

ICS号

中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CSCS TC01 01—2018

钢结构用自锁式单向高强螺栓 连接副技术条件

Technical requirement for sets of self-locked high strength blind bolt
for steel structures

2018-10-08 发布

2019-01-01 实施

中国钢结构协会 发布

中国钢结构协会标准

前言

本标准编写格式依据 GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》

本标准由同济大学，中冶建筑研究总院提出。

本标准由中国钢结构协会归口管理。

本标准起草单位：同济大学，中冶建筑研究总院，长江精工钢结构（集团）股份有限公司，中建钢构有限公司，杭萧钢构股份有限公司，上海道佐实业有限责任公司，北京建筑大学，宝钢钢构，合肥工业大学

本标准主要起草人：李国强、侯兆新、张杰华、段炼、张耀林、胡立黎、杨小平、免绍国、张龙、贺明玄、李元齐、张爱林、王静峰、刘中华、刘青、刘晓刚、陈琛、蒋蕴涵。

本标准为首次发布。

引言

本标准的齿状锥头自锁式单向高强螺栓克服了常规螺栓不能直接用于钢管等闭合截面的缺点，具有单边拧紧、施工快捷的优点，具有良好的工程应用前景。自锁式是指本螺栓能够在扭矩作用下自行安装卡紧钢板，无需额外的紧固操作。

自锁式单向高强螺栓的型号说明如下，例如 8.8-ZD16-075 代表螺杆直径 16mm、螺杆长度 75mm、性能等级 8.8 级的自锁式单向高强螺栓。

X.X-ZDXX-XXX

XXX是单向螺栓螺杆的长度

XX是单向螺栓的螺纹规格

ZD是自锁式、单向螺栓第一个汉字的首字母缩写

X.X是单向螺栓的性能等级

钢结构用自锁式单向高强螺栓

连接副技术条件

1 范围

本标准规定了钢结构用自锁式单向高强螺栓连接副及其螺杆、套筒、锥头、垫圈的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志及包装。

本标准适用于铁路和公路桥梁、锅炉钢结构、工业厂房、高层民用建筑、塔桅结构、起重机械及其他钢结构高强度螺栓连接中的闭口截面构件或一端不易触及的连接节点部位。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 6478 冷镦和冷挤压用钢

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T1591 低合金高强度结构钢

GB/T 30308 氟橡胶 通用规范和评价方法

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸

GB/T 197 普通螺纹 公差

GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓

GB/T 2 紧固件 外螺纹零件的末端

GB/T 5779 紧固件表面缺陷

GB/T 3103.1 紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母

GB 5938 轻工产品金属镀层和化学处理层的耐腐蚀试验方法_中性盐雾(NSS)试验法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 458 纸和纸板 透气度的测定

GB/T 3632 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件

GB/T 230.1 金属材料洛氏硬度试验 第1部分：试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)

