

ICS 21.060.10  
J 13



# ZZB

## 浙江 制造 团体 标准

T/ZZB 0575—2018

### 高强度履带螺栓、螺母

High strength track bolt and nut

ZHEJIANG MADE

2018 - 09 - 28 发布

2018 - 10 - 31 实施

浙江省品牌建设联合会 发布



## 目 次

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 前言 .....                            | II |
| 1 范围 .....                          | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....                     | 1  |
| 3 术语与定义 .....                       | 1  |
| 4 基本要求 .....                        | 2  |
| 5 技术要求 .....                        | 2  |
| 6 试验方法 .....                        | 7  |
| 7 检验规则 .....                        | 11 |
| 8 标志、包装、运输和存储 .....                 | 13 |
| 9 质量承诺 .....                        | 15 |
| 附录 A（规范性附录） 螺栓的型式与尺寸 .....          | 16 |
| 附录 B（规范性附录） 螺母的型式与尺寸 .....          | 20 |
| 附录 C（资料性附录） 推荐的螺栓安装扭矩 .....         | 23 |
| 附录 D（资料性附录） 本标准牌号与国外标准相似牌号的对照 ..... | 24 |

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由浙江省品牌建设联合会提出并归口。

本标准主要起草单位：浙江迪特高强度螺栓有限公司。

本标准参与起草单位：山推工程机械股份有限公司履带底盘分公司、海盐宇星螺帽有限责任公司、宁波宁力高强度紧固件有限公司、浙江国检检测技术股份有限公司、温州市质量技术监督协会（排名不分先后）。

本标准主要起草人：苏友份、黄静华、邵晓忠、徐勇、周世团、吴承涛、孙国峰、谢仔新、梅刚、邵晓景、薛雪峰、卢海慧。

ZHEJIANG MADE

# 高强度履带螺栓、螺母

## 1 范围

本标准规定了高强度履带螺栓、螺母的术语与定义、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和存储及质量承诺。

本标准适用于M10×1~M39×3细牙螺纹、性能等级为12.9级的黑色履带螺栓、螺母及其组合件。

## 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 2 紧固件 外螺纹零件的末端 (ISO 4753, MOD)
- GB/T 90.2 紧固件 标志与包装
- GB/T 90.3 紧固件 质量保证体系 (ISO 16426, IDT)
- GB/T 197 普通螺纹 公差 (ISO 965-1, MOD)
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分: 室温试验方法 (ISO 6892-1, EQV)
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法 (ISO 148, MOD)
- 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、G、H、K、N、T标尺) (ISO 6508-1, MOD)
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3098.1—2010 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱 (ISO 898-1:2009, MOD)
- GB/T 3098.2—2015 紧固件机械性能 螺母 (ISO 898-2:2012, MOD)
- GB/T 3103.1 紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母 (ISO 4759-1, IDT)
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分: 试验方法 (ISO 6507-1, MOD)
- GB/T 5779.2 紧固件表面缺陷 螺母 (ISO 6157-2, IDT)
- GB/T 5779.3 紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 特殊要求 (ISO 6157-3, IDT)
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 6478 冷镦和冷挤压用钢 (ISO 4954, MOD)
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- GB/T 16823.1 螺纹紧固件应力截面积和承载面积 (JIS B 1082, IDT)
- GB/T 16823.2 螺纹紧固件紧固通则 (JIS B 1083, IDT)
- GB/T 16823.3 紧固件 扭矩—夹紧力试验 (ISO 16047, IDT)
- GB/T 26107 金属与其他无机覆盖层 镀覆和未镀覆金属的外螺纹和螺杆的残余氢脆试验 斜楔法
- JB/T 9151.1 紧固件测试方法 尺寸与几何精度 螺栓、螺钉、螺柱和螺母 (JIS B 1071, IDT)
- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分: 磁粉检测

## 3 术语与定义

GB/T 90.1、GB/T 90.3、GB/T 3098.1—2010界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 基本要求

### 4.1 设计

4.1.1 应具备产品成型、热处理、表面涂覆等工艺设计和工艺参数合理性验证的能力。

4.1.2 应具备 GB/T 16823.2 中规定的扭矩法、转角法、扭矩斜率法三种安装（连接）方式对履带螺栓、螺母及其组合件的可靠性验证能力。

### 4.2 原材料

4.2.1 原材料宜使用表 1 或优于表 1 的材料制造。

表1 螺栓和螺母推荐的材料

| 产品类别 | 推荐的材料                   | 适用规格      | 标准编号                |
|------|-------------------------|-----------|---------------------|
| 螺栓   | 35CrMo、ML35CrMo         | M10≤d≤M24 | GB/T3077、GB/T6478   |
|      | B7 <sup>a</sup> 、42CrMo | M27≤d≤M39 | GB/T 3077           |
| 螺母   | 40Cr、ML40Cr、42CrMo      |           | GB/T 3077、GB/T 6478 |

<sup>a</sup> B7 为美国材料与试验学会规定的材料标准牌号。

4.2.2 螺栓、螺母原材料的低倍组织、非金属夹杂物应符合 GB/T 3077、GB/T 6478 中高级优质钢的规定。

### 4.3 工艺及设备

4.3.1 制造商应配备与生产能力相匹配的下列设备：

- a) 成型设备、自动螺纹加工设备；
- b) 加热均匀、自动控制碳势的热处理设备。

4.3.2 工艺要求包括：

- a) 螺栓的螺纹应一次性挤压（或滚压）成型，不允许采取车削加工成型；
- b) 螺母的螺纹应一次性攻丝成型。

### 4.4 检测能力

应具备原材料或成品的成分分析、机械性能检测、金相分析、组合件功能特性试验、探伤检测、涂层表面质量等检测和验证能力。

### 4.5 环保要求

4.5.1 制造商应严格执行国家或地方的各项环境保护法律和法规。

4.5.2 制造商在生产过程中应实施清洁化生产，在生产过程中的“三废”应做到达标排放。

## 5 技术要求

### 5.1 尺寸、几何公差

### 5.1.1 螺纹尺寸公差

5.1.1.1 螺栓螺纹的精度应符合 GB/T 197 中 5g6g 的要求，涂覆后螺纹的精度应符合 GB/T 197 规定的外螺纹公差带 6h 通规、6g 止规的要求。

