

ETT<sub>n</sub> 表示(例如冲击吸收功上下平台区间 50% 所对应的温度记为 ETT<sub>50</sub>)。

b. 脆性断面率——温度曲线中规定脆性断面率(*n*)所对应的温度,用 FATT<sub>n</sub> 表示(例如脆性断面率为 50% 所对应的温度记为 FATT<sub>50</sub>)。

c. 侧膨胀值——温度曲线上平台与下平台区间某规定侧膨胀值所对应的温度,用 LETT 表示。

**B5** 脆性断面率及侧膨胀值按 GB/T 12778 测定。

**B6** 用不同方法测定的韧脆转变温度不能相互比较。

#### 附加说明:

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由冶金工业部信息标准研究院归口。

本标准由冶金工业部钢铁研究总院负责起草。

本标准主要起草人李久林、梁新邦。

## 19. 《金属夏比冲击断口测定方法》GB/T 12778—91

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了金属材料夏比冲击试样断口晶状面积和侧膨胀值的测定方法。

本标准适用于测定金属材料夏比试样(10mm×10mm×55mm,缺口深 2mm)断口,对其它类型的冲击试样断口,也可参照使用。

### 2 引用标准

- GB 229 金属夏比(U型缺口)冲击试验方法
- GB 2106 金属夏比(V型缺口)冲击试验方法
- GB 4159 金属低温夏比冲击试验方法
- GB 8170 数值修约规则

### 3 术语

- 3.1 冲击试样断口 fracture surface of impact specimen  
冲击试样冲断后的断裂表面。其宏观外貌一般呈晶状、纤维状(含剪切唇)或混合状。
- 3.2 晶状断口 crystalline fracture surface  
断裂表面一般呈现金属光泽的晶状颗粒,无明显塑性变形的齐平断口。
- 3.3 晶状断面率 percentage of crystallinity  
断口中晶状区的总面积与缺口下方原始横截面积的百分比。
- 3.4 纤维状断口 fibrous fracture surface  
断裂表面一般呈现无金属光泽的纤维形貌,有明显塑性变形的断口。
- 3.5 纤维断面率 percentage of fibrousity  
断口中纤维区的总面积与缺口下方原始横截面积的百分比。

### 3.6 侧膨胀值 lateral expansion

断裂试样缺口背面每侧宽度较大增加量之和,单位为 mm。

## 4 试样

4.1 按 GB 229、GB 2106 或 GB 4159 的规定进行试验,冲断后的试样即为本标准的测试试样。

4.2 测定晶状面积的试样断口表面不得污染、锈蚀和碰伤。

4.3 测定侧膨胀值的试样应作如下准备:

- a. 在垂直于缺口的侧面上,作同侧标记;
- b. 检查垂直于缺口的两个侧面有无毛刺,毛刺必须清除;
- c. 检查膨胀部位,不得有碰伤痕迹。

## 5 晶状面积的测定

### 5.1 对比法

将冲击试样断口与冲击试样断口纤维断面率图谱(图 1)或纤维断面率示意图(图 2)进行比较,估算出纤维断面率。

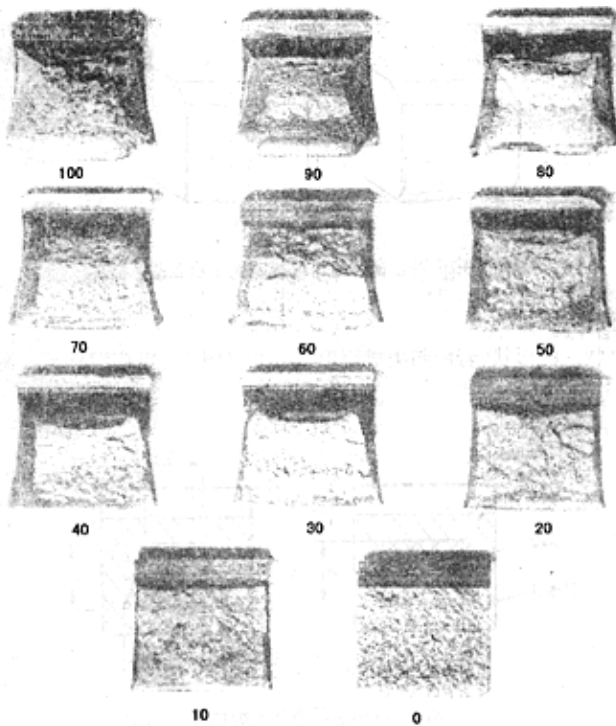


图 1 冲击试样断口纤维断面率图谱

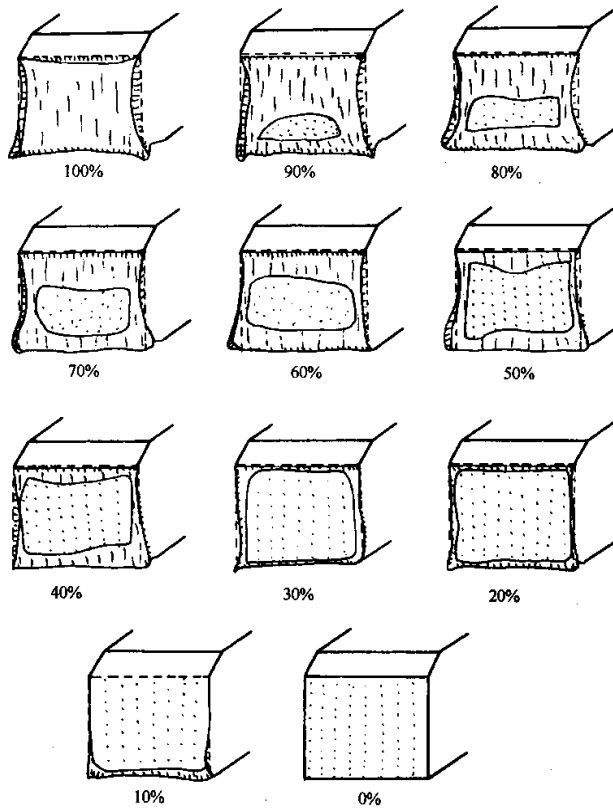


图2 冲击试样断口纤维断面率示意图

### 5.2 游标卡尺测量法

按断口上品状区的形状,若能归类成矩形、梯形时(图3),可用游标卡尺测出相应尺寸,直接查表1。

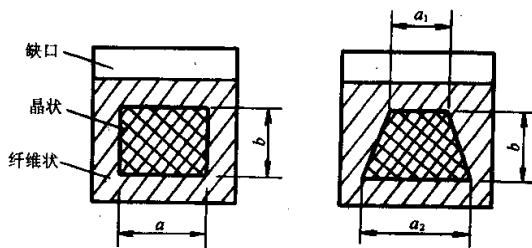


图3 游标卡尺测量法示意图

$a$ —矩形,测  $a, b$  均值;  $b$ —梯形,测  $a_1, a_2$  和  $b$   $a = \frac{1}{2}(a_1 + a_2)$

纤维断面率表

表 1

b(mm)	a(mm)																		
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
	纤维断面率(%)																		
1.0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1.5	98	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
2.0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	78	76	75
2.5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69
3.0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	78	76	74	72	70	68	66	64	62
3.5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58	56
4.0	95	92	90	88	85	82	80	78	75	72	70	68	65	62	60	58	55	52	50
4.5	94	92	89	86	83	80	78	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	47	44
5.0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	38
5.5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35	31
6.0	92	89	85	81	78	74	70	66	62	59	55	51	48	44	40	36	32	29	25
6.5	92	88	84	80	76	72	68	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
7.0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	48	43	39	34	30	26	21	17	12
7.5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11	6
8.0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

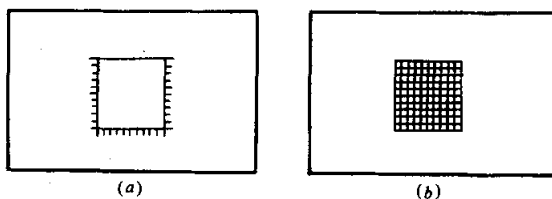
### 5.3 放大测量法

5.3.1 把试样断口拍成放大照片,用求积仪测量晶状区面积。

5.3.2 利用低倍显微镜等光学仪器测量晶状区面积。

### 5.4 卡片测量法

用透明塑料薄膜制成 10mm×10mm 的方孔卡片(图 4a)或网格卡片(图 4b),测量晶状区面积。



(a) (b)

图 4 测量晶状面积用卡片

(a)方孔卡片;(b)网格卡片

### 5.5 断面率计算

根据测得的晶状区总面积,按公式(1)或公式(2)计算冲击试样断口晶状断面率或纤维断面率。

$$CA = \frac{A_c}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

$$FA = \frac{A_0 - A_c}{A_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中  $A_c$ ——断口中晶状区的总面积( $\text{mm}^2$ );

