ICS 21.060.10;21.060.20
J 13

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 3098.24—2020

# 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

## Mechanical properties of fasteners—Stainless steel and nickel alloys bolts, screws, studs and nuts for high temperature applications

2020-11-19 发布 2021-06-01 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 …… Ⅲ
引言 …… Ⅳ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　代号 …… 3
5　标记制度 …… 4
6　材料和加工 …… 4
6 . 1　化学成分 …… 4
6 . 2　紧固件热处理 …… 8
6 . 3　表面精饰 …… 8
6 . 4　螺栓和螺母连接副设计 …… 9
6 . 5　耐高温环境 …… 9
6 . 6　紧固件使用温度 …… 9
7　机械性能 …… 10
7 . 1　螺栓、螺钉和螺柱机械性能 …… 10
7 . 2　螺母机械性能 …… 14
8　试验方法和检验的适用性 …… 16
8 . 1　试验方法适用性 …… 16
8 . 2　制造者的检验 …… 16
8 . 3　供应商的检验 …… 16
8.4　需方的检验 …… 16
8 . 5　试验结果交付 …… 16
9　环境温度条件下试验方法 …… 17
9 . 1　螺栓、螺钉和螺柱实物拉力试验 …… 17
9 . 2　螺栓、螺钉和螺柱硬度试验 …… 22
9 . 3　螺母保证载荷试验 …… 23
9 . 4　螺母硬度试验 …… 25
10　高温条件下试验方法 …… 26
10 . 1　螺栓、螺钉和螺柱拉伸试验 …… 26
10 . 2　螺栓、螺钉、螺柱和螺母的应力破坏试验 …… 29
10 . 3　螺栓、螺钉、螺柱和螺母的应力松弛试验 …… 30
10 . 4　蠕变试验 …… 33
11　标志 …… 33
11 . 1　通则 …… 33

11.2 制造者识别标志 …… 33
11.3 紧固件标志 …… 33
11.4 包装标志 …… 35
附录 A（资料性附录） 紧固件用高温不锈钢和镍合金国标牌号及化学成分表 …… 36
附录 B（资料性附录） 马氏体不锈钢回火 …… 40
参考文献 …… 42

# 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 ℃~+700 ℃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 1~10 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　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 24 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、河北五维航电科技股份有限公司、奥展实业有限公司、山东高强紧固件有限公司、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心、上海群力紧固件制造有限公司、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、舟山市 7412 工厂、河北信德电力配件有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司、眉山中车紧固件科技有限公司、上海高强度螺栓厂有限公司、山东美陵化工设备股份有限公司、江苏佳杰特种螺钉有限公司、江苏耀德科技发展有限公司。

本部分由全国紧固件标准化技术委员会负责解释。

# 引　　言

高温应用的不锈钢和镍合金紧固件的性能取决于材料的化学成分、热处理工艺和紧固件的制造工艺。环境温度条件下的静态或动态特性，如抗拉强度、硬度或抗疲劳性，并不是设计高温应用紧固件的全部。

事实上，在300 ℃以上的高温下，还会出现其他现象，例如：拉伸性能和硬度下降、热氧化、应力松弛和蠕变。这些现象对紧固件的耐久性和使用寿命都有重要影响。因此，选择合适的材料类别是避免高温氧化的关键，并应通过专门的测试对紧固件产品进行确认。

本部分在立项制定过程中，ISO/TC 2 紧固件技术委员会也开展了相应项目的工作，为今后标准应用过程中能够最大限度地与国际标准形成互换性，在标准制定过程中，尽量与 ISO/TC 2 各成员国已确认的技术内容保持一致。

# 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

## 1 范围

GB/T 3098 的本部分规定了由耐腐蚀不锈钢和镍合金制造的、在高温至 800℃条件下使用的螺栓、螺钉、螺柱和螺母在环境温度为 10 ℃~35 ℃条件下进行测试时机械性能要求。

注：本部分中规定的紧固件也适用于在低温下使用，通常至- 50 ℃。更多信息，请参见 GB/T 3098.25。

本部分规定了三类材料紧固件性能：马氏体不锈钢、奥氏体沉淀硬化不锈钢和镍合金。GB/T 3098.25 提供了适用的不锈钢和镍合金及其性能的通用规则和附加技术信息。

本部分适用的紧固件：

— 符合 GB/T 192 规定的普通螺纹；

— 符合 GB/T 193 规定的直径与螺距组合；

— 符合 GB/T 197 和 GB/T 9145 规定的公差；

— 粗牙螺纹 M3~M39 细牙螺纹 M8×1~M39×3；

— 任何形状的全承载能力紧固件。

本部分规定也适用于尺寸超出适用范围、但满足所有使用要求的紧固件。

本部分不涉及降低承载能力紧固件（如：薄螺母和由于头部、杆部强度低于螺纹部分的螺栓、螺钉和螺柱）。

本部分未规定以下性能要求：

— 扭矩-夹紧力性能；

— 剪切强度；

— 耐疲劳性；

— 可焊接性；

— 锁紧性能。

## 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 192 普通螺纹 基本牙型

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

GB/T 1800.2 产品几何技术规范(GPS) 线性尺寸公差 ISO 代号体系 第 2 部分：标准公差带

代号和孔、轴极限偏差表

GB/T 3098.2—2015 紧固件机械性能 螺母

GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱

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

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

GB/T 5277 紧固件 螺栓和螺钉通孔

GB/T 12160 金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定

GB/T 16823.3 紧固件 扭矩-夹紧力试验

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 39310 紧固件 检查文件类型

ISO 7961 航空航天 螺栓 试验方法(Aerospace—Bolts—Test methods)

ISO/TS 4949 基于字母代号的钢材名称(Steel names based on letter symbols)

EN 10319-2 金属材料 拉伸应力松弛试验 第 2 部分：螺栓连接(Metallic materials—Tensile stress relaxation testing—Part 2：Procedure for bolted joint models)

## 3 术语和定义

GB/T 3098.25 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**不锈钢 stainlesssteel**

