BAOSTEEL

Machinery Structural Heavy Plate

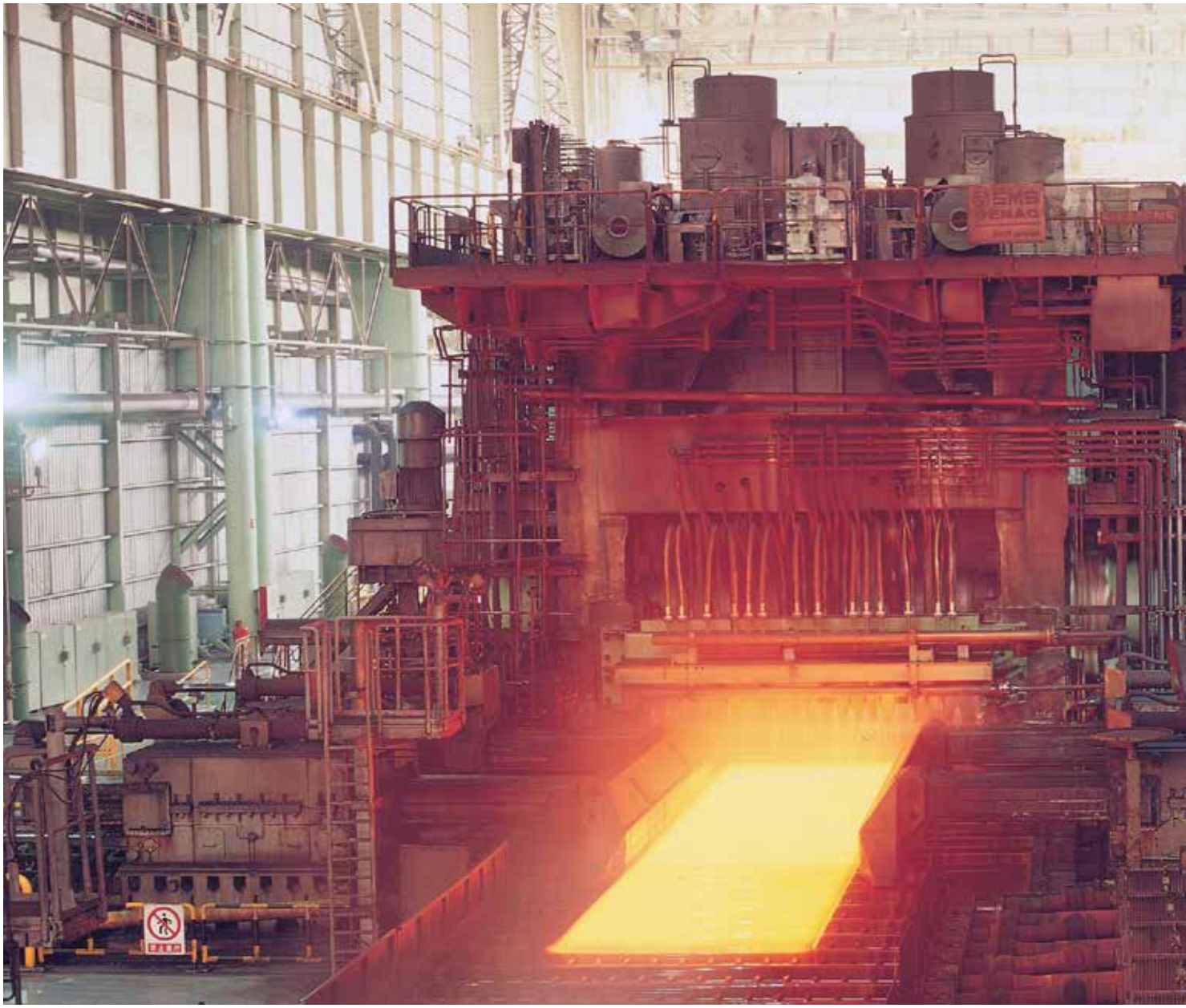
机械结构钢厚板用户手册

www.baosteel.com

宝山钢铁股份有限公司
BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.

目 录
CONTENTS

5m 厚板产线简介
INTRODUCTION OF 5-METER HEAVY PLATE MILL



宝钢 5m 厚板产线于 2005 年投产, 年生产能力为 180 万吨。厚板产线的主要装备由德国 SMS 和 SIE 提供, 热处理炉由 LOI 提供。厚板产线包括万吨轧机、预矫直机、直接淬火装备、层流冷却装备、热矫直机、热处理炉、剪切机和在线探伤等装备。厚板产线具有先进的控制技术如轧制板形控制、高精度厚度公差控制、大冷速均匀冷却技术、高效矫直、无氧化均匀加热等先进技术,可以实现用户对表面质量、板形、力学性能均匀性等严苛要求。

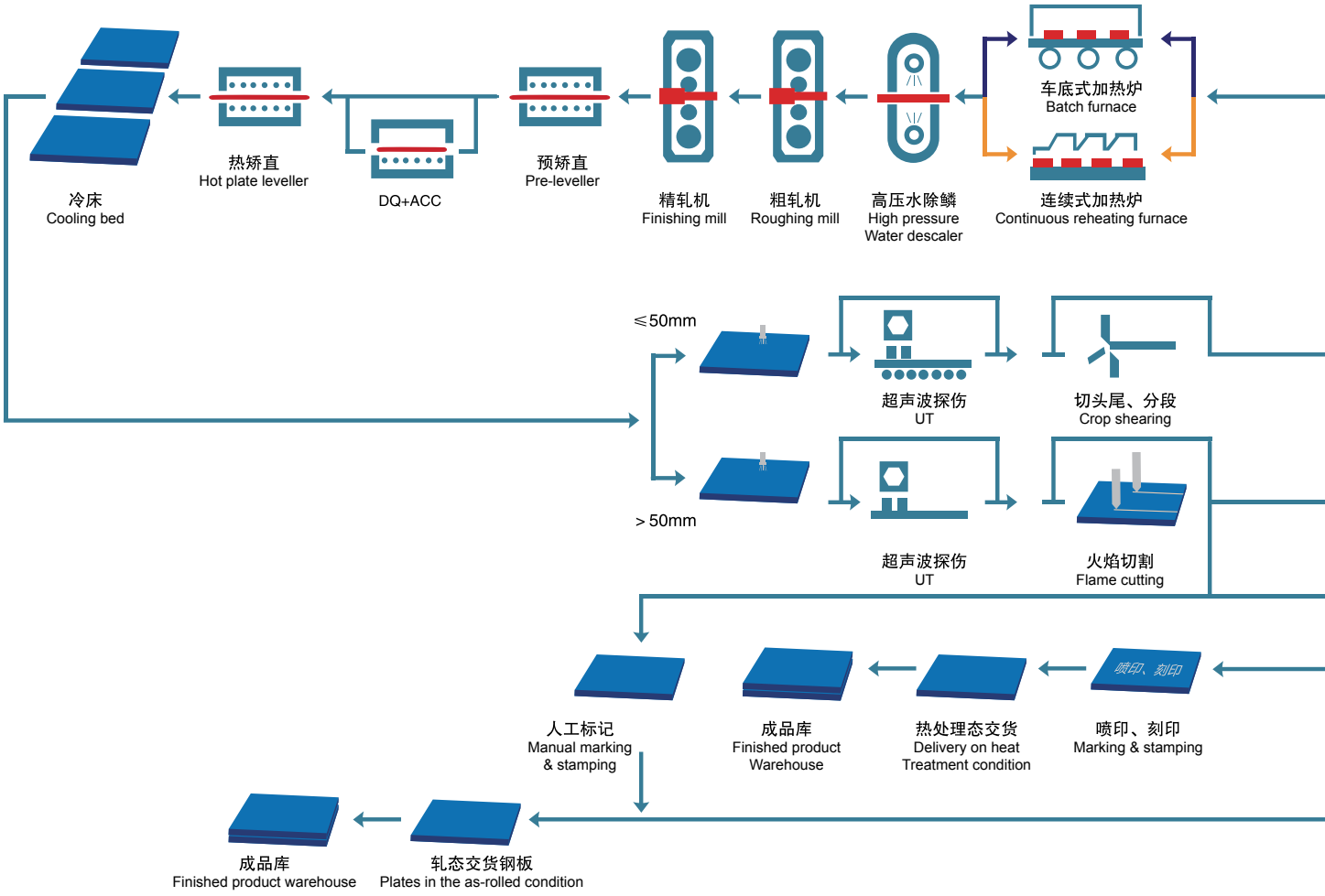
厚板产线生产的主要产品包括机械结构钢厚板、高等级船舶和海洋平台用钢、压力容器和核电用户用钢、管线钢等。厚板产品已广泛应用于国家先进装备制造业和重大工程。