$A_0$ ——原始横截面积( $\text{mm}^2$ );

CA——晶状断面率;

FA——纤维断面率。

## 6 侧膨胀值的测量

### 6.1 侧膨胀仪测量法

6.1.1 校正侧膨胀仪零位(见图5)。

6.1.2 先取一截试样,把被测面紧贴在基准座上,膨胀部分的最高点顶在百分表砧面上,记下读数;然后,取另一截试样,在同一侧重复上述步骤,所测两个值中的较大者即为试样该侧的膨胀量。

6.1.3 重复上述步骤,测出该试样另一侧的膨胀量。

6.1.4 将两侧的膨胀量相加,即为该试样的侧膨胀值。

### 6.2 投影仪测量法

6.2.1 取一截试样,使其缺口朝下,放在光学投影仪的移动平台上。以试样原始宽度的一个棱边对准投影仪屏幕上的基准线,记录横向测微头上的读数  $b_0$ ,再旋转横向测微头,使基准线对准试样侧向膨胀部分的最高点,调整焦距,记录读数  $b_1$ ,计算两个数值之差( $b_1 - b_0$ )。取另一截试样,对同侧重复上述步骤。两个差值中的较大者即为试样该侧的膨胀量。

6.2.2 重复上述步骤,测出该试样另一侧的膨胀量。

6.2.3 将两侧的膨胀量相加,即为该试样的侧膨胀值。

### 6.3 游标卡尺测量法

6.3.1 测量试样原始宽度  $W_0$ 。

6.3.2 把冲断的两截试样的缺口背面相重合,并使侧面位于同一平面上(图6)。

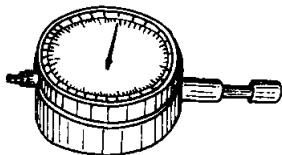


图5 侧膨胀仪对零示意图

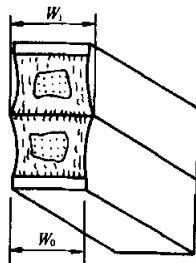


图6 侧膨胀值测量示意图

6.3.3 压紧两截试样,使游标卡尺的测量面平行于试样的侧面,测量断口侧向膨胀最高点间的距离  $W_1$ 。

6.3.4 若断裂的两截试样连在一起,可直接用游标卡尺测量  $W_1$ 。

6.3.5 所测两数值之差( $W_1 - W_0$ )即为该试样的侧膨胀值。

## 7 测定结果的修约

测定结果按 GB 8170 进行修约:

a. 纤维(或晶状)断面率修约到百分之一;

b. 侧膨胀值保留二位有效数字。

## 8 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- a. 产品名称、材料、炉批号和试样编号;
- b. 试样类型和尺寸;
- c. 试验温度;
- d. 纤维(或晶状)断面率;
- e. 侧膨胀值。

### 附加说明:

本标准由中国船舶工业总公司提出。

本标准由中国船舶工业总公司洛阳船舶材料研究所、江南造船厂和大连造船厂负责起草,沪东造船厂、武昌造船厂、金州重型机器厂和上海第三钢铁厂参加起草。

本标准主要起草人毕传堂、奚芳菲、华鹤。

## (二) 建筑用钢材(产品)标准名称、代号及常用产品主要技术性能摘录(钢筋部分、型钢部分)

### 1. 建筑用钢材(产品)标准名称、代号

#### 钢筋部分

- (1)《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499—1998)
- (2)《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB 13013—91)
- (3)《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB 13014—91)
- (4)《预应力混凝土用热处理钢筋》(GB 4463—84)
- (5)《预应力混凝土用钢丝》(GB/T 5223—1995)
- (6)《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224—1995)
- (7)《低碳钢热轧圆盘条》(GB 701—97)
- (8)《冷轧带肋钢筋》(GB 13788—92)
- (9)《混凝土制品用冷拔冷轧低碳螺纹钢》(JC/T 540—94)
- (10)《钢绞线、钢丝束无粘结预应力筋》(JG 3006—93)
- (11)《预应力混凝土用低合金钢丝》(YB/T 038—93)

#### 型钢部分

- (12)《碳素结构钢》(GB 700—88)
- (13)《低合金高强度结构钢》(GB/T 1591—94)
- (14)《桥梁建筑用碳素钢低合金钢钢板技术条件》(YB 168—70)

- (15) 《优质碳素结构钢技术条件》(GB 699—88)
- (16) 《钢板和钢带验收、包装、标志及质量证明书一般规定》(GB 247—97)
- (17) 《一般工程用铸造碳钢》(GB 5676—85)
- (18) 《桥梁用结构钢》(YB(T) 10)
- (19) 《热轧等边角钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 9787—88)
- (20) 《热轧不等边角钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 9788—88)
- (21) 《热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 702—86)
- (22) 《热轧扁钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 704—88)
- (23) 《热轧六角钢和八角钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 705—89)
- (24) 《热轧工字钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 706—88)
- (25) 《热轧槽钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 707—88)
- (26) 《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 708—88)
- (27) 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 709—88)
- (28) 《热轧 L 型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 9946—88)
- (29) 《热轧 H 型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 11263—98)
- (30) 《建筑用压型钢板》(GB/T 12755—91)
- (31) 《热轧普通工字钢》(YB(T) 56—87)
- (32) 《热轧 8 号轻型工字钢》(YB(T) 65—87)
- (33) 《冷弯型钢技术条件》(GB 6725—92)
- (34) 《通用冷弯开口型钢尺寸、外形、重量及允许偏差》(GB 6723—86)
- (35) 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》(GB 3274—88)

## 2. 建筑用钢材(产品)主要技术性能指标摘录

### 钢筋部分

(1) 钢筋混凝土用热轧带肋钢筋主要技术性能(GB 1499—1998)

#### 1) 力学性能

钢筋的力学性能应符合表 2-1 规定。

牌 号	公称直径 mm	$\sigma_s$ (或 $\sigma_{p0.2}$ )	$\sigma_b$	$\delta_5$
		MPa	MPa	%
		不 小 于		
HRB 335	6~25 28~50	335	490	16
HRB 400	6~25 28~50	400	570	14
HRB 500	6~25 28~50	500	630	12

① 钢筋在最大力下的总伸长率  $\delta_{gt}$  不小于 2.5%。供方如能保证,可不作检验。

② 根据需方要求,可供应满足下列条件的钢筋:

- a) 钢筋实测抗拉强度与实测屈服点之比不小于 1.25;  
 b) 钢筋实测屈服点与表 5 规定的最小屈服点之比不大于 1.30。
- 2) 工艺性能
- ① 弯曲性能

按表 2-2 规定的弯心直径弯曲 180°后,钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 2-2

牌 号	公称直径 $a$ mm	弯曲试验 弯心直径	牌 号	公称直径 $a$ mm	弯曲试验 弯心直径
HRB 335	6~25	3a	HRB 500	6~25	6a
	28~50	4a		28~50	7a
HRB 400	6~25	4a			
	28~50	5a			

② 反向弯曲性能

根据需方要求,钢筋可进行反向弯曲性能试验。

反向弯曲试验的弯心直径比弯曲试验相应增加一个钢筋直径。先正向弯曲 45°,后反向弯曲 23°。经反向弯曲试验后,钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

3) 牌号和化学成分

① 钢的牌号应符合表 2-3 的规定,其化学成分和碳当量(熔炼分析)应不大于表 2-3 规定的值。根据需要,钢中还可加入 V、Nb、Ti 等元素。

表 2-3

牌 号	化 学 成 分 %					
	C	Si	Mn	P	S	Ceq
HRB 335	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.52
HRB 400	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.54
HRB 500	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.55

② 各牌号钢筋的化学成分及其范围可参照表 2-4。

③ 碳当量  $C_{eq}$  (%) 值可按式(1)计算:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + V + Mo)/5 + (Cu + Ni)/15 \quad (1)$$

④ 钢的氮含量应不大于 0.012%。供方如能保证可不作分析。钢中如有足够数量的氮结合元素,含氮量的限制可适当放宽。

⑤ 钢筋的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。碳当量  $C_{eq}$  的允许偏差 +0.03%。

HRB 335、HRB 400 钢筋的参考化学成分(熔炼分析)见表 2-4。

表 2-4

牌 号	原牌号	化 学 成 分 %							
		C	Si	Mn	V	Nb	Ti	P	S
HRB 335	20MnSi	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	—		—	0.045	0.045
	20MnSiV	0.17~0.25	0.20~0.80	1.20~1.60	0.04~0.12		—	0.045	0.045
HRB 400	20MnSiNb	0.17~0.25	0.20~0.80	1.20~1.60		0.02~0.04		0.045	0.045
	20MnTi	0.17~0.25	0.17~0.37	1.20~1.60	—		0.02~0.05	0.045	0.045



