

# ISO 3506-1 : 2020

**紧固件 耐腐蚀不锈钢紧固件的机械性能**

**第 1 部分：**

**具有规定组别和性能等级的螺栓，螺钉和螺柱**

# 1 范围

本文件规定了在环境温度为  $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$  的条件下测试时，由耐腐蚀不锈钢制造的粗牙螺纹和细牙螺纹的螺栓，螺钉和螺柱的机械性能和物理性能。它规定了与奥氏体，马氏体，铁素体和双相体（奥氏体-铁素体）不锈钢有关的紧固件的性能等级。

本文件中，使用术语“紧固件”时，通常指的是螺栓，螺钉和螺柱的合称。

ISO 3506-6 中提供了有关不锈钢组别及其性能的一般规则和技术信息。

符合本文件要求的紧固件应在本文第 1 段文字中规定的环境温度下进行测试。当温度升高或降低时，它们可能无法保持规定的机械和物理性能。

注 1：符合本文件要求的紧固件可在  $-20^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$  的范围内使用而不受限制。同时，符合本文件要求的紧固件甚至可以在温度低至  $-196^{\circ}\text{C}$  和温度高至  $+300^{\circ}\text{C}$  的环境下使用。有关更多的详细信息，请参见附录 A 和 ISO 3506-6。当在  $-20^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$  的温度范围之外使用紧固件时，用户应当与经验丰富的紧固件冶金专家进行协商，并应考虑诸如不锈钢成分，高温或低温下暴露的持续时间，温度对紧固件机械性能和被夹持零件的影响以及螺栓接头的腐蚀使用环境等因素。

注 2：ISO 3506-5 的目的是帮助选择能在最高  $+800^{\circ}\text{C}$  的温度下使用的合适不锈钢组别和性能等级。

本文件适用的螺栓，螺钉和螺柱有：

- 符合 ISO 68-1 的 ISO 公制螺纹；
- 直径和螺距符合 ISO 261、ISO 262 的螺纹；
- 粗牙螺纹（M1.6 ~ M39），细牙螺纹（M8×1 ~ M39×3）；
- 螺纹公差符合 ISO 965-1、ISO 965-2；
- 具有指定的性能等级，以及；
- 任何形状的。

不锈钢组别和性能等级可用于超出本文件规定的紧固件尺寸范围（即  $d < 1.6 \text{ mm}$  或  $d > 39 \text{ mm}$ ），只要其能符合所有适用的化学，机械和物理性能要求。

某些螺栓，螺钉和螺柱可能因其头部或无螺纹杆部的几何形状，从而无法满足本文件中规定的拉伸或扭矩要求，从而降低了承载能力（例如，当头部的剪切面积小于螺纹中的应力面积时；请参见 8.2.2）。

本文件不适用于不受拉力的紧定螺钉和类似螺纹的紧固件（请参阅 ISO 3506-3）。

本文件没有规定功能性能的要求，例如：

- 扭矩/夹紧力特性；
- 剪切强度；
- 抗疲劳性，或
- 可焊性。

## 2 引用标准

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。

凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 1891-4 紧固件 词汇 第4部分：控制，检查，交付，验收和质量

ISO 3506-6 紧固件 耐腐蚀不锈钢紧固件的机械性能 第6部分：不锈钢和镍合金不锈钢紧固件选择的一般规则

ISO 6506-1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法

ISO 6507-1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

ISO 6508-1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法

ISO 6892-1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温下的试验方法

ISO 7500-1 金属材料 静态单轴向试验机的校准和验证 第1部分：拉伸/压缩试验机 测力系统的校准和验证

ISO 9513 金属材料 单轴向试验用引伸计的校准

ISO 16228 紧固件 检验文件类型

## 3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1 全承载能力的不锈钢螺栓和螺钉

螺栓和螺钉的头部要强于螺纹和无螺纹杆（无螺纹杆的直径  $d_s \approx d_2$  或  $d_s > d_2$ ），以及与头部直接连接的螺纹，并满足最小的拉力载荷。

### 3.2 全承载能力的不锈钢螺柱

螺柱的无螺纹杆直径  $d_s \approx d_2$  或  $d_s > d_2$ ，并满足最小的拉力载荷。

### 3.3 降低了承载能力的不锈钢螺栓和螺钉

螺栓和螺钉的头部要弱于螺纹和无螺纹杆，或无螺纹杆的直径  $d_s < d_2$ 。

### 3.4 降低了承载能力的不锈钢螺柱

无螺纹杆直径  $d_s < d_2$  的螺柱。

### 3.5 不锈钢

钢的质量分数中，含有最小 10.5% 的铬（Cr）以及最大 1.2% 的碳（C）。

### 3.6 奥氏体不锈钢

不锈钢中含有较高的铬 (Cr) 和镍 (Ni), 通常不能通过热处理进行硬化, 具有良好的耐腐蚀性和延展性, 具有无磁性或低磁性。

### 3.7 马氏体不锈钢

不锈钢中含有大量的铬 (Cr), 但镍 (Ni) 和其他合金元素很少, 可通过热处理进行硬化, 以提高强度, 但延展性降低, 通常具有强磁性。

### 3.8 铁素体不锈钢

不锈钢中, 碳 (C) 含量小于 0.1%, 铬 (Cr) 含量通常为 11% ~ 18%, 通常不能通过热处理进行硬化, 具有很高的磁性。

### 3.9 双相不锈钢

具有奥氏体相和铁素体相的不锈钢, 与奥氏体不锈钢相比, 具有更好的耐腐蚀性, 铬含量更高, 镍含量更低, 强度高且具有磁性。

## 4 代号

以下符号, 适用于本文件。

$A$	断后伸长量, mm
$A_{s,nom}$	螺纹公称应力截面积, $mm^2$
$A_{ds}$	无螺纹杆的横截面积, $mm^2$
$b$	螺纹长度, mm
$d$	紧固件的公称螺纹直径, mm
$d_1$	外螺纹基本小径, mm
$d_2$	外螺纹基本中径, mm
$d_3$	外螺纹小径 (用于计算公称应力面积), mm
$d_a$	支承面的内径, mm
$d_h$	楔垫和垫片的孔直径, mm
$d_s$	无螺纹的杆直径, mm
$F_{mf}$	极限拉伸载荷, N
$F_{pf}$	全尺寸紧固件 (紧固件实物) 的规定非比例延伸 0.2% 的载荷, N
$H$	螺纹原始三角形的高度, mm
$k$	头高, mm
$l$	紧固件公称长度, mm
$L_0$	拉伸试验前紧固件的总长度, mm
$L_1$	断裂后紧固件的总长度, mm
$L_2$	拉伸试验前的夹紧长度, mm

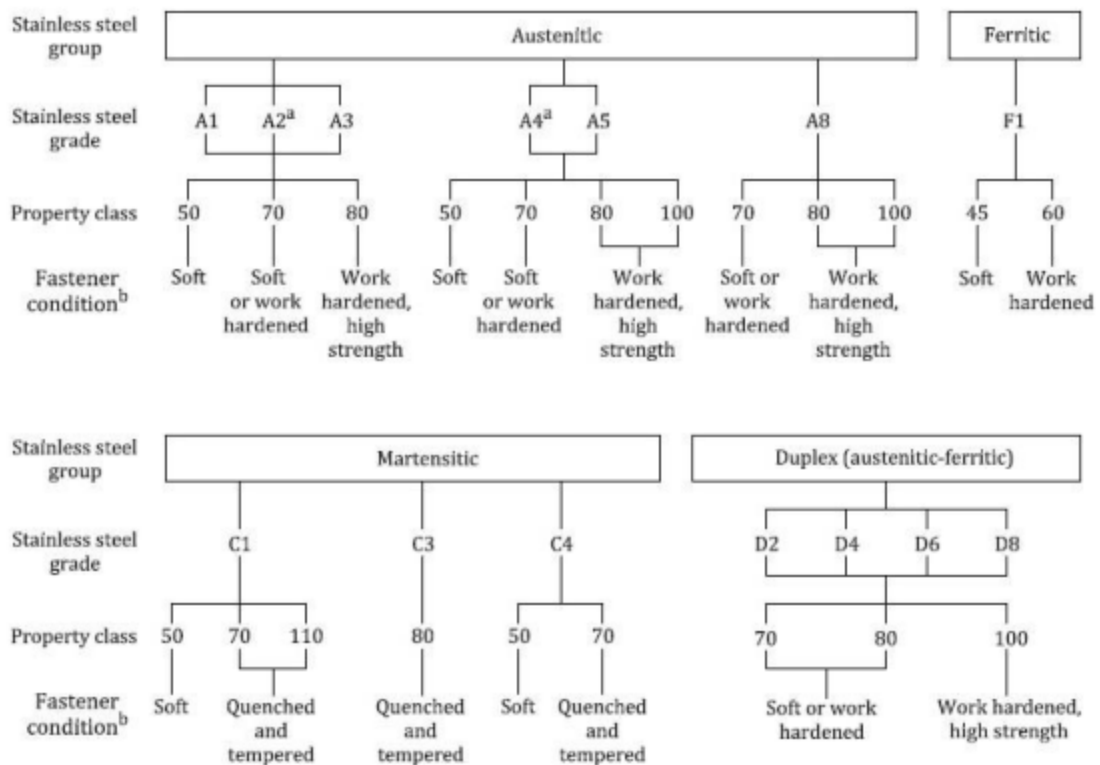
$l_s$	无螺纹杆长度, mm
$l_t$	螺柱总长度, mm
$l_{th}$	测试装置中紧固件的未旋合螺纹长度, mm
$M_B$	破坏扭矩, Nm
$P$	螺纹螺距, mm
$R_{mds}$	因杆部设计降低了承载能力的紧固件的抗拉强度, MPa
$R_{mf}$	全尺寸紧固件的抗拉强度, MPa
$R_{pf}$	全尺寸紧固件的规定非比例延伸 0.2% 的应力, MPa
$\alpha$	楔垫的角度, °