以不锈、耐蚀性为主要特性，且铬(Cr)含量至少为 10.5%，碳(C)含量最大不超过 1.2%的钢。

3.2

**马氏体不锈钢 martensiticstainlesssteel**

基体为马氏体组织，有磁性，通过热处理可调整其力学性能的不锈钢。

3.3

**沉淀硬化不锈钢 precipitationhardeningstainlesssteel**

基体为奥氏体或马氏体组织，并能通过沉淀硬化（又称时效硬化）处理使其强（硬）化的不锈钢。

3.4

**镍合金 nickelalloy**

镍含量不小于 50%的合金。

3.5

**保温时间 soakingtime**

工件在工艺规定温度下保持的时间。

3.6

**全承载能力螺栓和螺钉 boltandscrewwithfullloadability**

头部强度大于螺纹部分和无螺纹杆部（$d_s \approx d_2$ 或 $d_s > d_2$），且满足最小极限拉力载荷的螺栓和螺钉或全螺纹螺钉。

3.7

**全承载能力螺柱 studwithfullloadability**

无螺纹杆径 $d_s \approx d_2$ 或 $d_s > d_2$，且满足最小极限拉力载荷的螺柱。

3.8

**全承载能力螺母 nutwithfullloadability**

保证载荷符合 GB/T 3098.15 规定，最小高度不小于 0.8*D* 的标准螺母或高螺母。

3.9

**蠕变 creep**

因施加应力而产生的应变随时间的增大。

3.10

**松弛 relaxation**

总应变保持不变，应力随时间逐渐丧失的现象。

## 4 代号

下列代号适用于本文件。

$A$ 紧固件实物断后伸长量，单位为毫米(mm)；

$A_{s,nom}$ 螺纹公称应力截面积，单位为平方毫米($mm^2$)；

$A_T$ 紧固件实物高温断后伸长量，单位为毫米(mm)；

$b$ 螺纹长度，单位为毫米(mm)；

$D$ 内螺纹公称直径，单位为毫米(mm)；

$D_2$ 内螺纹基本中径，单位为毫米(mm)；

$d$ 外螺纹公称直径，单位为毫米(mm)；

$d_h$ 外螺纹紧固件拉伸试验装置或螺母保载试验装置孔径，单位为毫米(mm)；

$d_s$ 无螺纹杆径，单位为毫米(mm)；

$d_1$ 外螺纹基本小径，单位为毫米(mm)；

$d_2$ 外螺纹基本中径，单位为毫米(mm)；

$d_3$ 外螺纹小径（应力截面积计算用），单位为毫米(mm)；

$F_{mf}$ 极限拉力载荷，单位为牛(N)；

$F_{mf,T}$ 高温极限拉力载荷，单位为牛(N)；

$F_{n,T}$ 螺母高温极限脱扣载荷，单位为牛(N)；

$F_p$ 螺母保证载荷，单位为牛(N)；

$F_{pf}$ 紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的载荷，单位为牛(N)；

$F_{pf,T}$ 紧固件实物高温规定塑性延伸率为 0.2%时的载荷，单位为牛(N)；

$H$ 螺纹原始三角形高度，单位为毫米(mm)；

$h$ 螺母保载试验装置厚度，单位为毫米(mm)；

$L_0$ 施加载荷前紧固件的总长度，单位为毫米(mm)；

$L_1$ 断后紧固件的总长度，单位为毫米(mm)；

$L_2$ 拉伸试验前的夹紧长度，单位为毫米(mm)；

$l$ 外螺纹紧固件公称长度，单位为毫米(mm)；

$l_t$ 螺杆的总长度，单位为毫米(mm)；

$l_{th}$ 在试验夹具中紧固件未旋合螺纹的长度，单位为毫米(mm)；

$m$ 螺母高度，单位为毫米(mm)；

$P$ 螺距，单位为毫米(mm)；

$R_{mf}$ 紧固件实物抗拉强度，单位为兆帕(MPa)；

$R_{mf,T}$ 紧固件实物高温抗拉强度，单位为兆帕(MPa)；

$R_{m,T}$ 螺母高温极限脱扣强度，单位为兆帕(MPa)；

$R_{pf}$ 紧固件实物规定塑性延伸率为0.2%时的应力，单位为兆帕(MPa)；

$R_{pf,T}$ 紧固件实物高温规定塑性延伸率为0.2%时的应力，单位为兆帕(MPa)；

$S_p$ 保证应力，单位为兆帕(MPa)。

## 5 标记制度

本部分中规定的所有不锈钢和镍合金属于三种不同的类别：

— 马氏体不锈钢：CH0，CH1，CH2，V，VH，VW；

— 奥氏体沉淀硬化不锈钢：SD；

— 镍合金：SB 和 718。

## 6 材料和加工

### 6.1 化学成分

表1~表3 规定了紧固件用不锈钢和镍合金的化学成分极限。化学成分应按相关的国家标准进行评估。国内相应类别材料信息参见附录 A。

除非需方和制造者另有协议，否则在规定的紧固件钢的组别范围内的化学成分由制造者最终选择。

GB/T 3098.25 中规定了选择适用于应用的不锈钢或镍合金的通用指南和信息。

表 1　紧固件用马氏体不锈钢化学成分

| 材料类别 | 紧固件代号 | ISO 材料牌号[a] | 参考信息[b] | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Ni | Fe | 其他元素 |
| 马氏体不锈钢 | CH0 | X20Cr13 | 4021-420-00-1 | 0.16~0.25 | 1.00 | 1.50 | 0.040 | 0.030[c] | 12.0~14.0 | — | — | 余量 | — |
| | | X20Cr13 | 1.4021* | 0.16~0.25 | 1.00 | 1.50 | 0.040 | 0.030[c] | 12.0~14.0 | — | — | | — |
| | CH1 | X30Cr13 | 4028-420-00-1 | 0.26~0.35 | 1.00 | 1.50 | 0.040 | 0.030[c] | 12.0~14.0 | — | — | | — |
| | | X30Cr13 | 1.4028* | 0.26~0.35 | 1.00 | 1.50 | 0.040 | 0.030[c] | 12.0~14.0 | — | — | | — |
| | CH2 | X17CrNi16-2 | 4057-431-00-X | 0.12~0.22 | 1.00 | 1.50 | 0.040 | 0.030 | 15.0~17.0 | — | 1.50~2.50 | | — |
| | | X17CrNi16-2 | 1.4057* | 0.12~0.22 | 1.00 | 1.50 | 0.040 | 0.030 | 15.0~17.0 | — | 1.50~2.50 | | — |
| | V/VH[d] | X22CrMoV12-1 | 4923-422-77-E | 0.18~0.24 | 0.50 | 0.40~0.90 | 0.025 | 0.015 | 11.0~12.5 | 0.80~1.20 | 0.30~0.80 | | — |
| | | X22CrMoV12-1 | 1.4923*** | 0.18~0.24 | 0.50 | 0.40~0.90 | 0.025 | 0.015 | 11.0~12.5 | 0.80~1.20 | 0.30~0.80 | | V:0.25~0.35 |
| | VW | X19CrMoNbVN11-1 | 1.4913*** | 0.17~0.23 | 0.50 | 0.40~0.90 | 0.025 | 0.015 | 10.0~11.5 | 0.50~0.80 | 0.20~0.60 | | V:0.10~0.30<br>Nb:0.25~0.55<br>B:0.001 5<br>Al:0.020<br>N:0.05~0.10 |

