

# Hot-rolled heat treated steel

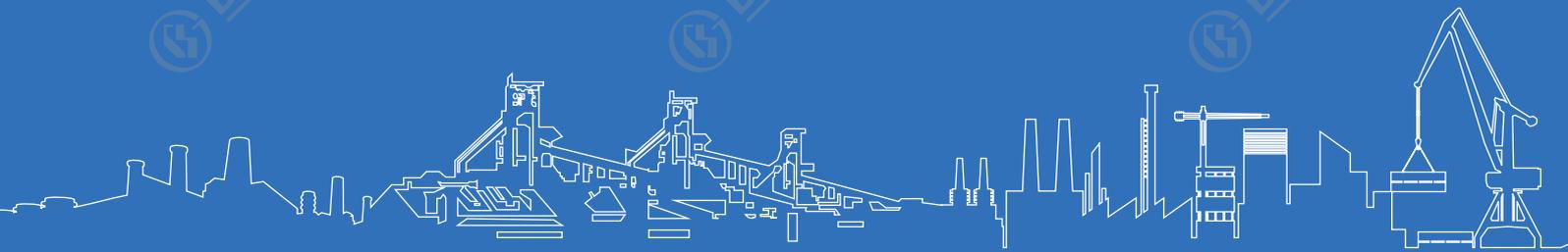
热轧热处理产品手册

[www.baosteel.com](http://www.baosteel.com)





 **BAOSTEEL** 宝钢股份



# CONTENTS

## 目录

⊕ 宝钢股份公司概况 Introduction of Baosteel	01
⊕ 热处理产线设备能力 Introduction of heat treating Lines	03
宝山基地 Baosteel Iron & Steel Co., Ltd.	03
青山基地 Wuhan Iron and Steel Co., Ltd.	04
⊕ 热处理产品介绍 Product Introduction	05
工程机械高强结构钢 Steel for Construction Machinery	05
耐磨钢 Wear Resistant Steel	11
汽车大梁超高强钢 Steel for Automotive beam	15
防护钢 Protection Steel	19
容器、耐热结构用钢 Steel for pressure vessel and heat resistant structure	22
磁轭钢 Rim Lamination Steel	27
⊕ 包装和标识 Packing & Marking	29
⊕ 产品使用技术 Guide for the Using of Steels	32
⊕ 订货所需信息 Information before booking	36

# INTRODUCTION OF BAOSTEEL

## 宝钢股份公司概况

宝山钢铁股份有限公司（简称“宝钢股份”）是全球领先的现代化钢铁联合企业，是《财富》世界 500 强中国宝武钢铁集团有限公司的核心企业。宝钢股份以“成为全球最具竞争力的钢铁企业和最具投资价值的上市公司”为愿景，致力于为客户提供超值的产品和服务，为股东和社会创造最大价值，实现与相关利益主体的共同发展。

2000 年 2 月，宝钢股份由上海宝钢集团公司独家创立；同年 12 月，在上海证券交易所上市（证券代码：600019）。2017 年 2 月，完成换股吸收合并宝钢股份后，宝钢股份拥有上海宝山、武汉青山、湛江东山、南京梅山等主要制造基地，在全球上市钢铁企业中粗钢产量排名第二、汽车板产量排名第一、取向硅钢产量排名第一，是全球碳钢品种最为齐全的钢铁企业之一。

宝钢股份坚持走“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展之路，拥有享誉全球的品牌、世界一流的制造水平和服务能力。公司注重创新能力的培育，积极开发应用先进制造和节能环保技术，建立了覆盖全国、遍及世界的营销和加工服务网络。公司自主研发的新一代汽车高强钢、取向硅钢、高等级家电用钢、能源海工用钢、桥梁用钢等高端产品处于国际先进水平。

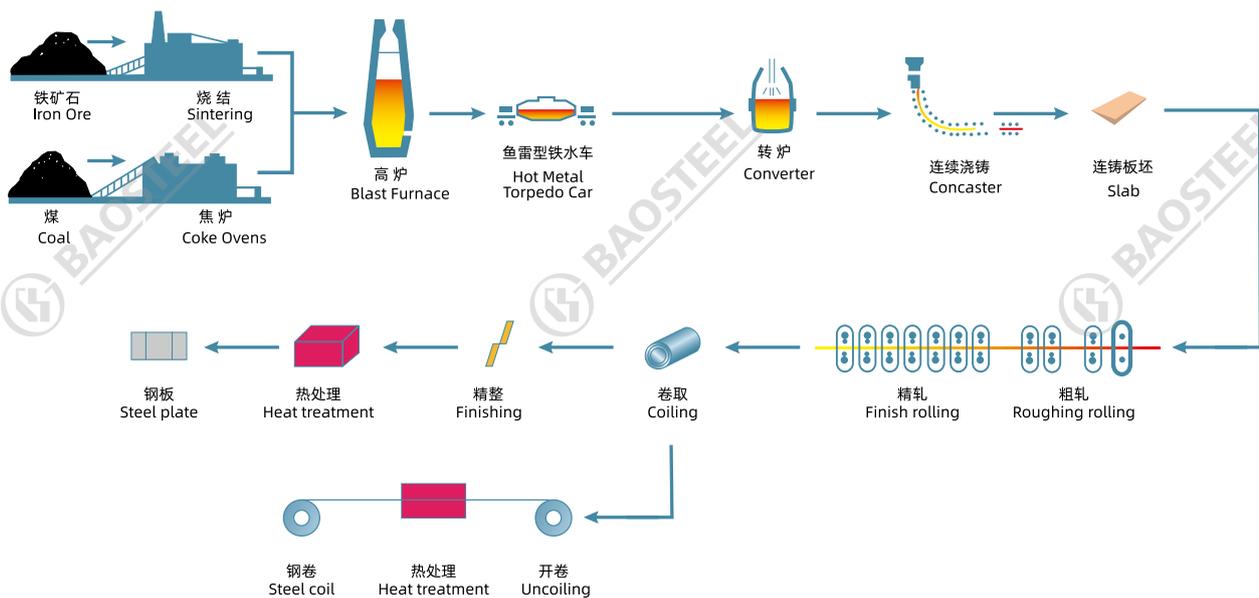
展望未来，宝钢股份将秉承和落实中国宝武“成为全球钢铁业引领者”的愿景和“共建高质量钢铁生态圈”的使命，坚持精品发展、绿色转型和智慧升级，深入探索钢铁企业与现代都市的共融共生之道，积极与员工、用户、投资者和社会公众共享企业发展所收获的丰硕成果，奋力书写新时代钢铁报国、钢铁强国的崭新篇章。



## 热处理产线设备能力

# INTRODUCTION OF HEAT TREATING LINES

### ⊕ 工艺流程



### ⊕ 宝山基地热处理产线

宝山基地热轧配备了两条热处理产线，设计产能 20 万吨。其中常规热处理产线年设计产能 10 万吨，厚度规格为 3.0-12.0mm；集约热处理产线年设计产能 10 万吨，厚度规格为 2.0-6.0mm，具备表面涂层钢卷交付能力。





#### ■ 常规热处理产线

该产线 2014 年投产，有两条热处理路径，主要由 1 台抛丸机、1 台高温炉、1 台低温炉、淬火线、矫直机、板形仪等设备组成。主要产品为工程机械用钢、先进汽车用钢、耐磨钢和容器结构用钢等，抗拉强度最高 1800MPa，屈服强度最高 1500MPa。交付状态为钢板，供货规格为厚度 3.0-12.0mm，宽度 900-1900mm，长度 4000-13000mm。

#### ■ 集约热处理产线

该产线 2022 年投产，是一条“高强、高质、高效”的钢卷连续热处理机组，具备连续淬火+回火、单回火功能。主要产品为超高强结构钢、耐磨钢、防护钢、低应力回火板等，广泛应用于工程机械、自卸车、重型卡车、运钞车等行业。抗拉强度最高 1800MPa，屈服强度最高 1500MPa。供货规格为厚度 2.0-6.0mm，宽度 900-1700mm，长度 2000-14000mm。产品交付状态为钢卷或钢板，同时钢板表面可带涂层交付。

### ⊕ 青山基地热处理产线

青山基地热处理线于 2022 年投产，年产能 20 万吨。主要设备包括 2 台无氧淬火线，2 台回火炉、1 台抛丸机和 2 台矫直机设备。具备淬火、正火、回火能力。产品广泛应用于工程机械、自卸车、重型卡车、运钞车、安全防护等行业。供货规格为厚度 3.0-20.0mm，宽度 1000-2000mm，长度 2000-15000mm。



## 热处理产品介绍

### PRODUCT INTRODUCTION

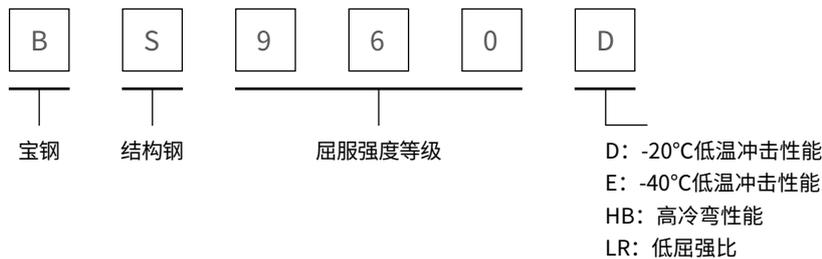
#### ⊕ 工程机械高强度钢

##### ■ 简介

宝钢结合自身的工艺装备优势，开发了屈服强度 600-1300MPa 级别的 BS 系列高强结构钢产品。该系列产品采用宝钢先进的炼钢、轧制以及热处理工艺，产品不仅具有超高的强度，而且具有良好的低温韧性、可焊接性和冷成形性能。该系列产品性能稳定均匀，板形、表面等质量良好，广泛应用于起重机、泵车等工程机械及车辆结构等制造行业。

##### ■ 牌号及可供规格范围

###### 牌号意义



###### 可供规格范围

牌号 Grade	成品厚度 mm Thickness	成品宽度 mm Width	成品长度 mm Length	交货状态 Delivery
BS600MCK2 (MCJ4, MCJ4)	1.5-20	900-2100	2000-15000	TMCP (轧态)
BS650MCK2 ( MCJ4, MCJ4)	2-20	900-2100	2000-15000	T (回火)
BS700MCK2 (MCJ4, MCJ4)				
BS800E				
BS900D(E)				
BS960D(E)				
BS960HB	2-20	900-2100	2000-15000	Q+T (离线淬火+回火)
BS960LR				
BS1100D(E)				
BS1300D				

