



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 3098.23—2020

---

## 紧固件机械性能 M42~M72 螺栓、螺钉和螺柱

Mechanical properties of fasteners—  
M42~M72 bolts, screws and studs

2020-03-31 发布

2020-10-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

|                   |    |
|-------------------|----|
| 前言 .....          | I  |
| 1 范围 .....        | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....   | 1  |
| 3 术语和定义 .....     | 2  |
| 4 代号 .....        | 2  |
| 5 性能等级的标记制度 ..... | 3  |
| 6 材料 .....        | 3  |
| 7 机械和物理性能 .....   | 4  |
| 8 试验方法的适用性 .....  | 7  |
| 9 试验方法 .....      | 10 |
| 10 标志 .....       | 24 |
| 参考文献 .....        | 27 |

FINESZ 泛微

www.k99w.com

## 前 言

GB/T 3098《紧固件机械性能》包括以下部分：

- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母；
- GB/T 3098.3 紧固件机械性能 紧定螺钉；
- GB/T 3098.5 紧固件机械性能 自攻螺钉；
- GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.7 紧固件机械性能 自挤螺钉；
- GB/T 3098.8 紧固件机械性能  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 使用的螺栓连接零件；
- GB/T 3098.9 紧固件机械性能 有效力矩型钢锁紧螺母；
- GB/T 3098.10 紧固件机械性能 有色金属制造的螺栓、螺钉、螺柱和螺母；
- GB/T 3098.11 紧固件机械性能 自钻自攻螺钉；
- GB/T 3098.12 紧固件机械性能 螺母锥形保证载荷试验；
- GB/T 3098.13 紧固件机械性能 螺栓与螺钉的扭矩试验和破坏扭矩 公称直径 $1\sim 10\text{ mm}$ ；
- GB/T 3098.14 紧固件机械性能 螺母扩孔试验；
- GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母；
- GB/T 3098.16 紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉；
- GB/T 3098.17 紧固件机械性能 检查氢脆用预载荷试验 平行支承面法；
- GB/T 3098.18 紧固件机械性能 盲铆钉试验方法；
- GB/T 3098.19 紧固件机械性能 抽芯铆钉；
- GB/T 3098.20 紧固件机械性能 蝶形螺母 保证扭矩；
- GB/T 3098.21 紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉；
- GB/T 3098.22 紧固件机械性能 超细晶非调质钢螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.23 紧固件机械性能 M42~M72 螺栓、螺钉和螺柱；
- GB/T 3098.24 紧固件机械性能 高温用不锈钢和镍合金螺栓、螺钉、螺柱和螺母；
- GB/T 3098.25 紧固件机械性能 不锈钢和镍合金紧固件选用指南。

本部分为 GB/T 3098 的第 23 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国紧固件标准化技术委员会(SAC/TC 85)归口。

本部分起草单位：中机生产力促进中心、上海申光高强度螺栓有限公司、定西高强度紧固件股份有限公司、北京金风科创风电设备有限公司、山东高强紧固件有限公司、河北信德电力配件有限公司、浙江海力股份有限公司、江苏中成紧固技术发展股份有限公司、浙江迪特高强度螺栓有限公司、晋亿实业股份有限公司、冷水江天宝实业有限公司、湖南飞沃新能源科技股份有限公司、宁波金鼎紧固件有限公司、宁波坤远紧固件有限公司、上海群力紧固件制造有限公司、上海高强度螺栓厂有限公司、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心、浙江国检检测技术股份有限公司、湖南申亿机械应用研究院有限公司、眉山中车紧固件科技有限公司、浙江新东方汽车零部件有限公司。

本部分由全国紧固件标准化技术委员会负责解释。

# 紧固件机械性能

## M42~M72 螺栓、螺钉和螺柱

### 1 范围

GB/T 3098 的本部分规定了由合金钢制造的、在环境温度为 10 °C~35 °C 条件下进行测试时,螺栓、螺钉和螺柱的机械和物理性能。在该环境温度范围内符合本部分要求的紧固件,在超出该环境温度范围时,也可能达不到规定的机械和物理性能。

注 1: 按本部分生产的紧固件适用的使用温度为-50 °C~+150 °C。当使用温度超过-50 °C~+150 °C,甚至高达+300 °C时,使用者需向有关方面咨询。

注 2: 对低温和高温用钢的选择与应用,可参考 GB/T 150.2、EN 10269、ASTM F2281 和 ASTM A 320/A 320M。

注 3: 本部分不适用于某些紧固件因头部几何尺寸造成头部剪切面积较小,可能达不到本部分的抗拉或扭矩要求的紧固件。

本部分适用的紧固件:

- a) 由合金钢制造的;
- b) 符合 GB/T 192 规定的普通螺纹;
- c) 性能等级 8.8 级、10.9 级,粗牙螺纹 M42~M68,细牙螺纹 M45×3~M72×6;
- d) 符合 GB/T 193 规定的直径与螺距组合;
- e) 符合 GB/T 197、GB/T 9145 规定的公差。

本部分未规定以下性能要求:

- 可焊接性;
- 耐腐蚀性;
- 耐剪切应力;
- 扭矩-夹紧力性能;
- 耐疲劳性。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于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。

GB/T 90.3 紧固件 质量保证体系(GB/T 90.3—2010, ISO 16426:2002, IDT)

GB/T 192 普通螺纹 基本牙型(GB/T 192—2003, ISO 68-1:1998, MOD)

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸(GB/T 196—2003, ISO 724:1993, MOD)

GB/T 197 普通螺纹 公差(GB/T 197—2018, ISO 965-1:2013, MOD)

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法(GB/T 228.1—2010, ISO 6892-1:2009, MOD)

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007, ISO 148-1:2006, MOD)

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(GB/T 230.1—2018, ISO 6508-1:2016, MOD)

## GB/T 3098.23—2020

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1—2018,ISO 6506-1:2014,MOD)

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱(GB/T 3098.1—2010,ISO 898-1:2009,MOD)

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1—2009,ISO 6507-1:2005,MOD)

GB/T 5267.1 紧固件 电镀层(GB/T 5267.1—2002,ISO 4042:1999, IDT)

GB/T 5267.2 紧固件 非电解锌片涂层(GB/T 5267.2—2017,ISO 10683:2014,MOD)

GB/T 5267.3 紧固件 热浸镀锌层(GB/T 5267.3—2008,ISO 10684:2004, IDT)

GB/T 5276 紧固件 螺栓、螺钉、螺柱及螺母 尺寸代号和标注(GB/T 5276—2015,ISO 225:2010,MOD)

GB/T 5277 紧固件 螺栓和螺钉通孔(GB/T 5277—1985,eqv ISO 273:1979)

GB/T 5779.1 紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求(GB/T 5779.1—2000, idt ISO 6157-1:1988)

GB/T 5779.3 紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 特殊要求(GB/T 5779.3—2000, idt ISO 6157-3:1988)

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机测力系统的检验与校准(GB/T 16825.1—2008,ISO 7500-1:2004, IDT)

### 3 术语和定义

GB/T 3098.1 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 代号

GB/T 5276、GB/T 197 给出的以及下列代号适用于本文件。

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| $A$          | 机械加工试件的断后伸长率, %   |
| $A_f$        | 紧固件实物的断后伸长率       |
| $A_{s, nom}$ | 螺纹公称应力截面积, $mm^2$ |
| $b$          | 螺纹长度, mm          |
| $b_m$        | 螺柱(拧入金属端)螺纹长度, mm |
| $d$          | 螺纹公称直径, mm        |
| $d_0$        | 机械加工试件的直径, 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, mm         |
| $d_a$        | 过渡圆直径(支承面的内径), mm |
| $d_h$        | 楔垫或垫片的孔径, mm      |
| $d_s$        | 无螺纹杆径, mm         |
| $d_t$        | 机加工试件螺纹公称直径, mm   |
| $E$          | 螺纹未脱碳的高度, mm      |
| $F_m$        | 极限拉力载荷, N         |