## 5 不锈钢组别和性能等级的命名规则

### 5.1 总则

不锈钢组别和性能等级的相关要求在本文件第 7 条的表 2 和表 3 中进行了规定。

螺栓, 螺钉和螺柱的不锈钢组别和性能等级的命名规则由两部分组成, 这两部分之间用短划线进行分隔, 如图 1 所示。第一部分表示不锈钢的组别, 第二部分表示紧固件的性能等级。



a 对于碳含量低于 0.03% 的低碳奥氏体不锈钢, 可附加字母 “L” 标记。例如: A4L-80。

b 仅供参考。

图 1 紧固件的不锈钢组别和性能等级的命名规则

不锈钢紧固件的组别和性能等级的标记，标签和命名应符合第 10 条的规定。对于降低了承载能力的螺栓，螺钉和螺柱，若可以在螺纹杆上进行拉伸测试，则数字“0”应位于 10.1.3 中规定的性能等级之前。对于因螺纹长度过短 ( $b < 3d$ ) 而无法进行拉伸测试的降低了承载能力紧固件，不应考虑其性能等级。

如果满足了所有适用的化学，机械和物理性能要求，本文件的命名规则可超出第 1 条中限定的直径尺寸（即  $d < 1.6 \text{ mm}$  或  $d > 39 \text{ mm}$ ）范围使用。

## 5.2 不锈钢组别的命名（第一部分）

不锈钢组别（第一部分）的名称由一个字母表示不锈钢类别：

- A 表示奥氏体；
- C 表示马氏体；
- F 表示铁素体；
- D 表示双相体（奥氏体-铁素体），

和

- 一个数字，规定该不锈钢类别内化学成分的范围。

图 1 中不锈钢的组别和性能等级，其化学成分按表 1 规定。

## 5.3 性能等级的命名（第二部分）

性能等级（第二部分）的名称由一个数字来表示，该数字对应于表 2 或表 3 中紧固件的最小抗拉强度的 1/10。

例 1：A2-70 表示一种奥氏体不锈钢紧固件，它经过加工硬化，其最小抗拉强度为 700 MPa。

例 2：C1-110 表示一种马氏体不锈钢紧固件，经过淬火和回火，其最小拉伸强度为 1100 MPa。

# 6 材料

## 6.1 化学成分

不锈钢紧固件的化学成分，在表 1 中给出了。应根据相关的国际标准测试化学成分。

除非买方与制造者之间另有协议，否则，在规定的不锈钢的组别范围内的化学成分由制造者决定。

不锈钢组别的应用选择，应符合 ISO 3506-6 中规定的要求。

表 1 不锈钢组别与化学成分

Stainless steel grade	Chemical composition <sup>a</sup> (cast analysis, mass fraction in %) <sup>b</sup>										Other elements and notes	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N		
Austenitic	A1	0,12	1,00	6,5	0,020	0,15 to 0,35	16,0 to 19,0	0,70	5,0 to 10,0	1,75 to 2,25	—	c,d,e
	A2	0,10	1,00	2,00	0,050	0,030	15,0 to 20,0	— <sup>f</sup>	8,0 to 19,0	4,0	—	g,h
	A3	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 to 19,0	— <sup>f</sup>	9,0 to 12,0	1,00	—	5C ≤ Ti ≤ 0,80 and/or 10C ≤ Nb ≤ 1,00
	A4	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 to 18,5	2,00 to 3,00	10,0 to 15,0	4,0	—	h,i
	A5	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 to 18,5	2,00 to 3,00	10,5 to 14,0	1,00	—	5C ≤ Ti ≤ 0,80 and/or 10C ≤ Nb ≤ 1,00 <sup>i</sup>
	A8	0,030	1,00	2,00	0,040	0,030	19,0 to 22,0	6,0 to 7,0	17,5 to 26,0	1,50	—	—
Martensitic	C1	0,09 to 0,15	1,00	1,00	0,050	0,030	11,5 to 14,0	—	1,00	—	—	i
	C3	0,17 to 0,25	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 to 18,0	—	1,50 to 2,50	—	—	—
	C4	0,08 to 0,15	1,00	1,50	0,060	0,15 to 0,35	12,0 to 14,0	0,60	1,00	—	—	ci
Ferritic	F1	0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	15,0 to 18,0	— <sup>f</sup>	1,00	—	—	j
Duplex	D2	0,040	1,00	6,0	0,040	0,030	19,0 to 24,0	0,10 to 1,00	1,50 to 5,5	3,00	0,05 to 0,20	Cr + 3,3Mo + 16N ≤ 24,0 <sup>k</sup>
	D4	0,040	1,00	6,0	0,040	0,030	21,0 to 25,0	0,10 to 2,00	1,00 to 5,5	3,00	0,05 to 0,30	24,0 < Cr + 3,3Mo + 16N <sup>k</sup>
	D6	0,030	1,00	2,00	0,040	0,015	21,0 to 23,0	2,50 to 3,5	4,5 to 6,5	—	0,08 to 0,35	—
	D8	0,030	1,00	2,00	0,035	0,015	24,0 to 26,0	3,00 to 4,5	6,0 to 8,0	2,50	0,20 to 0,35	W ≤ 1,00

对于特殊用途的不锈钢的材料的选择，请参见 ISO 3506-6。表 1 中的不锈钢成分也在 ISO 3506-6 中给出了。

## 6.2 马氏体不锈钢紧固件的热处理

组别和性能等级为 C1-70，C3-80 和 C4-70 的不锈钢紧固件应进行淬火和回火。

组别和性能等级为 C1-110 的不锈钢紧固件应进行淬火和回火，最低回火温度为 275°C。

## 6.3 成品

除非另有说明，否则应按照本文件的要求提供清洁、光亮的紧固件。

为了提高耐腐蚀性，建议表面进行钝化处理。按照 ISO 16048 钝化的紧固件，名称上可以在不锈钢性能等级后加上字母“P”表示（请参见 10.4）。

注 1：钝化后的紧固件并不总是具有光亮的表面。

螺栓，螺钉和螺柱在栓接使用时，通常采用扭矩拧紧来实现预紧。因此，建议对不锈钢紧固件进行润滑，以免在拧紧时损伤。

注 2：不锈钢紧固件在拧紧过程中，有一些因素可能会增加螺栓组件的磨损风险，例如螺纹损坏，高预紧力，高拧紧速度。

注 3：目前，不锈钢紧固件的国际标准中，尚未规定有关表面不连续性以及扭矩/夹紧力等性能要求。对于不锈钢紧固件，可以通过对表面进行适当的处理，以获得期望的扭矩/夹紧力关系。这种表面处理，可以是使用润滑剂，也可以是使用一种外层或密封层含有润滑剂的涂层。这种情况下，应在性能等级后加上字母“Lu”进行表示，例如 A4-80Lu。同时，还应选择合适的紧固方式，以便能达到所需的预紧力。

如有其他特殊要求，则应在采购时，由供需双方协商达成协议。

## 6.4 耐腐蚀性

为了达到耐腐蚀性的目的，不锈钢螺栓、螺钉和螺柱应与相同组别的螺母、垫片配合使用（例如，A2 螺母配 A2 螺栓等）。其他的配合方式也可以（例如，A4 螺母配 D4 螺栓），但前提条件是：

- 使用时，应考虑耐腐蚀性最差的组件；
- 应考虑损伤的风险；
- 强烈建议咨询经验丰富的紧固件冶金专家。

不锈钢紧固件在栓接中，若其中采用了非不锈钢零件，例如镀锌件，建议中间使用隔离件进行隔离，以避免发生电化学腐蚀。

## 7 机械和物理性能

不管是在制造中还是验收检查中，当采用第 9 条中规定的方法，在环境温度下进行测试时，规定组别和等级的不锈钢螺栓、螺钉和螺柱，应符合表 2 ~ 表 8 中的规定。

试验方法的适用性在第 8 条进行了规定，以验证不同类型和尺寸的紧固件符合表 2 ~ 表 8 的要求。某些紧固件，即便其材料满足第 6 条中规定的要求，但由于头部（与螺纹应力面积相比，头部的剪切面积缩小了，例如沉头、凸头和矮头）和杆部（与螺纹应力面积相比，杆部的应力面积缩小了）的几何形状因素，也有可能无法满足拉伸或扭矩的要求。对于此类降低了承载能力的紧固件，请参见 8.2.2 和 10.1.3。

本文件中，虽然已经规定了多种不锈钢组别和性能等级的组合，但是由于紧固件材料和形状的因素，并不意味着这些组合都是合适的。因此，市场上可能没有其中的某些组别和性能等级的组合。对于非标准紧固件，建议咨询紧固件专家。



表 2 螺栓，螺钉和螺柱的机械性能—奥氏体和双相不锈钢

Stainless steel grade		Property class	Tensile strength <sup>a</sup>	Stress at 0,2 % non-proportional elongation <sup>b</sup>	Elongation after fracture
			$R_{mf}$ min. MPa	$R_{pf}$ min. MPa	A min. mm
Austenitic	A1 A2 A3	50	500	210	0,6d
		70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
	A4 A5	50	500	210	0,6d
		70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
		100	1 000	800	0,2d
	A8	70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
100		1 000	800	0,2d	
Duplex	D2 D4 D6 D8	70	700	450	0,4d
		80	800	600	0,3d
		100	1 000	800	0,2d

<sup>a</sup> Minimum ultimate tensile loads ( $F_{mf}$ ) are specified in Table 4 for coarse pitch thread, and in Table 6 for fine pitch thread.  
<sup>b</sup> Minimum loads at  $R_{pf}$  ( $F_{pf}$ ) are specified in Table 5 for coarse pitch thread, and in Table 7 for fine pitch thread.

表 3 螺栓，螺钉和螺柱的机械性能—马氏体和铁素体不锈钢

Stainless steel grade	Property class	Tensile strength <sup>a</sup>	Stress at 0,2 % non-proportional elongation <sup>b</sup>	Elongation after fracture	Hardness min. to max.			
					$R_{mf}$ min. MPa	$R_{pf}$ min. MPa	A min. mm	HV
Martensitic	C1	50	500	250	0,2d	155 to 220	—	147 to 209
		70	700	410	0,2d	220 to 330	20 to 34	209 to 314
		110 <sup>c</sup>	1 100	820	0,2d	350 to 440	36 to 45	—
	C3	80	800	640	0,2d	240 to 340	21 to 35	228 to 323
		50	500	250	0,2d	155 to 220	—	147 to 209
	C4	70	700	410	0,2d	220 to 330	20 to 34	209 to 314
Ferritic		F1 <sup>d</sup>	45	450	250	0,2d	135 to 220	—
	60		600	410	0,2d	180 to 285	—	171 to 271

<sup>a</sup> Minimum ultimate tensile loads ( $F_{mf}$ ) are specified in Table 4 for coarse pitch thread, and in Table 6 for fine pitch thread.  
<sup>b</sup> Minimum loads at  $R_{pf}$  ( $F_{pf}$ ) are specified in Table 5 for coarse pitch thread, and in Table 7 for fine pitch thread.  
<sup>c</sup> Hardened and tempered at a minimum tempering temperature of 275 °C.  
<sup>d</sup> Only for nominal thread diameters  $d \leq 24$  mm.

