

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 3098.6—2023

代替 GB/T 3098.6—2014

## 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱

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

(ISO 3506-1:2020, Fasteners—Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners—Part 1: Bolts, screws and studs with specified grades and property classes, MOD)

2023-05-23 发布

2023-12-01 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 .....	V
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 不锈钢组别和性能等级标记制度 .....	4
5.1 通则 .....	4
5.2 不锈钢组别的标记(第一部分) .....	4
5.3 性能等级的标记(第二部分) .....	5
6 材料 .....	5
6.1 化学成分 .....	5
6.2 马氏体不锈钢紧固件的热处理 .....	8
6.3 表面精饰 .....	8
6.3 耐蚀性 .....	8
7 机械和物理性能 .....	8
8 试验方法和检查的适用性 .....	14
8.1 试验方法的适用性 .....	14
8.2 紧固件的承载能力 .....	14
8.3 制造者检查 .....	15
8.4 供方检查 .....	15
8.5 需方检查 .....	16
8.6 试验结果的交付 .....	16
9 试验方法 .....	16
9.1 拉力试验 .....	16
9.2 因头部设计降低承载能力螺栓和螺钉拉力试验 .....	21
9.3 因杆部设计降低承载能力螺栓、螺钉和螺柱拉力试验 .....	22
9.4 楔负载试验 .....	22
9.5 扭矩试验 .....	24
9.6 硬度试验 .....	25
10 紧固件标志和标签 .....	26
10.1 标志 .....	26
10.2 制造者识别标志 .....	27

10.3 紧固件标志 .....	27
10.4 包装标志(标签) .....	30
附录 A (资料性) 高温下的机械性能和低温下的应用 .....	31
参考文献 .....	32



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 3098《紧固件机械性能》的第 6 部分。GB/T 3098 已经发布了以下部分：

- 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；
- GB/T 3098.26 紧固件机械性能 平垫圈。

本文件代替 GB/T 3098.6—2014《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》，与 GB/T 3098.6—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了性能等级为 70、80 和 100 的双相(奥氏体-铁素体)不锈钢(见图 1)；
- b) 增加了奥氏体不锈钢性能等级 100 和组别 A8(见图 1)；
- c) 更改了表面精饰(见 6.3, 2014 年版的第 4 章)；
- d) 增加了不锈钢螺栓和螺母组别匹配(见 6.4)；
- e) 增加了最小拉力载荷和规定塑性延伸率为 0.2% 时的最小载荷计算值，以及数值圆整原则(见表 4~表 7)；
- f) 增加了因头部结构或杆部结构降低承载能力紧固件(见 8.2)；
- g) 增加检查程序要求和指导(见 8.3~8.6)；

- h) 增加了全承载能力和降低承载能力试验方法适用性(见第 8 章);
- i) 更改了抗拉强度试验程序(见 9.1,2014 年版的 7.2),增加了降低承载能力试验方法(见 9.2 和 9.3);
- j) 更改了楔负载试验(见 9.4,2014 年版的 7.2)和硬度试验(见 9.6,2014 年版的 7.2);
- k) 更改了标志和标签,增加了降低承载能力紧固件标志方法(见第 10 章,2014 年版的第 4 章);
- l) 更改了高温下的机械性能和低温下的应用(见附录 A,2014 年版的附录 F);
- m) 删除不锈钢紧固件机械性能系列标准中共有的附录(见 2014 年版附录 B~附录 E、附录 G、附录 H)。

本文件修改采用 ISO 3506-1:2020《紧固件 耐腐蚀不锈钢紧固件机械性能 第 1 部分:规定组别和性能等级的螺栓、螺钉和螺柱》。

本文件与 ISO 3506-1:2020 的技术性差异及其原因如下:

- 用规范性引用的 GB/T 3098.25 替换了 ISO 3506-6,以适应我国的技术条件(见 6.1);
- 用规范性引用的 GB/T 39310 替换了 ISO 16228,以适应我国的技术条件(见 8.6);
- 用规范性引用的 GB/T 16825.1 替换了 ISO 7500-1,以适应我国的技术条件(见 9.1.1);
- 用规范性引用的 GB/T 228.1 替换了 ISO 6892-1,以适应我国的技术条件(见 9.1.1、9.1.2、9.4.2);
- 用规范性引用的 GB/T 12160 替换了 ISO 9513,以适应我国的技术条件(见 9.1.3);
- 用规范性引用的 GB/T 230.1 替换了 ISO 6508-1,以适应我国的技术条件(见 9.6.2);
- 用规范性引用的 GB/T 231.1 替换了 ISO 6506-1,以适应我国的技术条件(见 9.6.2);
- 用规范性引用的 GB/T 4340.1 替换了 ISO 6507-1,以适应我国的技术条件(见 9.6.2);
- 用规范性引用的 GB/T 3099.4 替换了 ISO 1891-4,以适应我国的技术条件(见 10.4);
- 删去奥氏体不锈钢性能等级 70 紧固件状态“软”,符合奥氏体不锈钢紧固件实际状态(见图 1)。

本文件做了下列编辑性改动:

- 将标准名称改为《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》;
- 将资料性引用的国际文件替换为我国文件;
- 将“不锈钢组别标记(第一部分)由一个字母组成……”更改为:“不锈钢组别标记(第一部分)由一个字母和一位数字组成……”(见 5.2)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会(SAC/TC 85)归口。

本文件起草单位:中机生产力促进中心有限公司、河北五维航电科技股份有限公司、上海集优标五高强度紧固件有限公司、舟山市 7412 工厂、无锡市标准件厂有限公司、苏州热工研究院有限公司、湖南申亿机械应用研究院有限公司、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心、浙江安成金属制品有限公司、山东鲁桂紧固件有限公司。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会负责解释。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- 本文件于 1986 年首次发布,2000 年第一次修订,2014 年第二次修订;
- 本次为第三次修订。

## 引 言

GB/T 3098《紧固件机械性能》针对不同类别紧固件机械性能分别进行了规定,为紧固件设计、制造、验收检查和使用提供了依据,拟由 29 个部分构成:

- 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 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;
- GB/T 3098.26 紧固件机械性能 平垫圈;
- GB/T 3098.27 紧固件机械性能 耐候钢紧固件;
- GB/T 3098.28 紧固件机械性能 不锈钢平垫圈;
- GB/T 3098.29 紧固件机械性能 M42~M100 螺母。

GB/T 3098 已转化 ISO 898 系列碳钢和合金钢紧固件机械性能、ISO 3506 系列不锈钢紧固件机械性能,以及自攻螺钉、自挤螺钉、有效力矩型钢锁紧螺母、有色金属紧固件、自钻自攻螺钉等机械性能国际标准;自主制定了抽芯铆钉、细晶非调质钢紧固件、M42~M72 外螺纹紧固件等机械性能标准;纳入了螺母扩孔试验、平行支承面法检查氢脆用预载荷试验、盲铆钉试验方法、蝶形螺母保证扭矩等试验方法标准。将各种材料、各种型式产品机械性能标准和相关试验方法标准纳入 GB/T 3098 系列之中,便于使用。

不锈钢紧固件的特性是由材料的化学成分(特别是耐腐蚀性)和制造工艺产生的机械性能决定的。与淬火和回火紧固件相比,采用加工硬化制造的铁素体、奥氏体和双相(奥氏体-铁素体)不锈钢紧固件

不具有均匀的局部材料特性。

奥氏体-铁素体不锈钢被称为双相不锈钢,最初发明于 20 世纪 30 年代。现在使用的标准双相不锈钢组别是在 20 世纪 80 年代发展起来的。双相不锈钢制成的紧固件已经得到广泛应用。本文件修订后,对其进行了规定。

与常用的 A1~A5 奥氏体不锈钢相比,双相不锈钢的抗应力腐蚀开裂性能都有所提高。大多数双相不锈钢也具有较高的耐点蚀性,其中 D2 至少与 A2 相当,而 D4 至少与 A4 相当。

关于不锈钢组别和性能定义的补充详细说明见 GB/T 3098.25。

FINESZ 泛微



# 紧固件机械性能

## 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱

### 1 范围

本文件规定了由耐腐蚀不锈钢制造的粗牙螺纹和细牙螺纹螺栓、螺钉和螺柱(以下简称紧固件),在环境温度为 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下测试时的机械和物理性能。规定了与奥氏体、马氏体、铁素体和双相(奥氏体-铁素体)不锈钢紧固件组别对应的性能等级。

GB/T 3098.25 提供了适用的不锈钢及其性能的一般规则和附加技术信息。

符合本文件要求的紧固件在环境温度 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下进行测试。在较高温度和/或较低温度下,紧固件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使用温度为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,但也可使用到低温 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和高温 $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,更详细资料见附录 A 和 GB/T 3098.25。

在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围外使用时,使用者有责任咨询有经验的紧固件材料专家,并考虑不锈钢成分、高温或低温下暴露时间、温度对紧固件机械性能和被夹紧件的影响,以及螺栓连接的腐蚀性使用环境,以确定对特定应用的适当选择。

注 2: 使用温度高达 $+800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,GB/T 3098.24 给出了适当的不锈钢组别和性能等级的选择。

本文件适用的紧固件:

- 符合 GB/T 192 规定的普通螺纹;
- 符合 GB/T 193 和 GB/T 9144 规定的直径与螺距组合;
- 粗牙螺纹 M1.6~M39,细牙螺纹 M8×1~M39×3;
- 螺纹公差符合 GB/T 197 和 GB/T 9145 规定;
- 规定性能等级;
- 任何形状。

在满足所有适用的化学成分、机械和物理性能技术要求时,不锈钢组别和性能等级可用于超出本文件规定的规格范围(即 $d < 1.6\text{ mm}$ 或 $d > 39\text{ mm}$ )。

由于头部或无螺纹杆部几何尺寸的原因,某些螺栓、螺钉和螺柱不能完全满足本文件的拉力或扭矩要求,导致承载能力降低(如:当头部剪切面积小于螺纹应力截面积时,见 8.2.2)。