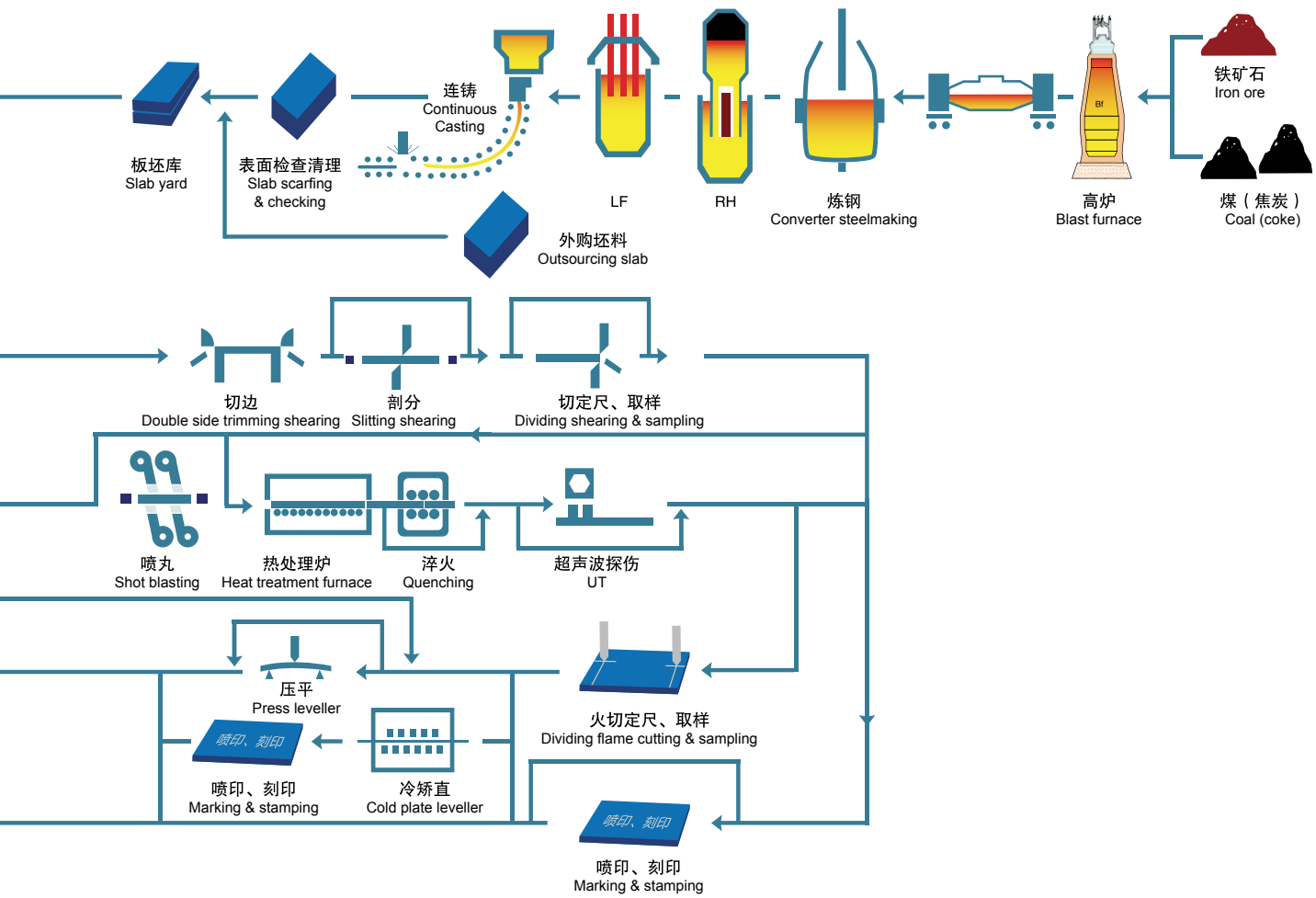
Baosteel 5-meter heavy plate mill was established in March 2005, with the annual production capacity of 1.8 million tons.

Its main production equipments are provided by German SMS and SIE. The 5-meter heavy plate mill extensively adopts the state-of-the-art heavy plate technologies and facilities in the world, including high precision of rolling technique, TMCP/DQ technology, automatic control technique for strong leveling process, automatic cutting technique, automatic online ultrasonic detective technique, non-oxidation heat treatment technique, pre-leveler, comprehensive plate surface measuring apparatus and automatic marking, etc. In this way, requirements of high dimensional accuracy and mechanical property for high grade heavy steel plates from customers can be satisfied.

The heavy plate mill can produce high strength machinery structure steel, hull structural steel plates, offshore structural steel plates, oil and gas transportation pipeline steel plates, high strength construction structural steel plates and steel plates for boilers and pressure vessels. In the past decade Baosteel has exerted utmost effort to develop and supply high-quality heavy plates to meet customers' demands. We are continuously expanding our products types, improving our products quality.