超出规格范围可与宝钢联系协商。

■ 供货技术条件

产品化学成分(wt%)

牌号 Grade	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Alt	B
BS600MC	≤0.12	≤0.50	≤1.90	-	≤0.5	≤0.020	≤0.010	≥0.015	≤0.005
BS650MC	≤0.12	≤0.50	≤2.00	-	≤0.5	≤0.020	≤0.010	≥0.015	≤0.005
BS700MC	≤0.12	≤0.60	≤2.10	-	≤0.5	≤0.020	≤0.010	≥0.015	≤0.005
BS800E	≤0.18	≤0.50	≤2.00	≤0.8	≤0.8	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005
BS900D(E)	≤0.20	≤0.50	≤2.00	≤1.0	≤1.0	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005
BS960D(E)	≤0.20	≤0.50	≤2.00	≤1.0	≤1.0	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005
BS960HB	≤0.20	≤0.50	≤2.00	≤1.0	≤1.0	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005
BS960LR	≤0.20	≤0.50	≤2.00	≤1.0	≤1.0	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005
BS1100D(E)	≤0.22	≤0.50	≤2.00	≤1.2	≤1.2	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005
BS1300D	≤0.30	≤0.50	≤2.00	≤1.5	≤1.5	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005

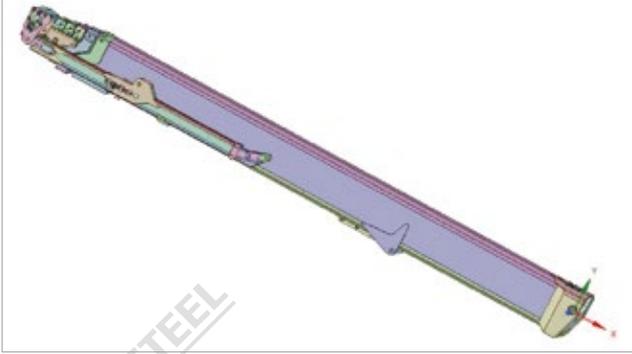
注：根据强度要求，可以加入Nb、V、Ti等合金元素。

产品力学性能

牌号 Grade	拉伸试验 Tensile test				弯曲试验 Bending test		冲击试验 Impact test	
	方向 Direction	屈服强度 Yield strength ReH,MPa	抗拉强度 Tensile strength Rm, MPa	延伸率 Elongation A, %	屈强比 Yield Ratio R	弯曲内径 Bending diameter d	温度 Tempera ture	冲击值 Charpimact J
BS600MC	T						-	-
BS600MCK2	T					d=2a,180°	-20°C	≥40
BS600MCJ4	T						-40°C	≥27
BS600MCK4	T						-40°C	≥40
BS650MC	T						-	-
BS650MCK2	T	≥650	≥700	15		d=2a,180°	-20°C	≥40
BS650MCJ4	T						-40°C	≥27
BS650MCK4	T						-40°C	≥40
BS700MC	T						-	-
BS700MCK2	T	≥700	≥750	15		d=2a,180°	-20°C	≥40
BS700MCJ4	T						-40°C	≥27
BS700MCK4	T						-40°C	≥40
BS800E	L	≥800	≥850	≥12		d=4a,90°	-40°C	≥27
BS900D							-20°C	≥27
BS900E	L	≥900	≥950	≥12		d=5a,90°	-40°C	≥27
BS960D							-20°C	≥27
BS960E	L	≥960	≥980	≥10		d=6a,90°	-40°C	≥27
BS960HB	L	≥960	≥980	≥10		d=3a, 90°	-40°C	≥27
BS960LR	L	≥960	≥980	≥10	≤0.95	d=6a, 90°	-40°C	≥27
BS1100D							-20°C	≥27
BS1100E	L			≥8		d=6a, 90°	-40°C	≥27
BS1300D	L	≥1300	≥1350	≥8		d=8a,90°	-20°C	≥27

### ■ 应用案例

宝钢与某大型工程机械公司联合，对某型号起重机进行升级换代，采用宝钢超高强钢 BS800E 代替原有的 700MPa 和 550MPa 级别高强度钢，帮助起重机减重 15% 左右，目前多款新型起重机实现批量生产。



BS800E 应用于起重机吊臂



BS900D 应用于泵车



BS960E 应用于高空作业车

### ■ 加工使用技术

#### 焊接工艺及焊接性能

#### 预热和层间温度

宝钢 BS 系列高强度钢通过合理的化学成分设计及先进的生产工艺制造，保证其拥有优良综合力学性能及优良的焊接性。其典型的碳当量  $C_{eq}$  及冷裂纹敏感性指数  $P_{cm}$  见下表。为了避免出现焊接冷裂纹，下表同时给出了不同产品、不同规格的预热及层间温度推荐值。

宝钢BS系列超高强钢产品典型碳当量、冷裂纹敏感性指数及预热、层间温度推荐

牌号 Brand	Ceq(IIW)	Pcm	最低预热温度 Minimum preheat temperature				最高层间温度 Maximum interpass temperature
			< 5mm	5-10mm	10-12mm	12-14mm	
BS800E	0.47	0.25					150°C
BS900D	0.52	0.28					
BS900E	0.52	0.28					
BS960D	0.52	0.28		室温 (20°C)		75°C	
BS960E	0.52	0.28					
BS960HB	0.52	0.28					
BS960LR	0.52	0.28					
BS1100D	0.56	0.30					
BS1100E	0.56	0.30		室温 (20°C)		75°C	
BS1300D	0.64	0.37					

$$Ceq(IIW) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Mo+Cr+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15}$$

$$Pcm = C + \frac{Si}{30} + \frac{(Mn+Cu+Cr)}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

同种钢不等厚焊接时，应采取的预热和层间温度取决于最大板厚；同一板厚不同强度钢焊接时，应采取的预热和层间温度取决于强度较高钢种；异种钢焊接时，应采取的预热和层间温度取决于焊接工艺要求较高钢种。

如果环境温度大，或者温度低于 5°C，最低推荐预热温度应再增加 25°C。

**焊接热输入**

钢板受到焊接热输入作用，其力学性能及微观组织产生相应的变化，因此焊接热输入对整个焊接接头区域性能起到至关重要的作用。焊接热输入取决于焊接电流、焊接电压及焊接速度，通常，我们用如下公式计算焊接过程热输入。

$$Q = \frac{UxI}{V}$$

宝钢BS系列产品在最低预热温度下GMAW热输入推荐

强度级别 Grade	热输入 (Q) kj/cm Heat input		
	t ≤ 6mm	6 < t ≤ 10mm	10 < t ≤ 14mm
BS800			
BS900	≤ 8	≤ 12	≤ 15
BS960			
BS1100	≤ 8	≤ 10	≤ 12
BS1300			

### 焊材选择与推荐

为了最大程度地减少焊接冷裂纹的产生，在焊接 BS 系列产品时，建议采用实心焊丝气体保护焊（GMAW），与钢种匹配的焊接材料推荐表如下。

宝钢BS产品焊材匹配推荐

Rp0.2 MPa	500	600	700	800	900
EN标准 EN standard	EN12534 G62X EN440 G50X	EN12534 G62X	EN12534 G69X	EN12534 G79X	EN12534 G89X
AWS标准 AWS standard	AWS A5.28 ER80S-X ER90S-X	AWS A5.28 ER100S-X	AWS A5.28 ER110S-X	AWS A5.28 ER120S-X	AWS A5.28 ER140S-X
宝钢产品 Baosteel products	BH600-II	BH700-II	BH800-II	BH900-II	BH1000-II
BS800				○	
BS900					○
BS960	○	○	○	○	
BS1100					○
BS1300					○

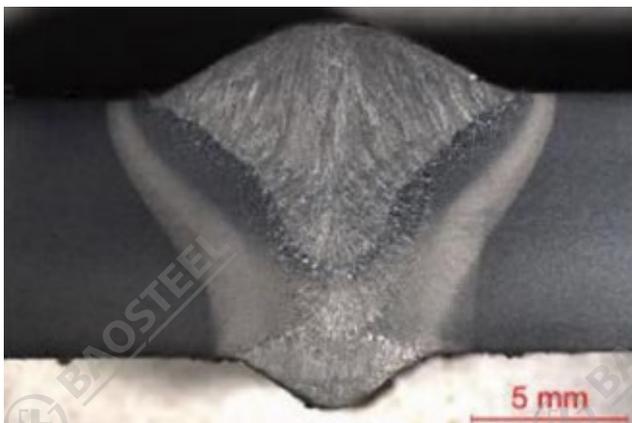
○ 等强匹配 (Equal strength matching)

○ 低强匹配 (lower strength matching)

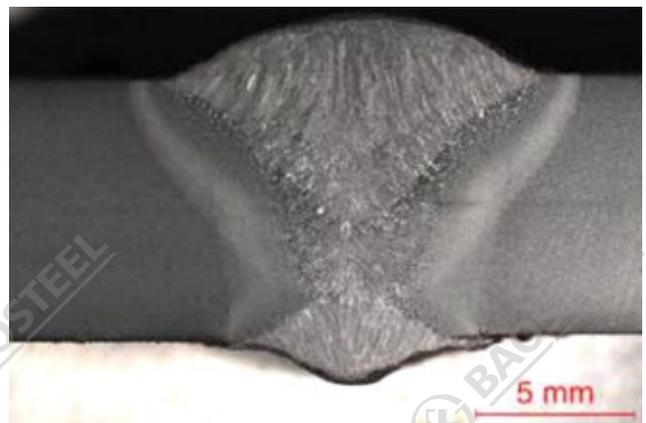
对于 BS 系列产品，在选择焊材时，应根据实际需求选择匹配形式。等强匹配形式多用于承载焊缝，要求焊接接头有强度保证，焊缝服役在高应力环境；低强匹配形式用于联系焊缝等其他形式，焊缝服役在低应力环境。

