

第三篇 标准件篇





第 11 章 紧固件基础

1 紧固件的标记

1.1 紧固件的标记方法 (GB/T 1237—2000)

1.1.1 标记方法

1.1.1.1 紧固件产品的完整标记应按图 11-1 规定的内容及顺序表示。

1.1.1.2 紧固件名称、标记编号、型式与尺寸的标记方法按相应紧固件产品国家标准的规定。

1.1.1.3 紧固件性能等级或材料、热处理(硬度)、产品等级和扳拧型式的标记方法按有关基础标准的规定。

1.1.1.4 紧固件表面处理的标记方法按 GB/T 13911 的规定。

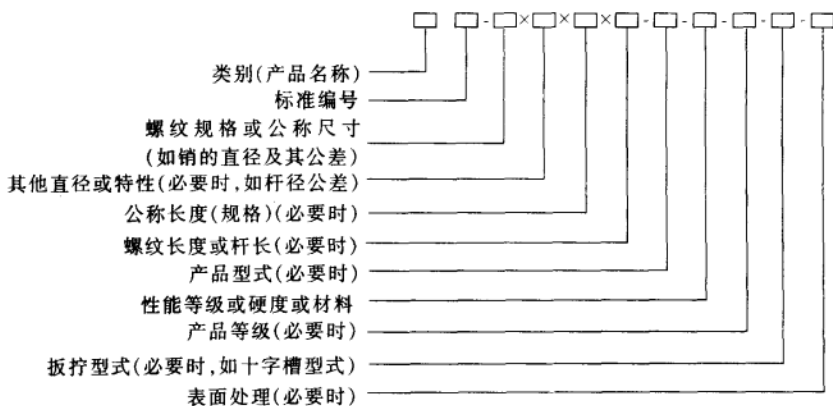


图 11-1 紧固件产品的完整标记

1.1.2 标记的简化原则

1.1.2.1 类别(名称)、标准年代号及其前面的“-”,允许全部或部分省略。省略年代号的标准应以现行标准为准。

1.1.2.2 标记中的“-”允许全部或部分省略;标记中“其他直径或特性”前面的“×”允许省略。但省略后不应导致对标记的误解,一般以空格代替。

1.1.2.3 当产品标准中只规定一种产品型式、性能等级或硬度或材料、产品等级、扳拧型式及表面处理时,允许全部或部分省略。

1.1.2.4 当产品标准中规定两种及其以上的产品型式、性能等级或硬度或材料、产品等级、扳拧型式及表面处理时,应规定可以省略其中的一种,并在产品标准的标记示例中给出省略后的简化标记。

1.1.3 标记示例

1.1.3.1 外螺纹件

a) 螺纹规格 $d = M12$ 、公称长度 $l = 80$ mm、

性能等级为 10.9 级、表面氧化、产品等级为 A 级的六角头螺栓的标记:

螺栓 GB/T 5782—2000-M12×80-10.9-A-O
(完整标记)

b) 螺纹规格 $d = M12$ 、公称长度 $l = 80$ mm、性能等级为 8.8 级、表面氧化、产品等级为 A 级的六角头螺栓的标记:

螺栓 GB/T 5782 M12×80 (简化标记)

c) 螺纹规格 $d = M6$ 、公称长度 $l = 6$ mm、长度 $z = 4$ mm、性能等级为 33H 级、表面氧化的开槽盘头定位螺钉的标记:

螺钉 GB/T 828—1988-M6×6×4-33H-O
(完整标记)

d) 螺纹规格 $d = M6$ 、公称长度 $l = 6$ mm、长度 $z = 4$ mm、性能等级为 14H 级、不经表面处理的开槽盘头定位螺钉的标记:

螺钉 GB/T 828 M6×6×4 (简化标记)

1.1.3.2 内螺纹件

a) 螺纹规格 $D = M12$ 、性能等级为 10 级、表面氧化、产品等级为 A 级的 1 型六角螺母的标记:

螺母 GB/T 6170—2000-M12-10-A-O

(完整标记)

b) 螺纹规格 $D = M12$ 、性能等级为 8 级、不经表面处理、产品等级为 A 级的 1 型六角螺母的标记:

螺母 GB/T 6170 M12 (简化标记)

1.1.3.3 垫圈

a) 标准系列、规格 8 mm、性能等级为 300 HV、表面氧化、产品等级为 A 级的平垫圈的标记:

垫圈 GB/T 97.1—1985-8-300 HV-A-O

(完整标记)

b) 标准系列、规格 8 mm、性能等级为 140 HV、不经表面处理、产品等级为 A 级的平垫圈的标记:

垫圈 GB/T 97.1 8 (简化标记)

1.1.3.4 自攻螺钉

a) 螺纹规格 ST3.5、公称长度 $l = 16$ mm、Z 型槽、表面氧化的 F 型十字槽盘头自攻螺钉的标记:

自攻螺钉 GB/T 845—1985-ST3.5×16-F-Z-O

(完整标记)

b) 螺纹规格 ST3.5、公称长度 $l = 16$ mm、H 型槽、镀锌钝化的 C 型十字槽盘头自攻螺钉的标记:

自攻螺钉 GB/T 845 ST3.5×16 (简化标记)

1.1.3.5 销

a) 公称直径 $d = 6$ mm、公差为 m6、公称长度 $l = 30$ mm、材料为 C1 组马氏体不锈钢、表面简单处理的圆柱销的标记:

销 GB/T 119.2—2000-6 m6×30-C1-简单处理

(完整标记)

b) 公称直径 $d = 6$ mm、公差为 m6、公称长度 $l = 30$ mm、材料为钢、普通淬火 (A 型)、表面氧化的圆柱销的标记:

销 GB/T 119.2 6×30 (简化标记)

1.1.3.6 铆钉

a) 公称直径 $d = 5$ mm、公称长度 $l = 10$ mm、性能等级为 08 级的开口型扁圆头抽芯铆钉的标记:

抽芯铆钉 GB/T 12618—1990-5×10-08

(完整标记)

b) 公称直径 $d = 5$ mm、公称长度 $l = 10$ mm、性能等级为 10 级的开口型扁圆头抽芯铆钉的标记:

抽芯铆钉 GB/T 12618 5×10 (简化标记)

1.1.3.7 挡圈

a) 公称直径 $d = 30$ mm、外径 $D = 40$ mm、材料为 35 钢、热处理硬度 25~35HRC、表面氧化的轴肩挡圈的标记:

挡圈 GB/T 886—1986-30×40-35 钢、热处理 25~35HRC-O (完整标记)

b) 公称直径 $d = 30$ mm、外径 $D = 40$ mm、材料为 35 钢、不经热处理及表面处理的轴肩挡圈的标记:

挡圈 GB/T 886 30×40 (简化标记)

2 紧固件机械性能

2.1 螺栓、螺钉和螺柱的机械性能

(GB/T 3098.1—2000)

2.1.1 标记制度

螺栓、螺钉和螺柱性能等级的标记制度如表 11-1 所示。横坐标表示公称抗拉强度值 σ_b (以 N/mm² 计), 而纵坐标表示最小断后伸长率 δ_5 (以 % 计)。

性能等级的标记代号, 由两部分数字组成:

第一部分数字表示公称抗拉强度的 1/100 (表 11-3);

第二部分数字表示公称屈服点 (σ_s) 或公称规定非比例伸长应力 ($\sigma_{p0.2min}$) 与公称抗拉强度 (σ_b) 比值 (屈强比) 的 10 倍。

这两部分数字的乘积为公称屈服点的 1/10。

最小屈服点 (σ_{smin}) 或最小规定非比例伸长应力 ($\sigma_{p0.2min}$) 和最小抗拉强度 (σ_{bmin}) 等于或大于其公称值 (表 11-3)。

2.1.2 材料

表 11-2 规定了螺栓、螺钉和螺柱各性能等级的钢种和回火温度。

材料的化学成分应符合有关材料标准的规定。

2.1.3 机械或物理性能

螺栓、螺钉和螺柱应符合表 11-3 规定的机械或物理性能。

2.1.4 最小拉力载荷和保证载荷

最小拉力载荷和保证载荷按表 11-4~表 11-6 规定。

表 11-1 坐标表示的标记制度

公称抗拉强度 σ_b 公称 N/mm ²	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 200	1 400
	7									
8										
9					6.8				12.9	
10								10.9		
12				5.8			9.8 ¹⁾			
14							8.8			
16			4.8							
18										
20										
22				5.6						
25		4.6								
30	3.6									

屈服点与抗拉强度的关系

第二部分数字代号	.6	.8	.9
公称屈服点 (σ_s) ²⁾ 公称抗拉强度 (σ_b) × 100 %	60	80	90
或			
公称规定非比例伸长应力 ($\sigma_{p0.2}$) ²⁾ 公称抗拉强度 (σ_b) × 100 %			

注：虽然本表给出了高级别的性能等级，但并不意味着这些等级适用于所有的产品。适用的性能等级应按产品标准的规定。对非标准紧固件，尽量参照类似的标准紧固件选用。

- 1) 仅适用于 $d \leq 16$ mm。
- 2) 公称数值按表 11-3 规定。

表 11-2 材料

性能等级	材料和热处理	化学成分, %					回火温度 ℃ min
		C		P max	S max	B ¹⁾ max	
		min	max				
3.6 ²⁾	碳钢	—	0.20	0.05	0.06	0.003	—
4.6 ²⁾		—	0.55	0.05	0.06	0.003	—
4.8 ²⁾		—	0.55	0.05	0.06	0.003	—
5.6		0.13	0.55	0.05	0.06	0.003	—
5.8 ²⁾		—	0.55	0.05	0.06	0.003	—
6.8 ²⁾		—	0.55	0.05	0.06	0.003	—
8.8 ³⁾	低碳合金钢 (如硼、锰或铬), 淬火并回火或中碳钢, 淬火并回火	0.15 ⁴⁾	0.04	0.035	0.035	0.003	425
		0.25	0.55	0.035	0.035		
9.8	低碳合金钢 (如硼、锰或铬), 淬火并回火或中碳钢, 淬火并回火	0.15 ⁴⁾	0.35	0.035	0.035	0.003	425
		0.25	0.55	0.035	0.035		
10.9 ^{5), 6)}	低碳合金钢 (如硼、锰或铬), 淬火并回火	0.15 ⁴⁾	0.35	0.035	0.035	0.003	340
10.9 ⁶⁾	中碳钢, 淬火并回火或低、中碳合金钢 (如硼、锰或铬), 淬火并回火或合金钢淬火并回火 ⁷⁾	0.25	0.55	0.035	0.035	0.003	425
		0.20 ⁴⁾	0.55	0.035	0.035		
		0.20	0.55	0.035	0.035		
12.9 ^{6), 8), 9)}	合金钢, 淬火并回火 ⁷⁾	0.28	0.50	0.035	0.035	0.003	380

