

# 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉、螺柱和螺母

Mechanical properties of fasteners—Stainless  
steel bolts, screws, studs and nuts

## 1 引言

本标准等效采用国际标准 ISO 3506—1979《耐腐蚀不锈钢紧固件—技术条件》。

本标准适用于由奥氏体、马氏体和铁素体耐腐蚀不锈钢制造的、任何形状的、螺纹直径为1.6~39mm的螺栓、螺钉、螺柱和螺母。其螺纹尺寸及公差按GB 193—81、GB 196—81和GB 197—81规定。此外，螺母的对边宽度不应小于 $1.45D$ 和螺纹有效长度 $>0.6D$ 。

本标准未规定在特殊环境下耐腐蚀和抗氧化性，所规定的等级仅适用于耐腐蚀不锈钢紧固件。对高温和低温情况下的耐腐蚀和抗氧化性能应由供需双方协议。

## 2 引用标准

- GB 193—81《普通螺纹 直径与螺距系列（直径1~600mm）》；
- GB 196—81《普通螺纹 基本尺寸（直径1~600mm）》；
- GB 197—81《普通螺纹 公差与配合（直径1~355mm）》；
- GB 231—84《金属布氏硬度试验方法》；
- GB 230—83《金属洛氏硬度试验方法》；
- GB 4340—84《金属维氏硬度试验方法》；
- GB 228—76《金属拉力试验法》；
- GB 3098.1—82《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》；
- GB 3098.2—82《紧固件机械性能 螺母》；
- GB 3098.4—86《紧固件机械性能—细牙螺母》；
- GB 1220—75《不锈钢耐酸钢 技术条件》。

## 3 标记制度

3.1 不锈钢螺栓、螺钉、螺柱和螺母的性能标记，由材料组别和性能等级两部分组成（见图1）。

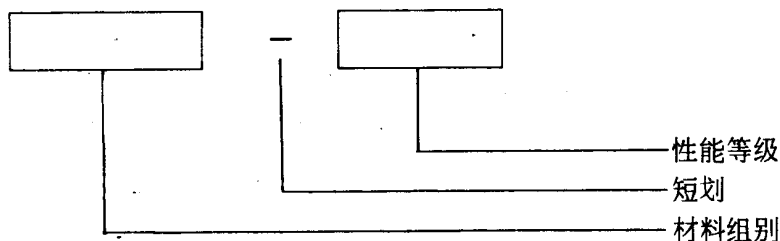


图 1

其中：第一部分代号（“-”前）表示材料组别；

第二部分数字（“-”后）表示产品的性能等级，其数字为公称抗拉强度（ $\sigma_b, N/mm^2$ ）的1/10。  
**3.2** 本标准规定的性能标记，如表1所示。

表1 性能标记

材 料		性 能 等 级				
类 别	组 别	45	50	60	70	80
A 奥氏体	A1	—	A1-50	—	A1-70	A1-80
	A2	—	A2-50	—	A2-70	A2-80
	A4	—	A4-50	—	A4-70	A4-80
C 马氏体	C1	—	C1-50	—	C1-70	—
	C3	—	—	—	—	C3-80
	C4	—	C4-50	—	C4-70	—
F 铁素体	F1	F1-45	—	F1-60	—	—

注：① C1-70、C4-70及C3-80需经淬火并回火处理。

② A1-70、A2-70、A4-70及F1-60需经冷作硬化。

#### 4 材料

表2规定了用于制造螺栓、螺钉、螺柱和螺母的不锈钢材料的化学成分。

表2 材料

类 别	组 别	化 学 成 分 %							
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
A 奥氏体	A1	0.12	1	2	0.2	0.15~0.35	17~19	0.6	8~10
	A2	0.08	1	2	0.05	0.03	17~20	—	8~13
	A4	0.08	1	2	0.05	0.03	16~18.5	2~3	10~14
C 马氏体	C1	0.09~0.15	1	1	0.05	0.03	11.5~14	—	1
	C3	0.17~0.25	1	1	0.04	0.03	16~18	—	1.5~2.5
	C4	0.08~0.15	1	1.5	0.06	0.15~0.35	12~14	0.6	1
F 铁素体	F1	0.12	1	1	0.04	0.03	15.5~18	—	0.5