制造工艺流程
Process Flow




铁矿石
Iron ore
煤（焦炭）
Coal (coke)
高炉
Blast furnace
炼钢
Converter steelmaking
RH
LF
连铸
Continuous Casting
外购坯料
Outsourcing slab
表面检查清理
Slab scarfing & checking
板坯库
Slab yard
切边
Double side trimming shearing
剖分
Slitting shearing
切定尺、取样
Dividing shearing & sampling
喷丸
Shot blasting
热处理炉
Heat treatment furnace
淬火
Quenching
超声波探伤
UT
压平
Press leveller
喷印、刻印
Marking & stamping
冷矫直
Cold plate leveller
火切定尺、取样
Dividing flame cutting & sampling
喷印、刻印
Marking & stamping

产品和产线特征

产品交货状态及可供规格	机械结构钢厚板的交货状态包括：轧态、控制轧制、TMCP、直接淬火、直接淬火＋回火、正火、离线淬火＋回火等。 最大可供厚度：200mm，最大可供宽度 4800mm，最大可供长度 25m，最大单重 22.5 吨。 宝钢可供屈服强度 1300MPa 级超高强度钢板。
高纯净度钢水	宝钢采用 300 吨转炉、LF、RH 等装备以及 BRP 等技术，可以保证钢水的残余的 [P]≤50ppm、[S]≤10ppm、[O]≤20ppm 和 [H]≤1.5ppm，杂质元素含量低，钢水纯净度高。
板坯质量好	连铸坯采用电磁搅拌和轻压下技术，实现中心偏析、夹杂物和内部质量控制。
良好的表面质量	钢板表面缺陷深度 ≤0.2mm，深度在 0.05-0.2mm 之间的缺陷占表面积比例 ≤2%。表面粗糙度 ≤70μm。
板形控制技术	钢板采用 CVC 轧机和自动化系统控制轧态板形。通过不同冷却段的水量控制和矫直技术控制 DQ、TMCP 和热处理态板形。钢板的不平度可达到 3mm/m。
尺寸精度控制技术	精轧机装备有 AGC 系统以控制钢板厚度精度。长度方向的厚度变化量不超过 0.5mm。供货钢板的厚度进阶为 0.1mm，宽度进阶为 1mm。

PRODUCTS AND PROCESS FEATURES

Product delivery capability	Many delivery conditions can be available: as-rolled, control rolled, TMCP, direct quenched (DQ), direct quenched and tempered, normalized, quenched & tempered, etc. Max. thickness: 200mm; Max. width: 4800mm; Max. length: 25m; Max. unit weight: 22.5 tons And high-strength steel plate with yield stress of 1300MPa is also available in Baosteel.
High purity of steel	With advanced steel-making equipment and technology, high purity of the steel plates can be ensured by desulfurization of liquid iron, converter dephosphorization and ladle refining (RH-MFB, LF, RHOB, KIP/CAS).
Excellent metallurgical properties of the slab	Center segregation, inclusion, porosity and internal crack can be effectively controlled by electromagnetic stirring and soft reduction technique.
Excellent surface quality	Depth of scale on the surface of steel plate ≤0.2mm; Area with defect depth from 0.05mm to 0.2mm ≤2%; Surface roughness after shot-blasting ≤70um.
Plate shape control technology	CVC plate profile control technique. Multi-point setting and adaptation between passes can be implemented by high accuracy setting model.
Highly-accurate dimension control	The finishing mill stand is equipped with absolute AGC and closed-approached gauge meter type monitor AGC functions to improve thickness control accuracy. Thickness variation in length is less than 0.5mm. For ordering, the minimum thickness unit is 0.1mm, and the minimum length and width unit is 1mm.

产品介绍
INTRODUCTION OF MAIN PRODUCTS

B-WELDY 系列
B-WELDY Series

应用范围：混凝土泵车的臂架、车架、支腿、转台；工程起重机的吊臂、转台、车架；履带式起重机的拉板、转台、履带梁；港口起重机的臂架；正面吊、叉车、风机、自卸车等

Application: Boom, frame, rotating floor of concrete pump vehicle, hoisting machinery; blade of industry fan, machinery vehicle etc.

CF 系列
CF Series

应用范围：煤矿液压支架的顶梁、掩护梁、连杆、底座；铲斗、工程车辆等

Application: Top beam, gob shield, bed frame of coal mine hydraulic Supporter, machinery vehicle etc.

BPM 系列
BPM Series

应用范围：船用浮吊、港口机械等

Application: Floating Crane of ship, Port machinery etc.

B-WELDY 系列高强度钢板

应用范围

混凝土泵车的臂架、车架、支腿、转台; 工程起重机的吊臂、转台、车架、; 履带式起重机的拉板、转台、履带梁; 港口起重机的臂架; 正面吊、叉车、风机、自卸车等

牌号

BWELDY700QL2/4、BWELDY700QL2/4-LC（低碳当量）、BWELD900QL2/4、BWELDY900QL2/4-LC（低碳当量）、BWELDY960QL2/4、BWELDY1100QL2/4

交货状态

离线淬火 + 回火

化学成分

符合 EN10025-6 或 GB/T16270 规定

C % max.	Si % max.	Mn % max.	P % max.	S % max.	Ti % max.	V % max.
0.22	0.86	1.80	0.025	0.012	0.07	0.14

机械性能

强度级别 MPa	厚度 mm	$R_{p0.2}$ MPa	Rm MPa	A_5 %	A_{KV} J		CEV %
700	8-50	≥700	780-940	14	-20℃	47	≤0.55（低碳当量产品 ≤0.43）
	>50-100	≥660	760-940	14	-40℃	34	≤0.60
900	8-50	≥900	940-1150	12	-20℃	40	≤0.60（低碳当量产品 ≤0.58）
	>50-80	≥840	880-1150	12	-40℃	30	
960	8-50	≥960	980-1150	12	-20℃	40	≤0.60
	>50-60	≥900	920-1150	12	-40℃	30	
	>60-80	≥860	880-1150	12	-40℃	27	
1100	8-30	≥1150	≥1250	20	-20/-40℃	30/27	8-25mm ≤0.60; >25mm ≤0.75

注：B-WELDY 系列高强钢具有良好的表面质量、板形和内质，力学性能均匀性良好。

注：CEV = C+Mn/6+Cr/5+Mo/5+V/5+Ni/15+Cu/15

B-WELDY Series High Strength Heavy Plates

Application

Boom, frame, rotating floor of concrete pump vehicle, hoisting machinery; blade of industry fan, machinery vehicle etc.

Brand

BWELDY700QL2/4, BWELDY700QL2/4-LC (low CEV), BWELD900QL2/4, BWELDY900QL2/4-LC (low CEV), BWELDY960QL2/4, BWELDY1100QL2/4

Delivery conditions

Quenched and tempered

Chemical composition

According to EN10025-6

C % max.	Si % max.	Mn % max.	P % max.	S % max.	Ti % max.	V % max.
0.22	0.86	1.80	0.025	0.012	0.07	0.14

Mechanical properties

Yield strength MPa	Thickness mm	$R_{p0.2}$ MPa	Rm MPa	A_5 %	A_{KV} J		CEV %
700	8-50	≥700	780-940	14	-20°C	47	≤0.55 (low CEV≤0.43)
	>50-100	≥660	760-940	14	-40°C	34	≤0.60
900	8-50	≥900	940-1150	12	-20°C	40	≤0.60 (low CEV≤0.58)
	>50-80	≥840	880-1150	12	-40°C	30	
960	8-50	≥960	980-1150	12	-20°C	40	≤0.60
	>50-60	≥900	920-1150	12	-40°C	30	
	>60-80	≥860	880-1150	12	-40℃	27	
1100	8-30	≥1150	≥1250	20	-20/-40°C	30/27	8-25mm ≤0.60; >25mm ≤0.75

Note: B-WELDY series high strength heavy plate with good surface conditions, flatness, and good weldability.

