |          |           |                           |           |                                         |
|                            | 名义厚度 (mm)                                  |          |           |            |          |           |                           |           |                                         |
|                            | ≤ 50                                       | > 50~100 | > 100~150 | ≤ 50       | > 50~100 | > 100~150 |                           |           |                                         |
| Q460C                      | 460                                        | 440      | 400       | 550 ~ 720  |          | 500~670   | 17                        | 0         | 47                                      |
| Q460D                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -20       |                                         |
| Q460E                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -40       |                                         |
| Q460F                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -60       |                                         |
| Q500C                      | 500                                        | 480      | 440       | 590 ~ 770  |          | 540~720   | 17                        | 0         | 47                                      |
| Q500D                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -20       |                                         |
| Q500E                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -40       |                                         |
| Q500F                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -60       |                                         |
| Q550C                      | 550                                        | 530      | 490       | 640 ~ 820  |          | 590~770   | 16                        | 0         | 47                                      |
| Q550D                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -20       |                                         |
| Q550E                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -40       |                                         |
| Q550F                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -60       |                                         |
| Q620C                      | 620                                        | 580      | 560       | 700 ~ 890  |          | 650~830   | 15                        | 0         | 47                                      |
| Q620D                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -20       |                                         |
| Q620E                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -40       |                                         |
| Q620F                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -60       |                                         |
| Q690C                      | 690                                        | 650      | 630       | 770 ~ 940  | 760~930  | 710~900   | 14                        | 0         | 47                                      |
| Q690D                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -20       |                                         |
| Q690E                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -40       |                                         |
| Q690F                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -60       |                                         |
| Q890C                      | 680                                        | 830      | -         | 940 ~ 1100 | 880~1100 | -         | 11                        | 0         | 34                                      |
| Q890D                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -20       |                                         |
| Q890E                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -40       |                                         |
| Q890F                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -60       |                                         |
| Q960C                      | 960                                        | -        | -         | 980~1150   | -        | -         | 10                        | 0         | 34                                      |
| Q960D                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -20       |                                         |
| Q960E                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -40       |                                         |
| Q960F                      |                                            |          |           |            |          |           |                           | -60       |                                         |
| a 拉伸试验适用于横向试样，冲击试验适用于纵向试样。 |                                            |          |           |            |          |           |                           |           |                                         |
| b 当屈服不明显时，采用 Rp0.2。        |                                            |          |           |            |          |           |                           |           |                                         |

表 11 YB/T 4137 高强钢的力学性能 Table 11 Mechanical poperties of hgh srength seel of YB/T 4137 sandard

| 钢级                                                                      | 质量等级 | 拉伸试验                           |          |                          |              | 180°弯曲<br>d= 弯心直径<br>a= 试样厚度 | 夏比 V 型缺口冲击试验 |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------|----------|--------------------------|--------------|------------------------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                                                         |      | 屈服强度 R <sub>eH</sub> /Mpa, , ≥ |          | 抗拉强度 R <sub>m</sub> /Mpa | 断后伸长率 A/%, ≥ |                              | 试验温度℃        | 平均冲击功最小值<br>(纵向)<br>A <sub>KV</sub> , J |
|                                                                         |      | 厚度 /mm                         |          |                          |              |                              |              |                                         |
|                                                                         |      | ≤ 50                           | > 50~100 |                          |              |                              |              |                                         |
| Q500CF                                                                  | C    | 500                            | 480      | 610~770                  | 17           | d=3a                         | 0            | 47                                      |
|                                                                         | D    |                                |          |                          |              |                              | -20          |                                         |
|                                                                         | E    |                                |          |                          |              |                              | -40          |                                         |
| Q550CF                                                                  | C    | 550                            | 530      | 670~830                  | 16           |                              | 0            | 47                                      |
|                                                                         | D    |                                |          |                          |              |                              | -20          |                                         |
|                                                                         | E    |                                |          |                          |              |                              | -40          |                                         |
| Q620CF                                                                  | C    | 620                            | 600      | 710~880                  | 15           |                              | 0            | 47                                      |
|                                                                         | D    |                                |          |                          |              |                              | -20          |                                         |
|                                                                         | E    |                                |          |                          |              |                              | -40          |                                         |
| Q690CF                                                                  | C    | 690                            | 670      | 770~940                  | 14           |                              | 0            | 47                                      |
|                                                                         | D    |                                |          |                          |              |                              | -20          |                                         |
|                                                                         | E    |                                |          |                          |              |                              |              |                                         |
| 注：1、当屈服不明显时，采用 R <sub>p0.2σ</sub><br>2、经供需双方协商并在合同中注明，冲击试验试样方向可为横向代替纵向。 |      |                                |          |                          |              |                              |              |                                         |

表 12 耐磨钢的力学性能 Table 12 Mechanical properties of wear-resistant steel

| 牌 号                                        | 厚度   | 抗拉强度 <sup>a</sup> | 断后伸长率 <sup>a</sup> | — 20℃冲击吸收能量 ( 纵向 ) <sup>a</sup> | 表面布氏硬度    |
|--------------------------------------------|------|-------------------|--------------------|---------------------------------|-----------|
|                                            | mm   | Rm/MPa            | A <sub>50</sub> /% | KV2 / J                         | HBW       |
| NM360                                      | ≤ 80 | ≥ 1100            | ≥ 12               | ≥ 24                            | 330 ~ 390 |
| NM400                                      | ≤ 80 | ≥ 1200            | ≥ 10               | ≥ 24                            | 370 ~ 430 |
| NM450                                      | ≤ 80 | ≥ 1250            | ≥ 7                | ≥ 24                            | 420 ~ 480 |
| NM500                                      | ≤ 70 | -                 | -                  | -                               | ≥ 470     |
| a 抗拉强度、延伸率、冲击功作为性能的特殊要求，如用户未在合同注明，则只保证布氏硬度 |      |                   |                    |                                 |           |

表 13 GB/T 28909 高强钢的力学性能 Table 13 Mechanical poperties of hgh srength seel of GB/T 28909 sandard

| 钢级                           | 拉伸试验 <sup>a</sup>                    |                          |         | 夏比 V 型缺口冲击试验 <sup>b</sup> |           |                                     |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------|-------------------------------------|
|                              | 规定塑性延伸强度<br>R <sub>p0.2</sub> Mpa，，≥ | 抗拉强度 R <sub>m</sub> /Mpa |         | 断后伸长率<br>A/%<br>≥         | 试验<br>温度℃ | 平均冲击功最小值（纵向）<br>A <sub>KV</sub> ， J |
|                              |                                      | ≤ 30                     | > 30~50 |                           |           |                                     |
| Q1100D                       | 1100                                 | 1200~1550                | —       | 9                         | -20       | 27                                  |
| Q1100E                       |                                      |                          |         |                           | -40       |                                     |
| a 拉伸试样取横向试样。<br>b 冲击试样取纵向试样。 |                                      |                          |         |                           |           |                                     |

2.9 风电用钢 Wind power steel

风电用钢应用于风力塔架制造，产品涵盖国标、欧标、日标等系列标准，涉及陆上风电和海上风电，单重最大重量 28.5 吨，低 Ceq 和 Pcm 成分设计实现免预热或低预热焊接。S235-S960 通过欧盟 CE 认证，最大供货厚度 130mm，

工程应用：产品广泛应用于三峡庄河海上风电，鲁能海上风电，中电投大丰 H3#300MW 海上风电，乐亭海上风电场 300MW 示范工程，中电投滨海北区 H1#100MW 海上风电等国内主要海上风电场并出口到德国、荷兰、日本、英国等。

Wind power steel is used in the manufacture of wind tower. The products cover GB/EN/JIS standards, including on shore and off shore plates, with max weight 28.5t, low Ceq and Pcm design, none preheat or pow preheat welding input energy, CE certification and max thickness 130mm.

Project application: the products are widely used in the three Gorges Zhuanghe offshore wind power, Luneng offshore wind power, CLP's Dafeng H3#300MW offshore wind power, Laoting offshore wind power 300 MW demonstration project, CLP's Binhai North Area H1#100MW offshore wind power and other major domestic offshore wind power plants and exported to Germany, the Netherlands, Japan, the United Kingdom and so on.



2.9.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 钢种<br>Steel ategory                        | 牌号<br>Steel Grade                                | 规格<br>Dimension (mm) |             |              | 执行标准<br>Standard | 交货状态<br>Delivery condition |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|-------------|--------------|------------------|----------------------------|
|                                            |                                                  | 厚度<br>Thickness      | 宽度<br>width | 长度<br>Length |                  |                            |
| 陆上风电钢<br>Land wind<br>Power steel          | Q235FTB~E<br>Q345FTC~F<br>Q420FTC~F<br>Q460FTC~F | 6~160                | 1050~4050   | 5000~23000   | GB/T 28410       | AR、CR、N、TMCP               |
|                                            | Q355C~E                                          | 6~160                |             |              | GB/T 1591        | AR                         |
|                                            | Q355NC~E                                         |                      |             |              |                  | N、NR                       |
|                                            | Q355MC~E                                         | 6~130                |             |              |                  | TMCP                       |
|                                            | Q420NC~E                                         | 6~80                 |             |              |                  | N、NR                       |
|                                            | Q420MC~E                                         | 6~130                |             |              |                  | TMCP                       |
|                                            | 海上风电钢<br>Offshore wind<br>power steel            | DH36、EH36            |             |              | 6~100            | GB/T 712                   |
| F36                                        |                                                  | 6~80                 | TMCP        |              |                  |                            |
| S355G7/G8/G9/G10+M S420G1/G2+M S460G1/G2+M |                                                  | 6~130                | EN10225     | TMCP         |                  |                            |
| S355G7/G8/G9/G10+N                         |                                                  |                      |             | N            |                  |                            |
| S420G1/G2+QT S460G1/G2+QT                  |                                                  |                      |             | QT           |                  |                            |

2.9.2 化学成分 Chemical Composition

表 1 GB/T 28410 的牌号及化学成分 Table 1 Grades and chemical composition of GB/T 28410

| 牌 号                                                   | 质量等级 | 化学成分 / % |                 |       |       |      |      |       |      |      |      |      |       |       |     |
|-------------------------------------------------------|------|----------|-----------------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-----|
|                                                       |      | C ≤      | Mn <sup>a</sup> | P ≤   | S ≤   | Si ≤ | Nb ≤ | V ≤   | Ti ≤ | Mo ≤ | Cr ≤ | Ni ≤ | Cu ≤  | Als ≥ | N ≤ |
| Q235FT                                                | B、 C | 0.18     | 0.50~1.40       | 0.030 | 0.025 | 0.50 | 0.05 | 0.06  | 0.10 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.015 | 0.012 |     |
|                                                       | D、 E |          |                 | 0.025 | 0.020 |      |      |       |      |      |      |      |       |       |     |
| Q275FT                                                | C    | 0.18     | 0.50~1.50       | 0.025 | 0.020 | 0.50 | 0.05 | 0.06  | 0.10 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.015 | 0.012 |     |
|                                                       | D    |          |                 |       | 0.015 |      |      |       |      |      |      |      |       | 0.010 |     |
|                                                       | E、 F |          |                 |       |       |      |      |       |      |      |      |      |       |       |     |
| Q345FT                                                | C、 D | 0.20     | 0.90~1.65       | 0.025 | 0.015 | 0.60 | 0.12 | 0.050 | 0.20 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.015 | 0.012 |     |
|                                                       | E、 F |          |                 | 0.020 | 0.010 |      |      |       |      |      |      |      |       | 0.010 |     |
| Q420FT                                                | C、 D | 0.20     | 1.00~1.70       | 0.025 | 0.015 | 0.60 | 0.15 | 0.15  | 0.20 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.015 | 0.012 |     |
|                                                       | E、 F |          |                 | 0.020 | 0.010 |      |      |       |      |      |      |      |       | 0.010 |     |
| Q460FT                                                | C、 D | 0.20     | 1.00~1.70       | 0.025 | 0.015 | 0.60 | 0.70 | 0.15  | 0.30 | 0.60 | 0.80 | 0.55 | 0.015 | 0.012 |     |
|                                                       | E、 F |          |                 | 0.020 | 0.010 |      |      |       |      |      |      |      |       | 0.010 |     |
| a 交货状态为正火的钢板的 Mn 含量下限按表 1 的规定，其他交货状态的钢板的 Mn 含量下限不作要求。 |      |          |                 |       |       |      |      |       |      |      |      |      |       |       |     |