注：① 表中所列数值，除给出范围者外，均系最大值。

- ② A1和C4中的硫可以用硒来代替。
- ③ 奥氏体钢和铁素体钢的含钛量为 $5 \times C\% \sim 0.8\%$ 。
- ④ A2、A4和F1的含铌和钼量为 $10 \times C\% \sim 1\%$ 。
- ⑤ A2和A4的最大含铜量为4%。
- ⑥ 为达到机械性能要求，对C1和C4中的直径较大的产品，可以采用高于表中规定的含碳量，并由制造厂确定。
- ⑦ A2和F1可以含钼，其含量由制造厂确定。
- ⑧ 如用户需要使用含钼量为最大值时，必须在订单中注明。

5 机械性能

在常温下，按第7章规定的方法进行试验时，螺栓、螺钉、螺柱和螺母的机械性能应符合表3、表4和表5规定。

表3 马氏体钢和铁素体钢紧固件机械性能

材 料		性能等级	螺栓、螺钉和螺柱			螺母	螺栓、螺钉、螺柱和螺母					
类别	组别		抗拉强度 $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup> min	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ N/mm <sup>2</sup> min	伸长量 $\delta$ min	保证应力 $SP$ N/mm <sup>2</sup>	硬 度					
							HV		HB		HRC	
							min	max	min	max	min	max
C 马氏体	C1	50	500	250	0.2d	500	—	—	—	—	—	—
		70	700	410	0.2d	700	220	330	209	314	20	34
	C3	80	800	640	0.2d	800	240	340	228	323	21	35
F 铁素体	F1	45	450	250	0.2d	450	—	—	—	—	—	—
		60	600	410	0.2d	600	220	330	209	314	20	34

- 注：① 抗拉强度根据螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ ) 进行计算。 $A_s$ 按附录A (补充件) 规定。  
 ② 按7.1.3款规定的试验方法测定螺栓、螺钉和螺柱实物的伸长量。  
 ③ F1仅适用于螺纹直径 $< 24\text{mm}$ 的紧固件。

表4 奥氏体钢紧固件机械性能

材 料		性能等级	螺纹直径 mm	螺栓、螺钉和螺柱			螺母
类别	组别			抗拉强度 $\sigma_b$ N/mm <sup>2</sup> min	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ N/mm <sup>2</sup> min	伸长量 $\delta$ min	保证应力 $SP$ N/mm <sup>2</sup>
A 奥氏体	A1 A2 A4	50	$< 39$	500	210	0.6d	500
		70	$< 20$	700	450	0.4d	700
		80	$< 20$	800	600	0.3d	800

- 注：① 抗拉强度根据螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ ) 进行计算。 $A_s$ 按附录A规定。

- ② 按7.1.3款规定的试验方法测定螺栓、螺钉和螺柱实物的伸长量。
- ③ 螺纹直径>20mm、性能等级为70和80的紧固件，其抗拉强度及屈服强度由供需双方协议（屈服强度可参照表4按抗拉强度换算给出）。

表 5 奥氏体钢、螺纹直径< 5 mm的螺钉的断裂扭矩

螺纹直径	断裂扭矩 $T_m$ N·m min		
	性能等级 50	性能等级 70	性能等级 80
M1.6	0.15	0.2	0.27
M2	0.3	0.4	0.56
M2.5	0.6	0.9	1.2
M3	1.1	1.6	2.1
M4	2.7	3.8	4.9
M5	5.5	7.8	10.0

6 机械性能的试验项目

根据第7章规定的试验方法对螺栓、螺钉、螺柱和螺母按表6中标记“\*”的项目进行验收检查。

表 6 用于验收检查的试验项目

序号	性能	试验方法		螺栓、螺钉和螺柱 螺纹直径 mm		螺母
				< 5	> 5	
6.1	最小抗拉强度	7.1	拉力试验	*	*	
6.2	最低硬度	7.4	硬度试验		*	*
6.3	最高硬度	7.4	硬度试验		*	*
6.4	最小屈服强度	7.1	拉力试验		*	
6.5	最小伸长量	7.1	拉力试验		*	
6.6	最小断裂扭矩	7.2	扭矩试验	*		
6.7	保证载荷	7.3	保证载荷试验			*

注：① 硬度试验仅适用于淬火并回火的马氏体不锈钢紧固件。

② 螺纹直径< 5 mm的螺栓、螺钉和螺柱，仅检查序号6.1或6.6的项目。

## 7 试验方法

### 7.1 拉力试验

对螺栓、螺钉和螺柱实物进行拉力试验，可以测定其抗拉强度 $\sigma_b$ 、屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 和伸长量 $\delta$ 。为避免产生横向载荷，拉力试验应使用自动定心装置（见图2）。