1) 硼的含量可达 0.005%, 其非有效硼可由添加钛和 (或) 铝控制。

2) 这些性能等级允许采用易切钢制造, 其硫、磷及铅的最大含量为: 硫 0.34%; 磷 0.11%; 铅 0.35%。

3) 为保证良好的淬透性, 螺纹直径超过 20 mm 的紧固件, 需采用对 10.9 级规定的钢。

4) 含碳量低于 0.25% (桶样分析) 的低碳硼合金钢的锰最低含量为: 8.8 级: 0.6%; 9.8、10.9 和 10.9 级: 0.7%。

5) 该产品应在性能等级代号下增加一横线标志。10.9 级应符合表 11-3 对 10.9 级规定的所有性能, 而较低的回火温度对其在提高温度的条件下, 将造成不同程度的应力削弱。

6) 用于该性能等级的材料应具有良好的淬透性, 以保证紧固件螺纹截面的芯部在淬火后、回火前获得约 90% 的马氏体组织。

7) 合金钢至少应含有以下元素中的一种元素, 其最小含量为: 铬 0.30%; 镍 0.30%; 钼 0.20%; 钒 0.10%。

8) 考虑承受抗拉应力, 12.9 级的表面不允许有金相能测出的白色磷聚集层。

9) 该化学成分和回火温度尚在调查研究中。

表 11-3 螺栓、螺钉和螺柱的机械和物理性能

分项 条号	机械性能和物理性能	性能等级											
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 ¹⁾		9.8 ²⁾	10.9	12.9	
								d ≤ 16 ³⁾		d > 16 ³⁾			
		mm		mm									
2.1.3.1	公称抗拉强度 σ_b 公称, N/mm ²	300	400	500		600	800	800	900	1 000	1 200		
2.1.3.2	最小抗拉强度 σ_{bmin} ^{4),5)} , N/mm ²	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1 040	1 220	
2.1.3.3	维氏硬度 HV F ≥ 98N	min	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max	220 ⁶⁾				250	320	335	360	380	435	
2.1.3.4	布氏硬度 HB F = 30D ²	min	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max	209 ⁶⁾				238	304	318	342	361	414	
2.1.3.5	洛氏硬度 HR	min	HRB	52	67	71	79	82	89	—	—	—	—
			HRC	—	—	—	—	—	—	22	23	28	32
		max	HRB	95.0 ⁶⁾				99.5	—	—	—	—	—
			HRC	—				—	32	34	37	39	44
2.1.3.6	表面硬度 HV 0.3	max	—				7)						
2.1.3.7	屈服点 σ_s ⁸⁾ , N/mm ²	公称	180	240	320	300	400	480	—	—	—	—	
		min	190	240	340	300	420	480	—	—	—	—	
2.1.3.8	规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ ⁹⁾ , N/mm ²	公称	—				—	640	640	720	900	1 080	
		min	—				—	640	660	720	940	1 100	
2.1.3.9	保证应力	S_p/σ_s 或 $S_p/\sigma_{p0.2}$	0.94	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.88	0.88
		S_p , N/mm ²	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
2.1.3.10	破坏扭矩 M_B , N·m	min	—				按 GB/T 3098.13 规定						
2.1.3.11	断后伸长率 δ , %	min	25	22	—	20	—	—	12	12	10	9	8
2.1.3.12	断面收缩率 ψ , %	min	—				52		48	48	44		
2.1.3.13	楔负载 ⁵⁾	对螺栓和螺钉（不包括螺柱）实物进行测试，应符合表 11-4 或表 11-6 的规定											
2.1.3.14	冲击吸收功 A_{KU} , J	min	—		25	—		30	30	25	20	15	
2.1.3.15	头部坚固性	不得断裂											
2.1.3.16	螺纹未脱碳层的最小高度 E	—						$\frac{1}{2}H_1$		$\frac{2}{3}H_1$	$\frac{3}{4}H_1$		
	全脱碳层的最大深度 G, mm	—				0.015							
2.1.3.17	再回火后的硬度	—				回火前后硬度均值之差不大于 20HV							
2.1.3.18	表面缺陷	按 GB/T 5779.1 或 GB/T 5779.3 规定											

- 1) 因超拧造成载荷超出保证载荷时，对螺纹直径 $d \leq 16$ mm 的 8.8 级螺栓，则增加了螺母脱扣的危险。推荐参考 GB/T 3098.2。
- 2) 仅适用于螺纹直径 $d \leq 16$ mm。
- 3) 对钢结构用螺栓为 12 mm。
- 4) 最小抗拉强度适用于公称长度 $l \geq 2.5d$ 的产品；最低硬度适用于长度 $l < 2.5d$ 以及其他不能进行拉力试验（如头部结构的影响）的产品。
- 5) 对螺栓、螺钉和螺柱的实物进行楔负载试验时，应按 σ_{bmin} 计算。
- 6) 在螺栓、螺钉和螺柱末端测试的硬度的最大值为：250HV、238HB 或 99.5HRB。
- 7) 表面硬度不应比芯部硬度高出 30 个维氏硬度值。10.9 级的表面硬度不应大于 390HV 0.3。
- 8) 当不能测定屈服点 σ_s 时，允许以测量规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 代替。
- 9) 按性能等级标记的屈强比和规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 适用于机械加工试件。因受试件加工方法和尺寸的影响，这些数值与螺栓和螺钉实物测出的数值是不相同的。

表 11-4 最小拉力载荷——粗牙螺纹

螺纹规格 <i>d</i>	螺纹的应力 截面积 $A_s^{(1)}$ mm^2	性能等级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		最小拉力载荷 ($A_s \times \sigma_{\text{tmin}}$), N									
M3	5.03	1 660	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3.5	6.78	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	8.78	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	14.2	4 690	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	20.1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	28.9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	36.6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M10	58	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M12	84.3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 ²⁾	75 900	87 700	103 000
M14	115	38 000	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 ²⁾	104 000	120 000	140 000
M16	157	51 800	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 ²⁾	141 000	163 000	192 000
M18	192	63 400	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	—	200 000	234 000
M20	245	80 800	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	—	255 000	299 000
M22	303	100 000	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	—	315 000	370 000
M24	353	116 000	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	—	367 000	431 000
M27	459	152 000	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	—	477 000	560 000
M30	561	185 000	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	—	583 000	684 000
M33	694	229 000	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	—	722 000	847 000
M36	817	270 000	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	—	850 000	997 000
M39	976	322 000	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	—	1 020 000	1 200 000