本文件不适用于紧定螺钉及类似的不受拉力的螺纹紧固件(见 GB/T 3098.16)。

本文件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。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件的必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有修改单)适用于本文件。

## GB/T 3098.6—2023

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—2021,ISO 6892-1:2019,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 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 3098.25 紧固件机械性能 不锈钢和镍合金紧固件选用指南

GB/T 3099.4 紧固件术语 控制、检查、交付、接收和质量(GB/T 3099.4—2021,ISO 1891-4:2018,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 12160 金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定(GB/T 12160—2019,ISO 9513:2012,IDT)

GB/T 16825.1 金属材料 静力单轴试验机的检验与校准 第1部分:拉力和(或)压力试验机测试系统的检验与校准(GB/T 16825.1—2022,ISO 7500-1:2018,IDT)

GB/T 39310 紧固件 检查文件类型(GB/T 39310—2020,ISO 16228:2017,MOD)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**全承载能力不锈钢螺栓和螺钉** stainless steel bolt and screw with full loadability

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

[来源:GB/T 3098.24—2020,3.6,有修改]

#### 3.2

**全承载能力不锈钢螺柱** stainless steel stud with full loadability

无螺纹杆径  $d_s \approx d_2$  或  $d_s > d_2$ ,且满足最小拉力载荷的不锈钢螺柱。

[来源:GB/T 3098.24—2020,3.7,有修改]

#### 3.3

**降低承载能力不锈钢螺栓和螺钉** stainless steel bolt and screw with reduced loadability

头部强度低于螺纹部分和无螺纹杆部,或无螺纹杆径  $d_s < d_2$  的不锈钢螺栓和螺钉。

#### 3.4

**降低承载能力不锈钢螺柱** stainless steel stud with reduced loadability

无螺纹杆径  $d_s < d_2$  的不锈钢螺柱。

#### 3.5

**不锈钢** stainless steel

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

[来源:GB/T 3098.24—2020,3.1,有修改]

#### 3.6

**奥氏体不锈钢** austenitic stainless steel

铬和镍含量高的不锈钢(3.5),通常不能通过热处理进行强化,具有良好的耐腐蚀性、延展性,通常磁性较弱或无磁性。

## 3.7

**马氏体不锈钢 martensitic stainless steel**

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(3.5)。铬含量高,但镍或其他合金元素含量较少。

[来源:GB/T 3098.24—2020,3.2,有修改]

## 3.8

**铁素体不锈钢 ferritic stainless steel**

碳含量低于 0.1%,铬含量通常为 11%~18%的不锈钢(3.5),通常不能通过热处理进行强化,并且具有强磁性。

## 3.9

**双相不锈钢 duplex stainless steel**

显微组织包含奥氏体和铁素体两种相的不锈钢(3.5),与奥氏体钢相比,耐腐蚀性更好,铬含量更高,镍含量更低,强度高且具有磁性。

## 4 符号

下列符号适用于本文件。

$A$	断后伸长量,单位为毫米(mm);
$A_{s,公称}$	螺纹公称应力截面积,单位为平方毫米(mm <sup>2</sup> );
$A_{d_s}$	腰状杆横截面积,单位为平方毫米(mm <sup>2</sup> );
$b$	螺纹长度,单位为毫米(mm);
$d$	螺纹公称直径,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(用于公称应力截面积计算),单位为毫米(mm);
$d_a$	支承面内径,单位为毫米(mm);
$d_h$	楔垫或夹具的孔径,单位为毫米(mm);
$d_s$	无螺纹杆径,单位为毫米(mm);
$F_{mf}$	极限拉力载荷,单位为牛顿(N);
$F_{pf}$	紧固件实物的规定塑性延伸率为 0.2%时的载荷,单位为牛顿(N);
$H$	螺纹原始三角形高度,单位为毫米(mm);
$k$	头部高度,单位为毫米(mm);
$l$	公称长度,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);
$L_2$	拉伸前夹紧长度,单位为毫米(mm);
$l_s$	无螺纹杆部长度,单位为毫米(mm);
$l_t$	螺柱总长度,单位为毫米(mm);
$l_{th}$	试验夹具中紧固件未旋合螺纹长度,单位为毫米(mm);
$M_B$	破坏扭矩,单位为牛米(N·m);
$P$	螺距,单位为毫米(mm);
$R_{mds}$	因杆部设计降低承载能力紧固件的抗拉强度,单位为兆帕(MPa);
$R_{mf}$	紧固件实物抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

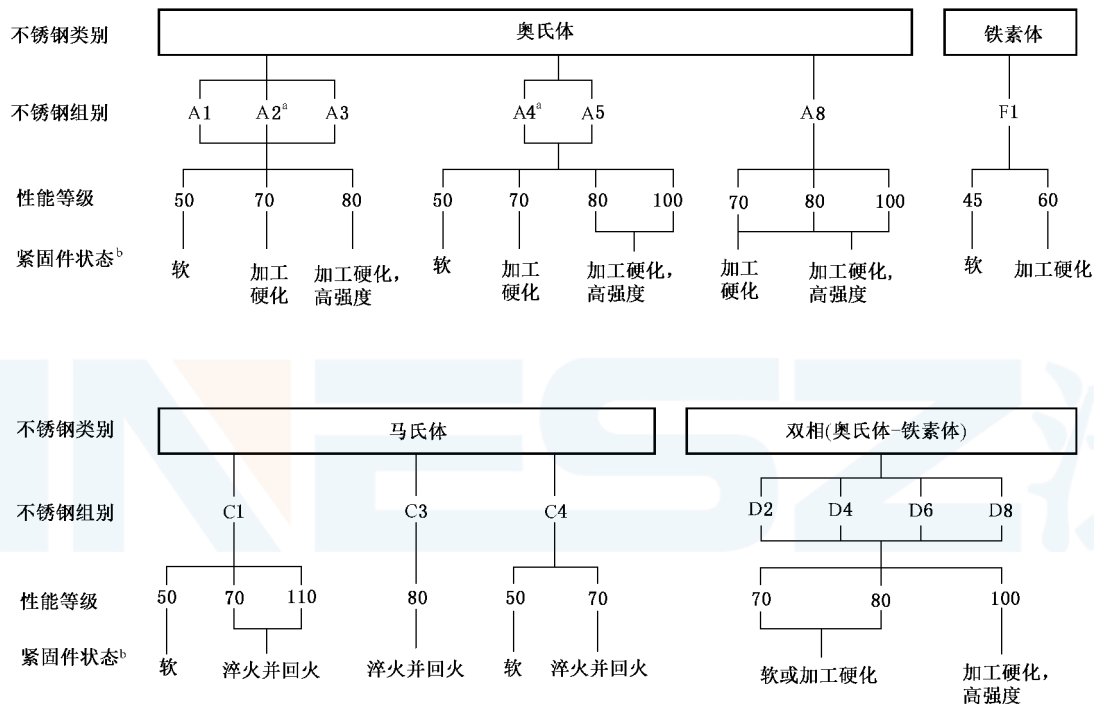
$R_{pf}$  紧固件实物的规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力,单位为兆帕(MPa);  
 $\alpha$  楔垫角度,单位为度( $^{\circ}$ )。

## 5 不锈钢组别和性能等级标记制度

### 5.1 通则

第 7 章、表 2 或表 3 规定了不锈钢组别和性能等级的标准化组合。

螺栓、螺钉和螺柱的不锈钢组别和性能等级的标记制度由两部分组成,用连字符分隔,见图 1。第一部分标记不锈钢的组别,第二部分标记紧固件性能等级。



<sup>a</sup> 含碳量不超过 0.030% 的低碳奥氏体不锈钢紧固件可在组别后增加标记“L”。示例: A4L-80

<sup>b</sup> 仅供参考。

图 1 紧固件不锈钢组别和性能等级标记制度

紧固件不锈钢组别和性能等级的标志、标签和标记应按第 10 章规定。对于可在螺纹杆部进行拉力试验的降低承载能力的螺栓、螺钉和螺柱,应按 10.1.3 规定,在性能等级之前加注数字“0”。对于因螺纹长度过短( $b < 3d$ )而无法进行拉力试验的降低承载能力的紧固件,不应按此标记性能等级。

在满足所有适用的化学成分、机械和物理性能要求时,本文件规定的标记制度也可用于超出第 1 章规定的规格范围(即  $d < 1.6 \text{ mm}$  或  $d > 39 \text{ mm}$ )。

### 5.2 不锈钢组别的标记(第一部分)

不锈钢组别标记(第一部分)由一个字母和一位数字组成,字母规定了不锈钢类别,其中:

- A: 奥氏体不锈钢;
- C: 马氏体不锈钢;
- F: 铁素体不锈钢;
- D: 双相不锈钢(奥氏体-铁素体);