表 2 GB/T 28410 的热轧、控轧状态交货的钢板牌号及其碳当量

Table 2 Gades and carbon equivalents delivered under hot rolling and controlled rolling conditions

| 牌号     | 交货状态  | 质量等级    | 碳当量（CEV）/% |           |
|--------|-------|---------|------------|-----------|
|        |       |         | 厚度 ≤ 40mm  | 厚度 > 40mm |
| Q235FT | 热轧、控轧 | B、C、D、E | ≤ 0.36     | ≤ 0.39    |
| Q275FT |       | C、D、E、F | ≤ 0.38     | ≤ 0.40    |
| Q345FT |       | C、D、E、F | ≤ 0.42     | ≤ 0.44    |
| Q420FT | 热轧、控轧 | C、D、E、F | ≤ 0.45     | ≤ 0.47    |
| Q460FT |       | C、D、E、F | ≤ 0.46     | ≤ 0.48    |

表 3、GB/T 28410 的正火、正火轧制状态交货的钢板牌号及其碳当量

Table 3 Gades and carbon equivalents delivered under N and NR conditions

| 牌号     | 交货状态    | 质量等级    | 碳当量（CEV）/% |           |
|--------|---------|---------|------------|-----------|
|        |         |         | 厚度 ≤ 40mm  | 厚度 > 40mm |
| Q235FT | 正火、正火轧制 | B、C、D、E | ≤ 0.38     | ≤ 0.40    |
| Q275FT |         | C、D、E、F | ≤ 0.40     | ≤ 0.42    |
| Q345FT |         | C、D、E、F | ≤ 0.43     | ≤ 0.45    |
| Q420FT | 正火、正火轧制 | C、D、E、F | ≤ 0.48     | ≤ 0.50    |
| Q460FT |         | C、D、E、F | ≤ 0.52     | ≤ 0.53    |

表 4 GB/T 28410 的 TMCP、TMCP+ 回火状态交货的钢板牌号及其碳当量和 Pcm

Table 4 CEV and Pcm delivered under TMCP and TMCP+N conditions

| 牌号     | 交货状态          | 质量等级    | 碳当量（CEV） /% |         |        | Pcm/%  |
|--------|---------------|---------|-------------|---------|--------|--------|
|        |               |         | 厚度 /mm      |         |        |        |
|        |               |         | ≤ 40        | > 40~60 | > 60   |        |
| Q275FT | TMCP、TMCP+ 回火 | C、D、E、F | ≤ 0.34      | ≤ 0.36  | ≤ 0.38 | ≤ 0.20 |
| Q345FT |               | C、D、E、F | ≤ 0.39      | ≤ 0.41  | ≤ 0.43 | ≤ 0.20 |
| Q420FT |               | C、D、E、F | ≤ 0.44      | ≤ 0.46  | ≤ 0.48 | ≤ 0.20 |
| Q460FT |               | C、D、E、F | ≤ 0.46      | ≤ 0.48  | ≤ 0.50 | ≤ 0.20 |

表 5 EN 10225 的牌号及化学成分,%

Table 5 Grades and chemical composition of EN 10225

| 牌号                                                                                                                                                                                                                                                                                               | C                 | Si     | Mn       | P     | S     | Cr                | Mo                | Ni    | Alt <sup>a</sup> | Cu   | N     | Nb    | Ti   | V    | Cr+Mo+Ni+Cu | Nb+V | Nb+V+Ti |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|----------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------|------------------|------|-------|-------|------|------|-------------|------|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ≤                 |        |          | ≤     |       |                   |                   |       |                  | ≤    |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 熔炼成分                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G2+N                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.2               | ≤ 0.5  | 0.9-1.65 | 0.035 | 0.03  | 0.3               | 0.1               | 0.5   | ≥ 0.02           | 0.35 | 0.015 | 0.06  | 0.03 | 0.12 | -           | -    | -       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G3+N                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.18              |        |          | 0.03  | 0.025 |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      | -           | -    | -       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G5+M                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.14              |        | ≤ 1.6    | 0.035 | 0.03  | -                 | 0.2               | 0.3   | -                | 0.05 | 0.05  | 0.1   | -    | -    | -           |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G6+M                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |        |          | 0.03  | 0.025 | -                 |                   |       | -                |      |       |       | -    |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 熔炼成分和成品成分                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G7+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.14              | 1-1.65 | 0.02     | 0.01  | 0.25  | 0.08              | 0.5               |       |                  |      | 0.04  |       | 0.06 | 0.9  | 0.06        | 0.08 |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G7+N <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          | 0.007 |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G8+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G8+N <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G9+N <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.12              | 0.15   | 0.015    | 0.01  | 0.2   | 0.08 <sup>c</sup> | 0.70 <sup>d</sup> | 0.015 | 0.3              | 0.01 | 0.03  | 0.025 | 0.06 | -    | 0.06        | 0.08 |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G9+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          | 0.005 |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G10+N <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S355G10+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S420G1+QT <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.14 <sup>e</sup> | ≤ 1.65 | 0.02     | 0.01  | 0.25  | 0.25              | 0.7               | 0.015 | 0.3              | 0.01 | 0.04  | 0.08  | 0.9  | 0.09 | 0.11        |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S420G1+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          | 0.007 |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S420G2+QT <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S420G2+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S460G1+QT <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |        |          | 0.01  |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S460G1+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          | 0.007 |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S460G2+QT <sup>cb</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S460G2+M <sup>b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| a 全铝对氮的比最小值是 2:1。当使用其他固氮元素时，最小含 AL 值和 Al/N- 比不适用。<br>b 残余元素的含量不超过 0.03%As、0.010%Sb、0.020%Sn、0.010%Pb、0.010%Bi 和 0.005%Ca。B 不应超过 0.0005%。这些元素至少 5000t 在每个生产地检测 1 次，并提供熔炼分析报告。<br>c 厚度大于 75mm，交货条件为 +M 时，可适用最大 Mo 含量 0.20%<br>d 见选择项 30，大于 40mm 的厚度，最小 Ni 含量为 0.30%。<br>e 厚度小于 15mm，C 的最大值为 0.15%。 |                   |        |          |       |       |                   |                   |       |                  |      |       |       |      |      |             |      |         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

表 6 EN 10225 的 CEV 和 Pcm

| 牌号                                                            | CEV,%<br>, ≤ | Pcm , %, ≤ | 牌号                 | CEV,%<br>, ≤                          | Pcm , %, ≤                           |
|---------------------------------------------------------------|--------------|------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| S355G2+N                                                      | 0.43         | 没规定        | S420G1+QT          | 0.42                                  | 0.22 <sup>c</sup>                    |
| S355G3+N                                                      |              |            | S420G1+M           |                                       |                                      |
| S355G5+M                                                      |              |            | S420G2+QT          |                                       |                                      |
| S355G6+M                                                      |              |            | S420G2+M           |                                       |                                      |
| S355G7+N                                                      | 0.43         | 0.24       | S460G1+QT S460G1+M | 0.43                                  | 0.22 <sup>c</sup>                    |
| S355G7+M                                                      |              |            | S460G2+QT          |                                       |                                      |
| S355G8+N                                                      |              |            | S460G2+M           |                                       |                                      |
| S355G8+M                                                      |              |            | S420G1+QT          |                                       |                                      |
| S355G9+N                                                      | 0.43         | 0.22       | S355G9+M           | 0.41 <sup>a</sup> / 0.42 <sup>b</sup> | 0.21 <sup>a</sup> /0.22 <sup>b</sup> |
| S355G10+N                                                     |              |            | S355G10+M          |                                       |                                      |
| a t ≤ 75mm<br>b 75mm < t ≤ 100mm<br>c A Pcm 值的 0.23, t ≤ 15mm |              |            |                    |                                       |                                      |

2.9.3 力学性能 Mechanical Properties

表 7 GB/T 28410 的牌号及力学性能 Table 7 Grades and me chanical properties of GB/T 28410

| 牌号     | 质量等级  | 横向下屈服强度 <sup>a</sup> Rel/ （N/mm2）<br>≥ |         |          | 抗拉强度<br>Rm/ （N/mm <sup>2</sup> ） | 断后伸长率<br>A/%L <sub>0</sub> =5.65 √ S0<br>≥ | 冲击吸收能量 <sup>c、d</sup><br>KV2/J<br>≥ | 180°弯曲试验<br>d= 弯心直径，<br>a= 试样厚度 |          |
|--------|-------|----------------------------------------|---------|----------|----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------|
|        |       | 钢板厚度 /mm                               |         |          |                                  |                                            |                                     | 钢板厚度 /mm                        |          |
|        |       | ≤ 16                                   | > 16~40 | > 40~100 |                                  |                                            |                                     | ≤ 16                            | > 16~100 |
| Q235FT | B、C、D | 235                                    | 225     | 215      | 360~510                          | 24 <sup>b</sup>                            | 47                                  | d=2a                            | d=3a     |
|        | E     |                                        |         |          |                                  |                                            | 34                                  |                                 |          |
| Q275FT | C、D   | 275                                    | 265     | 255      | 410~560                          | 21 <sup>b</sup>                            | 47                                  |                                 |          |
|        | E、F   |                                        |         |          |                                  |                                            | 34                                  |                                 |          |
| Q345FT | C、D   | 345                                    | 335     | 325      | 470~630                          | 21 <sup>b</sup>                            | 47                                  |                                 |          |
|        | E、F   |                                        |         |          |                                  |                                            | 34                                  |                                 |          |
| Q420FT | C、D   | 420                                    | 400     | 390      | 520~680                          | 19 <sup>b</sup>                            | 47                                  |                                 |          |
|        | E、F   |                                        |         |          |                                  |                                            | 34                                  |                                 |          |
| Q460FT | C、D   | 460                                    | 440     | 420      | 550~720                          | 17                                         | 47                                  |                                 |          |
|        | E、F   |                                        |         |          |                                  |                                            | 34                                  |                                 |          |

a 当屈服不明显时，可采用 R<sub>p0.2</sub> 代替下屈服。

b 当钢板厚度> 60mm 时，断后伸长率可降低 1%。

c 冲击试验采用纵向试样。

d 不同质量等级对应的冲击试验温度：B:20℃，C:0℃，D:-20℃，E:-40℃，F:-50℃。

表 8 EN 10225 标准 S355 级的力学性能 Table 8 Mechanical properties of S355 grade of EN 10225 standard

| 牌 号                                                                                        | 抗拉强度 R <sub>m</sub> <sup>a</sup> ,Mpa |         | 最小屈服强度 R <sub>eh</sub> ,Mpa |              |              |              |               |                | 最小伸<br>长 率 <sup>a</sup> ,% | V 型冲击  |        | 最大厚<br>度 ,mm     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------------------|--------|--------|------------------|
|                                                                                            | 厚度 t,mm                               | 厚度 t,mm | t ≤<br>16                   | 16<t<br>≤ 25 | 25<t<br>≤ 40 | 40<t<br>≤ 63 | 63<t<br>≤ 100 | 100<t<br>≤ 150 |                            | 温 度 ,℃ | 功 ≥ ,J |                  |
|                                                                                            | ≤ 100                                 | >100    |                             |              |              |              |               |                |                            |        |        |                  |
| S355G2+N                                                                                   | 470-630                               |         | 355                         | 345          | -            | -            | -             | -              | 22                         | -20    | 50     | 20               |
| S355G3+N                                                                                   | 470-630                               |         | 355                         | 345          | 345          | -            | -             | -              | 22                         | -40    | 50     | 40               |
| S355G5+M                                                                                   | 470-610                               |         | 355                         | 345          | -            | -            | -             | -              | 22                         | -20    | 50     | 20               |
| S355G6+M                                                                                   | 470-610                               |         | 355                         | 345          | 345          | -            | -             | -              | 22                         | -40    | 50     | 40               |
| S355G7+N                                                                                   | 470-630                               | 460-620 | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | 320            | 22                         | -40    | 50     | 150 <sup>b</sup> |
| S355G8+N                                                                                   | 470-630                               | 460-620 | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | 320            | 22                         | -40    | 50     | 150 <sup>b</sup> |
| S355G7+M                                                                                   | 470-630                               | -       | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | -              | 22                         | -40    | 50     | 100 <sup>b</sup> |
| S355G8+M                                                                                   | 470-630                               | -       | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | -              | 22                         | -40    | 50     | 100 <sup>b</sup> |
| S355G9+N                                                                                   | 470-630                               | 460-620 | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | 320            | 22                         | -40    | 50     | 150 <sup>b</sup> |
| S355G9+M                                                                                   | 470-630                               | -       | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | -              | 22                         | -40    | 50     | 100 <sup>b</sup> |
| S355G10+N                                                                                  | 470-630                               | 460-620 | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | 320            | 22                         | -40    | 50     | 150 <sup>b</sup> |
| S355G10+M                                                                                  | 470-630                               | -       | 355                         | 355          | 345          | 335          | 325           | -              | 22                         | -40    | 50     | 100 <sup>b</sup> |
| a 规定的拉伸强度和伸长率值，适用于最大的厚度，对最小的屈服强度<br>b V 型冲击中间厚度确认厚度需超过 40mm。打桩材料，中间厚度的冲击应在 -40℃场所用 -30℃效验。 |                                       |         |                             |              |              |              |               |                |                            |        |        |                  |