注：表中所列成分除标明范围或最小值外，其余均为最大值。

a 符合 ISO/TS 4949。

b 参考信息："*" 表示 EN 10088-3 中包含的成分；"***" 表示 EN 10269 中包含的成分；没有 "*" 的表示 ISO 15510 中包含的成分。

c 硫质量分数的特定范围可以提供特定性能的改进。对机加工性能，建议硫质量分数控制在 0.015%~0.030%。

d 符号 V代表紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的应力 $R_{pf}$≥600 MPa，符号 VH 代表紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的应力 $R_{pf}$≥700 MPa，与表 4 一致。

表 2　紧固件用奥氏体沉淀硬化不锈钢化学成分

| 材料类别 | 紧固件代号 | ISO 材料牌号[a] | 参考信息[b] | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Ni | Fe | 其他元素 |
| 奥式体沉淀硬化不锈钢 | SDd | X6NiCrTiMoVB25-15-2 | 4980-662-86-X | 0.08[c] | 1.00 | 2.00 | 0.040 | 0.030 | 13.5~16.0 | 1.00~1.50 | 24.0~27.0 | 余量 | Ti: 1.90~ 2.35<br>Al:0.35<br>V:0.10 ~0.50<br>B:0.001~0.010 |
| | | X6NiCrTiMoVB25-15-2 | 1.4980*** | 0.03~0.08 | 1.00 | 1.00~2.00 | 0.025 | 0.015 | 13.5~16.0 | 1.00~1.50 | 24.0~27.0 | | Ti: 1.90~ 2.30<br>Al:0.35<br>V:0.10 ~0.50<br>B:0.003~0.010 |
| | | X6NiCrTiMoVB25-15-2 | 合金 660<br>S66286** | 0.08[c] | 1.00 | 2.00 | 0.040 | 0.030 | 13.5~16.0 | 1.00~1.50 | 24.0~27.0 | | Ti: 1.90~ 2.35<br>Al:0.35<br>V:0.10 ~0.50<br>B:0.001~0.010 |

注：表中所列成分除标明范围或最小值外，其余均为最大值。

a 符合 ISO/TS 4949。

b 参考信息："**" 表示 UNS 中包含的成分；"***" 表示 EN 10269 中包含的成分；没有 "*" 的表示 ISO 15510 中包含的成分。

c 对特殊用途的，可规定最小碳含量。

d 建议对原材料进行二次熔炼以便紧固件产品得到更好的工作性能。除非另有协议，熔炼过程由紧固件制造者决定。

表 3　紧固件用镍合金化学成分

| 材料类别 | 紧固件代号 | ISO 材料牌号[a] | 参考信息[b] | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Ni | Fe | 其他元素 |
| 镍合金 | SB[d] | NiCr20TiAl | 合金 80A<br>N07080 ** | 0.10[c] | 1.00 | 1.00 | 0.045 | 0.015 | 18.0~21.0 | — | 余量 | 3.0 | Ti: 1.8~2.7<br>Al:1.0~1.8<br>Co:2.0<br>Cu:0.2<br>B:0.008 |
| | | NiCr20TiAl | 2.4952 *** | 0.04~0.10[c] | 1.00 | 1.00 | 0.020 | 0.015 | 18.0~21.0 | — | ≥65.0 | 1.5 | Ti: 1.8~2.7<br>Al:1.0~1.8<br>Co:1.0<br>Cu:0.2<br>B:0.008 |
| | 718[d] | NiCr19NbMo | 合金 718<br>N07718 ** | 0.08[c] | 0.35 | 0.35 | 0.015 | 0.015 | 17.0~21.0 | 2.80~3.30 | 50.0~55.0 | 余量 | Nb:4.75~5.50<br>Ti:0.65~1.15<br>Al:0.2~0.8<br>Co:1.0<br>Cu:0.3<br>B:0.006 |
| | | NiCr19NbMo | 2.4668 *** | 0.02~0.08[c] | 0.35 | 0.35 | 0.015 | 0.015 | 17.0~21.0 | 2.80~3.30 | 50.0~55.0 | | Nb:4.75~5.50<br>Ti:0.60~1.20<br>Al:0.3~0.7<br>B:0.002~0.006<br>Co:1.0<br>Cu:0.3 |

注：表中所列成分除标明范围或最小值外，其余均为最大值。

a 符合 ISO/TS 4949。

b 参考信息："**" 表示 UNS 中包含的成分；"***" 表示 EN 10269 中包含的成分。

c 对特殊用途的，可规定最小碳含量。

d 建议对原材料进行二次熔炼以便紧固件产品得到更好的工作性能。除非另有协议，熔炼过程由紧固件制造者决定。

## 6.2 紧固件热处理

按本部分制造的紧固件应进行热处理，机械性能应符合第 7 章规定。

热处理工艺见表 4,马氏体不锈钢的最低回火温度应根据表 4 的规定选择，未规定的保温时间由制造者选择。 并考虑表 7 所要求的机械性能及紧固件的实际使用温度。

热处理工艺流程如下：

— SD、SB 和 718：应进行固溶处理(AT)，建议在紧固件成型后进行。 当外螺纹紧固件抗拉强度 $R_m \geq 1\ 100$ MPa 时，经供需协议，固溶处理(AT)可以针对原材料进行（在紧固件成型前）。

— 对于冷镦和热锻紧固件，热处理应在紧固件成型后进行。

— 对于由棒材机械加工成型紧固件，热处理可以针对原材料进行或在紧固件加工成型后进行。

对外螺纹紧固件，可以在热处理前或后或在固溶处理(AT)和沉淀硬化(P)之间辗制螺纹。

表 4 推荐的紧固件热处理制度

| 紧固件代号 | 热处理状态 | 淬火／固溶处理温度（和保温时间）℃ | 回火／沉淀硬化温度（和保温时间）℃ |
|---|---|---|---|
| CH0 | +QT | 950~1 050 | ≥450[a] |
| CH1 | +QT | 950~1 050 | ≥450[a] |
| CH2 | +QT | 950~1 050 | ≥450[a] |
| V | +QT | 1 020~1 070 | ≥680 |
| VH | +QT | 1 020~1 070 | ≥660 |
| VW | +QT | 1 100~1 130 | ≥670 |
| SD | +AT+P | 970~990（≥1 h）<br>890~910（≥1 h） | 710~730（≥16 h） |
| SB | +AT+P | 1 050~1 080 | 第 1 步：840~860（≥24 h）<br>第 2 步：690~710（≥16 h） |
| 718 | +AT+P | 940~1 010 | 第 1 步：710~730（≥8 h）<br>第 2 步：610~630（≥18 h） |
| QT—淬火并回火；<br>AT — 固溶处理（退火处理）；<br>P —沉淀硬化。 | | | |
| [a] 应避免 500 ℃~600 ℃温度区间（韧性损失和晶间腐蚀风险增加），参见附录 B。 | | | |