Note: CEV=C+Mn/6+Cr/5+Mo/5+V/5+Ni/15+Cu/15

CF 系列高强度钢板

应用范围

煤矿液压支架的顶梁、掩护梁、连杆、底座；铲斗、工程车辆等

牌号

Q500CFC/D、Q550CFC/D、Q620CFD/E、Q690CFC/D、Q690HP（焊接不预热）、Q890CFD、Q1150CFC/D

交货状态

DQ/DQ+T

化学成分

C % max.	Si % max.	Mn % max.	P % max.	S % max.	Ti % max.	V % max.
0.12	0.50	2.20	0.025	0.012	0.07	0.14

机械性能

强度级别 MPa	厚度 mm	$R_{p0.2}$ MPa	Rm MPa	A_{50} %	A_{KV} J		Pcm %
500	8-50	≥500	≥610	17	0℃	47	≤0.20
	>50-100	≥480	≥610	17	-20℃	40	≤0.25
550	8-50	≥550	≥670	16	0℃	47	≤0.23
	>50-100	≥530	≥670	16	-20℃	40	≤0.23
620	8-50	≥620	≥710	15	-20℃	40	≤0.25
	>50-90	≥600	≥710	15	-40℃	30	≤0.25
690	16-60	≥690	≥770	14	-20℃	40	≤0.28（焊接不预热产品 ≤0.20）
890	12-60	≥890	≥940	12	-20℃	40	≤40 ≤0.26; >40-60 ≤0.28
1150	20-40	≥1150	≥1170	10	-20℃	30	协议

注：CF 系列高强钢具有低焊接裂纹敏感性指数和良好的焊接性能。

CF Series High Strength Heavy Plates

Application

Top beam, gob shield, bed frame of coal mine hydraulic Supporter, machinery vehicle etc.

Brand

Q500CFC/D, Q550CFC/D, Q620CFD/E, Q690CFC/D, Q690HP (welding without pre-heat) , Q890CFD, Q1150CFC/D

Delivery condtion

DQ/DQ+T

Chemical composition

C % max.	Si % max.	Mn % max.	P % max.	S % max.	Ti % max.	V % max.
0.12	0.50	2.20	0.015	0.003	0.07	0.14

Mechanical properties

Yield strength MPa	Thickness mm	$R_{p0.2}$ MPa	Rm MPa	A_{50} %	A_{KV} J		Pcm %
500	8-50	≥500	≥610	17	0°C	47	≤0.20
	>50-100	≥480	≥610	17	-20°C	40	≤0.25
550	8-50	≥550	≥670	16	0°C	47	≤0.23
	>50-100	≥530	≥670	16	-20°C	40	≤0.23
620	8-50	≥620	≥710	15	-20°C	40	≤0.25
	>50-90	≥600	≥710	15	-40°C	30	≤0.25
690	16-60	≥690	≥770	14	-20°C	40	≤0.28 (welding without pre-heat≤0.20)
890	12-60	≥890	≥940	12	-20°C	40	≤40 ≤0.26; >40-60 ≤0.28
1150	20-40	≥1150	≥1170	10	-20°C	30	Negotiation

Note: CF series high strength heavy plate with low Pcm and good weldability

BPM 系列高强度钢板

应用范围

船用浮吊、港口机械等

牌号

BPM500E、BPM690E

交货状态

DQ/DQ+T

化学成分

C % max.	Si % max.	Mn % max.	P % max.	S % max.	Ti % max.	V % max.
0.12	0.50	2.20	0.025	0.012	0.07	0.14

机械性能

强度级别 MPa	厚度 mm	$R_{p0.2}$ MPa	Rm MPa	A_{50} %	A_{KV} J		Pcm %
500	8-50	≥500	≥610	17	-40℃	40	≤0.20
	>50-100	≥480	≥610	17			≤0.25
690	8-50	≥690	≥770	14	-40℃	40	≤0.25

注：BPM 系列高强钢具有良好的低温性能和焊接性能。

BPM Series High Strength Heavy Plates

Application

Floating Crane of ship, Port machinery etc.

Brand

BPM500E, BPM690E

Delivery conditions

DQ/DQ+T

Chemical composition

C % max.	Si % max.	Mn % max.	P % max.	S % max.	Ti % max.	V % max.
0.12	0.50	2.20	0.025	0.012	0.07	0.14

Mechanical properties

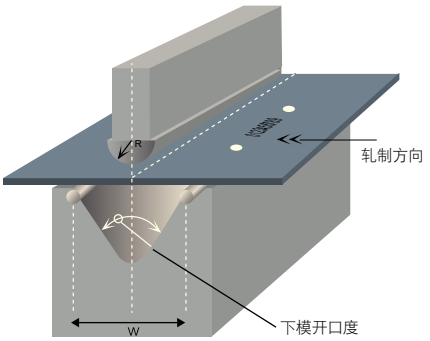
Yield strengt MPa	Thickness mm	$R_{p0.2}$ MPa	Rm MPa	A_{50} %	A_{KV} J		Pcm %
500	8-50	≥500	≥610	17	-40°C	40	≤0.20
	>50-100	≥480	≥610	17			≤0.25
690	8-50	≥690	≥770	14	-40°C	40	≤0.25

Note: BPM series high strength heavy plate with good toughness and weldability

使用说明
APPLICATION METHODS

弯曲性能

钢板可进行弯曲加工，但需控制折弯半径和角度。支辊式弯曲试验装置的支辊长度应大于试样宽度。支辊半径应为 1-10 倍试样厚度，支辊见距离按照 $l=(d+3a)\pm0.5a$，此距离在试验期间应保持不变。弯曲压头宽度应大于试样宽度。试样按照 GB/T2975 加工，应去除因剪切或火焰切割造成的应变区和热影响区。为避免钢板边部因加工硬化造成的应力集中，可对边部倒圆，倒圆半径不超过试样厚度的 1/10。产品厚度不大于 25mm 时，试样厚度为原产品厚度；产品厚度大于 25mm 时，试样厚度可机加工减薄至不小于 25mm，并保留一侧原表面。



折弯力可以用下式计算 $p=\frac{1.6\times b\times t^2\times R_m}{10000\times W}$

p—折弯力 (t)；b —钢板宽度 (mm)；t—钢板厚度 (mm)；R_m—钢板抗拉强度 (MPa)；W—下模开口距离 (mm)

牌　号	弯曲角度	板厚 mm	方向	上模半径	下模开口度	折弯力（吨）	回弹角
BWELDY700QL2/4（-LC）	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	275	6-10°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
BWELDY900QL2/4	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a	323	8-12°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a		
BWELDY960QL2/4	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a	336	8-12°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a		
BWELDY1100QL2/4	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 5a R = 6a	W=12a W=14a	448	11-18°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a		
Q500CFC/D，BPM500E	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	230	3-6°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q550CFC/D	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	240	4-8°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q620CFD/E	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	256	6-10°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q690CFC/D, BPM690E, Q690HP*	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	269	6-10°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q890CFC/D	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a	314	8-12°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a		

折弯力计算是板厚 10mm，板宽 2000mm，下模宽度取 100mm，Rm 取典型值；a—钢板厚度，C 向—弯曲轴平行于纵向，L 向—弯曲轴垂直于纵向。

Bending

High strength heavy plates can be bended under controlling the bend radii and angel.