表 9 EN 10225 标准 S420 级的力学性能 Table 9 Mechanical properties of s420 grade of EN 10225 standard

| 牌号                                                                  | 抗拉强度 R <sub>m</sub> <sup>a</sup> ,Mpa |              | 最小屈服强度 R <sub>eh</sub> ,Mpa |             |             |             |              | 最小伸长率 <sup>a</sup> ,% | V 型冲击 |        | 最大厚度 ,mm         |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------------|-------|--------|------------------|
|                                                                     | t ≤ 40                                | 40 < t ≤ 100 | t ≤ 16                      | 16 < t ≤ 40 | 40 < t ≤ 63 | 63 < t ≤ 80 | 80 < t ≤ 100 |                       | 温度,℃  | 功 ≥ ,J |                  |
| S420G1+QT                                                           | 500-660                               | 480-640      | 420                         | 400         | 390         | 380         | 380          | 19                    | -40   | 60     | 100 <sup>b</sup> |
| S420G1+M                                                            | 500                                   | 480          | 420                         | 400         | 390         | 380         | 380          | 19                    | -40   | 60     | 100 <sup>b</sup> |
| S420G2+QT                                                           | 500                                   | 480          | 420                         | 400         | 390         | 380         | 380          | 19                    | -40   | 60     | 100 <sup>b</sup> |
| S420G2+M                                                            | 500                                   | 480          | 420                         | 400         | 390         | 380         | 380          | 19                    | -40   | 60     | 100 <sup>b</sup> |
| a 规定的拉伸强度和伸长率值, 适用于最大的厚度, 对最小的屈服强度<br>b V 型冲击中间厚度确认厚度需超过 40mm。打桩材料。 |                                       |              |                             |             |             |             |              |                       |       |        |                  |

表 10 EN 10225 标准 S460 级的力学性能 Table 10 Mechanical properties of s460 grade of EN 10225 standard

| 厚度范围 ,mm                    | ≤ 16      | >16 ≤ 25 | >25 ≤ 40 | >40 ≤ 63a | >63 ≤ 80 <sup>a</sup> | >80 ≤ 100 <sup>a</sup> |
|-----------------------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------------------|------------------------|
| 最小屈服强度 R <sub>eh</sub> ,MPa | 460       | 440      | 420      | 415       | 405                   | 400                    |
| 抗拉强度 R <sub>m</sub> ,MPa    | 540-700   | 530-690  | 520-680  | 515-675   | 505-665               | 500-660                |
| 最小伸长率 ,%                    | 17        | 17       | 17       | 17        | 17                    | 17                     |
| 最小 V 型平均冲击功 J               | -40℃ , 60 |          |          |           |                       |                        |
| a V 型冲击中间厚度确认厚度需超过 40mm。    |           |          |          |           |                       |                        |

### 2.10 结构用钢 Strucure steel

可供货国标、欧标、日标、美标结构钢，单重最大重量 28.5 吨，最大供货厚度 200mm。

主要用户：一重集团、大重集团、太重集团、北方重工、中国中冶等。

The products cover GB/EN/JIS/ASTM standards with max weight 28.5t and max thickness 130mm.

Major customer：CFHI, DHI, THI, NHI, MCC, etc



#### 2.10.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 钢种<br>Steel Category                 | 牌号<br>Steel Grade                                                     | 规格 Dimension (mm)                |           |            | 执行标准<br>Standard                                                     | 交货状态<br>Delivery condition |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------|------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                                      |                                                                       | 厚度 Thick-ness                    | 宽度 width  | 长度 Length  |                                                                      |                            |
| 碳素结构钢<br>Carbon steel                | Q235A~D                                                               | 6~200                            | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 3274<br>GB/T 700                                                | AR、CR、N                    |
| 低合金结构钢<br>Low alloy structural steel | Q355B~D<br>Q390B~D<br>Q420B~C<br>Q460C                                | 6~200<br>6~150<br>6~130<br>6~130 |           |            | GB/T 3274<br>GB/T 1591                                               | AR                         |
|                                      | Q355NB~F<br>Q390NB~E<br>Q420NB~E<br>Q460NC~E                          | 6~200<br>6~150<br>6~130<br>6~130 |           |            |                                                                      | N、NR                       |
|                                      | Q355MB~F<br>Q390MB~E<br>Q420MB~E<br>Q460MC~E                          | 6~130                            |           |            |                                                                      | TMCP                       |
| 日标结构钢<br>JIS structural steel        | SS400、SS490<br>SM400A~C<br>SM490A~C<br>SM490YA/B<br>SM520B/C<br>SM570 | 6~130                            | 1050~4050 | 5000~23000 | Q/SGZGS 0336<br>JIS G 3101<br>JIS G 3106<br>JIS G 3114<br>Q/SGJS0025 | AR、TMCP、N                  |
|                                      | SMA400A~CW/CP<br>SMA490A~CW/CP<br>SMA570A~CW/CP                       | 6~130                            |           |            |                                                                      | TMCP                       |
| 欧标结构钢<br>CE structural steel         | S235JR~J2<br>S275JR~J2<br>S355JR~K2                                   | 6~130                            | 1050~4050 | 5000~23000 | Q/SGZGS 0318.1                                                       | AR、CR、NR                   |
|                                      | S275N/NL、S355N/NL<br>S420N/NL、S460N/NL                                | 6~130                            |           |            | Q/SGZGS 0318.2                                                       | N                          |
|                                      | S275M、S355M<br>S420M、S460M                                            | 6~130                            |           |            | Q/SGZGS 0318.3                                                       | TMCP                       |
|                                      | S355J0W、S355J2W、S355K2W、<br>S355J4W<br>S355J5W                        | 6~130                            |           |            | Q/SGZGS 0318.4                                                       | AR、NR                      |
|                                      | S460Q/QL/QL1<br>S500Q/QL/QL1<br>S550Q/QL、S690Q/QLL                    | 6~130                            |           |            | Q/SGZGS 0318.5                                                       | QT                         |

|                                   |                                                            |                                 |           |            |                |         |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|------------|----------------|---------|
| 美标结构钢<br>ASTM structural steel    | A36 Gr.36<br>A283 Gr.C/D<br>A572 Gr.42~65<br>A573 Gr.58~70 | 6~150<br>6~150<br>6~150<br>6~40 | 1050~4050 | 5000~23000 | Q/SGZGS 0335.1 | AR、N    |
|                                   | A633 Gr.A/C/D/E                                            | 6~100                           |           |            | Q/SGZGS 0335.2 | N       |
|                                   | A514 Gr.A/B/E/F/H/P/Q/S                                    | 6~100                           |           |            |                | QT      |
| 耐候结构钢<br>Weather resis-tant steel | Q235NHA~E<br>Q355NHA~E<br>Q415NHA~E<br>Q460NHA~E           | 6~100                           | 1050~4050 | 5000~23000 | GB/T 4171      | CR、TMCP |
| 高炉围板<br>Furnace Shell             | Q345LK                                                     | 16~130                          | 1050~4050 | 5000~23000 | YB/T 4281      | N       |

#### 2.10.2 化学成分 Chemical Composition

表 1 GB/T 700 的化学成分要求 Table 1 Chemical composition requirements of GB/T 700

| 牌号                          | 等级 | 化学成分（质量分数）/%，≤ |      |      |       |       |
|-----------------------------|----|----------------|------|------|-------|-------|
|                             |    | C              | Si   | Mn   | P     | S     |
| Q235                        | A  | 0.22           | 0.35 | 1.40 | 0.045 | 0.050 |
|                             | B  | 0.20           |      |      |       | 0.045 |
|                             | C  | 0.17           |      |      | 0.040 | 0.040 |
|                             | D  |                |      |      | 0.035 | 0.035 |
| 经需方同意，Q235B 的碳含量可不大于 0.22%。 |    |                |      |      |       |       |

表 2 GB/T 1591 热轧钢的化学成分 Table 2 Chemical cmposition of hot rolled steel in GB/T 1591

| 牌 号                                                                                                                                                                  |         | 化 学 成 分 （ 质 量 分 数 ） / % |      |      |      |       |       |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|------|------|------|-------|-------|-----------------|----------------|------|------|------|------|------|----------------|---|
| 钢 级                                                                                                                                                                  | 质 量 等 级 | C <sup>a</sup>          |      | Si   | Mn   | P     | S     | Nb <sup>b</sup> | V <sup>c</sup> | Ti   | Cr   | Ni   | Cu   | Mo   | N <sup>d</sup> | B |
|                                                                                                                                                                      |         | 厚 度 / mm                |      | ≤    |      |       |       |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |
|                                                                                                                                                                      |         | ≤ 40                    | > 40 |      |      |       |       |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |
|                                                                                                                                                                      |         | ≤                       |      |      |      |       |       |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |
| Q355                                                                                                                                                                 | B       | 0.24                    |      | 0.55 | 1.60 | 0.035 | 0.035 | -               | -              | -    | 0.30 | 0.30 | 0.40 | -    | 0.012          | - |
|                                                                                                                                                                      | C       | 0.20                    | 0.22 |      |      | 0.030 | 0.030 |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |
|                                                                                                                                                                      | D       | 0.20                    | 0.22 |      |      | 0.025 | 0.025 |                 |                |      |      |      |      |      | -              |   |
| Q390                                                                                                                                                                 | B       | 0.20                    |      | 0.55 | 1.70 | 0.035 | 0.035 | 0.05            | 0.13           | 0.05 | 0.30 | 0.50 | 0.40 | 0.10 | 0.015          | - |
|                                                                                                                                                                      | C       |                         |      |      |      | 0.030 | 0.030 |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |
|                                                                                                                                                                      | D       |                         |      |      |      | 0.025 | 0.025 |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |
| a 公称厚度大于 30mm 的钢材，碳含量不大于 0.22%。<br>bQ390、Q420 最高可到 0.07%。<br>c 最高可到 0.20%。<br>d 如果钢中酸溶铝 Als 含量不小于 0.015% 或全铝 Alt 含量不小于 0.020%，或添加了其他固氮合金元素，氮元素含量不作限制，固氮元素应在质量证明书中注明。 |         |                         |      |      |      |       |       |                 |                |      |      |      |      |      |                |   |

表 3 GB/T 1591 热轧状态交货钢材的碳当量（基于熔炼分析）Table 3 CEV of hot rolled steel in GB/T 1591

| 牌号   |      | 碳当量 CEV（质量分数）/%，≤ |         |          |           |
|------|------|-------------------|---------|----------|-----------|
| 钢级   | 质量等级 | 公称厚度 /mm          |         |          |           |
|      |      | ≤ 30              | > 30~63 | > 63~150 | > 150~250 |
| Q355 | B    | 0.45              | 0.47    | 0.47     | 0.49      |
|      | C    |                   |         |          |           |
|      | D    |                   |         |          |           |
| Q390 | B    | 0.45              | 0.47    | 0.48     | -         |
|      | C    |                   |         |          |           |
|      | D    |                   |         |          |           |

表 4 GB/T 1591 正火、正火轧制钢的化学成分

Table 4 Chemical composition of normalized and normalized rolled steel in GB/T 1591 standard

| 牌 号                                                                           |         | 化 学 成 分 （ 质 量 分 数 ） / % |      |           |       |       |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|------|-----------|-------|-------|------------|-----------|-----------------|------|------|------|------|-------|-----------------------|--|
| 钢 级                                                                           | 质 量 等 级 | C                       | Si   | Mn        | P     | S     | Nb         | V         | Ti <sup>b</sup> | Cr   | Ni   | Cu   | Mo   | N     | Als <sup>c</sup><br>≥ |  |
|                                                                               |         | ≤                       |      |           | ≤     |       |            |           |                 | ≤    |      |      |      |       |                       |  |
| Q355N                                                                         | B       | 0.20                    | 0.50 | 0.90~1.65 | 0.035 | 0.035 | 0.005~0.05 | 0.01~0.12 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.50 | 0.40 | 0.10 | 0.015 | 0.015                 |  |
|                                                                               | C       |                         |      |           | 0.030 | 0.030 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
|                                                                               | D       |                         |      |           | 0.030 | 0.025 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
|                                                                               | E       | 0.18                    |      |           | 0.025 | 0.020 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
|                                                                               | F       | 0.16                    |      |           | 0.020 | 0.010 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
| Q390N                                                                         | B       | 0.20                    | 0.50 | 0.90~1.70 | 0.035 | 0.035 | 0.01~0.05  | 0.01~0.20 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.50 | 0.40 | 0.10 | 0.015 | 0.015                 |  |
|                                                                               | C       |                         |      |           | 0.030 | 0.030 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
|                                                                               | D       |                         |      |           | 0.030 | 0.025 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
|                                                                               | E       |                         |      |           | 0.025 | 0.020 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
| Q420N                                                                         | B       | 0.20                    | 0.60 | 1.0~1.70  | 0.035 | 0.035 | 0.01~0.05  | 0.01~0.20 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.80 | 0.40 | 0.10 | 0.015 | 0.015                 |  |
|                                                                               | C       |                         |      |           | 0.030 | 0.030 |            |           |                 |      |      |      |      | 0.025 |                       |  |
|                                                                               | D       |                         |      |           | 0.030 | 0.025 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
|                                                                               | E       |                         |      |           | 0.025 | 0.020 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
| Q460N <sup>a</sup>                                                            | C       | 0.20                    | 0.60 | 1.0~1.70  | 0.030 | 0.030 | 0.01~0.05  | 0.01~0.20 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.80 | 0.40 | 0.10 | 0.015 | 0.015                 |  |
|                                                                               | D       |                         |      |           | 0.030 | 0.025 |            |           |                 |      |      |      |      | 0.025 |                       |  |
|                                                                               | E       |                         |      |           | 0.025 | 0.020 |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
| 钢中应至少含有铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素中一种，单独或组合加入时，应保证其中至少一种合金元素含量不小于表中规定元素的下限。                |         |                         |      |           |       |       |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
| aV+Nb+Ti ≤ 0.22%，Mo+Cr ≤ 0.30%。                                               |         |                         |      |           |       |       |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
| b 最高可到 0.20%。                                                                 |         |                         |      |           |       |       |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |
| c 可用全铝 Alt 替代，此时全铝最小含量为 0.020%，当钢中添加了铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素且含量不小于表中规定含量的下限时，铝含量下限值不限。 |         |                         |      |           |       |       |            |           |                 |      |      |      |      |       |                       |  |