试验中长度测量的误差应不大于 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

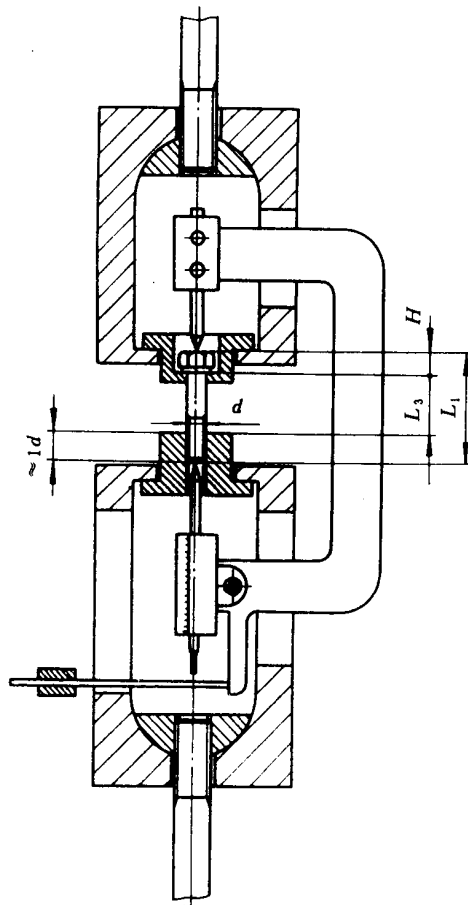


图 2

#### 7.1.1 抗拉强度 $\sigma_b$ 的测定

仅对长度 $\geq 2d$ 的螺栓和螺钉测定抗拉强度。试验时，承受拉力载荷的未旋合螺纹长度应 $\geq 1d$ 。

当试验拉力达到表3和表4中抗拉强度所对应的最小拉力载荷（ $A_s \times \sigma_{b\min}$ ）时不得断裂。当载荷大于最小拉力载荷直至断裂，断裂应发生在杆部或螺纹部分，而不应发生在头与杆部的交接处。