Brand	Bending angle	Thickness mm	Direction	Radii of pressure head	Opening of lower die	Bending force t	Spring back angel
BWELDY700QL2/4 (-LC)	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	275	6-10°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
BWELDY900QL2/4	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a	323	8-12°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a		
BWELDY960QL2/4	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a	336	8-12°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a		
BWELDY1100QL2/4	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 5a R = 6a	W=12a W=14a	448	11-18°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a		
Q500CFC/D，BPM500E	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	230	3-6°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q550CFC/D	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	240	4-8°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q620CFD/E	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	256	6-10°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q690CFC/D, BPM690E, Q690HP*	90°	8≤t<20 t≥20	C	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a	269	6-10°
		8≤t<20 t≥20	L	R = 2a R = 3a	W=7a W=8.5a		
Q890CFC/D	90°	10≤t<20 t≥20	C	R = 4a R = 5a	W=10a W=12a	314	8-12°
		10≤t<20 t≥20	L	R = 3a R = 4a	W=8.5a W=10a		

Bending force and be obtained by

$$p=\frac{1.6\times b\times t^2\times R_m}{10000\times W}$$

p—bending force t; b—width of plate mm; t—thickness of plate mm; R_m—Tensile strength MPa; W—Opening of lower die mm.

Bending forces of above table are calculated assuming thickness 10mm, width 2000mm, W 1000mm.

剪切

高强度钢板可以剪切。钢板强度增加，剪切力越大，对剪切装备要求越高。剪切时应选用坚硬、锋利并稍带一点圆边的剪刃。剪刃间隙与钢板强度相关，强度提高需增加剪刃间隙。屈服强度 1100MPa 级超高强度钢板不建议采用剪切，可采用等离子切割等方式加工。不同钢板的剪刃间隙见下表。

牌　号	剪刃间隙 △= %t	剪刃倾斜角 °
BWELDY700QL2/4（-LC）	10-15	3-5
BWELDY900QL2/4	13-16	3-5
BWELDY960QL2/4	13-16	3-5
Q500CFC/D，BPM500E	8-11	2-5
Q550CFC/D	9-12	2-5
Q620CFD/E	10-14	3-5
Q690CFC/D，BPM690E，Q690HP*	12-15	3-5
Q890CFC/D	13-16	3-5

切割

机械结构高强钢可采用火焰或者等离子切割，具体切割要求见下表。

Q690CF/BWELDY700Q 钢板切割要求

钢板厚度 (mm)	环境温度	切割前预热	预热区域 (mm)	切割后保温	备　注
≤40	–	–	–	–	
>40 ～ 60	≥20℃	–	–	–	若切割件数大于 2 件，切割后应尽快堆垛以增加保温效果。
	<20℃	100 ～ 250℃	割缝两侧各 200	保温棉覆盖 24 小时	

Q890CFD/BWELDY900Q/BWELDY960Q 钢板切割要求

钢板厚度 (mm)	环境温度	切割前预热	预热区域 (mm)	切割后保温	备　注
≤30	–	–	–	–	
>30 ～ 60	≥20℃	–	–	–	若切割件数大于 2 件，切割后应尽快堆垛以增加保温效果。
	<20℃	150 ～ 250℃	割缝两侧各 200	保温棉覆盖 24 小时	

Shears

High strength steel heavy plate can be sheared. Shearing force increases with tensile strength increasing. Shear blades should be head and shape. Shear with slightly rounded edge is recommended. The clearance between the moving and stationary blades increases with tensile strength increasing. BWELDY1100Q with yield strength excesses 1100MPa should be processed by plasma cutting machine.

Brand	Clearance △= %t	Rake angel °
BWELDY700QL2/4 (-LC)	10-15	3-5
BWELDY900QL2/4	13-16	3-5
BWELDY960QL2/4	13-16	3-5
Q500CFC/D, BPM500E	8-11	2-5
Q550CFC/D	9-12	2-5
Q620CFD/E	10-14	3-5
Q690CFC/D, BPM690E, Q690HP*	12-15	3-5
Q890CFC/D	13-16	3-5

Cutting

High strength heavy plate for machinery can be cut by plasma or gas cutting machine.

Recommended cutting parameter of Q690CF/BWELDY700Q

Thickness mm	Environments temperature	Pre-heating before cutting	Pre-heating zone mm	After cutting	Note
≤40	–	–	–	–	
>40~60	≥20°C	–	–	–	Stacking of plate after cutting is recommended
	<20°C	100~250°C	200/two sides	24h by covering heat insulator	

Recommended cutting parameter of Q890CFD/BWELDY900Q/BWELDY960Q

Thickness mm	Environments temperature	Pre-heating before cutting	Pre-heating zone mm	After cutting	Note
≤30	–	–	–	–	
>30~60	≥20°C	–	–	–	Stacking of plate after cutting is recommended
	<20°C	150~250°C	200/two sides	24h by covering heat insulator	

焊接

焊接方法和焊材

屈服强度 690MPa 及以上钢板，不推荐使用药芯焊丝，屈服强度 890MPa 及以上钢板，禁用药芯焊丝。

牌　号	碳当量 %	推荐的焊接工艺方法	预热温度 （环境 20℃）	配套焊材
BWELDY700 QL2/4（-LC）	0.40-0.55	GMAW	≤20mm 不预热； >20-40mm 100℃ >40-60 mm 150℃	BH700/800- II（宝钢配套焊材） 奥林康 Carbonfill NiMoCr 伯乐 GM100
BWELDY900 QL2/4	0.55-0.60	GMAW	≤12mm 100℃ >12-40mm 150℃ >40-50mm 175℃	奥林康 Carbonfill 2NiMoCr 伯乐 GM120 BH700/800- II（宝钢配套焊材）
BWELDY960 QL2/4	0.55-0.60	GMAW	≤12mm 100℃ >12-40mm 150℃ >40-50mm 175℃	奥林康 Carbonfill 2NiMoCr 伯乐 GM120 BH700/800- II（宝钢配套焊材）
BWELDY1100 QL2/4	0.55-0.68	GMAW	≤12mm 125℃ >12-30mm 175℃	根据结构件需求选用
Q500CFC/D BPM500E		GMAW	8-40mm 不预热 >40-100mm 100℃	GHS70（北京钢铁研究院）、 BHG-3（昆山中冶宝钢焊丝厂）、 HS-70（哈尔滨焊接研究所）
Q550CFC/D	0.38-0.50	GMAW	8-40mm 不预热 >40-100mm 100℃	GHS70（北京钢铁研究院）、 BHG-3（昆山中冶宝钢焊丝厂）、 HS-70（哈尔滨焊接研究所）
Q620CFD/E	0.38-0.50	GMAW	8-40mm 不预热 >40-90mm 100℃	GHS70（北京钢铁研究院）、 BHG-3（昆山中冶宝钢焊丝厂）、 HS-70（哈尔滨焊接研究所）
Q690CFC/D BPM690E Q690HP*	0.38-0.58	GMAW	8-20mm 焊接不预热 >20-40mm 预热 80-120℃ >40-60mm 120-150℃ * 焊接不预热	BH700/800- II（宝钢配套焊材）、 BHG-4 M（昆山中冶宝钢焊丝厂） HS-80（哈尔滨焊接研究所） GHS80（北京钢铁研究院）
Q890CFC/D	0.50-0.58	GMAW	8-30mm 120-150℃ >40-50mm 150-200℃	BH800- II（宝钢配套焊材） BH900- II（宝钢配套焊材）

注：

(1) 符号说明 GMAW-Gas metal arc welding (气体保护焊)。

(2) 高强度钢由于对焊接冷裂纹敏感，焊接工艺应优先选择低氢型焊接工艺。

(3) 表中按照实心焊丝混合气体保护焊工艺估算，预热温度比国内其它钢厂的同类钢的预热温度偏低；预热温度的确定不仅仅取决于母材的 Ceq、还与钢板的厚度、所使用焊接材料的扩散氢水平及焊接热输入量密切相关。同种钢材随着板厚、结构拘束度、焊接材料的含氢量的增加，预热温度要相应提高。40mm 以下 Q690HP 可以实现焊接不预热。

Welding methods and materials

Flux-cored wire is not suitable for high strength welding.