4) 表面质量

钢筋表面不得有裂纹、结疤和折叠。

钢筋表面允许有凸块,但不得超过横肋的高度,钢筋表面上其他缺陷的深度和高度不得大于所在部位尺寸的允许偏差。

5) 检验项目

每批钢筋的检验项目、取样方法和试验方法应符合表 2-5 的规定。

表 2-5

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分 (熔炼分析)	1	GB/T 222	GB/T 223 GB/T 4336
2	力学	2	任选两根钢筋切取	GB/T 228、本标准 7.2
3	弯曲	2	任选两根钢筋切取	GB/T 232、本标准 7.2
4	反向弯曲	1		YB/T 5126、本标准 7.2
5	尺寸	逐支		本标准 7.3
6	表面	逐支		目视
7	重量偏差	按本标准 7.4		按本标准 7.4

注:对化学分析和拉伸试验结果有争议时,仲裁试验分别按 GB/T 223、GB/T 228 进行。

(2) 钢筋混凝土用热轧光圆钢筋主要技术性能(GB 13013—91)

1) 力学性能、工艺性能

钢筋的力学性能、工艺性能应符合表 2-6 规定。冷弯试验时受弯曲部位外表面不得产生裂纹。

表 2-6

表面形状	钢筋级别	强度等级代号	公称直径 (mm)	屈服点	抗拉强度	伸长率	冷弯 d—弯芯直径 a—钢筋公称直径
				$\sigma_s$ (MPa)	$\sigma_b$ (MPa)	$\delta_5$ (%)	
光圆	I	R235	8~20	235	370	25	180° d=a

2) 牌号及化学成分

钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 2-7 规定。

表 2-7

表面形状	钢筋级别	强度代号	牌 号	化 学 成 分 (%)				
				C	Si	Mn	P	S
							不 大 于	
光圆	I	R235	Q235	0.14~0.22	0.12~0.30	0.30~0.65	0.045	0.050

注: 1. 钢中残余元素铬、镍、铜含量应各不大于 0.30%, 氧气转炉钢的氮含量不应大于 0.008%。经需方同意, 钢的残余含量可不大于 0.35%。供方如能保证可不作分析。  
 2. 钢中磷的残余含量不应大于 0.080%。用含磷矿冶炼生铁所冶炼的钢, 磷含量由供需双方协议规定。如原料中没有含磷, 对钢中的磷含量可以不作分析。  
 3. 钢筋的化学成分允许偏差应符合 GB 222 的有关规定。  
 4. 在保证钢筋性能合格的条件下, 钢的成分下限不作交货条件。

3) 检验项目、取样数量及方法

每批钢筋的检验项目、取样方法和试验方法应符合表 2-8 规定。

表 2-8

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分	1	GB 222	GB 223
2	拉伸	2	任选两根钢筋切取	GB 228、本标准 6.2
3	冷弯	2	任选两根钢筋切取	GB 232、本标准 6.2
4	尺寸	逐支		本标准 2.3
5	表面	逐支		肉眼
6	重量偏差	本标准 6.4	本标准 6.4	本标准 6.4

每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一交货状态的钢筋组成。每批重量不大于 60t。

### (3) 钢筋混凝土用余热处理钢筋主要技术性能(GB 13014—91)

#### 1) 力学性能和工艺性能

钢筋的力学性能工艺性能应符合表 2-9 规定。当冷弯试验时,受弯曲部位外表面不得产生裂纹。

表 2-9

表面形状	钢筋级别	强度等级代号	公称直径 (mm)	屈服点 $\sigma_s$ (MPa)	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa)	伸长率 $\sigma_5$ (%)	冷弯
				不小于			$d$ —弯芯直径 $a$ —钢筋公称直径
月牙肋	Ⅲ	KL400	8~25 28~40	440	600	14	$90^\circ d=3a$ $90^\circ d=4a$

注:征得需方同意,在 KL 400 Ⅲ级钢筋性能符合表 5 规定,且伸长率冷弯试验符合 GB 1499 表 6 中Ⅱ级钢筋的要求时,可按 RL 335 Ⅱ级钢筋交货。此时应在质量证明书中注明。

#### 2) 牌号及化学成分

钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 2-10 规定。

表 2-10

表面形状	钢筋级别	强度代号	牌 号	化学成分(%)				
				C	Si	Mn	P	S
月牙肋	Ⅲ	KL400	20MnSi	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	不大于 0.045 0.045	

注:1. 钢中铬、镍、铜的残余含量应各不大于 0.30%,其总量不大于 0.60%。经需方同意,铜的残余含量可不大于 0.35%。供方保证可不作分析。

2. 氧气转炉钢的氮含量不应大于 0.008%,采用吹氧复合吹炼工艺冶炼的钢,氮含量可不大于 0.012%。供方保证可不作分析。

3. 钢筋的化学成分允许偏差应符合 GB 222 的规定。

#### 3) 检验项目、取样数量及方法

每批钢筋的检验项目,取样方法和试验方法应符合表 2-11 规定。

表 2-11

序号	检验项目	取样方法	取样数量	试验方法
1	化学成分	GB 222	1	GB 223
2	拉伸	任选两根钢筋取样	1	GB 228、本标准 6.2
3	冷弯	任选两根钢筋取样	2	GB 232、本标准 6.2
4	尺寸		逐支	本标准 6.3
5	表面		逐支	肉眼
6	重量偏差	按本标准 6.4	按本标准 6.4	本标准 6.4

每批钢筋应由同一牌号、同一炉罐号、同一规格、同一交货状态的钢筋组成。每批重量不大于60t。

(4) 预应力混凝土用热处理钢筋主要技术性能(GB 4463—84)

1) 力学性能

钢筋的力学性能应符合表 2-12 规定。

表 2-12

公称直径 mm	牌 号	屈服强度 $\sigma_{0.2}$	抗拉强度 $\sigma_b$	伸长率 $\delta_{10}$
		(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(%)
6	40Si2Mn	不 小 于		
8.2	48Si2Mn	1325	1470	6
10	45Si2Cr			

注: 1. 根据需方要求, 供方可提供同类产品的松弛性能。

2. 松弛性能: 1000h 的松弛值不大于 3.5%。供方在保证 1000h 松弛值合格的基础上可进行 10h 的松弛试验, 其松弛值应不大于 1.5%。

2) 牌号及化学成分

钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 2-13 规定。

表 2-13

牌 号	化 学 成 分 (%)					
	C	Si	Mn	Cr	P	S
					不 大 于	
40Si2Mn	0.36~0.45	1.40~1.90	0.80~1.20	—	0.045	0.045
48Si2Mn	0.44~0.53	1.40~1.90	0.80~1.20	—	0.045	0.045
45Si2Cr	0.41~0.51	1.55~1.95	0.40~0.70	0.30~0.60	0.045	0.045

注: 1. 40Si2Mn、48Si2Mn 钢中 Cr、Ni 残余含量各不得大于 0.20%, Cu 残余含量不得大于 0.30%。45Si2Cr 钢中 Ni、Cu 残余含量各不得大于 0.30%。

供方可不进行残余元素分析, 但应保证符合以上规定。

2. 成品钢筋化学成分与熔炼分析成分的允许偏差应符合《低合金结构钢技术条件》(GB 1591—94) 的有关规定。成品 Cr 的允许偏差应不大于  $\pm 0.05\%$ 。

3) 检验项目、取样数量及方法

① 钢筋应成批验收。每一批由同一外形截面尺寸、同一热处理制度和同一炉罐号的钢筋组成, 每批重量不大于 60t。

② 从每批钢筋中选取 10% 的盘数(不少于 25 盘)进行力学性能试验。试验结果, 如有一项不合格时, 该不合格盘应报废。再从未试验过的钢筋中取双倍数量的试样进行复试, 如仍有一项不合格, 则该批判为不合格品, 但供方可以重新分类, 作为新的一批提交验收。

③ 从每批钢筋中抽取 10% 的盘数(不少于 25 盘)进行表面质量、尺寸偏差的检查。如检查不合格, 则应将该批钢筋进行逐盘检查。

④ 松弛试验。试件的环境温度应保持在  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  的范围内, 试件不得在制造后进行任何热处理和冷加工。松弛试验时, 加在钢筋上的初始荷载应等于表 2-12 规定的钢筋抗拉强度的 70% 乘以钢筋的计算面积; 初始荷载应在 5min 内均匀施加完毕, 并保持 2min 后开始记录松弛值。

(5) 预应力混凝土用钢丝主要技术性能(GB/T 5223—95)