——一位数字:规定该不锈钢组别化学成分的范围。

图 1 中不锈钢类别和组别的化学成分按表 1 规定。

### 5.3 性能等级的标记(第二部分)

性能等级的标记(第二部分)由 2~3 位数字组成,该数字对应于表 2 或表 3 规定的紧固件最小抗拉强度的 1/10。

示例 1: A2-70 表示奥氏体不锈钢、加工硬化、最小抗拉强度 700 MPa。

示例 2: C1-110 表示马氏体不锈钢、淬火并回火、最小抗拉强度 1 100 MPa。

## 6 材料

### 6.1 化学成分

表 1 规定了紧固件用不锈钢组别的化学成分限值。该化学成分应按相关标准的规定。

除非供需双方另有协议,否则在规定的 stainless steel 组别范围内,化学成分由制造者选择。

适合某种应用的不锈钢组别应按 GB/T 3098.25 的规定进行选择。

FINESZ 泛微

表 1 不锈钢组别与化学成分

不锈钢组别	化学成分 <sup>a</sup> (熔炼分析,质量分数,%) <sup>b</sup>											其他元素和注
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N		
A1	0.12	1.00	6.5	0.020	0.15~0.35	16.0~19.0	0.70	5.0~10.0	1.75~2.25	—		c,d,e
A2	0.10	1.00	2.00	0.050	0.030	15.0~20.0	— <sup>f</sup>	8.0~19.0	4.0	—		g,h
A3	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	17.0~19.0	— <sup>f</sup>	9.0~12.0	1.00	—		5C≤Ti≤0.80 和/或 10C≤Nb≤1.00
A4	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	16.0~18.5	2.00~3.00	10.0~15.0	4.0	—		b,i
A5	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	16.0~18.5	2.00~3.00	10.5~14.0	1.00	—		5C≤Ti≤0.80 和/或 10C≤Nb≤1.00 <sup>i</sup>
A8	0.030	1.00	2.00	0.040	0.030	19.0~22.0	6.0~7.0	17.5~26.0	1.50	—		—
C1	0.09~0.15	1.00	1.00	0.050	0.030	11.5~14.0	—	1.00	—	—		i
C3	0.17~0.25	1.00	1.00	0.040	0.030	16.0~18.0	—	1.50~2.50	—	—		—
C4	0.08~0.15	1.00	1.50	0.060	0.150~ 0.350	12.0~14.0	0.60	1.00	—	—		c,i
F1	0.08	1.00	1.00	0.040	0.030	15.0~18.0	— <sup>f</sup>	1.00	—	—		j

表 1 不锈钢组别与化学成分(续)

不锈钢组别	化学成分 <sup>a</sup> (熔炼分析,质量分数,%) <sup>b</sup>											其他元素和注
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	N		
D2	0.040	1.00	6.0	0.040	0.030	19.0~24.0	0.10~1.00	1.50~5.50	3.00	0.05~0.20	Cr+3.3Mo+ 16N≤24.0 <sup>k</sup>	
D4	0.040	1.00	6.0	0.040	0.030	21.0~25.0	0.10~2.00	1.00~5.50	3.00	0.05~0.30	24.0<Cr+ 3.3Mo+16N <sup>k</sup>	
D6	0.030	1.00	2.00	0.040	0.015	21.0~23.0	2.50~3.5	4.5~6.5	—	0.08~0.35	—	
D8	0.030	1.00	2.00	0.035	0.015	24.0~26.0	3.00~4.5	6.0~8.0	2.50	0.20~0.35	W≤1.00	

<sup>a</sup> 根据材料标准,除非另有说明,否则数值均为最大值,所显示的位数应符合一般规则,例如:见 EN 10088(所有部分)。

<sup>b</sup> 如有争议,实施成品分析。

<sup>c</sup> 可以用硒代替硫,但其使用可能受到限制。

<sup>d</sup> 如果镍含量低于 8.0%,则锰的最小含量应为 5.0%。

<sup>e</sup> 如果镍含量大于 8.0%,对铜的最小含量不予限制。

<sup>f</sup> 钼含量由制造者确定,但对某些使用场合,如有必要限定钼的极限含量,则应在订单中由用户注明。

<sup>g</sup> 如果铬含量低于 17.0%,则镍的最小含量宜为 12.0%。

<sup>h</sup> 对最大碳含量为 0.030% 的奥氏体不锈钢,氮含量最高不应超过 0.22%。

<sup>i</sup> 对较大直径的产品,为达到规定的机械性能,可由制造者确定采用较高的含碳量,但对奥氏体钢含碳量不应超过 0.12%。

<sup>j</sup> 可含钛和/或铌以提高耐腐蚀性。

<sup>k</sup> 此公式仅用于根据本文件对双相钢进行分组(不用于耐腐蚀性的选择标准)。

对于特殊用途不锈钢组别的选择见 GB/T 3098.25。GB/T 3098.25 中也给出了符合表 1 的不锈钢的示例。

## 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 的紧固件应淬火并回火。

组别和性能等级为 C1-110 的紧固件应淬火并回火,最低回火温度为 275 °C。

## 6.3 表面精饰

除非另有规定,符合本文件的紧固件应进行清洁和抛光。

为了最大限度地提高紧固件的耐蚀性,推荐表面进行钝化处理。按照 GB/T 5267.4 进行钝化处理的紧固件可以在性能等级代号之后加上字母“P”(见 10.4)。

注 1: 钝化处理后的紧固件一般无光亮表面。

螺栓连接副中的螺栓、螺钉和螺柱通常通过施加扭矩产生预紧力,因此,推荐对不锈钢紧固件进行润滑处理,以避免在拧紧过程中出现螺纹咬死。

注 2: 在拧紧过程中,一些因素可能会增加不锈钢紧固件的螺纹咬死风险,如螺纹损坏、高预紧力、高拧紧速度等。

注 3: 目前,不锈钢紧固件国家标准中尚未规定有关表面缺陷和扭矩—夹紧力性能的要求。

对于不锈钢紧固件,可通过适当的表面处理获得可控的扭矩—夹紧力关系,可以仅使用润滑剂或使用涂层、面漆和/或包括润滑剂的封闭剂。在这种情况下,紧固件标记和/或标签中性能等级代号后宜标记字母“Lu”,例如 A4-80Lu。同时,宜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,应在订货时达成供需协议。

## 6.4 耐蚀性

为了防止腐蚀,螺栓、螺钉和螺柱宜与相同不锈钢组别的螺母和垫圈配合使用(例如,A2 螺母和 A2 螺栓配合)。可采用其他组合方式(例如,A4 螺母与 D4 螺栓配合),前提是:

- 要始终考虑耐蚀性最差的部件;
- 宜考虑螺纹咬死风险;
- 强烈建议咨询有经验的紧固件材料专家。

在螺栓连接中,当使用不锈钢紧固件连接非不锈钢零件时,如镀锌件,建议考虑使用隔离零件进行隔离,以避免发生电化学腐蚀。

## 7 机械和物理性能

无论是在制造过程中还是在最终成品检验时,按第 9 章规定的方法在环境温度 10 °C~35 °C 条件下进行试验时,规定不锈钢组别和性能等级的螺栓、螺钉和螺柱应符合表 2~表 8 规定的所有适用要求。

第 8 章规定了试验方法的适用性,以验证不同类型和尺寸的紧固件是否符合表 2~表 8 的要求。

即使紧固件的材料符合第 6 章规定的所有相关要求,但由于紧固件头部几何尺寸原因(头部剪切面积小于螺纹部分应力截面积,如沉头、半沉头或低圆柱头)或杆部几何尺寸原因(无螺纹杆部剪切面积小于螺纹部分应力截面积),某些紧固件可能无法满足拉力或扭矩要求。降低承载能力的紧固件,见 8.2.2 和 10.1.3。

尽管本文件中规定了多种不锈钢组别和性能等级,但由于材料性能以及紧固件几何形状不同,所以并不意味着所有的组合都合适,有些不锈钢组别和性能等级的组合可能没有商品化。对于非标准紧固件,建议咨询紧固件专家。



表 2 螺栓、螺钉和螺柱机械性能——奥氏体和双相钢组别

不锈钢类别	组别	性能等级	抗拉强度 $R_m^a$ min MPa	规定塑性延伸率为 0.2%时的应力 $R_{pf}^b$ min MPa	断后伸长量 A min mm
奥氏体	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	
双相钢	D2、D4、D6、D8	70	700	450	0.4d
		80	800	600	0.3d
		100	1 000	800	0.2d

<sup>a</sup> 最小拉力载荷( $F_{mf}$ ),粗牙螺纹按表 4,细牙螺纹按表 6。  
<sup>b</sup> 在  $R_{pf}$  的最小载荷( $F_{pf}$ ),粗牙螺纹按表 5,细牙螺纹按表 7。

表 3 螺栓、螺钉和螺柱机械性能——马氏体和铁素体钢组别

不锈钢组别	性能等级	抗拉强度 $R_{mf}^a$ min MPa	规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 $R_{pf}^b$ min MPa	断后伸长量 A min mm	硬度			
					HV	HRC	HBW	
马氏体	C1	50	500	250	0.2d	155~220	—	147~209
		70	700	410	0.2d	220~330	20~34	209~314
		110 <sup>c</sup>	1 100	820	0.2d	350~440	36~45	—
	C3	80	800	640	0.2d	240~340	21~35	228~323
		C4	50	500	250	0.2d	155~220	—
	70		700	410	0.2d	220~330	20~34	209~314
铁素体	F1 <sup>d</sup>	45	450	250	0.2d	135~220	—	128~209
		60	600	410	0.2d	180~285	—	171~271

表 3 螺栓、螺钉和螺柱机械性能——马氏体和铁素体钢组别(续)

不锈钢组别	性能等级	抗拉强度 $R_{mf}^a$ min MPa	规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 $R_{pf}^b$ min MPa	断后伸长量 A min mm	硬度		
					HV	HRC	HBW
<p><sup>a</sup> 最小拉力载荷 (<math>F_{mf}</math>), 粗牙螺纹按表 4, 细牙螺纹按表 6。  <sup>b</sup> 在 <math>R_{pf}</math> 的最小载荷 (<math>F_{pf}</math>), 粗牙螺纹按表 5, 细牙螺纹按表 7。  <sup>c</sup> 淬火并回火, 最低回火温度为 275 °C。  <sup>d</sup> 仅对螺纹公称直径 <math>d \leq 24</math> mm。</p>							

表 4 最小拉力载荷——粗牙螺纹

螺纹规格 $d$	公称应力截面积 $A_{s,nom}$ mm <sup>2</sup>	最小拉力载荷, $F_{mf}^a$ N									
		奥氏体钢和双相钢				马氏体钢				铁素体钢	
		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>  $F_{mf}$  值根据 9.1.5 中规定的  $A_{s,nom}$  的精确数字计算得出, 100 000 N 以内圆整到上一个 10 N, 100 000 N 以上圆整到上一个 100N。  
<sup>b</sup> 性能等级 50 仅指奥氏体 A1~A5 组别。