5.1.1.2 螺母涂覆后螺纹的精度应符合 GB/T 197 中 6H 的要求。

5.1.1.3 螺栓和螺母涂覆后螺纹应能互配。

5.1.1.4 螺纹牙侧表面粗糙度的最大参数值 Ra 不大于 12.5  $\mu\text{m}$ 。

5.1.1.5 螺纹末端应符合 GB/T 2 的规定。

### 5.1.2 外观尺寸、几何公差

5.1.2.1 螺栓的螺纹长度、头部厚度、杆部直径、扳拧高度、对边和对角宽度等各项尺寸应符合附录 A 的要求，其形状、位置公差应符合 GB/T 3103.1 中 A 级的要求。

5.1.2.2 螺母的厚度、对边和对角宽度、扳拧高度等各项尺寸应符合附录 B 的要求，其形状、位置公差应符合 GB/T 3103.1 中的 A 级的要求。

### 5.2 外观与表面质量

履带螺栓、螺母及其组合件表面质量应符合下列要求：

- a) 螺栓表面缺陷应符合 GB/T 5779.3 中的规定；
- b) 螺母表面缺陷应符合 GB/T 5779.2 中的规定；
- c) 表面涂层应无红色氧化斑点，而且整个涂层不应呈现红棕色。

### 5.3 螺栓的技术要求

#### 5.3.1 机械性能

##### 5.3.1.1 实物拉力载荷

5.3.1.1.1 实物拉力应采用楔负载，最小拉力载荷 ( $F_{m, \min}$ ) 应符合表 2 的规定。

表2 最小拉力载荷

| 螺纹规格 (D) | 标准试验芯棒的螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ ) | 最小拉力载荷 ( $F_{m, \min}$ ) ( $A_s \times R_{m, \min}$ ) <sup>a, b</sup> |
|----------|----------------------------|---|
|          | $\text{mm}^2$              | N   |
| M10×1    | 64.5                       | 82 200  |
| M12×1    | 96.1                       | 122 000   |
| M14×1.25 | 129                        | 165 000   |
| M16×1.5  | 167                        | 213 000   |
| M18×1.5  | 216                        | 275 000   |
| M19×1.5  | 243                        | 310 000   |
| M20×1.5  | 272                        | 347 000   |
| M22×1.5  | 333                        | 424 000   |
| M24×1.5  | 401                        | 511 000   |
| M24×2    | 384                        | 490 000   |
| M27×2    | 496                        | 632 000   |
| M30×2    | 621                        | 791 000   |

表2 (续)

| 螺纹规格 (D) | 标准试验芯棒的螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ )<br>mm <sup>2</sup> | 最小拉力载荷 ( $F_{m, min}$ ) ( $A_s \times R_{m, min}$ ) <sup>a, b</sup><br>N |
|----------|---|--|
| M33×2    | 761   | 970 000  |
| M36×2    | 915   | 1 165 000  |
| M36×3    | 865   | 1 102 000  |
| M39×2    | 1 082   | 1 379 000  |
| M39×3    | 1 028   | 1 310 000  |

<sup>a</sup> 最小抗拉强度按表 4 的规定。  
<sup>b</sup> 表格中未注明规格最小拉力按 ( $R_{m, min} \times A_s$ ) 公式进行计算, 应力截面积按 GB/T 16823.1 中的规定计算。

5.3.1.1.2 当螺栓  $L/d \leq 2.5$  时, 如不能做楔负载试验, 可采取以下方式之一进行试验:

- 用实物进行拉力载荷试验;
- 实物进行芯部硬度试验;
- 用同批原材料、同一热处理工艺的随炉试棒进行机械性能检测。

#### 5.3.1.2 实物保证载荷性能

螺栓的保证载荷性能应符合表3的规定, 卸载后, 实物总长度  $L_1$  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)。

表3 螺栓的保证载荷

| 螺纹规格 (D) | 标准试验芯棒的螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ )<br>mm <sup>2</sup> | 保证载荷 ( $A_s \times S_p$ ) <sup>a, b</sup><br>N |
|----------|---|--|
| M10×1    | 64.5  | 65 300   |
| M12×1    | 96.1  | 97 300   |
| M14×1.25 | 129   | 131 000  |
| M16×1.5  | 167   | 169 000  |
| M18×1.5  | 216   | 219 000  |
| M19×1.5  | 243   | 246 000  |
| M20×1.5  | 272   | 275 000  |
| M22×1.5  | 333   | 337 000  |
| M24×1.5  | 401   | 406 000  |
| M24×2    | 384   | 389 000  |
| M27×2    | 496   | 502 000  |
| M30×2    | 621   | 629 000  |
| M33×2    | 761   | 770 000  |
| M36×2    | 915   | 926 000  |
| M36×3    | 865   | 875 000  |
| M39×2    | 1 082   | 1 095 000                                      |
| M39×3    | 1 028   | 1 040 000                                      |

表3 (续)

|  |  |  |
|--|--|--|
| 螺纹规格 (D)   | 标准试验芯棒的螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ )<br>/mm <sup>2</sup> | 保证载荷 ( $A_s \times S_p$ ) <sup>a, b</sup><br>N |
| <sup>a</sup> 螺栓保证应力按 1 012 Mpa 计算。<br><sup>b</sup> 表格中未注明规格的螺栓保证载荷按 ( $A_s \times S_p$ ) 公式进行计算, 应力截面积按 GB/T 16823.1 中的规定计算。 |  |  |