1) A_s 的计算见 2.1.5 条。

2) 对钢结构用螺栓, 分别以 70 000 N、95 500 N 和 130 000 N 代替。

表 11-5 保证载荷——粗牙螺纹

螺纹规格 <i>d</i>	螺纹的应力 截面积 $A_s^{(1)}$ mm^2	性能等级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		保证载荷 ($A_s \times S_p$), N									
M3	5.03	910	1 130	1 560	1 410	1 910	2 210	2 920	3 270	4 180	4 880
M3.5	6.78	1 220	1 530	2 100	1 900	2 580	2 980	3 940	4 410	5 630	6 580
M4	8.78	1 580	1 980	2 720	2 460	3 340	3 860	5 100	5 710	7 290	8 520
M5	14.2	2 560	3 200	4 400	3 980	5 400	6 250	8 230	9 230	11 800	13 800
M6	20.1	3 620	4 520	6 230	5 630	7 640	8 840	11 600	13 100	16 700	19 500
M7	28.9	5 200	6 500	8 960	8 090	11 000	12 700	16 800	18 800	24 000	28 000
M8	36.6	6 590	8 240	11 400	10 200	13 900	16 100	21 200	23 800	30 400	35 500
M10	58	10 400	13 000	18 000	16 200	22 000	25 500	33 700	37 700	48 100	56 300
M12	84.3	15 200	19 000	26 100	23 600	32 000	37 100	48 900 ²⁾	54 800	70 000	81 800

续表 11-5

螺纹规格 d	螺纹的应力 截面积 $A_s^{(1)}$ mm^2	性能等级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		保证载荷 ($A_s \times S_p$), N									
M14	115	20 700	25 900	35 600	32 200	43 700	50 600	66 700 ²⁾	74 800	95 500	112 000
M16	157	28 300	35 300	48 700	44 000	59 700	69 100	91 000 ²⁾	102 000	130 000	152 000
M18	192	34 600	43 200	59 500	53 800	73 000	84 500	115 000	—	159 000	186 000
M20	245	44 100	55 100	76 000	68 600	93 100	108 000	147 000	—	203 000	238 000
M22	303	54 500	68 200	93 900	84 800	115 000	133 000	182 000	—	252 000	294 000
M24	353	63 500	79 400	109 000	98 800	134 000	155 000	212 000	—	293 000	342 000
M27	459	82 600	103 000	142 000	128 000	174 000	202 000	275 000	—	381 000	445 000
M30	561	101 000	126 000	174 000	157 000	213 000	247 000	337 000	—	466 000	544 000
M33	694	125 000	156 000	215 000	194 000	264 000	305 000	416 000	—	576 000	673 000
M36	817	147 000	184 000	253 000	229 000	310 000	359 000	490 000	—	678 000	792 000
M39	976	176 000	220 000	303 000	273 000	371 000	429 000	586 000	—	810 000	947 000

1) A_s 的计算见 2.1.5 条。

2) 对钢结构用螺栓, 分别以 50 700 N、68 800 N 和 94 500 N 代替。

表 11-6 最小拉力载荷——细牙螺纹

螺纹规格 $d \times P^{(1)}$	螺纹的 应力 截面积 $A_s^{(2)}$ mm^2	性能等级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		最小拉力载荷 ($A_s \times \sigma_{bmin}$), N									
M8×1	39.2	12 900	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M10×1	64.5	21 300	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M10×1.25	61.2	20 200	24 500	25 700	30 600	31 800	36 700	49 000	55 100	63 600	74 700
M12×1.25	92.1	30 400	36 800	38 700	46 100	47 900	55 300	73 700	82 900	95 800	112 400
M12×1.5	88.1	29 100	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 500
M14×1.5	125	41 200	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M16×1.5	167	55 100	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M18×1.5	216	71 300	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	—	225 000	264 000
M20×1.5	272	89 800	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	—	283 000	332 000
M22×1.5	333	110 000	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	—	346 000	406 000
M24×2	384	127 000	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	—	399 000	469 000
M27×2	496	164 000	198 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	—	516 000	605 000
M30×2	621	205 000	248 000	261 000	310 000	323 000	373 000	515 000	—	646 000	758 000
M33×2	761	251 000	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	632 000	—	791 000	928 000
M36×3	865	285 000	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	—	900 000	1 055 000
M39×3	1 030	340 000	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	—	1 070 000	1 260 000