表 5 规定塑性延伸率为 0.2% 时 ( $R_{pf}$ ) 的最小拉力载荷——粗牙螺纹

螺纹规格 $d$	公称应力 截面积 $A_{s,nom}$ $mm^2$	规定塑性延伸率为 0.2% 时的最小拉力载荷, $F_{pf}^a$ N									
		奥氏体钢和双相钢				马氏体钢				铁素体钢	
		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>  $F_{pf}$  值根据 9.1.5 中规定的  $A_{s,nom}$  的精确数字计算得出, 100 000 N 以内圆整到上一个 10 N, 100 000 N 以上圆整到上一个 100 N。

<sup>b</sup> 性能等级 50 仅指奥氏体 A1~A5 组别。

表 6 最小拉力载荷——细牙螺纹

螺纹规格 $d$	公称应力 截面积 $A_{s,nom}$ $mm^2$	最小拉力载荷, $F_{mf}^a$ N									
		奥氏体钢和双相钢				马氏体钢				铁素体钢	
		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

表 6 最小拉力载荷——细牙螺纹（续）

螺纹规格 <i>d</i>	公称应力截面积 $A_{s,nom}$ $mm^2$	最小拉力载荷, $F_{mf}^a$ N									
		奥氏体钢和双相钢				马氏体钢				铁素体钢	
		50 <sup>b</sup>	70	80	100	50	70	80	110	45	60
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	1 030	514 200	719 900	822 800	1 028 400	514 200	719 900	822 800	1 131 300	—	—

<sup>a</sup>  $F_{mf}$ 值根据 9.1.5 中规定的  $A_{s,nom}$  的精确数字计算得出, 100 000 N 以内圆整到上一个 10 N, 100 000 N 以上圆整到上一个 100 N。  
<sup>b</sup> 性能等级 50 仅指奥氏体 A1~A5。

表 7 规定塑性延伸率为 0.2% 时 ( $R_{pf}$ ) 的最小拉力载荷——细牙螺纹

螺纹规格 <i>d</i>	公称应力截面积 $A_{s,nom}$ $mm^2$	规定塑性延伸率为 0.2% 时的最小拉力载荷, $F_{pf}^a$ N									
		奥氏体钢和双相钢				马氏体钢				铁素体钢	
		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	—	—

表7 规定塑性延伸率为0.2%时( $R_{pf}$ )的最小拉力载荷——细牙螺纹(续)

螺纹规格 $d$	公称应力 截面积 $A_{s,nom}$ $mm^2$	规定塑性延伸率为0.2%时的最小拉力载荷, $F_{pf}^a$ N									
		奥氏体钢和双相钢				马氏体钢				铁素体钢	
		50 <sup>b</sup>	70	80	100	50	70	80	110	45	60
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	1 030	216 000	462 800	617 100	822 800	257 100	421 700	658 200	843 300	—	—

<sup>a</sup>  $F_{pf}$ 值根据 9.1.5 中规定的  $A_{s,nom}$  的精确数字计算得出, 100 000 N 以内圆整到上一个 10 N, 100 000 N 以上圆整到上一个 100 N。

<sup>b</sup> 性能等级 50 仅指奥氏体 A1~A5 组别。

当由于长度太短( $l < 2.5d$  或  $b < 2d$ )而无法进行第 9 章规定的拉力试验时, 表 8 规定了最小破坏扭矩, 作为全承载能力螺栓、螺钉和螺柱抗拉强度的替代选择。

如果要求扭矩试验, 则:

- 表 8 中规定的最小破坏扭矩值仅适用于性能等级为 50、70 和 80 的奥氏体不锈钢组别, 粗牙螺纹紧固件;
- 对于性能等级为 100 的奥氏体不锈钢组别, 尚无可用数值;
- 对于细牙螺纹紧固件, 尚无可用数值;
- 对于马氏体、铁素体和双相(奥氏体-铁素体)不锈钢组别, 尚无可用数值。

在这种情况下, 最小破坏扭矩应在订货时由供需协议确定。

表8 最小破坏扭矩——奥氏体钢类别

螺纹规格 $d$	破坏扭矩 $M_B^a$ min N·m		
	性能等级		
	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> 紧固件的扳拧部分和/或槽型不一定能够施加本表中规定的最小破坏扭矩, 这不应成为拒收的原因。

8 试验方法和检查的适用性

8.1 试验方法的适用性

表 9 和表 10 所列试验的适用性取决于不锈钢组别、紧固件型式和尺寸。然而,由于尺寸和/或承载能力的原因,有些类型或规格的紧固件不能按表 2~表 8 中规定的机械和物理性能项目进行试验。

8.2 紧固件的承载能力

8.2.1 全承载能力紧固件

标准化或非标准化的、全承载能力的不锈钢螺栓、螺钉或螺柱成品,当进行拉力试验直至断裂时:

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

表 9 中规定的可对全承载能力紧固件进行的试验,与不锈钢组别和紧固件尺寸有关。

表 9 全承载能力紧固件适用性试验

不锈钢组别	最小抗拉强度 $R_{mf}$		规定塑性延伸 率为 0.2% 时 的应力 $R_{pf}^b$	断后伸长量 A	最小破坏 扭矩 $M_B$	硬度
	拉力试验 <sup>a,b</sup>	楔负载 试验 <sup>b,c</sup>	拉力试验 <sup>a,b</sup>	拉力试验 <sup>a,b</sup>	扭矩试验 <sup>c</sup>	硬度试验
	9.1	9.4	9.1	9.1	9.5	9.6
A1 A2 A3 A4 A5 A8	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	无关	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	当 $d < 3 \text{ mm}$ 时, 对所有长度; 当 $d \geq 3 \text{ mm}$ 、 $b \geq 1d + 2P$ 时, 仅对 $l < 2.5d$ ; 对性能等级 100 或细牙螺纹,无 数值	不适用
C1 C3 C4	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	无数值	适用
F1	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	无关	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	无数值	适用
D2 D4 D6 D8	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	无关	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	$d \geq 3 \text{ mm}$ $l \geq 2.5d$ $b \geq 2d$	无数值	不适用

<sup>a</sup> 对全螺纹螺柱,总长  $l_t \geq 3.5d$ 。  
<sup>b</sup> 对  $l < 2.5d$  (或全螺纹螺柱  $l_t < 3.5d$ ),试验和试验条件应由供需协议确定。  
<sup>c</sup> 仅对螺栓和螺钉 (不适用于螺柱)适用。

### 8.2.2 因几何结构降低承载能力的紧固件

标准化或非标准化的、降低承载能力的不锈钢螺栓、螺钉或螺柱成品,其特性符合表 1~表 3 中规定的相关组别和性能等级,但由于其几何形状原因,在进行试验直至断裂时不符合拉力或扭矩要求。

与螺纹部分的最小拉力载荷相比,因几何尺寸原因降低承载能力的紧固件有两种基本类型:

- a) 螺栓和螺钉头部设计:
  - 带或不带外扳拧的降低头部高度的螺栓,或
  - 带内扳拧的扁圆头或低圆柱头螺钉,或
  - 带内扳拧的沉头螺钉。
- b) 紧固件特殊的杆部设计:适用于不要求或甚至不按本文件规定的全承载能力的场合,如腰状杆螺钉。

对于降低承载能力不锈钢紧固件,材料应符合表 1 规定,应采用适当制造工艺以达到表 2 或表 3 规定的机械性能,即使紧固件只能在其螺纹杆部进行拉力试验,见表 10。

表 10 中规定的可用于降低承载能力紧固件的试验,与不锈钢组别和紧固件尺寸有关。楔负载试验和扭矩试验不适用。

表 10 降低承载能力紧固件试验适用性

不锈钢组别	最小抗拉强度	规定塑性延伸率为	断后伸长量	最小拉力载荷	硬度
	$R_{mf}$	0.2%时的应力 $R_{pf}$	A	$F_{mf}$	
	拉力试验	拉力试验	拉力试验	拉力试验	硬度试验
	9.1、9.3	9.1	9.1	9.2	9.6
A1 A2 A3 A4 A5 A8	$d \geq 3 \text{ mm}$ , 当 $b \geq 3d^a$ 时的所有长度			$d \geq 3 \text{ mm}$ 所有长度	不适用
C1 C3 C4					适用
F1					适用
D2 D4 D6 D8					不适用
<sup>a</sup> 按照图 2 d) 进行拉力试验,螺纹长度至少要 $3d$ , 即 $1d$ 的未旋合螺纹长度和两端各 $1d$ 的螺纹旋合长度。					

### 8.3 制造者检查

按本文件生产的紧固件,当采用第 8 章规定的“可实施的试验”和第 9 章规定的试验方法测试时,应符合第 6 章和第 7 章适用的技术要求。

本文件不要求制造者对每一生产批都实施试验。但制造者有责任选择合适的方法,如过程控制或最终检查,以确保每一生产批均符合所有的技术要求。更多的信息见 GB/T 90.3。

如有争议,应按第 8 章和第 9 章规定的试验方法。

### 8.4 供方检查

供方可选择自己的方法(定期评估制造者,校验其提供的测试结果,对紧固件实物进行检测等)来控制/或测试制造者提供的紧固件,使之符合第 6 章和第 7 章规定的化学成分、机械和物理性能要求。

如有争议,应按第 8 章和第 9 章规定的试验方法。

## 8.5 需方检查

需方可按第 9 章规定的试验方法来控制和/或测试交付的紧固件。  
如有争议,应按第 8 章和第 9 章规定的试验方法。

## 8.6 试验结果的交付

如果需方要求供方提供测试结果,应在订货时约定试验报告的类型。除非另有规定,否则试验报告应按照 GB/T 39310 的规定编制,试验报告的类型(F2.2、F3.1 或 F3.2)和任何额外的或特定的测试也应由需方指定,并在订货时协商一致。