Brand	CEV %	Welding method	Pre-heat temperature (environment 20°C)	Welding materials
BWELDY700 QL2/4 (-LC)	0.40-0.55	GMAW	≤20mm without pre-heat; >20-40mm 100°C >40-60 mm 150°C	BH700/800-II (Baosteel) Oeriikon Carbonfill NiMoCr T union GM100
BWELDY900 QL2/4	0.55-0.60	GMAW	≤12mm 100°C >12-40mm 150°C >40-50mm 175°C	BH800/900-II (Baosteel) Oeriikon Carbonfill 2NiMoCr T union GM120
BWELDY960 QL2/4	0.55-0.60	GMAW	≤12mm 100°C >12-40mm 150°C >40-50mm 175°C	BH800/900-II (Baosteel) Oerlikon Carbonfill 2NiMoCr T union GM120
BWELDY1100 QL2/4	0.55-0.68	GMAW	≤12mm 125°C >12-30mm 175°C	Selected by requirement of steel structure
Q500CFC/D BPM500E		GMAW	8-40mm without pre-heat >40-100mm 100°C	GHS70 (Beijing Iron & Steel Research Institute), HS-70 (Harbin Research Institute of welding)
Q550CFC/D	0.38-0.50	GMAW	8-40mm without pre-heat >40-100mm 100°C	GHS70 (Beijing Iron & Steel Research Institute), HS-70 (Harbin Research Institute of welding)
Q620CFD/E	0.38-0.50	GMAW	8-40mm without pre-heat >40-90mm 100°C	GHS70 (Beijing Iron & Steel Research Institute), HS-70 (Harbin Research Institute of welding)
Q690CFC/D BPM690E Q690HP*	0.38-0.58	GMAW	8-20mm without pre-heat >20-40mm 80-120°C >40-60mm 120-150°C *without pre-heat	BH700/800-II (Baosteel) GHS80 (Beijing Iron & Steel Research Institute), HS-80 (Harbin Research Institute of welding)
Q890CFC/D	0.50-0.58	GMAW	8-30mm 120-150°C >40-50mm 150-200°C	BH800/900-II (Baosteel) ED-FK1000

Note: (1) GMAW-Gas metal arc welding ;

(2) Pre-heating temperature is relate to the CEV, thickness of plate, welding materials and constrained degree of steel structure.

Q690HP 在室温时焊接，厚度规格为 10-40mm 厚钢板可实现不预热焊接，下图是室温为 15℃，焊接后放置 48h，斜 Y 型坡口焊接裂纹试验的照片。试验结果表明，在较为苛刻的拘束条件下，Q690HP 可以实现不预热焊接。

Q690HP with thickness 10-40mm can be welded without pre-heat at environment temperature 15ºC. Following picture is the specimen of welding cable Y groove cracking test specimen after 48 hours.

焊接工艺

牌　号	厚度 mm	焊丝直径 mm	焊接电流 A	电弧电压 V	焊接速度 mm/s	层间温度 ℃	干伸长 mm	保护气体	线能量 kJ/mm
BWELDY700QL2/4	8~50	Ø1.2	160~320	20~32	5~8	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤1.5
BWELDY900QL2/4	8~50	Ø1.2	160~320	20~32	6~9	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤1.5
BWELDY960QL2/4	8~50	Ø1.2	160~320	20~32	6~9	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤1.5
Q500CFC/D BPM500E	8-60	Ø1.2/1.6	160~360	20~34	5~8	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤2.5
Q550CFC/D	8-60	Ø1.2/1.6	160~360	20~34	5~8	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤2.5
Q620CFD/E	8-50	Ø1.2/1.6	160~360	20~34	5~8	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤2.5
Q690CFC/D BPM690E Q690HP	16-60	Ø1.2	160~320	20~32	5~8	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤2.0
Q890CFC/D	12-60	Ø1.2	160~320	20~32	6~9	≤200	16~20	80%Ar+20%CO_2	≤1.8

注：

(1) 表中参数仅指气体保护焊；气体保护焊的具体参数焊接要根据板厚、焊接位置、接头型式及保护气体种类来定，以平位置中厚板对接接头焊接为例：打底焊：200~240A，22~26V；填充焊、盖面：260~300A，28~31V；定位焊：260~280A，30V。

(2) 从保证接头性能出发，气体保护焊推荐采用多道多层焊接，禁止纵向和横向摆动，焊接热输入量应控制在要求范围内。

(3) BWELDY700QL2/4、BWELDY900QL2/4 和 BWELDY960QL2/4 的焊接通常采用等强匹配；强度 1100MPa 级超高强度钢板通常采用弱匹配，需根据结构件受力情况评定焊丝和焊接工艺。

焊后热处理

牌　号	后热 150~250℃	消氢 250~350℃	消除应力 450~500℃	其它热处理（正火或调质）
BWELDY700QL2/4	推荐	推荐	慎用	禁用
BWELDY900QL2/4	推荐	推荐	慎用	禁用
BWELDY960QL2/4	推荐	推荐	慎用	禁用
Q500CFC/D BPM500E	推荐	推荐	慎用	禁用
Q550CFC/D	推荐	推荐	慎用	禁用
Q620CFD/E	推荐	推荐	慎用	禁用
Q690CFC/D BPM690E Q690HP	推荐	推荐	可用	禁用
Q890CFC/D	推荐	推荐	可用	禁用

注：从防止冷裂纹及保证焊接接头力学性能考虑，焊接接头焊后建议采用后热或消氢处理（两者选一）；焊后采用过高温度的消除应力热处理可能损害焊接接头的力学性能，使用前需进行必要的评定；焊后采用正火或调质处理将使焊缝金属的组织和力学性能受到严重影响。对于承受厚度方向 (Z 向) 拉伸应力 , 板厚超过的 30mm 焊接结构 , 推荐采用中间消氢或消应处理 , 即在焊接完成 30~50% 焊道时 , 及时进行消氢处理。