1) P —螺距。2) A_s 的计算见 2.1.5 条。

表 11-7 保证载荷——细牙螺纹

螺纹规格 $d \times P^{1)}$	螺纹的 应力 截面积 $A_s^{2)}$ mm ²	性能等级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		保证载荷 ($A_s \times S_p$), N									
M8×1	39.2	7 060	8 820	12 200	11 000	14 900	17 200	22 700	25 500	32 500	38 000
M10×1	64.5	11 600	14 500	20 000	18 100	24 500	28 400	37 400	41 900	53 500	62 700
M10×1.25	61.2	11 000	13 800	19 000	17 100	23 300	26 900	35 500	39 800	50 800	59 400
M12×1.25	92.1	16 600	20 700	28 600	25 800	35 000	40 500	53 400	59 900	76 400	89 300
M12×1.5	88.1	15 900	19 800	27 300	24 700	33 500	38 800	51 100	57 300	73 100	85 500
M14×1.5	125	22 500	28 100	38 800	35 000	47 500	55 000	72 500	81 200	104 000	121 000
M16×1.5	167	30 100	37 600	51 800	46 800	63 500	73 500	96 900	109 000	139 000	162 000
M18×1.5	216	38 900	48 600	67 000	60 500	82 100	95 000	130 000	—	179 000	210 000
M20×1.5	272	49 000	61 200	84 300	76 200	103 000	120 000	163 000	—	226 000	264 000
M22×1.5	333	59 900	74 900	103 000	93 200	126 000	146 000	200 000	—	276 000	323 000
M24×2	384	69 100	86 400	119 000	108 000	146 000	169 000	230 000	—	319 000	372 000
M27×2	496	89 300	112 000	154 000	139 000	188 000	218 000	298 000	—	412 000	481 000
M30×2	621	112 000	140 000	192 000	174 000	236 000	273 000	373 000	—	515 000	602 000
M33×2	761	137 000	171 000	236 000	213 000	289 000	335 000	457 000	—	632 000	738 000
M36×3	865	156 000	195 000	268 000	242 000	329 000	381 000	519 000	—	718 000	839 000
M39×3	1 030	185 000	232 000	319 000	288 000	391 000	453 000	618 000	—	855 000	999 000

- 1) P—螺距。
- 2) A_s 的计算见 2.1.5 条。

2.1.5 螺纹的应力截面积 A_s

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

式中： d_2 ——螺纹中径的基本尺寸，mm；
 d_3 ——螺纹小径的基本尺寸 (d_1) 减去螺纹原始三角形高度 (H) 的 1/6 值，即：

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6} \text{ mm}$$

H ——螺纹原始三角形高度 ($H = 0.866 025 P$)，mm；

P ——螺距，mm；

π ——圆周率， $\pi = 3.141 6$ 。

2.1.6 标志

按本标准要求的制造的紧固件，应根据 2.1.5.1 ~ 2.1.5.5 条的规定进行标志。

只有符合本标准的所有技术要求，紧固件产品才能按第 2.1.1 的标志制度进行标志和 (或) 标记。

除非在产品标准中另有规定，否则头部顶面的凸字标志高度不应包括在头部高度尺寸范围内。

开槽和十字槽螺钉，不使用标志。

2.1.6.1 制造者的识别标志

在要求标志性能等级的所有产品上，制造者的识别标志应在整个制造过程中显示。在不要求标志性能等级的产品上，也推荐标志制造者的识别标志。

经销商使用了自己的识别标志的紧固件，应视为制造者的识别标志。

2.1.6.2 性能等级的标志

性能等级的标志代号见表 11-8。

表 11-8 标志代号

性能等级	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	10.9 ²⁾	12.9
标志代号 ¹⁾	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	10.9 ²⁾	12.9

- 1) 标志代号中的“.”可以省略。
- 2) 当采用低碳马氏体钢制造 10.9 级时使用，见表 11-2。

对小螺栓、螺钉或头部形状不允许按表 11-8 的规定标志时，可按表 11-9 给出的“时钟面法”符号标志性能等级。

表 11-9 螺栓和螺钉的“时钟面法”符号

	性能等级					
	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8
标志代号						
	性能等级					
	8.8	9.8	10.9	10.9	12.9	
标志代号						

- 1) 12点的位置(参照标志)应标志制造者的识别标志,或者标志一个圆点。
- 2) 用一个长划线或两个长划线标志,对12.9级用一个圆点标志。

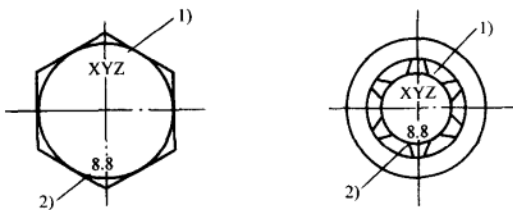
2.1.6.3 识别

2.1.6.3.1 六角头和六角花形头螺栓和螺钉

六角头和六角花形头螺栓和螺钉(包括法兰面产品)应标志制造者的识别标志和表 11-8 给出的性能等级标志代号。

对所有性能等级的产品,标志是强制性的,并最好在头部顶面用凸字或凹字标志,或在头部侧面用凹字标志(图 11-2)。对带法兰面的螺栓或螺钉,应在法兰上标志(因其制造工艺不允许在头部顶面标志)。