JJG 707 扭矩扳子检定规程

GB/T 90.1 紧固件 验收检查

3 部件说明

自锁式单向高强螺栓由 5 个部件组成，如图 1 所示。标准螺杆、钢垫圈、橡胶垫圈、锥头及套筒。各个部件的尺寸、性能等级及材料应符合下文中的规定。

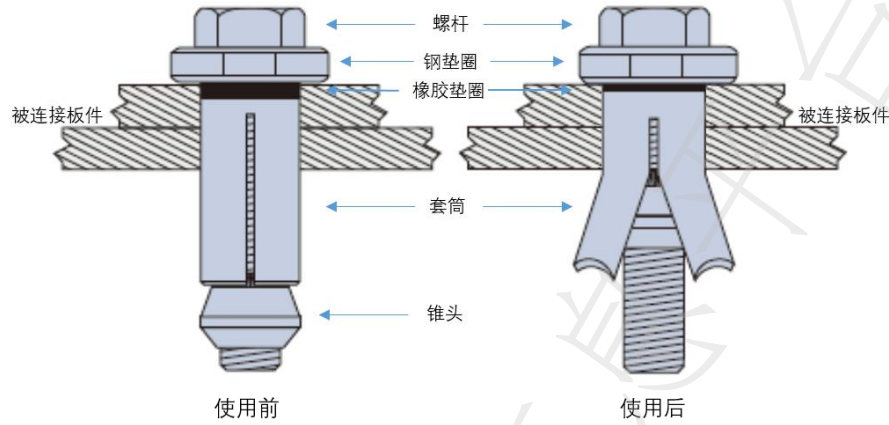


图 1 自锁式单向高强螺栓示意图

4 要求

4.1 螺杆、套筒、锥头、垫圈的性能等级和材料应符合表 1 的规定。

表 1 螺杆、套筒、锥头、垫圈的性能等级和材料牌号

| 类别 | 性能等级 | 材料牌号 | 标准编号 | 表面处理 |
|------|-------|---------------------------|------------------------|------|
| 螺杆 | 10.9S | 20MnTiB ML20MnTiB | GB/T 3077 GB/T 6478 | 锰系磷化 |
| | | 35VB | / | 锰系磷化 |
| | 8.8S | 45、35 | GB/T 699 | 锰系磷化 |
| | | 20MnTiB、40Cr ML20MnTiB | GB/T 3077 GB/T 6478 | 锰系磷化 |
| | | 35CrMo | GB/T 3077 | 锰系磷化 |
| | | 35VB | / | |
| 套筒 | 10.9S | 15CrMo | GB/T 3077 | 电泳 |
| | 8.8S | Q345 | GB/T 1591 | 电泳 |
| 锥头 | / | s45c | GB/T 699 | 磷化 |
| 钢垫圈 | / | Q345 | GB/T 1591 | 电镀 |
| 橡胶垫圈 | / | FKM | GB/T 30308 | |

4.2 规格尺寸

自锁式单向高强螺栓各个部件的规格尺寸应符合表 2-表 6 的规定。

表 2 不同型号螺栓各部件规格尺寸

| 型号 | 螺杆尺寸 | 套筒尺寸 (mm) 内径×外径×长度 ×开缝长度 | 钢垫圈尺寸 (mm) 内径×外径 ×厚度 | 橡胶垫圈尺寸 (mm) 内径×外径 ×厚度 |
|--------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 8.8-ZD16-075 | M16 × 75 | 17 × 25 × 47 × 35 | 17 × 38 × 8 | 16.5 × 25.8 × 5 |
| 8.8-ZD16-100 | M16 × 100 | 17 × 25 × 69 × 48 | | |

| | | | | |
|---------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------|
| 8.8-ZD16-120 | M16 × 120 | 17 × 25 × 90 × 59 | | |
| 8.8-ZD20-090 | M20 × 90 | 21 × 32 × 58 × 46 | 21 × 51 × 10 | 20.5 × 32.8 × 6 |
| 8.8-ZD20-120 | M20 × 120 | 21 × 32 × 82 × 61 | | |
| 8.8-ZD20-150 | M20 × 150 | 21 × 32 × 108 × 72 | | |
| 10.9-ZD16-075 | M16 × 75 | 17 × 25 × 47 × 35 | 17 × 38 × 8 | 16.5 × 25.8 × 5 |
| 10.9-ZD16-100 | M16 × 100 | 17 × 25 × 69 × 48 | | |
| 10.9-ZD16-120 | M16 × 120 | 17 × 25 × 90 × 59 | | |
| 10.9-ZD20-090 | M20 × 90 | 21 × 32 × 58 × 46 | 21 × 51 × 10 | 20.5 × 32.8 × 6 |
| 10.9-ZD20-120 | M20 × 120 | 21 × 32 × 82 × 61 | | |
| 10.9-ZD20-150 | M20 × 150 | 21 × 32 × 108 × 72 | | |