Welding parameter

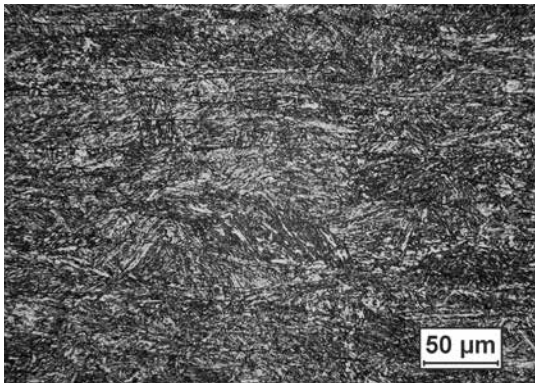
Brand	Thickness mm	Diameter mm	Current A	Voltage V	Speed mm/s	Interpass temperature °C	Wire extension mm	Protective	Heat input kJ/mm
BWELDY700 QL2/4	8~50	Ø1.2	160~320	20~32	5~8	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤1.5
BWELDY900 QL2/4	8~50	Ø1.2	160~320	20~32	6~9	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤1.5
BWELDY960 QL2/4	8~50	Ø1.2	160~320	20~32	6~9	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤1.5
Q500CFC/D BPM500E	8-60	Ø1.2/1.6	160~360	20~34	5~8	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤2.5
Q550CFC/D	8-60	Ø1.2/1.6	160~360	20~34	5~8	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤2.5
Q620CFD/E	8-50	Ø1.2/1.6	160~360	20~34	5~8	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤2.5
Q690CFC/D BPM690E Q690HP	16-60	Ø1.2	160~320	20~32	5~8	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤2.0
Q890CFC/D	12-60	Ø1.2	160~320	20~32	6~9	≤200	16~20	80%Ar+ 20%CO_2	≤1.8

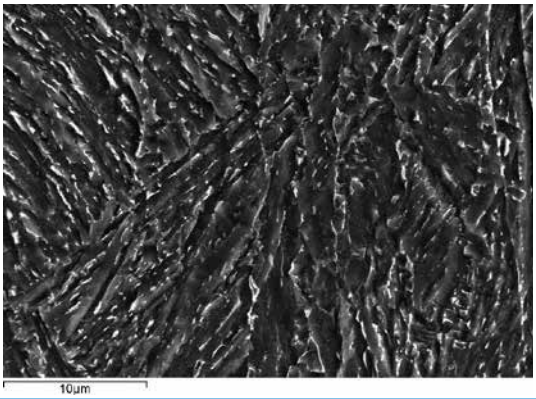
Postweld heat treatment

Brand	Temperature of post weld heat treatment 150~250°C	Hydrogen elimination 250~350°C	Stress relieved 450~500°C	Other heat treatment (normalizing, quenched and tempered)
BWELDY700 QL2/4	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited
BWELDY900 QL2/4	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited
BWELDY960 QL2/4	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited
Q500CFC/D BPM500E	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited
Q550CFC/D	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited
Q620CFD/E	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited
Q690CFC/D BPM690E Q690HP	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited
Q890CFC/D	Recommend	Recommend	Not recommend	Prohibited

抗裂纹起裂和止裂能力

宝钢的高强度钢板的微观组织为贝氏体、贝氏体 + 马氏体板条，板条间有残余奥氏体或马氏体。Q690CFD 钢板典型微观组织如图所示。





Q690CFD 钢板的典型微观组织

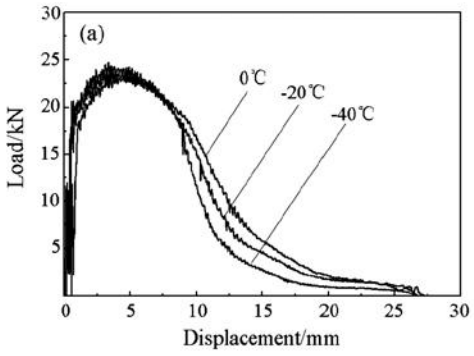
钢板均有良好的抑制裂纹起裂和止裂的功能。宝钢 Q690CFD 钢板的仪器化冲击实验结果及断口形貌如图所示。最大载荷点之前吸收的能量为裂纹的形成功，最大载荷点之后吸收的能量为裂纹的扩展功。根据仪器化冲击实验结果，可获得材料的动态屈服强度和动态抗拉强度。钢板动态屈服强度计算公式为

$$\sigma_{yd} = \frac{2.99F_{yd}S}{4B(W\text{-}a_0)^2}$$

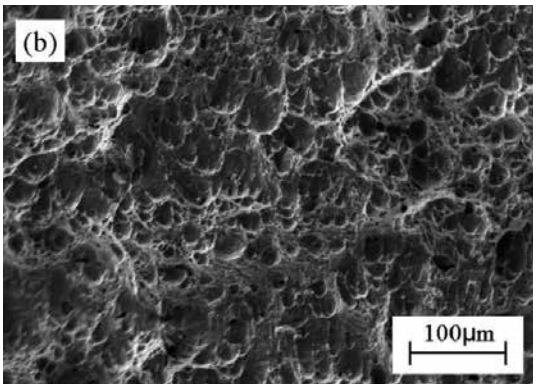
σ_{yd} —动态屈服强度，MPa；　F_{yd} —屈服应力，kN；S—两支座间距，mm；B—试样厚度，mm；$(W\text{-}a_0)$ —韧带宽度，mm。

钢板在不同温度的裂纹形成功、裂纹扩展功和总冲击功见表 1。从图 a 和表 1 中可看出，钢板在 0℃、-20℃和 -40℃的裂纹扩展功分别为 168J，190.5J 和 179J，表明钢板在裂纹扩展时需消耗较多能量，具有较好的止裂性能。图 b 是 -20℃的冲击断口的扫描电镜照片，钢板的断口以韧窝状为主，具有韧性断裂特征。

图 a　钢板仪器化冲击实验结果



(a) 加载—位移曲线



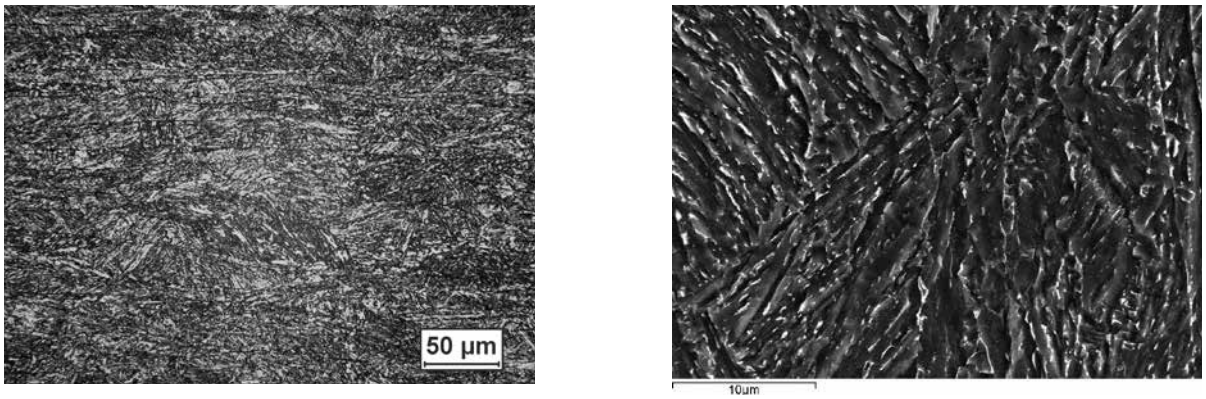
(b) -20℃冲击断口形貌

表 1　Q690CFD 钢板的裂纹形成功、扩展功和动态强度

实验温度 ℃	裂纹形成功 J	裂纹扩展功 J	冲击功 Akv J	屈服应力 Fyd kN	动态屈服强度 σ yd MPa	最大加载应力 Fmax kN	动态抗拉强度 σ bd MPa
0	93	168	261	18.82	879	23.40	1093
-20	62.5	190.5	253	19.32	903	24.24	1132
-40	62	179	241	19.85	927	24.65	1152