对公称直径 $d \geq 5$ mm 的六角和六角花形头螺栓和螺钉要求标志。



- 1) 制造者的识别标志。
- 2) 性能等级。

图 11-2 六角和六角花形头螺栓和螺钉标志示例

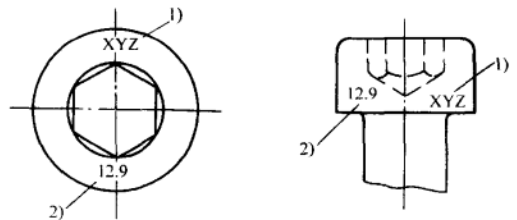
2.1.6.3.2 内六角和内六角花形圆柱头螺钉

内六角和内六角花形圆柱头螺钉应标志制造者的识别标志和表 11-8 给出的性能等级的标志代号。

对性能等级为 8.8 及其以上的产品,标志是强

制性的,并最好在头部顶面用凸字或凹字标志,或在头部侧面用凹字标志(图 11-3)。

对公称直径 $d \geq 5$ mm 的内六角和内六角花形圆柱头螺钉要求标志。



- 1) 制造者的识别标志。
- 2) 性能等级。

图 11-3 内六角圆柱头螺钉标志示例

2.1.6.3.3 圆头方颈螺栓

圆头方颈螺栓应标志制造者的识别标志和表 11-8 给出的性能等级的标志代号。

对性能等级为 8.8 及其以上的产品,标志是强制性的,并在头部顶面用凸字或凹字标志(图 11-4)。

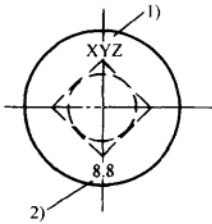
对公称直径 $d \geq 5$ mm 的圆头方颈螺栓要求标志。

2.1.6.3.4 螺栓

螺栓应标志制造者的识别标志和表 11-8 给出的性能等级的标志代号。

对公称直径 $d \geq 5$ mm、性能等级为 5.6、8.8 及其以上的产品要求标志,并在螺柱无螺纹杆部用凹

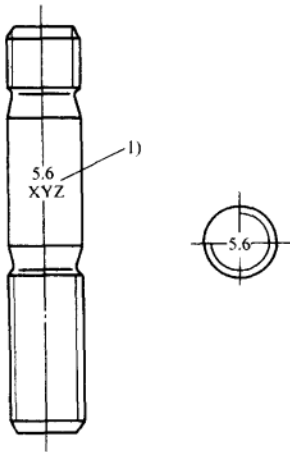
字标志 (图 11-5)。



- 1) 制造者的识别标志。
- 2) 性能等级。

图 11-4 圆头方颈螺栓标志示例

如在没有螺纹杆部不可能标志, 则在螺柱拧入螺母端允许仅标志性能等级 (图 11-5)。对过盈配合的螺柱, 应在拧入螺母端只标志制造者的识别标志 (如有可能时)。



- 1) 制造者的识别标志。

图 11-5 螺柱标志示例

允许采用表 11-10 给出的性能等级的标志代号。

表 11-10 可选用的螺柱标志代号

性能等级	5.6	8.8	9.8	10.9	12.9
标志代号	—	○	+	□	△

2.1.6.3.5 其他类型的螺栓和螺钉

根据有关协议, 本章以上规定的标志制度也可用于其他类型的螺栓和螺钉以及专用件。

2.1.6.4 左旋螺纹的标志

左旋螺纹的螺栓、螺钉和螺柱, 应按图 11-6 规定的符号进行标志: 螺栓和螺钉在头部顶面或末端

标志; 螺柱应在拧入螺母端标志。

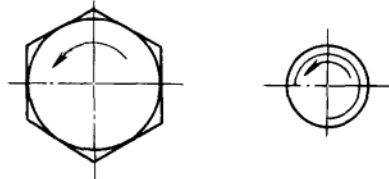


图 11-6 可选用的左旋螺纹的标志

对公称直径 $d \geq 5$ mm 的螺栓、螺钉和螺柱要求标志。

六角头螺栓和螺钉亦可选用图 11-7 规定的左旋螺纹的标志。

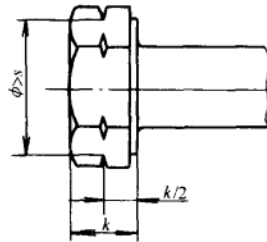


图 11-7 可选用的左旋螺纹的标志

2.1.6.5 标志的选择

在 2.1.6.2~2.1.6.5 条中规定允许选用的或非强制性的标志, 应由制造者选定。

2.2 螺母 粗牙螺纹的机械性能

(GB/T 3098.2—2000)

2.2.1 标记制度

2.2.1.1 公称高度 $\geq 0.8D$ (螺纹有效长度 $\geq 0.6D$) 的螺母

公称高度 $\geq 0.8D$ (螺纹有效长度 $\geq 0.6D$) 的螺母, 用螺栓性能等级标记的第一部分数字标记; 该螺栓应为可与该螺母相配螺栓中性能等级最高的 (表 11-11)。

由于超拧, 螺纹组件可能产生下列失效形式:

- a) 螺杆断裂;
- b) 螺杆的螺纹脱扣;
- c) 螺母的螺纹脱扣;
- d) 螺母和螺杆的螺纹脱扣。

螺杆的断裂是突然发生的, 比较容易发现; 而脱扣是逐渐发生的, 就很难发现并增加了因紧固件失效而造成事故的危险性。

所以, 对螺纹连接的设计, 总希望失效形式是螺杆断裂。但由于各种因素 (螺母和螺栓的材料强

度、螺纹间隙和对边宽度等)影响脱扣强度,故不能在所有的情况下都能保证获得这种失效形式。

M5~M39 的螺栓或螺钉或螺柱,按表 11-11 规定选配适当性能等级的螺母,当拧紧到螺栓(螺钉或

螺柱)保证载荷时,螺栓组合件不会发生螺纹脱扣。

然而,超过螺栓保证载荷的拧紧,时有发生,故对螺母的设计应至少保证在超拧 10% 时,螺栓组合件的失效是螺杆断裂,以警告使用者,装配操作不当。

表 11-11 公称高度 ≥ 0.8D 螺母的标记制度

螺母性能等级	相配的螺栓、螺钉和螺柱		螺 母	
			1 型	2 型
	性能等级	螺纹规格范围	螺纹规格范围	
4	3.6、4.6、4.8	>M16	>M16	—
5	3.6、4.6、4.8	≤M16	≤M39	—
	5.6、5.8	≤M39		
6	6.8	≤M39	≤M39	—
8	8.8	≤M39	≤M39	>M16
				≤M39
9	9.8	≤M16	—	≤M16
10	10.9	≤M39	≤M39	—
12	12.9	≤M39	≤M16	≤M39