## 5.3.1.3 试样的机械性能

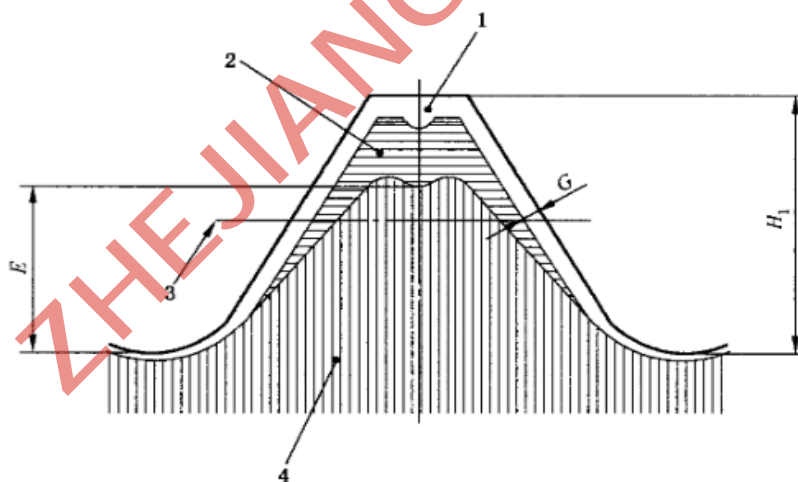
对于成品的螺栓进行机械加工试样检测, 试验结果应符合表4的规定, 对于螺栓抗拉强度试验结果如有争议, 应以螺栓实物的楔负载试验为仲裁试验方法。

表4 螺栓试样的机械性能

| 抗拉强度 ( $R_m$ )<br>MPa | 规定非比例延伸<br>0.2%的应力 $R_{p0.2}$<br>MPa | 断后伸长率 (A)<br>% | 断面收缩率<br>(Z)<br>% | 冲击吸收能量 ( $K_{V2}$ )<br>J -20℃ | 维氏硬度<br>HV | 洛氏硬度<br>HRC |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|------------|-------------|
| ≥1 274                | ≥1 150                               | ≥8             | ≥44               | ≥20                           | 385~416    | 39~43       |

## 5.3.2 脱碳层

螺栓螺纹全脱碳层最大深度  $G \leq 0.015$  mm, 不完全脱碳层的高度  $E$  应符合表5的规定, 全脱碳层最大深度  $G$  和不完全脱碳层的高度  $E$  值的界定见图1。



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;
- H1——最大实体条件下外螺纹的牙型高度。

图1 脱碳层

表5 螺纹脱碳层

| 螺距 (P) | 最大实体条件下外螺纹的牙型高度 (H1) | 螺纹未脱碳层的高度E值 (E) |
|--------|----------------------|-----------------|
| 1      | 0.613                | 0.509           |
| 1.25   | 0.767                | 0.636           |
| 1.5    | 0.920                | 0.764           |
| 1.75   | 1.074                | 0.891           |
| 2      | 1.227                | 1.02            |
| 2.5    | 1.534                | 1.273           |
| 3      | 1.840                | 1.527           |

注1: H1 值按  $0.6135 \times P$  进行计算。  
注2: E 值按  $0.83H1$  进行计算。

### 5.3.3 增碳层

螺栓螺纹不允许有增碳。

### 5.3.4 金相组织

5.3.4.1 螺栓在淬火状态下内部组织应不低于 90% 的马氏体组织。

5.3.4.2 螺栓表面不允许有金相可以检测出的白色磷化集聚层，以防止磷脆的发生。

5.3.4.3 产品晶粒度应不低于 6 级。

### 5.3.5 氢脆

螺栓表面涂覆后 24 h 按 GB/T 26107 进行 48 h 试验不允许出现断头、破裂和裂纹的现象。

## 5.4 螺母的技术要求

### 5.4.1 实物保证载荷性能

螺母的保证载荷应符合表 6 的规定。

表6 螺母的保证载荷

| 螺纹规格 (D) | 标准试验芯棒的螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ ) | 保证载荷 ( $A_s \times S_p$ ) <sup>a、b</sup> |
|----------|----------------------------|--|
|          | mm <sup>2</sup>            | N  |
| M10×1    | 64.5                       | 82 200                                   |
| M12×1    | 96.1                       | 122 000                                  |
| M14×1.25 | 129                        | 165 000                                  |
| M16×1.5  | 167                        | 213 000                                  |
| M18×1.5  | 216                        | 275 000                                  |
| M19×1.5  | 243                        | 310 000                                  |
| M20×1.5  | 272                        | 347 000                                  |
| M22×1.5  | 333                        | 424 000                                  |
| M24×1.5  | 401                        | 511 000                                  |
| M24×2    | 384                        | 490 000                                  |

表6 (续)

| 螺纹规格 (D) | 标准试验芯棒的螺纹公称应力截面积 ( $A_s$ )<br>mm <sup>2</sup> | 保证载荷 ( $A_s \times S_p$ ) <sup>a, b</sup><br>N |
|----------|---|--|
| M27×2    | 496   | 632 000  |
| M30×2    | 621   | 791 000  |
| M33×2    | 761   | 970 000  |
| M36×2    | 915   | 1 165 000                                      |
| M36×3    | 865   | 1 102 000                                      |
| M39×2    | 1 082   | 1 379 000                                      |
| M39×3    | 1 028   | 1 310 000                                      |

<sup>a</sup> 螺纹保证应力按 1 274 Mpa 计算。  
<sup>b</sup> 表格中未注明规格的螺栓保证载荷按 ( $A_s \times S_p$ ) 公式进行计算。  
<sup>c</sup> 应力截面积按 GB/T 16823.1 中的规定计算。

#### 5.4.2 随炉标准试棒的机械性能

同螺母同批原材料、同一热处理工艺的随炉试棒机械性能应符合表7的规定。

表7 随炉标准试样的机械性能

| 抗拉强度 ( $R_m$ )<br>MPa | 规定非比例延伸0.2%的应力 $R_{p0.2}$<br>MPa | 冲击吸收能量 ( $K_{V2}$ )<br>J -20℃ | 维氏硬度<br>HV | 洛氏硬度<br>HRC |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------|-------------|
| ≥1 040                | ≥940                             | ≥27                           | 320~360    | 32~38       |

#### 5.4.3 脱碳层

螺母螺纹的完全脱碳层深度 ( $G$ ) ≤ 0.015 mm, 未脱碳层高度 ( $E$ ) 值应符合表5的规定。

#### 5.4.4 硬度

螺母的硬度应符合表6的规定, 且同一截面上被测点的硬度差值不得超过40 HV。

#### 5.5 组合件功能特性

5.5.1 螺栓、螺母组合件应保证扭矩系数供货, 同批组合件的扭矩系数应符合下列要求:

- a) 平均值  $K=0.19 \pm 0.03$ ;
- b) 标准偏差  $\delta \leq 0.010$ 。

5.5.2 每一组合件包括 1 个螺栓、1 个螺母, 并应分属于同批制造。

### 6 试验方法

#### 6.1 螺栓、螺母原材料的验收

螺栓、螺母的原材料验收按相关材料标准进行验收, 材料可以安排在入厂时进行验收。

注: 材料相关标准为 GB/T 3077、GB/T 6478。

## 6.2 尺寸和几何公差检测

6.2.1 螺纹长度、头部厚度、杆部直径、扳拧高度、对边和对角宽度等各项尺寸按照 JB/T 9151.1 的规定执行。

6.2.2 检测量具的精度范围不得大于尺寸公差范围的 20%。

6.2.3 螺纹中径综合误差采用通止规评价。

6.2.4 检测项目以与用户确认的检验项目为准，部分尺寸在成型过程保证。

## 6.3 外观与表面质量检测

### 6.3.1 表面缺陷检测

螺栓、螺母在锻造工序完成后应按 GB/T 5779.3、GB/T 5779.2 标准进行表面缺陷的检测，热处理工序后应按 NB/T 47013.4 标准进行磁粉探伤检测。

### 6.3.2 涂层质量检测

#### 6.3.2.1 涂层外观质量检测

用干净的 Whatman40 滤纸（或相同质量的其他滤纸）擦拭，滤纸擦拭过的部分应没有红棕色或绿色污迹产生。

#### 6.3.2.2 中性表面反应

试验应在涂油前进行，应按如下方法使用酚酞试验溶液或酚酞试纸：

- a) 酚酞试验溶液的制备：将 2 g 酚酞溶于 100 mL 无水乙醇中，并将溶液保持与玻璃滴瓶中。
- b) 试验时将制备好的酚酞溶液在待测的表面上滴 1~2 滴，如果酚酞溶液变为玫瑰色，则认为有残余碱溶液存在。
- c) 用蒸馏水湿润酚酞试纸，然后将试纸放在待测表面上，如果酚酞试纸变为玫瑰色，则认为有残余碱溶液存在。

#### 6.3.2.3 黑色氧化膜的孔隙率和连续性

应通过下述浸渍或点滴进行本试验：

- a) 方法一：在 15℃~20℃ 条件下，将试样浸入（玻璃或塑料容器中的）试验溶液中，30 s 后取试样，用冷水冲洗，用滤纸吸干，然后用目视试样表面，试样表面应无红的或红斑存在，如果存在表明涂层存在细孔或涂层被损伤；
- b) 方法二：将 3 滴试验溶液滴在被测表面上，30 s 后取试样，用滤纸擦去液滴，然后用目视试样表面，试样表面应无红的或红斑存在，如果存在表明涂层存在细孔或涂层被损伤。

确保每次试验都使用实验室试剂级硫酸铜制备的质量分数为 3% 的新鲜试验溶液。

## 6.4 螺栓的实物拉力试验

螺栓的实物拉力试验应按 GB/T 3098.1—2010 中规定执行。

## 6.5 螺栓、螺母的实物保证载荷试验

螺栓、螺母的保证载荷试验方法分别按 GB/T 3098.1—2010、GB/T 3098.2—2015 中规定执行。

## 6.6 螺栓的机械加工试样拉力试验

6.6.1 拉力试样应经尺寸检验合格的同批次的螺栓成品经过机械加工制取。

6.6.2 按 GB/T 3098.1—2010 规定制成试件（其直径的减小量不允许超过原始直径的 25%）进行拉伸试验，试验结果应符合表 4 的规定。当螺栓实物与试件试验结果有差异时，应以实物试验结果为准。

6.6.3 当螺栓由于尺寸、结构等方面的原因导致不能满足试样按 GB/T 3098.1 制样要求时，应用同批原材料，同一热处理工艺（跟螺栓同样热处理方法）的专用试样进行试验，试棒的型式和公差按 GB/T 228.1 标准进行加工。

注：螺母成品需要进行试样机械性能试验时，采取同等的方式（同批原材料，同一热处理工艺）进行试验）。

## 6.7 螺栓的冲击吸收能量试验

6.7.1 冲击试样应在尺寸检验合格的同批次的螺栓成品中进行取样。

6.7.2 取样方法按 GB/T 3098.1—2010 规定，并按 GB/T 229 中关于缺口深度为 2 mm 的标准夏比 V 型缺口冲击试件的规定制成试件，在 -20 °C 温度下进行冲击试验。试验方法按 GB/T 229 的规定，试验后的数据应符合 5.3.1.3 规定的要求。

注：当螺栓由于尺寸、结构等方面的原因导致不能满足试样制取要求时，应使用同批原材料，同一热处理工艺（跟螺栓同样热处理方法）的专用试样进行试验，螺母类成品需要类似试验时，采取同等方式。

## 6.8 脱碳层试验

按 GB/T 3098.1—2010 中 9.10 条款的规定进行检测，其全部脱碳层的最大深度 G 应符合 5.3.2 规定的技术要求。不完全脱碳层的高度 E 应符合表 5 规定的要求。

## 6.9 增碳层试验

按 GB/T 3098.1—2010 中 9.11 条款的规定执行。

## 6.10 晶粒度检测

按 GB/T 6394 规定执行。

## 6.11 金相组织试验

金相组织试验按 GB/T 13298 规定执行。

## 6.12 硬度试验。

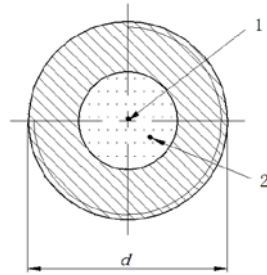
### 6.12.1 螺栓硬度试验

#### 6.12.1.1 在螺纹横截面测定硬度

6.12.1.1.1 试验在距螺杆末端等于螺纹直径 d 的截面上进行，在 1/2 半径与轴心线间的区域内测定硬度，任测 4 点，取后 3 点平均值，试验方法见图 2。