### 典型产品焊接接头力学性能

采用 BS960E 进行气体保护焊焊接，保护气为 80%Ar+20%CO<sub>2</sub>，气体流量 20L/min。背面手工打底一道，正面清跟，便自动焊接填充盖面。



a) BS960E+BH900-II



b) BS960E+BH1000-II

BS960E 焊接接头拉伸性能

焊丝	尺寸 a×b (mm)	抗拉强度 Rm (MPa)	备注	冷弯 (6a,180°)	冲击 (-40°C,7.5*10*55mm)
BH900-II	8.57×12.70	990	断WM和HAZ	完好	50
	8.36×12.80	962	断HAZ	完好	59
BH1000-II	8.31×12.70	1032	断WM	完好	47
	8.40×12.62	989	断WM和HAZ	完好	53

### 切割

BS 系列高强钢推荐采用热切割方式，如激光切割或等离子切割，切割表面平滑，热影响区小，对钢板的力学性能影响可忽略不计。800MPa 及以上超高强钢不推荐采用剪切、冲裁等方式下料。

### 冷弯加工

BS 系列高强结构钢具有良好的塑性，适合冷弯加工。折弯时，弯曲半径应大于技术条件中的规定值。除了折弯半径和折弯角，钢板表面质量、切边质量、折弯方向都可能影响折弯质量。高强钢的回弹较大，成型时应通过适当的过弯曲来保证获得所需的折弯角度。

### 矫形

BS 系列高强钢如需矫形时，建议采用冷矫形方式。如特殊情况下需要采用热矫形时，800-960MPa 超高强钢的热矫形温度建议不超过 500°C，1100-1300MPa 超高强钢不建议进行热矫形。



## ⊕ 耐磨钢

### ■ 简介

宝钢依靠创新型研发能力和国际先进的薄板热处理线，成功研制高性能薄规格 BW 系列热轧耐磨钢及 BMS 系列热轧耐磨蚀钢，厚度范围为 2-20mm，主要特征是采用优质热轧板作为基板进行热处理，规格薄、板形好，具有高耐磨、高韧性、抗冲击、易焊接、可成形等优点，产品性能和质量稳定。

BW 系列产品适用于各类自卸车、垃圾收集车、混凝土搅拌车、料斗、碎料机、煤矿机械、粮食机械、抓斗等，具有高强耐磨、安全长寿的优势，非常适合轻量化减薄设计；BMS 系列耐磨蚀钢是宝钢针对海水疏浚领域专门研发的疏浚管道用钢，兼顾了材料强度等级及耐磨蚀性能，可在耐蚀的基础上，明显提高耐磨损性能。



### ■ 牌号及供货规格

#### 牌号意义

(耐磨钢) BW450      B: 宝钢      W: Wear-resistance      耐磨钢, 450: 布氏硬度级别。

(耐腐蚀型钢) BMS1400      B: 宝钢      MS: 磨蚀, 1400: 抗拉强度级别。

(高韧性耐磨钢) BW450E      B: 宝钢      W: Wear-resistance      耐磨钢, 450: 布氏硬度级别, E: 高韧性

#### 对照关系及可供规格范围

牌号 Grade	GB/T 24186	可供厚度, mm	可供宽度, mm	可供长度, mm
BW360	NM360			
BW400	NM400			
BW400E				
BW450	NM450	2 - 20	900 - 2000	4000 - 15000
BW450E				
BW500	NM500			
BW500E				
BW600	NM600			
BMS1000				
BMS1200		2 - 20	1000 - 1800	4000 - 12000
BMS1400				

超出规格范围可与宝钢联系协商。

■ 供货技术条件

力学性能

牌号 Grade	厚度 mm	拉伸试验 (横向)			布氏硬度	冲击试验	90°弯曲试验
		屈服强度 ReH,MPa	抗拉强度 Rm,MPa	伸长率 A50mm,%	HBW	冲击值 (-40°C)KV <sub>2</sub> J	弯心直径
BW360	3-14	≥900	≥1100	≥12	360±30	≥20	d = 5a
BW400	3-14	≥960	≥1200	≥10	400±30	≥20	d = 6a
BW400E	3-14	≥960	≥1200	≥10	400±30	≥60	d = 5a
BW450	3-14	≥1100	≥1300	≥7	450±30	≥20	d = 7a
BW450E	3-14	≥1100	≥1300	≥7	450±30	≥60	d = 6a
BW500	3-14	≥1250	≥1450	≥7	500±30	≥20	d = 8a
BW500E	3-14	≥1250	≥1450	≥7	500±30	≥60	d = 8a
BW600	3-12	-	-	-	600±30	≥20	-
BMS1000	3-20	≥900	≥1000	≥12	350±30	≥60	d = 5a
BMS1200	3-20	≥1000	≥1200	≥10	400±30	≥60	d = 6a
BMS1400	3-20	≥1100	≥1350	≥8	450±30	≥60	d = 7a

注: 1.拉伸试验采用横向试样, 即试样长轴的方向垂直于轧制方向;

2.冲击试验采用纵向V型缺口夏比试样, 表列冲击值对应10\*10\*55mm标准试样, 若采用5mm、7.5mm小试样, 表中冲击值等比例减小, 板厚<6mm不做冲击试验;

3.冷弯试验采用横向试样, d=弯心直径, a=钢板厚度。

化学成分(wt%)

牌号 Grade	C ≤	Si ≤	Mn ≤	P ≤	S ≤	Al <sub>t</sub> ≥	Cr ≤	Ti ≤	B ≤	CEV 典型值
BW360	0.28	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.00	0.05	0.005	0.46
BW400	0.30	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.00	0.05	0.005	0.46
BW400E	0.30	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.00	0.05	0.005	0.46
BW450	0.35	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.10	0.05	0.005	0.52
BW450E	0.35	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.10	0.05	0.005	0.52
BW500	0.38	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.20	0.05	0.005	0.55
BW500E	0.38	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.20	0.05	0.005	0.55
BW600	0.45	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.20	0.05	0.005	0.55
BMS1000	0.28	0.70	1.760	0.020	0.010	0.015	1.00	0.05	0.005	0.46
BMS1200	0.30	0.70	1.60	0.020	0.010	0.015	1.00	0.05	0.005	0.46
BMS1400	0.30	0.70	1.70	0.020	0.010	0.015	1.50	0.08	0.005	0.52

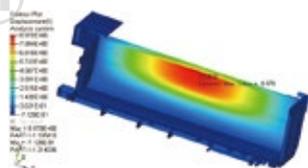
碳当量CEV=C+Mn/6+ (Cr+Mo+V) /5+ (Cu+Ni) /15 根据性能要求, 允许加入Nb、V、Ti、Mo、Cr等合金元素

## ■ 应用案例

### 耐磨钢在自卸车上的应用

国内某专用车厂原采用钢板 Q345 制造某型号宽体重型自卸车车厢，底板厚度 20mm，侧围板厚度 16mm，采用 BW450 耐磨钢设计后，底板厚度减薄至 10mm，侧围板厚度为 8mm，宝钢对样车进行了仿真计算和优化，跟踪了加工过程和服役使用，进行了耐磨损性能实测，焊缝全部完好，样车表现良好，达到用户设计目标。

样车在矿上投入使用约 3 个月时，对底板厚度进行了测量对比，采用 BW400 耐磨钢制作的底板减薄 0.3mm，而同期投入使用的 Q345B 减薄 3mm，这表明，耐磨钢使用寿命约为普通结构钢的 10 倍。



仿真计算



制造加工



服役跟踪

### 耐磨蚀钢在航道疏浚排泥管上的应用

在葫芦岛码头疏浚工程和厦门机场疏浚工程中进行了 BMS 系列钢板的磨蚀对比试验。经 200 万方疏浚量后测试管体的壁厚减薄情况，表明 BMS 钢板的耐磨蚀性能为 Q345B 的 2.1 倍。



## ■ 焊接加工技术

### 预热和层间温度

- 宝钢 BW 系列板厚小于 10mm 时，焊接不需预热，层间温度不大于 200°C；当板厚度大于等于 10mm 时，需要预热 100°C，层间温度不大于 200°C。

### 匹配焊接材料

对于耐磨钢，建议采用稍低强匹配。为了尽量保证焊接接头性能的均匀性，选用焊接材料采用以下原则。

- 优先选用 80kg 级低氢焊接材料。
- 可根据焊缝设计等级、位置及受力状态，与设计沟通选择其它级别焊材。
- 当采用手工焊条焊接时，应选用碱性焊条。

### 焊接方法、工艺及焊接热输入

- 优先选用低氢焊接方法。
- 进行 MAG 焊接时，焊接保护气体为 (15 - 25%) CO<sub>2</sub> 的富 Ar 气体，气体流量为 10 ~ 25 l/min。焊接时尽量不摆动，采用多层多道焊接，焊接热输入量建议不超过 12kJ/cm，注意焊缝外形应美观。长直焊缝尽可能采用自动化焊接设备进行施焊。
- 进行埋弧焊时，焊剂使用前应按制造厂家推荐的温度进行烘焙；烘干后在大气中放置时间不应超过 4h；已受潮或结块的焊剂严禁使用。

### 其它注意事项

对于耐磨钢，建议采用稍低强匹配。为了尽量保证焊接接头性能的均匀性，选用焊接材料采用以下原则。

- 焊接应在室内进行，环境温度应不小于 5°C。如果温度低于 5°C 或环境湿度较大，应将最低预热温度增加 25°C。
- 合理布置焊道，确保接头截面轮廓几何形状合理，对接头焊缝余高不可超过 3mm。焊缝位置布局严禁密集交叉。
- 可采用对接、角接、搭接等焊接接头形式，采用搭接接头时，搭接量应不小于较薄钢板板厚的 5 倍，最小搭接量不小于 25mm。
- 焊接材料在储存和使用过程中避免受潮、粘上油污等污物。坡口加工前检查钢板板形质量，确认旁弯量不大于 0.5mm、不平度不大于 0.5mm。检查焊件的装配质量和坡口情况（包括装配尺寸是否正确、是否存在错边、间隙是否均匀等），认真清理打磨坡口及坡口两侧，确认 30mm 内无锈渍、油污等。多层焊时应连续施焊，每一焊道焊接完成后应及时打磨，清理焊渣及表面飞溅物。发现影响焊接质量的缺欠时，应清除干净，并保证清除痕迹不存在过大的应力集中及尺寸不均匀。
- 焊接时，应避免在焊接区域外引弧。应避免电弧擦伤钢板表面。焊接收弧时，弧坑应填满，不允许出现弧坑裂纹。