注:一般来说,性能等级较高的螺母,可以替换性能等级较低的螺母。螺栓-螺母组合件的应力高于螺栓的屈服强度或保证应力是可行的。

2.2.1.2 公称高度 ≥ 0.5D, 而 < 0.8D (螺纹有效长度 ≥ 0.4D, 而 < 0.6D) 的螺母

公称高度 ≥ 0.5D, 而 < 0.8D (螺纹有效长度 ≥ 0.4D, 而 < 0.6D) 的螺母,由两位数字标记:第 2 位数字表示用淬硬试验芯棒测出的公称保证应力的 1/100 (以 N/mm² 计);而第一位数字“0”则表示这种螺栓-螺母组合件的承载能力比淬硬芯棒测出的承载能力要小,同时也比 3.1.1 条规定的螺栓-螺母组合件的承载能力小。有效承载能力不仅取决于螺母本身的硬度和螺纹有效长度,而且还与相配合的螺栓抗拉强度有关。表 11-12 给出了螺母的标记制度和保证应力。

表 11-12 公称高度 ≥ 0.5D, 而 < 0.8D 螺母的标记制度和保证应力 N/mm²

螺母性能等级	公称保证应力	实际保证应力
04	400	380
05	500	500

2.2.2 材料

表 11-13 规定了螺母各性能等级适用的材料。材料的化学成分应符合有关材料标准的规定。

性能等级为 05、8 (>M16 的 1 型螺母)、10 和 12 级螺母应进行淬火并回火处理。

表 11-13 材料

性能等级		化学成分, %			
		C _{max}	Mn _{min}	P _{max}	S _{max}
4 ¹⁾ 、5 ¹⁾ 、6 ¹⁾	—	0.50	—	0.060	0.150
8、9	04 ¹⁾	0.58	0.25	0.060	0.150
10 ²⁾	05 ¹⁾	0.58	0.30	0.048	0.058
12 ²⁾	—	0.58	0.45	0.048	0.058

1) 该性能等级可以用易切钢制造 (供需双方另有协议除外),其硫、磷及铅的最大含量为:硫 0.30%;磷 0.11%;铅 0.35%。

2) 为改善螺母的机械性能,必要时可增添合金元素。

2.2.3 机械性能

螺母的机械性能应符合表 11-14 规定。

表面缺陷应符合 GB/T 5779.2 的规定。

表 11-14 机械性能

螺纹规格		性能等级														
		04				05				4						
		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母	
min	max		热处理	型式	min	max		热处理	型式	min	max		热处理	型式		
>	≤															
—	M4	380	188	302	不淬火 回火	薄型	500	272	353	淬火并 回火	薄型	510	117	302	不淬火 回火	1
M4	M7															
M7	M10															
M10	M16															
M16	M39															

螺纹规格		性能等级															
		5				6				8							
		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		
min	max		热处理	型式	min	max		热处理	型式	min	max		热处理	型式			
>	≤																
—	M4	520	130	302	不淬火 回火	1	600	150	302	不淬火 回火	1	800	180	200	302	不淬火 回火	1
M4	M7	580					670					855					
M7	M10	590					680					870					
M10	M16	610					700					880					
M16	M39	630					720					170	920				

螺纹规格		性能等级														
		8				9				10						
		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母	
min	max		热处理	型式	min	max		热处理	型式	min	max		热处理	型式		
>	≤															
—	M4	—	—	—	—	—	900	170	302	不淬火 回火	2	1 040	272	353	淬火并 回火	1
M4	M7						915	1 040								
M7	M10						940	1 040								
M10	M16						950	1 050								
M16	M39						890	180				302				

螺纹规格		性能等级											
		12											
		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 S_p N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母			
min	max		热处理	型式	min	max		热处理	型式				
>	≤												
—	M4	1 140	295	353	淬火并 回火	1	1 150	272	353	淬火并 回火	2		
M4	M7	1 140					1 150						
M7	M10	1 140					1 160						
M10	M16	1 170					1 190						
M16	M39	—					—					—	—

注：最低硬度仅对经热处理的螺母或规格太大而不能进行保证载荷试验的螺母，才是强制性的；对其他螺母不是强制性的，是指导性的。对不淬火回火的，而又能满足保证载荷试验的螺母，最低硬度应不作为拒收依据。

2.2.4 保证载荷

表 11-15 规定了粗牙螺母的保证载荷值。

表 11-15 保证载荷

螺纹规格	螺距 mm	螺纹的应力 截面积 $A_s^1)$ mm^2	性能等级																			
			04		05		4		5		6		8		9		10		12			
			薄型	1 型	薄型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	1 型	
M3	0.5	5.03	1 910	2 500	—	—	2 600	3 000	4 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M3.5	0.6	6.78	2 580	3 400	—	—	3 550	4 050	5 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M4	0.7	8.78	3 340	4 400	—	—	4 550	5 250	7 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M5	0.8	14.2	5 400	7 100	—	—	8 250	9 500	12 140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M6	1	20.1	7 640	10 000	—	—	11 700	13 500	17 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M7	1	28.9	11 000	14 500	—	—	16 800	19 400	24 700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M8	1.25	36.6	13 900	18 300	—	—	21 600	24 900	31 800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M10	1.5	58	22 000	29 000	—	—	34 200	39 400	50 500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M12	1.75	84.3	32 000	42 200	—	—	51 400	59 000	74 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M14	2	115	43 700	57 500	—	—	70 200	80 500	101 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M16	2	157	59 700	78 500	—	—	95 800	109 900	138 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M18	2.5	192	73 000	96 000	97 900	—	121 000	138 200	176 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M20	2.5	245	93 100	122 500	125 000	154 400	176 400	225 400	285 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M22	2.5	303	115 100	151 500	154 500	190 900	218 200	278 800	353 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M24	3	353	134 100	176 500	180 000	222 400	254 200	324 800	414 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M27	3	459	174 400	229 500	234 100	289 200	330 500	422 300	536 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M30	3.5	561	213 200	280 500	286 100	353 400	403 900	516 100	648 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M33	3.5	694	263 700	347 000	353 900	437 200	499 700	638 500	802 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M36	4	817	310 500	408 500	416 700	514 700	588 200	751 600	951 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M39	4	976	370 900	488 000	497 800	614 900	702 700	897 900	1 171 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) A_s 计算见本章 2.1.5。