表 5 GB/T 1591 正火、正火轧制状态交货钢材的碳当量（基于熔炼分析）

Table 5 CEV of N and NR steel in GB/T 1591

| 牌号    |           | 碳当量 CEV（质量分数）/%，≤ |          |           |
|-------|-----------|-------------------|----------|-----------|
| 钢级    | 质量等级      | 公称厚度 /mm          |          |           |
|       |           | ≤ 63              | > 63~100 | > 100~250 |
| Q355N | B、C、D、E、F | 0.43              | 0.45     | 0.45      |
| Q390N | B、C、D、E   | 0.46              | 0.48     | 0.49      |
| Q420N | B、C、D、E   | 0.48              | 0.50     | 0.52      |

表 6 GB/T 1591 热机械轧制钢的化学成分 Table 6 Chemical composition of TMCP steel in GB/T 1591 standard

| 牌号                                                                                        |      | 化学成分（质量分数）/% |      |      |       |       |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------|------|------|-------|-------|-----------|-----------|-----------------|------|------|------|------|-------|-----------------------|
| 钢级                                                                                        | 质量等级 | C            | Si   | Mn   | P     | S     | Nb        | V         | Ti <sup>a</sup> | Cr   | Ni   | Cu   | Mo   | N     | Als <sup>b</sup><br>≥ |
|                                                                                           |      | ≤            |      |      |       |       |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
| Q355M                                                                                     | B    | 0.14         | 0.50 | 1.60 | 0.035 | 0.035 | 0.01~0.05 | 0.01~0.10 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.50 | 0.40 | 0.10 | 0.015 | 0.015                 |
|                                                                                           | C    |              |      |      | 0.030 | 0.030 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
|                                                                                           | D    |              |      |      | 0.030 | 0.025 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
|                                                                                           | E    |              |      |      | 0.025 | 0.020 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
|                                                                                           | F    |              |      |      | 0.020 | 0.010 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
| Q390M                                                                                     | B    | 0.15         | 0.50 | 1.70 | 0.035 | 0.035 | 0.01~0.05 | 0.01~0.12 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.50 | 0.40 | 0.10 | 0.015 | 0.015                 |
|                                                                                           | C    |              |      |      | 0.030 | 0.030 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
|                                                                                           | D    |              |      |      | 0.030 | 0.025 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
|                                                                                           | E    |              |      |      | 0.025 | 0.020 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
| Q420M                                                                                     | B    | 0.16         | 0.50 | 1.70 | 0.035 | 0.035 | 0.01~0.05 | 0.01~0.12 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.80 | 0.40 | 0.20 | 0.015 | 0.015                 |
|                                                                                           | C    |              |      |      | 0.030 | 0.030 |           |           |                 |      |      |      |      | 0.025 |                       |
|                                                                                           | D    |              |      |      | 0.030 | 0.025 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
|                                                                                           | E    |              |      |      | 0.025 | 0.020 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
| Q460M                                                                                     | C    | 0.16         | 0.60 | 1.70 | 0.030 | 0.030 | 0.01~0.05 | 0.01~0.12 | 0.006~0.05      | 0.30 | 0.80 | 0.40 | 0.20 | 0.015 | 0.015                 |
|                                                                                           | D    |              |      |      | 0.030 | 0.025 |           |           |                 |      |      |      |      | 0.025 |                       |
|                                                                                           | E    |              |      |      | 0.025 | 0.020 |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
| 钢中应至少含有铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素中一种，单独或组合加入时，应保证其中至少一种合金元素含量不小于表中规定元素的下限。                            |      |              |      |      |       |       |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
| a 最高可到 0.20%。                                                                             |      |              |      |      |       |       |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |
| b 可用全铝 Al <sub>T</sub> 替代，此时全铝最小含量为 0.020%，当钢中添加了铝、铌、钒、钛等细化晶粒元素且含量不小于表中规定含量的下限时，铝含量下限值不限。 |      |              |      |      |       |       |           |           |                 |      |      |      |      |       |                       |

表 7 GB/T 1591 热机械轧制或热机械轧制加回火状态交货钢材的碳当量及焊接裂纹敏感性指数（熔炼分析）

Table 7 CEV and Pcm of steel delivered in TMCP or TMCP+Tstate according to GB/T 1591 standard

| 牌 号   |           | 碳当量 CEV（质量分数）/%，≤ |         |         |          |           | 焊接裂纹敏感性指数 Pcm（质量分数）/%，≤ |
|-------|-----------|-------------------|---------|---------|----------|-----------|-------------------------|
| 钢 级   | 质量等级      | 公称厚度 /mm          |         |         |          |           |                         |
|       |           | ≤ 16              | > 16~40 | > 40~63 | > 63~120 | > 120~150 |                         |
| Q355M | B、C、D、E、F | 0.39              | 0.39    | 0.49    | 0.45     | 0.45      | 0.20                    |
| Q390M | B、C、D、E   | 0.41              | 0.43    | 0.44    | 0.46     | 0.46      | 0.20                    |
| Q420M | B、C、D、E   | 0.43              | 0.45    | 0.46    | 0.47     | 0.47      | 0.20                    |
| Q460M | C、D、E     | 0.45              | 0.46    | 0.47    | 0.48     | 0.48      | 0.22                    |

2.10.3 力学性能 Mechanical Properties

表 8 GB/T 700 的力学性能要求 Table 8 Mechanical property requirements of GB/T 700

| 牌号                                                                                                       | 等级 | 屈服强度 $R_{eH}/\text{ (N/mm}^2\text{ )}$ , $\geq$ |               |               |                |                 |                 | 抗拉强度 <sup>a</sup><br>$R_m/\text{ (N/mm}^2\text{ )}$ | 断后伸长率 A/% , $\geq$ |               |                |                 |                 | 冲击试验 ( V 型缺口) |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------------|
|                                                                                                          |    | 厚度 /mm                                          |               |               |                |                 |                 |                                                     | 厚度 /mm             |               |                |                 |                 | 温度<br>/°C     | 冲击吸收供<br>(纵向) /J $\geq$ |
|                                                                                                          |    | $\leq 16$                                       | $> 16\sim 40$ | $> 40\sim 60$ | $> 60\sim 100$ | $> 100\sim 150$ | $> 150\sim 200$ |                                                     | $\leq 40$          | $> 40\sim 60$ | $> 60\sim 100$ | $> 100\sim 150$ | $> 150\sim 200$ |               |                         |
| Q235                                                                                                     | A  | 235                                             | 225           | 215           | 215            | 195             | 185             | 370~500                                             | 26                 | 25            | 24             | 22              | 21              |               | -                       |
|                                                                                                          | B  |                                                 |               |               |                |                 |                 |                                                     |                    |               |                |                 |                 | 20            | 27 <sup>b</sup>         |
|                                                                                                          | C  |                                                 |               |               |                |                 |                 |                                                     |                    |               |                |                 |                 | 0             |                         |
|                                                                                                          | D  |                                                 |               |               |                |                 |                 |                                                     |                    |               |                |                 |                 | -20           |                         |
| a 厚度大于 100mm 的钢材，抗拉强度下限允许降低 20N/mm <sup>2</sup> 。<br>b 厚度小于 25mm 的 Q235B 级钢材，如供方能保证冲击吸收功值合格，经需方同意，可不作检验。 |    |                                                 |               |               |                |                 |                 |                                                     |                    |               |                |                 |                 |               |                         |

表 9 GB/T 1591 热轧钢材的拉伸性能 Table 9 Tensile properties of hot rolled steel in GB/T 1591 standard

| 牌 号  |            | 上屈服强度 ReH <sup>a</sup> /MPa， ≥ |         |         |         |          |           |           |           | 抗拉强度 Rm/MPa |           |           |
|------|------------|--------------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| 钢 级  | 质 量<br>等 级 | 公称厚度 /mm                       |         |         |         |          |           |           |           |             |           |           |
|      |            | ≤ 16                           | > 16~40 | > 40~63 | > 63~80 | > 80~100 | > 100~150 | > 150~200 | > 200~250 | ≤ 100       | > 100~150 | > 150~250 |
| Q355 | B、 C       | 355                            | 345     | 335     | 325     | 315      | 295       | 285       | 275       | 470~630     | 450~600   | 450~600   |
|      | D          |                                |         |         |         |          |           |           |           |             |           |           |
| Q390 | B、 C、 D    | 390                            | 380     | 360     | 340     | 340      | 320       | -         | -         | 490~650     | 470~620   | -         |

表 10 GB/T 1591 热轧钢材的伸长率 Table 10 Elongation of hot rolled steel in GB/T 1591 standard

| 牌号   |       | 断后伸长率 A/%，≥ |      |         |          |           |           |
|------|-------|-------------|------|---------|----------|-----------|-----------|
| 钢级   | 质量等级  | 公称厚度 /mm    |      |         |          |           |           |
|      |       | 试样方向        | ≤ 40 | > 40~63 | > 63~100 | > 100~150 | > 150~250 |
| Q355 | B、C、D | 纵向          | 22   | 21      | 20       | 18        | 17        |
|      |       | 横向          | 20   | 19      | 18       | 18        | 17        |
| Q390 | B、C、D | 纵向          | 21   | 20      | 20       | 19        | -         |
|      |       | 横向          | 20   | 19      | 19       | 18        | -         |

表 11 GB/T 1591 正火、正火轧制钢材的拉伸性能

Table 11 Tensile properties of N and NR steel in GB/T 1591 standard

| 牌号                                                              |               | 上屈服强度 R <sub>eH</sub> <sup>a</sup> /MPa， ≥ |              |              |              |               |                |                |                | 抗拉强度 R <sub>m</sub> /MPa |                |                | 断后伸长率 A/%， ≥ |              |              |              |               |                |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|
| 钢级                                                              | 质量等级          | 公称厚度 /mm                                   |              |              |              |               |                |                |                |                          |                |                | 公称厚度 /mm     |              |              |              |               |                |
|                                                                 |               | ≤ 16                                       | > 16<br>~ 40 | > 40<br>~ 63 | > 63<br>~ 80 | > 80<br>~ 100 | > 100<br>~ 150 | > 150<br>~ 200 | > 200<br>~ 250 | ≤ 100                    | > 100<br>~ 200 | > 200<br>~ 250 | ≤ 16         | > 16<br>~ 40 | > 40<br>~ 63 | > 63<br>~ 80 | > 80<br>~ 200 | > 200<br>~ 250 |
|                                                                 |               |                                            |              |              |              |               |                |                |                |                          |                |                |              |              |              |              |               |                |
| Q355N                                                           | B、 C、 D、 E、 F | 355                                        | 345          | 335          | 325          | 315           | 295            | 285            | 275            | 470~630                  | 450~600        | 450~600        | 22           | 22           | 22           | 21           | 21            | 21             |
| Q390N                                                           | B、 C、 D、 E    | 390                                        | 380          | 360          | 340          | 340           | 320            | 310            | 300            | 490~650                  | 470~620        | 470~620        | 20           | 20           | 20           | 19           | 19            | 19             |
| Q420N                                                           | B、 C、 D、 E    | 420                                        | 400          | 390          | 370          | 360           | 340            | 330            | 320            | 520~680                  | 500~650        | 500~650        | 19           | 19           | 19           | 18           | 18            | 18             |
| Q460N                                                           | C、 D、 E       | 460                                        | 440          | 430          | 410          | 400           | 380            | 370            | 370            | 540~720                  | 530~710        | 510~690        | 17           | 17           | 17           | 17           | 17            | 16             |
| 注：正火状态包含正火加回火状态。                                                |               |                                            |              |              |              |               |                |                |                |                          |                |                |              |              |              |              |               |                |
| a 当屈服不明显时，可用规定塑性延伸强度 R <sub>p0.2</sub> 代替上屈服强度 R <sub>eH0</sub> |               |                                            |              |              |              |               |                |                |                |                          |                |                |              |              |              |              |               |                |