表 3 锥头详细规格尺寸允许偏差

| 型号 | 锥头尺寸 (mm) |
|------|--|
| ZD16 | <p>Technical drawing of ZD16 cone head. The side view shows a cylindrical body with a conical top and bottom. The top cone has a 45° angle and a 15° chamfer. The bottom cone has a 45° angle. Dimensions include: total height $\phi 19.2 \pm 0.1$, inner diameter $\phi 19$, outer diameter $\phi 25 \pm 0.1$, and a width of 18 ± 0.2. The thread is M16. Section A-A is indicated.</p> |
| ZD20 | <p>Technical drawing of ZD20 cone head. The side view shows a cylindrical body with a conical top and bottom. The top cone has a 45° angle and a 15° chamfer. The bottom cone has a 45° angle. Dimensions include: total height $\phi 24.2 \pm 0.1$, inner diameter $\phi 24$, outer diameter $\phi 30 \pm 0.1$, and a width of 22.5 ± 0.2. The thread is M20. Section A-A is indicated.</p> |

表 4 钢垫圈详细规格尺寸及允许偏差

| 型号 | 钢垫圈尺寸 (mm) |
|------|------------|
| ZD16 | |
| ZD20 | |

表 5 橡胶垫圈详细规格尺寸及允许偏差

| 型号 | φ 橡胶垫圈尺寸 (mm) |
|------|---------------|
| ZD16 | |

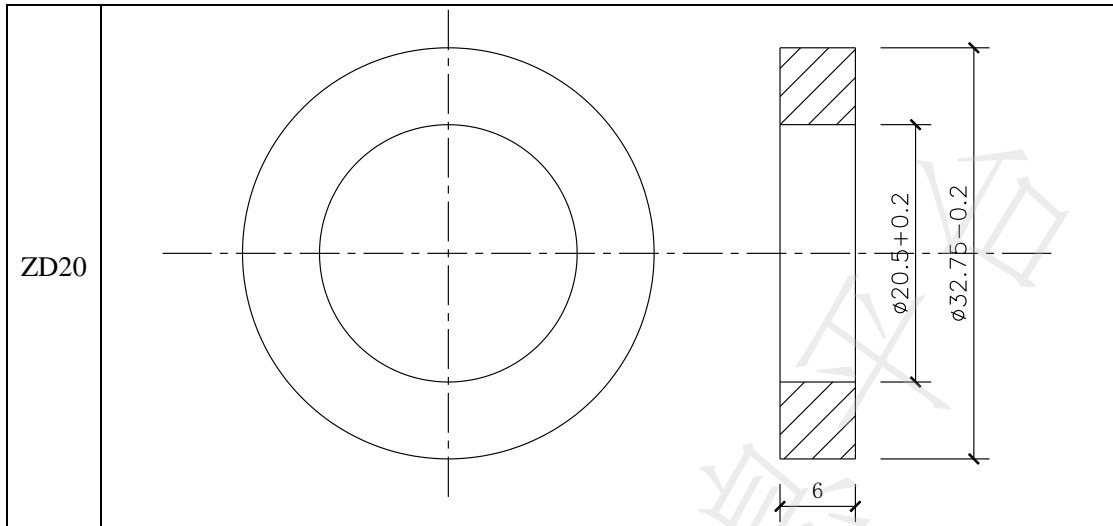
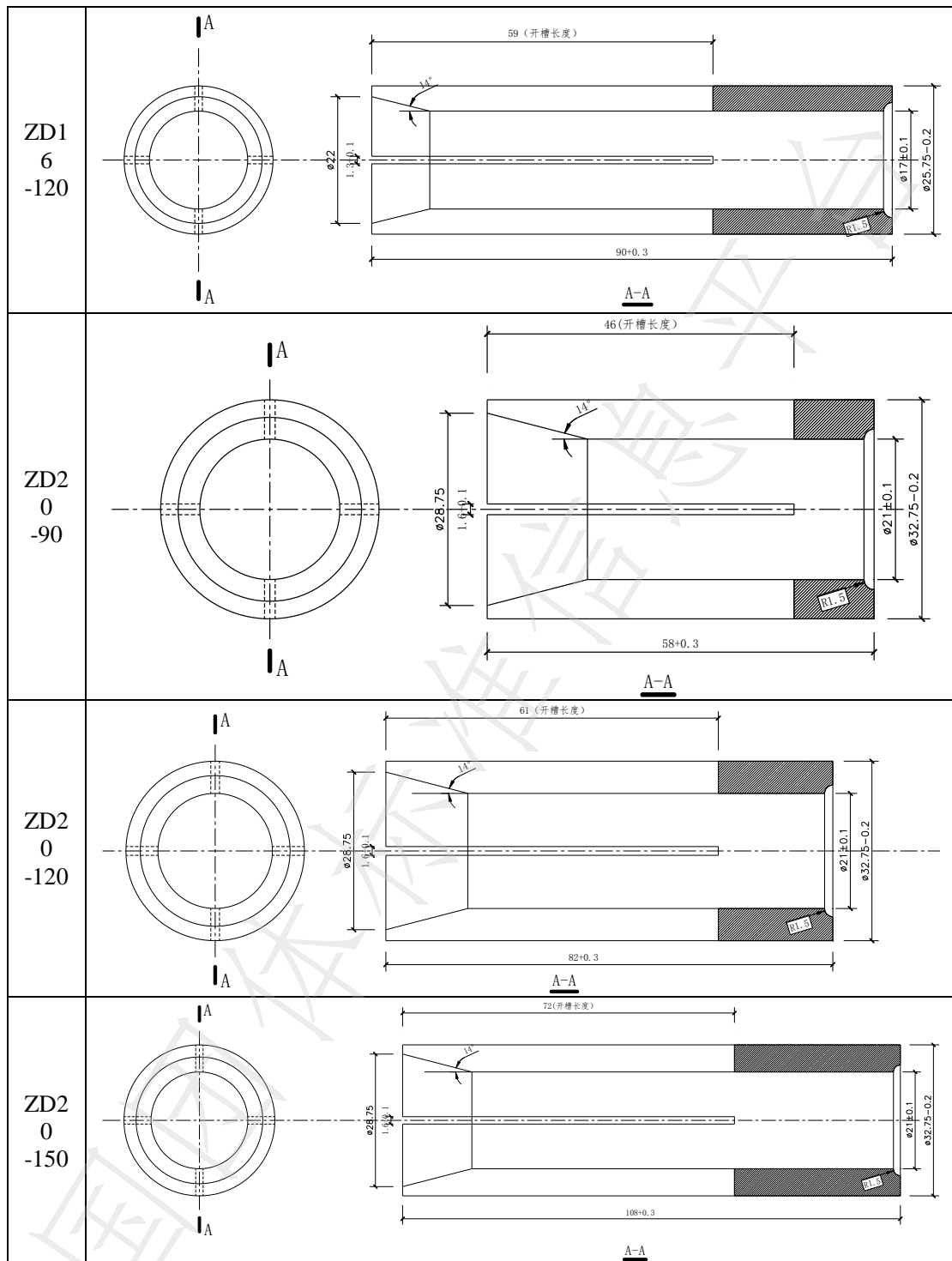