2.2.5 公称高度 $\geq 0.5D$ ，而 $< 0.8D$ 螺母的失效载荷

表 11-16 指导性地给出不同性能等级螺栓的失效载荷值。对性能等级较低的螺栓，预期的失效形式是螺栓螺纹脱扣；而对性能等级较高的螺栓，可预期为螺母螺纹脱扣。

表 11-16 脱扣时螺栓的最小应力

螺母性能等级	螺母保证载荷 N/mm ²	脱扣时螺栓芯部的最小应力, N/mm ²			
		螺栓性能等级			
		6.8	8.8	10.9	12.9
04	380	260	300	330	350
05	500	290	370	410	480

2.2.6 标志

2.2.6.1 代号

标志代号见表 11-17 和表 11-18。

表 11-17 按 2.2.1.1 条规定性能等级的螺母标志代号

性能等级	4	5	6	
或 标志代号	4	5	6	
可选择的标志	标志符号 (时钟面法)			
性能等级	8	9	10	12 ¹⁾
或 标志代号	8	9	10	12
可选择的标志	标志符号 (时钟面法)			

1) 不能用制造者的识别标志代替圆点。

表 11-18 按 2.2.1.2 条规定性能等级的螺母标志

性能等级	04	05
标志		

2.2.6.2 识别

螺纹规格 $\geq M5$ 的、所有性能等级的六角螺母，应按 3.1 规定的标记制度在螺母支承面或侧面打凹字，或在倒角面打凸字，或在支承面打凹的时钟面法标志，见图 11-8 和图 11-9。凸字标志不应超过螺母支承面。

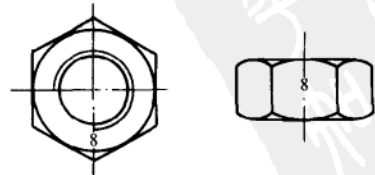


图 11-8 用代号标志示例

2.2.6.3 左旋螺纹的标志

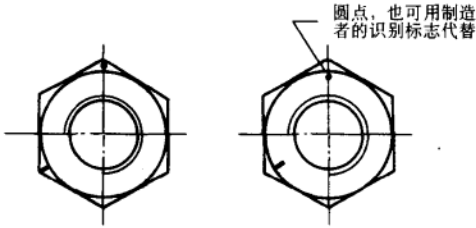


图 11-9 用符号(时钟面法)标志示例

左旋螺纹的螺母应按图 11-10 所示, 在一个支承面上标志凹箭头。

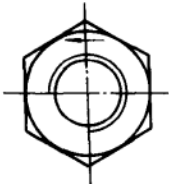
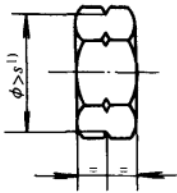


图 11-10 左旋螺纹的标志

螺母直径 ≥ 5 mm 的螺母要求标志。

也可选用图 11-11 所示的左旋螺纹标志。



1) s ——对边宽度

图 11-11 可选用的左旋螺纹的标志

2.3 螺栓、螺钉和螺柱的公称长度和普通螺栓的螺纹长度 (GB/T 3106—1982)

2.3.1 螺栓、螺钉和螺柱的公称长度按表 11-19 的规定。

表 11-19 公称长度 l mm

基本尺寸			
2	16	55	(125)
2.5	(18)	60	130
3	20	65	140
4	(22)	70	150
5	25	75	160
6	(28)	80	170
(7)	30	85	180
8	(32)	90	190
(9)	35	(95)	200
10	(38)	100	220
(11)	40	(105)	240
12	45	110	260
14	50	(115)	280
		120	300

注: 尽可能不采用括号内的规格。

2.3.2 普通螺栓的螺纹长度按表 11-20 和表 11-21 的规定。

表 11-20 公式 mm

l	b
≤ 125	$2d + 6$
$> 125 - 200$	$2d + 12$
> 200	$2d + 25$

注: d —外螺纹大径; l —螺栓的公称长度。

表 11-21 螺纹直径对应的螺纹长度 mm

d	1.6	2	2.5	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	
b	$l \leq 125$	9	10	11	12	14	16	18	20	22	26	30	34	38	42	46
	$125 < l \leq 200$	—	—	—	—	—	—	—	—	28	32	36	40	44	48	52
	$l > 200$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	61	65
d	22	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	56	60	64	68	
b	$l \leq 125$	50	54	60	66	72	78	84	90	96	102	—	—	—	—	
	$125 < l \leq 200$	56	60	66	72	78	84	90	96	102	108	116	124	132	140	148
	$l > 200$	69	73	79	85	91	97	103	109	115	121	129	137	145	153	161
d	72	76	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	140	150	
b	$l \leq 125$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	$125 < l \leq 200$	156	164	172	182	192	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	$l > 200$	169	177	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	305	325

注: d —外螺纹大径; b —螺纹长度; l —螺栓的公称长度。