## 1) 力学性能

① 消除应力钢丝的力学性能应符合表 2-14 规定。

消除应力钢丝的力学性能

表 2-14

公称直径 (mm)	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa) 不小于	规定非比例 伸长应力 $\sigma_p$ (MPa) 不小于	伸长率 ( $L_0=$ 100mm) (%) 不小于	弯曲次数		松 弛			
				次数/180° 不小于	弯曲半径 (mm)	初始应力相 当于公称抗 拉强度的百 分数(%)	1000h 应力损失 (%) 不大于		
							I 级松弛	II 级松弛	
4.00	1470	1250	4	3	10	60	4.5	1.0	
	1570	1330							
5.00	1670	1410		4	4	15	70	8	2.5
	1770	1500							
6.00	1570	1330		4	4	20	80	12	4.5
7.00	1670	1420							
8.00	1470	1250							
9.00	1570	1330							

注: 1. I 级松弛即普通松弛 II 级松弛即低松弛它们分别适用所有钢丝。

2. 屈服强度  $\sigma_{p0.2}$  值不小于公称抗拉强度的 85%。3. 表中伸长率推荐采用  $L_0=200\text{mm}$  最大负荷下的伸长率, 其值不小于 3.5%。除非生产厂另有说明, 弹性模量为  $(205 \pm 10)\text{GPa}$ , 但不做为交货条件。

② 冷拉钢丝的力学性能应符合表 2-15 规定。

冷拉钢丝的尺寸及力学性能

表 2-15

公称直径 (mm)	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa) 不小于	规定非比例 伸长应力 $\sigma_p$ (MPa) 不小于	伸 长 率 (%) ( $L_0=100\text{mm}$ ) 不小于	弯 曲 次 数		
				次数/180° 不小于	弯曲半径 (mm)	
3.00	1470	1100	2	4	7.5	
	1570	1180				
4.00	1670	1250	3	5	15	
	1470	1100				
5.00	1570	1180		3	5	15
	1670	1250				

注: 1. 规定非比例伸长应力  $\sigma_{p0.2}$  值不小于公称抗拉强度的 75%。2. 表中 3.00mm 钢丝的弯曲试验, 供需双方也可按弯曲半径  $R=10\text{mm}$  进行, 但弯曲次数不小于 9 次。

③ 刻痕钢丝的力学性能应符合表 2-16 规定。

刻痕钢丝的力学性能

表 2-16

公称直径 (mm)	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa) 不小于	规定非比例 伸长应力 $\sigma_p$ (MPa) 不小于	伸长率 ( $L_0=$ 100mm) (%) 不小于	弯曲次数		松 弛			
				次数/180° 不小于	弯曲半径 (mm)	初始应力相 当于公称抗 拉强度的百 分数(%)	1000h 应力损失(%) 不大于		
							I 级松弛	II 级松弛	
$\leq 5.00$	1470	1250	4	3	15	70	8	2.5	
	1570	1340							
$> 5.00$	1470	1250		4	3	20	70	8	2.5
	1570	1340							

注: 规定非比例伸长应力  $\sigma_{p0.2}$  值不小于公称抗拉强度的 85%。

2) 牌号及化学成分

制造钢丝用钢由供方根据钢丝直径和力学性能确定。其化学成分应符合 GB 699 的规定,也可采用其他相应牌号制造,成分不做为交货条件。

3) 检验项目、取样数量及方法

① 钢丝表面质量用目视检查。

② 钢丝尺寸应用分度为 0.01mm 的量具测量,在任何部位同一截面两个垂直方向上测量钢丝直径。

③ 拉伸试验,按 GB 228 的规定进行。

④ 弯曲试验,按 GB 238 的规定进行。

⑤ 松弛试验。

⑥ 验收批由同一牌号、同一规格、同一生产工艺制度的钢丝组成,每批重量不大于 60t。

⑦ 钢丝的检验规则应按 GB 2103 的规定执行。在每盘钢丝的两端取样进行抗拉强度、弯曲和伸长率的试验。屈服强度和松弛试验每季度抽验一次,每次不少于 3 根。

(6) 预应力混凝土用钢绞线主要技术性能(GB/T 5224—95)

1) 力学性能

预应力钢绞线的力学性能应符合表 2-17 规定。

钢绞线尺寸及拉伸性能

表 2-17

钢绞线结构	钢绞线公称直径 (mm)	强度级别 (MPa)	整根钢绞线的最大负荷 (kN)	屈服负荷 (kN)	伸长率 (%)	1000h 松弛率 (%) 不大于				
						I 级松弛		II 级松弛		
						初始 负荷				
						70%公称最大负荷	80%公称最大负荷	70%公称最大负荷	80%公称最大负荷	
1×2	10.00	1720	67.9	57.7	3.5	8.0	12	2.5	4.5	
	12.00		97.9	83.2						
1×3	10.80		102	86.7						
	12.90		147	125						
1×7 标准型 模拔型	9.50		1860	102						86.6
	11.10		1860	138						117
	12.70	1860	184	156						
	15.20	1720	239	203						
		1860	259	220						
	12.70	1860	209	178						
	15.20	1820	300	255						

注: 1. I 级松弛即普通松弛, II 级松弛即低松弛级, 它们分别适用所有钢绞线。

2. 屈服负荷不小于整根钢绞线公称最大负荷的 85%。

2) 捻制预应力钢绞线的钢丝应符合 GB/T 5223 中相应条款的规定。

3) 检验项目

① 拉伸试验

A. 最大负荷: 整根钢绞线的最大负荷试验按 GB 228 的规定执行。

B. 伸长率: 测定钢绞线伸长率时, 1×7 的结构钢绞线的标距不小于 500mm; 1×2 和 1×3 结构钢绞线的标距不小于 400mm; 在测定总伸长为 1% 时的负荷后, 卸下引伸计, 标明试验机上下工作台之间的距离  $L_1$ , 然后继续加荷直到钢绞线的一根或几根钢丝破坏, 此时

标明上下工作台的最终距离  $L_2$ ,  $L_2 - L_1$  的值与  $L_1$  比值的百分数;加上引伸计测得的 1%。即为钢绞线的伸长率。如果任何一根钢丝破坏之前,钢绞线的伸长率已达到所规定的要求,此时可以不继续测定最后伸长率的值。如因夹具原因产生剪切断裂,所得最大负荷及延伸未满足标准要求,试验是无效的。

② 屈服试验

- A. 钢绞线的屈服负荷试验按 GB 228 的规定执行。
- B. 钢绞线的屈服负荷是钢绞线在非比例伸长为 0.2% 时所受的负荷。
- C. 仲裁时应测定钢绞线在非比例伸长为 0.2% 时负荷。

③ 松弛试验

- A. 试验期间,试样的环境温度应保持在  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  的范围内。
- B. 试样不得在制造后进行任何热处理和冷加工。
- C. 初始负荷应在 3~5min 内均匀施加完毕,对于 I 级松弛保持 2min,对于 II 级松弛保持 1min 后开始记录松弛值。

④ 尺寸测量

用精度为 0.002mm 的卡尺测量钢绞线的尺寸和检距。 $1 \times 2$  钢绞线的直径测量应测图 2-1 所示  $D_8$  值; $1 \times 3$  钢绞线应测图 2-2 所示 A 值; $1 \times 7$  钢绞线的直径测量应以横穿直径方向的相对两根外层钢丝为准,如图 2-3 所示  $D_8$  值,并在不同方向上测量两次。

⑤ 表面质量,用肉眼检查。

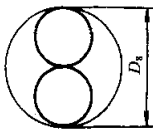


图 2-1

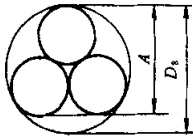


图 2-2

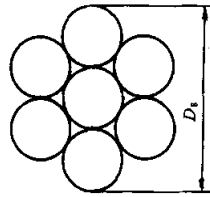


图 2-3

(7) 低碳钢热轧圆盘条主要技术性能(GB 701—97)

1) 力学性能和工艺性能

- ① 供拉丝用盘条的力学性能和工艺性能应符合表 2-18 规定。

表 2-18

牌 号	力 学 性 能		冷弯试验, 180° $d$ = 弯心直径 $a$ = 试样直径
	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa) 不大于	伸长率 $\delta_{10}$ (%) 不小于	
Q195	420	28	$d = 0$
Q215	420	26	$d = 0.5a$
Q235	470	22	$d = a$

- ② 供建筑及包装等用途的盘条力学性能和工艺性能应符合表 2-19 规定。

表 2-19

牌 号	力 学 性 能			冷弯试验,180° d = 弯心直径 a = 试样直径	用 途
	屈服点 $\sigma_s$ (MPa) 不小于	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa) 不小于	伸长率 $\delta_{10}$ (%)不小于		
Q215	215	335	26	$d = 0.5a$	供包装等用
Q235	235	375	22	$d = a$	供建筑用