表 6 套筒详细规格尺寸及允许偏差

| 型号 | 套筒尺寸 (mm) |
|------------------|-----------|
| ZD1 6 -075 | |
| ZD1 6 -100 | |



4.3 机械性能

4.3.1 螺杆机械性能

4.3.1.1 试件机械性能

制造厂应将制造螺杆的材料取样，经与螺栓制造中相同的热处理工艺处理后，制成试件进行拉伸试验和常温冲击试验，其结果应符合表 7 的规定。

表 7 螺杆材料试件机械性能要求

| 性能等级 | 抗拉强度 R_m (MPa) | 规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ (MPa) | 断后伸长率 A (%) | 断后收缩率 Z (%) | 冲击吸收功 A_{KU2} (J) |
|-------|---------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|------------------------|
| 8.8S | 830~1030 | ≥ 660 | ≥ 12 | ≥ 45 | ≥ 63 |
| 10.9S | 1040~1240 | ≥ 940 | ≥ 10 | ≥ 42 | ≥ 47 |

4.3.1.2 实物机械性能

进行螺杆实物楔负载试验时，拉力载荷应在表 8 规定的范围内，且断裂应发生在螺纹部分或螺纹与螺杆交接处。

表 8 螺杆实物机械性能要求

| 螺纹规格 d | | M16 | M20 |
|----------------------------------|-------|--------------|---------|
| 公称应力截面积 A_s (mm ²) | | 157 | 245 |
| 性能等级 | 8.8S | 拉力载荷 (kN) | 130~162 |
| | 10.9S | | 203~252 |
| | | | 163~195 |
| | | | 255~304 |