### 典型产品焊接接头性能

采用 10mm 厚 BW450 配以  $\Phi$ 1.2mm 锦泰 BH800-II 气保焊焊丝。试板开 60° V 形坡口，焊前不预热，保护气体采用 Ar (80%) +CO<sub>2</sub> (20%) 混合气。焊接过程使用工装卡具固定，热输入降低至 10kJ/cm 左右。

焊丝	尺寸 a×b (mm)	抗拉强度 Rm (MPa)	备注	冷弯 (12a,180°)	冲击 (-40°C,7.5*10*55mm)
BH800-II	9.83×12.94	929	断焊缝	完好	57
	9.81×12.80	943	断焊缝	完好	71

注：冲击试样尺寸为 7.5mm×10mm×55mm

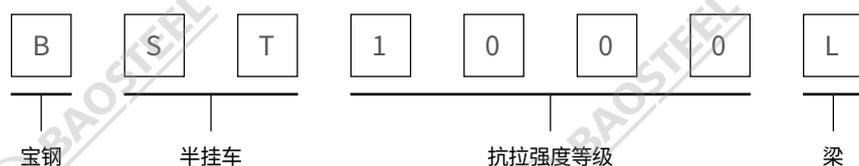
## ⊕ 汽车大梁用超高强钢

### ■ 简介

宝钢结合自身的工艺装备优势，开发了抗拉强度 900MPa 和 1000MPa 级别的 BST 系列超高强焊接大梁钢。该系列产品采用宝钢先进的炼钢、轧制以及热处理工艺，产品不仅具有超高的强度，而且具有良好的低温韧性、可焊接性和冷成形性能。该系列产品性能稳定均匀，板形、表面等质量良好，主要用于生产专用车焊接大梁、超高强型材等产品。

### ■ 牌号及可供规格范围

#### 牌号意义



#### 可供规格范围

牌号 Grade	成品厚度 mm Thickness	成品宽度 mm Width	成品长度 mm Length	交货状态 Delivery
BST900L	3-12	900-2000	2000-15000	Q+T
BST1000L	4-12	900-2000		(离线淬火+回火)

超出规格范围可与宝钢联系。

### ■ 供货技术条件

#### 化学成分(wt%)

牌号 Grade	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Alt	B
BST900L	≤0.18	≤0.50	≤2.00	≤0.8	≤0.8	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005
BST1000L	≤0.2	≤0.50	≤2.00	≤1.0	≤1.0	≤0.015	≤0.005	≥0.015	≤0.005

## 力学性能

牌号 Grade	厚度 thickness mm	拉伸试验 Tensile test				弯曲试验 Bending test		冲击试验 Impact test	
		方向 Direction	屈服强度 Yield strength ReH,MPa	抗拉强度 Tensile strength Rm, MPa	延伸率 Elongation A, %	弯曲内径 Bending diameter d	温度 Tempera ture	冲击值 Charpim impact J	
BST900L	3-12	L	≥850	≥900	≥8	d=4a, 90°	-40°C	≥27	
BST1000L	3-12	L	≥950	≥1000	≥8	d=6a, 90°	-40°C	≥27	

- 拉伸试样方向 T = 横向, L = 纵向。试样采用短比例标距,  $l_0 = 5.65\sqrt{S_0}$
- 弯曲试验取横向试样, d = 弯心直径, a = 钢板公称厚度。
- 冲击试验采用夏比 V 型缺口试样, 取样方向平行于轧制方向 (纵向试样), 表中冲击值为全试样 (10×10×55mm) 冲击值, 采用 1/2 试样或 3/4 试样时, 该值按比例减小; 板厚 <6mm 时不做冲击性能检测。
- 冲击功值为为一组三个试样试验结果的平均值, 允许其中一个试样的试验结果小于规定值, 但不得小于规定值的 70%。

## ■ 应用案例

宝钢为某专用车龙头企业提供的“2022 款轻量化仓栅半挂车整体解决方案”。新车型全部采用宝钢全新研发的 BST1000L 超高强大梁及其它高强上装用钢, 相对于现有主流 700MPa 级别半挂车, 在安全性能提升的同时, 车身重量进一步减重约 10%, 可实现碳减排 23 吨/(年·辆) 以上。



## ■ 加工使用技术

### 焊接工艺及焊接性能

#### 预热和层间温度

对于 BST1000L 而言，厚度 8mm 以下可以不预热，在室温 20°C 下焊接；厚度大于 8mm 时，焊前预热 75°C，层间温度推荐值不高于 200°C。如果环境湿度大于 90% 或者环境温度低于 5°C，最低推荐预热温度应再增加 25°C。

#### 焊接方法和焊接材料

根据用户实际情况，可选择气体保护焊和埋弧焊。气体保护焊时焊接热输入在 5-12kJ/cm 范围内。埋弧焊时，焊接热输入不大于 20kJ/cm。

根据结构设计要求以及用户选择，可选择稍低强匹配或低强匹配。当采用埋弧焊时，要确保焊接材料熔敷金属的含氢量不超过 5 ml/100 g，并应根据相关规定对焊剂进行储存、焊前进行规定制度的烘焙。

#### 典型产品焊接接头力学性能

厚度 8mm 的 BST1000L 采用 BH900-II 焊丝，进行富氩气保护焊

尺寸 a×b (mm)	抗拉强度 Rm (MPa)	拉断位置	冷弯 (6a,180°)		-40°C冲击, KV2, J (7.5*10*55mm)			
			面弯	背弯	WM	FL	FL+1	FL+3
8.04×25.11	900	HAZ	完好	完好	38	29	33	59
8.02×25.18	905	HAZ						

厚度 8mm 的 BST1000L 采用 H10Mn2/SJ101 焊材 (50kg)，进行埋弧焊

尺寸 a×b (mm)	抗拉强度 Rm (MPa)	拉断位置	冷弯 (6a,180°)		-40°C冲击, KV2, J (5.0*10*55mm)			
			面弯	背弯	WM	FL	FL+1	FL+3
8.03×25.16	750	焊缝 WM	完好	完好	88	31	29	65
8.01×25.12	755	焊缝 WM						

### 焊接接头疲劳性能

- 大梁钢用超高强钢，必须考虑接头的疲劳性能。影响焊接结构疲劳性能的主要因素有应力集中、残余应力等。

应力集中的影响：可以认为结构形状的弯曲或不连续，形状失去均匀性是应力集中的起因。一些焊接结构的疲劳裂纹一般从结构的局部应力集中处开始，结构元件设计不佳，接头形式不合理、焊缝与母材交界处表面形貌和焊接缺陷是应力集中的根源。

残余应力的影响：在实际焊接结构中焊缝附近的焊接残余拉应力数值很大，往往能够达到甚至超过母材的屈服强度。由于焊接残余拉应力的存在，使接头实际承受的最大应力总能达到材料的屈服强度。当外加载荷的循环比  $R$  较小时，其所能承受的应力幅受到很大的影响。因此，调整或消除焊接残余应力能够提高焊接接头的疲劳强度，尤其是当外加载荷的循环比  $R$  较小时。

### 焊接注意事项

- 焊接材料在储存和使用过程中避免受潮、粘上油污等污物。
- 坡口加工前检查钢板板形质量，确认旁弯量不大于 0.5mm、不平度不大于 0.5mm。
- 检查焊件的装配质量和坡口情况（包括装配尺寸是否正确、是否存在错边、间隙是否均匀等）。
- 认真清理打磨坡口及坡口两侧，确认 30mm 内无锈渍、油污等。
- 焊接时，应避免在焊接区域外引弧。应避免电弧擦伤钢板表面。
- 焊接收弧时，弧坑应填满，不允许出现弧坑裂纹。
- 合理布置焊道，确保接头截面轮廓几何形状合理，对接接头焊缝余高不可超过 3mm。
- 采用合理工艺参数，保证良好的焊缝表面成形及合理的焊缝外形尺寸。
- 多层焊时应连续施焊，每一焊道焊接完成后应及时打磨，清理焊渣及表面飞溅物。发现影响焊接质量的缺欠时，应清除干净，并保证清除痕迹不存在过大的应力集中及尺寸不均匀。

### 切割

BST 系列超高强钢推荐采用热切割方式，如激光切割或等离子切割，切割表面平滑，热影响区小，对钢板的力学性能影响可忽略不计。BST 超高强钢不推荐剪切、冲裁等方式下料。

### 冷弯加工

BST 系列超高强结构钢具有良好的塑性，适合冷弯加工。折弯时，弯曲半径应大于技术条件中的规定值。除了折弯半径和折弯角，钢板表面质量、切边质量、折弯方向都可能影响折弯质量。超高强钢的回弹较大，成型时应通过适当的过弯曲来保证获得所需的折弯角度。

### 矫形

BST 系列超高强钢如需矫形时，建议采用冷矫形方式。如特殊情况下需要采用热矫形时，热矫形温度建议不超过 500℃。

## ⊕ 防护钢

### ■ 简介

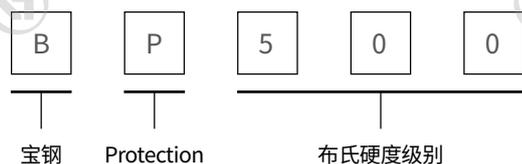
宝钢依靠自身装备水平和技术力量，在国内率先研制成功 BP 系列高性能 ZJ 防护钢，厚度范围为 2-20mm。该产品采用热轧卷板作为基板进行热处理，抗枪弹性能优越，抗破坏性冲击能力强，性能均匀稳定，板形和表面质量好。

本系列产品适用于运钞车、ZJ、押解车辆、贵宾车辆、防盗门、银行柜台防护板、保险柜、盾牌、钢盔等。



### ■ 牌号及可供规格范围

#### 牌号意义



#### 可供规格范围

牌号 Grade	布氏硬度典型 值, HB	可供厚度, mm	可供宽度, mm	可供长度, mm
BP300 (B900FD)	300	2-12	850 - 1800	2000 - 12000
BP440	440	2-12	850 - 1800	2000 - 12000
BP500/BP500T	500	2-12	950 - 1800	2000 - 12000
BP600	600	2-12	950 - 1800	2000 - 12000

超出规格范围可与宝钢联系。

### ■ 供货技术条件

#### 化学成分(wt%)

牌号 Grade	C ≤	Si ≤	Mn ≤	P ≤	S ≤	Alt ≥	Cr ≤	Ni ≤	B ≤
BP300 (B900FD)	0.22	0.5	2.0	0.020	0.015	0.015	0.5	0.5	0.005
BP440	0.35	1.0	1.85	0.020	0.015	0.015	1.0	0.5	0.005
BP500/BP500T	0.45	1.0	1.85	0.020	0.015	0.015	1.2	0.8	0.005
BP600	0.50	1.0	1.85	0.020	0.015	0.015	1.2	0.8	0.005