## 9 试验方法

### 9.1 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:

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

在螺纹长度  $b \geq 3d$  的情况下,拉力试验也适用于因头部设计而降低承载能力的螺栓和螺钉。

拉力试验机应符合 GB/T 16825.1 中 1 级或更高的要求。装夹紧固件时,应避免斜拉,可使用自动定心装置。

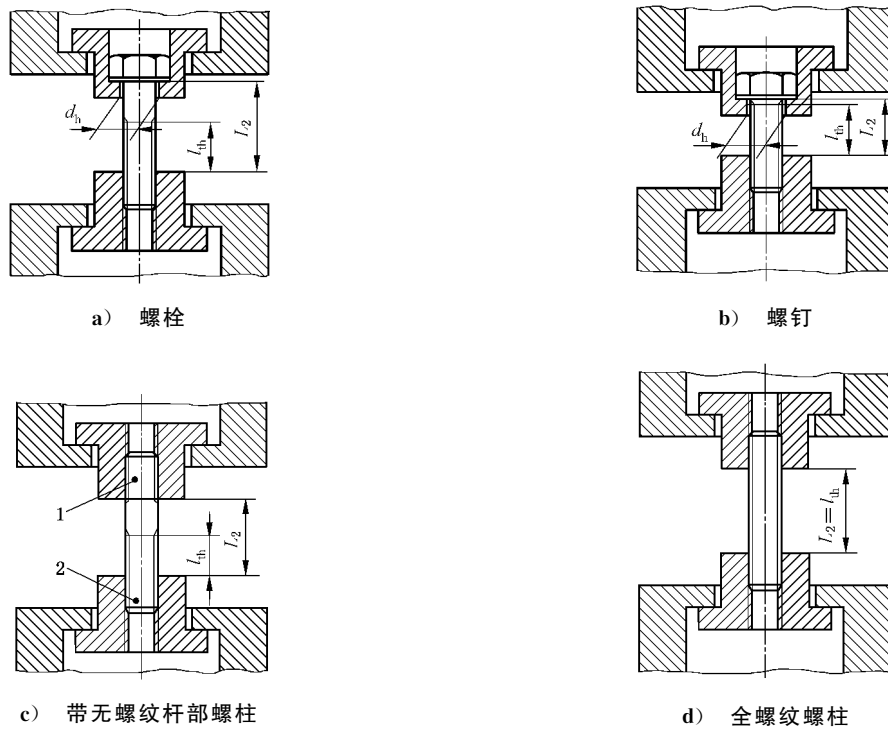
夹具和螺纹夹具应符合以下要求:

- 硬度:  $\geq 45\text{HRC}$ ;
- 通孔直径( $d_h$ ):按表 12 规定;
- 螺纹夹具螺纹公差等级:5H6G。

试验装置应具有足够的刚性,以避免变形影响规定塑性延伸率为 0.2% 时的载荷  $F_{pf}$  或断后伸长量  $A$  的测定。

所有长度测量的精度应为 0.05 mm 或更高。





标引序号说明：

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  $\geq 1d$ ；

$L_2$  —— 夹紧长度。

图 2 紧固件实物拉力试验装置示例

试件应为交付状态的紧固件。

对于降低承载能力紧固件，当  $b \geq 3d$  时，应在螺纹杆部进行试验，如图 2d) 中所示全螺纹螺柱。头部或缩杆部分可根据情况去除。

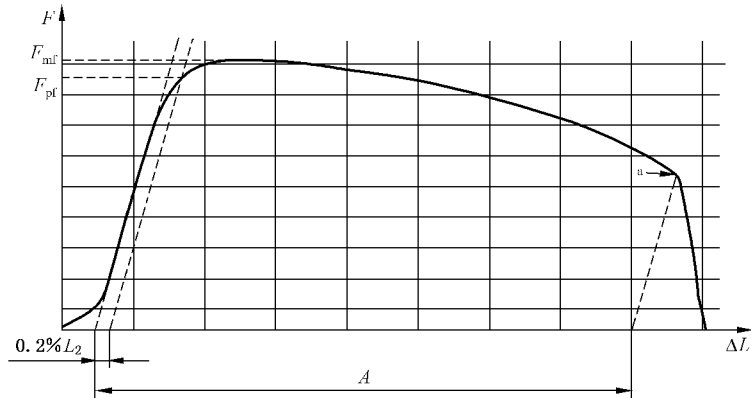
紧固件应按图 2 所示拧入夹具中。螺纹夹具内螺纹啮合长度应为  $1d \pm 1P$ 。承受载荷的未旋合螺纹长度应为  $l_{th} \geq 1d$ 。

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，在达到载荷  $F_{pf}$  前，不应超过 10 mm/min；而在达到载荷  $F_{pf}$  后，不应超过 25 mm/min。

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

应持续测量拉力载荷  $F$ ，直至断裂，可以直接借助适合的电子装置（例如微处理机），或者依据载荷—伸长量曲线（见 GB/T 228.1），该曲线可以自动绘制或采用图解法。

为获得可接受的准确的图解测量，曲线的比例应使弹性范围内的斜率（曲线的直线部分）与载荷坐标轴间的夹角在  $30^\circ \sim 45^\circ$  之间。



标引符号说明：

$\Delta L$  —— 伸长量,单位为毫米(mm)；

$F$  —— 载荷,单位为牛(N)。

<sup>a</sup> 断裂点。

图 3 载荷-伸长量曲线

应根据图 3 确定以下内容：

- a) 极限拉力载荷  $F_{mf}$ 。
- b) 规定塑性延伸率为 0.2% 时的载荷  $F_{pf}$  在载荷—伸长量曲线上按下列步骤直接测定：
  - 1) 确定曲线弹性范围的斜率(曲线上直线部分)；
  - 2) 在伸长量轴( $\Delta L$ )上,距离等于  $L_2$  的 0.2% 处画一条平行于弹性变形范围内斜率的平行线；
  - 3) 该平行线与曲线的交点即相当于载荷  $F_{pf}$ 。

如有争议,弹性范围内的斜率应通过相当于  $0.3F_{pf\ min}$  和  $0.6F_{pf\ min}$  与曲线相交的两点画一直线。 $F_{pf}$  按表 5 或表 7 规定。

- c) 断后伸长量  $A$  按下列步骤直接测定：
  - 1) 通过断裂点画一条平行于弹性变形范围(曲线的直线部分)的平行线,该直线与伸长量轴有一个相交点；
  - 2) 断后伸长量  $A$  根据图 3 直接在伸长量轴上( $\Delta L$ )测定。

### 9.1.3 规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 $R_{pf}$ 的仲裁试验程序

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量来进行,见图 4。当该试验还用于测定断后伸长量  $A$  时(见 9.1.7),应拉至断裂。试验机夹头的分离速率,在达到载荷  $F_{pf}$  前,不应超过 10 mm/min;而在达到载荷  $F_{pf}$  后,不应超过 25 mm/min。

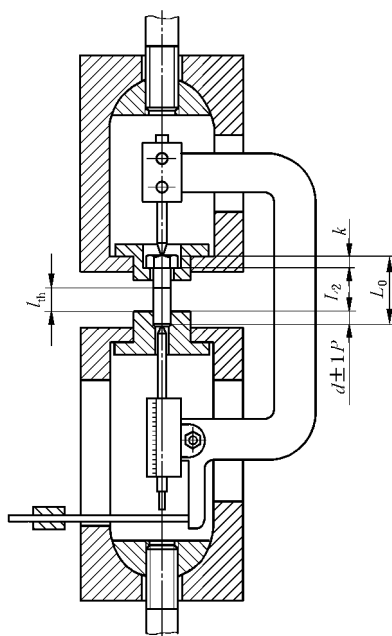
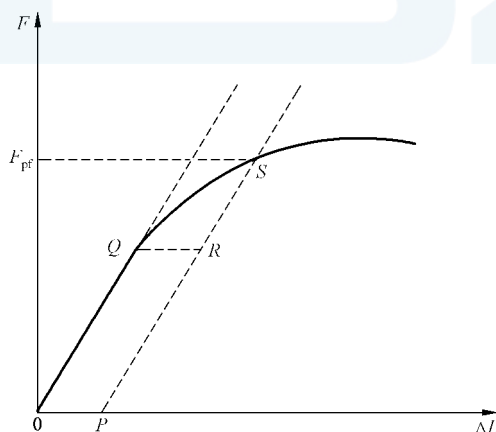


图4 带引伸计测量试验装置示例

伸长量应在紧固件头部顶面和末端之间或螺柱的两端面之间测定,见图4中 $L_0$ 。当使用引伸计时,应符合 GB/T 12160 中 2 级或更高的要求。

载荷-伸长量曲线应如图5所示。



标引符号说明:

$\Delta L$  —— 伸长量,单位为毫米(mm);

$F$  —— 载荷,单位为牛顿(N)。

图5 测量规定塑性延伸率为0.2%时的应力 $R_{pf}$ 的载荷-伸长量曲线

应按如下方法计算夹紧长度 $L_2$ :

- 对于螺栓和螺钉,应是头部支承面和螺纹夹具端面之间的距离,见图2a)和图2b);
- 对于带有无螺纹杆部螺柱,应是两个螺纹夹具端面之间的距离,见图2c);
- 对于全螺纹螺柱,应是两个螺纹夹具端面之间的距离,见图2d)。

夹紧长度 $L_2$ 的0.2%应按比例缩放至载荷-伸长量曲线的水平轴上(OP),从曲线的直线部分水平绘制一条直线,并取相同的数值,即QR。通过P和R绘制一条直线,该线与载荷-伸长量曲线的交点S

对应于纵坐标轴上的载荷  $F_{pf}$ 。

9.1.4 测定断后伸长量可选用的试验程序

应测量紧固件总长度  $L_0$ ，见图 6a)。按图 1 将紧固件拧入内螺纹夹具，轴向加载，直至拉断。试验机夹头的分离速率，在达到载荷  $F_{pf}$  前，不应超过 10 mm/min；而在达到载荷  $F_{pf}$  后，不应超过 25 mm/min。