4.3.1.3 硬度

当螺杆 $L/d \leq 3$ 时，如不能做楔负载试验，应进行芯部硬度试验。芯部硬度值应符合表 9 的规定。

表 9 螺杆芯部硬度性能要求

| 性能等级 | 硬度 | |
|-------|----------------------------------|--------------------------------------|
| | 洛氏 (HRC) | 维氏 (HV ₃₀) |
| 8.8S | 22~32 (d ≤ 16mm) | 250~320 (d ≤ 16mm) |
| | /23~34 (d > 16mm) | /255~335 (d > 16mm) |
| 10.9S | 33~39 (GB/T 3098.1-2010 是 32~39) | 312~367 (GB/T 3098.1-2010 是 320~380) |

4.3.1.4 脱碳层

螺杆的脱碳层按 GB/T 3098.1 表 3 的有关规定。

4.3.2 套筒的机械性能

制造厂应将制造套筒的材料取样，经热处理工艺处理后，制成试件进行拉伸试验和常温冲击试验，其结果应符合表 10 的规定。

表 10 套筒材料试件机械性能要求

| 性能等级 | 拉伸强度 σ_b (MPa) | 屈服强度 σ_s (MPa) | 断后伸长率 A (%) | 断后收缩率 Z (%) | 冲击吸收功 A_{KU2} (J) | 硬度 (HRC) |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------|
| 8.8S | 470~630 | 345~440 | ≥ 20 | ≥ 35 | ≥ 34 | 20~28 |
| 10.9S | 550~700 | 490~600 | ≥ 15 | ≥ 20 | ≥ 27 | 24~30 |

4.3.3 锥头的机械性能

锥头的保证荷载及硬度应符合表 101 的规定。

表 101 锥头的保证荷载及硬度

| | | | | |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 保证荷载 (kN) | 8.8-ZD16 | 10.9-ZD16 | 8.8-ZD20 | 10.9-ZD20 |
| | 162 | 195 | 252 | 304 |
| 硬度(HRC) | 32-42 | | | |

4.3.4 垫圈的机械性能

4.3.4.1 钢垫圈

钢垫圈的机械性能应符合表 12 的规定。

表 112 钢垫圈的机械性能要求

| 材质 | 抗拉强度 | 屈服强度 | 伸长率 | 硬度 (HV1) |
|------|----------|----------|------|----------|
| Q345 | ≥350 MPa | ≥259 MPa | ≥22% | 120~ 250 |

4.3.4.2 橡胶垫圈

橡胶垫圈的机械性能应符合表 13 的规定。

表 123 橡胶垫圈的机械性能要求

| 材质 | 密度 (g/cm ³) | 老化前拉伸强度 (MPa) |
|-----|-------------------------|---------------|
| FKM | 1.82±0.02 | ≥7.5 |