2) 牌号和化学成分

盘条的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 2-20 规定。

表 2-20

牌 号	化 学 成 分 (%)					脱氧方法	用 途	
	C	Mn	Si	S	P			
			不大于					
Q195	0.06~0.12	0.25~0.50	0.30	0.050	0.045	F. b. Z	拉丝	
Q215	A	0.09~0.15	0.25~0.55	0.30	0.050	0.045	F. b. Z	拉丝
	B			0.045				
Q235	A	0.14~0.22	0.30~0.65	0.30	0.050	0.045	F. b. Z	建筑
	B				0.12~0.20			

3) 检验项目、取样数量及方法

每批盘条的检验项目、取样部位、试验方法按表 2-21 规定执行。

表 2-21

序号	检验项目	取样数量(个)	取样部位及方法	试验方法
1	化学成分	每炉(罐)1	GB 222	GB 223
2	拉伸试验	1	GB 2975	GB 228, GB 6397 试验号 R03~R07
3	冷弯试验	2	GB 2975、不同盘	GB 232
4	尺寸	逐 盘	连续式轧机轧制的,距端部不小于 6m。半连续式和其他形式轧机轧制的,距端部不小于 1.5m	用能保证精度的量具
5	表面			肉 眼

每批由同一牌号、同一炉罐号、同一等级、同一品种、同一尺寸、同一交货状态组成。每批重量不得大于 60t。

(8) 冷轧带肋钢筋主要技术性能(GB 13788—92)

1) 力学性能

钢筋的力学性能和工艺性能应符合表 2-22 的规定。当进行冷弯试验时,受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 2-22

级别代号	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ (MPa) 不小于	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa) 不小于	伸 长 率 不小于 (%)		冷弯 180° D 弯心直径 d 钢筋公称直径	应力松弛 $\sigma_{cm} = 0.7\sigma_b$	
			$\delta_{10}$	$\delta_{100}$		1000h 不大于 (%)	10h 不大于 (%)
			LL550	500		550	8
LL650	520	650	—	4	$D = 4d$	8	5
LL800	640	800	—	4	$D = 5d$	8	5

## 2) 牌号和化学成分

牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 2-23 的规定。

表 2-23

级别代号	牌 号	化 学 成 分 (%)					
		C	Si	Mn	Ti	S	P
LL550	Q215	0.09~0.15	≤0.30	0.25~0.55	—	≤0.050	≤0.045
LL650	Q235	0.14~0.22	≤0.30	0.30~0.65	—	≤0.050	≤0.045
LL800	24MnTi	0.19~0.27	0.17~0.37	1.20~1.60	0.01~0.05	≤0.045	≤0.045

注: 1. Cr、Ni、Cu 的残余含量各不大于 0.30%, As 的残余含量不大于 0.08%, N 的含量不大于 0.008%。若供方保证, 可不作检验。

2. 制造钢筋的盘条应符合 GB 701( I ) 或 YB 4027 低碳钢无扭控冷热轧盘条的有关规定。

## 3) 检验项目、取样数量及方法

钢筋的试验项目、取样方法、试验方法应符合表 2-24 规定。

表 2-24

序 号	试 验 项 目	试 件 数 量	取 样 方 法	试 验 方 法
1	化学成分 (熔炼分析)	每炉罐 1 个	GB 222	GB 223
2	拉伸试验	逐盘 1 个 (逐捆 1 个)	在每(任)盘中的任意一端 截去 500mm 后切取	GB 228
3	弯曲试验	每批 2 个		GB 6397
4	松弛试验	定期 1 个		GB 232
5	尺寸	逐盘(逐支)		按注 1 进行
6	表面	逐盘(逐支)		卡尺、投影仪
7	重量偏差	逐盘 1 个		肉眼
				按注 2 进行

注: 1. 松弛试验方法要点。试验期间试样的环境温度应保持在(20±2)℃; 试样可进行机械矫直, 但不得进行任何热处理和其他冷加工; 加在试样上的初始载荷为试样实际强度的 70% 乘以试样公称面积; 加荷速度为(200±50)MPa/min, 加荷完毕保持 2min 后开始计算松弛值; 试样长度不小于公称直径的 60 倍。

2. 重量偏差的测量。测量钢筋重量偏差时, 试样长度应不小于 0.5m。钢筋重量偏差按下式计量:

$$\text{重量偏差}(\%) = \frac{\text{实际重量} - (\text{总长度} \times \text{公称重量})}{\text{总长度} \times \text{公称重量}} \times 100$$

## (9) 混凝土制品用冷拔冷轧低碳螺纹钢主要技术性能(JG/T 540—94)

## 1) 力学性能

冷拔螺纹钢的力学性能应不低于表 2-25 规定。

表 2-25

级 别	公称直径 $\phi^2$ (mm)	抗拉强度 (N/mm <sup>2</sup> )		伸长率 $\delta_{100}$ (%)	反复弯曲次数 (次)
		I 组	II 组		
甲 级	6	650	600	3.5	4
	5	650	600	3.0	4
	4	700	650	2.5	4
乙 级	4, 5, 6	550		4.0	4

注: 1. 甲级冷拔螺纹钢用于非抗震的预应力混凝土中小制品时, 可不要求反复弯曲指标。

2. 乙级冷拔螺纹钢用于焊接骨架、箍筋和构造筋时, 伸长率  $\delta_{100}$  不低于 2% 即可。



2) 牌号及化学成分

制造冷轧螺纹钢用钢的化学成分应符合 GB 700 或 ZBH 44003 的规定,其钢号可由供方从 2 号钢或 3 号钢中确定。

3) 检验项目

① 冷轧螺纹钢外形用目测法检查;

② 横肋高度和肋顶宽度用实测法测定,取同一列 3 处横肋的实测值,计算平均值,千分尺的最小分度值应不大于 0.01mm;横肋中心距应平行于螺纹钢轴线实测,取三列横肋 10 处以上的实测值,计算平均值,千分尺的最小分度值应不大于 0.01mm;

横肋末端间隙总和用实测法测定,取三外末端间隙总和实测值,计算平均值;

冷轧螺纹钢的实际直径用重量法求得;

③ 冷轧螺纹钢的重量偏差按下式计算

$$\text{重量偏差}(\%) = \frac{\text{实际重量} - (\text{试样长度} \times \text{公称重量})}{\text{试样长度} \times \text{公称重量}} \times 100$$

④ 冷轧螺纹钢表面质量用目测法检查,应逐盘进行检查;

⑤ 冷轧螺纹钢抗拉强度和伸长率按 GB 228 的有关规定进行试验,钢丝横截面积按公称横截面积计算;

⑥ 冷轧螺纹钢反复弯曲按 GB 228 的有关规定进行试验;

⑦ 冷轧螺纹钢的抗拉强度、伸长率及反复弯曲试验应逐盘进行检查。如有某项试验不符合标准规定要求,可从该盘中再取双倍数量的试样进行复验,复验中如有一项指标不合格,则判定该盘钢丝不合格,不得交货;

⑧ 冷轧螺纹钢的各部尺寸、单位长度的重量应成批检验。每批由同一钢厂、同一钢号、同一总压缩率、同一直径的钢丝组成,每批重量不大于 30t。应从每批中抽查 5%,但不少于 5 盘进行检查。如检查有不合格者应将该批钢丝逐盘检查,剔除不合格品。

(10) 钢绞线、钢丝束无粘结预应力筋主要技术性能(JG 3006—93)

1) 主要规格和性能

主要规格和性能应符合表 2-26 要求

表 2-26

项 目	规格和性能		
	碳素钢丝束 7φ5	钢 绞 线	
		1×7-φ12.0	1×7-φ15.0
拉力试验:			
抗拉强度(N/mm <sup>2</sup> )	1570	1570	1470
屈服强度 σ <sub>0.2</sub> (N/mm <sup>2</sup> );或屈服负荷(kN)	1330	119.17*	174.93*
伸长率(%)	4	3.5	3.5
弯曲试验:			
次数不小于	4	—	—
弯曲半径 R(mm)	15	—	—
弹性模量(N/mm <sup>2</sup> )	2.0×10 <sup>5</sup>	1.8×10 <sup>5</sup>	1.8×10 <sup>5</sup>
1000h 松弛值(%)	I 级松弛	8.0	8.0
(初始负荷为 70% 破断负荷)不大于	II 级松弛	2.5	2.5

续表

项 目	规格和性能		
	碳素钢丝束 7 $\phi$ 5	钢 绞 线	
		1 $\times$ 7- $\phi$ 12.0	1 $\times$ 7- $\phi$ 15.0
截面积(mm <sup>2</sup> )	137.41	89.45	139.98
重量(kg/m)	1.08	0.7	1.09
防腐润滑脂重量(g/m)大于	50	43	50
高密度聚乙烯护套厚度(mm)	0.8~1.2	0.8~1.2	0.8~1.2
摩擦试验:			
无粘结预应力筋与壁之间的摩擦系数 $\mu$	0.1	0.12	0.12
考虑无粘结预应力筋壁每米长度 局部偏差对摩擦的影响系数 $\kappa$	0.0035	0.004	0.004