Anti Crack Capacity

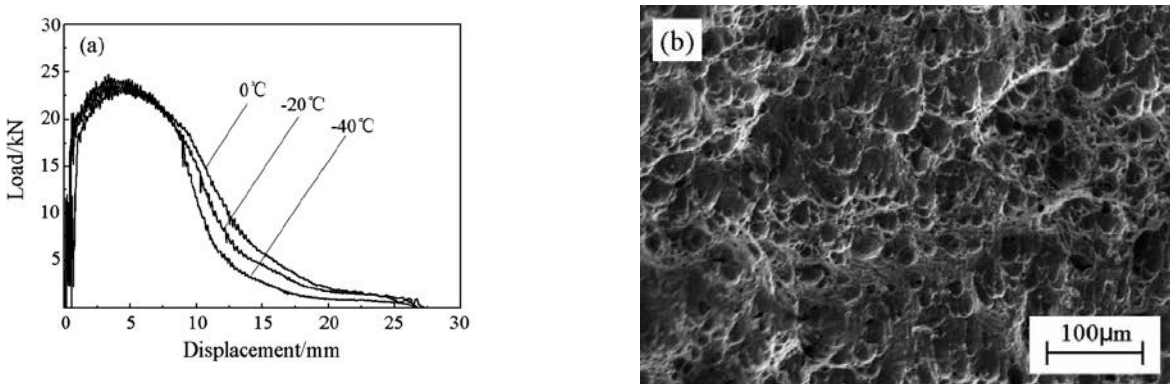
Microstructures of high strength heavy plate include: bainite, bainite+martensite (MA). Typical microstructure of Q690CFD is bainite and MA.



Microstructure of Q690CFD

Instruments impact test results and specimens of Q690CFD are shown as following figures.

Instrument impact energy experiment of Q690CFD



(a) load-displacement curve

(b) morphology of impact specimen

Crack forming and propagation energy, dynamic yield and tensile strength are shown in following table.

Temperature °C	Crack forming energy J	Crack propagation energy J	Impact energy Akv J	Yield stress Fyd kN	Dynamic yield strength σyd MPa	Max. Loading stress Fmax kN	Dynamic tensile strength σbd MPa
0	93	168	261	18.82	879	23.40	1093
-20	62.5	190.5	253	19.32	903	24.24	1132
-40	62	179	241	19.85	927	24.65	1152

钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差

宝钢的高精度轧制技术，可有效控制钢板的厚度公差和同板差。钢板的尺寸、外形、重量及允许偏差满足《GB/T709-2006 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》，并可满足用户高精度厚度偏差需求，在技术协议中注明。钢板切割后具有良好的板形，满足用户高精度加工需求。

Dimension

Accurate thickness and length can be obtained by high precision rolling technology. The dimension, shape and weight are according to EN10025. Special requirements clarified in technical agreements can also be satisfied. Steel plates have good flatness after cutting.

加工成型

宝钢钢板加工成型后，具有良好的结构稳定性。采用宝钢 Q890CFD 钢板生产的大采高煤矿液压支架，通过了 27000 次压架寿命试验。

Machine-shaping

Stability of steel structure produced by Baosteel heavy plate is good. Furthermore, finite element analysis of structure is provided by Baosteel according to customs requirements.

技术咨询电话

姚连登	021-26647182	15021195961
赵四新	021-26641019	13801865829

技术服务咨询电话

张向葵	021-26642550	13671660696
刘劲松	021-26642543	13564306946

Technical support

Liandeng Yao	021-26647182	15021195961
Sixin Zhao	021-26641019	13801865829

Technical service support

Xiangkui Zhang	021-26642550	13671660696
Jingsong Liu	021-26642543	13564306946

宝山钢铁股份有限公司
http://www.baosteel.com

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

厚板与工程材料销售部
Heavy Plate & Engineering Materials Sales Department
地址：上海市宝山区漠河路 151 号
邮编：201999

	结构钢	能源用钢	船板
电话：	021-26649630	021-26645381	021-26645280
传真：	021-26645289	021-26644834	021-26645421

客户与产品服务部
Customer and Product Service Department
地址：上海市宝山区漠河路 151 号
邮编：201999
电话：021-26648888
传真：021-26645295

宝钢服务热线
Baosteel Service Hot-line
400-820-8590

宝钢在线
http://www.baosteel.net.cn

国内贸易公司

上海宝钢钢材贸易有限公司
电话：021-50509696
传真：021-68404618

广州宝钢南方贸易有限公司
电话：020-32219999
传真：020-32219555

北京宝钢北方贸易有限公司
电话：010-56512000
传真：010-56512199

成都宝钢西部贸易有限公司
电话：028-85335388
传真：028-85335680

武汉宝钢华中贸易有限公司
电话：027-84298800
传真：027-84298224

沈阳宝钢东北贸易有限公司
电话：024-31391158
传真：024-31391160

上海宝钢商贸有限公司
电话：021-26640781
传真：021-26640700

上海宝钢浦东国际贸易有限公司
电话：021-26640606
传真：021-26640666

上海宝钢宝山钢材贸易有限公司
电话：021-26640526　26640530
传真：021-26640529

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: 0081-3-3237-9121
FAX: 0081-3-3237-9123

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

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　Southeast Asia and South Asia Region

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

宝钢印度公司
BAOSTEEL INDIA COMPANY PRIVATE LTD.
TEL: 0091-22-30071700
FAX: 0091-22-30071777

越南代表处
VIETNAM OFFICE
TEL: 0084-8-39100126
FAX: 0084-8-39100124

泰国代表处
THAILAND OFFICE
TEL: 0066-2-6543008
FAX: 0066-2-6543010

欧非及中东大区　Europe, Africa and Middle East Region

宝钢欧洲有限公司
BAOSTEEL EUROPE GMBH
TEL: 0049-40-41994101
FAX: 0049-40-41994120

宝钢中东代表处
BAOSTEEL MIDDLE EAST REPRESENTATIVE OFFICE
TEL: 00971-4-8840458
FAX: 00971-4-8840485

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

宝钢意大利钢材集散中心有限公司
BAOSTEEL ITALIA DISTRIBUTION CENTER SPA
TEL: 0039-010-5308872
FAX: 0039-010-5308895

宝钢东欧代表处
BAOSTEEL CENTRAL AND EASTERN EUROPE OFFICE
TEL: 0048-32-7315012
FAX: 0048-32-7315011

美洲大区　America Region

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

底特律代表处
DETROIT OFFICE
TEL: 001-248-2089918
FAX: 001-248-2080999

休斯顿代表处
HOUSTON OFFICE
TEL: 001-281-4847333
FAX: 001-281-4842655

洛杉矶代表处
LOS ANGELES OFFICE
TEL: 001-949-7526789
FAX: 001-949-7521234

宝钢巴西贸易有限公司（宝美巴西代表处）
BAOSTEEL DO BRAZIL PTE LTDA.
TEL: 0055-21-25311363
FAX: 0055-21-25310298

2014 年 11 月印刷于中国上海