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| $F_{m,min}$ | 最小拉力载荷, N                         |
| $F_p$       | 保证载荷, N                           |
| $G$         | 螺纹全脱碳层的深度, mm                     |
| $H$         | 螺纹原始三角形高度, mm                     |
| $H_1$       | 最大实体条件下外螺纹的牙形高度, mm               |
| $k$         | 头部高度, mm                          |
| $K_V$       | V型缺口试样的冲击吸收能量, J                  |
| $l$         | 公称长度, mm                          |
| $l_0$       | 施加载荷前紧固件的总长度, mm                  |
| $l_1$       | 卸除第一次载荷后紧固件的总长度, mm               |
| $l_2$       | 卸除第二次载荷后紧固件的总长度, mm               |
| $l_s$       | 无螺纹杆部长度, mm                       |
| $l_t$       | 螺柱的总长度, mm                        |
| $l_{th}$    | 试验夹具中紧固件未旋合螺纹的长度, mm              |
| $L_c$       | 机械加工试件直线段的长度, mm                  |
| $L_0$       | 机械加工试件的初始测量长度, mm                 |
| $L_t$       | 机械加工试件的总长度, mm                    |
| $L_u$       | 机械加工试件的最终测量长度, mm                 |
| $P$         | 螺距, mm                            |
| $r$         | 圆角半径, mm                          |
| $R_m$       | 抗拉强度, MPa                         |
| $R_{p0.2}$  | 机械加工试件的规定塑性延伸率为0.2%时的应力, MPa      |
| $s$         | 对边宽度, mm                          |
| $S_0$       | 拉力试验前机械加工试件的横截面积, mm <sup>2</sup> |
| $S_p$       | 保证应力, MPa                         |
| $S_u$       | 机械加工试件的断后横截面积, mm <sup>2</sup>    |
| $Z$         | 机械加工试件的断面收缩率, %                   |
| $\alpha$    | 楔负载拉力试验用楔垫角度, (°)                 |

## 5 性能等级的标记制度

本部分性能等级的标记制度按 GB/T 3098.1 的规定。

## 6 材料

表 1 规定了各性能等级用钢的化学成分极限和最低回火温度。材料化学成分应符合有关材料标准的规定。

注：某些化学元素受一些国家的法规限制或禁止使用，当涉及有关国家或地区时需要注意。

表 1 材料

| 性能等级              | 材料和热处理                | 化学成分极限/%(熔炼分析) <sup>a</sup> |      |       |       |       | 回火温度 |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------|------|-------|-------|-------|------|
|                   |                       | C                           |      | P     | S     | B     | °C   |
|                   |                       | min                         | max  | max   | max   | max   | min  |
| 8.8 <sup>c</sup>  | 合金钢淬火并回火 <sup>b</sup> | 0.20                        | 0.55 | 0.025 | 0.025 | 0.003 | 500  |
| 10.9 <sup>c</sup> | 合金钢淬火并回火 <sup>b</sup> | 0.30                        | 0.55 | 0.025 | 0.025 | 0.003 | 500  |

<sup>a</sup> 有争议时,实施成品分析。

<sup>b</sup> 这些合金钢至少应含有下列的一种元素,其最小含量分别为:铬 0.30%;镍 0.30%;钼 0.20%;钒 0.10%。当含有两种、三种或四种复合的合金成分时,合金元素的含量不能少于单个合金元素含量总和的 70%。

<sup>c</sup> 对这些性能等级用材料,应有足够的淬透性,以确保紧固件螺纹截面的芯部在“淬硬”状态、回火前获得约 90%的马氏体组织。

7 机械和物理性能

规定性能等级的紧固件,在环境温度下,应符合表 2~表 6 规定的机械和物理性能。  
第 8 章为检验紧固件是否符合表 2~表 6 的规定,提供了可适用的试验方法。

表 2 螺栓、螺钉和螺柱的机械和物理性能

| No. | 机械或物理性能                            |                 | 性能等级      |       |
|-----|------------------------------------|-----------------|-----------|-------|
|     |                                    |                 | 8.8       | 10.9  |
| 1   | 抗拉强度 $R_m$ /MPa                    | 公称 <sup>a</sup> | 800       | 1 000 |
|     |                                    | min             | 830       | 1 040 |
| 2   | 规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 $R_{p0.2}$ /MPa | 公称 <sup>b</sup> | 640       | 900   |
|     |                                    | min             | 660       | 940   |
| 3   | 保证应力 $S_p$ <sup>c</sup> /MPa       | 公称              | 600       | 830   |
|     | 保证应力比 $S_{p,公称}/R_{p0.2,min}$      |                 | 0.91      | 0.88  |
| 4   | 机械加工试件的断后伸长率 $A$ /%                | min             | 12        | 9     |
| 5   | 机械加工试件的断面收缩率 $Z$ /%                | min             | 52        | 48    |
| 6   | 头部坚固性                              |                 | 不得断裂或出现裂缝 |       |
| 7   | 维氏硬度 HV $F \geq 98$ N              | min             | 255       | 320   |
|     |                                    | max             | 335       | 380   |
| 8   | 布氏硬度 HBW $F = 30D^2$               | min             | 250       | 316   |
|     |                                    | max             | 331       | 375   |
| 9   | 洛氏硬度 HRC                           | min             | 23        | 32    |
|     |                                    | max             | 34        | 39    |
| 10  | 表面硬度 HV0.3                         | max             | d         | d.e   |

表 2 (续)

| No.  | 机械或物理性能                 |     | 性能等级        |          |
|--|-------------------------|-----|-------------|----------|
|  |                         |     | 8.8         | 10.9     |
| 11   | 螺纹未脱碳层的高度 $E/\text{mm}$ | min | $1/2H_1$    | $2/3H_1$ |
|  | 螺纹全脱碳层的深度 $G/\text{mm}$ | max | 0.015       |          |
| 12   | 再回火后硬度的降低值 HV           | max | 20          |          |
| 13   | 吸收能量 $K_v^f/\text{J}$   | min | 27          | 27       |
| 14   | 表面缺陷                    |     | GB/T 5779.1 |          |
| <p><sup>a</sup> 规定公称值, 仅为性能等级标记制度的需要, 见第 5 章。</p> <p><sup>b</sup> 测量规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 <math>R_{p0.2}</math>。</p> <p><sup>c</sup> 表 4 和表 6 规定了保证载荷值。</p> <p><sup>d</sup> 当采用 HV0.3 测定表面硬度及芯部硬度时, 紧固件的表面硬度不应比芯部硬度(1/2 半径处测定)高出 30 HV 单位。</p> <p><sup>e</sup> 最高表面硬度不大于 390 HV。</p> <p><sup>f</sup> 试验温度在 <math>-20\text{ }^\circ\text{C}</math> 下测定, 见 9.9。</p> |                         |     |             |          |

表 3 最小拉力载荷 粗牙螺纹

| 螺纹规格 ( $d$ )                                  | 螺纹公称应力截面积<br>$A_{s, \text{公称}}/\text{mm}^2$ | 性能等级  |           |
|---|---|---|-----------|
|   |   | 8.8   | 10.9      |
|   |   | 最小拉力载荷 $F_{m, \text{min}} (A_{s, \text{公称}} \times R_{m, \text{min}})/\text{N}$ |           |
| M42   | 1 120                                       | 929 600   | 1 164 800 |
| M45   | 1 310                                       | 1 087 300   | 1 362 400 |
| M48   | 1 470                                       | 1 220 100   | 1 528 800 |
| M52   | 1 760                                       | 1 460 800   | 1 830 400 |
| M56   | 2 030                                       | 1 684 900   | 2 111 200 |
| M60   | 2 360                                       | 1 958 800   | 2 454 400 |
| M64   | 2 680                                       | 2 224 400   | 2 787 200 |
| M68   | 3 060                                       | 2 539 800   | 3 182 400 |
| <sup>a</sup> $A_{s, \text{公称}}$ 的计算见 9.1.6.1。 |   |   |           |



表 4 保证载荷 粗牙螺纹

| 螺纹规格( <i>d</i> ) | 螺纹公称应力截面积<br>$A_{s,公称}^a/\text{mm}^2$ | 性能等级  |           |
|------------------|---------------------------------------|---|-----------|
|                  |                                       | 8.8   | 10.9      |
|                  |                                       | 保证载荷 $F_P(A_{s,公称} \times S_{P,公称})/\text{N}$ |           |
| M42              | 1 120                                 | 672 000                                       | 929 600   |
| M45              | 1 310                                 | 786 000                                       | 1 087 300 |
| M48              | 1 470                                 | 882 000                                       | 1 220 100 |
| M52              | 1 760                                 | 1 056 000                                     | 1 460 800 |
| M56              | 2 030                                 | 1 218 000                                     | 1 684 900 |
| M60              | 2 360                                 | 1 416 000                                     | 1 958 800 |
| M64              | 2 680                                 | 1 608 000                                     | 2 224 400 |
| M68              | 3 060                                 | 1 836 000                                     | 2 539 800 |

<sup>a</sup>  $A_{s,公称}$  的计算见 9.1.6.1。

表 5 最小拉力载荷 细牙螺纹

| 螺纹规格( <i>d</i> × <i>P</i> ) | 螺纹公称应力截面积<br>$A_{s,公称}^a/\text{mm}^2$ | 性能等级   |           |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|-----------|
|                             |                                       | 8.8  | 10.9      |
|                             |                                       | 最小拉力载荷 $F_{m,min}(A_{s,公称} \times R_{m,min})/\text{N}$ |           |
| M45 × 3                     | 1 400                                 | 1 162 000  | 1 456 000 |
| M52 × 4                     | 1 830                                 | 1 518 900  | 1 903 200 |
| M56 × 4                     | 2 144                                 | 1 779 520  | 2 229 760 |
| M60 × 4                     | 2 490                                 | 2 066 700  | 2 589 600 |
| M64 × 4                     | 2 851                                 | 2 366 330  | 2 965 040 |
| M72 × 6                     | 3 460                                 | 2 871 800  | 3 598 400 |