#### 7.1.2 屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 的测定

仅对长度 $\geq 2d$ 的螺栓和螺钉测定屈服强度。试验时，将试件旋入淬硬的夹头内，旋入深度近似为1倍螺纹直径（ $d$ ）。

试件伸长量应从头下支承面到夹头末端之间测定。 $\sigma_{0.2}$ 的计算采用图解法（见图3）。

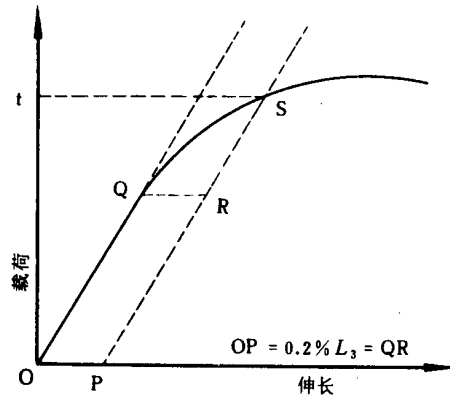


图 3

7.1.3 伸长量 $\delta$ 的测定

仅对长度 $> 3d$ 的螺栓、螺钉和螺柱测定伸长量。试验时，试件旋入夹头内的深度为 $1d$ 。

试件由拉力试验拉断，再将断裂的两部分紧密吻合在一起，然后测量总长 ( $L_2$ ) (见图 4)。伸长量按下式计算：

$$\delta = L_2 - L_1$$

式中 $L_1$ 为断裂前试件长度。

如果需要用机加工试件进行该项试验时，应由供需双方协议。

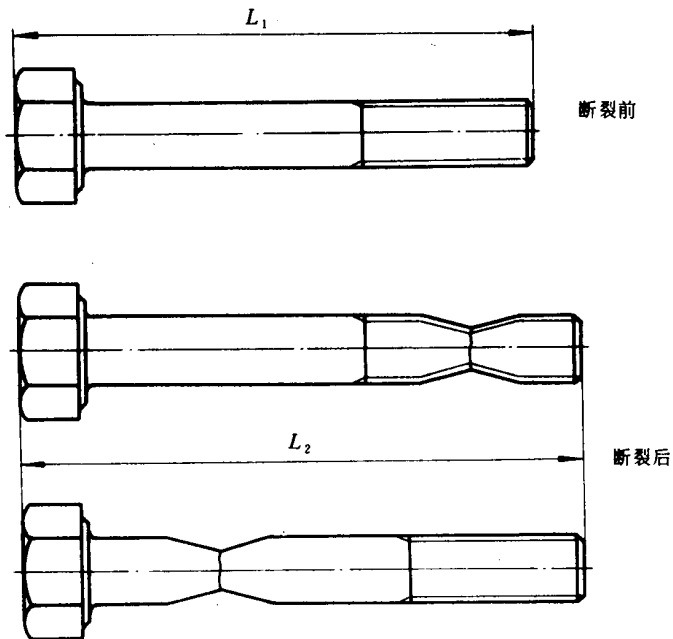


图 4

## 7.2 扭矩试验

仅对螺纹直径 $\leq 5$  mm的奥氏体钢螺栓和螺钉测定断裂扭矩。

螺钉扭矩试验在扭力试验机上进行(见图5)。断裂扭矩应大于表5规定的最小值。

为保证夹具外至少留有两扣完整螺纹和夹具内的螺纹长度(不包括螺尾)为 $1d$ 应将螺钉杆部装在可分为两半的盲孔夹具内。

选用的扭力试验机的额定扭矩不应大于表5规定断裂扭矩的5倍,其测量误差不应超过断裂扭矩值(表5)的 $\pm 7\%$ 。

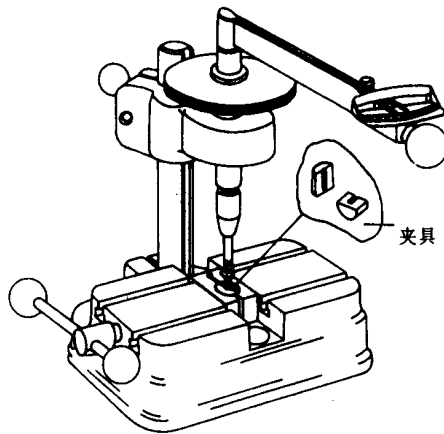


图 5

## 7.3 保证载荷试验

对螺母按GB 3098.2—82第8.1条的规定进行保证载荷试验。

## 7.4 硬度试验

螺栓的硬度试验应在螺栓末端端面半径的中部进行。螺母硬度试验应在螺母支承面上螺纹内倒角与对边之间的中部进行。

7.4.1 维氏硬度试验按GB 4340—84规定。

7.4.2 布氏硬度试验按GB 231—84规定。

7.4.3 洛氏硬度试验按GB 230—83规定。

## 8 标志方法

### 8.1 代号

标志代号应与第3.1条规定的性能标记一致。

### 8.2 性能标志

#### 8.2.1 六角头螺栓和内六角圆柱头螺钉

螺纹直径 $\geq 5$  mm的六角头螺栓和内六角圆柱头螺钉必须标志。用凹字或凸字标志,标志部位如图6所示。

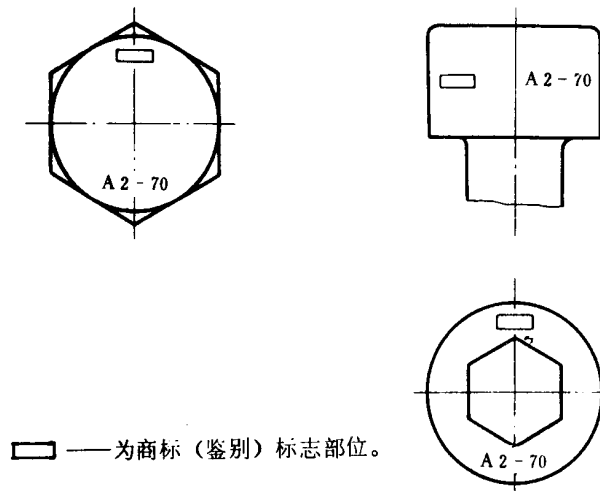


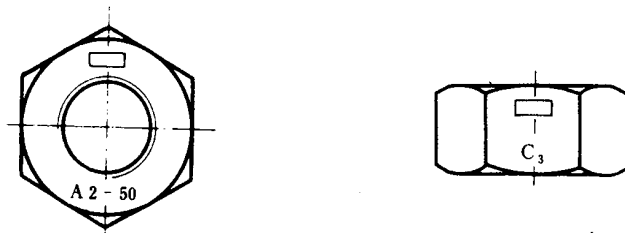
图 6

**8.2.2 螺柱和其它外螺纹紧固件**

螺柱和其它外螺纹紧固件的标志应由供需双方协议。

**8.2.3 螺母**

螺纹直径  $\geq 5$  mm 的螺母必须标志。标志部位如图 7 所示。在支承面或侧面仅用凹字标志。



A 2 和 A 4 组钢允许采用刻槽标志

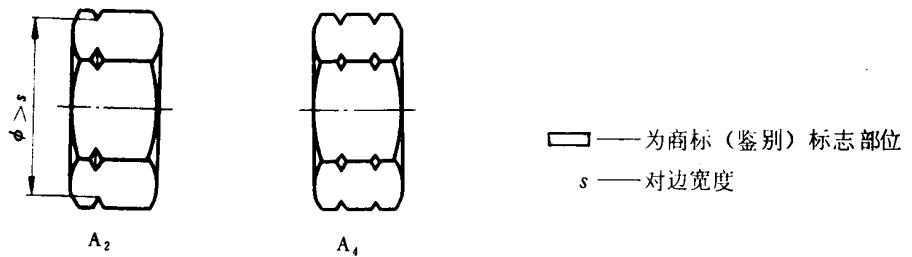


图 7