拉断后，应将试件断裂处紧密吻合，并再次测量长度  $L_1$ ，见图 6b)。

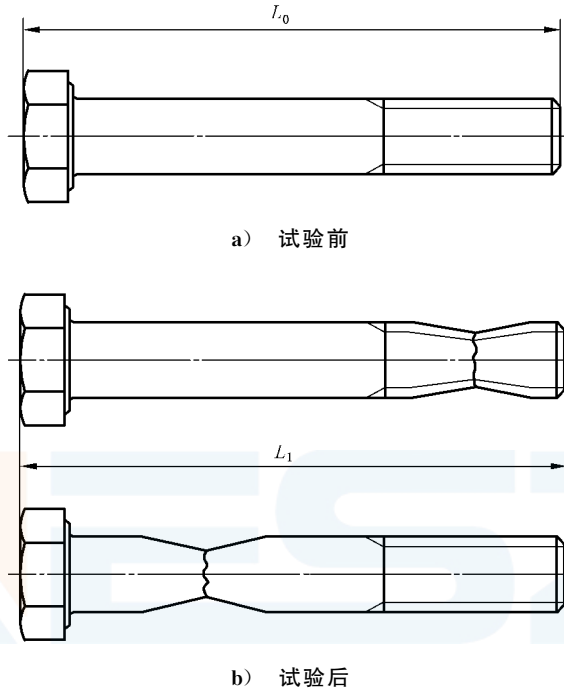


图 6 断后伸长量  $A$  的测定

断后伸长量  $A$  按公式(1)计算：

$$A = L_1 - L_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

9.1.5 抗拉强度  $R_{mf}$  试验结果和要求

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，按公式(2)和公式(3)计算：

$$R_{mf} = \frac{F_{mf}}{A_{s,nom}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$$A_{s,nom} = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中： $d_2$ ——外螺纹的基本中径(GB/T 196)；

$d_3$ ——外螺纹小径。

按公式(4)计算：

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中： $d_1$ ——外螺纹的基本小径(GB/T 196)；

$H$ ——原始三角形高度(GB/T 192)。

表 4 和表 6 给出了圆整到 3 位有效数字的公称应力截面积数值( $A_{s,nom}$ )。

为满足要求,断裂应发生在未旋合螺纹的长度内或无螺纹杆部分。断裂不应发生在头部:

——对于带无螺纹杆部螺栓,断裂不应发生在头部与杆部交接处;

——对于全螺纹螺钉,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。

$R_{mf}$ 应符合表 2 或表 3 规定,最小拉力载荷  $F_{mf,min}$  也应符合表 4 或表 6 规定。

### 9.1.6 规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 $R_{pf}$ 试验结果和要求

紧固件实物规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力  $R_{pf}$  是根据公称应力截面积  $A_{s,nom}$  和试验过程中测量的规定塑性延伸率为 0.2% 时的载荷  $F_{pf}$  按公式(5)计算:

$$R_{pf} = \frac{F_{pf}}{A_{s,nom}} \dots\dots\dots (5)$$

表 5 和表 7 给出了 3 位有效数字的公称应力截面积数值( $A_{s,nom}$ )。

$R_{pf}$ 应符合表 2 或表 3 规定。最小载荷  $F_{pf}$ 应符合表 5 或表 7 规定。

如有争议,应按 9.1.3 规定的带引伸计的仲裁试验方法测定  $R_{pf}$ 。

### 9.1.7 断后伸长量 $A$ 的试验结果和要求

断后伸长量  $A$  应符合表 2 或表 3 规定。

如有争议,应按 9.1.3 规定的带引伸计的仲裁试验方法测定断后伸长量  $A$ 。

## 9.2 因头部设计降低承载能力螺栓和螺钉拉力试验

### 9.2.1 通则

本拉力试验的目的是确定因头部设计降低承载能力螺栓和螺钉的极限拉力载荷( $F_{mf}$ ),即由于螺栓头部设计原因,该类螺栓或螺钉的断裂预计不会发生在未旋合螺纹长度内或无螺纹杆部,见 8.2.2 和图 7。

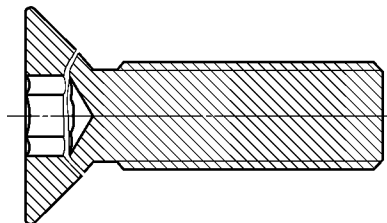


图 7 因头部设计而导致降低承载能力螺钉断裂示例

因头部设计而降低承载能力的螺栓和螺钉仅应根据 9.1 测定极限拉力载荷  $F_{mf}$ ,抗拉强度  $R_{mf}$ 、断后伸长量  $A$  和规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力  $R_{pf}$  不适用。

根据 10.1.3,不能按 9.1 在螺纹杆部( $b < 3d$ )进行拉力试验的降低承载能力螺栓和螺钉不应标记性能等级,仅标记不锈钢组别。

螺纹长度  $b \geq 3d$  的螺栓和螺钉,应按 9.1 对螺纹杆部进行附加的拉力试验。在这种情况下,按

10.1.3的规定,在性能等级前标记数字“0”,表示降低承载能力。

### 9.2.2 试验程序

试验程序见 9.1.2。

### 9.2.3 极限拉力载荷 $F_{mf}$ 试验结果和要求

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  $F_{mf}$ ,或应按供需协议提供。

## 9.3 因杆部设计降低承载能力螺栓、螺钉和螺柱拉力试验

### 9.3.1 通则

本拉力试验的目的是确定无螺纹杆部直径  $d_s < d_2$  的螺栓、螺钉和螺柱的抗拉强度,特别是在进行拉力试验直至断裂时,断裂发生在无螺纹杆部,见 8.2.2 和图 8。

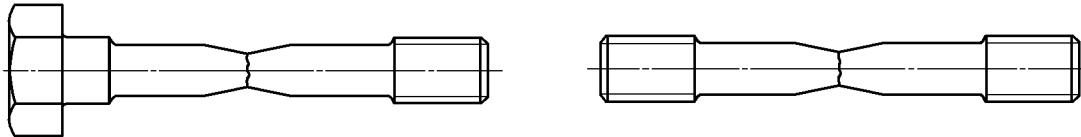


图 8 因杆部设计降低承载能力紧固件断裂示例

因杆部设计而降低承载能力的紧固件仅应根据 9.1 测定抗拉强度,断后伸长量  $A$ 、规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力  $R_{pf}$  和表 4、表 6 规定的最小拉力载荷不适用。

注:因杆部设计而降低承载能力的紧固件按 10.1.3 规定进行标志和标记,性能等级前标记数字“0”,表示降低承载能力。

### 9.3.2 试验程序

试验程序见 9.1.2。

### 9.3.3 抗拉强度试验结果和要求

抗拉强度( $R_{mds}$ )是根据无螺纹杆部横截面积( $A_{ds}$ )和试验过程中测量的极限拉力载荷( $F_{mds}$ ),按公式(6)和公式(7)计算:

$$R_{mds} = \frac{F_{mds}}{A_{ds}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$$A_{ds} = \frac{\pi}{4} d_s^2 \dots\dots\dots (7)$$

断裂应发生在无螺纹杆部, $R_{mds}$ 应符合表 2 或表 3 对  $R_{mf}$  的规定。

## 9.4 楔负载试验

### 9.4.1 通则

本试验用于同时测定以下参数:

——紧固件实物的抗拉强度( $R_{mf}$ );

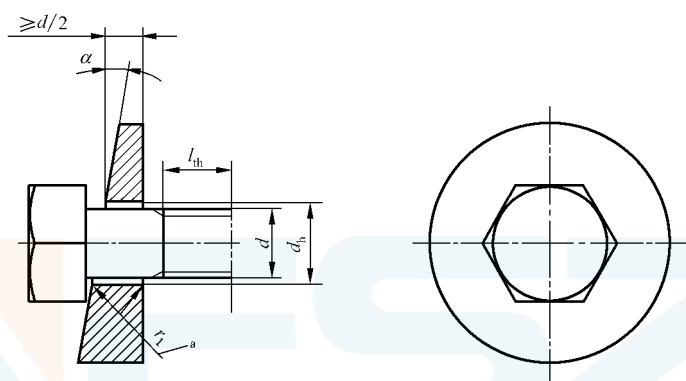
——头部与无螺纹杆部或螺纹部分交接处的牢固性。

本试验适用于符合以下规定的螺栓和螺钉实物：

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

除以下规定外，拉力试验机、夹具和螺纹夹具按 9.1.1 规定：

- 不应使用改变楔垫角度( $\alpha$ )效果的自动定心装置；
  - 试验装置应有足够刚性，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。
- 楔垫应符合图 9、表 11 和表 12。



<sup>a</sup> 倒圆或 45° 倒角(见表 12)。

图 9 螺栓和螺钉楔负载试验

表 11 楔负载试验用楔垫角度  $\alpha$

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

头部支承面直径超过  $1.7d$ ，而未能通过楔负载试验的螺栓或螺钉，可从同一批次的紧固件中再次取样，并将其头部支承面直径加工到  $1.7d$ ，再次进行试验。

表 12 楔垫孔径和圆角半径

单位为毫米

螺纹公称 直径 $d$	$d_h^{a,b}$		$r_1^c$	螺纹公称 直径 $d$	$d_h^{a,b}$		$r_1^c$
	min	max	公称		min	max	公称
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> GB/T 5277 中等装配系列。

<sup>b</sup> 对方颈螺栓,该孔应能与方颈相配。

<sup>c</sup> 对 A 级和 B 级产品,圆角或倒角  $r_1$  按此规定;对 C 级产品,圆角或倒角  $r_1$  宜按以下公式计算: $r_c = \frac{d_{a,max} - d_{s,min}}{2} + 0.2$ ,  $r_1$  和  $r_c$  公差宜为  $\pm 0.1$  mm。