表 12 GB/T 1591 热机械轧制（TMCP）钢材的拉伸性能

Table 12 Tensile properties of TMCP steel in GB/T 1591 standard

| 牌 号                                                                           |           | 上屈服强度 R <sub>eH</sub> <sup>a</sup> /MPa， ≥ |         |         |         |          |           | 抗拉强度 R <sub>m</sub> /MPa |            |            |             | 断后伸<br>长率<br>A/%<br>≥ |           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|---------|---------|---------|----------|-----------|--------------------------|------------|------------|-------------|-----------------------|-----------|--|
| 钢 级                                                                           | 质 量 等 级   | 公称厚度 /mm                                   |         |         |         |          |           |                          |            |            |             |                       |           |  |
|                                                                               |           | ≤<br>16                                    | > 16~40 | > 40~63 | > 63~80 | > 80~100 | > 100~120 | ≤<br>40                  | ><br>40~63 | ><br>63~80 | ><br>80~100 |                       | > 100~120 |  |
| Q355M                                                                         | B、C、D、E、F | 355                                        | 345     | 335     | 325     | 325      | 320       | 470~630                  | 450~610    | 440~600    | 440~600     | 430~590               | 22        |  |
| Q390M                                                                         | B、C、D、E   | 390                                        | 380     | 360     | 340     | 340      | 335       | 490~650                  | 480~640    | 470~630    | 460~620     | 450~610               | 20        |  |
| Q420M                                                                         | B、C、D、E   | 420                                        | 400     | 390     | 380     | 370      | 365       | 520~680                  | 500~660    | 480~640    | 470~630     | 460~620               | 19        |  |
| Q460M                                                                         | C、D、E     | 460                                        | 440     | 430     | 410     | 400      | 385       | 540~720                  | 530~710    | 510~690    | 500~680     | 490~660               | 17        |  |
| 注：热机械轧制（TMCP）状态包含热机械轧制（TMCP）加回火状态。                                            |           |                                            |         |         |         |          |           |                          |            |            |             |                       |           |  |
| a 当屈服不明显时，可用规定塑性延伸强度 R <sub>p0.2</sub> 代替上屈服强度 R <sub>eH</sub> <sup>o</sup> 。 |           |                                            |         |         |         |          |           |                          |            |            |             |                       |           |  |

表 13 GB/T 1591 夏比（V 型缺口）冲击试验的温度和冲击吸收能量

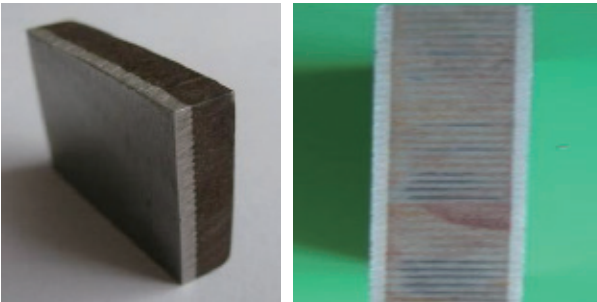
Table 13 Charpy (V-notch) impact test temperature and impact absorption energy in GB/T 1591 standard

| 牌号                                                                                               |      | 以下实验温度的冲击吸收能力最小值 KV2/J |    |    |    |                 |    |                 |                 |      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|----|----|----|-----------------|----|-----------------|-----------------|------|----|
| 钢级                                                                                               | 质量等级 | 20℃                    |    | 0℃ |    | -20℃            |    | -40℃            |                 | -60℃ |    |
|                                                                                                  |      | 纵向                     | 横向 | 纵向 | 横向 | 纵向              | 横向 | 纵向              | 横向              | 纵向   | 横向 |
| Q355、Q390、Q420                                                                                   | B    | 34                     | 27 | -  | -  | -               | -  | -               | -               | -    | -  |
| Q355、Q390、Q420、Q460                                                                              | C    | -                      | -  | 34 | 27 | -               | -  | -               | -               | -    | -  |
| Q355、Q390                                                                                        | D    | -                      | -  | -  | -  | 34              | 27 | -               | -               | -    | -  |
| Q355N、Q390N、Q420N                                                                                | B    | 34                     | 27 | -  | -  | -               | -  | -               | -               | -    | -  |
| Q355N、Q390N、Q420N、Q460N                                                                          | C    | -                      | -  | 34 | 27 | -               | -  | -               | -               | -    | -  |
|                                                                                                  | D    | 55                     | 31 | 47 | 27 | 40 <sup>a</sup> | 20 | -               | -               | -    | -  |
|                                                                                                  | E    | 63                     | 40 | 55 | 34 | 47              | 27 | 31 <sup>b</sup> | 20 <sup>b</sup> | -    | -  |
| Q355N                                                                                            | F    | 63                     | 40 | 55 | 34 | 47              | 27 | 31              | 20              | 27   | 16 |
| Q355M、Q390M、Q420M                                                                                | B    | 34                     | 27 | -  | -  | -               | -  | -               | -               | -    | -  |
| Q355M、Q390M、Q420M、Q460M                                                                          | C    | -                      | -  | 34 | 27 | -               | -  | -               | -               | -    | -  |
|                                                                                                  | D    | 55                     | 31 | 47 | 27 | 40 <sup>a</sup> | 20 | -               | -               | -    | -  |
|                                                                                                  | E    | 63                     | 40 | 55 | 34 | 47              | 27 | 31 <sup>b</sup> | 20 <sup>b</sup> | -    | -  |
| Q355M                                                                                            | F    | 63                     | 40 | 55 | 34 | 47              | 27 | 31              | 20              | 27   | 16 |
| 当需方未指定试验温度时，正火、正火轧制和热机械轧制的 C、D、E、F 级钢材分别做 0℃、-20℃、-40℃、-60℃冲击。冲击试验取纵向试样，经供需双方协商，也可取横向试样。         |      |                        |    |    |    |                 |    |                 |                 |      |    |
| a 当需方指定时，D 级钢可做 -30℃冲击试验时，冲击吸收能量纵向不小于 27J。<br>b 当需方指定时，E 级钢可做 -50℃冲击时，冲击吸收能量纵向不小于 27J、横向不小于 16J。 |      |                        |    |    |    |                 |    |                 |                 |      |    |

2.11 不锈钢复合板 Stainless steel clad plate and strips

首钢复合板卷自 2014 年开始研发生产，至 2020 年建成国内首条全流程复合板 / 卷自动化生产线，涵盖智能化制坯线、复合卷撕分抛光重卷功能一体化撕分线、复合板精整后处理线，实现复合板、复合卷产品全覆盖，设计年产能 5 万吨。

产品覆盖碳钢 + 碳钢、碳钢 + 不锈钢、碳钢 + 钛合金、碳钢 - 镍基合金等复合板产品。品种涵盖桥梁类复合板、结构类复合板、管线类复合板、容器类复合板等系列，广泛应用于桥梁结构、压力容器、化学品船、化工管道等项目。



桥梁结构用不锈钢复合板  
Stainless Steel Clad Plate for Bridge Structure

- 用途：平潭公铁两用大桥横梁垫板
- 特点：海洋环境与混凝土腐蚀
- 用户：中铁大桥局
- 材质：Q370qD+316L



石油管线用不锈钢复合板  
Stainless Steel Clad Plate for Petroleum Pipelines

- 用途：塔里木油田用不锈钢复合管
- 特点：高硫油气（H2S、CO2 等）
- 用户：番禺珠江钢管
- 材质：X60+316L



煤化工用不锈钢复合板

Stainless Steel clad Plate for Coal Chemical Industry

- 用途：煤制气用减压塔器
- 特点：油气及添加剂的腐蚀
- 用户：中石化宁波天翼
- 材质：A516Gr70+410s



冶金行业用不锈钢复合板

Stainless Steel Clad Plate for Metallurgical Industry

- 用途：高炉热风炉系统
- 特点：高温、混酸（含 Cl-、SO42-、NO3-）
- 材质：Q345R+904L



2.11.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 基层材质<br>Base metal                                                                                                                             |                                               | 复层材质<br>Cladding metal                               |                                                  | 厚度<br>thickness (mm)                                                                                                               | 可执行标准<br>Standard                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 结构钢<br>Structure steel                                                                                                                         | Q235/Q345/370qD 等                             | 奥氏体不锈钢<br>austenitic stainless steel                 | 304/304L、<br>310S/321<br>316/316L、<br>317/317L 等 | 基层 Base<br>(2~60*) +<br>复层 Cladding<br>(0.5~8)<br><br>注 *: 厚度超过<br>60mm 可协商<br>Note *: thickness<br>over 60mm can<br>be negotiated | ASTM A263<br>ASTMA264<br>ASTMA265<br>JIS G3601/3602/3603<br>GB/T8165<br>YB/T4282<br>GB/T8547 |
| 容器钢<br>Vessel steel                                                                                                                            | Q245R/Q345R<br>16MnDR/A516 Gr70<br>09MnNiDR 等 | 铁素体或马氏体不锈钢<br>Ferrite or martensitic stainless steel | 1Cr13/4Cr13<br>410/410s 等                        |                                                                                                                                    |                                                                                              |
| 管线钢<br>Bridge steel                                                                                                                            | X60/X65MS/X70 等                               | 双相不锈钢<br>Duplex stainless steel                      | 2101/2205 等                                      |                                                                                                                                    |                                                                                              |
| 船板钢<br>Shipbuilding steel                                                                                                                      | A460/A500 等                                   | 镍基合金<br>或纯钛<br>hastelloy Or pure titanium            | 825 TA1/TA2 等                                    |                                                                                                                                    |                                                                                              |
| 注：常规供货规格范围：基层 (2~60)+ 复层 (0.5~8)×1450~4000×L（中板长度≤ 15000）<br>Thickness: base metal (2~60) +cladding metal (0.5~8) ×1450~4000×L（Length ≤ 15000） |                                               |                                                      |                                                  |                                                                                                                                    |                                                                                              |

2.11.2 实物质量 Properties

桥梁结构用不锈钢复合板 Stainless Steel Clad Plate for Bridge Structure

| 钢种                    | Rp0.2,<br>MPa | Rm,<br>MPa | A, % | Kv <sub>2</sub> , -20°C, J | 冷弯,<br>d=2a,180° | 剪切强度,<br>MPa | 晶间腐蚀<br>A262-E |
|-----------------------|---------------|------------|------|----------------------------|------------------|--------------|----------------|
| Q370qD+316L<br>(36+3) | 425           | 564        | 25.0 | <u>340 312 318</u><br>323  | 内外弯曲<br>合格       | 474 474      | OK             |
| Q370qD+316L<br>(40+3) | 453           | 579        | 25.0 | <u>329 332 341</u><br>334  |                  | 525 504      | OK             |
| 标准要求                  | ≥ 370         | ≥ 510      | ≥ 20 | 平均 ≥ 120                   |                  | ≥ 210        |                |

石油管线用不锈钢复合板 Stainless Steel Clad Plate for Petroleum Pipelines

| 钢种       | 状态    | 位置 | Rp0.2,<br>MPa | Rm,<br>MPa | A,<br>% | Kv <sub>2</sub> , -20°C, J | 冷弯,<br>d=2a,180° | 剪切强度,<br>MPa | 晶间腐蚀<br>A262-E |
|----------|-------|----|---------------|------------|---------|----------------------------|------------------|--------------|----------------|
| X60+316L | 钢板    | 基层 | 452           | 540        | 44      | <u>418 428 432</u><br>426  | 内外弯曲<br>合格       | 439          |                |
|          |       | 复层 | 353           | 568        | 50      |                            |                  |              | OK             |
|          | 制管后   | 基层 | 500           | 620        | 44      | <u>282 273 284</u><br>280  |                  | 370          |                |
| 技术要求     | 板 & 管 | 基层 | 445~565       | 520~760    | ≥ 24    | ≥ 160                      |                  | ≥ 350        |                |
|          |       | 复层 | ≥ 470         | ≥ 485      | ≥ 40    |                            |                  |              | OK             |