表 4 最小拉力载荷—粗牙螺纹

Thread <i>d</i>	Nominal stress area <i>A<sub>s,nom</sub></i> mm <sup>2</sup>	Minimum ultimate tensile load, <i>F<sub>mf</sub></i> <sup>a</sup> N									
		Austenitic and duplex steels				Martensitic steels				Ferritic steels	
		50 <sup>b</sup>	70	80	100	50	70	80	110	45	60
M3	5.03	2 520	3 530	4 030	5 040	2 520	3 530	4 030	5 540	2 270	3 020
M3,5	6.78	3 390	4 750	5 430	6 780	3 390	4 750	5 430	7 460	3 050	4 070
M4	8.78	4 390	6 150	7 030	8 780	4 390	6 150	7 030	9 660	3 960	5 270
M5	14.2	7 100	9 930	11 350	14 190	7 100	9 930	11 350	15 610	6 390	8 510
M6	20.1	10 070	14 090	16 100	20 130	10 070	14 090	16 100	22 140	9 060	12 080
M7	28.9	14 430	20 210	23 090	28 860	14 430	20 210	23 090	31 750	12 990	17 320
M8	36.6	18 310	25 630	29 290	36 610	18 310	25 630	29 290	40 270	16 480	21 970
M10	58.0	29 000	40 600	46 400	57 990	29 000	40 600	46 400	63 790	26 100	34 800
M12	84.3	42 140	58 990	67 420	84 270	42 140	58 990	67 420	92 700	37 920	50 560
M14	115	57 720	80 810	92 360	115 500	57 720	80 810	92 360	127 000	51 950	69 270
M16	157	78 340	109 700	125 400	156 700	78 340	109 700	125 400	172 400	70 510	94 010
M18	192	96 240	134 800	154 000	192 500	96 240	134 800	154 000	211 800	86 620	115 500
M20	245	122 400	171 400	195 900	244 800	122 400	171 400	195 900	269 300	110 200	146 900
M22	303	151 700	212 400	242 800	303 400	151 700	212 400	242 800	333 800	136 600	182 100
M24	353	176 300	246 800	282 100	352 600	176 300	246 800	282 100	387 800	158 700	211 600
M27	459	229 800	321 600	367 600	459 500	229 800	321 600	367 600	505 400	—	—
M30	561	280 300	392 500	448 500	560 600	280 300	392 500	448 500	616 700	—	—
M33	694	346 800	485 500	554 900	693 600	346 800	485 500	554 900	763 000	—	—
M36	817	408 400	571 800	653 400	816 800	408 400	571 800	653 400	898 400	—	—
M39	976	487 900	683 100	780 700	975 800	487 900	683 100	780 700	1 073 400	—	—

<sup>a</sup> *F<sub>mf</sub>* values have been calculated from the exact figures of *A<sub>s,nom</sub>* as specified in 9.1.5 and rounded to the next upper 10 N up to 100 000 N, and to the next 100 N above.

<sup>b</sup> Property class 50 refers to the austenitic grades A1 to A5 only.

表 5 *R<sub>pf</sub>* 时的最小载荷—粗牙螺纹

Thread <i>d</i>	Nominal stress area <i>A<sub>s, nom</sub></i> mm <sup>2</sup>	Minimum load at 0,2 % non-proportional elongation, <i>F<sub>pf</sub></i> <sup>a</sup> N									
		Austenitic and duplex steels				Martensitic steels				Ferritic steels	
		50 <sup>b</sup>	70	80	100	50	70	80	110	45	60
M3	5,03	1 060	2 270	3 020	4 030	1 260	2 070	3 220	4 130	1 260	2 070
M3,5	6,78	1 430	3 050	4 070	5 430	1 700	2 780	4 340	5 560	1 700	2 780
M4	8,78	1 850	3 960	5 270	7 030	2 200	3 600	5 620	7 200	2 200	3 600
M5	14,2	2 980	6 390	8 510	11 350	3 550	5 820	9 080	11 630	3 550	5 820
M6	20,1	4 230	9 060	12 080	16 100	5 040	8 260	12 880	16 510	5 040	8 260
M7	28,9	6 070	12 990	17 320	23 090	7 220	11 840	18 480	23 670	7 220	11 840
M8	36,6	7 690	16 480	21 970	29 290	9 160	15 010	23 430	30 020	9 160	15 010
M10	58,0	12 180	26 100	34 800	46 400	14 500	23 780	37 120	47 560	14 500	23 780
M12	84,3	17 700	37 920	50 560	67 420	21 070	34 550	53 940	69 100	21 070	34 550
M14	115	24 250	51 950	69 270	92 360	28 860	47 340	73 890	94 670	28 860	47 340
M16	157	32 910	70 510	94 010	125 400	39 170	64 240	100 300	128 500	39 170	64 240
M18	192	40 420	86 620	115 500	154 000	48 120	78 920	123 200	157 900	48 120	78 920
M20	245	51 410	110 200	146 900	195 900	61 200	100 400	156 700	200 800	61 200	100 400
M22	303	63 720	136 600	182 100	242 800	75 850	124 400	194 200	248 800	75 850	124 400
M24	353	74 030	158 700	211 600	282 100	88 130	144 600	225 700	289 100	88 130	144 600
M27	459	96 480	206 800	275 700	367 600	114 900	188 400	294 100	376 800	—	—
M30	561	117 800	252 300	336 400	448 500	140 200	229 900	358 800	459 700	—	—
M33	694	145 700	312 100	416 200	554 900	173 400	284 400	443 900	568 800	—	—
M36	817	171 600	367 600	490 100	653 400	204 200	334 900	522 800	669 800	—	—
M39	976	205 000	439 100	585 500	780 700	244 000	400 100	624 500	800 200	—	—

<sup>a</sup> *F<sub>pf</sub>* values have been calculated from the exact figures of *A<sub>s, nom</sub>* as specified in 9.1.5 and rounded to the next upper 10 N up to 100 000 N, and to the next 100 N above.

<sup>b</sup> Property class 50 refers to the austenitic grades A1 to A5 only.

表 6 最小拉力载荷—细牙螺纹

Thread <i>d</i> × <i>P</i>	Nominal stress area <i>A<sub>s, nom</sub></i> mm <sup>2</sup>	Minimum ultimate tensile load, <i>F<sub>mf</sub></i> <sup>a</sup> N									
		Austenitic and duplex steels				Martensitic steels				Ferritic steels	
		50 <sup>b</sup>	70	80	100	50	70	80	110	45	60
M8×1	39,2	19 590	27 420	31 340	39 170	19 590	27 420	31 340	43 090	17 630	23 510
M10×1,25	61,2	30 600	42 840	48 960	61 200	30 600	42 840	48 960	67 320	27 540	36 720
M10×1	64,5	32 250	45 150	51 600	64 500	32 250	45 150	51 600	70 950	29 030	38 700
M12×1,5	88,1	44 070	61 690	70 510	88 130	44 070	61 690	70 510	96 940	39 660	52 880
M12×1,25	92,1	46 040	64 460	73 660	92 080	46 040	64 460	73 660	101 300	41 440	55 250
M14×1,5	125	62 280	87 190	99 640	124 600	62 280	87 190	99 640	137 100	56 050	74 730
M16×1,5	167	83 630	117 100	133 800	167 300	83 630	117 100	133 800	184 000	75 270	100 400
M18×1,5	216	108 200	151 400	173 000	216 300	108 200	151 400	173 000	237 900	97 310	129 800
M20×2	258	129 000	180 600	206 400	258 000	129 000	180 600	206 400	283 800	116 100	154 800
M20×1,5	272	135 800	190 100	217 300	271 600	135 800	190 100	217 300	298 700	122 200	163 000
M22×1,5	333	166 600	233 200	266 500	333 100	166 600	233 200	266 500	366 400	149 900	199 900
M24×2	384	192 300	269 100	307 600	384 500	192 300	269 100	307 600	422 900	173 000	230 700
M27×2	496	247 900	347 100	396 600	495 800	247 900	347 100	396 600	545 400	—	—
M30×2	621	310 700	434 900	497 000	621 300	310 700	434 900	497 000	683 400	—	—
M33×2	761	380 400	532 600	608 700	760 800	380 400	532 600	608 700	836 900	—	—
M36×3	865	432 500	605 500	692 000	865 000	432 500	605 500	692 000	951 500	—	—
M39×3	1030	514 200	719 900	822 800	1 028 400	514 200	719 900	822 800	1 131 300	—	—

<sup>a</sup> *F<sub>mf</sub>* have been calculated from the exact figures of *A<sub>s, nom</sub>* as specified in 9.1.5 and rounded to the next upper 10 N up to 100 000 N, and to the next 100 N above.

<sup>b</sup> Property class 50 refers to the austenitic grades A1 to A5 only.