#### 9.4.2 试验程序

试件应为交付状态的紧固件。

应将楔垫按图 9 所示置于紧固件头下,紧固件应拧入图 2 所示的内螺纹夹具中。螺纹旋合长度应为  $1d \pm 1P$ 。(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。试验应持续进行,直至拉断。

应测量极限拉力载荷  $F_{mf}$ 。

#### 9.4.3 试验结果和要求

试验结果和要求见 9.1.5。

### 9.5 扭矩试验

#### 9.5.1 通则

本试验的目的是测量小规格螺栓、螺钉或由于长度太短无法进行拉力试验的螺栓和螺钉的破坏扭矩。

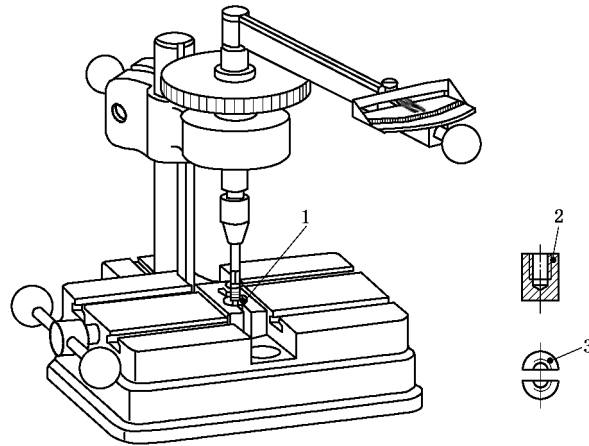
本试验适用于符合以下规定的螺栓、螺钉和螺柱成品:

- 全承载能力螺栓和螺钉;
- 螺栓和螺钉公称直径  $1.6 \text{ mm} \leq d < 3 \text{ mm}$  时,所有长度;
- 螺栓和螺钉公称直径  $3 \text{ mm} \leq d \leq 16 \text{ mm}$  时,  $b \geq 1d + 2P$ ,  $l < 2.5d$ 。

表 8 规定的最小破坏扭矩仅适用于性能等级 50、70 和 80 的奥氏体不锈钢粗牙螺纹螺栓和螺钉。



性能等级为 100 的奥氏体不锈钢和其他不锈钢紧固件,及细牙螺纹紧固件可进行破坏扭矩试验,但最小破坏扭矩值应在订货时由供需协议确定。破坏扭矩试验装置示意图见图 10。



标引序号说明:

- 1——夹紧装置(螺纹开合模或螺纹嵌件);
- 2——盲孔中的螺纹嵌件;
- 3——螺纹开合模。

图 10 破坏扭矩  $M_B$  的测量装置

扭矩测量装置应具有待测值的  $\pm 6\%$  的精度。

### 9.5.2 试验程序

试件应为交付状态的紧固件。

对于带凹槽或内扳拧结构的螺栓和螺钉,如果由于扳拧强度太低,无法达到规定的最小破坏扭矩,则可对其头部进行适当加工,以获得满足扳拧强度的结构(如对边平面)。

螺栓或螺钉应装入夹紧装置中,被夹紧的螺纹长度至少为  $1d$ ,但不包括末端长度。至少有两扣完整螺纹伸出夹紧装置的上方。

夹紧装置和拧紧工具应与紧固件同轴。

应对螺栓或螺钉施加持续增加的扭矩,直至断裂。

应记录试验过程中测得的最大扭矩。

### 9.5.3 试验结果和要求

紧固件最小破坏扭矩  $M_B$  应符合表 8 的要求。

注:对于奥氏体钢以外的不锈钢组别、细牙螺纹紧固件、性能等级为 100 的和降低承载能力紧固件,表 8 中没有规定其最小破坏扭矩值。

对于可以进行拉力试验的螺栓和螺钉,9.1 规定的拉力试验应为仲裁试验。

## 9.6 硬度试验

### 9.6.1 通则

本试验适用于符合以下规定的螺栓、螺钉和螺柱实物:

- 马氏体和铁素体不锈钢组别;
- 所有性能等级;

- 所有规格；
- 任何形状。

### 9.6.2 试验程序

试件应为交付状态的紧固件。

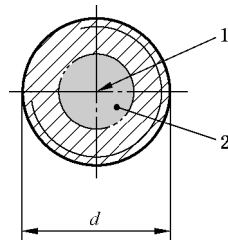
硬度试验应按 GB/T 4340.1(HV)、GB/T 230.1(HRC)或 GB/T 231.1(HBW)的规定。维氏硬度试验最小载荷应为 98 N。布氏硬度试验的载荷应等于  $30D^2$ ，单位为牛顿。

硬度试验应在距末端  $1d$ 、表面经适当制备的螺纹部分的横截面上进行，不能改变试样硬度。

注：“芯部硬度”一般按本试验方法进行。

应在  $1/2$  半径与轴心线间的区域内测定硬度，见图 11。

当尺寸允许时，应取间隔为  $120^\circ$  的三点硬度平均值作为硬度值。



标引序号说明：

- 1——紧固件中心轴；
- 2—— $1/2$  半径区域( $0.25d$ )。

图 11  $1/2$  半径区域内测定硬度

### 9.6.3 试验结果和要求

硬度值应符合表 3 规定。

如有争议，维氏硬度 HV10 应为仲裁试验方法。

## 10 紧固件标志和标签

### 10.1 标志

#### 10.1.1 一般要求

紧固件标志应包括以下内容：

- 不锈钢组别，按第 5 章(见图 1)；
- 可选字母“L”，按 10.1.3；
- 连字符；
- 性能等级代号，按 10.1.2 或 10.1.3；
- 制造者识别标志，按 10.2。

按本文件要求制造的紧固件应按照第 5 章规定进行标记，并按第 10 章规定进行标志。

只有在符合本文件所有适用要求的情况下，才应按第 5 章规定进行标记，并按第 10 章规定进行标志：

- 化学成分按表 1 规定；
- 机械和物理性能按第 6 章和第 7 章规定，按第 8 章和第 9 章进行试验。

对于因长度太短( $b < 3d$ )而无法在螺纹杆部进行拉力试验的降低承载能力紧固件,应仅标明不锈钢组别,不应标记性能等级。

紧固件标志(凸字或凹字)应在生产过程中制出,对于螺栓和螺钉,头部顶面凸字标志的高度不应包括在头部高度尺寸范围内。

### 10.1.2 全承载能力紧固件性能等级标志

全承载能力紧固件性能等级标志代号应按表 13 的规定。

表 13 全承载能力紧固件性能等级标志代号

性能等级	45	50	60	70	80	100	110
标志代号	45	50	60	70	80	100	110

### 10.1.3 降低承载能力紧固件性能等级标志

可按 9.1 进行拉力试验的降低承载能力紧固件的性能等级标志代号应按表 14 规定,性能等级前面加数字“0”。

符合产品标准规定的降低承载能力的紧固件,即使某些规格可以达到全承载能力的要求,但对该产品的所有规格应按表 14 的规定进行标志。

表 14 降低承载能力紧固件性能等级标志代号

性能等级	45	50	60	70	80	100	110
标志代号 <sup>a</sup>	045	050	060	070	080	0100	0110

<sup>a</sup> 对于因长度过短( $b < 3d$ )而无法在螺纹杆部进行拉力试验的降低承载能力紧固件,不应使用该性能等级代号。

### 10.1.4 补充标志

对于碳含量不超过 0.030% 的低碳奥氏体不锈钢,紧固件标志可在不锈钢组别后、连字符前加上字母“L”。

示例: A4L-80。

对于按特殊订单生产的紧固件,附加标记宜同时标志于紧固件和标签。对于现货交付的紧固件,附加标记宜加在标签上。

## 10.2 制造者识别标志

在生产过程中,所有标志不锈钢组别和性能等级代号的紧固件,都应标志制造者识别标志。

没有标志不锈钢组别和/或性能等级代号的紧固件,建议标志制造者识别标志。

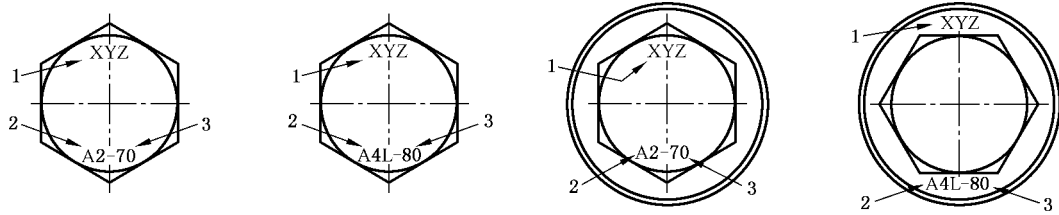
紧固件经销商所使用的自己的识别标志,也应视为制造者识别标志。

## 10.3 紧固件标志

### 10.3.1 六角头螺栓和螺钉标志

公称直径  $d \geq 5$  mm 的六角头螺栓和螺钉应标志不锈钢组别和性能等级代号,不锈钢组别按第 6 章规定,性能等级代号按表 13(全承载能力紧固件)或表 14( $b \geq 3d$  可按 9.1 进行拉力试验的降低承载能力紧固件)规定,制造者识别标志按 10.2 规定。

六角头螺栓和螺钉应首选在头部顶面用凹字或凸字标志,或在头部侧面用凹字标志(见图 12)。对法兰面螺栓和螺钉,当制造工艺不允许在头部顶面进行标志时,应在法兰上进行标志。



标引序号说明:

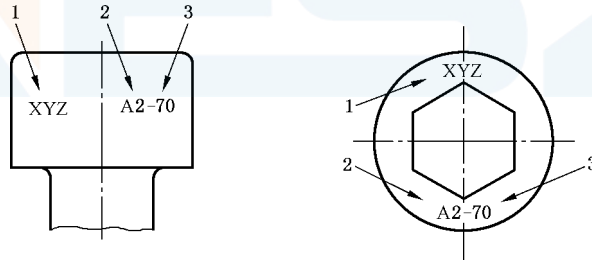
- 1——制造者识别标志;
- 2——不锈钢组别;
- 3——性能等级代号(全承载能力)。