煤化工用不锈钢复合板 Stainless Steel clad Plate for Coal Chemical Industry

| 钢种                      | Rp0.2, MPa | Rm, MPa | A, % | Kv <sub>2</sub> , -37°C, J | 冷弯, d=2a,180° | 剪切强度, MPa |
|-------------------------|------------|---------|------|----------------------------|---------------|-----------|
| A516Gr70+410s<br>(16+4) | 360        | 544     | 66   | <u>150 171 175</u><br>165  | 内外弯曲<br>合格    | 340 330   |
| 技术要求                    | ≥ 260      | 485~620 | ≥ 40 | ≥ 27                       |               | ≥ 210     |
| A516Gr70+410s<br>(18+4) | 346        | 542     | 69   | <u>196 176 99</u><br>157   | 内外弯曲<br>合格    | 329 310   |
| 技术要求                    | ≥ 260      | 485~620 | ≥ 40 | ≥ 27                       |               | ≥ 210     |

冶金行业用不锈钢复合板 Stainless Steel Clad Plate for Metallurgical Industry

| 钢种                   |    | Rp0.2,<br>MPa | Rm,<br>MPa | A, % | Kv <sub>2</sub> , 0°C, J  | 冷弯,<br>d=3a,180° | 剪切强度,<br>MPa | 晶间腐蚀<br>GB/T4334-E |
|----------------------|----|---------------|------------|------|---------------------------|------------------|--------------|--------------------|
| Q345R+904L<br>(47+3) | 基层 | 355           | 542        | 32   | <u>232 239 261</u><br>244 | 内外弯曲<br>合格       | 297 354      | OK                 |
|                      | 复层 | 390           | 531        | 36   |                           |                  |              |                    |
| 标准要求                 | 基层 | ≥ 315         | 490~620    | ≥ 21 | ≥ 41                      |                  | ≥ 210        |                    |
|                      | 复层 | ≥ 220         | ≥ 490      | ≥ 35 |                           |                  |              |                    |

2.12 低温镍系钢 Vessel steel

船用 9Ni 钢通过 ABS、CCS、LR、NK、DNVGL 等五国船级社认证，陆地用 9Ni 钢通过特检院技术评价。  
首钢低温镍系钢产品广泛应用于中集南通太平洋、招商局金陵鼎恒、江苏华滋等船厂船用 LNG 罐项目。

9Ni steel for ship has passed ABS, CCS, LR, NK, DNVGL certification, and 9Ni steel for land tank has passed the technical evaluation of the special inspection Institute.  
Shougang low-temperature nickel series steel products are widely used in Marine LNG tank projects of CIMC Nantong Pacific, China Merchants Jinling Dingheng, Jiangsu Huazi and other shipyards.



2.12.1 供货牌号及规格 Steel grade and dimension

| 牌号<br>Steel Grade            | 规格 Dimension (mm) |             |              | 执行标准<br>Standard | 交货状态<br>Delivery condition |
|------------------------------|-------------------|-------------|--------------|------------------|----------------------------|
|                              | 厚度<br>Thickness   | 宽度<br>width | 长度<br>Length |                  |                            |
| 9Ni                          | 6~50              | 1050~4050   | 5000~23000   | CCS CLASS RULE   | QT                         |
| NV 9Ni <b>a</b> /b           |                   |             |              | DNVGL CLASS RULE | QT                         |
| KL9N60                       |                   |             |              | NK CLASS RULE    | QT                         |
| 9Ni                          |                   |             |              | LR CLASS RULE    | QT                         |
| ASTM A553 (9%Ni)             |                   |             |              | ABS CLASS RULE   | QT                         |
| 06Ni9DR、X7Ni9、SA-553M Type I | 5~50              | 1050~4050   | 5000~23000   | Q/SGZGS 0349     | QT                         |

2.12.2 化学成份 Chemical Composition

表 1 CCS 船规化学成份要求

Table 1 Chemical composition requirements of CCS class rule

| 牌 号                                                                                | 化学成分 ( 质量分数 )/% |             |             |       |      |      |      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------|------|------|------|------------|
|                                                                                    | C               | Si          | Mn          | P     | S    | Mo   | Cr   | Ni         |
|                                                                                    | 不大于             |             |             | 不大于   |      |      |      |            |
| 9Ni                                                                                | 0.10            | 0.10 ~ 0.35 | 0.30 ~ 0.90 | 0.025 | 0.02 | 0.08 | 0.25 | 8.5 ~ 10.0 |
| 其他元素：Cu ≤ 0.35%；Cr+Cu+Mo ≤ 0.60%；Als ≥ 0.015%<br>含氮良应不超过 0.009%（如含有铝时，应不超过 0.012%） |                 |             |             |       |      |      |      |            |

表 2 DNVGL 船规化学成份要求

Table 2 Chemical composition requirements of DNVGL class rule

| 牌 号                | 化 学 成 分 ( 质 量 分 数 )/% |             |             |       |       |    |    |            |
|--------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------|-------|----|----|------------|
|                    | C                     | Si          | Mn          | P     | S     | Mo | Cr | Ni         |
|                    | 不大于                   |             |             | 不大于   |       |    |    |            |
| NV 9Ni <b>a</b> /b | 0.10                  | 0.10 ～ 0.35 | 0.30 ～ 0.90 | 0.025 | 0.025 | -  | -  | 8.5 ～ 10.0 |
| 其他元素：Alt ≥ 0.010%  |                       |             |             |       |       |    |    |            |

表 3 NK 船规化学成份要求

Table 3 Chemical composition requirements of NK class rule

| 牌号     | 化学成分 ( 质量分数 )/% |          |             |       |       |    |    |           |
|--------|-----------------|----------|-------------|-------|-------|----|----|-----------|
|        | C               | Si       | Mn          | P     | S     | Mo | Cr | Ni        |
|        | 不大于 0.10        | 不大于 0.30 | 0.30 ~ 0.90 | 0.025 | 0.025 | -  | -  |           |
| KL9N60 | 不大于 0.10        | 不大于 0.30 | 0.30 ~ 0.90 | 0.025 | 0.025 | -  | -  | 8.5 ~ 9.5 |

表 4 LR 船规化学成份要求

Table 4 Chemical composition requirements of LR class rule

| 牌 号                                                        | 化学成分 ( 质量分数 )/% |             |             |       |       |      |      |            |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------|-------|------|------|------------|
|                                                            | C               | Si          | Mn          | P     | S     | Mo   | Cr   | Ni         |
|                                                            | 不大于             |             |             | 不大于   |       |      |      |            |
| 9Ni                                                        | 0.10            | 0.10 ～ 0.35 | 0.30 ～ 0.90 | 0.025 | 0.020 | 0.08 | 0.25 | 8.5 ～ 10.0 |
| 其他元素：Cu ≤ 0.35%；Cr+Cu+Mo ≤ 0.60%；Als ≥ 0.015%；Alt ≥ 0.020% |                 |             |             |       |       |      |      |            |

表 5 ABS 船规化学成份要求

Table 5 Chemical composition requirements of ABS class rule

| 牌 号                 | 化 学 成 分 ( 质 量 分 数 )/% |             |          |       |       |    |    |           |
|---------------------|-----------------------|-------------|----------|-------|-------|----|----|-----------|
|                     | C                     | Si          | Mn       | P     | S     | Mo | Cr | Ni        |
|                     |                       |             |          | 不大于   |       |    |    |           |
| ASTM A553<br>(9%Ni) | 不大于 0.13              | 0.15 ～ 0.40 | 不大于 0.90 | 0.015 | 0.015 | -  | -  | 8.5 ～ 9.5 |

表 6 陆地罐用 9Ni 钢化学成份要求

Table 6 Chemical composition requirements of land tanks for 9Ni steel

| 牌 号                                                                            | 化 学 成 分 ( 质 量 分 数 ) / % |              |             |       |       |      |      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------|-------|------|------|------------|
|                                                                                | C                       | Si           | Mn          | P     | S     | Mo   | Cr   | Ni         |
|                                                                                | 不大于                     |              |             | 不大于   |       |      |      |            |
| 06Ni9DR <sup>a</sup>                                                           | 0.08                    | 0.15 ~ 0.35  | 0.30 ~ 0.80 | 0.006 | 0.003 | 0.10 | 0.01 | 8.5 ~ 9.5  |
| X7Ni9 <sup>a</sup>                                                             | 0.10                    | ≤ 0.35       | 0.30 ~ 0.80 | 0.015 | 0.005 | 0.10 | 0.01 | 8.5 ~ 10.0 |
| SA-553M Type I                                                                 | 0.13                    | 0.15 ~ 0.40b | ≤ 0.90      | 0.015 | 0.015 | 0.10 | 0.01 | 8.5 ~ 9.5  |
| a Cr+Cu+Mo ≤ 0.50% ;<br>b Alt 含量不小于 0.030% 或 Als 含量不小于 0.025% 时, Si 元素含量下限不适用。 |                         |              |             |       |       |      |      |            |

2.12.3 力学性能 Mechanical Properties

表 7 CCS 船规常规力学性能要求

Table 7 General mechanical properties requirements of CCS class rule

| 牌号  | 公称厚度<br>mm | 交货状态                 | 拉伸试验 (横向)   |             |                        | 冲击试验    |                                      |                                      |
|-----|------------|----------------------|-------------|-------------|------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|     |            |                      | 抗拉强度<br>MPa | 屈服强度<br>MPa | 断后伸长率<br>%             | 温度<br>℃ | 冲击吸收能量<br>(纵向)<br>KV <sub>2</sub> /J | 冲击吸收能量<br>(横向)<br>KV <sub>2</sub> /J |
| 9Ni | t ≤ 50     | 淬火 + 回火 <sup>e</sup> | 640 ~ 830   | ≥ 490       | A <sub>50</sub> ≥ 19.0 | -196    | 41                                   | 27                                   |

表 8 DNVGL 船规常规力学性能要求

Table 8 General mechanical properties requirements of DNVGL class rule

| 牌号         | 公称厚度<br>mm | 交货状态                 | 拉伸试验 (横向)   |             |                        | 冲击试验    |                                      |                                      |
|------------|------------|----------------------|-------------|-------------|------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|            |            |                      | 抗拉强度<br>MPa | 屈服强度<br>MPa | 断后伸长率<br>%             | 温度<br>℃ | 冲击吸收能量<br>(纵向)<br>KV <sub>2</sub> /J | 冲击吸收能量<br>(横向)<br>KV <sub>2</sub> /J |
| NV 9Ni a/b | t ≤ 50     | 淬火 + 回火 <sup>e</sup> | 640 ~ 840   | ≥ 480       | A <sub>50</sub> ≥ 19.0 | -196    | 41                                   | 27                                   |

表 9 NK 船规常规力学性能要求

Table 9 General mechanical properties requirements of NK class rule

| 牌号     | 公称厚度<br>mm | 交货状态    | 拉伸试验 (横向)   |             |                        | 冲击试验    |                                      |                                      |
|--------|------------|---------|-------------|-------------|------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|        |            |         | 抗拉强度<br>MPa | 屈服强度<br>MPa | 断后伸长率<br>%             | 温度<br>℃ | 冲击吸收能量<br>(纵向)<br>KV <sub>2</sub> /J | 冲击吸收能量<br>(横向)<br>KV <sub>2</sub> /J |
| KL9N60 | t ≤ 50     | 淬火 + 回火 | 640 ~ 830   | ≥ 590       | A <sub>50</sub> ≥ 18.0 | -196    | 41                                   | 27                                   |

表 9 NK 船规常规力学性能要求

Table 9 General mechanical properties requirements of NK class rule

| 牌号  | 公称厚度<br>mm | 交货状态    | 拉伸试验 (横向)   |             |                        | 冲击试验    |                                      |                                      |
|-----|------------|---------|-------------|-------------|------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|     |            |         | 抗拉强度<br>MPa | 屈服强度<br>MPa | 断后伸长率<br>%             | 温度<br>℃ | 冲击吸收能量<br>(纵向)<br>KV <sub>2</sub> /J | 冲击吸收能量<br>(横向)<br>KV <sub>2</sub> /J |
| 9Ni | t ≤ 50     | 淬火 + 回火 | 640 ~ 790   | ≥ 490       | A <sub>50</sub> ≥ 18.0 | -196    | 41                                   | 27                                   |

表 11 ABS 船规常规力学性能要求

Table 11 General mechanical properties requirements of ABS class rule

| 牌号  | 公称厚度<br>mm | 交货状态    | 拉伸试验 (横向)   |             |                        | 冲击试验    |                                      |                                      |
|-----|------------|---------|-------------|-------------|------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|     |            |         | 抗拉强度<br>MPa | 屈服强度<br>MPa | 断后伸长率<br>%             | 温度<br>℃ | 冲击吸收能量<br>(纵向)<br>KV <sub>2</sub> /J | 冲击吸收能量<br>(横向)<br>KV <sub>2</sub> /J |
| 9Ni | t ≤ 50     | 淬火 + 回火 | 690 ~ 825   | ≥ 585       | A <sub>50</sub> ≥ 20.0 | -196    | 34                                   | 27                                   |