表 7 *R<sub>pf</sub>* 时的最小载荷—细牙螺纹

Thread $d \times P$	Nominal stress area $A_{s, nom}$ mm <sup>2</sup>	Minimum load at 0,2 % non-proportional elongation, $F_{pl}^a$ N									
		Austenitic and duplex steels				Martensitic steels				Ferritic steels	
		50 <sup>b</sup>	70	80	100	50	70	80	110	45	60
M8×1	39,2	8 230	17 630	23 510	31 340	9 800	16 060	25 070	32 120	9 800	16 060
M10×1,25	61,2	12 860	27 540	36 720	48 960	15 300	25 100	39 170	50 190	15 300	25 100
M10×1	64,5	13 550	29 030	38 700	51 600	16 130	26 450	41 280	52 890	16 130	26 450
M12×1,5	88,1	18 510	39 660	52 880	70 510	22 040	36 140	56 410	72 270	22 040	36 140
M12×1,25	92,1	19 340	41 440	55 250	73 660	23 020	37 750	58 930	75 500	23 020	37 750
M14×1,5	125	26 160	56 050	74 730	99 640	31 140	51 070	79 710	102 200	31 140	51 070
M16×1,5	167	35 130	75 270	100 400	133 800	41 820	68 580	107 100	137 200	41 820	68 580
M18×1,5	216	45 410	97 310	129 800	173 000	54 060	88 660	138 400	177 400	54 060	88 660
M20×2	258	54 180	116 100	154 800	206 400	54 180	116 100	154 800	211 600	54 180	116 100
M20×1,5	272	57 020	122 200	163 000	217 300	67 880	111 400	173 800	222 700	67 880	111 400
M22×1,5	333	69 950	149 900	199 900	266 500	83 270	136 600	213 200	273 200	83 270	136 600
M24×2	384	80 730	173 000	230 700	307 600	96 110	157 700	246 100	315 300	96 110	157 700
M27×2	496	104 200	223 100	297 500	396 600	124 000	203 300	317 300	406 600	—	—
M30×2	621	130 500	279 600	372 800	497 000	155 400	254 700	397 600	509 400	—	—
M33×2	761	159 800	342 400	456 500	608 700	190 200	312 000	487 000	623 900	—	—
M36×3	865	181 700	389 300	519 000	692 000	216 300	354 700	553 600	709 300	—	—
M39×3	1030	216 000	462 800	617 100	822 800	257 100	421 700	658 200	843 300	—	—

<sup>a</sup>  $F_{pl}$  have been calculated from the exact figures of  $A_{s, nom}$  as specified in 9.1.3 and rounded to the next upper 10 N up to 100 000 N, and to the next 100 N above.

<sup>b</sup> Property class 50 refers to the austenitic grades A1 to A5 only.

当全承载能力的螺栓，螺钉和螺柱，由于长度太短 ( $l < 2,5d$  或  $b < 2d$ ) 而无法进行第 9 条的拉伸测试时，可用表 8 中规定的最小破坏扭矩来替代抗拉强度。

当进行扭矩测试时：

- 表 8 中仅规定了性能等级为 50、70、和 80 的奥氏体以及粗牙螺纹不锈钢紧固件的最小扭矩值；
- 性能等级为 100 的奥氏体不锈钢，没有规定值；
- 细牙螺纹不锈钢紧固件，没有规定值；
- 马氏体，铁素体和双相不锈钢紧固件，没有规定值。

这种情况下，采购时，制造方和采购方应就最小破坏扭矩达成一致。

**表 8 奥氏体不锈钢的最小破坏扭矩  $M_B$**

Thread <i>d</i>	Minimum breaking torque <sup>a</sup>		
	$M_B$ Nm		
	Property class		
	50	70	80
M1,6	0,15	0,2	0,24
M2	0,3	0,4	0,48
M2,5	0,6	0,9	0,96
M3	1,1	1,6	1,8
M4	2,7	3,8	4,3
M5	5,5	7,8	8,8
M6	9,3	13	15
M8	23	32	37
M10	46	65	74
M12	80	110	130
M16	210	290	330

<sup>a</sup> The drive and/or recess of the fastener are not always able to apply the minimum breaking torque specified in this table; this shall not be the cause for rejection.

## 8 试验方法和检验的适用性

### 8.1 试验方法的适用性

测试的适用性，取决于不锈钢组别以及紧固件的类型和尺寸，表 9 和表 10 对此进行了规定。然而，由于尺寸大小和/或承载能力的原因，有些类型或规格的紧固件，不能按照表 2 ~ 表 8 中规定的所有项目进行试验。

### 8.2 紧固件的承载能力

#### 8.2.1 全承载能力的紧固件

具有全承载能力的不锈钢螺栓、螺钉和螺柱，应该是紧固件的成品（标准化的或非标准化的）。对其进行拉伸测试时：

- 1、断裂应发生在未旋合螺纹的长度内或无螺纹杆部；
- 2、其最小拉力载荷  $F_{mf}$  应符合表 4 或表 6 的规定，和/或最小破坏扭矩  $M_B$  符合表 8 的要求（仅适用于 M1.6 ~ M16 的粗牙螺纹奥氏体不锈钢紧固件）。

对于全承载能力的紧固件的测试，有关不锈钢组别和尺寸的要求，在表 9 中进行了规定。

表 9 全承载能力紧固件测试的适用性



Stainless steel grade	Property and related test method					
	Minimum tensile strength		Stress at 0,2 % non-proportional elongation	Elongation after fracture	Minimum breaking torque	Hardness
	$R_{mf}$		$R_{pf}$	A	$M_B$	
	Tensile test	Wedge tensile test	Tensile test	Tensile test	Torsional test	Hardness test
	9.1	9.4	9.1	9.1	9.5	9.6
A1 A2 A3 A4 A5 A8	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	Not relevant	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	For all lengths when $d < 3 \text{ mm}$ ; only for lengths $l < 2,5d$ when $d \geq 3 \text{ mm}$ $b \geq 1d + 2P$ No value available for property class 100 or for fine pitch thread	Not applicable
C1 C3 C4	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	No value available	Applicable
F1	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	Not relevant	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	No value available	Applicable
D2 D4 D6 D8	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	Not relevant	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2,5d$ $b \geq 2d$	No value available	Not applicable
Notes	ab	b,c	ab	ab	c	—
<p><sup>a</sup> For fully threaded studs, total length <math>l_t \geq 3,5d</math>.</p> <p><sup>b</sup> For <math>l &lt; 2,5d</math> (or <math>l_t &lt; 3,5d</math> for fully threaded studs), testing and test conditions shall be agreed between the purchaser and the manufacturer.</p> <p><sup>c</sup> Only for bolts and screws (not for studs).</p>						

### 8.2.2 因几何形状而降低了承载能力的紧固件

降低承载能力的不锈钢螺栓、螺钉和螺柱（标准化的或非标准化的），即使不锈钢组别和性能等级符合表 1~表 3 的要求，但由于其几何形状的因素，对其成品进行拉伸和扭矩测试时，达不到承载能力的要求。

一般来说，与螺纹的最小拉力载荷相比，因几何尺寸原因降低了承载能力的紧固件，有两种基本类型：

#### a 螺栓和螺钉的头部设计：

- 带或不带外扳拧的矮头；或
- 带内扳拧的扁圆头或低圆柱头；或
- 带内扳拧的沉头。

#### b 紧固件特殊的杆部设计，适用于不要求或不按本文件规定的承载能力，如腰状杆螺钉。

对于降低了承载能力的不锈钢紧固件，即使只能在螺纹处进行拉伸测试，但其材料应符合表 1 的要求，机械性能应符合表 2 或表 3 的要求，见表 10。

对于降低了承载能力紧固件的测试，有关不锈钢组别和尺寸的要求，在表 10 中进行了规定。楔负载试验和扭矩试验不适用。

**表 10 降低了承载能力紧固件试验的适用性**

Stainless steel grade	Property and related test method				
	Minimum tensile strength $R_{mf}$	Stress at 0,2 % non-proportional elongation $R_{pf}$	Elongation after fracture $A$	Minimum tensile load $F_{mf}$	Hardness
	Tensile test 9.1, 9.3	Tensile test 9.1	Tensile test 9.1	Tensile test 9.2	Hardness test 9.6
A1 A2 A3 A4 A5 A8	$d \geq 3 \text{ mm}$ for all lengths, when $b \geq 3d^a$			$d \geq 3 \text{ mm}$ for all lengths	Not applicable
C1 C3 C4					Applicable
F1					Applicable
D2 D4 D6 D8					Not applicable

<sup>a</sup> A nominal thread length of at least  $3d$  is necessary to carry out the tensile test in accordance with Figure 2 d). i.e.  $1d$  of free threaded length and additional  $1d$  of engaged threads at both ends.

### 8.3 制造者的控制

按本文件生产的紧固件，当采用第 8 条和第 9 条规定的试验方法时，应能符合第 6 条和第 7 条中规定的所有要求。

本文件不要求制造者对每一生产批都要实施测试。但制造者有责任，采用合适的方法，例如过程控制或最终检验，以确保每一生产批都符合规定的要求。有关更多的信息，请参见 ISO 16426。

有争议时，应采用第 8 条和第 9 条中规定的试验方法。

### 8.4 供方的控制

供方可选择自己的方法（对制造者进行定期审核，检查制造者的测试结果，对紧固件本身进行测试等）来控制或测试其提供的紧固件符合第 6 条和第 7 条中规定的要求。

有争议时，应采用第 8 条和第 9 条中规定的试验方法。

### 8.5 买方的控制

买方可以使用第 9 条中规定的方法来控制和/或测试交付的紧固件。

有争议时，应采用第 8 条和第 9 条中规定的试验方法。

### 8.6 测试结果的输出

如果买方要求供方提供测试结果，则应在订购时商定测试报告的类型。除非另有说明，否则应根据 ISO 16228 来实施。测试报告的类型（F2.2，F3.1 或 F3.2）以及任何其他或特定的测试也应由买方来指定，并应在订购时达成协议。

## 9 测试方法

### 9.1 紧固件的拉伸试验

#### 9.1.1 通则

本试验的目的是同时或分别测定：

- 抗拉强度  $R_{mf}$ ；和
- 规定非比例延伸 0.2% 的应力  $R_{pf}$ ；和
- 断后伸长量  $A$ 。

本试验适用于符合以下规定的全尺寸紧固件：

- 所有不锈钢组别；
- 所有性能等级；
- $3\text{mm} \leq d \leq 39\text{mm}$ ；
- 螺栓，螺钉和螺柱（无螺纹杆），具有全承载能力，公称长度  $l \geq 2.5d$ ，螺纹长度  $b \geq 2d$ ；
- 无螺纹杆直径  $d_s > d_2$  或  $d_s \approx d_2$ ；
- 全螺纹螺柱的总长度  $\geq 3.5d$ 。