6.12.1.1.2 试验方法按 GB/T 230.1 或 GB/T 4340.1 的规定。

6.12.1.1.3 验收时，如有争议，以维氏硬度（HV30）试验为仲裁。



说明：  
 1——紧固件轴线；  
 2——1/2 半径区域。

图2 1/2 半径区域内测定硬度

6.12.1.2 在表面测定硬度

去除表面涂层，并对试样进行适当处理后，在头部平面或末端或无螺纹杆部测定硬度。常规检测，应采用本方法。

6.12.2 螺母硬度试验

常规检查，去除表面镀层或涂层，并对试件适当处理后，在螺母的一个支承面上实施硬度试验，试验时测4点硬度，取间隔为120°的三点硬度平均值作为螺母的硬度值，试验方法按GB/T 230.1或GB/T 4340.1的规定，验收时，如有争议，以维氏硬度（HV30）试验为仲裁。

6.13 组合件功能性试验

6.13.1 组合件扭矩系数试验在扭矩试验机上进行，每一组合件只能试验一次，不得重复使用，扭矩系数计算公式如下：

$$K = \frac{T}{P \times d} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $K$  ——扭矩系数；
- $T$  ——施拧扭矩（峰值），单位为牛米（N·m）；
- $P$  ——螺栓预拉力（峰值），单位为千牛（kN）；
- $d$  ——螺栓的螺纹公称直径，单位为毫米（mm）。

6.13.2 进行组合件扭矩系数试验时，按 GB/T 16823.3 标准设定夹紧力的方法进行试验，试验时的夹紧力（紧固轴力）应为试验螺栓保证载荷的 75% 设定，超出该设定值的 ±5% 范围者，所测得扭矩系数无效，也可按附录中表 C.1 中推荐的扭紧力矩进行试验。

6.13.3 螺栓规格  $d$  小于或等于 16 mm 拧紧速度为 10 r/min~40 r/min；螺栓规格大于 16 mm 的拧紧速度为 5 r/min~15 r/min。旋转速度应均匀。

6.13.4 进行组合件扭矩系数试验时，应同时记录环境温度，试验所用的机具、仪表及连接副均应放置在该环境内至少 2 h 以上。

6.13.5 扭矩试验时标准垫圈按 GB/T 16823.3 标准中规定的标准垫圈进行试验。

6.14 氢脆试验

螺栓氢脆试验方法按 GB/T 26107 中规定执行。

## 7 检验规则

### 7.1 总则

7.1.1 产品检验分为出厂检验和型式试验，检验应按生产批或检验批进行。

7.1.2 每批产品出厂前，制造厂均应经检验合格，并附有产品质量合格证方能入库或出厂。

7.1.3 型式试验应在下列情况之一时进行：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每年最少从同材料、同工艺产品中抽取一个批次产品进行试验；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时；
- g) 用户有特殊要求时。

### 7.2 检验批的组成

7.2.1 同一材料、炉号、螺纹规格、长度、机械加工、性能等级、热处理工艺及表面处理工艺的螺栓为同批（螺栓长度 $\leq 100$  mm时，长度相差 $\leq 10$  mm；螺栓长度 $> 100$  mm时，长度相差 $\leq 20$  mm，可视为同一长度）。

7.2.2 同一材料、炉号、螺纹规格、机械加工、性能等级、热处理工艺及表面处理工艺的螺母为同批。

7.2.3 由同批履带螺栓、螺母组成为履带螺栓、螺母组合件。

### 7.3 检验项目及抽样方案

7.3.1 产品出厂检验的检验项目和抽样方案推荐按表8的规定执行。

表8 产品出厂检验项目和抽样方案

| 序号 | 检验项目        | 标准条款             | 出厂检验的抽样方案                   | 备注       |
|----|-------------|------------------|-----------------------------|----------|
| 1  | 螺纹尺寸公差      | 5.1.1            | AQL=1<br>n1=32 Ac1=1 Re1=2  | 螺栓、螺母    |
| 2  | 外观尺寸、几何公差   | 5.1.2            | AQL=1<br>n1=32 Ac1=1 Re1=2  | 螺栓、螺母    |
| 3  | 外观与表面质量     | 5.2              | AQL=1<br>n1=32 Ac1=1 Re1=2  | 螺栓、螺母    |
| 4  | 实物拉力载荷      | 5.3.1.1          | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1=1 | 螺栓       |
| 5  | 保证载荷试验      | 5.3.1.2<br>5.4.1 | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1=1 | 螺栓<br>螺母 |
| 6  | 试样的机械性能     | 5.3.1.3<br>5.4.2 | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1=1 | 螺栓<br>螺母 |
| 7  | 试样的冲击吸收能量试验 | 5.3.1.3<br>5.4.2 | 试验1组，三个平均值符合要求              | 螺栓<br>螺母 |

表8 (续)

| 序号 | 检验项目    | 标准条款             | 出厂检验的抽样方案                     | 备注       |
|----|---------|------------------|-------------------------------|----------|
| 8  | 硬度试验    | 5.3.1.3<br>5.4.4 | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1= 1  | 螺栓<br>螺母 |
| 9  | 脱碳层     | 5.3.2<br>5.4.3   | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1= 1  | 螺栓<br>螺母 |
| 10 | 增碳层     | 5.3.3            | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1= 1  | 螺栓       |
| 11 | 晶粒度     | 5.3.4            | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1= 1  | 螺栓       |
| 12 | 金相组织    | 5.3.4            | AQL=1.5<br>n1=3 Ac1=0 Re1= 1  | 螺栓       |
| 13 | 氢脆      | 5.3.5            | AQL=1.0<br>n1=32 Ac1=0 Re1= 1 | 螺栓       |
| 14 | 组合件功能特性 | 5.5              | 试验 8 组, 符合要求                  | 组合件      |