<sup>a</sup>  $A_{s,公称}$  的计算见 9.1.6.1。

表 6 保证载荷 细牙螺纹

| 螺纹规格( <i>d</i> × <i>P</i> ) | 螺纹公称应力截面积<br>$A_{s,公称}^a/\text{mm}^2$ | 性能等级  |           |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|-----------|
|                             |                                       | 8.8   | 10.9      |
|                             |                                       | 保证载荷 $F_P(A_{s,公称} \times S_{P,公称})/\text{N}$ |           |
| M45 × 3                     | 1 400                                 | 840 000                                       | 1 162 000 |
| M52 × 4                     | 1 830                                 | 1 098 000                                     | 1 518 900 |
| M56 × 4                     | 2 144                                 | 1 286 400                                     | 1 779 520 |
| M60 × 4                     | 2 490                                 | 1 494 000                                     | 2 066 700 |
| M64 × 4                     | 2 851                                 | 1 710 600                                     | 2 366 330 |
| M72 × 6                     | 3 460                                 | 2 076 000                                     | 2 871 800 |

<sup>a</sup>  $A_{s,公称}$  的计算见 9.1.6.1。

## 8 试验方法的适用性

### 8.1 通则

FF 和 MP 两个试验系列(组),可对表 2 规定的紧固件机械和物理性能进行试验。FF 组用于紧固件成品试验,而 MP 组用于紧固件材料性能试验。FF 和 MP 组又分为:FF1、FF2 和 MP1。

### 8.2 紧固件的承载能力

全承载能力的紧固件(标准化的或非标准化的)应按 FF1、FF2 对紧固件成品进行拉力试验:

- a) 断裂应发生在未旋合螺纹的长度内;
- b) 其最小拉力载荷( $F_{m,\min}$ )应符合表 3 或表 5 的规定。

### 8.3 制造者的控制

按本部分生产的紧固件,当采用表 7~表 9 规定的“可实施的试验”时,应能符合表 2~表 6 的技术要求。

本部分不要求制造者对每一生产批都要实施试验,但制造者的责任是:可以选择自己的方法,如工序控制或检查,以确保每一生产批均符合所有的技术要求。

有争议时,应按第 9 章规定的试验方法。

### 8.4 供方的控制

供方可选择自己的方法控制其提供的紧固件符合表 2~表 6 规定的机械和物理性能。

有争议时,应按第 9 章规定的试验方法。

### 8.5 需方的控制

需方可按第 9 章的试验方法,从 8.6 中选择适当的试验系列控制交付的紧固件质量。

有争议时,应按第 9 章规定的试验方法。

## 8.6 对紧固件与机械加工试件可实施的试验

### 8.6.1 通则

按第 9 章规定的试验方法,表 7~表 9 规定了 FF1~FF2、MP1 的适用性。

表 7 和表 8 为紧固件成品试验,提供了 FF1 和 FF2 试验系列。

FF1:用于测定标准头部和标准杆或细杆(全承载能力的)即  $d_s > d_2$  或  $d_s \approx d_2$  的螺栓和螺钉成品的性能,见表 7。

FF2:用于测定标准杆或细杆(全承载能力的)即  $d_s > d_2$  或  $d_s \approx d_2$  的螺柱成品的性能,见表 8。

表 9 为紧固件材料性能试验和/或改进工艺的试验,提供了 MP1 试验系列。FF1 和 FF2 也可用于这一目的。

MP1:用于机械加工试件测定紧固件材料性能和/或改进工艺的试验,见表 9。

### 8.6.2 适用性

各种试验方法对紧固件的适用性按表 7~表 9 的规定。

8.6.3 交付试验结果

当需方要求交付包括试验结果的报告(特殊订单)时,他们应按第9章的规定,并从表7~表9中选取试验方法。由需方规定的特殊试验,应在订货时协议。

表7 FF1 试验系列 全承载能力的螺栓和螺钉成品

| No.<br>(见表2)  | 性能                 | 试验方法    | 条号   | 性能等级                       |                                  |
|---|--------------------|---------|------|----------------------------|----------------------------------|
|   |                    |         |      | 8.8、10.9                   |                                  |
|   |                    |         |      | $l < 2.5d$ 或<br>$b < 2.0d$ | $l \geq 2.5d$ 和<br>$b \geq 2.0d$ |
| 1   | 最小抗拉强度 $R_{m,min}$ | 楔负载拉力试验 | 9.1  | NF                         | a                                |
|   |                    | 拉力试验    | 9.2  | NF                         | a                                |
| 3   | 公称保证应力 $S_{P,公称}$  | 保证载荷试验  | 9.3  | NF                         |                                  |
| 6   | 头部坚固性              |         | 9.1  |                            |                                  |
| 7 或 8 或 9   | 硬度                 | 硬度试验    | 9.5  |                            |                                  |
| 10  | 最高表面硬度             | 增碳试验    | 9.7  |                            |                                  |
| 11  | 最大脱碳层              | 脱碳试验    | 9.6  |                            |                                  |
| 12  | 再回火后硬度降低值          | 再回火试验   | 9.8  | b                          | b                                |
| 14  | 表面缺陷               | 表面缺陷检查  | 9.10 |                            |                                  |
| <p><input type="checkbox"/> 可实施:能按第9章实施试验,但有争议时,应按第9章实施。</p> <p><input type="checkbox"/> 仅在有明确规定时方可实施:能按第9章实施试验,有争议时,本试验是仲裁试验。</p> <p><input type="checkbox"/> NF 不可实施:该试验不能实施,因紧固件的形状和/或尺寸影响(如长度太短而不能试验、无头的),或因该试验仅适用于特殊类型的紧固件(如高温处理紧固件的试验)。</p> |                    |         |      |                            |                                  |
| <p><sup>a</sup> <math>l \geq 2d</math> 和 <math>b &lt; 2d</math>, 见 9.1.5 和 9.2.5。</p> <p><sup>b</sup> 有争议时,本试验是仲裁试验。</p>  |                    |         |      |                            |                                  |

表8 FF2 试验系列 全承载能力的螺柱成品

| No.<br>(见表2) | 性能                 | 试验方法   | 条号  | 性能等级                       |                                  |
|--------------|--------------------|--------|-----|----------------------------|----------------------------------|
|              |                    |        |     | 8.8、10.9                   |                                  |
|              |                    |        |     | $l_1 < 3d$ 或<br>$b < 2.0d$ | $l_1 \geq 3d$ 和<br>$b \geq 2.0d$ |
| 1            | 最小抗拉强度 $R_{m,min}$ | 拉力试验   | 9.2 | NF                         | a                                |
| 3            | 公称保证应力 $S_{P,公称}$  | 保证载荷试验 | 9.3 | NF                         |                                  |
| 7 或 8 或 9    | 硬度                 | 硬度试验   | 9.5 |                            |                                  |
| 10           | 最高表面硬度             | 增碳试验   | 9.7 |                            |                                  |
| 11           | 最大脱碳层              | 脱碳试验   | 9.6 |                            |                                  |

表 8 (续)

| No.<br>(见表 2)  | 性能        | 试验方法   | 条号   | 性能等级                       |                                  |
|--|-----------|--------|------|----------------------------|----------------------------------|
|  |           |        |      | 8.8、10.9                   |                                  |
|  |           |        |      | $l_t < 3d$ 或<br>$b < 2.0d$ | $l_t \geq 3d$ 和<br>$b \geq 2.0d$ |
| 12   | 再回火后硬度降低值 | 再回火试验  | 9.8  | b                          | b                                |
| 14   | 表面缺陷      | 表面缺陷检查 | 9.10 |                            |                                  |
| <input type="checkbox"/> 可实施:能按第 9 章实施试验,但有争议时,应按第 9 章实施。<br><input type="checkbox"/> 仅在有明确规定时方可实施:能按第 9 章实施试验,有争议时,本试验是仲裁试验。<br><input type="checkbox"/> NF 不可实施:该试验不能实施,因紧固件的形状和/或尺寸影响(如长度太短而不能试验、无头的),或因该试验仅适用于特殊类型的紧固件(如高温处理紧固件的试验)。 |           |        |      |                            |                                  |
| <sup>a</sup> 如果螺柱断裂在拧入金属端的螺纹长度 $b_m$ 内,可以最小硬度代替 $R_{m,min}$ ,或也可以按 9.4 用机械加工试件测定抗拉强度 $R_m$ 。<br><sup>b</sup> 有争议时,本试验是仲裁试验。  |           |        |      |                            |                                  |