碳当量CEV=C+Mn/6+Cr/5+Mo/5+V/5+Cu/15+Ni/15

备注：可添加适量的Nb、V、Ti (Nb+V+Ti≤0.22%)

## 力学性能

牌号 Grade	拉伸试验			布氏硬度	90°冷弯
	屈服强度 ReH, MPa	抗拉强度 Rm, MPa	伸长率 A50, %	HBW	弯心直径
BP300 (B900FD)	≥700	≥900	≥10	270-330	D = 3a
BP440	≥1100	≥1250	≥8	420-480	D=8a
BP500	≥1250	≥1450	≥6	470-540	-
BP500T	≥1250	≥1450	≥6	470-540	D=8a
BP600	≥1450	≥1750	≥6	570-640	-

注：1.拉伸试验采用横向试样；

2.布氏硬度为三个试验结果的平均值。仅适用于公称厚度不小于4mm的钢板

3.冷弯试验采用横向试样，D=弯心直径，a=钢板厚度

## ■ 枪击标准及防护级别

宝钢热轧 ZJ 防护钢抗枪弹性能优越，抗破坏性冲击能力强。

参照的主要标准有：GA 164-2005、GJB 1694A-2000 和 GJB 59.18-1988。

钢热轧 ZJ 防护钢通过的防护级别多，厚度范围覆盖广，用户可根据设计要求选择合适的防护钢产品。

宝钢热轧 ZJ 防护钢的枪击防护认证主要有：

牌号 Grade	靶板 公称厚度 mm	枪 / 枪弹型号及口径	参考标准 <sup>a</sup>	检验速度 V m/s	射击距离 m	靶板 法线角 (°)	有效弹数 发
BP300 (B900FD)	2.85	79 式 7.62mm 轻型冲锋枪	GA164	490~515	5	0	3
		51B 式 7.62mm 手枪弹			10 15		
BP440	6.5	53 式 7.62mm 测速工作枪普通钢芯弹	GJB59.18	820~835	100	0	3
BP500	2.3	79 式 7.62mm 轻型冲锋枪	GA164	490~515	5	0	3
		51B 式 7.62mm 手枪弹			10 15		
BP500T	4.2	56 式 7.62mm 冲锋枪	GA164	710~735	10	0	3
		56 式 7.62mm 普通弹			15 30		
	4.6	53 式 7.62mm 弹道枪 53 式 7.62mm 普通钢芯弹	GJB59.18	820~835	10 20 30	0	3
BP600	5.5	M16 5.56mm 自动步枪 SS109 步枪弹	a	880~920	10	0	3
		AK47 7.62mm 步枪 7.62*39mm 步枪穿甲燃烧弹			20 30		
BP600	7	95 式 5.8mm 自动步枪	a	917~957	10	0	3
		87 式 5.8mm 步枪弹			20 30		

备注：参考标准a指靶试结果评定满足试验部位不应穿透或出现可透光的明显裂纹。

## ■ 加工使用技术

### 钻铣加工

宝钢热轧 ZJ 防护钢硬度高，机加工难度相对较大。钻孔加工一般应采用高速钢或陶瓷硬质合金钢钻头。为保证批量钻孔作业时的高效和精确，推荐使用高速合金钢（HSS-E）或含钴高速合金钢（HSS-Co）钻头。

铣削加工时应确保夹紧工件，建议采用宽矩铣刀，平面铣刀的材质可选用硬质合金涂层、陶瓷合金等，端面铣刀可选用硬质合金、含钴高速合金钢等，尽量避免采用组合铣头，平面铣的切削宽度应为铣头直径的 75%—80%。

### 折弯加工

当用户需要对宝钢热轧 ZJ 防护钢进行冷成形时，工作时须特别注意钢板的回弹等的影响，钢板强度越高，其回弹越大。特别要注意的是，钢板的最小折弯直径不能小于供货技术条件中双方商定的冷弯直径。BP500 折弯时，最小折弯半径应不小于板厚的 8 倍；BP440 折弯时，最小折弯半径不应小于板厚的 5 倍。

当宝钢热轧 ZJ 防护钢进行折弯加工时，不能采用剪切的方式来切割下料。

### 切割

宝钢热轧 ZJ 防护钢适用于激光切割和等离子切割。如果切割机的刀刃足够硬、且切割设备的刚度足够强时，也可以采用机械剪切来进行加工。推荐使用水射流切割，此种切割方式能够保证切割边缘的防弹性能。

### 热加工

不建议对宝钢热轧 ZJ 防护钢板进行热加工。如果需要钢板进行相应的热处理，请与宝钢产销研小组联系。

### 焊接

宝钢热轧 ZJ 防护钢可采用常用的焊接方法进行焊接。选择焊接材料时，推荐使用奥氏体焊接材料或低强度的铁素体焊接材料。如果焊接接头强度是重要的性能要求时，也可以采用强度较高的铁素体焊接材料。

## ⊕ 容器及耐热结构用钢

宝钢此系列产品具有良好的力学性能、可焊接和加工性能，以保证产品在高压状态下使用安全、可靠。分为锅炉容器用和耐热结构用，主要应用于石油、化工、电站、锅炉等行业。

### 锅炉和压力容器用钢

#### ■ 简介

锅炉和压力容器用钢用于发电及蒸汽锅炉、换热器、固定式压力容器及移动式压力容器、石化气体用球罐或储罐罐体材料，其材料在保证常温强韧性的同时，还承受一定的内压和高温或低温，要求材料有特定服役环境下的特定性能。

#### ■ 牌号及可供规格范围

##### 牌号对照关系

GB 713/GB3531	EN10028-2	ASME SA-516/SA-516M	备注
-	P235GH	SA516GR55	
Q245R	P265GH	SA516GR60	
-	P295GH	SA516GR65	
Q345R	P355GH	SA516GR70	用于制造锅炉、容器的筒体、封头和设备支撑件。
Q370R	P355GH	-	
Q420R	P420NH/NL1/NL2	-	
16MnDR	-	-	

##### 可供规格范围

成品厚度 mm Thickness	成品宽度 mm Width	成品长度 mm Length	交货状态 Delivery
3.0-20.0	900-2100	2000-15000	N (正火)

■ 供货技术条件

化学成分 (wt%)

牌号	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Ti	Al <sub>T</sub>	P	S	其他
P235GH	≤ 0.16	≤ 0.35	0.60~1.20	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.030	≤ 0.02	≤ 0.03	≥ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.010	
P265GH	≤ 0.20	≤ 0.40	0.80~1.40	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.030	≤ 0.02	≤ 0.03	≥ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.010	Cu+Ni+Cr+Mo ≤ 0.70
P295GH	0.08~0.20	≤ 0.40	0.90~1.50	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.030	≤ 0.02	≤ 0.03	≥ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.010	
P355GH	0.10~0.20	≤ 0.60	1.10~1.70	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.030	≤ 0.02	≤ 0.03	≥ 0.02	≤ 0.025	≤ 0.010	
Q245R	≤ 0.20	≤ 0.35	0.50~1.10	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.050	≤ 0.050	≤ 0.03	—	≤ 0.020	≤ 0.010	Cu+Ni+Cr+Mo ≤ 0.70
Q345R	≤ 0.20	≤ 0.55	1.20~1.70	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.050	≤ 0.050	≤ 0.03	—	≤ 0.020	≤ 0.010	
Q370R	≤ 0.18	≤ 0.55	1.20~1.70	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	0.015~0.050	≤ 0.050	≤ 0.03	—	≤ 0.018	≤ 0.008	
Q420R	≤ 0.20	≤ 0.55	1.30~1.70	≤ 0.30	0.20~0.50	≤ 0.30	≤ 0.08	0.015~0.050	≤ 0.100	≤ 0.03	—	≤ 0.018	≤ 0.008	Nb+V+Ti ≤ 0.22 Cu+Cr+Mo ≤ 0.45 Cu+6Sn ≤ 0.33
16MnDR	≤ 0.20	0.15~0.50	1.20~1.60	—	≤ 0.40	—	—	—	—	—	≥ 0.020	≤ 0.020	≤ 0.010	—

力学性能

牌号	交货状态	拉伸试验			冲击性能		180°弯曲试验
		下屈服强度 <sup>c</sup> ReL / MPa	抗拉强度 Rm / MPa	断后伸长率 A/%	试验温度 (°C)	KV <sub>2</sub> (J)	D - 弯曲压头直径 a - 试样厚度, b- 试样宽度, b=2a
P235GH	热轧、控轧或正火	≥235	360~480	≥24	20	40	D=3a
P265GH	热轧、控轧或正火	≥265	410~530	≥22	20	40	D=3a
P295GH	热轧、控轧或正火	≥295	460~580	≥22	20	40	D=3a
P355GH	热轧、控轧或正火	≥355	510~650	≥20	20	40	D=3a
Q245R	热轧、控轧或正火	≥245	400~520	≥25	0	34	D=1.5a
Q345R	热轧、控轧或正火	≥345	510~640	≥21	0	41	D=2a
Q370R	正火	≥370	510~630	≥20	-20	47	D=2a
Q420R	正火	≥420	590~720	≥18	-20	60	D=3a
16MnDR	正火	≥315	490~620	≥21	-40	34	D=2a

### 应用案例

屈服强度 370MPa 及以上正火型压力容器用钢可用于某罐车用户的 50m<sup>3</sup> 以上的 LPG 汽车罐车、罐式集装箱等大型高参数化的移动式压力容器。



丙烷运输半挂车



丙烯运输半挂车



罐式集装箱



罐式集装箱

## 耐热结构用钢

## ■ 简介

耐热结构用钢板或钢带要求具有高强度、高韧性，用于中温和中高温 (> 100~500°C) 锅炉设备的承压或结构件。

耐热结构钢板除了具备高强高韧性外，还具有抗中高温蠕变的持久性能。

## ■ 牌号及可供规格范围

## 牌号对照关系

GB 713	EN10028-2	ASME SA-387/SA-387M	
—	16Mo3	SA204Gr.A	
15CrMoR	13CrMo4-5	SA 387Gr.12	
14Cr1MoR	13CrMoSi5-5	SA 387Gr11	用于中温和中高温锅炉设备
12Cr2Mo1R	10CrMo9-10	SA 387Gr22	的结构件。
12Cr1MoVR	—	—	
12Cr2Mo1VR	13CrMo9-10	SA 542Type D	
07Cr2AlMoR	—	—	