**8.3 左旋螺纹的标志**

左旋螺纹的螺栓、螺钉、螺柱及螺母按 GB 3098.1—82 第 9.3 条和 GB 3098.2—82 第 9.3 条的规定进行标志。

**8.4 商标（鉴别）**

对所有标志性能等级的产品，在产品上必须制出商标（鉴别）。



附录 A  
螺纹应力截面积  
(补充件)

螺纹应力截面积 ( $A_s$ ) 按下式计算:

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

式中:  $d_2$ ——外螺纹中径 (公称尺寸);

$d_3$ ——螺纹的计算直径  $= d_1 - \frac{H}{6}$ ;

$d_1$ ——外螺纹小径 (公称尺寸);

$H$ ——螺纹原始三角形高度。

螺纹应力截面积的具体数值见 GB 3098.1—82、GB 3098.2—82 和 GB 3098.4—85 有关部分。

附录 B  
伸 长 量  
(补充件)

mm

螺纹直径 $d$	伸 长 量 $\delta$			
	$0.6d$	$0.4d$	$0.3d$	$0.2d$
5	3.0	2.0	1.5	1.0
6	3.6	2.4	1.8	1.2
8	4.8	3.2	2.4	1.6
10	6.0	4.0	3.0	2.0
12	7.2	4.8	3.6	2.4
14	8.4	5.6	4.2	2.8
16	9.6	6.4	4.8	3.2
18	10.8	7.2	5.4	3.6
20	12.0	8.0	6.0	4.0
22	13.2	8.8	6.6	4.4
24	14.4	9.6	7.2	4.8
27	16.2	10.8	8.1	5.4
30	18.0	12.0	9.0	6.0
33	19.8	13.2	9.9	6.6
36	21.6	14.4	10.8	7.2
39	23.4	15.6	11.7	7.8

**附录 C**  
**可用于紧固件的不锈钢材料**  
(参考件)

**C.1** 本附录给出了可用于紧固件的不锈钢材料牌号及化学成分,供设计和生产中参考。

**C.2** 表C1是我国目前生产紧固件常用的不锈钢材料,数据摘自GB 1220—75。

**C.3** 表C2是ISO 3506—1979附录A中给出的不锈钢材料化学成分,数据摘自ISO 683/XⅢ;表C3是ISO 3506—1979附录B中给出的冷敏和冷挤压用不锈钢材料化学成分,数据摘自ISO 4954。

表 C1

钢 号	化 学 成 分 %				
	C	Si	Mn	P	S
铁素体钢 1Cr17	0.12	0.80	0.80	0.035	0.030
马氏体钢 1Cr13	0.08~0.15	0.6	0.8	0.035	0.03
2Cr13	0.16~0.23	0.6	0.8	0.035	0.03
1Cr17Ni2	0.11~0.17	0.8	0.8	0.035	0.03
奥氏体钢 1Cr18Ni9Ti	0.12	1	2	0.035	0.03

钢 号	化 学 成 分 %				材料组别
	Cr	Mo	Ni	其它元素	
铁素体钢 1Cr17	16~18	—	—	—	F1
马氏体钢 1Cr13	12~14	—	—	—	C1
2Cr13	12~14	—	—	—	C4
1Cr17Ni2	16~18	—	1.5~2.5	—	C3
奥氏体钢 1Cr18Ni9Ti	17~19	—	8~11	—	A1