注: 1. \* 指屈服负荷,是整根钢绞线破断负荷的85%;

2. 根据不同用途供需双方协议,可供应其它强度和直径的预应力钢材。

## 2) 检验项目

产品检验分为出厂检验和型式试验两种。

① 出厂检验由生产单位质量监督部门进行,按批检验合格方可出厂。出厂检验项目:钢绞线或钢丝抗拉强度,屈服负荷或屈服强度( $\sigma_{0.2}$ ),伸长率,钢丝弯曲次数及直径;涂料层油脂用量;护套厚度及外观。

② 型式检验。型式检验是对产品质量进行全面考核,应对表 2-26 中的全部项目进行检验。

A. 凡属下列情况之一者,需进行型式试验:

- a. 产品转产时;
- b. 原料、工艺有较大改变时;
- c. 生产设备改造后或生产过程中设备发生较大故障时;
- d. 产品长期停产后,恢复生产时;
- e. 出厂检验和上次型式检验有较大差异时;
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验时。

B. 钢绞线、钢丝束无粘结预应力筋应按批验收,每批由同一钢号、同一规格,同一生产制度生产的钢绞线、钢丝无粘结预应力筋组成。每个用户每次订货为一个检验批,且每批重量不大于 30t。

C. 当全部检验项目均符合本标准的技术要求时,该批产品为合格品;当检验结果有不合格项目时,对不合格项目应重新加倍取样进行复验,若复验结果仍不合格,则该批产品为不合格品。

③ 钢材进场时应按批号及直径分批检验,检验内容包括查对标志、外观检查,钢材的抗拉强度、屈服负荷或屈服强度( $\sigma_{0.2}$ )、伸长率、钢丝弯曲次数及直径的检验方法按 GB 5223、GB 5224、GB 2103、GB 228 有关规定进行。

(11) 预应力混凝土用低合金钢丝主要技术性能(YB/T 038—93)

1) 拔丝用盘条钢的牌号及化学成分

钢的牌号及化学成分(熔炼成分)应符合表 2-27 规定。

钢的牌号及化学成分(熔炼成分)(%)

表 2-27

级别代号	牌 号	C	Mn	Si	V、Ti	S	P
YD800	21MnSi	0.17~0.24	1.20~1.65	0.30~0.70	—	≤0.045	≤0.045
	24MnTi	0.19~0.27	1.20~1.60	0.17~0.37	Ti:0.01~0.05	≤0.045	≤0.045
YD1000	41MnSiV	0.37~0.45	1.00~1.40	0.60~1.10	V:0.05~0.12	≤0.045	≤0.045
YD1200	70Ti	0.66~0.70	0.60~1.00	0.17~0.37	Ti:0.01~0.05	≤0.045	≤0.045

### 2) 力学性能和工艺性能

拔丝用盘条钢的力学性能和工艺性能应符合表 2-28 规定。

表 2-28

公称直径(mm)	级 别	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa)	伸长率(%)	冷 弯
6.5	YD800	≥550	$\delta_5 \geq 23$	180°, $d = 5a$
9.0	YD1000	≥750	$\delta_5 \geq 15$	90°, $d = 5a$
10.0	YD1200	≥900	$\delta_{10} \geq 7$	90°, $d = 5a$

### 3) 钢丝的力学性能和工艺性能

钢丝力学性能和工艺性能应符合表 2-29 规定。

表 2-29

公称直径 (mm)	级 别	抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa)	伸长率 $\delta_{100}$ (%)	反 复 弯 曲		应 力 松 弛	
				弯曲半径 R (mm)	次数 N	张拉应力与 公称强度比	应力松弛 率最大值
5.0	YD800	800	4	15	4	70	8% 1000h
7.0	YD1000	1000	3.5	20	4		或
7.0	YD1200	1200	3.5	20	4		5% 10h

### 4) 检验项目、取样数量及方法

钢丝的试验项目、取样数量、取样方法、试验方法应符合表 2-30 规定。

表 2-30

序 号	试 验 项 目	取 样 数 量	取 样 方 法	试 验 方 法
1	盘条的试验	按 YB 4 027 或 GB 701	按 YB 4027 或 GB 701	按 YB 4027 或 GB 701
2	化学成分(熔炼分析)	1 个/炉(罐)	GB 222	GB 223
3	尺 寸	逐 盘		卡尺、专用工具
4	表面质量	逐 盘		肉 眼
5	拉 伸 试 验	每 盘 一 个	任 意 端	GB 228、GB 6397
6	反 复 弯 曲	5% 且 不 少 于 5 个	去 掉 500mm 后 取 样	GB 238
7	松 弛 试 验	每 季 度 1 个		GB 10120

5) 检查与验收。盘条和钢丝的检查与验收,分别按 GB 2101 和 GB 2103 的规定进行。

盘条应成批验收。每批应由同一牌号、同一炉罐号、同一规格、同一交货状态的盘条组成。公称容量不大于 30t 的冶炼炉冶炼的钢坯和连续坯轧制的盘条,允许由同一牌号、同一冶炼方法、同一浇注方法的不同炉罐号组成混合批,但每批不多于 6 个炉罐号。各炉罐号含碳量之差不得大于 0.02%,含锰量之差不得大于 0.15%。

钢丝的组批按 GB 2103 的规定进行。

盘条和钢丝的复验与判定分别按 GB 2101 和 GB 2103 的规定进行。

#### (12) 建筑用钢筋进场验收和复试

按《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—92)的规定,钢筋应有出厂质量证明书,运到现场应按有关标准的规定进行外观检查和分批做力学性能试验。

##### 1) 各类钢筋表面质量

各类钢筋表面质量应符合表 2-31 规定。

表 2-31

钢筋种类	表面质量
热轧钢筋	表面不得有裂缝、结疤和折叠,如有凸块不得超过螺纹高度,其它缺陷的高度和深度不得大于所在部位的允许偏差
热处理钢筋	表面无肉眼可见裂纹、结疤、折叠,如有凸块不得超过横肋高度,表面不得沾有油污
冷拉钢筋	表面不得有裂纹和局部缩颈
碳素钢丝	表面不得有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油迹,允许有浮锈
刻痕钢丝	表面不得有裂纹、分层、铁锈、结疤,但允许有浮锈
钢绞线	不得有折断、横裂和相互交叉的钢丝,表面不得有润滑剂、油渍,允许有轻微浮锈,但不得有锈麻坑

钢筋表面质量检查用肉眼观察,逐盘(支)进行检查。

##### 2) 钢筋力学性能复验

钢筋、钢丝、钢绞线组批规则、取样数量、复验与判定的规定,应符合表 2-32 规定。

表 2-32

钢筋种类	验收批钢筋组成	每批数量	取样数量	复验与判定
热轧钢筋	① 每批应由同一牌号、同一炉罐号、同一规格、同一交货状态的钢筋组成;② 同一钢号的混合批,不超过 6 个炉罐号	≤60t	在任意 2 根钢筋上,分别从每根上切取 1 根拉力试件和 1 根冷弯试件	如有某一项试验结果不符合标准要求,则从同一批中再任取双倍数量的试件进行该不合格项目的复验,复验结果(包括该项试验所要求的任一指标),即使一个指标不合格,则整批不合格
热处理钢筋	① 每批由同一外形截面尺寸、同一热处理制度、同一炉罐号钢筋组成;② 同钢号混合批不超过 10 个炉罐号	≤60t	取 10% 的盘数(不少于 25 盘),每盘取 1 个拉力试件	

续表

钢筋种类	验收批钢筋组成	每批数量	取样数量	复验与判定
碳素刻痕钢丝	同一钢号、同一形状尺寸、同一交货状态		取5%的盘数(但不少于3盘), 优质钢丝取10%(不少于3盘), 每盘取1个拉力和1个弯曲试件	如有某一项试验结果不符合标准要求,则从同一批中再任取双倍数量的试件进行该不合格项目的复验,复验结果(包括该项试验所要求的任一指标),即使一个指标不合格,则整批不合格
钢绞线	同一钢号,同一规格,同一生产工艺	≤60t	任取3盘,每盘取1根拉力试件	
冷拉钢筋	同级别,同直径	≤20t	任取2根钢筋,分别从每根上切取1根拉力和1根冷弯试件	当有一项试验不合格时,应另取双倍数量试件重做各项试验,仍有一项不合格时,则为不合格

### 3) 钢筋的化学成分检验

《混凝土结构工程施工及验收规范》(GB 50204—92)规定,钢筋在加工过程中发现脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象,应根据现行国家有关标准对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

进口钢筋应执行原国家建委1980年2月26日以建发施字82号文颁发试行的《进口热轧变形钢筋应用若干规定》,进行化学成分检验。

钢筋可焊性试验规定钢筋的可焊性与化学成分直接有关。在硫、磷含量均≤0.05%的情况下,可焊性主要决定于钢筋的含碳量与碳当量。由于各国控制含碳量与碳当量指标不一致,同时,我国各单位焊接水平相差很大,因此规定不同等级、不同国家的钢筋进行焊接时,应有试验依据和保证焊接质量的措施。