本试验也适用于因头部设计而降低了承载能力且螺纹长度  $b \geq 3d$  的螺栓和螺钉。

拉伸测试机应符合 ISO 7500-1 中的 1 级或更高标准的要求。同时装夹紧固件时，应避免斜拉，可采用自动定心的装置。

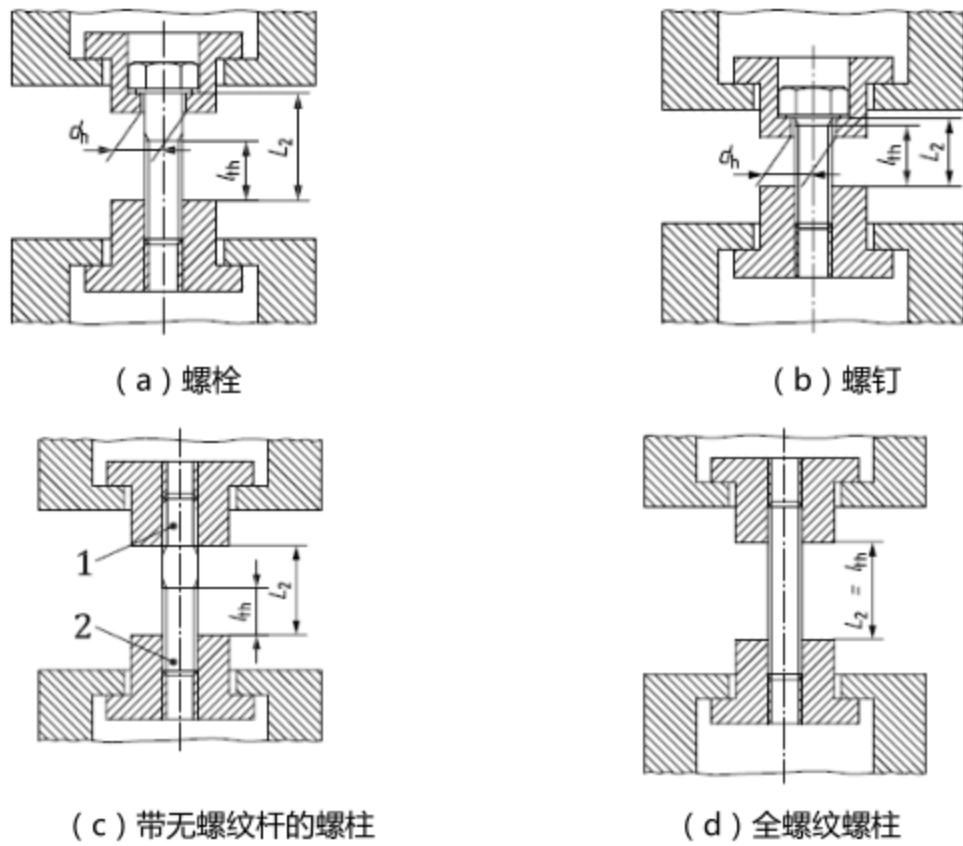
装置和螺纹夹具应符合以下规定：

- 硬度： $\geq 45\text{HRC}$ ；
- 通孔直径  $d_h$ ：按表 12 的规定；
- 螺纹夹具的公差等级为 5H6G。

测试装置应具有足够的刚性，以免变形，从而影响规定非比例延伸应力  $R_{pf}$  和断后伸长量  $A$  的测定。

所有长度的测量均应至少精确到 0.05mm。





说明：

- 1— 螺柱的拧入基体端；
- 2— 螺柱的拧入螺母端；
- $d_h$ — 孔直径；
- $l_{th}$ — 未旋合螺纹长度 $\geq 1d$ ；
- $L_2$ — 夹紧长度。

图 2 拉伸试验测试装置示例

本试验应按照收到的样品状态进行测试。

对于降低了承载能力的紧固件，当  $b \geq 3d$  时，应在螺纹上进行该拉伸试验，如图 2 中 (d) 所示全螺纹螺柱。头部和缩小的杆部可酌情切去。

紧固件应安装在测试装置中，如图 2 所示。螺纹夹具中的螺纹旋合长度应为  $1d \pm 1P$ 。承受载荷的未旋合螺纹长度  $l_{th}$  应至少为  $1d$ 。

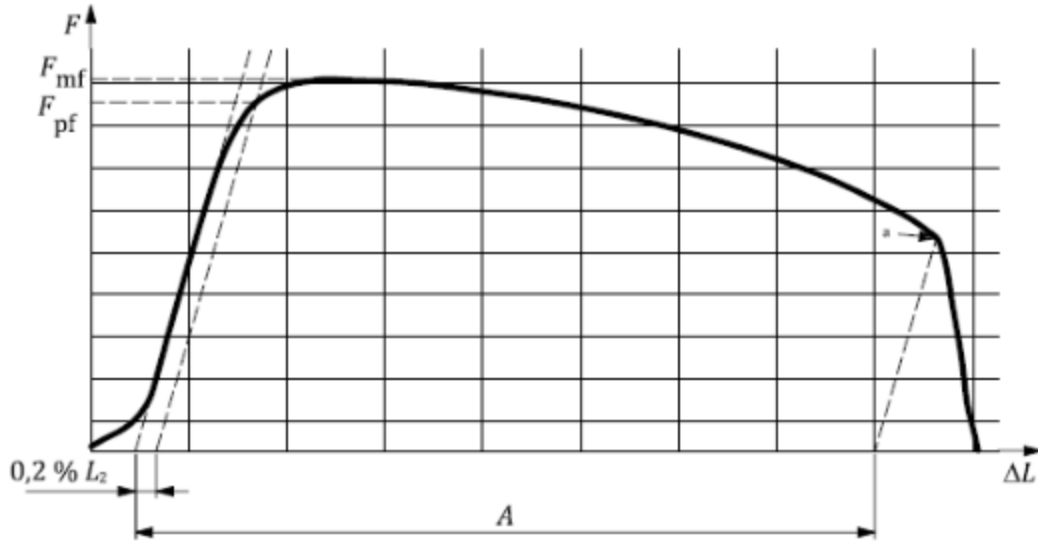
应按照 ISO6892-1 的规定进行拉伸测试。试验机夹头的分离速率，在达到载荷  $F_{pr}$  时，不应超过 10mm/min，而在超过载荷  $F_{pr}$  时，不能超过 25mm/min。

### 9.1.2 同时测定 $R_{mf}$ 、 $R_{pf}$ 和 $A$ 的试验程序

可以直接借助适合的电子装置（如微机处理），或者依据载荷-位移曲线（见 ISO6892-1），持续测

量拉力载荷  $F$ ，直至断裂，该曲线可以自动绘制，或采用图解法。

为获得较精确的图解测量，曲线的比例尺应使表示弹性变形的直线部分与载荷轴线间的夹角在  $30^\circ \sim 45^\circ$  之间。



说明：

$\Delta L$ — 位移，mm；

$F$ — 拉力载荷，N；

$a$ — 断裂点；

图 3 载荷-位移曲线

根据图 3 可确定以下内容：

a) 最大载荷  $F_{mf}$ ；

b) 规定非比例延伸 0.2% 的载荷  $F_{pf}$ ，可直接在载荷-位移曲线上确定，步骤如下：

- 1、确定弹性范围内的斜率（曲线的笔直部分）；
- 2、在位移轴  $\Delta L$  上，在距离长度为  $0.2\%L_2$  处绘制一条平行线；
- 3、该平行线和曲线之间的交点对应于载荷  $F_{pf}$ 。

如有疑问，弹性范围内的斜率，可画一条与曲线相交两点的直线来确定，这相交的两点，分别对应于表 5 和表 7 中规定的  $0.3F_{pf,min}$  和  $0.6F_{pf,min}$ 。

c) 断后伸长量  $A$ ，步骤如下：

1、通过断裂点，绘制一条与弹性范围内的斜率平行的线（曲线的直线部分），该平行线与位移轴相交；

2、根据图 3，可直接在位移轴  $\Delta L$  上确定伸长量  $A$ 。

### 9.1.3 测定规定非比例延伸 0.2% 应力 $R_{pf}$ 的试验程序

该试验应通过测量紧固件在承受轴向拉力载荷时的载荷和伸长率来进行，参见图 4。若该试验还需测量断后伸长量  $A$ （见 9.1.7），则应试验到断裂为止。试验机夹头的分离速率，在达到载荷  $F_{pf}$  时，不应超过 10mm/min，而在超过载荷  $F_{pf}$  时，不能超过 25mm/min。

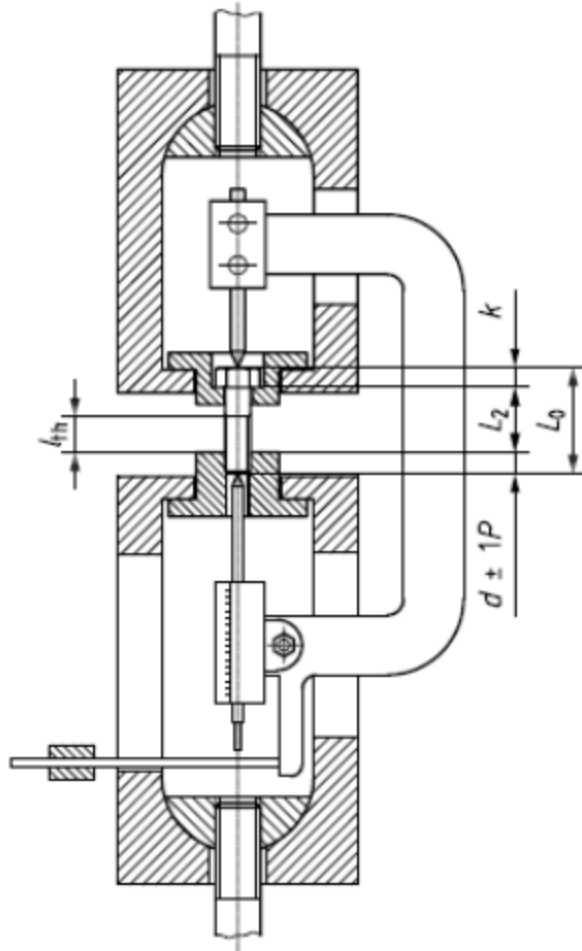
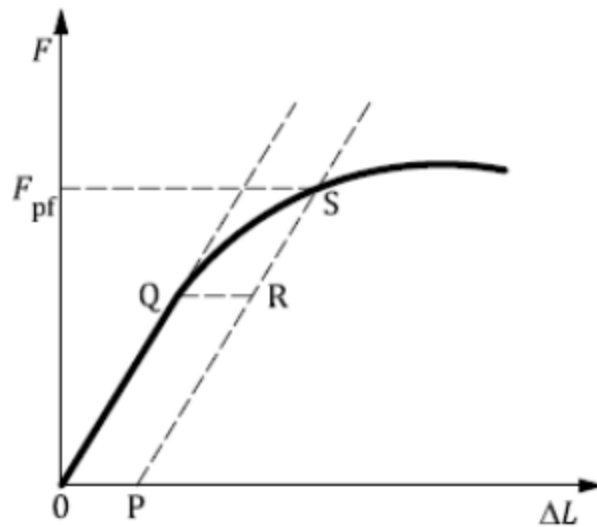