## 6.3 表面精饰

除非另有规定，符合本部分的紧固件应进行清洁和抛光。

螺栓连接中的紧固件通常通过施加扭矩产生预紧力，因此，推荐对不锈钢和镍合金紧固件进行润滑处理，以避免在紧固过程中出现磨损。

注 1：在紧固过程中，一些参数可能会增加不锈钢和镍合金紧固件的磨损风险，如螺纹损坏、高预载荷、高拧紧速度等。

注 2：目前，对于不锈钢和镍合金紧固件的国家标准中没有规定有关表面缺陷和扭矩-夹紧力性能的要求。

通过适当的表面处理（润滑或涂 / 镀层或带有润滑的涂 / 镀层）获得可控的不锈钢和镍合金紧固件扭矩-夹紧力关系。在这种情况下，标记和 / 或标签中紧固件代号后标记字母“Lu”，例如 SD Lu。同时，应选择适当的拧紧措施和方法，以达到所需的预紧力。

当需要特殊要求时，应供需协议。

## 6.4 螺栓和螺母连接副设计

螺栓、螺钉和螺柱与螺母匹配组合应按照表 5 规定。

表 5 螺栓、螺钉和螺柱与螺母使用组合

| 螺栓、螺钉和螺柱 | 螺母 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CH0 | CH1 | CH2 | V、VH、VW | SD | SB | 718 |
| CH0 | | | | | | | |
| CH1 | | | | 可能的组合 | | | |
| CH2 | | | | | | | |
| V、VH、VW | | | | | | | |
| SD | | | | | | | |
| SB | | | | | | | |
| 718 | | | | | | | |

螺母应与相同代号的螺栓、螺钉和螺柱（和垫圈）配合（如 CH0 螺栓与 CH0 螺母）。不同材料的紧固件匹配组合是可能的，但应满足下列条件：

— 应咨询有经验的紧固件材料专家；

— 考虑连接副的最低耐蚀性；

— 磨损风险。

注：在螺栓连接中，当被夹紧部分材料与所使用不锈钢和镍合金紧固件材料不同时，建议考虑使用隔离部件，以避免电化学腐蚀。

## 6.5 耐高温环境

本部分中规定的紧固件用高温材料主要适用于通常以蠕变强度为尺寸因数且会发生高温氧化的温度下（应注意，SD、SB 和 718 材料也具有良好的耐潮湿环境腐蚀能力）。

## 6.6 紧固件使用温度

第 7 章给出了在环境温度范围为 10 ℃~35 ℃条件下进行测试时紧固件的机械性能。当在高温下使用时，紧固件的机械性能会降低。与紧固件材料相关的建议最高使用温度见表 6，但根据使用条件，使用温度可能会低于最高使用温度。

表 6　建议的紧固件最高使用温度

| 紧固件代号 | 最高使用温度<br>℃ |
|---|---|
| CH0 | 400 |
| CH1 | 400 |
| CH2 | 450 |
| V | 600 |
| VH | 600 |
| VW | 600 |
| SD | 650 |
| SB | 800 |
| 718 | 700 |

当紧固件性能需要针对特定应用进行评估时，应在预期的使用温度下，对紧固件进行高温条件下拉伸试验和／或蠕变试验和／或松弛试验，试验方法按第 10 章规定。试验应在尽可能接近最终组装条件下进行（夹紧部件、夹紧力、使用温度等）。如确有必要按第 10 章进行试验，双方应在签订合同前就所有试验条件达成一致。

## 7　机械性能

### 7.1　螺栓、螺钉和螺柱机械性能

按第 9 章规定的方法进行试验时，指定紧固件代号的螺栓、螺钉和螺柱在环境温度条件下，所有机械性能要求应符合表 7~表 11 规定，无论试验在制造过程中进行或对最终成品进行。

表 7　环境温度下螺栓、螺钉和螺柱机械性能

| 紧固件代号 | 最小抗拉强度<br>$R_{mf}$<br>MPa | 紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的应力 $R_{pf}$<br>MPa | 最小断后伸长量 $A$<br>mm | 硬度<br>HV<br>（$F$≥98 N） | 硬度<br>HRC |
|---|---|---|---|---|---|
| CH0 | 800 | 600 | $0.20d$ | 250~320 | 22~32 |
| CH1 | 850 | 650 | $0.20d$ | 270~380 | 26~39 |
| CH2 | 860 | 690 | $0.20d$ | 260~320 | 25~32 |
| V | 800 | 600 | $0.20d$ | 250~320 | 22~32 |
| VH | 900 | 700 | $0.20d$ | 280~360 | 28~38 |
| VW | 900 | 750 | $0.20d$ | 280~360 | 28~38 |
| SD | 900 | 600 | $0.25d$ | 250~360 | 22~38 |
| SB | 1000 | 600 | $0.20d$ | 320~410 | 32~42 |
| 718 | 1230 | 1030 | $0.20d$ | 345~480 | 36~48 |

表 8　环境温度下最小拉力载荷—粗牙螺纹

| 螺纹规格 $d$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 最小拉力载荷 $F_{mf}$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M3 | 5.03 | 4 030 | 4 280 | 4 330 | 4 030 | 4 530 | 4 530 | 4 530 | 5 040 | 6 190 |
| M3.5 | 6.78 | 5 430 | 5 760 | 5 830 | 5 430 | 6 100 | 6 100 | 6 100 | 6 780 | 8 340 |
| M4 | 8.78 | 7 030 | 7 470 | 7 550 | 7 030 | 7 910 | 7 910 | 7 910 | 8 780 | 10 800 |
| M5 | 14.2 | 11 350 | 12 060 | 12 200 | 11 350 | 12 770 | 12 770 | 12 770 | 14 190 | 17 450 |
| M6 | 20.1 | 16 100 | 17 110 | 17 310 | 16 100 | 18 120 | 18 120 | 18 120 | 20 130 | 24 760 |
| M7 | 28.9 | 23 090 | 24 540 | 24 820 | 23 090 | 25 980 | 25 980 | 25 980 | 28 860 | 35 500 |
| M8 | 36.6 | 29 200 | 31 120 | 31 490 | 29 200 | 32 950 | 32 950 | 32 950 | 36 610 | 45 030 |
| M10 | 58.0 | 46 400 | 49 300 | 49 800 | 46 400 | 52 200 | 52 200 | 52 200 | 57 990 | 71 330 |
| M12 | 84.3 | 67 420 | 71 630 | 72 470 | 67 420 | 75 840 | 75 840 | 75 840 | 84 270 | 103 700 |
| M14 | 115 | 92 360 | 98 130 | 99 280 | 92 360 | 103 900 | 103 900 | 103 900 | 115 500 | 142 000 |
| M16 | 157 | 125 400 | 133 200 | 134 800 | 125 400 | 141 100 | 141 100 | 141 100 | 156 700 | 192 800 |
| M18 | 192 | 154 000 | 163 700 | 165 600 | 154 000 | 173 300 | 173 300 | 173 300 | 192 500 | 236 800 |
| M20 | 245 | 195 900 | 208 100 | 210 600 | 195 900 | 220 400 | 220 400 | 220 400 | 244 800 | 301 100 |
| M22 | 303 | 242 800 | 257 900 | 261 000 | 242 800 | 273 100 | 273 100 | 273 100 | 303 400 | 373 200 |
| M24 | 353 | 282 100 | 299 700 | 303 200 | 282 100 | 317 300 | 317 300 | 317 300 | 352 600 | 433 600 |
| M27 | 459 | 367 600 | 390 500 | 395 100 | 367 600 | 413 500 | 413 500 | 413 500 | 459 500 | 565 100 |
| M30 | 561 | 448 500 | 476 500 | 482 200 | 448 500 | 504 600 | 504 600 | 504 600 | 560 600 | 689 600 |
| M33 | 694 | 554 900 | 589 600 | 596 500 | 554 900 | 624 200 | 624 200 | 624 200 | 693 600 | 853 100 |
| M36 | 817 | 653 400 | 694 300 | 702 400 | 653 400 | 735 100 | 735 100 | [illegible]100 | 816 800 | 1 004 600 |
| M39 | 976 | 780 700 | 829 400 | 839 200 | 780 700 | 878 200 | 878 200 | 878 200 | 975 800 | 1 200 200 |