表 9 MP1 试验系列 用机械加工试件测定材料性能

| No.<br>(见表 2)  | 性能                               | 试验方法                                     | 条号  | 性能等级  |  |  |
|--|----------------------------------|--|-----|---|--|--|
|  |                                  |  |     | 8.8、10.9  |  |  |
|  |                                  |  |     | $d_0 < d_{3min}$<br>和 $b \geq d$<br>和 $l \geq 6.5d$ | $b \geq d$<br>和 $l \geq d + 26 \text{ mm}$ | $d_0 \geq 0.75d_s$ 和<br>$b \geq d$ 和<br>$l \geq 5.5d + 8 \text{ mm}$ |
| 1  | 最小抗拉强度 $R_{m,min}$               | 机械加工试件的拉力试验                              | 9.4 | a   | a  | a  |
| 2  | 规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 $R_{p0.2min}$ |  |     |   |  |  |
| 4  | 最小断后伸长率 $A_{min}$                |  |     |   |  |  |
| 5  | 最小断面收缩率 $Z_{min}$                |  |     | b, c  | d, e                                       | f, g   |
| 7 或 8 或 9  | 硬度                               | 硬度试验                                     | 9.5 |   |  |  |
| 10   | 最高表面硬度                           | 增碳试验                                     | 9.7 |   |  |  |
| 11   | 最大脱碳层                            | 脱碳试验                                     | 9.6 |   |  |  |
| 13   | 最小吸收能量 $K_{v,min}$               | 冲击试验<br>$l^h$ 或 $l_t \geq 55 \text{ mm}$ | 9.9 |   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 可实施:能按第 9 章实施试验,但有争议时,应按第 9 章实施。<br><input type="checkbox"/> 仅在有明确规定时方可实施:能按第 9 章实施试验,有争议时,本试验是仲裁试验。<br><input type="checkbox"/> NF 不可实施:该试验不能实施,因紧固件的形状和/或尺寸影响(如长度太短而不能试验、无头的),或因该试验仅适用于特殊类型的紧固件(如高温处理紧固件的试验)。   |                                  |  |     |   |  |  |
| <sup>a</sup> 如测定螺柱,最小总长度应在长度公式中增加 $1d$ 。<br><sup>b</sup> 对螺栓和螺钉,测定 $Z_{min}$ 则 $l \geq 5d$ 。<br><sup>c</sup> 对螺柱,测定 $Z_{min}$ 则 $l_t \geq 6d$ 。<br><sup>d</sup> 对螺栓和螺钉,测定 $Z_{min}$ 则 $l \geq d + 20 \text{ mm}$ 。<br><sup>e</sup> 对螺柱,测定 $Z_{min}$ 则 $l_t \geq 2d + 20 \text{ mm}$ 。<br><sup>f</sup> 对螺栓和螺钉,测定 $Z_{min}$ 则 $l \geq 4d + 8 \text{ mm}$ 。<br><sup>g</sup> 对螺柱,测定 $Z_{min}$ 则 $l_t \geq 5d + 8 \text{ mm}$ 。<br><sup>h</sup> 头部高度可以包括在内。 |                                  |  |     |   |  |  |

9 试验方法

9.1 螺栓和螺钉(不含螺柱)成品楔负载试验

9.1.1 通则

本试验可同时测定:

- 螺栓和螺钉成品的抗拉强度  $R_m$ ;
- 头与无螺纹杆部或螺纹部分交接处的牢固性。

9.1.2 适用范围

本试验适用于符合以下规定的螺栓和螺钉:

- 平支承表面或锯齿形表面;
- 头部承载能力强于螺纹杆部;
- 头部承载能力强于无螺纹杆部;
- 无螺纹杆径  $d_s > d_2$  或  $d_s \approx d_2$ ;
- 公称长度  $l \geq 2.5d$ ;
- 螺纹长度  $b \geq 1.5d$ ;
- 栓接结构的螺纹长度  $b < 2d$ ;
- $42 \text{ mm} \leq d \leq 72 \text{ mm}$ 。

9.1.3 设备

拉力试验机应符合 GB/T 16825.1 的规定。不能使用自动定心装置,因其对图 1 和表 12 所规定的楔垫角度有较大的影响。

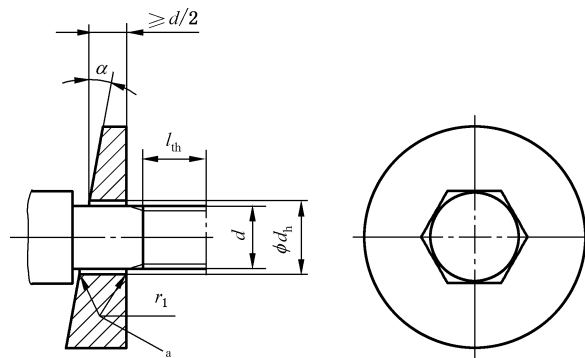
9.1.4 试验装置

夹具、楔垫和螺纹夹具应按以下规定:

- 硬度:  $\geq 45 \text{ HRC}$ ;
- 内螺纹夹具的螺纹:按表 10 的规定;
- 通孔直径  $d_h$ :按表 11 的规定;
- 楔垫:按图 1、表 11 和表 12 的规定。

表 10 内螺纹夹具的螺纹

| 紧固件表面处理                         | 螺纹公差         |          |
|---------------------------------|--------------|----------|
|                                 | 表面处理前紧固件的螺纹  | 内螺纹夹具的螺纹 |
| 不经表面处理                          | 6h 或 6g      | 6H       |
| 按 GB/T 5267.1 电镀                | 6g 或 6e 或 6f | 6H       |
| 按 GB/T 5267.2 非电解锌片涂层           | 6g 或 6e 或 6f | 6H       |
| 按 GB/T 5267.3 热浸镀锌、加大攻丝尺寸的螺母螺纹: |              |          |
| ——6H                            | 6az          | 6H       |
| ——6AZ                           | 6g 或 6h      | 6AZ      |
| ——6AX                           | 6g 或 6h      | 6AX      |



<sup>a</sup> 倒圆或 45°倒角, 见表 11。

图 1 螺栓和螺钉成品楔负载试验用楔垫

表 11 楔垫孔径和圆角半径

单位为毫米

| 螺纹公称直径( $d$ ) | $d_h^a$ |       | $r_1^b$ |
|---------------|---------|-------|---------|
|               | min     | max   |         |
| 42            | 45      | 45.39 | 2.7     |
| 45            | 48      | 48.39 | 3.2     |
| 48            | 52      | 52.39 | 3.2     |
| 52            | 56      | 56.46 | 3.5     |
| 56            | 62      | 64.46 | 3.7     |
| 60            | 66      | 66.46 | 3.9     |
| 64            | 70      | 70.46 | 4.2     |
| 72            | 78      | 78.46 | 4.8     |

<sup>a</sup> 按 GB/T 5277 中等装配系列。  
<sup>b</sup> 圆角  $r_1$  按下式计算：  
 $r_1 = r_{max} + 0.2$   
 式中： $r_{max} = (d_{a,max} - d_{a,min}) / 2$

表 12 楔负载试验用楔垫角度  $\alpha$

| 螺纹公称直径( $d$ )<br>mm | 性能等级                           |                                  |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|
|                     | 螺栓或螺钉的无螺纹杆部长度<br>$l_s \geq 2d$ | 全螺纹螺钉、螺栓或螺钉无螺纹杆部长度<br>$l_s < 2d$ |
|                     | 8.8、10.9                       | 8.8、10.9                         |
|                     | $\alpha \pm 30'$               |                                  |
| $42 \leq d \leq 72$ | 6°                             | 4°                               |

9.1.5 试验程序

试件应为经尺寸等检验合格的紧固件。

将 9.1.4 规定的楔垫按图 1 所示置于螺栓或螺钉头下。未旋合螺纹的长度  $l_{th} \geq 1d$ 。  
对带短螺纹长度栓接结构螺栓的楔负载试验, 允许的未旋合螺纹的长度  $l_{th} < 1d$ 。  
应按 GB/T 228.1 的规定进行楔负载拉力试验。试验机夹头的分离速率不应超过 25 mm/min。  
拉力试验应持续进行, 直至断裂。  
测量极限拉力载荷  $F_m$ 。

## 9.1.6 试验结果

### 9.1.6.1 测定抗拉强度 $R_m$

#### 9.1.6.1.1 方法

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

$$R_m = F_m / A_{s,公称}$$

$$A_{s,公称} = (\pi/4) \times [(d_2 + d_3)/2]^2$$

式中:

$d_2$ ——外螺纹的基本中径(GB/T 196);

$d_3$ ——外螺纹小径;

$$d_3 = d_1 - H/6$$

$d_1$ ——外螺纹的基本小径(GB/T 196);