7.3.2 产品型式试验的项目及抽样方案推荐按表 9 定执行。

表9 产品型式试验项目及抽样方案

| 序号 | 检验项目        | 标准条款             | 型式试验的抽样方案            | 备注       |
|----|-------------|------------------|----------------------|----------|
| 1  | 化学成分分析      | 4.2.1            | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓、螺母    |
| 2  | 低倍组织检测      | 4.2.2            | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓、螺母    |
| 3  | 非金属夹杂物检测    | 4.2.2            | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓、螺母    |
| 4  | 螺纹尺寸公差      | 5.1.1            | 试验 5 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓、螺母    |
| 5  | 外观尺寸、几何公差   | 5.1.2            | 试验 5 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓、螺母    |
| 6  | 外观与表面质量     | 5.2              | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓、螺母    |
| 7  | 实物拉力载荷      | 5.3.1.1          | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓       |
| 8  | 保证载荷试验      | 5.3.1.2<br>5.4.1 | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓<br>螺母 |
| 9  | 试样的机械性能     | 5.3.1.3<br>5.4.2 | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓<br>螺母 |
| 10 | 试样的冲击吸收能量试验 | 5.3.1.3<br>5.4.2 | 试验 1 组, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓<br>螺母 |
| 11 | 硬度试验        | 5.3.1.3<br>5.4.4 | 试验 5 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓<br>螺母 |
| 12 | 脱碳层         | 5.3.2<br>5.4.3   | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓<br>螺母 |
| 13 | 增碳层         | 5.3.3            | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓       |
| 14 | 晶粒度         | 5.3.4            | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓       |
| 15 | 金相组织        | 5.3.4            | 试验 1 件, 应符合, 否则项目不合格 | 螺栓       |

表9 (续)

| 序号 | 检验项目    | 标准条款  | 型式试验的抽样方案                     | 备注  |
|----|---------|-------|-------------------------------|-----|
| 16 | 氢脆      | 5.3.5 | AQL=1.0<br>n1=32 Ac1=0 Re1= 1 | 螺栓  |
| 17 | 组合件功能特性 | 5.5   | 试验 8 组, 应符合, 否则项目不合格          | 组合件 |

#### 7.4 判定规则

7.4.1 履带螺栓、螺母按照表 8 规定的相应的出厂检验项目进行检验, 如果所有项目均检验合格或加工试样试验后均检验合格, 则判定该批产品出厂检验合格, 否则, 判该批产品不合格。

7.4.2 螺栓、螺母型式试验按表 9 规定的相应检验项目进行检验, 如果所有项目均检验合格或加工试样试验后均检验合格, 则判定该批产品检验合格, 否则, 判该批产品不合格。

#### 7.5 不合格批的处理

出厂检验不合格批的处置应按GB/T 90.3中的规定执行。

### 8 标志、包装、运输和存储

#### 8.1 标志

##### 8.1.1 螺栓的标识

###### 8.1.1.1 顾客识别标志

顾客需要在螺栓的顶部在按顾客允许的识别标志进行标志。

示例: xyz。

###### 8.1.1.2 性能等级标志

按GB/T 3098.1 规定进行性能等级标注。

示例: 12.9。

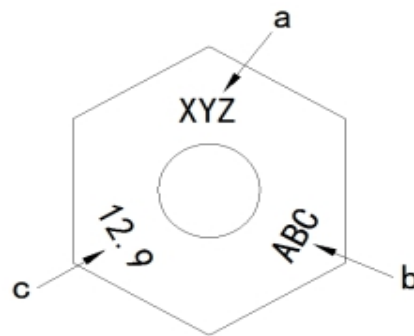
###### 8.1.1.3 制造者识别标志

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注, 允许在螺栓头部顶面用凸字或凹字标志。

示例: ABC。

###### 8.1.1.4 螺栓完整标志

螺栓的完整标志如图 3 所示。



说明:

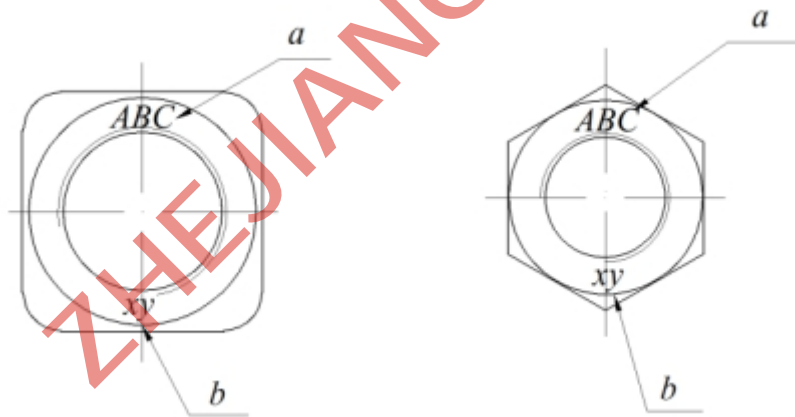
- a——顾客识别标志;
- b——制造者识别标志;
- c——性能等级识别标志。

图3 螺栓的完整标识图样

### 8.1.2 螺母的标志

8.1.2.1 螺母应在支承面用凹字,或在螺母的顶面上用凹字或凸字标志,制出性能等级和制造厂识别标志,标志中数字表示螺母性能等级。

8.1.2.2 螺母的完整标志如图4所示。



说明:

- a——顾客识别标志;
- b——性能等级识别标志。

图4 螺母的完整标识图样

## 8.2 包装

8.2.1 产品的标志与包装应符合 GB/T 90.2 的规定。产品包装箱、盒、袋等外表应有标志或标签。标志应正确、清晰、安全、牢固,内货与标志一致。标志一般应印刷或标打,也允许拴挂或粘贴,标志不得有褪色、脱落。

8.2.2 标志内容如下:

- a) 制造商名称;

- b) 产品名称;
- c) 产品规格型号;
- d) 产品数量及重量;
- e) 螺栓连接副扭矩系数平均值 (注明扭矩系数试验温度、润滑方式等条件);
- f) 生产批号;
- g) 出厂日期。

8.2.3 每箱螺栓、螺母用塑料袋及纸箱包装, 外箱用木箱或托盘进行包装。

8.2.4 每箱螺栓、螺母按单条履带拼装的数量进行包装, 每箱重量不得超过 40 kg, 一个托盘不超过 54 箱, 一托总重量不超过 2 t。

8.2.5 不同批号的螺栓、螺母应不采取混装。

8.2.6 每批产品随带的质量文件应有以下内容:

- a) 原材料检测和试验报告 (化学成分、低倍组织、非金属夹杂物);
- b) 原材料钢厂质量证明书;
- c) 螺栓低温冲击吸收能量报告;
- d) 螺栓楔负载试验报告;
- e) 螺栓、螺母螺纹脱碳层检测报告;
- f) 螺栓、螺母螺纹增碳层检测报告;
- g) 螺母螺纹保证载荷报告;
- h) 螺栓、螺母硬度检测报告;
- i) 组合件功能特性检测报告 (含扭矩试验系数测试值、平均值、标准偏差、测试环境);
- j) 表面涂层质量检测报告。

### 8.3 运输和存储

8.3.1 产品在运输过程中, 应防止遭受剧烈碰撞和摔跌, 避免雨雪直接淋袭及化学品侵袭。

8.3.2 产品宜在清洁通风良好的库房内, 周围空气应无腐蚀性气体存在。

8.3.3 存储场地应平整, 产品不得倾斜堆放, 堆码不得过高, 防止压伤或倒塌损坏。

8.3.4 产品在运输过程中, 包装箱应按规定朝向安置, 不得倾倒或改变方向, 不得野蛮装卸。

## 9 质量承诺

9.1 制造者应建立质量信息追溯系统, 并保存追溯质量记录不少于 10 年。

9.2 产品在发货后顾客装机使用 2200 h, 制造者应保证产品使用过程中无异常。

9.3 在规定的或运行小时内, 因产品制造不良而发生损坏或不能正常工作时, 制造者应无偿更换并承担相应的更换费用。

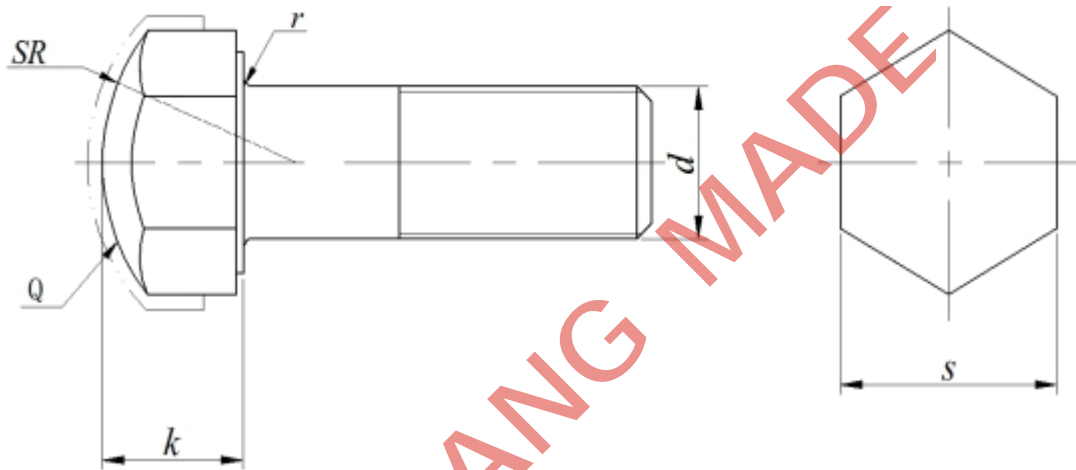
9.4 扭矩系数保证期为自出厂之日起 6 个月。

附 录 A  
(规范性附录)  
螺栓的型式与尺寸

### A.1 半圆头螺栓

#### A.1.1 半圆头螺栓型式

半圆头螺栓的型式见图 A.1。



说明:

Q面(头部球面硬化层)不是必须有的,根据顾客的需求进行增加,如果需要增加Q面硬化层,则硬化层的技术要求包括:

- a) 有效硬化层深度: $d < 14 \text{ mm}$ : $3 \sim 5 \text{ mm}$ ;  $d \geq 14 \text{ mm}$ : $4 \sim 7 \text{ mm}$ 。
- b) 硬度: $52 \text{ HRC} \sim 60 \text{ HRC}$ 。

图A.1 半圆头螺栓型式图

#### A.1.2 半圆头螺栓推荐尺寸

半圆头螺栓的推荐尺寸见表 A.1。

表A.1 半圆头螺栓的推荐尺寸表

| 规格 (d) | S  | r       | SR | K    |
|--------|----|---------|----|------|
| M10    | 17 | 0.6~1.0 | 16 | 10   |
| M12    | 19 | 0.6~1.0 | 16 | 11   |
| M14    | 22 | 0.6~1.0 | 19 | 13.5 |
| M16    | 24 | 0.6~1.0 | 25 | 14   |
| M18    | 27 | 0.6~1.0 | 25 | 16.5 |

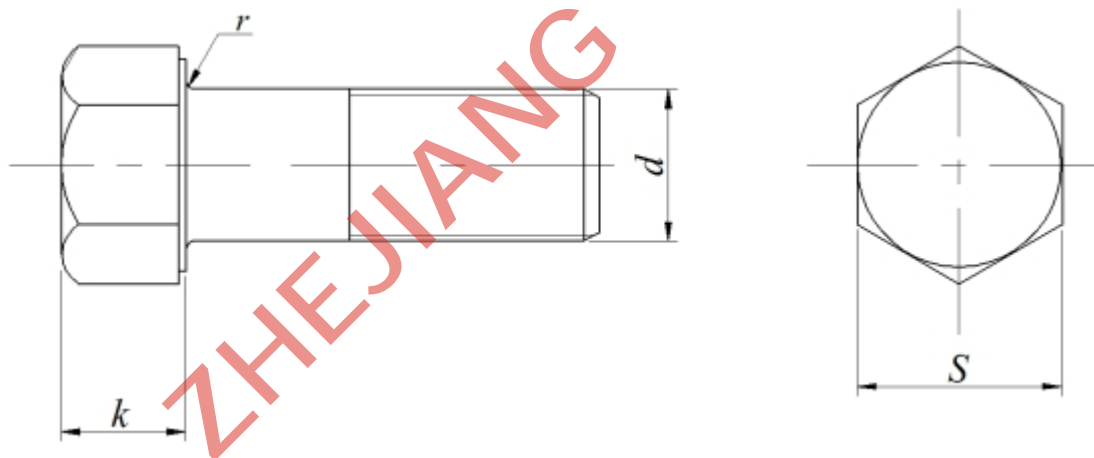
表 A.1 (续)

| 规格 (d) | S  | r       | SR   | K  |
|--------|----|---------|------|----|
| M19    | 30 | 0.6~1.0 | 25.4 | 19 |
| M20    | 30 | 0.6~1.0 | 25.4 | 19 |
| M22    | 32 | 0.8~1.2 | 30   | 20 |
| M24    | 36 | 0.8~1.2 | 32   | 22 |
| M27    | 41 | 0.8~1.2 | 38   | 24 |
| M30    | 45 | 0.8~1.2 | 42   | 27 |
| M33    | 50 | 0.8~1.2 | 47   | 30 |
| M36    | 55 | 0.8~1.2 | 50   | 32 |
| M39    | 60 | 0.8~1.2 | 50   | 35 |