$F_{mf,min} = A_{s,nom} \times R_{mf,min}$。

$A_{s,nom}$计算见 9.1.5,载荷值是根据 $A_{s,nom}$进行计算，100 000 N 内圆整到 10 N，>100 000 N 圆整到 100 N。

表 9　环境温度下在 $R_{pf}$下最小拉力载荷—粗牙螺纹

| 螺纹规格 $d$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的载荷 $F_{pf}$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M3 | 5.03 | 3 020 | 3 280 | 3 480 | 3 020 | 3 530 | 3 780 | 3 020 | 3 020 | 5 190 |
| M3.5 | 6.78 | 4 070 | 4 410 | 4 680 | 4 070 | 4 750 | 5 090 | 4 070 | 4 070 | 6 980 |
| M4 | 8.78 | 5 270 | 5 710 | 6 060 | 5 270 | 6 150 | 6 590 | 5 270 | 5 270 | 9 050 |
| M5 | 14.2 | 8 510 | 9 220 | 9 790 | 8 510 | 9 930 | 10 640 | 8 510 | 8 510 | 14 610 |

表 9（续）

| 螺纹规格 $d$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的载荷 $F_{pf}$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M6 | 20.1 | 12 080 | 13 090 | 13 890 | 12 080 | 14 090 | 15 100 | 12 080 | 12 080 | 20 730 |
| M7 | 28.9 | 17 320 | 18 760 | 19 920 | 17 320 | 20 210 | 21 650 | 17 320 | 17 320 | 29 730 |
| M8 | 36.6 | 21 970 | 23 800 | 25 260 | 21 970 | 25 630 | 27 460 | 21 970 | 21 970 | 37 710 |
| M10 | 58.0 | 34 800 | 37 700 | 40 020 | 34 800 | 40 600 | 43 500 | 34 800 | 34 800 | 59 730 |
| M12 | 84.3 | 50 560 | 54 780 | 58 150 | 50 560 | 58 990 | 63 200 | 50 560 | 50 560 | 86 800 |
| M14 | 115 | 69 270 | 75 040 | 79 660 | 69 270 | 80 810 | 86 580 | 69 270 | 69 270 | 119 000 |
| M16 | 157 | 94 010 | 101 900 | 108 200 | 94 010 | 109 700 | 117 600 | 94 010 | 94 010 | 161 400 |
| M18 | 192 | 115 500 | 125 200 | 132 900 | 115 500 | 134 800 | 144 400 | 115 500 | 115 500 | 198 300 |
| M20 | 245 | 146 900 | 159 200 | 169 000 | 146 900 | 171 400 | 183 600 | 146 900 | 146 900 | 252 200 |
| M22 | 303 | 182 100 | 197 300 | 209 400 | 182 100 | 212 400 | 227 600 | 182 100 | 182 100 | 312 600 |
| M24 | 353 | 211 600 | 229 200 | 243 300 | 211 600 | 246 800 | 264 400 | 211 600 | 211 600 | 363 100 |
| M27 | 459 | 275 700 | 298 700 | 317 000 | 275 700 | 321 600 | 344 600 | 275 700 | 275 700 | 473 200 |
| M30 | 561 | 336 400 | 364 400 | 386 900 | 336 400 | 392 500 | 420 500 | 336 400 | 336 400 | 577 500 |
| M33 | 694 | 416 200 | 450 900 | 478 600 | 416 200 | 485 500 | 520 200 | 416 200 | 416 200 | 714 400 |
| M36 | 817 | 490 100 | 230 900 | 563 600 | 490 100 | 571 800 | 612 600 | 490 100 | 490 100 | 841 300 |
| M39 | 976 | 585 500 | 634 300 | 673 300 | 585 500 | 683 100 | 731 900 | 585 500 | 585 500 | 1 005 100 |

$F_{pf,min} = A_{s,nom} \times R_{pf,min}$。

$A_{s,nom}$计算见 9.1.5,载荷值是根据 $A_{s,nom}$进行计算，100 000 N 内圆整到 10 N,>100 000 N 圆整到 100 N。

表 10　环境温度下最小拉力载荷—细牙螺纹

| 螺纹规格 $d \times P$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 最小拉力载荷 $F_{mf}$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M8 × 1 | 39.2 | 31 340 | 33 300 | 33 690 | 31 340 | 35 260 | 35 260 | 35 260 | 39 170 | 48 180 |
| M10 × 1.25 | 61.2 | 48 960 | 52 020 | 52 640 | 48 960 | 55 080 | 55 080 | 55 080 | 61 200 | 75 280 |
| M10 × 1 | 64.5 | 51 600 | 54 820 | 55 470 | 51 600 | 58 050 | 58 050 | 58 050 | 64 500 | 79 330 |
| M12 × 1.5 | 88.1 | 70 510 | 74 910 | 75 790 | 70 510 | 79 320 | 79 320 | 79 320 | 88 130 | 108 400 |
| M12 × 1.25 | 92.1 | 73 660 | 78 270 | 79 190 | 73 660 | 82 870 | 82 870 | 82 870 | 92 080 | 113 300 |
| M14 × 1.5 | 125 | 99 640 | 105 900 | 107 200 | 99 640 | 112 100 | 112 100 | 112 100 | 124 600 | 153 200 |
| M16 × 1.5 | 167 | 133 800 | 142 200 | 143 900 | 133 800 | 150 600 | 150 600 | 150 600 | 167 300 | 205 800 |
| M18 × 1.5 | 216 | 173 000 | 183 800 | 186 000 | 173 000 | 194 700 | 194 700 | 194 700 | 216 300 | 266 000 |