表 12 陆地罐用 9Ni 钢常规力学性能要求

Table 12 General mechanical properties requirements of land tanks for 9Ni steel

| 牌号             | 公称厚度 mm   | 交货状态                 | 拉伸试验（横向）                    |                          |                        | 冲击试验（横向） |                              |               | 弯曲试验 <sup>b</sup><br>180°<br>b=2a |
|----------------|-----------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|----------|------------------------------|---------------|-----------------------------------|
|                |           |                      | 抗拉强度<br>R <sub>m</sub> /MPa | 屈服强度 <sup>a</sup><br>MPa | 断后伸长率<br>%             | 温度<br>℃  | 冲击吸收能量<br>KV <sub>2</sub> /J | 侧膨胀值<br>LE/mm |                                   |
| 06Ni9DR        | 5 ~ 30    | 淬火 + 回火 <sup>c</sup> | 680 ~ 820                   | ≥ 560                    | A ≥ 19.0               | -196     | ≥ 120                        | ≥ 0.76        | D=3a                              |
|                | > 30 ~ 50 |                      |                             | ≥ 550                    |                        |          |                              |               |                                   |
| X7Ni9          | ≤ 30      | 淬火 + 回火 <sup>d</sup> |                             | ≥ 585                    |                        |          |                              |               |                                   |
|                | > 30 ~ 50 |                      |                             | ≥ 575                    |                        |          |                              |               |                                   |
| SA-553M Type I | ≤ 50      | 淬火 + 回火 <sup>e</sup> | 690 ~ 825                   | ≥ 585                    | A <sub>50</sub> ≥ 20.0 |          |                              |               |                                   |

a 06Ni9DR 采用下屈服强度 R<sub>eL</sub>, X7Ni9 采用上屈服强度 R<sub>eH</sub>, 当屈服现象不明显时, 可用规定塑性延伸强度 R<sub>p0.2</sub> 代替;  
SA-553M Type I 采用 R<sub>p0.20</sub>  
b a 为试样厚度, b 为试样宽度, D 为弯曲压头直径。  
c 回火温度应不低于 540℃; 对于厚度不大于 12mm 的钢板可两次正火加回火状态交货。  
d 淬火温度应为 770℃ ~830℃, 回火温度为 540℃ ~600℃; 对于厚度小于 15mm 的钢板可两次正火加回火状态交货。  
e 淬火温度应为 800℃ ~950℃, 回火温度为 560℃ ~630℃; 根据需要, 可在回火处理前增加一次中间热处理, 热处理温度为 630℃ ~700℃。

# Chapter 3 Dimensions and shape tolerances

## 第三章 尺寸及外形允许偏差

### 3.1 尺寸允许偏差 Dimensions tolerances

#### 3.1.1 厚度允许偏差 Thickness tolerances

| 公称<br>厚度<br>(mm)                            | 下列公称宽度的厚度允许偏差（mm） |                |       |       |                 |                |       |       |                 |                |       |       |                 |                |       |       |
|---------------------------------------------|-------------------|----------------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|-------|
|                                             | ≤ 1500（mm）        |                |       |       | > 1500~2500（mm） |                |       |       | > 2500~4000（mm） |                |       |       | > 4000~5300（mm） |                |       |       |
|                                             | N 类               | A 类            | B 类   | C 类   | N 类             | A 类            | B 类   | C 类   | N 类             | A 类            | B 类   | C 类   | N 类             | A 类            | B 类   | C 类   |
| 3.00~5.00                                   | ±0.45             | +0.55<br>~0.35 | +0.60 | +0.90 | ±0.55           | +0.70<br>~0.40 | +0.80 | +1.10 | ±0.65           | +0.85<br>~0.45 | +1.00 | +1.30 | —               | —              | —     | —     |
| > 5.00~8.00                                 | ±0.50             | +0.65<br>~0.35 | +0.70 | +1.00 | ±0.60           | +0.75<br>~0.45 | +0.90 | +1.20 | ±0.7            | +0.95<br>~0.55 | +1.20 | +1.50 | —               | —              | —     | —     |
| > 8.00~15.0                                 | ±0.55             | +0.70<br>~0.40 | +0.80 | +1.10 | ±0.65           | +0.85<br>~0.45 | +1.00 | +1.30 | ±0.80           | +1.05<br>~0.55 | +1.30 | +1.60 | ±0.90           | +1.20<br>~0.60 | +1.50 | +1.80 |
| > 15.0~25.0                                 | ±0.65             | +0.85<br>~0.45 | +1.00 | +1.30 | ±0.75           | +1.00<br>~0.50 | +1.20 | +1.50 | ±0.90           | +1.15<br>~0.65 | +1.50 | +1.80 | ±1.10           | +1.50<br>~0.70 | +1.90 | +2.20 |
| > 25.0~40.0                                 | ±0.70             | +0.90<br>~0.50 | +1.10 | +1.40 | ±0.80           | +1.05<br>~0.55 | +1.30 | +1.60 | ±1.00           | +1.30<br>~0.70 | +1.70 | +2.00 | ±1.20           | +1.60<br>~0.80 | +2.10 | +2.40 |
| > 40.0~60.0                                 | ±0.80             | +1.05<br>~0.55 | +1.30 | +1.60 | ±0.90           | +1.20<br>~0.60 | +1.50 | +1.80 | ±1.10           | +1.45<br>~0.75 | +1.90 | +2.20 | ±1.30           | +1.70<br>~0.90 | +2.30 | +2.60 |
| > 60.0~100                                  | ±0.90             | +1.20<br>~0.60 | +1.50 | +1.80 | ±1.10           | +1.50<br>~0.70 | +1.90 | +2.20 | ±1.30           | +1.75<br>~0.85 | +2.30 | +2.60 | ±1.50           | +2.00<br>~1.00 | +2.70 | +3.00 |
| > 100~150                                   | ±1.20             | +1.60<br>~0.80 | +2.10 | +2.40 | ±1.40           | +1.90<br>~0.90 | +2.50 | +2.80 | ±1.60           | +2.15<br>~1.05 | +2.90 | +3.20 | ±1.80           | +2.40<br>~1.20 | +3.30 | +3.60 |
| > 150~200                                   | ±1.40             | +1.90<br>~0.90 | +2.50 | +2.80 | ±1.60           | +2.20<br>~1.00 | +2.90 | +3.20 | ±1.80           | +2.45<br>~1.15 | +3.30 | +3.60 | ±1.90           | +2.50<br>~1.30 | +3.50 | +3.80 |
| > 200~250                                   | ±1.60             | +2.20<br>~1.00 | +2.90 | +3.20 | ±1.80           | +2.40<br>~1.20 | +3.30 | +3.60 | ±2.00           | +2.70<br>~1.30 | +3.70 | +4.00 | ±2.20           | +3.00<br>~1.40 | +4.10 | +4.40 |
| > 250~300                                   | ±1.80             | +2.40<br>~1.20 | +3.20 | +3.60 | ±2.00           | +2.70<br>~1.30 | +3.70 | +4.00 | ±2.20           | +2.95<br>~1.45 | +4.10 | +4.40 | ±2.40           | +3.20<br>~1.60 | +4.50 | +4.80 |
| > 300~400                                   | ±2.00             | +2.70<br>~1.30 | +3.70 | +4.00 | ±2.20           | +3.00<br>~1.40 | +4.10 | +4.40 | ±2.40           | +3.25<br>~1.55 | +4.50 | +4.80 | ±2.60           | +3.50<br>~1.70 | +4.90 | +5.20 |
| > 400~450                                   | 协议                |                |       |       |                 |                |       |       |                 |                |       |       |                 |                |       |       |
| B 类厚度允许下偏差统一为 ~0.30mm。C 类厚度允许下偏差统一为 0.00mm。 |                   |                |       |       |                 |                |       |       |                 |                |       |       |                 |                |       |       |

#### 3.1.2 宽度允许偏差 Width tolerances

3.1.2.1 切边单轧钢板的宽度允许偏差见下表。

The toleraces of the width of the edge-cutting plate is shown in the table below.

| 公称厚度 (mm)  | 公称宽度 (mm)   | 允许偏差 (mm) |      |
|------------|-------------|-----------|------|
|            |             | 下偏差       | 上偏差  |
| 3.00~16.0  | ≤ 1500      | 0         | + 10 |
|            | > 1500      | 0         | + 15 |
| > 16.0~400 | ≤ 2000      | 0         | + 20 |
|            | > 2000~3000 | 0         | + 25 |
|            | >3000       | 0         | + 30 |
| > 400~450  | 协议          |           |      |

3.1.2.2 不切边单轧钢板的宽度允许偏差由供需双方协商确定，并在合同中注明。

The tolerances of width of non-cut single-rolled steel plate shall be agreed between the purchaser and manufacture, and shall be specified in the contract.

#### 3.1.3 长度允许偏差 Length tolerances

| 公称长度 (mm)                                        | 长度允许偏差 (mm)   |
|--------------------------------------------------|---------------|
| 2000~4000 <sup>a</sup>                           | +20           |
| >4000~6000 <sup>a</sup>                          | +30           |
| >6000~8000 <sup>a</sup>                          | +40           |
| >8000~10000                                      | +50           |
| >10000~15000                                     | +75           |
| >15000~20000                                     | +100          |
| >20000                                           | +0.005 * 公称长度 |
| <sup>a</sup> 公称厚度> 60.0mm 的钢板，长度允许偏差为 (+50,0) mm |               |

### 3.2 外形 Shape

#### 3.2.1 不平度 Flatness tolerances

| 公称厚度（mm）                                            | 不平度（mm）           |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |
|-----------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|                                                     | 钢类 L <sup>a</sup> |                    |                   |                    | 钢类 H <sup>b</sup> |                    |                   |                    |
|                                                     | 测量单位长度（mm）        |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |
|                                                     | 1000（mm）          |                    | 2000（mm）          |                    | 1000（mm）          |                    | 2000（mm）          |                    |
|                                                     | PFA <sup>ce</sup> | PF.B <sup>de</sup> | PFA <sup>ce</sup> | PF.B <sup>de</sup> | PFA <sup>ce</sup> | PF.B <sup>de</sup> | PFA <sup>ce</sup> | PF.B <sup>de</sup> |
| 3.00~5.00                                           | 9                 | 5                  | 14                | 10                 | 12                | 7                  | 17                | 14                 |
| > 5.00 ~ 8.00                                       | 8                 | 5                  | 12                | 10                 | 11                | 7                  | 15                | 13                 |
| > 8.00 ~ 15.0                                       | 7                 | 3                  | 11                | 6                  | 10                | 7                  | 14                | 12                 |
| > 15.0 ~ 25.0                                       | 7                 | 3                  | 10                | 6                  | 10                | 7                  | 13                | 11                 |
| > 25.0 ~ 40.0                                       | 6                 | 3                  | 9                 | 6                  | 9                 | 7                  | 12                | 11                 |
| > 40.0 ~ 250                                        | 5                 | 3                  | 8                 | 6                  | 8                 | 6                  | 12                | 10                 |
| > 250 ~ 450                                         | 协议                |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |
| a 钢类 L：规定的最小屈服强度值不大于 460MPa，未经淬火或淬火加回火处理的钢板。        |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |
| b 钢类 H：规定的最小屈服强度值大于 460MPa。以及所有淬火或淬火加回火的钢板。         |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |
| c 普通不平度精度：PFA。                                      |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |
| d 较高不平度精度：PF.B。                                     |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |
| e 需方要求按较高不平度精度（PF.B）供货时应在合同中注明，未注明的按普通不平度精度（PFA）供货。 |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |

#### 3.2.2 镰刀弯 Sickle bend

单轧钢板的镰刀弯应保证钢板按照订货尺寸切成矩形，切边单轧钢板的镰刀弯应不大于实际长度的 0.2%。

The sickle bend of a single rolled steel plate be cut into rectangles according to the order size, and the sickle bend of single rolled steel plate should not be greater than 0.2% of the actual length.

# Chapter 4 Quality Assurance

## 第四章 质量保障

### 4.1 完善的质量体系 Perfect quality system

首钢京唐在引进国外先进技术装备的同时，为了是首钢京唐产品在国内和国际市场是更具竞争力，满足用户的需要，首钢京唐在借鉴母公司管理经验的基础上，不断完善一贯制质量管理和努力提高产品质量。

通过贯彻实施 ISO9001 和 IATF16949、ISO22000 标准，使首钢京唐质量体系建设和运行不断进入更深层次，质量方针和目标得到深入贯彻和实施，持续改进、缺陷预防，减少变差和浪费能力大大提高。实践证明，一贯质量管理较好地适应了首钢京唐这样的现代化钢铁企业，体现了集中、一贯、高效、优化的特点，实现了质量管理由中间两头延伸的全过程的整体优化。首钢京唐在自己的质量管理实践中，不断吸收世界先进的质量管理理念和方法，与时俱进，进一步充实和丰富了一贯质量管理的内容。

In the meantime of importing advanced technology and equipment from abroad, Shougang jingtang continuously improves whole process quality management and product quality with reference of mother company's management in order to have more competitive capacity in domestic and global market for Shougang Jingtang product and meets customers' requirement.