图 12 全承载能力六角头螺栓和螺钉标志示例

### 10.3.2 内六角或内六角花型圆柱头螺栓和螺钉标志

螺纹公称直径  $d \geq 5$  mm 的内六角或内六角花型圆柱头螺栓和螺钉应标志不锈钢组别和性能等级代号,不锈钢组别按第 6 章规定,性能等级代号按表 13(全承载能力紧固件)或表 14( $b \geq 3d$  可按 9.1 进行拉力试验的降低承载能力紧固件)规定,制造者识别标志按 10.2 规定。

对于圆柱头和低圆柱头螺栓和螺钉,应首选在头部顶面用凹字或凸字标志,或在侧面用凹字标志(见图 13)。

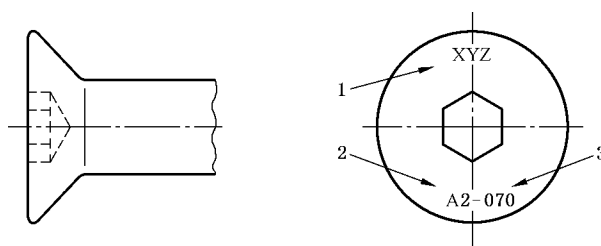


标引序号说明:

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

图 13 全承载能力内六角圆柱头螺钉标志示例

$b \geq 3d$  可按 9.1 进行拉力试验的降低承载能力紧固件标志示例见图 14。

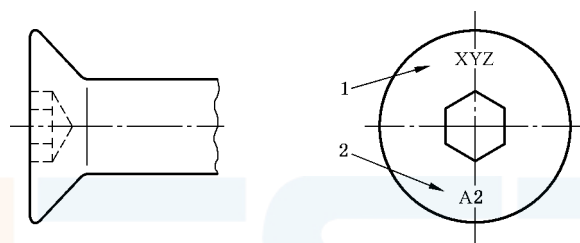


标引序号说明：

- 1——制造者识别标志；
- 2——不锈钢组别；
- 3——性能等级代号(降低承载能力)。

图 14 可进行拉力试验的降低承载能力内六角沉头螺钉标志示例

对于因长度太短( $b < 3d$ )而无法在螺纹杆部进行拉力试验的降低承载能力的螺栓和螺钉,不应使用表 14 中规定的性能等级代号(见图 15)。



标引序号说明：

- 1——制造者识别标志；
- 2——不锈钢组别。

图 15 不能进行拉力试验的降低承载能力内六角沉头螺钉标志示例

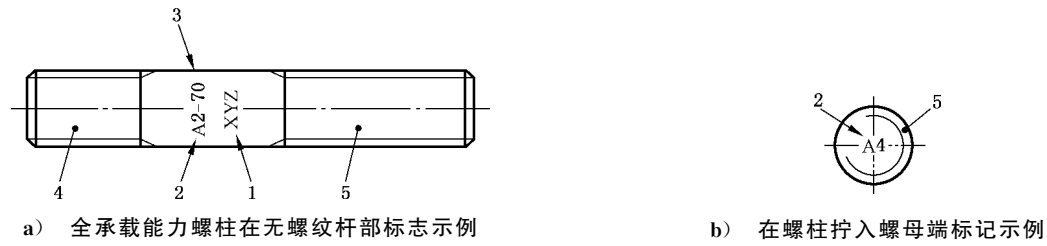
### 10.3.3 其他型式螺栓和螺钉标志

在可能的情况下,其他型式的螺栓和螺钉也应以同样的方式进行标志,最好在头部。

### 10.3.4 螺柱标志(单头或双头螺柱)

公称直径  $d \geq 5$  mm 的螺柱宜标志不锈钢组别和性能等级代号,不锈钢组别按第 6 章规定,性能等级代号按表 13(全承载能力紧固件)或表 14(降低承载能力紧固件,如腰状杆螺柱)规定,制造者识别标志按 10.2 规定。

应在螺柱无螺纹杆部进行标志,见图 16 a)。如果不允许在无螺纹杆部进行标志,则允许在拧入螺母端仅标志不锈钢组别,见图 16 b)。



标引序号说明：

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

图 16 螺栓标志示例

### 10.3.5 螺栓(全螺纹螺栓)标志

螺栓可通过颜色标志来识别。

### 10.3.6 左旋螺纹标志

螺纹公称直径  $d \geq 5$  mm 左旋螺纹的螺栓和螺钉应在头部顶面或末端增加左旋标志(见图 17)。

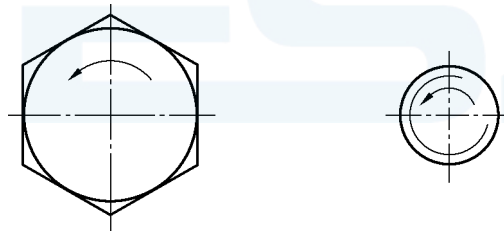


图 17 左旋螺纹标志示例

### 10.4 包装标志(标签)

在紧固件外包装上,应对紧固件型式、规格采用标签进行标志。标签应包含以下内容：

- 制造者和/或经销商识别标志和/或名称；
- 不锈钢组别；
- 低碳奥氏体不锈钢的可选字母“L”(紧接组别之后),按 10.1.4；
- 性能等级代号(连字符后),全承载能力紧固件按表 13(如 70),可按 9.1 进行拉力试验的降低承载能力紧固件按表 14(如 070)；
- 钝化处理时,可选字母“P”(在性能等级代号后),按 6.3；
- 润滑处理时,可选字母“Lu”(在标志最后位置),按 6.3；
- GB/T 3099.4 规定的生产批号。

## 附录 A

(资料性)

## 高温下的机械性能和低温下的应用

## A.1 通则

当 ISO 米制螺纹螺栓、螺钉和螺柱经适当设计,并按本文件选择了足够的不锈钢组别和性能等级时,符合 GB/T 3098.15 的配套螺母的设计会确保螺母在螺栓连接处的高温或低温下正常工作。因此,通常只考虑螺栓、螺钉和螺柱的机械性能即可。

注:高温条件下应用的不锈钢和镍合金紧固件,见 GB/T 3098.24。

## A.2 高温下规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力

表 A.1 中给出了在高温条件下规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力数值与室温下的数值之比(用 % 表示)。

警告:本附录给出的数值仅供参考。用户须了解,实际的化学成分、螺栓连接处施加在紧固件上的载荷和环境都可能导致显著变化。如果载荷是交变的,在高温下运行时间很长和/或应力腐蚀的可能性很高,建议咨询有经验的紧固件材料专家。

表 A.1 温度对  $R_{pr}$  的影响

不锈钢组别	温度			
	+100 °C	+200 °C	+300 °C	+400 °C
	高温下 $R_{pr}$ 占室温值的百分比/% (仅性能等级 70 和 80 <sup>a, b</sup> )			
A2、A3、A4、A5、A8	85	80	75	70
C1	95	90	80	65
C3	90	85	80	60
D2、D4、D6、D8	85	75	c	c

<sup>a</sup> 目前对性能等级 100 尚无数据。  
<sup>b</sup> 对性能等级 50 的奥氏体不锈钢,宜咨询紧固件制造者。可根据 EN 10269<sup>[15]</sup> 对固溶退火状态(+AT)下的材料进行估算。  
<sup>c</sup> 对于双相不锈钢,由于可能引发 475 °C 脆化( $\alpha + \alpha'$  相),不建议暴露在 +250 °C 以上的温度下。对于 250 °C ~ 315 °C (含) 的温度,建议咨询有经验的紧固件材料专家(另见 GB/T 3098.24 和 GB/T 3098.25)。

## A.3 低温下的应用

奥氏体不锈钢螺栓、螺钉和螺柱可在温度低至 -196 °C 低温下使用。

注: -196 °C 为液氮温度。

然而,对于含钼元素的螺栓和螺钉,在温度 -60 °C 以下使用时,延展性可能会降低,建议咨询有经验的紧固件材料专家。

双相(奥氏体-铁素体)不锈钢可以在温度低于零度时使用。在温度 -40 °C 以下使用时,建议咨询有经验的紧固件材料专家。

验收标准宜在订货时供需协议。

参 考 文 献

- [1] GB/T 90.3 紧固件 质量保证体系(GB/T 90.3—2010,ISO 16426:2002,IDT)
  - [2] GB/T 192 普通螺纹 基本牙型(GB/T 192—2003,ISO 68-1:1998,MOD)
  - [3] GB/T 193 普通螺纹 直径与螺距系列(GB/T 193—2003,ISO 261:1998,MOD)
  - [4] GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸(GB/T 196—2003,ISO 724:1993,MOD)
  - [5] GB/T 197 普通螺纹 公差(GB/T 197—2018,ISO 965-1:2013,MOD)
  - [6] 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)
  - [7] GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母(GB/T 3098.15—2023,ISO 3506-2:2020,MOD)
  - [8] GB/T 3098.16 紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉(GB/T 3098.16—2014,ISO 3506-3:2009,MOD)
  - [9] 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
  - [10] GB/T 5267.4 紧固件表面处理 耐腐蚀不锈钢钝化处理(GB/T 5267.4—2009,ISO 16048:2003,IDT)
  - [11] GB/T 5277 紧固件 螺栓和螺钉通孔(GB/T 5277—1985,eqv ISO 273:1979)
  - [12] GB/T 9144 普通螺纹 优选系列(GB/T 9144—2003,ISO 262:1998,MOD)
  - [13] 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)
  - [14] EN 10088(所有部分) Stainless steels
  - [15] EN 10269 Steels and nickel alloys for fasteners with specified elevated and/or low temperature properties
-