表 10（续）

| 螺纹规格 $d \times P$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 最小拉力载荷 $F_{mf}$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M20 × 1.5 | 272 | 217 300 | 230 800 | 233 500 | 217 300 | 244 400 | 244 400 | 244 400 | 271 600 | 334 000 |
| M22 × 1.5 | 333 | 266 500 | 283 100 | 286 500 | 266 500 | 299 800 | 299 800 | 299 800 | 333 100 | 409 700 |
| M24 × 2 | 384 | 307 600 | 326 800 | 330 600 | 307 600 | 346 000 | 346 000 | 346 000 | 384 500 | 472 900 |
| M27 × 2 | 496 | 396 600 | 421 400 | 426 400 | 396 600 | 446 200 | 446 200 | 446 200 | 495 800 | 609 800 |
| M30 × 2 | 621 | 497 000 | 528 100 | 534 300 | 497 000 | 559 100 | 559 100 | 559 100 | 621 300 | 764 100 |
| M33 × 2 | 761 | 608 700 | 646 700 | 654 300 | 608 700 | 684 800 | 684 800 | 684 800 | 760 800 | 935 800 |
| M36 × 3 | 865 | 692 000 | 735 200 | 743 900 | 692 000 | 778 500 | 778 500 | 778 500 | 865 000 | 1 063 900 |
| M39 × 3 | 1 030 | 822 800 | 874 200 | 884 500 | 822 800 | 925 600 | 925 600 | 925 600 | 1 028 400 | 1 265 000 |
| $F_{mf,min} = A_{s,nom} \times R_{mf,min}$。$A_{s,nom}$ 计算见 9.1.5，载荷值是根据 $A_{s,nom}$ 进行计算，100 000 N 内圆整到 10 N，>100 000 N 圆整到 100 N。 | | | | | | | | | | |

表 11　环境温度下在 $R_{pf}$ 下最小拉力载荷—细牙螺纹

| 螺纹规格 $d \times P$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的载荷 $F_{pf}$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M8 × 1 | 39.2 | 23 510 | 25 460 | 27 030 | 23 510 | 27 420 | 29 380 | 23 510 | 23 510 | 40 350 |
| M10 × 1.25 | 61.2 | 36 720 | 39 780 | 42 230 | 36 720 | 42 840 | 45 900 | 36 720 | 36 720 | 63 040 |
| M10 × 1 | 64.5 | 38 700 | 41 930 | 44 510 | 38 700 | 45 150 | 48 380 | 38 700 | 38 700 | 66 430 |
| M12 × 1.5 | 88.1 | 52 880 | 57 290 | 60 810 | 52 880 | 61 690 | 66 100 | 52 880 | 52 880 | 90 770 |
| M12 × 1.25 | 92.1 | 55 250 | 59 850 | 63 530 | 55 250 | 64 460 | 69 060 | 55 250 | 55 250 | 94 840 |
| M14 × 1.5 | 125 | 74 730 | 80 960 | 85 940 | 74 730 | 87 190 | 93 410 | 74 730 | 74 730 | 128 300 |
| M16 × 1.5 | 167 | 100 400 | 108 800 | 115 500 | 100 400 | 117 100 | 125 500 | 100 400 | 100 400 | 172 300 |
| M18 × 1.5 | 216 | 129 800 | 140 600 | 149 300 | 129 800 | 151 400 | 162 200 | 129 800 | 129 800 | 222 800 |
| M20 × 1.5 | 272 | 163 000 | 176 500 | 187 400 | 163 000 | 190 100 | 203 700 | 163 000 | 163 000 | 279 700 |
| M22 × 1.5 | 333 | 199 900 | 216 500 | 229 900 | 199 900 | 233 200 | 249 800 | 199 900 | 199 900 | 343 100 |
| M24 × 2 | 384 | 230 700 | 249 900 | 265 300 | 230 700 | 269 100 | 288 400 | 230 700 | 230 700 | 396 000 |
| M27 × 2 | 496 | 297 500 | 322 300 | 342 100 | 297 500 | 347 100 | 371 900 | 297 500 | 297 500 | 510 700 |
| M30 × 2 | 621 | 372 800 | 403 800 | 428 700 | 372 800 | 434 900 | 466 000 | 372 800 | 372 800 | 639 900 |
| M33 × 2 | 761 | 456 500 | 494 600 | 525 000 | 456 500 | 532 600 | 570 600 | 456 500 | 456 500 | 783 700 |
| M36 × 3 | 865 | 519 000 | 562 300 | 596 900 | 519 000 | 605 500 | 648 800 | 519 000 | 519 000 | 890 900 |
| M39 × 3 | 1 030 | 617 100 | 668 500 | 709 600 | 617 100 | 719 900 | 771 300 | 617 100 | 617 100 | 1 059 300 |
| $F_{mf,min} = A_{s,nom} \times R_{mf,min}$。$A_{s,nom}$ 计算见 9.1.5，载荷值是根据 $A_{s,nom}$ 进行计算，100 000 N 内圆整到 10 N，>100 000 N 圆整到 100 N。 | | | | | | | | | | |

7.2 螺母机械性能

按第 9 章规定的方法进行试验时，指定紧固件代号的螺母在环境温度条件下，保证载荷和硬度要求应符合表 12~表 14 规定，无论试验在制造过程中进行或对最终成品进行。

表 12 环境温度下螺母硬度

| 紧固件代号 | 保证载荷下应力 $\sigma_{p}$<br>MPa | 硬度<br>HV<br>（$F \geq 98N$） | 硬度<br>HRC |
|---|---|---|---|
| CH0 | 800 | 250~320 | 22~32 |
| CH1 | 850 | 270~380 | 26~39 |
| CH2 | 860 | 260~320 | 25~32 |
| V | 800 | 250~320 | 22~32 |
| VH | 900 | 280~360 | 28~38 |
| VW | 900 | 280~360 | 28~38 |
| SD | 900 | 250~360 | 22~38 |
| SB | 1 000 | 320~410 | 32~42 |
| 718 | 1 230 | 345~480 | 36~48 |