注:表中所列数值,除给出范围者外,均系最大值。

表 C2

钢号	化 学 成 分 %									材料组别
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	其它元素	
铁素体钢										
8	0.1	1	1	0.04	0.03	16~18	—	0.5		F1
8b	0.1	1	1	0.04	0.03	16~18	—	0.5	Ti: 5×C~0.8	F1
9c	0.1	1	1	0.04	0.03	16~18	0.9~1.3	—		F1
马氏体钢										
3	0.09~0.15	1	1	0.04	0.03	11.5~14	—	1		C1
7	0.08~0.15	1	1	0.06	0.15~0.35	12~14	0.6	1		C4
4	0.16~0.25	1	1	0.04	0.03	12~14		1		C1
9	0.1~0.2	1	1	0.04	0.03	15~18		1.5~3		C3
9b	0.17~0.25	1	1	0.04	0.03	16~18	—	1.5~2.5		C3
5	0.26~0.35	1	1	0.04	0.03	12~14		1		C1
6	0.36~0.45	1	1	0.04	0.03	12.5~14.5		1		C1
6a	0.42~0.5	1	1	0.04	0.03	12.5~14.5		1		C1
奥氏体钢										
10	0.03	1	2	0.045	0.03	17~19	—	9~12		A2
11	0.07	1	2	0.045	0.03	17~19	—	8~11		A2
17	0.12	1	2	0.20	0.15~0.35	17~19	0.6	8~10		A1
13	0.1	1	2	0.045	0.03	17~19		11~13		A2
15	0.08	1	2	0.045	0.03	17~19	—	9~12	Ti: 5×C~0.8	A2
16	0.08	1	2	0.045	0.03	17~19		9~12	Nb: 10×C~1	A2
19	0.03	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	11~14		A4
20	0.07	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	10.5~14		A4
21	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	10.5~14	Ti: 5×C~0.8	A4
23	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	10.5~14	Nb: 10×C~1	A4
19a	0.03	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2.5~3	11.5~14.5		A4
20a	0.07	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2.5~3	11~14.5		A4
21a	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2.5~3	11~14.5	Ti: 5×C~0.8	A4
23a	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2.5~3	11~14.5	Nb: 10×C~1	A4

注：① 表中所列数值，除给出范围者外，均系最大值。

② ISO 683/XⅢ正在修订，在发布以前，本表只能给出化学成分。

表 C3

钢号	化 学 成 分 %									材料组别
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	其它元素	
铁素体钢										
D1	0.10	1	1	0.04	0.03	16~18	—	0.5	—	F1
D2	0.10	1	1	0.04	0.03	16~18	0.9~1.3	—	—	F1
马氏体钢										
D10	0.09~0.15	1	1	0.04	0.03	11.5~14	—	1	—	C1
D11	0.10~0.20	1	1	0.04	0.03	15~18	—	1.5~3	—	(C3)
D12	0.17~0.25	1	1	0.04	0.03	16~18	—	1.5~2.5	—	C3
奥氏体钢										
D20	0.03	1	2	0.045	0.03	17~19	—	9~12	—	A2
D21	0.07	1	2	0.045	0.03	17~19	—	8~11	—	A2
D22	0.12	1	2	0.045	0.03	17~19	—	8~10	—	A2
D23	0.10	1	2	0.045	0.03	17~19	—	11~13	—	A2
D24	0.03	1	2	0.045	0.03	15~17	—	17~19	—	A2
D25	0.08	1	2	0.045	0.03	15~17	—	17~19	Ti: 5×C~0.8	A2
D26	0.08	1	2	0.045	0.03	17~19	—	9~12	Nb: 10×C~1	A2
D27	0.08	1	2	0.045	0.03	17~19	—	9~12	—	A2
D28	0.03	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	11~14	—	A4
D29	0.007	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	10.5~14	—	A4
D30	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	10.5~14	Ti: 5×C~0.8	A4
D31	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	2~2.5	10.5~14	Nb: 10×C~1	A4
D32	0.08	1	2	0.045	0.03	16~18.5	—	8.5~10.5	Cu: 3~4	A2

注：① 表中所列数值，除给出范围者外，均系最大值。

② 这些钢的冷挤压性能在很大程度上取决于冷挤压条件。

③ 钼的含量按铌确定。

#### 附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由机械工业部标准化研究所归口。

本标准由机械工业部标准化研究所负责起草。