## 可供规格范围

成品厚度 mm Thickness	成品宽度 mm Width	成品长度 mm Length	交货状态 Delivery
3.0-20.0	900-2100	2000-15000	N (正火)

## ■ 供货技术条件

## 化学成分(wt%)

牌号	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Ti	Alt	P	S	其他
16Mo3	0.11~ 0.20	≤ 0.35	0.40~ 0.90	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	0.25~ 0.35	—	—	—	—	≤ 0.025	≤ 0.010	—
15CrMoR	0.08 ~ 0.18	0.15 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	≤ 0.30	≤ 0.30	0.80 ~ 1.20	0.45 ~ 0.60	—	—	—	—	≤ 0.020	≤ 0.010	—
14Cr1MoR	≤ 0.17	0.50 ~ 0.80	0.40 ~ 0.65	≤ 0.30	≤ 0.30	1.15 ~ 1.50	0.45 ~ 0.65	—	—	—	—	≤ 0.018	≤ 0.008	—
12Cr2Mo1R	0.08 ~ 0.15	≤ 0.50	0.30 ~ 0.60	≤ 0.20	≤ 0.30	2.00 ~ 2.50	0.90 ~ 1.10	—	—	—	—	≤ 0.018	≤ 0.008	—
12Cr1MoVR	0.08 ~ 0.15	0.15 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	≤ 0.30	≤ 0.30	0.90 ~ 1.20	0.25 ~ 0.35	—	0.15 ~ 0.30	—	—	≤ 0.020	≤ 0.010	—
12Cr2Mo1VR	0.11 ~ 0.15	≤ 0.10	0.30 ~ 0.60	≤ 0.20	≤ 0.25	2.00 ~ 2.50	0.90 ~ 1.10	≤ 0.07	0.25 ~ 0.35	≤ 0.030	—	≤ 0.010	≤ 0.005	B≤0.0020 Ca≤0.015
07Cr2AlMoR	≤ 0.09	0.20 ~ 0.50	0.40 ~ 0.90	≤ 0.30	≤ 0.30	2.00 ~ 2.40	0.30 ~ 0.50	—	—	—	0.30 ~ 0.50	≤ 0.018	≤ 0.008	—

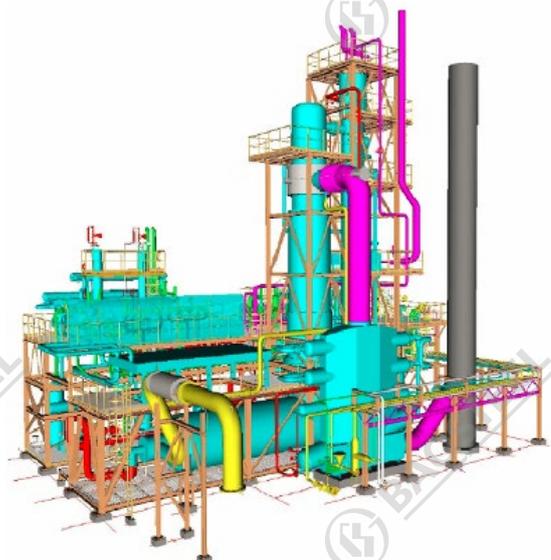
## 力学性能

牌号	交货状态	拉伸试验			冲击性能		180°弯曲试验 弯心直径 D D=2a
		下屈服强度 <sup>c</sup> ReL / MPa	抗拉强度 Rm / MPa	断后伸长率 A / %	试验温度 (°C)	KV <sub>2</sub> (J)	
16Mo3	热轧、控轧或正火态	≥275	440~590	≥22	20	≥31	D=3a
15CrMoR	正火+回火态	≥295	450~590	≥19	20	≥47	D=3a
14Cr1MoR	正火+回火态	≥310	520~680	≥19	20	≥47	D=3a
12Cr1MoVR	正火+回火态	≥245	440~590	≥19	20	≥47	D=3a
12Cr2Mo1R	正火+回火态	≥310	520~680	≥19	20	≥47	D=3a
12Cr2Mo1VR	正火+回火态	≥415	590~760	≥17	-20	≥60	D=3a
07Cr2AlMoR	热轧态或正火+回火态	≥260	420~580	≥20	20	≥47	D=3a

## 应用案例

12Cr1MoVR 已经应用于某锅炉厂多台循环流化床锅炉、蒸汽锅炉加热器部件等，在行业得到广泛应用。

15CrMoR 用于制造各种中温压力容器换热器、集管等附件、弯管等，代替普钢。

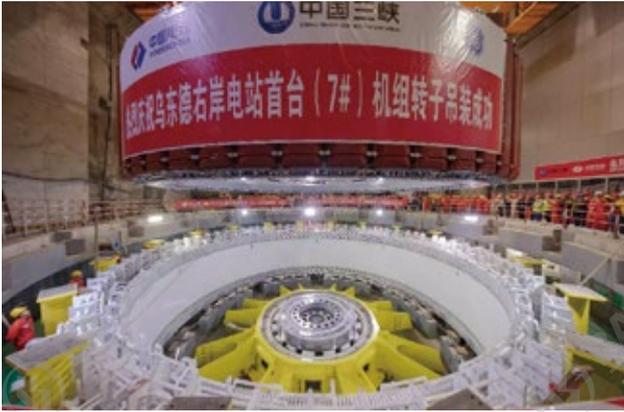


耐热钢产品应用于锅炉管排、水冷壁、省煤器、空气管道

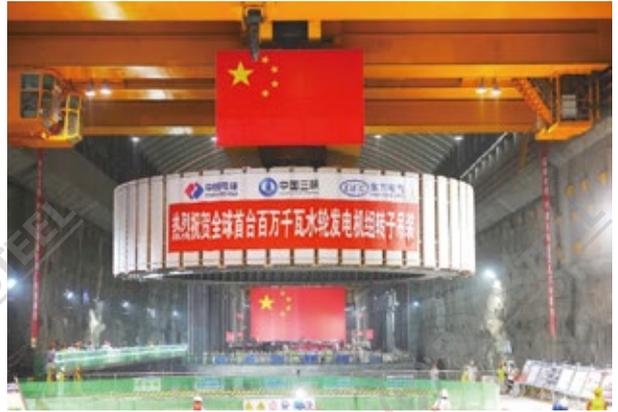
## ⊕ 磁轭钢

### ■ 简介

磁轭钢用于水轮发电机转子磁轭部分，是水轮发电机结构中最核心的部件之一，其主要作用是产生转动惯量和挂装磁极，同时也是磁路的一部分。大型水电工程中水轮发电机转子磁轭钢要求具有高强度、高精度以及高磁通密度。屈服强度 800MPa 及以上级别采用热处理工艺生产。



转子磁轭示意图



转子磁轭实物图

### ■ 牌号及可供规格范围

#### 钢的牌号命名方法



#### 可供规格范围

成品厚度 mm Thickness	成品宽度 mm Width	成品长度 mm Length	交货状态 Delivery
3.0-20.0	900-2100	2000-15000	Q+T (离线淬火+回火)

■ 供货技术条件

力学性能

牌号 Grade	拉伸试验		90°弯曲试验 D - 弯曲压头直径		磁通密度 (T)			
	下屈服强度 $R_{eL}$ / MPa	抗拉强度 $R_m$ , Mpa	断后伸长率 A, %	D = 5a	$B_{50}$	$B_{100}$	$B_{200}$	$B_{300}$
WDER800	≥800	≥850	≥10	完好	≥1.46	≥1.73	≥1.90	≥1.93
WDER900	≥900	≥950	≥9	完好	≥1.46	≥1.73	≥1.90	≥1.93
WDER1000	≥1000	≥1050	≥8	完好	≥1.46	≥1.73	≥1.90	≥1.93
WDER1100	≥1100	≥1130	≥7	完好	≥1.46	≥1.73	≥1.90	≥1.93

■ 应用案例

超高强度磁轭钢计划用于扎拉、雅鲁藏布江大拐弯等高容量、高转速水电站项目。



# 包装和标识 PACKING & MARKING

## ⊕ 包装

### ■ 卷包装

图示	适用范围	代码
图1	适用于普通包装的热轧钢带。	默认空白
图2	适用于特殊包装的热轧钢带, 经供需双方协商, 可在钢卷尾部安装夹具。	51
图3	适用于特殊包装的热轧钢带, 经供需双方协商, 可采用防锈纸包裹。	57

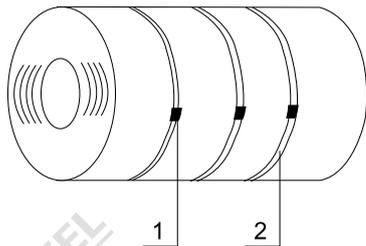


图 1

1—锁扣 2—捆带

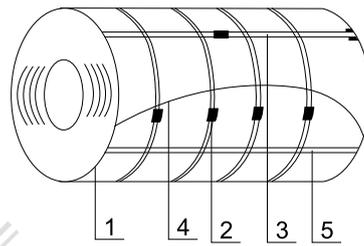


图 2

1—护角 2—锁扣 3—捆带  
4—带尾 5—夹具

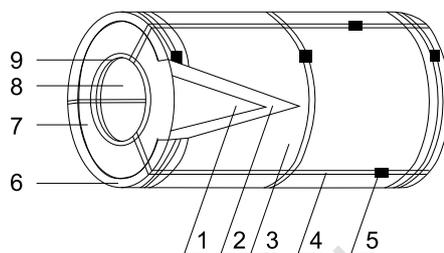


图 3

1—钢带 2—防锈纸 (内芯防锈纸和外周防锈纸) 3—外周包板 4—捆带  
5—锁扣 6—铁外护角 7—端部圆护板 8—内周护板 9—铁内护角

■ 板包装

图示	适用范围	代码
图4	适用于普通包装要求的钢板。	默认空白
图5	适用于特殊包装（盒式包装）要求的钢板。	71
图6	适用于特殊包装（简易盒式包装）要求的钢板。	73