表 13 环境温度下螺母保证载荷—粗牙螺纹

| 螺纹规格 $D$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$<br>$mm^2$ | 保证载荷 $F_p$<br>N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M5 | 14.2 | 11 350 | 12 060 | 12 200 | 11 350 | 12 770 | 12 770 | 12 770 | 14 190 | 17 450 |
| M6 | 20.1 | 16 100 | 17 110 | 17 310 | 16 10[illegible] | 18 120 | 18 120 | 18 120 | 20 130 | 24 760 |
| M7 | 28.9 | 23 090 | 24 540 | 24 820 | 23 090 | 25 980 | 25 980 | 25 980 | 28 860 | 35 500 |
| M8 | 36.6 | 29 290 | 31 120 | 31 490 | 29 290 | 32 950 | 32 950 | 32 950 | 36 610 | 45 030 |
| M10 | 58.0 | 46 400 | 49 300 | 49 880 | 46 400 | 52 200 | 52 200 | 52 200 | 57 990 | 71 330 |
| M12 | 84.3 | 67 420 | 71 630 | 72 470 | 67 420 | 75 840 | 75 840 | 75 840 | 84 270 | 103 700 |
| M14 | 115 | 92 360 | 98 130 | 99 280 | 92 360 | 103 900 | 103 900 | 103 900 | 115 500 | 142 000 |
| M16 | 157 | 125 400 | 133 200 | 134 800 | 125 400 | 141 100 | 141 100 | 141 100 | 156 700 | 192 800 |
| M18 | 192 | 154 000 | 163 700 | 165 600 | 154 000 | 173 300 | 173 300 | 173 300 | 192 500 | 236 800 |
| M20 | 245 | 195 900 | 208 100 | 210 600 | 195 900 | 220 400 | 220 400 | 220 400 | 244 800 | 301 100 |
| M22 | 303 | 242 800 | 257 900 | 261 000 | 242 800 | 273 100 | 273 100 | 273 100 | 303 400 | 373 200 |
| M24 | 353 | 282 100 | 299 700 | 303 200 | 282 100 | 317 300 | 317 300 | 317 300 | 352 600 | 433 600 |

表 13（续）

| 螺纹规格 $D$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 保证载荷 $F_p$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M27 | 459 | 367 600 | 390 500 | 395 100 | 367 600 | 413 500 | 413 500 | 413 500 | 459 500 | 565 100 |
| M30 | 561 | 448 500 | 476 500 | 482 200 | 448 500 | 504 600 | 504 600 | 504 600 | 560 600 | 689 600 |
| M33 | 694 | 554 900 | 589 600 | 596 500 | 554 900 | 624 200 | 624 200 | 624 200 | 693 600 | 853 100 |
| M36 | 817 | 653 400 | 694 300 | 702 400 | 653 400 | 735 100 | 735 100 | 735 100 | 816 800 | 1 004 600 |
| M39 | 976 | 780 700 | 829 400 | 839 200 | 780 700 | 878 200 | 878 200 | 878 200 | 975 800 | 1 200 200 |

$F_p = A_{s,nom} \times s_p$。

$A_{s,nom}$计算见 9.1.5,载荷值是根据 $A_{s,nom}$进行计算，100 000 N 内圆整到 10 N，>100 000 N 圆整到 100 N。

表 14　环境温度下螺母保证载荷—细牙螺纹

| 螺纹规格 $D \times P$ | 公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm² | 保证载荷 $F_p$ N | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CH0 | CH1 | CH2 | V | VH | VW | SD | SB | 718 |
| M8 × 1 | 39.2 | 31 340 | 33 300 | 33 690 | 31 340 | 35 260 | 35 260 | 35 260 | 39 170 | 48 180 |
| M10 × 1.25 | 61.2 | 48 960 | 52 020 | 52 640 | 48 960 | 55 080 | 55 080 | 55 080 | 61 200 | 75 280 |
| M10 × 1 | 64.5 | 51 600 | 54 820 | 55 470 | 51 600 | 58 050 | 58 050 | 58 050 | 64 500 | 79 330 |
| M12 × 1.5 | 88.1 | 70 510 | 74 910 | 75 790 | 70 510 | 79 320 | 79 320 | 79 320 | 88 130 | 108 400 |
| M12 × 1.25 | 92.1 | 73 660 | 78 270 | 79 100 | 73 660 | 82 870 | 82 870 | 82 870 | 92 080 | 113 300 |
| M14 × 1.5 | 125 | 99 640 | 105 900 | 107 200 | 99 640 | 112 100 | 112 100 | 112 100 | 124 600 | 153 200 |
| M16 × 1.5 | 167 | 133 800 | 142 200 | 143 900 | 133 800 | 150 600 | 150 600 | 150 600 | 167 300 | 205 800 |
| M18 × 1.5 | 216 | 173 000 | 183 800 | 186 000 | 173 000 | 194 700 | 194 700 | 194 700 | 216 300 | 266 000 |
| M20 × 1.5 | 272 | 217 300 | 230 800 | 233 500 | 217 300 | 244 400 | 244 400 | 244 400 | 271 600 | 334 000 |
| M22 × 1.5 | 333 | 266 500 | 283 100 | 286 500 | 266 500 | 299 800 | 299 800 | 299 800 | 333 100 | 409 700 |
| M24 × 2 | 384 | 307 600 | 326 800 | 330 600 | 307 600 | 346 000 | 346 000 | 346 000 | 384 500 | 472 900 |
| M27 × 2 | 496 | 396 600 | 421 400 | 426 400 | 396 600 | 446 200 | 446 200 | 446 200 | 495 800 | 609 800 |
| M30 × 2 | 621 | 497 000 | 528 100 | 534 300 | 497 000 | 559 100 | 559 100 | 559 100 | 621 300 | 764 100 |
| M33 × 2 | 761 | 608 700 | 646 700 | 654 300 | 608 700 | 684 800 | 684 800 | 684 800 | 760 800 | 935 800 |
| M36 × 3 | 865 | 692 000 | 735 200 | 743 900 | 692 000 | 778 500 | 778 500 | 778 500 | 865 000 | 1 063 900 |
| M39 × 3 | 1 030 | 822 800 | 874 200 | 884 500 | 822 800 | 925 600 | 925 600 | 925 600 | 1 028 400 | 1 265 000 |

$F_p = A_{s,nom} \times s_p$。

$A_{s,nom}$计算见 9.1.5,载荷值是根据 $A_{s,nom}$进行计算，100 000 N 内圆整到 10 N，>100 000 N 圆整到 100 N。

## 8 试验方法和检验的适用性

### 8.1 试验方法适用性

试验方法适用性见表 15。

表 15 环境温度下紧固件试验方法适用性

| 紧固件代号 | 性能和试验方法 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 螺栓、螺钉和螺柱[a, b] | | | 螺母 | | |
| | 最小抗拉强度[c] $R_{mf}$ | 紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的应力 $R_{pf}$ | 断后伸长量 $A$ | 硬度 | 保证载荷 | 硬度 |
| | 拉力试验 9.1 | | | 硬度试验 9.2 | 保证载荷试验 9.3 | 硬度试验 9.4 |
| SD、SB、718 | $d_{\geq 3}$ mm<br>$l_{\geq 2.5d}$<br>$b_{\geq 2.0d}$ | | | 适用 | 适用 | 适用 |
| CH0、CH1、CH2、V、VH、VW | $d_{\geq 3}$ mm<br>$l_{\geq 2.5d}$<br>$b_{\geq 2.0d}$ | | | 适用 | 适用 | 适用 |