钢筋的化学成分检验通常是分批进行含碳量及碳当量、含硫量、含磷量的检验。

化学成分检验结果,国产钢筋应符合相应钢筋标准的规定。进口钢筋含碳量≤0.3%、碳当量≤0.55%、硫、磷含量均≤0.05%。

对有抗震要求的框架结构纵向受力钢筋检验所得的抗拉强度实测值 $\sigma_b$ 和屈服强度实测值 $\sigma_s$ 的比值不应小于1.25。钢筋的屈服强度实测值与钢筋的强度标准值的比值 $\sigma_s/\sigma_{标}$ ,按一级抗震设计时不应大于1.25,按二级抗震设计时不应大于1.4,要求计算 $\sigma_b/\sigma_s$ 和 $\sigma_s/\sigma_{标}$ 。

钢筋集中加工的规定:钢筋在工厂或施工现场集中加工,应由加工单位出具钢筋的质量证明书,还应出具钢筋加工后的出厂合格证以及有关的试验报告单。

#### 型钢部分

##### (13) 碳素结构钢主要技术性能(GB 700—88)

###### 1) 力学性能

钢材的拉伸和冲击试验应符合表2-33规定,弯曲试验应符合表2-34规定。

表 2-33

牌号	等级	拉 伸 试 验											冲击试验			
		屈服点 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )						抗拉强度 $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup>	伸长率 $\delta_5$ (%)					温度 (°C)	V 型 冲击功 (纵向) (J)	
		钢材厚度(直径)mm							钢材厚度(直径)(mm)							
		≤16	>16 ~40	>40 ~60	>60 ~100	>100 ~150	>150		≤16	>16 ~40	>40 ~60	>60 ~100	>100 ~150			>150
不 小 于						不 小 于					不小于					
Q195	—	(195)	(185)	—	—	—	—	315~390	33	32	—	—	—	—	—	—
Q215	A	215	215	195	185	175	165	325~410	31	30	29	28	27	26	—	—
	B														20	27
Q235	A														—	—
	B														20	27
	C	235	225	215	205	195	185	375~460	26	25	24	23	22	21	0	
	D														-20	
Q255	A	255	245	235	225	215	205	410~510	24	23	22	21	20	19	—	
	B														20	27
Q275	—	275	265	255	245	235	225	490~610	20	19	18	17	16	15	—	—

表 2-34

牌 号	试 样 方 向	冷弯试验 $B=2a180^\circ$		
		钢材厚度(直径)mm		
		60	>60~100	>100~200
		弯 心 直 径 $d$		
Q195	纵	0	—	—
	横	0.5a	—	—
Q215	纵	0.5a	1.5a	2a
	横	a	2a	2.5a
Q235	纵	a	2a	2.5a
	横	1.5a	2.5a	3a
Q255		2a	3a	3.5a
Q275		3a	4a	4.5a

注:  $B$  为试样宽度,  $a$  为钢材厚度(直径)。

- ① 牌号 Q195 的屈服点仅供参考, 不作交货条件。
- ② 各牌号 A 级钢的冷弯试验, 在需方有要求时才进行。但冷弯试验合格时, 抗拉强度上限可以不作交货条件。
- ③ 进行拉伸和弯曲试验时, 钢板和钢带应取横向试样, 伸长率允许比表 2-33 降低 1% (绝对值)。型钢应取纵向试样。
- ④ 夏比(V 型缺口)冲击试验应符合表 2-33 的规定。夏比(V 型缺口)冲击功值按一组

三个试样单位值的算术平均值计算,允许其中一个试样单位值低于规定值,但不得低于规定值的70%。当采用5mm×10mm×55mm小尺寸试样做冲击试验时,其试验结果应不小于规定值的50%。

钢材的夏比(V型缺口)冲击试验结果不符合表2-33及相应规定时,应从同一批钢材上再取一组三个试样进行试验,前后六个试样的平均值不得低于规定值,但允许有两个试样低于规定值,其中低于规定值70%的试样只允许一个。

### 2) 牌号及化学成分

型钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表2-35的规定。

表 2-35

牌 号	等 级	化 学 成 分 (%)					脱氧方法
		C	Mn	Si	S	P	
Q195	—	0.06~0.12	0.25~0.50	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
Q215	A	0.09~0.15	0.25~0.55	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B				0.045		
Q235	A	0.1~0.22	0.30~0.65 <sup>1)</sup>	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B	0.12~0.20	0.30~0.70		0.045		
	C	≤0.18	0.35~0.80		0.040	0.040	Z
	D	≤0.17			0.035	0.035	TZ
Q255	A	0.18~0.28	0.40~0.70	0.30	0.050	0.045	Z
	B				0.045		
Q275	—	0.28~0.38	0.50~0.80	0.35	0.050	0.045	Z

注: Q235A、B级沸腾铜锰含量上限为0.60%。

在保证钢材力学性能符合规定情况下,各牌号A级钢的碳、锰含量和各牌号其他等级钢碳锰含量下限可以不作交货条件,但其含量(熔炼分析)应在质量证明书中注明。

成品钢材、商品钢坯的化学成分允许偏差应符合GB 222中表1的规定。沸腾钢成品钢材和商品钢坯化学成分偏差不作保证。

### 3) 检验项目、取样数量及方法

每批钢材的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合表2-36规定。

表 2-36

序 号	检 验 项 目	取 样 数 量, 个	取 样 方 法	试 验 方 法
1	化学分析	1 (每炉罐号)	GB 222	GB 223.1~223.5 GB 223.8~223.12 GB 223.18~223.19 GB 223.23~223.24 GB 223.31~223.32 GB 223.36

续表

序号	检验项目	取样数量,个	取样方法	试验方法
2	拉伸	1	GB 2975	GB 228、GB 6397
3	冷弯			GB 232
4	常温冲击	3		GB 2106
5	低温冲击			GB 4159

① 钢材应成批验收,每批由同一牌号、同一炉罐号、同一等级、同一品种、同一尺寸、同一交货状态组成。每批重量不得大于 60t。

用公称容量不大于 30t 的炼钢炉冶炼的钢或连铸坯轧成的钢材,允许由同一牌号的 A 级钢或 B 级钢,同一冶炼和浇注方法,不同炉罐号组成混合批,但每批不多于 6 个炉罐号,各炉罐号含碳量之差不得大于 0.02%,含锰量之差不得大于 0.15%。

② 当做厚度或直径大于 20mm 钢材的冷弯试验时,试样经单面刨削使其厚度达到 20mm,弯心直径按表 3 规定。进行试验时,未加工面应在外面。如试样未经刨削,弯心直径应较表 3 所列数值增加一个试样厚度  $a$ 。

③ 冲击试样的纵向轴线应平行于轧制方向。对厚度不小于 12mm 的钢板、钢带、型钢或直径不小于 16mm 的棒钢做冲击试验时,应采用 10mm×10mm×55mm 试样;对厚度为 6mm 至小于 12mm 的钢板、钢带、型钢或直径为 12mm 至小于 16mm 的棒钢做冲击试验时,应采用 5mm×10mm×55mm 小尺寸试样。冲击试样可保留一个轧制面。

4) 新旧 GB 700 标准牌号对照(参考件)

GB 700—88 的牌号表示方法以及对各牌号所规定的技术要求与 GB 700—79 都不同,新旧标准牌号对照供参考见表 2-37。

表 2-37

GB 700—88	GB 700—79
Q195 不分等级,化学成分和力学性能(抗拉强度、伸长率和冷弯)均须保证,但轧制薄板和盘条之类产品,力学性能的保证项目,根据产品特点和使用要求,可在有关标准中另行规定	1号钢 Q195 的化学成分与本标准 1 号钢的乙类钢 B1 同,力学性能(抗拉强度,伸长率和冷弯)与甲类钢 A1 同(A1 的冷弯试验是附加保证条件)。1 号钢没有特类钢
Q215 A 级 B 级 (做常温冲击试验,V 型缺口)	A2 C2
Q235 A 级 (不做冲击试验) B 级 (做常温冲击试验,V 型缺口) C 级 } (作为重要焊接结构用) D 级 }	A3 (附加保证常温冲击试验,U 型缺口) C3 (附加保证常温或 -20℃ 冲击试验,U 型缺口) — —
Q255 A 级 B 级 (做常温冲击试验,V 型缺口)	A4 C4 (附加保证冲击试验,U 型缺口)
Q275 不分等级,化学成分和力学性能均须保证	C5

(14) 低合金高强度结构钢主要技术性能(GB/T 1591—94)