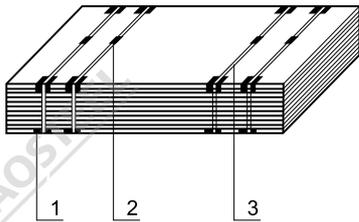


图 4

1—护角 2—锁扣 3—捆带

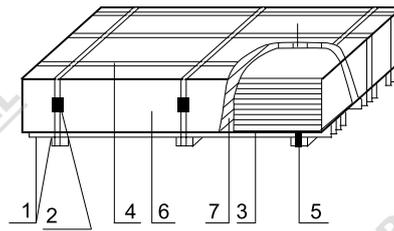


图 5

1—垫木或托架 2—锁扣 3—钢板 4—捆带  
5—上盖板 6—侧护板 7—防锈纸

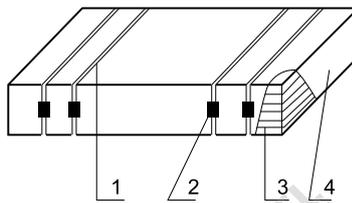


图 6

1—捆带 2—锁扣 3—钢板  
7—防锈纸、塑料薄膜

⊕ 标签

■ 钢卷标签

钢卷内圈两侧的离带钢边部 $\geq 30\text{mm}$ 处各贴成品标签一张，对特殊用户要求，可以内外圈各贴一张标签。标签样张见图。

■ 钢板标签

距钢板长度方向端部 200~400m 和紧贴钢板边部粘贴一张成品标签，在靠近钢板贴成品标签的一根捆带上再捆扎一张成品标签。标签样张见图



⊕ 喷印

图示	适用范围	代码
图9	热处理钢板全版喷印 (全板每隔3-4米喷印4行)	500
图10	热处理钢板局部喷印 (仅在角部喷印4行)	600
	横切板, 无特殊要求	000
	横切板, 不喷印	900



图9

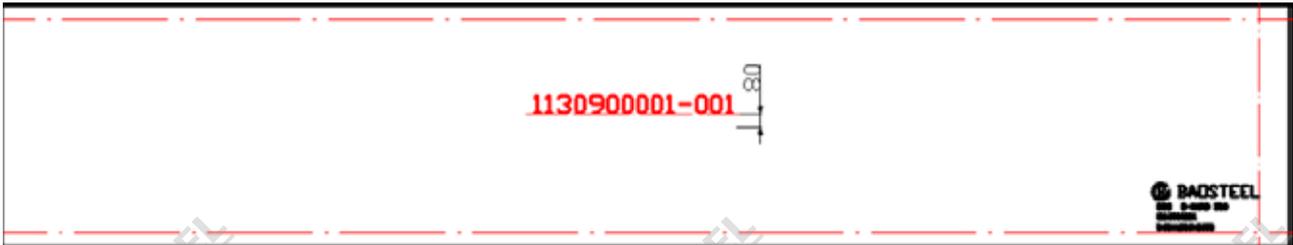


图10



# 热处理产品使用技术

## GUIDE FOR THE USING OF STEELS

### ⊕ 选材

选用钢材时需要考虑到两个因素，一方面是材料的可加工性，另一方面是材料的使用性能。通常在加工时我们希望材料的强度低、延伸率好，以便于切割、冲压、成形；而在使用时，我们希望材料的强度高、冲击性能好，能够承受苛刻的使用条件。为此我们要根据材料的力学性能来作出判断。

#### ■ 力学性能测试中主要的指标

**屈服强度：**是指材料开始产生塑性变形时所对应的应力。在屈服点之前材料的变形是弹性的，当外加应力去除之后就会回复原来的形状。当应力超过屈服点后，部分变形就留为不能回复的永久变形。

**抗拉强度：**是指试样拉伸时，在拉断前所承受的最大应力值。通常抗拉强度对应的是发生缩颈时的应力。

**伸长率：**又名断后伸长率，是指试样在拉断后，其标距部分所增加的长度与原标距长度的百分比。伸长率越大，则材料在受力破坏前可以经受的永久变形越大，成形性能也就越好。屈服强度、抗拉强度、延伸率一般通过拉伸试验来进行测量。

**冲击功：**又名韧性，是指在冲击试验时，试样在冲击下折断时所吸收的功。单位为焦耳（J）。冲击功显示了材料对冲击负荷的抵抗能力。它通过夏比 V 型冲击试验测量。

如果材料在加工过程中还需要使用焊接，那就要考虑到材料的焊接性能。

**焊接：**对于钢材而言，焊接是将独立的钢材结合在一起的工艺，焊接部位通常需融熔在一起，之后凝固形成强力的结合，比如电弧焊、气体焊、电阻焊。

**可焊性：**又称结合能力，对于材料而言是指他们被焊接在一起的能力。大部分钢材都是可焊的，但其中一些更容易。而这个性质对于焊接质量和工艺选择都有很大的影响。

**碳当量：**在焊接中，碳当量（CE）用来衡量钢材的可焊性。碳当量公式显示了不同合金对于焊接影响的程度大小。高的碳含量和合金元素，如锰、铬、硅、钼、铜、镍，都会增加钢材的硬度，降低它的可焊性。碳当量通常推荐以下公式计算：

$$ce = c + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

#### ■ 运输及仓储

在钢材的运输和仓储过程中需要注意以下这些环节：

**吊装：**钢卷、钢板在吊装的时候建议使用专门的吊具。仅仅使用钢丝绳时容易滑动造成危险，同时也容易压伤、划伤钢材，造成缺陷。

**堆放：**钢卷在堆放的时候，建议在下面铺设保护材料，如橡胶板等，避免钢卷表面压伤。钢板堆放时须使用垫木，垫木应当有相同的高度，同时彼此距离相等、合适，使钢板的重量能够均匀分布，避免造成板形问题。

**存放：**钢材推荐存放在室内，如果室外存放时应该覆盖雨布。在室内存放时，应该注意监控室内的湿度与温度，避免因为气温与湿度的急剧变化造成“结露”现象。

### ■ 钢材开卷与剪切

**开卷：**钢卷开卷时候注意安全。开卷时，特别是对高强度钢材开卷时，操作人员请不要站在钢卷的正面，避免钢带弹出造成人员伤害。开卷时，最好使用具有张力系统的开卷机以避免钢卷表面的划伤。

**切边：**钢材切边或分条时需要选择合适的设备。使用圆盘剪时，圆盘剪应当具有足够的硬度，避免使用时过快磨损影响切边的质量。正常钢材断面应当由明显的光亮带和剪切带。

### ■ 钢材的重取样

如果在使用中对于钢材的性能存在疑问，请联络我们的服务人员。对于材料的性能可以通过再次取样检验的方式进行确认。取样时，为了使样品具有代表性，其位置应当位于钢板或钢带宽度的 1/4 处。对于卷状交货的产品，应当在离开头部效应后进行取样。样品的大小为 450mm\*450mm，其表面应带标记钢材的轧制方向。

### ■ 焊接技术

随着国家法律法规的不断完善、节能减排的要求不断提高，对热处理产品的需求越来越多，超高强和结构减薄的普及应用对焊接制造带来了不小的问题和挑战。为了获得良好的焊接质量和接头性能，需要考虑焊缝布置、接头设计、焊接方法、焊接材料、焊接工艺等多方面因素。

#### 焊缝布置和焊接接头的设计理念

- 在结构设计中，宜尽量减少焊缝的数量和尺寸；同时焊缝位置和接头设计要便于焊接操作和焊后检测。
- 焊缝位置不宜处于承载位置，应避开高应力区，将其设计在低应力处，例如焊缝的布置宜对称于构件截面的中性轴，尤其是当结构承受动载时。焊接接头不宜垂直于应力方向，宜与应力方向平行。通过焊接接头的合理布局，尽量减小焊接接头在服役过程中承受的载荷。
- 焊缝的位置布局设计时，避免出现相互交叉以及密集排布的情况。焊缝可能相互交接时，宜采用刚度较小的节点形式，例如设计上采用过焊孔，或把焊缝长度设计缩短一些，从而使两条或多条焊缝断开、不交汇，从而避免焊缝密集和双向、三向相交。
- 合理设计焊接顺序，例如对称焊，以降低焊接残余应力和焊接变形。
- 应根据板厚尺寸合理设计焊接坡口，坡口间隙不宜超过 3mm，避免过大的焊接残余应力。
- 角焊缝焊接时应采用合适的工艺参数使焊缝表面圆滑过渡，避免应力集中。当角焊缝的端部在构件上时，转角处宜连续包角焊，起弧、熄弧点不宜在端部或棱角处，应距焊缝端 50mm 以上，弧坑应填满。

### 焊接方法和焊接材料的选用

- 可使用气体保护焊、手工焊、埋弧焊、激光复合焊等焊接方法。为了降低焊接冷裂纹的发生风险，应尽可能选择低氢焊接方法和低氢焊接材料。
- 在选择焊材时，应根据实际需求选择匹配形式，通常采用等强匹配，也可根据设计和业主选择稍低强匹配和低强匹配。等强匹配形式用于承载焊缝，焊缝服役在高应力环境；低强匹配形式用于联系焊缝等其他形式，焊缝服役在低应力环境。
- 对于超高强度的钢材，可根据应用场景以及受力状态的具体情况，除采用等强匹配原则外，可以选择稍低强和低强匹配的焊接材料。对于耐磨钢和防护钢，低强匹配的焊接材料。
- 对于选用低氢焊接材料，其熔敷金属的含氢量应不超过 5ml/100g，并应根据相关规定对焊剂、焊条进行储存、焊前进行规定制度的烘焙。
- 为了防止冷裂的发生，采用的低强匹配焊接材料，除了可以是低合金焊接材料外，也可以是高合金的奥氏体不锈钢焊接材料。
- 选用低合金高强和超高强焊接材料时，焊接材料的碳当量越低越好，其熔敷金属的塑韧性越高越好。
- 富氢气体保护焊时，根部打底焊接时推荐采用短路过渡方式，并注意侧壁的熔合，填充、盖面焊接时推荐使用射流过渡。
- 焊接材料的贮存场所应通风良好，温度宜在 5℃ -50℃ 范围，空气相对湿度应不大于 60%；焊接材料应由专人保管、烘干、发放和回收。
- 低氢型焊条应符合下列要求：
  - 1) 使用前应在 300℃ -430℃ 范围内烘焙 1h-2h。
  - 2) 烘干后应放置于温度不低于 120℃ 的保温箱中存放、待用、随用随取；
  - 3) 烘干后在大气中放置时间不应超过 2h。重新烘干次数不应超过 1 次。
- 焊剂的烘干应符合下列要求：
  - 1) 使用前应按制造厂家推荐的温度进行烘焙，
  - 2) 烘干后在大气中放置时间不应超过 4h。
  - 3) 已受潮或结块的焊剂严禁使用。