图 4 带引伸计的测试装置示例

测量伸长率时，应在紧固件的头部和尾部之间，或者螺柱的两个端部之间来确定伸长率，参见图 4 中的  $L_0$ 。使用引伸计时，引伸计应至少满足 ISO 9513 中的 2 级要求。

载荷—伸长曲线应如图 5 所示。



说明：

$\Delta L$ — 位移，mm；

$F$ — 拉力载荷，N。

图 5 用于确定规定非比例延伸 0.2% 应力  $R_{pf}$  的载荷—伸长曲线

夹紧长度  $L_2$ ，可根据以下方式进行计算：

- 对于螺栓和螺钉，它是头部的支撑面与螺纹夹具之间的距离，参见图 2 中的 (a) 和 (b)；
- 对于无螺纹杆的螺柱，它是两个螺纹夹具之间的距离，参见图 2 中的 (c)；
- 对于全螺纹螺柱和降低了承载能力的紧固件，它是两个螺纹夹具之间的距离，参见图 2 中的 (d)。

$L_2$  的 0.2% 应按比例缩放在载荷—伸长曲线的水平轴上，即线段  $OP$ 。从曲线的直线部分，水平画出一个线段  $QR$ ，其值与  $OP$  相同。再画一条通过  $P$  和  $R$  的直线，该线与载荷—伸长曲线相交于  $S$  点，对应与垂直轴上的，就是载荷  $F_{pf}$ 。

#### 9.1.4 测定伸长量 $A$ 的替代试验程序

紧固件的总长度  $L_0$  应按照图 6 中 (a) 所示进行测量。紧固件应按照图 2 所示安装在夹具中，承受轴向载荷，直至发生断裂。试验机夹头的分离速率，在达到载荷  $F_{pf}$  时，不应超过 10mm/min，而在超过载荷  $F_{pf}$  时，不能超过 25mm/min。

发生断裂后，将断裂的两个部分拼对在一起，按照图 6 中 (b) 所示测量长度  $L_1$ 。

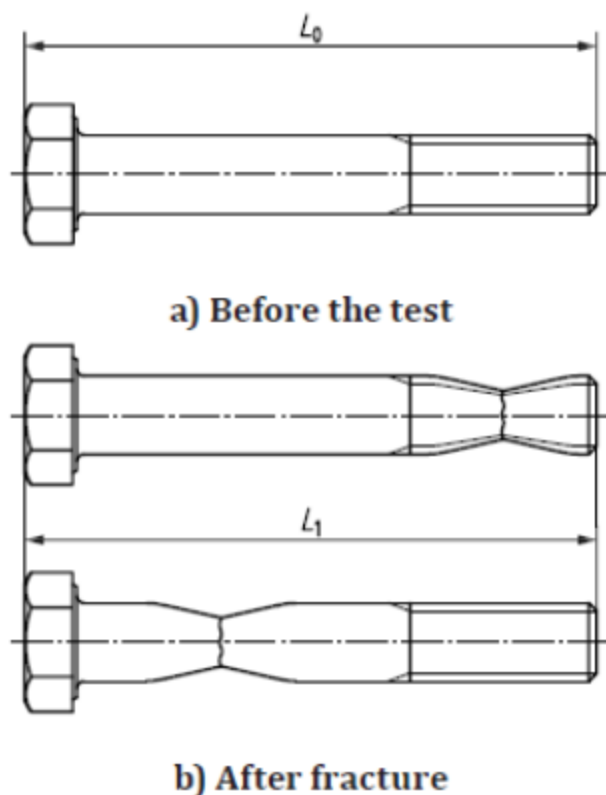


图 6 断后伸长量  $A$  的测定

断后伸长量  $A$  按照下述公式进行计算：

$$A = L_1 - L_0$$

### 9.1.5 抗拉强度 $R_{mf}$ 的测试结果和要求

根据公称应力截面积  $A_{s,nom}$  和试验过程中测量的极限拉力载荷  $F_{mf}$ ，计算抗拉强度  $R_{mf}$ ：

$$R_{mf} = \frac{F_{mf}}{A_{s,nom}}$$

其中：

$$A_{s,nom} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

式中：

$d_2$ — 外螺纹的基本中径，参见 ISO724；

$d_3$ — 外螺纹的小径。

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

其中：

$d_1$ — 外螺纹的基本小径，参见 ISO724；

$H$ — 螺纹的原始三角形高度，参见 ISO68-1。

公称应力截面积  $A_{s,nom}$  的数值在表 4 和表 6 中给出，并四舍五入到 3 个有效数字。

为了满足要求，应断裂在未旋合螺纹的长度内或无螺纹杆部。断裂不应发生在头部：

- 带无螺纹杆部的螺栓，在头部和杆部的过渡处不应该发生断裂；
- 对于全螺纹的螺钉，如断裂开始于未旋合螺纹的长度内，允许在拉断前，已延伸或扩展到头部与螺纹交接处，或者进入头部。

抗拉强度  $R_{mf}$  应符合表 2 或表 3 中规定的要求。最小拉力载荷  $F_{mf,min}$  应符合表 4 或表 6 中规定的要求。

### 9.1.6 规定非比例延伸 0.2% 应力 $R_{pf}$ 的测试结果和要求

应按以下公式计算 0.2% 非比例延伸应力  $R_{pf}$ ：

$$R_{pf} = \frac{F_{pf}}{A_{s,nom}}$$

公称应力截面积  $A_{s,nom}$  的数值在表 5 和表 7 中给出，并四舍五入到 3 个有效数字。

抗拉强度  $R_{mf}$  应符合表 2 或表 3 中规定的要求。最小拉力载荷  $F_{mf,min}$  应符合表 5 或表 7 中规定的要求。

有争议时，可参考 9.1.3 中采用引伸计的方法来测定规定非比例延伸 0.2% 应力  $R_{pf}$ 。

### 9.1.7 断后伸长量 $A$ 的测试结果和要求

断后伸长量  $A$  应符合表 2 或表 3 规定的要求。

有争议时，可参考 9.1.3 中采用引伸计的方法来测定断后伸长量  $A$ 。

## 9.2 头部弱的螺栓和螺钉拉伸测试

### 9.2.1 通则

本试验是为测定因头部设计，预计断裂不是发生在未旋合螺纹长度内的螺栓和螺钉的拉力载荷  $F_{mf}$ （参见 8.2.2 和图 7）。

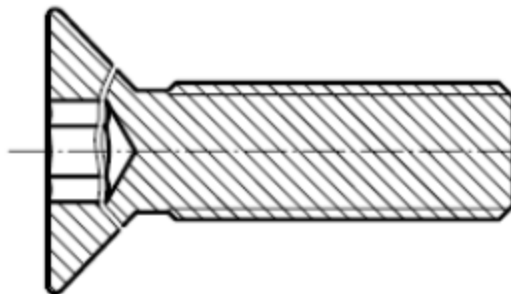


图 7 因头部设计而断裂的降低了承载能力的螺钉示例

因头部设计而降低承载能力的螺栓和螺钉，只需根据 9.1 测定拉力载荷  $F_{mf}$ 。而抗拉强度  $R_{mf}$ 、断后伸长量  $A$  和规定非比例延伸 0.2% 应力  $R_{pf}$  则不适用。

降低了承载能力的螺栓和螺钉 ( $b < 3d$ )，不能按照 9.1 进行拉伸测试，按照 10.1.3 规定，只能标识不锈钢组别，而没有性能等级。

对于螺纹长度  $b \geq 3d$  的降低了承载能力的螺栓和螺钉，可以按照 9.1 对螺纹进行拉伸测试，这种情况下，按照 10.1.3 的规定，可以标识以数字“0”开头的性能等级，来表示降低了承载能力。

### 9.2.2 试验程序

参见 9.1.2。

### 9.2.3 拉力载荷 $F_{mf}$ 的测试结果和要求

试验过程中，测得的最大载荷，应等于或大于相关产品标准中规定的最小拉力载荷，或供买双方在订购时达成协议的最小拉力载荷。

## 9.3 因杆部设计而降低承载能力紧固件的拉伸试验

### 9.3.1 通则

本试验适用于为了使无螺纹杆部断裂而对杆部进行了特别设计（无螺纹杆直径  $d_s < d_2$ ）的螺栓、螺钉和螺柱抗拉强度的测定，参见 8.2.2 和图 8。

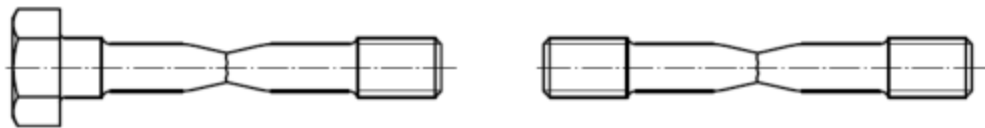


图 8 因杆部设计而降低承载能力的紧固件示例

因杆部设计而降低承载能力的紧固件，只需根据 9.1 测定抗拉强度  $R_{mf}$ 。断后伸长量  $A$  和 0.2% 非比例延伸应力  $R_{pf}$  以及表 4 和表 6 中规定的最小拉力载荷则不适用。