1) 力学性能和工艺性能

钢材的拉伸、冲击和弯曲试验结果应符合表 2-38 规定。

表 2-38

牌 号	质 量 等 级	屈服点 $\sigma_s$ (MPa)				抗拉强度 $\sigma_b$ (MPa)	伸长率 $\delta_5$ (%)	冲击功, A(kV), (纵向)(J)				180°弯曲试验	
		厚度(直径, 边长)(mm)						+20℃	0℃	-20℃	-40℃	$d =$ 弯心直径; $a =$ 试样厚度(直径)	
		≤16	>16~35	>35~50	>50~100							钢材厚度(直径)(mm)	
		不 小 于										不 小 于	
Q295	A	295	275	255	235	390~570	23					$d = 2a$	$d = 3a$
	B	295	275	255	235	390~570	23					$d = 2a$	$d = 3a$
Q345	A	345	325	295	275	470~630	21					$d = 2a$	$d = 3a$
	B	345	325	295	275	470~630	21	34				$d = 2a$	$d = 3a$
	C	345	325	295	275	470~630	22		34			$d = 2a$	$d = 3a$
	D	345	325	295	275	470~630	22			34		$d = 2a$	$d = 3a$
	E	345	325	295	275	470~630	22				27	$d = 2a$	$d = 3a$
Q390	A	390	370	350	330	490~650	19					$d = 2a$	$d = 3a$
	B	390	370	350	330	490~650	19	34				$d = 2a$	$d = 3a$
	C	390	370	350	330	490~650	20		34			$d = 2a$	$d = 3a$
	D	390	370	350	330	490~650	20			34		$d = 2a$	$d = 3a$
	E	390	370	350	330	490~650	20				27	$d = 2a$	$d = 3a$
Q420	A	420	400	380	360	520~680	18					$d = 2a$	$d = 3a$
	B	420	400	380	360	520~680	18	34				$d = 2a$	$d = 3a$
	C	420	400	380	360	520~680	19		34			$d = 2a$	$d = 3a$
	D	420	400	380	360	520~680	19			34		$d = 2a$	$d = 3a$
	E	420	400	380	360	520~680	19				27	$d = 2a$	$d = 3a$
Q460	C	460	440	420	400	550~720	17		34			$d = 2a$	$d = 3a$
	D	460	440	420	400	550~720	17			34		$d = 2a$	$d = 3a$
	E	460	440	420	400	550~720	17				27	$d = 2a$	$d = 3a$

① 进行拉伸和弯曲试验时, 钢板、钢带应取横向试样; 宽度小于 600mm 的钢带、型钢和钢棒应取纵向试样。

② 钢板和钢带的伸长率值允许比表 2-38 降低 1% (绝对值)。Q345 级钢带其厚度大于 35mm 的钢板的伸长率可降低 1% (绝对值)。边长或直径大于 50~100mm 的方、圆钢, 其伸长率可比表 2-38 规定值降低 1% (绝对值)。

③ 宽钢带 (卷状) 的抗拉强度上限值不作交货条件。

④ A 级钢应进行弯曲试验。其他质量级别钢, 如供方能保证弯曲试验结果符合表 2-38 规定要求, 可不作检验。

⑤ 夏比 (V 型缺口) 冲击试验的冲击功和试验温度应符合表 2-38 规定。冲击功值按一

组三个试样算术平均值计算,允许其中一个试样单值低于表 2-38 规定值,但不得低于规定值的 70%。当采用 5mm×10mm×55mm 小尺寸试样做冲击试验时,其试验结果应不小于规定值的 50%。

⑥ 钢材的表面质量应按有关产品标准规定检验。

### 2) 牌号和化学成分

钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 2-39 规定。合金元素含量应符合 GB/T 13304 对低合金钢的规定。

表 2-39

牌号	质量等级	化 学 成 分 (%)										
		C ≤	Mn	Si ≤	P ≤	S ≤	V	Nb	Ti	Al ≥	Cr ≤	Ni ≤
Q295	A	0.16	0.80~1.50	0.55	0.045	0.045	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	—		
	B	0.16	0.80~1.50	0.55	0.040	0.040	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	—		
Q345	A	0.20	1.00~1.60	0.55	0.045	0.045	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	—		
	B	0.20	1.00~1.60	0.55	0.040	0.040	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	—		
	C	0.20	1.00~1.60	0.55	0.035	0.035	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015		
	D	0.18	1.00~1.60	0.55	0.030	0.030	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015		
	E	0.18	1.00~1.60	0.55	0.025	0.025	0.02~0.15	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015		
Q390	A	0.20	1.00~1.60	0.55	0.045	0.045	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.30	0.70
	B	0.20	1.00~1.60	0.55	0.040	0.040	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.30	0.70
	C	0.20	1.00~1.60	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
	D	0.20	1.00~1.60	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
	E	0.20	1.00~1.60	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.30	0.70
Q420	A	0.20	1.00~1.70	0.55	0.045	0.045	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.40	0.70
	B	0.20	1.00~1.70	0.55	0.040	0.040	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	—	0.40	0.70
	C	0.20	1.00~1.70	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
	D	0.20	1.00~1.70	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
	E	0.20	1.00~1.70	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.40	0.70
Q460	C	0.20	1.00~1.70	0.55	0.035	0.035	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70
	D	0.20	1.00~1.70	0.55	0.030	0.030	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70
	E	0.20	1.00~1.70	0.55	0.025	0.025	0.02~0.20	0.015~0.060	0.02~0.20	0.015	0.70	0.70

注:表中的 Al 为全铝含量。如化验酸溶铝时,其含量应不小于 0.010%。

① Q295 的碳含量到 0.18% 也可交货。

② 在保证钢材力学性能符合相应标准规定的情况下,用 Nb 作为细化晶粒元素时,其 Q345、Q390 级钢的 Mn 含量下限可低于表 2-39 的下限含量。

### 3) 检验项目、取样数量及方法

每批钢材的检验项目,取样数量,取样部位和试验方法应符合表 2-40 规定。

表 2-40

序 号	检 验 项 目	取 样 数 量, 个	取 样 方 法	试 验 方 法
1	化 学 分 析	1 (每炉罐号)	GB 222	GB 223
2	拉 伸	1	GB 2975	GB 228 GB 6397
3	弯 曲	1	GB 2975	GB 232
4	常 温 冲 击	3	GB 2975	GB 2106
5	低 温 冲 击	3	GB 2975	GB 4159

① 钢板、钢带及型钢厚度 $\geq 12\text{mm}$ 或直径 $\geq 16\text{mm}$ 的钢棒做冲击试验时,应采用 $10\text{mm}\times 10\text{mm}\times 55\text{mm}$ 试样;厚度为 $6\text{mm}\sim < 12\text{mm}$ 的钢板、钢带及型钢或直径为 $12\text{mm}\sim < 16\text{mm}$ 的钢棒做冲击试验时,应采用 $5\text{mm}\times 10\text{mm}\times 55\text{mm}$ 小尺寸试样。冲击试样可保留一个轧制面。冲击试样的纵向轴线应平行于轧制方向。

② 当做厚度或直径大于 $20\text{mm}$ 钢材的弯曲试验时,试样经单面切削使其厚度达到 $20\text{mm}$ ,弯心直径按表 2-38 规定。进行试验时,未加工面应位于弯曲外侧。如试样未经切削,弯心直径应比表 2-38 所列数值增加 1 个试样厚度  $a$ 。

③ 钢材应成批验收,每批由同一牌号、同一质量等级、同一炉罐号、同一品种、同一尺寸、同一热处理制度(指按热处理状态供应)的钢材组成。

A 级钢或 B 级钢允许同一牌号、同一质量等级、同一冶炼和浇注方法、不同炉罐号组成混合批。但每批不得多于 6 个炉罐号,且各炉罐号 C 含量之差不得大于 $0.02\%$ ,Mn 含量之差不得大于 $0.15\%$ 。

每批钢材重量不得大于 $60\text{t}$ 。

④ 钢材的夏比(V 型缺口)冲击试验结果不符合规定时,应从同一批钢材上再取一组三个试样进行试验。前后六个试样的平均值不得低于表 2 规定值,允许其中两个试样低于规定值,但低于规定值 $70\%$ 的试样只允许一个。

⑤ 钢材的检验项目的复验和验收规则应符合 GB 247 和 GB 2101 的规定。

4) 新旧低合金结构钢标准牌号对照表(参考件)

GB/T 1591—94 的牌号与 GB 1591—88 标准中的对应牌号对照见表 2-41

表 2-41

GB/T 1591—94	GB 1591—88	GB/T 1591—94	GB 1591—88
Q295	99MnV、09MnNb、09Mn2、12Mn	Q420	15MnVN、14MnVTiRE
Q345	12MnV、14MnNb、16Mn、16MnRE、18Mb	Q460	
Q390	15MnV、15MnTi、16MnNb		