With the implementation of ISO9001, IATF16949 and ISO22000 standards, the establishment and operation of Shougang jingtang's QC system kept progressing towards deeper level, quality guideline goals are implemented and put into operation, improvement is keeping continuously, defects are prevented, fluctuation and waste control capability are increased by a large scale. It was proved by practice that whole process quality management is more suitable for modern steel enterprise like Shougang Jingtang, which reflects the characteristic of integrating, consistency, high efficiency and optimization, realize full QC optimization in whole process extending from the middle to both ends. Shougang Jingtang is keeping absorb advanced QA management philosophy and method in the world, catch the pace of times, gets further progress in enriching consistent QC content.



### 4.2 强大的研发能力 Strong R & D capability

首钢中试基地位于首钢研究院内，拥有从冶炼到轧制再到后续处理的多套中试设备，可以对科技成果的成熟化处理和工业化实验。自首钢中试基地正式投入使用后，已完成造船及海工钢、桥梁钢、管线钢、容器板（合金容器）、储罐钢、水电钢、风电钢、高建及 Z 向钢、工程机械用钢、耐磨钢、结构用钢、模具钢等 12 大系列 400 多个品种的中试研发，并实现了相应的商业化生产。主要设备由：500Kg 多功能中频感应炉、500Kg 多功能真空感应炉、50Kg 真空感应炉。

550mm 热轧试验机，具备进行 6mm 以上规格中厚板轧制能力，同时可进行多阶段轧制与水冷加速冷却及在线淬火工艺模拟。

宽厚板综合技术实验室，涉及宽厚板热处理、探伤、复合板相关领域研究，配置有热处理炉、超声波探伤仪和磁粉探伤仪等。

Shougang Pilot-plant Base is located in Shougang Research institute of Technology. It is equipped with multiple sets of pilot machines, varied from smelting, rolling to post-treatment equipment. The processing of scientific products and industrial experiments could be conducted in this base. Since Shougang Pilot-plant Base was officially put into use, more than 400 grades, 12 main categories, of new grade steel have been developed at this site and implemented into batch production. Major experiments are as follows 500 Kg multi-function medium frequency induction furnace, 500 Kg multi-function vacuum induction furnace, and 50 Kg vacuum induction furnace.

550mm hot rolling testing machine is capable of producing plates in the thickness of 6mm and above. The simulation including of multi-stage rolling, water accelerated cooling and direct quenching could also be performed.

Wide and heavy-plates comprehensive technology lab investigates in the relevant area of heat treatment, crack detection and cladding technology. The main instruments equipped in the lab include heat treatment furnaces, ultrasonic detectors, and magnetic defect detectors etc.



4.3 先进的检验设备 Advanced inspection equipment

理化检验中心通过国家实验室认可

The Mechanical and chemical testing center has passed the National Laboratory Accreditation

理化计量检测中心——质量控制和质量保证

Mechanical and chemical Test center-quality control and assurance



产品质量检验由原料分析中心、冶炼分析中心、轧钢分析中心组成，具有完整的物理实验室、化学实验室、油质实验室、金相实验室、低倍实验室。从原料进厂、生产过程到产品出厂，都经过严格检验，全过程实现了自动化和信息化，为生产高端精品板材产品提供了可靠保证。

理化计量检测中心配备了国际先进水平的检测设备，它对宽厚板等黑色金属产品进行所有项目试验的精准检测，同时也可对矿产品、煤焦、油脂、水质等物质的理化指标进行精准检测。

The quality inspection institution is constructed with raw material analysis center, smelting analysis center and steelrolling analysis center. It is equipped with a set of experimentlabs, including physics labs, chemical labs, oil quality labs,metallographic labs and low-magnification microscopiclabs. From the raw material import, manufacturing to thefinal product delivery, all procedures are strictly controlled. Automation and informatization have been achieved for eachprocedure, which provides reliable assurance for producinghigh-end sheet products.

The test center is equipped with international advanced test devices, able to make precise test on black metal, like heavy plate; as well as ore, coke oil and water, etc.

4.4 服务一体化 Integration of services

首钢京唐秉承以用户为中心的经营理念。全面深化与用户的战略协作。在新品研发、材料选用、资源配置、拓展合作渠道等方面进行深层次合作。

Upholding the user-centered operation philosophy, ShougangJingtang deepens strategic cooperation with users in anall-round way through carrying out deep-level cooperation in such aspects as new product research & development, materialselection, resource configuration and expansion of cooperation channels.

| 售前服务 Prepurchase service |                                                                                  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| ■ 提供详细的产品介绍材料与标准         | ■ Providing detailed instruction data and standards of ShougangJingtang's plate. |
| ■ 为用户提供正确的选材指导           | ■ Serving users with instructions on correct selection of material               |

| 售中服务 In-sale service  |                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| ■ 合同跟踪                | ■ Contracts tracking                                                                    |
| ■ 提供详细的用户合同跟踪信息，确保交货期 | ■ Providing detailed user order tracking information to ensure punctual goods delivery. |

| 售后服务 After-sale service         |                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ■ 质保书查询                         | ■ 为用户提供网上质保书查询功能                                                                                                                                                                                               |
| ■ Query for certificate         | ■ Providing users with online query for certificate                                                                                                                                                            |
| ■ 技术支持                          | ■ 为用户提供首钢京唐产品在使用中各类问题的咨询以及产品使用现场跟踪服务                                                                                                                                                                           |
| ■ Technical supports            | ■ Providing users with advisories for various problems met during the application ofShougangJingtang's products and site tracking service on product application.                                              |
| ■ 异议处理                          | ■ 快速有效的处理产品质量异议，包括现场的跟踪调整试验，提供异议材料紧急替代方案，满足用户生产需求                                                                                                                                                              |
| ■ Claim handing                 | ■ Quickly and effectively handling claims on product quality, including site tracking &adjustment tests, provision of emergent substitute proposal against claimed materialsto meet users' production demands. |
| ■ 客户信息反馈                        | ■ 通过各种渠道收集客户信息，整理分类，改进产品，反馈用户，满足用户需求                                                                                                                                                                           |
| ■ Customer information feedback | ■ Collecting customers' information through various means, sorting and classifyingthe information, improving products accordingly, feeding back information to users andsatisfying users' requirements.        |

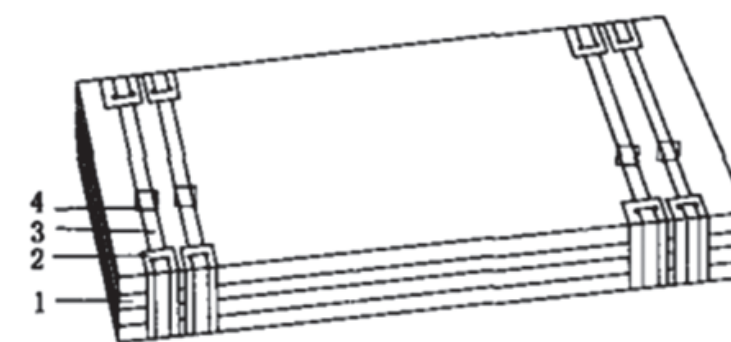
## Chapter 5 Package and marking

### 第五章 包装与标识

#### 5.1 包装 Package

根据客户要求，两张以上钢板可以按下图打捆包装。

According to customer's requirements, more than two steel plates can be bundled as following.



1~ 钢板 Steel plate, 2~ 护角 Angle bead, 3~ 捆带 Bundles, 4~ 锁扣 Lock catch

- 1 两张以上钢板裸露捆扎，单张的不捆扎。
- 2 横向捆扎不少于四道，边部可加护角。
- 3 两端捆带位置固定在距钢板端部 200~500mm 处。

- 1、Two or more steel plates are bare and bound, and the unit plate are not bound.
- 2、Horizontal binding not less than four, the edge can be protected angle.
- 3、The straps at both ends are fixed at 200~500 mm from the end of the plate.



## 5.2 标识 Markig

- 1 标识醒目、牢固、字迹清晰、规范，不褪色。采用表面喷印、侧边喷印（侧边标签）、表面刻印（钢印）等方法。
- 2 表面喷印包含如下内容：京唐公司 LOGO、牌号、标准、钢板号、规格、炉号、特殊喷印（CE 认证、容器认证、API 认证等标识）、合同的特殊要求。
- 3 侧边喷印（侧边标签）粘贴平整、牢固，方向与钢板的轧向平行，内容包含：牌号、钢板号、规格、合同的特殊要求。
- 4 表面冲印：适用于船板、欧标板、API 认证板、容器板以及客户要求打钢印的钢板，内容包含：牌号、钢板号、特殊钢印（船标、CE、API 认证等标识）、合同的特殊要求。

- 1、The marking is eye-catching, firm, clear and standard, and does not fade. The marking information Includes Surface painting, side painting (side label) and die stamping.
- 2、Surface painting contains the following information: Jingtang company logo, steel grade, standard, plate number, plate dimensions, heat number, special painting (CE certification, vessel certification, API certification, etc.), special requirements of the customer.
- 3、Side painting (side label) paste flat, firm, parallel to the direction of the steel plate rolling, information includes steel grade, plate number, plate dimensions, special requirements of the customer.
- 4、Die stamping: suitable for shipbuilding plate, CE certification plate, API certification plate, vessel plate and steel plate required by customer, informatin includes: steel grade, plate number, special information (ship certification , CE certification and API certification, etc.), special requirements of the customer.



# Chapter 6 Order guide

## 第六章 订货指南

### 6.1 订货需求信息 Necessary information caution in ordering

订货时需客户提供如下的基本信息，如有其它化需求，也欢迎一并提出，我们会尽可能满足客户各种需求。  
The following information is necessary, other Demands, also welcome to put forward.

- 牌号 Steel grade
- 产品标准 Production standard
- 规格 Dimension
- 交货状态 Delivery condition
- 切边形态 Edge status
- 计重方式 Weight type
- 探伤 Ultrasonic examination
- 尺寸及外形偏差 Dimension and shape tolerances
- 表面质量 Surface condition
- 标识 Marking
- 其它特殊要求 Other pecial requirements

### 6.2 计量方法 Weight type

钢板按理论或实际重量交货。

钢板按理论重量交货时，理论计重采用公称尺寸，碳钢密度为 7.85g/cm<sup>3</sup>，其它钢种按相应标准规定。

当钢板的厚度允许偏差为限定负偏差或正偏差时，理重所采用的厚度为允许的最大厚度和最小厚度的平均值。

The steel plate is delivered by theoretical or actual weight.

When delivered by theoretical weight, the demensions are nominal, the density of carbon steel is 7.85 g/cm<sup>3</sup>, and other steel grades accord to the corresponding standard.

When the thickness tolerance is a limited negative tolerance or a positive tolerance, the thickness used for the weight is the average of the allowable maximum thickness and the minimum thickness.

广州首钢钢铁贸易有限公司  
地址：广州市天河区华夏路 49 号津滨腾越大厦北塔 23A 层  
电话：020-22123786

Guangzhou Shougang Steel Trading Co., Ltd  
Address: 23A Floor, North Tower ,49 Haojin Bin Teng Yue Building, Huaxia Road, Tianhe District, Guangzhou  
Tel :020-2212 3786

上海首钢钢铁贸易有限公司  
地址：上海自由贸易试验区浦东大道 1200 号 902 室  
电话：021-50930789

Shanghai Shougang Steel Trading Co. Ltd  
Address: Room 902,1200 Pudong Avenue, Shanghai Free Trade Test Zone  
Tel :021-50930789

武汉首钢钢铁贸易有限公司  
地址：武汉经济技术开发区东合中心二期 E 幢 10 层 1001 室  
电话：027-59710209

Wuhan Shougang Iron and Steel Trading Co., Ltd  
Address: Room 1001,10th Floor, E Building, Donghe Center, Wuhan Economic and Technological Development Zone  
Tel :027-59710209

山东首钢钢铁贸易有限公司  
地址：青岛市市南区香港中路 10 号 1 号楼 3702 室  
电话：0532-80667082

Shandong Shougang Iron and Steel Trading Co., Ltd  
Address: Room 3702, Building 1,10 Hong Kong Central Road, Shinan District, Qingdao  
Tel :0532-8066 7082

天津首钢钢铁贸易有限公司  
地址：天津市东丽区军粮城工业园区腾飞路增一号通钢立业大厦楼宇总部  
电话 022-84914519

Tianjin Shougang Steel Trading Co., Ltd  
Address: Building Headquarters, Tonggang Liye Building, No.1 Tengfei Road, Junfang City Industrial Park, Dongli District, Tianjin  
Tel :022-84914519



首钢智慧营销平台  
Shougang for WeChat



扫描下载本册内容  
Scan QR code to download this file

北京首钢股份有限公司  
Beijing Shougang Co., Ltd.



本手册以环保纸印刷  
Using the recyclable paper

SGGF 2021-10-15-006



9 787203 118411