$H$ ——原始三角形高度(GB/T 192)。

公称应力截面积  $A_{s,公称}$  的数值在表 3 和表 5 中给出。

#### 9.1.6.1.2 技术要求

螺栓和螺钉应断裂在未旋合螺纹的长度内。

抗拉强度( $R_m$ )应符合表 2 的规定。最小拉力载荷  $F_{m,min}$  应符合表 3 或表 5 的规定。

#### 9.1.6.2 测定头与杆部或螺纹部分交接处的牢固性

不应断裂在头部。

带无螺纹杆部的螺栓和螺钉不应在头与杆部交接处断裂。

全螺纹的螺钉, 如断裂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, 或进入头部。

## 9.2 紧固件成品的拉力试验

### 9.2.1 通则

本试验用于测定紧固件成品的抗拉强度( $R_m$ )。

### 9.2.2 适用范围

本试验适用于符合以下规定的紧固件:

- 头部承载能力强于螺纹杆部的螺栓和螺钉;
- 头部承载能力强于无螺纹杆部的螺栓和螺钉;
- 无螺纹杆径  $d_s > d_2$  或  $d_s \approx d_2$ ;
- 螺栓和螺钉的公称长度  $l \geq 2.5d$ ;
- 螺纹长度  $b \geq 1.5d$ ;

- 螺柱的总长度  $l_t \geq 3.0d$ ;
- $42 \text{ mm} \leq d \leq 72 \text{ mm}$ 。

### 9.2.3 设备

拉力试验机应符合 GB/T 16825.1 的规定。装夹紧固件时,应避免斜拉,可使用自动定心装置。

### 9.2.4 试验装置

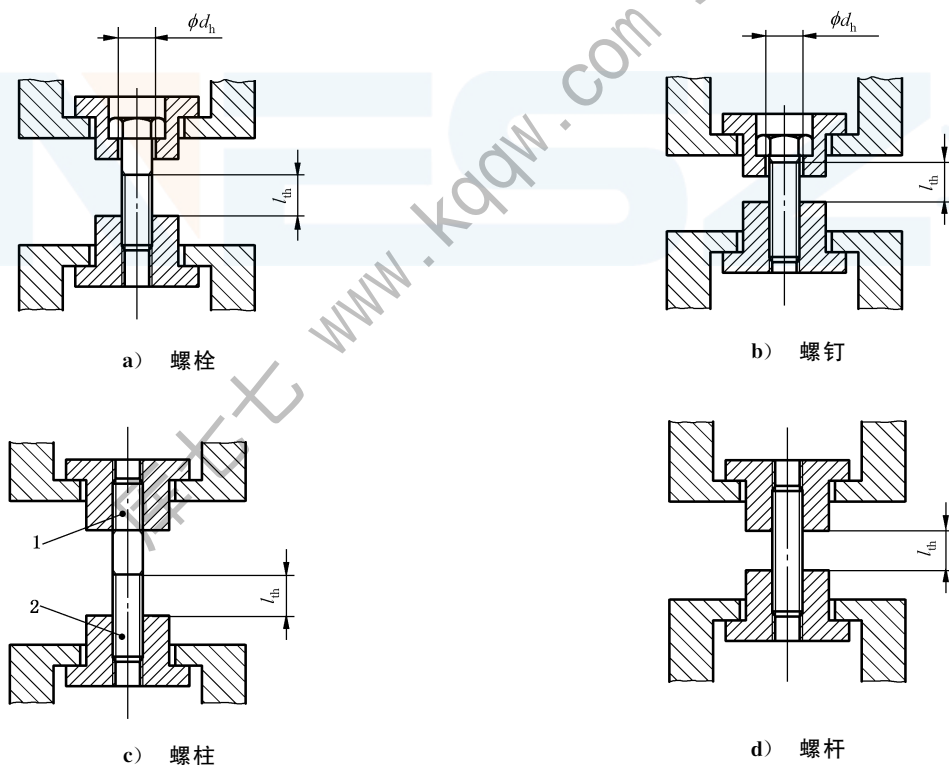
夹具和螺纹夹具应符合以下规定:

- 硬度:  $\geq 45\text{HRC}$ ;
- 通孔直径  $d_h$ :按表 11 的规定;
- 内螺纹夹具的螺纹:按表 10 的规定。

### 9.2.5 试验程序

试件应为经尺寸等检验合格的紧固件。

螺栓和螺钉试件应按图 2a)和图 2b)所示拧入内螺纹夹具;对螺柱试件应拧入两个内螺纹夹具,见图 2c)和图 2d)。螺纹有效旋合长度  $\geq 1d$ 。



说明:

- 1 —— 拧入机体端;
- 2 —— 拧入螺母端;
- $d_h$  —— 孔径;
- $l_{th}$  —— 试验夹具中紧固件未旋合螺纹的长度。

图 2 试验装置示例



未旋合螺纹的长度  $l_{th} \geq 1d$ 。

对带短螺纹栓接结构用螺栓的拉力试验,未旋合螺纹的长度  $l_{th} < 1d$ ,并按 GB/T 228.1 的规定进行拉力试验。试验机夹头的分离速率不应超过 25 mm/min。

拉力试验应持续进行,直至断裂。

测量极限拉力载荷( $F_m$ )。

## 9.2.6 试验结果

### 9.2.6.1 方法

抗拉强度计算方法见 9.1.6.1。

### 9.2.6.2 技术要求

紧固件应断裂在未旋合螺纹的长度内。

全螺纹的螺钉,如断裂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,或进入头部。

抗拉强度( $R_m$ )应符合表 2 的规定。最小拉力载荷( $F_{m,min}$ )应符合表 3 或表 5 的规定。

## 9.3 紧固件成品保证载荷试验

### 9.3.1 通则

保证载荷试验包括两个步骤:

- 实施规定的保证载荷(见图 3);
- 测量由保证载荷产生的永久伸长。

### 9.3.2 适用范围

本试验适用于符合以下规定的紧固件:

- 头部承载能力强于螺纹杆部的螺栓和螺钉;
- 头部承载能力强于无螺纹杆部的螺栓和螺钉;
- 无螺纹杆径  $d_s > d_2$  或  $d_s \approx d_2$ ;
- 螺栓和螺钉的公称长度  $l \geq 2.5d$ ;
- 螺纹长度  $b \geq 2.0d$ ;
- 螺柱的总长度  $l_t \geq 3.0d$ ;
- $42 \text{ mm} \leq d \leq 72 \text{ mm}$ 。

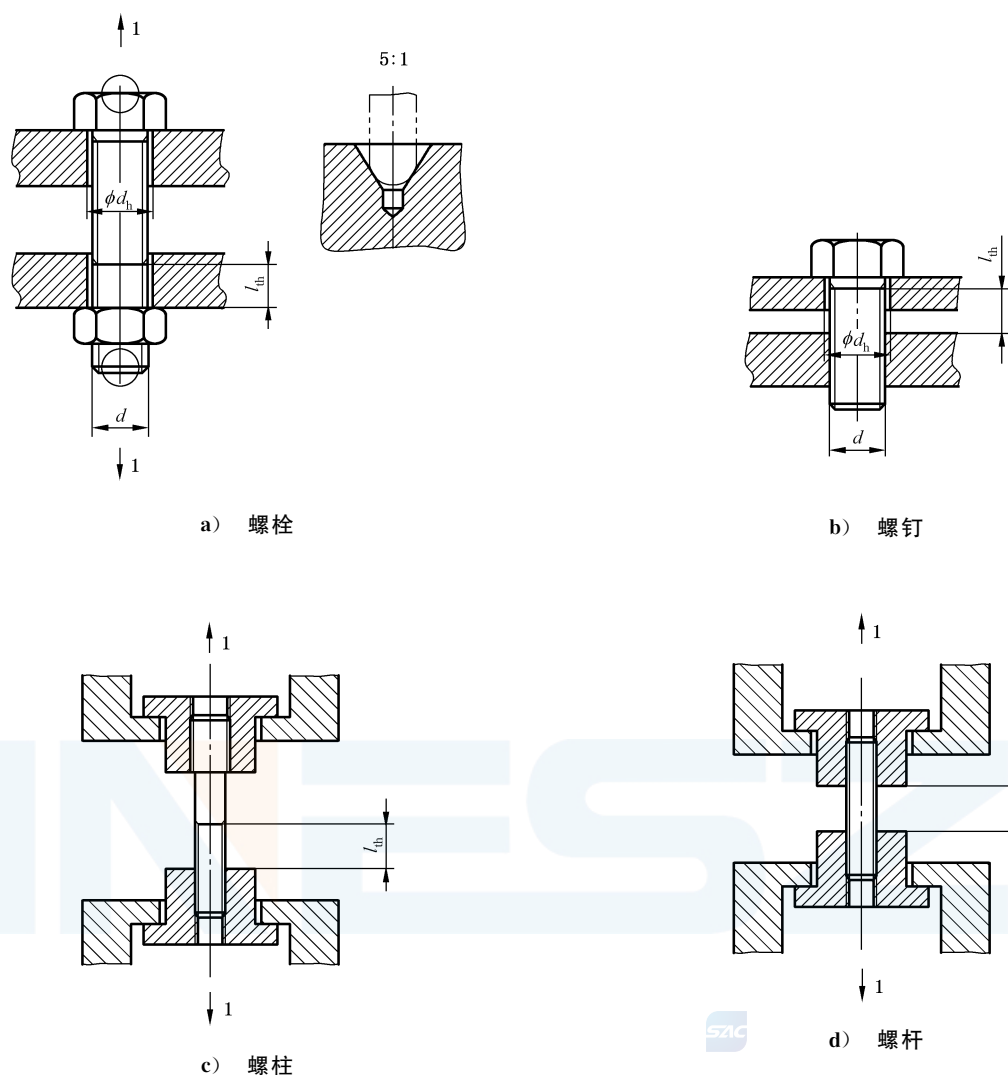
### 9.3.3 设备

拉力试验机应按 GB/T 16825.1 的规定。装夹紧固件时,应避免斜拉,可使用自动定心装置。

### 9.3.4 试验装置

夹具和螺纹夹具应按以下规定:

- 硬度:  $\geq 45\text{HRC}$ ;
- 通孔直径  $d_h$ :按表 11 的规定;
- 内螺纹夹具的螺纹:按表 10 的规定。



说明:

1——载荷。

测头与紧固件末端中心孔间应为“球-锥”接触,其他适当的方法也可使用。

图 3 紧固件成品施加保证载荷安装示例

### 9.3.5 试验程序

试件应为经尺寸等检验合格的紧固件。

试件每端应进行适当加工,如图 3 所示。为测量长度(施加载荷前、后)应将紧固件置于带球面测头(或其他适当的方法)的台架式测量仪器中。应使用手套或钳子,以使由温度影响的测量误差减少到最小。测量施加载荷前紧固件的总长度( $l_0$ )。

按图 3 所示将紧固件试件拧入螺纹夹具。对螺柱应使用两个螺纹夹具。螺纹有效旋合长度至少应为  $1d$ 。对未旋合螺纹的长度( $l_{th}$ )应为  $1d$ 。

注:为达到  $l_{th}=1d$  的要求,建议先把螺纹夹具拧到螺纹收尾;然后,按相当于  $1d$  的扣数拧退夹具。

对紧固件轴向施加表 4 或表 6 规定的保证载荷。

试验机夹头的分离速率不应超过  $3 \text{ mm/min}$ 。应保持该保证载荷  $15 \text{ s}$ 。

卸载后,测量紧固件总长度( $l_1$ )。

### 9.3.6 试验结果

卸载后,紧固件的总长度  $l_1$  应与加载前的  $l_0$  相同(其公差  $\pm 12.5 \mu\text{m}$  为允许的测量误差)。某些不确定因素,如直线度、螺纹对中性和测量误差,当初次施加保证载荷时,可能导致紧固件明显的伸长。在这种情况下,可使用比表 4 和表 6 规定值增大 3% 的载荷,按 9.3.5 再次进行试验。如果第二次卸载后的长度 ( $l_2$ ) 与其加载前的长度 ( $l_1$ ) 相同(其公差  $\pm 12.5 \mu\text{m}$  为允许的测量误差),则应认为符合本试验要求。

## 9.4 机械加工试件拉力试验

### 9.4.1 通则

本试验可测定:

- 抗拉强度 ( $R_m$ );
- 0.2% 非比例延伸应力 ( $R_{p0.2}$ );
- 机械加工试件的断后伸长率 ( $A$ );
- 机械加工试件的断面收缩率 ( $Z$ )。

### 9.4.2 适用范围

本试验适用于符合以下规定的紧固件:

- a) 由螺栓和螺钉制取的机械加工试件:
  - $42 \text{ mm} \leq d \leq 72 \text{ mm}$ ;
  - 螺纹长度  $b_t \geq 1d$ ;
  - 测定  $A$ : 总长度  $l_t \geq 6d_0 + 2r + 2b_t$  (见图 4);
  - 测定  $Z$ : 总长度  $l_t \geq 4d_0 + 2r + 2b_t$  (见图 4)。
- b) 由螺柱制取的机械加工试件:
  - $42 \text{ mm} \leq d \leq 72 \text{ mm}$ ;
  - 螺纹长度  $b_t \geq 1d$ ;
  - 测定  $A$ : 总长度  $l_t \geq 6d_0 + 2r + 2b_t$  (见图 4);
  - 测定  $Z$ : 总长度  $l_t \geq 4d_0 + 2r + 2b_t$  (见图 4)。

### 9.4.3 设备

拉力试验机应按 GB/T 16825.1 的规定。装夹紧固件时,应避免斜拉,可使用自动定心装置。

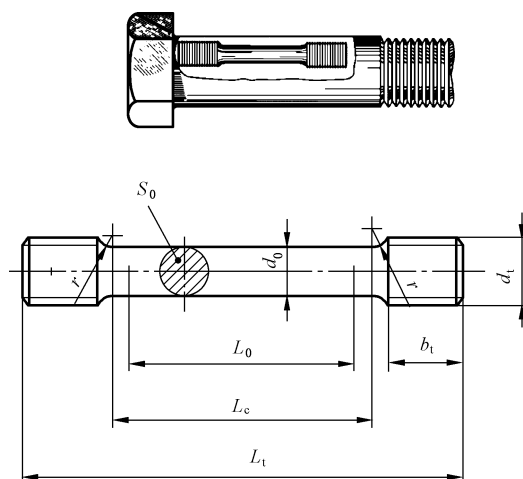
### 9.4.4 试验装置

夹具和螺纹夹具应按以下规定:

- 硬度:  $\geq 45\text{HRC}$ ;
- 通孔直径  $d_h$ : 按表 11 的规定;
- 内螺纹夹具的螺纹: 按表 10 的规定。

### 9.4.5 机械加工试件

机械加工试件应由经尺寸等检验合格的螺栓和螺柱制取,在螺栓和螺柱直径  $1/4 d$  处制出试件(偏心试样),其试棒直径为  $3/8d$ 。试验方法应按 GB/T 228.1 的规定。当螺栓和螺柱实物与试件试验结果有差异时,应以实物试验结果为准。见图 4。



说明：

$d_0$ ——机械加工试件的直径( $d_0 = 3/8d$ )。

$b_t$ ——螺纹长度( $b_t \geq d_t$ )。

$L_0$ ——机械加工试件的初始测量长度。

用于测定机械加工试件的断后伸长率： $L_0 = 5d_0$  或  $(5.65 \sqrt{S_0})$ ；

用于测定机械加工试件的断面收缩率： $L_0 \geq 3d_0$ 。

$L_c$ ——机械加工试件直线段的长度( $L_c + d_0$ )。

$L_t$ ——机械加工试件的总长度( $L_c + 2r + 2b$ )。

$S_0$ ——拉力试验前机械加工试件的横截面积。

$r$ ——圆角半径( $r \geq 4$  mm)。

图 4 偏心取样拉力试验用机械加工试件

#### 9.4.6 试验程序

应按 GB/T 228.1 的规定进行拉力试验。试验机夹头的分离速率：对 0.2% 非比例延伸应力( $R_{p0.2}$ )不应超过 10 mm/min，而对其他的项目不应超过 25 mm/min。

拉力试验应持续进行，直至断裂。

测量极限拉力载荷( $F_m$ )。

#### 9.4.7 试验结果

##### 9.4.7.1 方法

按 GB/T 228.1 的规定测定下列性能：

a) 抗拉强度( $R_m$ )。

$$R_m = F_m / S_0$$

b) 规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 ( $R_{p0.2}$ )。

c) 机械加工试件的断后伸长率，其  $L_0$  至少为  $5d_0$ 。

$$A = (L_u - L_0) / L_0 \times 100$$

式中：

$L_u$ ——机械加工试件的最终测量长度(见 GB/T 228.1)。

d) 机械加工试件的断面收缩率，其  $L_0$  至少为  $3d_0$ 。

$$Z = (S_0 - S_u) / S_0 \times 100$$

式中：

$S_u$ ——机械加工试件的断后横截面积。

#### 9.4.7.2 技术要求

下列性能应符合表 2 的规定：

- 抗拉强度( $R_m$ )；
- 规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 ( $R_{p0.2}$ )；
- 机械加工试件的断后伸长率( $A$ )；
- 机械加工试件的断面收缩率( $Z$ )。