4.4 螺杆、锥头的螺纹

4.4.1 螺纹的基本尺寸按 GB/T 196 粗牙普通螺纹的规定。螺杆螺纹公差带按 GB/T 197 的 6g，锥头螺纹公差带按 GB/T 197 的 6H。

4.4.2 螺纹牙侧表面粗糙度的最大参数值 Ra 应为 12.5μm。

4.4.3 螺杆的螺纹末端

螺杆的螺纹末端按 GB/T 1228 和 GB/T 2 的规定。

4.5 表面缺陷

4.5.1 螺杆的表面缺陷分别按 GB/T 5779.1 和 GB/T 5779.2 的规定。

4.5.2 套筒、锥头、钢垫圈不允许有裂缝、毛刺、浮锈和影响使用的凹痕、划伤。

4.5.3 橡胶垫圈不允许有影响使用的凹痕、划伤。

4.6 其他尺寸及形位公差

螺杆、套筒、锥头、垫圈的其他尺寸及形位公差应符合 GB/T 3103.1 和 GB/T 3103.3 有关 C 级产品的规定。

4.7 表面处理

螺杆、套筒、锥头、垫圈均应进行保证连接副扭矩系数和防锈的表面处理，表面处理工艺应符合表 14 的规定。特殊情况按客户的要求执行。

表 14 自锁式单向高强螺栓部件表面处理工艺

| 类别 | 性能等级 | 表面处理 | 要求 | 标准编号 |
|-----|-------|------|-----------------------------|------------|
| 螺杆 | 10.9S | 锰系磷化 | 厚度 10~40 微米 盐雾 24H 无红锈 | GB 5938 |
| | 8.8S | 锰系磷化 | | |
| 套筒 | 10.9S | 电泳 | 厚度 10-25 微米, 盐雾 480H 无红锈 | GB/T 10125 |
| | 8.8S | 电泳 | | |
| 锥头 | / | 磷化 | 厚度 10~40 微米 | GB 5938 |
| 钢垫圈 | / | 电镀 | 厚度 5-8 微米, 盐雾 72H 无红锈. | GB/T 458 |

5 试验方法

5.1 试验环境温度

试验应在室温（10℃~35℃）下进行，但冲击试验应在-20℃±2℃下进行。

5.2 螺杆试验方法

螺杆试验按 GB/T 3632 或 GB/T 1231 规定进行原材料试件试验（包括基本要求、拉伸试验以及冲击试验）、螺栓实物楔负载试验、芯部硬度试验、脱碳试验。

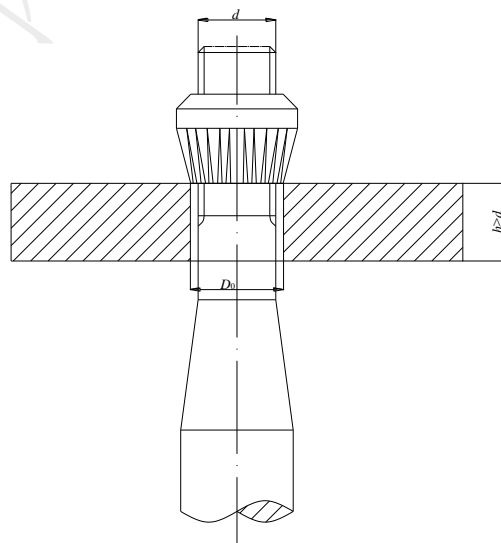
5.3 套筒试验方法

8.8S 套筒材料试验按 GB/T 1591 规定进行，10.9S 套筒材料试验按 GB/T 3077 规定进行。

5.4 锥头试验方法

5.4.1 保证荷载试验

按图 2 将锥头拧入螺纹芯棒，试验时夹头的移动速度不应超过 3mm/min。对锥头施加表 101 规定的保证荷载，持续 15s，锥头不应脱扣或断裂。当除去荷载后，应可用手将锥头旋出，或者借助扳手松开锥头（但不应超过半扣）后用手旋出。在试验中，如螺纹芯棒损坏，则应重新试验。