注：这些紧固件根据 10.1.3 的规定，在性能等级前面加数字“0”标识，以表示降低了承载能力。

### 9.3.2 试验程序

参见 9.1.2。

### 9.3.3 抗拉强度测试结果

根据无螺纹杆部的横截面积  $A_{ds}$  和试验过程中测量的极限拉力载荷  $F_{mds}$ ，计算抗拉强度  $R_{mds}$ ：

$$R_{mds} = \frac{F_{mds}}{A_{ds}}$$

其中：

$$A_{ds} = \frac{\pi}{4} d_s^2$$

该试验应断裂在杆部，且  $R_{mds}$  应符合表 2 或表 3 中规定的  $R_{mf}$  要求。

## 9.4 楔负载试验

### 9.4.1 通则

本试验可同时测定：

- 抗拉强度  $R_{mf}$ ；和
- 头与无螺纹杆部或螺纹部分交接处的牢固性。

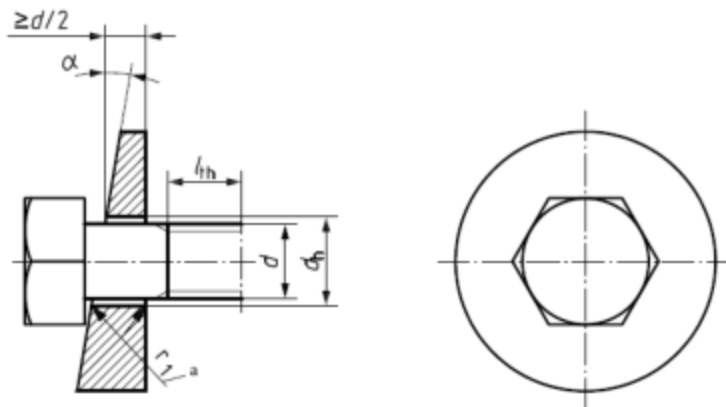
本试验适用于以下规格的螺栓和螺钉：

- 马氏体不锈钢；
- 所有性能等级；
- 全承载能力的螺栓和螺钉（不含螺柱）；
- 平支承表面或锯齿形表面；
- $3\text{mm} \leq d \leq 39\text{mm}$ ；
- 公称长度  $l \geq 2.5d$ ，螺纹长度  $b \geq 2d$ 。

拉伸测试机、装置和夹具应符合 9.1.1 的要求，但不包含以下内容：

- 对楔垫的角度有影响的工装夹具不得使用；
- 该试验装置应有足够的刚性，以确保弯曲发生在头部与无螺纹杆部或螺纹部分的交接处。

楔块应符合图 9，表 11 和 12 的要求。



a— 半径或倒角为  $45^\circ$ （参见表 12）



图 9 螺栓和螺钉楔负载试验用的楔垫

表 11 楔负载试验用楔垫的角度 $\alpha$

螺纹公称直径 $d$ mm	螺栓和螺钉的无螺纹杆部长度 $l_s \geq 2d$	全螺纹螺钉、螺栓和螺钉无螺纹杆长度 $l_s < 2d$
	$\alpha \pm 30'$	
$3 \leq d \leq 30$	$10^\circ$	$6^\circ$
$20 < d \leq 39$	$6^\circ$	$4^\circ$

如果头部支承直径大于  $1.7d$  的螺栓或螺钉未通过楔负载试验，那么可以从同一生产批次中购买一个新的紧固件，将其头部加工至  $1.7d$  后进行测试。

表 12 楔垫孔径和圆角半径

Nominal thread diameter, $d$	$d_h^{a,b}$		$r_1^c$	Nominal thread diameter, $d$	$d_h^{a,b}$		$r_1^c$
	min.	max.	nom.		min.	max.	nom.
3	3,4	3,58	0,7	16	17,5	17,77	1,3
3,5	3,9	4,08	0,7	18	20,0	20,33	1,3
4	4,5	4,68	0,7	20	22,0	22,33	1,6
5	5,5	5,68	0,7	22	24,0	24,33	1,6
6	6,6	6,82	0,7	24	26,0	26,33	1,6
7	7,6	7,82	0,8	27	30,0	30,33	1,6
8	9,0	9,22	0,8	30	33,0	33,39	1,6
10	11,0	11,27	0,8	33	36,0	36,39	1,6
12	13,5	13,77	0,8	36	39,0	39,39	1,6
14	15,5	15,77	1,3	39	42,0	42,39	1,6

<sup>a</sup> Medium series in accordance with ISO 273.  
<sup>b</sup> For square neck bolts, the hole shall be adapted to accommodate the square neck.  
<sup>c</sup> The radius or chamfer  $r_1$  is specified for product grades A and B; for product grade C, it should be in accordance with the following formula:  $r_c = \frac{d_{a,max} - d_{s,min}}{2} + 0,2$ . The tolerance on  $r_1$  and  $r_c$  should be  $\pm 0,1$  mm.

#### 9.4.2 试验程序

紧固件应按照收到的状态来进行测试。

楔垫应按照图 9 所示放置在紧固件的头部下方，同时紧固件应按图 2 所示安装在夹具中。夹具中旋合的螺纹长度应为  $1d \pm 1P$ 。

应按照 ISO6892-1 的要求进行楔负载试验。试验机夹头的分离速率不应超过 25mm/min。该试验应持续到样件断裂为止。

应测量极限拉力载荷  $F_{mf}$ 。

### 9.4.3 试验结果和要求

有关测试的结果和要求，请参阅 9.1.5。

## 9.5 扭矩测试

### 9.5.1 通则

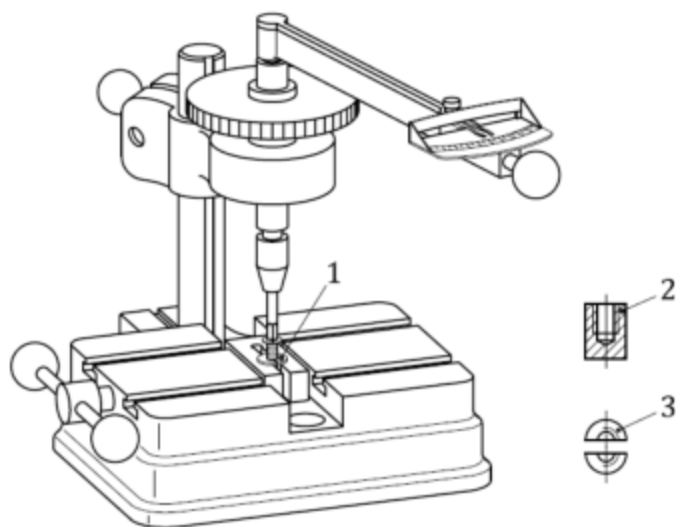
本试验是为了测试小螺栓和螺钉，以及由于长度太短而无法进行拉伸试验的螺栓和螺钉的破坏扭矩  $M_B$ 。

本试验适用于符合以下规定的紧固件：

- 全承载能力的螺栓和螺钉；
- 螺纹公称直径为  $1.6 \text{ mm} \leq d < 3 \text{ mm}$  的所有长度的螺栓和螺钉，以及螺纹公称直径为  $3 \text{ mm} \leq d \leq 16 \text{ mm}$  且长度  $l < 2,5d$  的螺栓和螺钉；
- 螺纹长度  $b \geq 1d + 2P$ 。

性能等级为 50、70 和 80 的粗牙奥氏体不锈钢螺栓和螺钉，在表 8 中给出了最小破坏扭矩。而性能等级为 100 的奥氏体或其他组别的紧固件以及细牙紧固件，也可以进行破坏扭矩测试。但在订购时，供需双方必须就最小破坏扭矩达成一致。

破坏扭矩测试装置，请参照图 10。



说明：

- 1— 夹紧装置（螺纹嵌件或螺纹开合模）；
- 2— 带盲孔的螺纹嵌件；
- 3— 螺纹开合模。

图 10 破坏扭矩  $M_B$  的测试装置

该扭矩测试装置的精度应达到测出值的  $\pm 6\%$  以内。

## 9.5.2 试验程序

本试验应按照收到的样品状态进行测试。对于带有凹槽或内扳拧的螺栓和螺钉，因这些位置本身太弱无法达到规定的最小破坏扭矩，那么可以通过加工头部的外径获得可扳拧的形状（例如两个平整的表面）来进行测试。

螺栓或螺钉在夹紧装置中被夹紧的螺纹长度应至少为  $1d$ ，但不包括末端的长度。同时，要保证至少有 2 个完整螺纹伸出夹紧装置上方。

夹紧装置和扭矩测试仪应与紧固件的轴线对齐。

扭矩应以不断增大的方式施加到螺栓或螺钉上，直到发生断裂。

应记录测试过程中的最大扭矩。

## 9.5.3 试验结果及要求

紧固件应符合表 8 中规定的最小破坏扭矩  $M_B$ 。

注：表 8 中除了奥氏体不锈钢外（不含性能等级 100），未规定其他组别的不锈钢紧固件要求，也未规定细牙螺纹紧固件和因杆部设计降低了承载能力紧固件的要求。

对于可以进行拉伸试验的螺栓和螺钉，可以按照第 9.1 条的要求进行拉伸试验。

## 9.6 硬度试验

### 9.6.1 通则

本试验适用于符合以下规定的紧固件：

- 马氏体和铁素体不锈钢；
- 所有性能等级；
- 所有尺寸；
- 任何形状。

### 9.6.2 试验程序

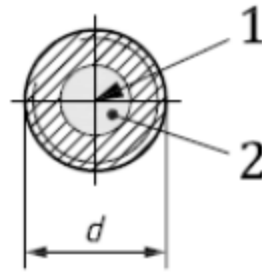
本试验应按照收到的样品状态进行测试。

可以按照 ISO6507-1 (HV), ISO6508-1 (HRC), ISO6506-1 (HBW) 进行硬度测试。维氏硬度试验用最小载荷为 98N。布氏硬度的试验载荷等于  $30D^2$ ，单位为 N。

硬度应在螺纹部分的横截面上进行测定。应在距离紧固件末端  $1d$  处取横截面，此过程中，不应使硬度发生变化，且横截面表面要经过适当的处理。

注：“芯部硬度”通常指用此方法测试的硬度。

应在轴心线与 1/2 半径间的区域内测定硬度，如图 11 所示。



说明：

- 1— 紧固件的轴心线；
- 2— 1/2 半径区域（半径  $W \leq 0.25d$ ）。

图 11 1/2 半径区域内测定硬度

当试验区域的大小允许时，应测量三个值，测量位置应间隔约  $120^\circ$ 。硬度值应为三个测试值的平均值。

### 9.6.3 试验结果及要求

硬度值应符合表 3 中规定的要求。

如有争议，应使用维氏硬度 HV10 进行仲裁试验。

## 10 紧固件的标记和标签

### 10.1 紧固件的标记

#### 10.1.1 标记的一般要求

紧固件的标记包括：

- 第 5 条中规定的不锈钢组别（见图 1）；
- 如第 10.1.3 条所述，可增加字母“L”；
- 连接符；
- 如 10.1.2 或 10.1.3 中规定的性能等级。