[a] 全螺纹螺柱 $l_t \geq 3.5d$。
[b] 当 $l < 2.5d$（或全螺纹螺柱 $l_t < 3.5d$）时，试验和试验方法由供需协议。
[c] 最小抗拉强度 $R_{mf}$ 也可以通过楔负载试验进行测试（试验方法见 GB/T 3098.6）。

### 8.2 制造者的检验

按本部分生产的紧固件，当按 8.1 和第 9 章规定的适用性试验测试时，应符合第 6 章和第 7 章规定的所有适用要求。

本部分不要求制造者对每一制造批次都实施试验。但制造者有责任选择合适的方法，如过程控制或最终检查，以确保每一制造批均符合所有规定的要求。更多的信息见 GB/T 90.3。

如有争议，应按 8.1 和第 9 章规定的试验方法。

### 8.3 供应商的检验

如果符合第 6 章和第 7 章规定的化学成分、机械性能要求，供方可选择自己的方法来控制和 / 或检验紧固件（对制造者的定期评估、校核制造者提供的测试结果、紧固件实物检测等）。

如有争议，应按 8.1 和第 9 章规定的试验方法。

### 8.4 需方的检验

需方可按第 9 章规定的试验方法来控制和 / 或检验交付的紧固件。

如有争议，应按 8.1 和第 9 章规定的试验方法。

### 8.5 试验结果交付

当需方要求供应商的测试结果时，应该在订购时达成一致。试验报告应按照 GB/T 39310 的规定编制，试验报告的类型(F2.2、F3.1 或 F3.2)和任何附加的或特定的测试也应由需方规定，并在订购时达

成一致。

## 9 环境温度条件下试验方法

### 9.1 螺栓、螺钉和螺柱实物拉力试验

#### 9.1.1 通则

本试验用于同时或分别测定以下参数：

— 紧固件实物的抗拉强度 $R_{mf}$；

— 紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2%时的应力 $R_{pf}$；

— 断后伸长量 $A$。

本试验适用于符合以下规定的螺栓、螺钉和螺柱实物：

— 所有不锈钢和镍合金类别；

— 3 mm≤$d$≤39 mm；

— 螺栓、螺钉和螺柱（具有无螺纹杆部）公称长度 $l$ ≥2.5$d$，且螺纹长度 $b$≥2$d$；

— 无螺纹杆径 $d_s$>$d_2$ 或者 $d_s$≈$d_1$；

— 全螺纹螺柱，长度≥3.5$d$。

拉伸试验机应符合 GB/T 16825.1 的规定，达到 1 级精度或以上。装夹紧固件时，应避免斜拉，可使用自动定心装置。

夹具和螺纹夹具应符合以下要求：

— 硬度大于 45 HRC；

— 孔径 $d_h$ 符合表 16 要求；

— 螺纹夹具螺纹公差等级 5H6G，见图 1。

试验装置应具有足够刚度，以避免影响规定塑性延伸率为 0.2%时的载荷 $F_{pf}$ 或断后伸长量 $A$。

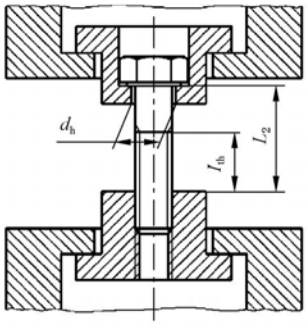
所有长度测量精度应不大于 ±0.05 mm。

表 16 夹具孔径 单位为毫米

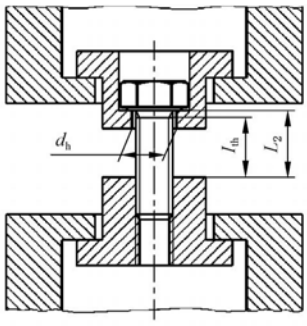
| 螺纹公称直径 $d$ | $d_h$[a,b] | | 螺纹公称直径 $d$ | $d_h$[a,b] | |
|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | | min | max |
| 3 | 3.40 | 3.58 | 16 | 17.50 | 17.77 |
| 3.5 | 3.90 | 4.08 | 18 | 20.00 | 20.33 |
| 4 | 4.50 | 4.68 | 20 | 22.00 | 22.33 |
| 5 | 5.50 | 5.68 | 22 | 24.00 | 24.33 |
| 6 | 6.60 | 6.82 | 24 | 26.00 | 26.33 |
| 7 | 7.60 | 7.82 | 27 | 30.00 | 30.33 |
| 8 | 9.00 | 9.22 | 30 | 33.00 | 33.39 |
| 10 | 11.0 | 11.27 | 33 | 36.00 | 36.39 |
| 12 | 13.50 | 13.77 | 36 | 39.00 | 39.39 |
| 14 | 15.50 | 15.77 | 39 | 42.00 | 42.39 |

a 符合 GB/T 5277 的中等系列。

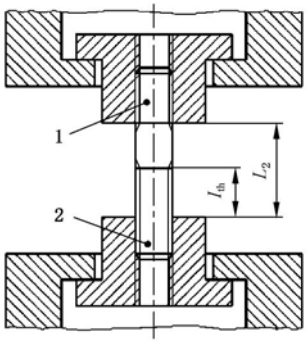
b 对于方颈螺栓，孔应适用于容纳方颈。



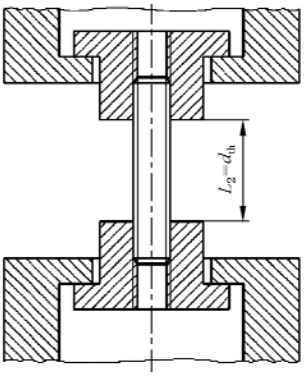

a) 螺栓




b) 螺钉




c) 带无螺纹杆部螺柱




d) 全螺纹螺柱

说明：

1 —拧入基体端；

2 —拧入螺母端；

$d_h$ —孔径；

$l_{th}$ —未旋合螺纹长度≥1$d$；

$L_2$ —夹紧长度。

图 1 紧固件实物拉伸试验装置示例

试件应为经尺寸等检验合格的紧固件。

紧固件应安装到夹具中，如图 1 所示。与螺纹夹具螺纹啮合长度为 1$d$±1$p$。承受负载的未旋合螺纹长度 $l_{th}$≥1$d$。

应按 GB/T 228.1 的规定进行拉力试验。试验机夹头的分离速度不应超过 10 mm/min，达到 $F_{pf}$ 后分离速度不超过 25 mm/min。

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

载荷 $F$ 应连续测量，直到发生断裂，直接利用一个电子装置（如微处理器）或载荷-位移曲线（见 GB/T 228.1），曲线可自动或手动绘制。

可接受的精确图形测量，曲线在弹性范围的斜率（直线部分）相对横坐标是 30°~45°。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/848117000026006113