D_0 按 GB/T 5277 对中等装配的规定

图 2 锥头保证荷载试验

5.4.2 硬度试验方法

锥头的硬度试验按照 GB/T 230.1 规定进行，测量位置应符合图 3 的规定。

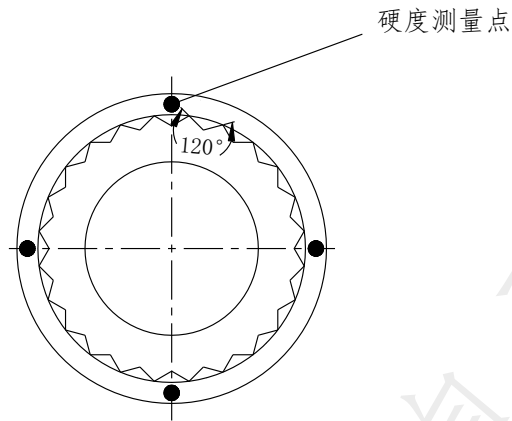


图 3 锥头硬度试验示意图

5.5 垫圈试验方法

垫圈的硬度试验按照 GB/T 230.1 规定进行，测量位置应符合图 4 的规定。

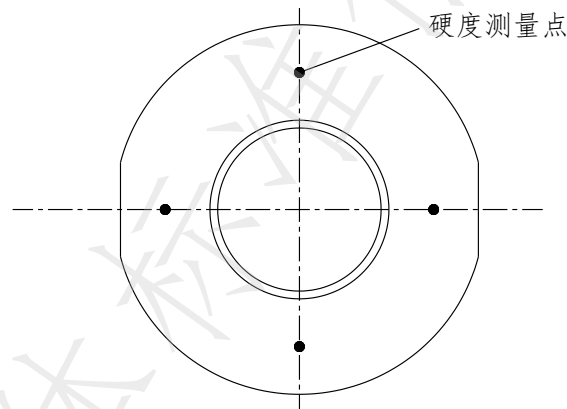


图 4 垫圈硬度试验示意图

5.6 连接副扭矩系数试验

5.6.1 连接副的扭矩系数试验在轴力计上进行，每一连接副只能试验一次，不得重复使用。

扭矩系数计算公式如下：

$$K = \frac{T}{P \cdot d}$$

式中：

K —— 扭矩系数；

T —— 施拧扭矩（峰值），单位为牛米（ $N \cdot m$ ）；

P —— 螺栓预拉力（峰值），单位为千牛（ kN ）；

d —— 单向螺栓的螺纹公称直径，单位为毫米（ mm ）。

5.6.2 施拧扭矩 T 是施加于螺栓头上的扭矩，其误差不得大于测试扭矩值的 2%。使用的扭矩扳手准确度级别应不低于 JJG 707 中规定的 2 级。

5.6.3 单向螺栓预拉力 P ，其误差不得大于测定螺栓预拉力的 2%。

5.6.4 进行连接副扭矩系数试验时，单向螺栓预拉力 P 应控制在表 15 所规定的范围内，超出该范围者，所测得扭矩系数无效。

表 15 进行连接副扭矩系数试验时单向螺栓预拉力 P 的限制范围

| 单向螺栓型号 | | ZD16 | ZD20 |
|--------|-------|--------|---------|
| 性能等级 | 8.8S | 81~99 | 126~154 |
| | 10.9S | 99~121 | 153~187 |

5.6.5 进行连接副扭矩系数试验时，单向螺栓的垫圈不得发生转动，否则试验无效。

5.6.6 进行连接副扭矩系数试验时，应同时记录环境温度。试验所用的机具、仪表及连接副应放置在该环境内至少 2h 以上。

6 检验规则

6.1 出厂检验按部件分批进行。同一性能等级、材料、炉号、规格、机械加工、热处理工艺、表面处理工艺的螺杆、套筒、锥头、钢垫圈为同批。

由同批螺杆、套筒、锥头、钢垫圈、橡胶垫圈组成的连接副为同批连接副。同批单向螺栓连接副最大数量为 3000 套。

6.2 锥头保证载荷的检验按批抽取，连接副取样数为 8，样本的保证荷载标准值应符合表 11 的规定，其中该标准值要求具有不小于 95% 的保证率。

6.3 螺杆、套筒、锥头、钢垫圈、橡胶垫圈的尺寸、外观及表面缺陷的检验抽样方案按 GB/T 90.1 的规定。

7 标志与包装

7.1 标志

产品应有商标或生产企业简称、型号。螺栓上的标志应符合 GB/T 3632 或 GB/T 1231 的规定。

7.2 制造者应以批为单位提供产品的质量检验报告证书，内容如下：

- a) 批号、规格和数量；
- b) 性能等级；
- c) 材料牌号、炉号、化学成分；
- d) 材料试件机械性能试验数据；
- e) 螺栓、套筒、锥头和垫圈机械性能试验数据；
- f) 连接副扭矩系数测试值、平均值、标准偏差和测试环境温度；
- g) 出厂日期

7.3 包装

包装箱应牢固、防潮。箱内应按连接副的组合包装，不同批号的连接副不得混装，每箱质量不得超过 40kg。包装箱内产品按类别定量包装。

包装箱外应有制造者、产品名称、标准标号、批号、规格、数量、毛重等明显标记。

全国团体标准信息平台