和

- 制造商的识别标志，如 10.2 所述。

按照本文件要求制造的紧固件，应按照第 5 条的规定进行命名，并按照第 10 条的规定进行标记。

只有符合本文件规定的以下要求时，才能按照第 5 条和第 10 条的规定进行命名和标记：

— 表 1 规定的化学成分；

和

— 按照第 8 条和第 9 条进行测试，符合第 6 条和第 7 条中规定的机械和物理性能。

对于因长度太短 ( $b < 3d$ )，而不能在螺纹杆部进行拉伸测试的降低了承载能力的紧固件，只能标记不锈钢组别，而不能标记性能等级。

紧固件的制造过程应包括紧固件的标记。它应该有凹痕或压纹。头部上面的标志高度，不能计算在头部高度尺寸内。

### 10.1.2 全承载能力的紧固件的性能等级标记

全承载能力的紧固件的性能等级标志符号应如表 13 所示。

表 13 全承载能力紧固件的性能等级标记符号

性能等级	45	50	60	70	80	100	110
标记符号	45	50	60	70	80	100	110

### 10.1.3 降低承载能力的紧固件的性能等级标记

可以按照 9.1 进行拉伸测试的降低了承载能力的紧固件，可以按照表 14 的要求，在性能等级前面加上数字“0”进行标记。

当降低了承载能力的紧固件符合产品标准时，按照表 14 进行标记的紧固件应适用于产品规定中的所有尺寸，及时有些尺寸可以满足全承载能力的要求。

表 14 可按照 9.1 进行拉伸实验的降低了承载能力的紧固件的性能等级标记

性能等级	45	50	60	70	80	100	110
标记符号 <sup>a</sup>	045	050	060	070	080	0100	0110
a 对于因长度太短 ( $b < 3d$ ) 而无法在螺纹杆部进行拉伸测试的，降低了承载能力的紧固件，则不应引用其性能等级。							

### 10.1.4 附加标记

对于含碳量不超过 0.030% 的低碳奥氏体不锈钢紧固件，可在不锈钢组别之后和连字符之前另外用字母“L”来标记。

例如：A4L-80

对于特定订单制造的紧固件，可以在紧固件和标志上进行额外的标记。对于库存中的紧固件，应在标志上增加额外的标记。

## 10.2 制造者的识别标志

在生产过程中，所有标记不锈钢组别和性能等级的紧固件，都应标记制造者的识别标志。

没有标记不锈钢组别和/或性能等级符号的紧固件上，也建议标记制造者的识别标志。

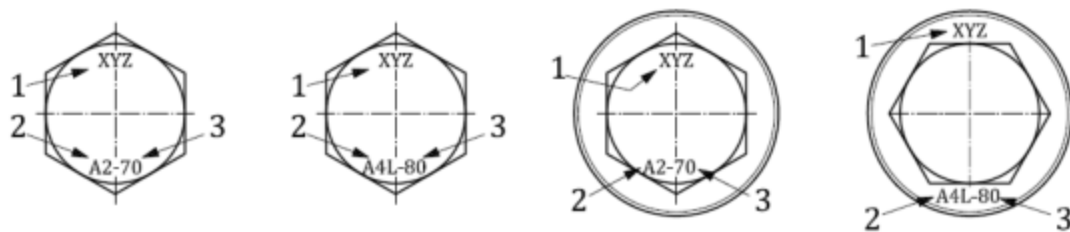
如果分销商在紧固件上标志其自己的识别标志，则将会被认作为制造者。

## 10.3 紧固件上的标记

### 10.3.1 六角头螺栓和螺钉

螺纹公称直径  $d \geq 5$  mm 的六角头螺栓和螺钉，应按照第 6 条标记不锈钢组别，按照表 13（全承载能力的紧固件）和表 14（ $b \geq 3d$ ，可按照 9.1 进行拉伸测试，降低了承载能力的紧固件）标记性能等级，按照第 10.2 条标记制造者标志。

对于六角头螺栓和螺钉，最好在头部顶面用凹字或凸字，或者在头部侧面用凹字进行标记，（参见图 12）。对于法兰面螺栓和螺钉，当制造工艺不允许在头部顶面进行标记时，可在法兰上标记。



说明：

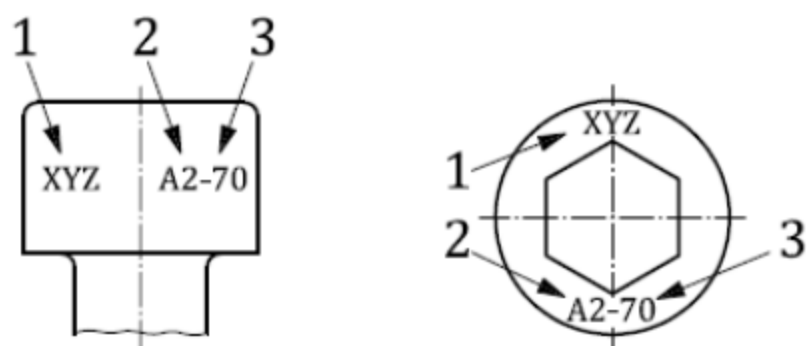
- 1— 制造者的识别标志；
- 2— 不锈钢组别；
- 3— 性能等级（全承载能力）。

图 12 全承载能力六角头螺栓和螺钉的标记示例

### 10.3.2 内六角和六角花形头螺栓和螺钉

螺纹公称直径  $d \geq 5$  mm 的内六角和六角花形头螺栓和螺钉，应按照第 6 条标记不锈钢组别，按照表 13（全承载能力的紧固件）和表 14（ $b \geq 3d$ ，可按照 9.1 进行拉伸测试，降低了承载能力的紧固件）标记性能等级，按照第 10.2 条标记制造者标志。

对于带帽螺钉，干酪头螺栓和螺钉，最好在头部顶面用凹字或凸字，或者在头部侧面用凹字进行标记，（参见图 13）。

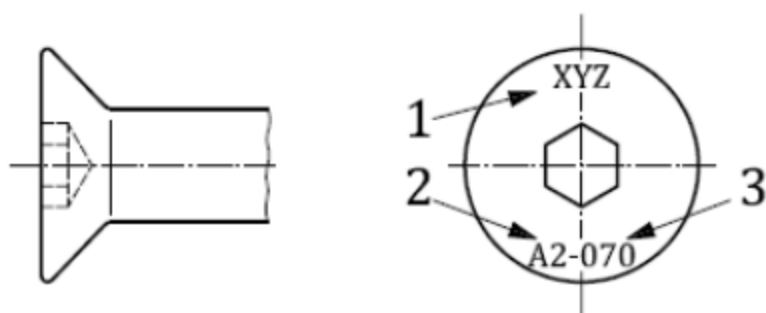


说明：

- 1— 制造者的识别标志；
- 2— 不锈钢组别；
- 3— 性能等级（全承载能力）。

图 13 全承载能力的内六角头螺钉的标记示例

图 14 显示了一种可以按照 9.1 进行拉伸测试， $b \geq 3d$  的降低了承载能力的紧固件的标记示例。



说明：

- 1— 制造者的识别标志；
- 2— 不锈钢组别；
- 3— 性能等级（降低了承载能力）。

图 14 可进行拉力测试的降低了承载能力的螺钉的标记示例

### 10.3.3 其他类型的螺栓和螺钉

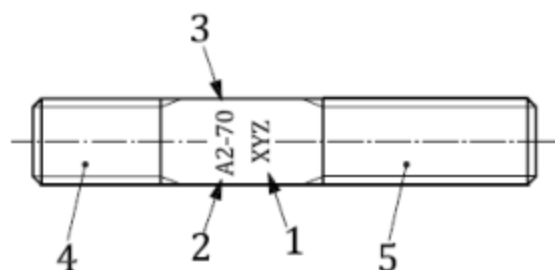
其他类型的螺栓和螺钉，应尽可能地以相同的方式进行标记，最好是标记在头部。

#### 10.3.4 螺柱（一头和两头）

螺纹公称直径  $d \geq 5$  mm 的螺柱，应按照第 6 条标记不锈钢组别，按照表 13（全承载能力的螺柱）和表 14（降低承载能力的螺柱，例如腰状杆）标记性能等级，按照第 10.2 条标记制造者标志。应在螺柱的无螺纹杆上进行标记，参见图 16（a）。

如果无法在无螺纹的杆上做标记，则可在螺柱的拧入螺母端上只标记不锈钢的组别，参见图 16

(b)。



(a) 全承载能力螺柱在无螺纹杆上进行标记



(b) 在拧入螺母端进行选标记

说明：

- 1— 制造者的识别标志；
- 2— 不锈钢组别；
- 3— 性能等级（全承载能力）；
- 4— 螺柱的拧入基体端；
- 5— 螺柱的拧入螺母端。

图 16 螺柱的标记示例

### 10.3.5 全螺纹螺柱

全螺纹螺柱可以通过颜色来进行标记识别。

### 10.3.6 左旋螺纹标记

对于公称直径  $d \geq 5$  mm 的左旋螺纹螺栓和螺钉，应用另外的左箭头进行标记，且标记最好在头部的顶端或紧固件的末端（请参见图 17）。

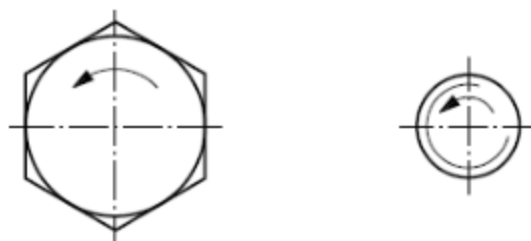


图 17 左旋螺纹的标记示例

## 10.4 包装的标记（标签）

所有尺寸、所有类型的紧固件的所有包装均应用标签进行标记。标签应包括：

- 识别标志和/或名称（制造者和/或分销商的）；
- 不锈钢组别；



- 如 10.1.3 所述，给低碳奥氏体不锈钢附加的字母 “ L”（在不锈钢组别之后）；
- 性能等级符号（在连字符后），如符合表 13 规定要求的全承载能力紧固件（例如：70）以及符合表 14 规定要求的能按照 9.1 进行拉伸测试的降低了承载能力的紧固件（例如：070）；
- 如 6.3 所述，给钝化后的紧固件附加字母 “ P”（在性能等级之后）；
- 如 6.3 所述，给润滑过的紧固件附加字母 “ Lu”（在名称的最后位置）；

和

- 如 ISO 1891-4 中所规定生产批号。