### 预热温度和道间温度的确定

为了避免发生焊接冷裂纹，需要确定预热温度和道间温度。预热温度和道间温度应根据钢材的化学成分、焊接接头的拘束状态、热输入大小、熔敷金属含氢量水平及所采用的焊接方法等综合因素确定或进行焊接试验确定。

- 钢材的化学成分直接决定着碳当量的大小。碳当量越高，需要预热的温度就越高。常用的碳当量公式如下：

$$CEV(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} (\%)$$

- 焊接接头的拘束状态与板厚有关。板厚越大，需要预热的温度就越高。
- 焊接热输入取决于焊接电流、焊接电压及焊接速度，通常按下式计算：

$$Q = \frac{U \times I}{V}$$

- 钢板经过焊接热过程，其微观组织和力学性能会产生相应的变化，焊接热输入对整个焊接接头区域的性能起到至关重要的作用。热输入越大，需要预热的温度越低。

- 熔敷金属氢含量水平是影响材料抗裂性的重要因素。当采用非低氢焊接材料时，预热温度应比采用低氢焊接材料时提高 20°C。
- 如果环境湿度大，或者温度低于 5°C，最低推荐预热温度应增加 25°C。
- 焊接过程中，道间温度不应低于预热温度。
- 结构受静荷载时，焊接时最大道间温度不宜超过 220°C；而对于结构需要承受动荷载的结构，最大道间温度不宜超过 200°C。
- 预热的加热区域应在焊缝坡口两侧，宽度应不小于 100mm；预热温度宜在焊件受热面的背面测量，测量点应在离电弧经过前的焊接点各方向不小于 75mm 处。
- 同种钢不等厚焊接时，应采取的预热和层间温度取决于最大板厚；同一板厚不同强度钢焊接时，应采取的预热和层间温度取决于强度较高钢种；异种钢焊接时，应采取的预热和层间温度取决于焊接工艺要求较高钢种。

#### 焊接制作时的要求

- 焊前应全面检查电源、焊机、焊枪、供气系统、工装等设备是否正常。
- 焊前应确认焊丝牌号、规格及质量是否符合要求。焊接材料在储存和使用过程中避免受潮、粘上油污等污物。
- 母材上待焊接的表面和两侧应均匀、光洁，且应无毛刺、裂纹和其他对焊缝质量有不利影响的缺陷。坡口加工前检查钢板板形质量，确认旁弯量不大于 0.5mm、不平度不大于 0.5mm。
- 机械加工和热切割（气割、等离子和激光切割）是常用的下料和坡口加工方法。在热切割过程中会在材料表面产生氧化膜，建议在焊接前予以去除。若采用等离子切割，推荐使用氧气作为等离子气体。若使用氮气，焊接前需对切割面打磨至少 0.2mm。
- 检查焊件的装配质量和坡口情况（包括装配尺寸是否正确、是否存在错边、间隙是否均匀等），认真清理打磨坡口及坡口两侧，确认 30mm 内无锈渍、油污等。
- 自由状态焊接时应预制合理的反变形。焊接时，应避免在焊接区域外引弧。应避免电弧擦伤钢板表面。
- 焊接应在室内进行，环境温度应不小于 5°C。如果温度低于 5°C 或环境湿度较大，应将最低预热温度增加 25°C。
- 长直焊缝尽可能采用自动化焊接设备进行施焊。焊接收弧时，弧坑应填满，不允许出现弧坑裂纹。
- 合理布置焊道，确保接头截面轮廓几何形状合理，采用合理工艺参数，保证良好的焊缝表面成形及合理的焊缝外形尺寸。多层施焊时，每一焊道焊接完成后应及时打磨，清理焊渣及表面飞溅物。
- 对接接头焊缝余高不可超过 3mm。焊条电弧焊、气体保护焊和埋弧焊接时，每一道焊缝的宽深比应不小于 1.1。发现影响焊接质量的缺欠时，应清除干净，并保证清除痕迹不存在过大的应力集中及尺寸不均匀。
- 对于承受动荷载的焊接结构，必须重点优化焊接工艺，实现电流、电压、焊接速度和坡口形式的良好匹配，保证良好成型、减少残余应力和应力集中，同时避免缺陷、减少飞溅。
- 焊接接头无论是承受动载，还是静载，接头间隙中严禁填塞焊条头、铁块等杂物。坡口组装间隙偏差较大时，可按照正式焊接工艺在坡口单侧或两侧堆焊，即常说的长肉法使间隙达到要求。

## 订货所需信息

### GUIDE FOR THE USING OF STEELS

⊕ 本企业标准号

⊕ 产品类别

⊕ 牌号及交货状态

⊕ 规格及尺寸（厚度、宽度、长度）精度级别

⊕ 边缘状态

⊕ 用途及加工工艺

⊕ 检验文件类型



宝山钢铁股份有限公司  
http://www.baosteel.com

BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.  
http://www.baosteel.com

**热轧销售部**

Hot Rolled Sheet Sales Department  
地址:上海宝山漠河路151号  
邮编:201999  
电话:021-26641191

**宝钢服务热线**

Baosteel Service Hot-line  
400-820-8590

**宝钢慧创平台**

iBaosteel  
http://www.ibaosteel.com

**国内贸易公司 Domestic Sales Channels**

上海宝钢钢材贸易有限公司  
SHANGHAI BAOSTEEL  
STEEL PRODUCTS TRADING CO., LTD.  
TEL: 021-26640916

广州宝钢南方贸易有限公司  
GUANGZHOU BAOSTEEL  
SOUTHERN TRADING CO., LTD.  
TEL: 020-32219999

北京宝钢北方贸易有限公司  
BEIJING BAOSTEEL  
NORTHERN TRADING CO., LTD.  
TEL: 010-56512000

成都宝钢西部贸易有限公司  
CHENGDU BAOSTEEL  
WESTERN TRADING CO., LTD.  
TEL: 028-85335388

武汉宝钢华中贸易有限公司  
WUHAN BAOSTEEL  
CENTRAL CHINA TRADING CO., LTD.  
TEL: 027-84298800

沈阳宝钢东北贸易有限公司  
SHENYANG BAOSTEEL  
NORTH-EASTERN TRADING CO., LTD.  
TEL: 024-31391180

**东北亚及澳洲大区 Northeast Asia and Oceania Region**

宝和通商株式会社  
HOWA TRADING CO., LTD.  
TEL: 0081-3-32379121  
FAX: 0081-3-32379123

首尔事务所  
SEOUL OFFICE  
TEL: 0082-2-5080893  
FAX: 0082-2-5080891

BGM株式会社  
BGM CO., LTD  
TEL: 0082-70-44225903  
FAX: 0082-31-3514558

高雄事务所  
KAOSIUNG OFFICE  
TEL: 00886-7-3356606  
FAX: 00886-7-3356609

宝钢澳大利亚贸易有限公司  
BAO AUSTRALIA PTY LTD.  
TEL: 0061-8-94810535  
FAX: 0061-8-94810536

**东南亚及南亚大区 South East Asia and South Asia Region**

宝钢新加坡贸易有限公司  
BAOSTEEL SINGAPORE PTE LTD.  
TEL: 0065-63336818  
FAX: 0065-63336819

宝新越南代表处  
VIETNAM OFFICE  
TEL: 0084-8-9100126  
FAX: 0084-8-9100124

宝新泰国代表处  
THAILAND OFFICE  
TEL: 0066-2-6368485  
FAX: 0066-2-2348989

宝新河内代表处  
HA NOI OFFICE  
TEL: 0084-24-62694200  
FAX: 0084-24-62691392

宝钢印尼钢材加工有限公司(含印尼代表处)  
PT. BAOSTEEL INDONESIA STEEL SERVICE CENTER  
(INDONESIA OFFICE)  
TEL: 0062-21-3040 8575  
FAX: 0062-21-3040 8583

宝钢印度有限公司(含SANAND加工中心)  
BAOSTEEL INDIA COMPANY PRIVATE LTD.  
(SANAND STEEL SERVICE CENTER)  
TEL: 0091-22-30071700  
FAX: 0091-22-30071777

宝新马来西亚代表处  
MALAYSIA OFFICE  
TEL: 0060-32-2016986

**欧非中东大区 Europe, Africa & Middle East Region**

宝钢欧洲有限公司  
BAOSTEEL EUROPE GMBH  
TEL: 0049-89-32709090  
FAX: 0049-89-3270909130

宝钢西班牙有限公司  
BAOSTEEL ESPAÑA, S.L.  
TEL: 0034-93-4119325  
FAX: 0034-93-4119330

宝钢中东公司  
BAOSTEEL MIDDLE EAST FZE  
TEL: 00971-4-8840458  
FAX: 00971-4-8840485

宝欧南非代表处  
SOUTH AFRICA OFFICE  
TEL: 0027-11-7839985  
FAX: 0027-11-7842408

宝欧土耳其代表处  
TURKEY OFFICE  
TEL: 0090-212-3440067  
FAX: 0090-212-3440068

宝欧俄罗斯代表处  
RUSSIA OFFICE  
TEL: 7-499-2585602  
FAX: 7-499-2585602

宝钢意大利钢材集散中心有限公司  
BAOSTEEL ITALIA DISTRIBUTION CENTER SPA  
TEL: 0039-010-530881  
FAX: 0039-010-5308895

**美洲大区 America Region**

宝钢美洲有限公司  
BAOSTEEL AMERICA INC.  
TEL: 001-201-3073355  
FAX: 001-201-3073358

宝钢巴西有限公司  
BAOSTEEL DO BRAZIL LTDA.  
TEL: 0055-11-26678869

宝美加拿大代表处  
CANADA OFFICE  
TEL: 001-905-7315888/7315885  
FAX: 001-905-7315883

宝美圣地亚哥代表处  
SAN DIEGO OFFICE  
TEL: 001-949-7526789  
FAX: 001-949-7521234

宝美墨西哥代表处  
MEXICO OFFICE  
TEL: 0052-55-55319506  
FAX: 0052-55-55319506-201

宝美巴拿马代表处  
PANAMA OFFICE  
TEL: 507-382-5225