### 9.5 硬度试验



#### 9.5.1 通则

本试验可测定：

- 对不能实施拉力试验的紧固件：测定紧固件的硬度；
- 对能实施拉力试验的紧固件(见 9.1、9.2 和 9.4)：测定紧固件的最高硬度。

注：硬度与抗拉强度可能没有直接的换算关系。最大硬度值的规定，除考虑理论的最大抗拉强度外，还有其他因素(如避免脆断)。

可以在适当表面，或螺纹横截面上测定硬度。

#### 9.5.2 适用范围

本试验适用于符合以下规定的紧固件：

- 所有规格；
- 所有性能等级。

#### 9.5.3 试验方法

可以采用维氏、布氏或洛氏硬度试验测定硬度。

- a) 维氏硬度试验  
维氏硬度试验应按 GB/T 4340.1 的规定。
- b) 布氏硬度试验  
布氏硬度试验应按 GB/T 231.1 的规定。
- c) 洛氏硬度试验  
洛氏硬度试验应按 GB/T 230.1 的规定。

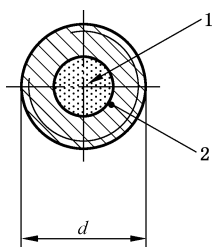
#### 9.5.4 试验程序

##### 9.5.4.1 通则

应使用经尺寸等检验合格的紧固件进行硬度试验。

##### 9.5.4.2 在螺纹横截面测定硬度

在距螺纹末端  $1d$  处取一横截面，并应经适当处理。  
在  $1/2$  半径处测定硬度，见图 5。



说明:

1——紧固件轴心线;

2——1/2 半径处。

图 5 1/2 半径处测定硬度

#### 9.5.4.3 在表面测定硬度

去除表面镀层或涂层,并对试件适当处理后,在头部平面、末端或无螺纹杆部测定硬度。

常规检查可使用本方法。

#### 9.5.4.4 测定硬度用试验载荷

维氏硬度试验用最小载荷为 98 N。

布氏硬度的试验载荷等于  $30D^2$ ,单位为牛(N)。

#### 9.5.5 技术要求

对不能实施拉力试验的紧固件和短螺纹长度的栓接结构用螺栓(对拉力试验其螺纹长度短的、未旋合螺纹的长度  $l_{th} < 1d$ ),其硬度应在表 2 规定的范围内。

对能实施拉力试验的紧固件、未旋合螺纹的长度  $l_{th} \geq 1d$ 、腰状杆紧固件,以及机械加工试件,其硬度均不应超过表 3 规定的最大值。

如有争议,应按 9.5.4.2 的规定,并使用维氏硬度进行仲裁试验。

### 9.6 脱碳试验

#### 9.6.1 通则

本试验可测定淬火并回火紧固件的表面脱碳和脱碳层深度(见图 6)。

注:由热处理工艺造成的,超过表 2 规定的脱碳层,会降低螺纹强度并可能造成其失效。

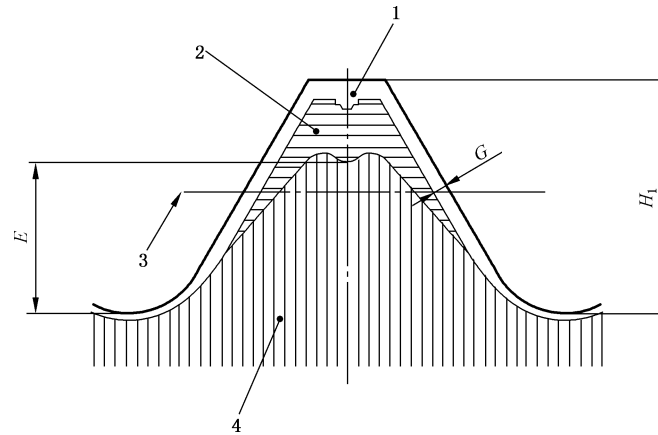
表面碳量的状态应用以下两个方法中的一个测定:

——金相法;

——硬度法。

金相法可以测定螺纹全脱碳层的深度( $G$ )和螺纹未脱碳层的高度( $E$ )(见图 6)。

硬度法可以测定螺纹未脱碳层的高度( $E$ )和用显微-硬度法测定不完全脱碳(见图 6)。



说明：

- 1 ——全脱碳；
- 2 ——不完全脱碳；
- 3 ——中径线；
- 4 ——基体金属；
- $E$  ——螺纹未脱碳层的高度；
- $G$  ——螺纹全脱碳层的深度；
- $H_1$  ——最大实体条件下外螺纹的牙型高度。

图 6 脱碳层

## 9.6.2 金相法

### 9.6.2.1 适用范围

本方法适用于符合以下规定的紧固件：

- 所有规格；
- 8.8 级和 10.9 级。

### 9.6.2.2 试件的制备

应从完成全部热处理工序的紧固件上，采用适当的方法制取试件，以确保材料表面原始特征的复现与保持。

在距螺纹末端约一个公称直径( $1d$ )、沿螺纹轴心线截取一纵向截面的试件。试件应嵌入塑料中或安装在夹具中。安装后，对表面进行研磨和抛光，直至可进行金相检查。

注：通常，浸入 3% 的硝酸乙醇腐蚀液(浓硝酸与乙醇混合液)，能显示由于脱碳而造成的金相结构的变化。

### 9.6.2.3 试验程序

将试件置于显微镜下，除非另有协议，否则应放大 100 倍进行检查。

如果显微镜带有毛玻璃屏，则可借助刻度直接测量脱碳程序。如果用目镜测量，则应使用带十字准线或刻度的显微镜。

### 9.6.2.4 技术要求

全脱碳层的最大深度， $G$  应符合表 2 规定的技术要求。不完全脱碳层的高度， $E$  应符合表 13 规定的技术要求。

表 13 最大实体条件下,外螺纹的牙型高度  $H_1$  和螺纹不完全脱碳层的最小高度值  $E_{\min}$ 

| 螺距 $P$ |      |              | 3     | 4     | 4.5   | 5       | 5.5   | 6     |
|--------|------|--------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| $H_1$  |      |              | 1.840 | 2.454 | 2.760 | 3.067   | 3.374 | 3.681 |
| 性能等级   | 8.8  | $E_{\min}^a$ | 0.920 | 1.227 | 1.380 | 1.534   | 1.687 | 1.841 |
|        | 10.9 |              | 1.227 | 1.636 | 1.840 | 2.044 7 | 2.249 | 2.454 |

<sup>a</sup> 按表 2, No.11 的规定计算。

### 9.6.3 硬度法(不完全脱碳的仲裁方法)

#### 9.6.3.1 适用范围

本方法适用于符合以下规定的紧固件:

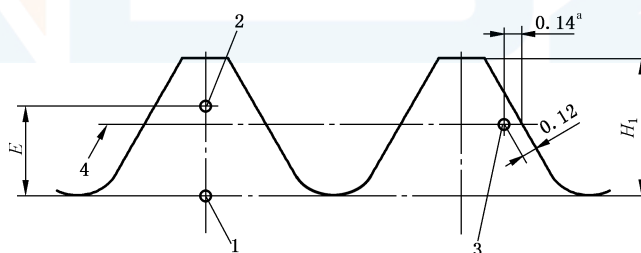
- 所有规格;
- 8.8 级和 10.9 级。

#### 9.6.3.2 试件的制备

应按 9.6.2.2 制备试件,但不需要腐蚀和去除表面镀层。

#### 9.6.3.3 试验程序

按图 7 所示测量第 1 点和第 2 点的维氏硬度。试验力为:2.942 N(维氏硬度试验 HV0.3)。



未脱碳  $HV(2) \geq HV(1) - 30$

未增碳  $HV(3) \leq HV(1) + 30$

说明:

$E$  —— 螺纹未脱碳层的高度, mm;

$H_1$  —— 最大实体条件下外螺纹的牙型高度, mm;

1、2、3 —— 测量点(第 1 点);

4 —— 螺距线。

<sup>a</sup> 给出 0.14 mm 值仅表明在螺距线上该点的位置。

图 7 脱碳试验和增碳试验的硬度测量

#### 9.6.3.4 技术要求

第 2 点的维氏硬度值  $HV(2)$  应等于或大于第 1 点维氏硬度值  $HV(1)$  减去 30 维氏单位。螺纹未脱碳层的高度  $E$  应符合表 13 规定的技术要求。

全脱碳达到表 2 规定的最大值时,不应采用硬度测量法。



## 9.7 增碳试验

### 9.7.1 通则

本试验适用于测定淬火并回火紧固件的表面在热处理工艺中是否形成增碳。对于表层增碳状态的评定,基体金属硬度和表面硬度的差值是决定性指标。

注:由于增加表面硬度能造成脆断或降低抗疲劳性,所以增碳是有害的。需仔细区分硬度的增加是由于增碳还是热处理或表面冷作硬化而引起的,例如热处理后辗制螺纹。

可采用以下方法之一进行增碳试验:

- 在纵向截面上测定硬度;
- 在表面测定硬度。

如有争议,9.7.2 规定的硬度试验是仲裁试验方法。

### 9.7.2 在纵向截面测定硬度

#### 9.7.2.1 适用范围

本方法适用于符合以下规定的紧固件:

- 所有规格;
- 8.8 级和 10.9 级。

#### 9.7.2.2 试件的制备

应按 9.6.2.2 制备试件,但不需要腐蚀和去除表面镀层。

#### 9.7.2.3 试验程序

按图 7 所示测量第 1 点和第 3 点的维氏硬度。试验力为:2.942 N(维氏硬度试验 HV0.3)。

如果在按 9.6.3.3 的试验中已使用过的试件,则第 3 点的硬度应在螺纹螺距线上,并在测定第 1 点和第 2 点硬度相邻的牙上进行测定。

#### 9.7.2.4 技术要求

第 3 点的维氏硬度值 HV(3)应等于或小于第 1 点维氏硬度值 HV(1)加上 30 个维氏单位。超过 30 个维氏单位,表示已增碳,见表 2(No.10 和脚注 d、e)对 8.8 级和 10.9 级的硬度规定。

### 9.7.3 在表面测定硬度

#### 9.7.3.1 适用范围

本方法适用于符合以下规定的紧固件:

- 所有规格;
- 8.8 级和 10.9 级。

#### 9.7.3.2 试件的制备

在紧固件的头部或末端用研磨或抛光准备一个适当的平面,以确保材料表面原始特征的复现与保持。

从距螺纹末端  $1d$  处截取一个横截面,并经适当地制备。

### 9.7.3.3 试验程序

按 9.5.4.2 的规定,在制备的表面测定维氏硬度。

应在横截面上测定基体金属硬度。

测定以上硬度中使用的试验力为:2.942 N(维氏硬度试验 HV0.3)。

### 9.7.3.4 技术要求

表面硬度值应等于或小于基体金属硬度值加上 30 个维氏单位。

表面硬度值超过 1/2 半径处硬度 30 个维氏单位,表示已增碳,见表 2(No.10 和脚注 d、e)对 8.8 级和 10.9 级最大表面硬度的规定。

## 9.8 再回火试验

### 9.8.1 通则

本试验适用于检验热处理工艺的最低回火温度。

有争议时,本试验是仲裁试验。

### 9.8.2 适用范围

本方法适用于符合以下规定的紧固件:

- 所有规格;
- 8.8 级和 10.9 级。

### 9.8.3 试验程序

按 9.5.4.2 的规定测定维氏硬度,并在一个紧固件上读取三点数值。

再回火本紧固件,零件温度应比表 1 规定的最低回火温度低 10 °C,并保持 30 min。再回火后,在同一紧固件上,并在与第一次测定相同的区域,测定新的三点维氏硬度值。

### 9.8.4 技术要求

对比再回火前、后三点硬度平均值。再回火后,(如果有时)硬度降低,应小于 20 个维氏单位。

## 9.9 机械加工试件冲击试验

### 9.9.1 通则

本试验用于检验在规定的低温条件下紧固件材料的韧性。在供需双方协议中有要求时,实施本试验。

### 9.9.2 适用范围

本试验适用于符合以下规定的紧固件:

- 由螺栓、螺钉和螺柱制取的机械加工试件;
- 所有规格;
- 螺栓和螺钉的总长(包括头部)≥55 mm;
- 螺柱的总长  $l_1$  ≥55 mm;
- 8.8 级、10.9 级。

### 9.9.3 试验仪器与装置

试验仪器与装置应符合 GB/T 229 的规定。

### 9.9.4 机械加工试件

应从尺寸等检验合格的紧固件成品上制取试件。

机械加工试件应符合 GB/T 229(夏比 V 型缺口试验)的规定。该试件应沿螺杆纵向,尽量靠近紧固件表面,并尽可能远离螺纹部分。试件无刻槽的一边应靠近紧固件的表面。

### 9.9.5 试验程序

机械加工试件应置于恒温 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下,用 $2\text{ mm}$ 的摆锤刀刃半径,按 GB/T 229 的规定进行试验。

### 9.9.6 技术要求

试件在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下的吸收能量,应符合表 2 的规定。

注:其他试验温度与吸收能量值可在有关产品标准中或由供需双方协议规定。

### 9.10 表面缺陷检查

紧固件表面缺陷应控制在能够接收的范围内。对 8.8 级和 10.9 级紧固件表面缺陷的检查,应按 GB/T 5779.3 的规定。

## 10 标志

### 10.1 通则

只有全面符合本分部规定的技术要求,才能按第 5 章的标记制度进行标记,以及按 10.2 和 10.3 或 10.4 提供标志。

除非在产品标准中另有规定,否则在头部顶面凸起的标志高度,不应计入头部高度尺寸。

### 10.2 制造者识别标志

制造者识别标志应在生产过程中,在标志性能等级代号的所有紧固件产品上进行标志。也推荐在不标志性能等级的紧固件上标志制造者识别标志。

紧固件的销售者使用自己的识别标志,也应视为制造者识别标志。

### 10.3 全承载能力紧固件的标记与标志

#### 10.3.1 通则

按本部分技术要求生产的全承载能力的紧固件,应按 10.3.2~10.3.3 进行标志。

在 10.3.2~10.3.3 中规定允许任意选择的标志,应由制造者确定。

#### 10.3.2 性能等级的标志代号

性能等级的标志代号,应按表 14 的规定。

表 14 全承载能力紧固件的标志代号

|                             |     |      |
|-----------------------------|-----|------|
| 性能等级                        | 8.8 | 10.9 |
| 标志代号 <sup>a</sup>           | 8.8 | 10.9 |
| <sup>a</sup> 标志代号中的“.”可以省略。 |     |      |

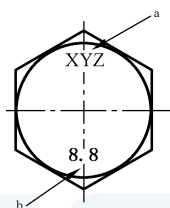
### 10.3.3 识别标志

#### 10.3.3.1 六角头螺栓和螺钉

六角头螺栓和螺钉应标志制造者识别标志和表 14 规定的性能等级的标志代号。

对所有性能等级的紧固件均要求制出标志。

标志最好在头部顶面用凹字或凸字,或在头部侧面用凹字(见图 8)。



<sup>a</sup> 制造者识别标志。

<sup>b</sup> 性能等级。

图 8 六角头螺栓和螺钉标志示例

#### 10.3.3.2 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识别标志和表 14 规定的性能等级的标志代号。

对所有性能等级和公称直径的紧固件均要求制出标志。

标志最好在头部侧面用凹字或在头部顶面用凹字或凸字(见图 9)。

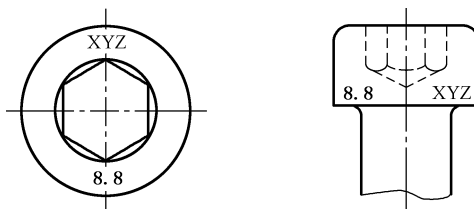


图 9 内六角圆柱头螺钉标志示例

#### 10.3.3.3 螺柱

螺柱应标志制造者识别标志和表 14 规定的性能等级的标志代号,或表 15 规定的可选用的性能等级标志符号。

应在螺柱无螺纹杆部进行标志,如不可能时,应在螺柱的拧入螺母端标志性能等级,并可省略标志制造者识别标志(见图 10)。

对过盈配合的螺柱应在拧入螺母端标志性能等级,并可省略标志制造者识别标志。

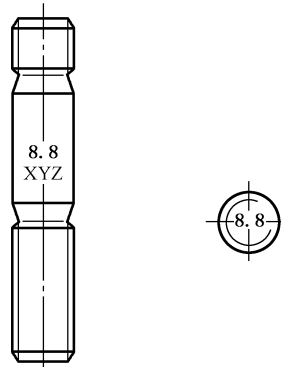


图 10 螺柱标志示例

表 15 可选用的螺柱标志符号

|                                 |                |                |
|---------------------------------|----------------|----------------|
| 性能等级                            | 8.8            | 10.9           |
| 标志符号                            | ○ <sup>a</sup> | □ <sup>a</sup> |
| <sup>a</sup> 允许该符号仅显示轮廓或整个区域凹陷。 |                |                |

#### 10.4 包装标志

对各类紧固件、所有规格的所有包装上,均应有标志(含贴或拴标签)。标志应包括制造者和/或经销商商标(或识别标志)和性能等级标志代号,以及 GB/T 90.3 规定的生产批号。

参 考 文 献

- [1] GB/T 150.2—2011 压力容器 第2部分:材料
- [2] GB/T 193 普通螺纹 直径与螺距系列(GB/T 193—2003,ISO 261:1998,MOD)
- [3] GB/T 9145 普通螺纹 中等精度、优选系列的极限尺寸(GB/T 9145—2003,ISO 965-2:1998,MOD)
- [4] EN 10269:2013 Steels and nickel alloys for fasteners with specified elevated and/or low temperature properties
- [5] ASTM F2281:2004 Standard Specification for Stainless Steel and Nickel Alloy Bolts, Hex Cap Screws, and Studs, for Heat Resistance and High Temperature Applications
- [6] ASTM A 320/A 320M:2018 Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for Low-Temperature Service
- 

FINESZ 泛微