## A.2 平头螺栓

## A.2.1 平头螺栓型式

平头螺栓的型式见图A.2。



图A.2 平头螺栓的型式图

## A.2.2 平头螺栓推荐尺寸

平头螺栓的推荐尺寸见表 A.2。

表A.2 平头螺栓的推荐尺寸表

| 规格 (d) | S  | r       | K    |
|--------|----|---------|------|
| M10    | 17 | 0.6~1.0 | 10   |
| M12    | 19 | 0.6~1.0 | 9    |
| M14    | 22 | 0.6~1.0 | 11   |
| M16    | 24 | 0.6~1.0 | 11.5 |

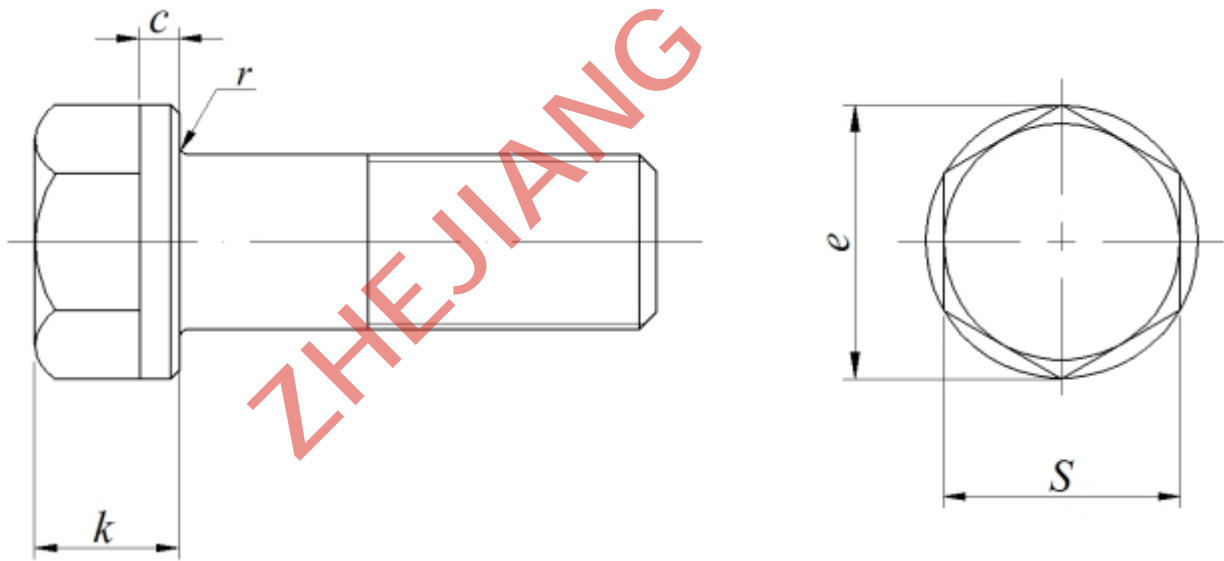
表 A.2 (续)

| 规格 (d) | S  | r       | K    |
|--------|----|---------|------|
| M18    | 27 | 0.6~1.0 | 12   |
| M19    | 30 | 0.6~1.0 | 15   |
| M20    | 30 | 0.6~1.0 | 16   |
| M22    | 32 | 0.8~1.2 | 17.5 |
| M24    | 36 | 0.8~1.2 | 19   |
| M27    | 41 | 0.8~1.2 | 22   |
| M30    | 45 | 0.8~1.2 | 24   |
| M33    | 50 | 0.8~1.2 | 26.5 |
| M36    | 55 | 0.8~1.2 | 29   |
| M39    | 60 | 0.8~1.2 | 31   |

A.3 法兰垫螺栓

A.3.1 法兰垫螺栓型式

法兰垫螺栓的型式见图 A.3。



图A.3 法兰垫螺栓的型式图

A.3.2 法兰垫螺栓推荐尺寸

法兰垫螺栓推荐的尺寸见表A.3。

表A.3 法兰垫螺栓推荐的尺寸表

| 规格 (d) | S  | e    | r       | K  | C |
|--------|----|------|---------|----|---|
| M10    | 13 | φ 16 | 0.6~1.0 | 10 | 2 |
| M12    | 14 | φ 16 | 0.6~1.0 | 11 | 2 |

表 A.3 (续)

| 规格 (d) | S  | e      | r       | K  | C  |
|--------|----|--------|---------|----|----|
| M14    | 19 | φ 21.5 | 0.6~1.0 | 13 | 3  |
| M16    | 22 | φ 25.4 | 0.6~1.0 | 15 | 3  |
| M18    | 22 | φ 28   | 0.6~1.0 | 16 | 3  |
| M19    | 27 | φ 31.2 | 0.6~1.0 | 16 | 4  |
| M20    | 27 | φ 31.2 | 0.6~1.0 | 16 | 4  |
| M22    | 32 | φ 37   | 0.8~1.2 | 20 | 4  |
| M24    | 32 | φ 37   | 0.8~1.2 | 24 | 5  |
| M27    | 34 | φ 40   | 0.8~1.2 | 24 | 5  |
| M30    | 41 | φ 47   | 0.8~1.2 | 27 | 5  |
| M33    | 45 | φ 52   | 0.8~1.2 | 30 | 7  |
| M36    | 45 | φ 52   | 0.8~1.2 | 33 | 7  |
| M39    | 50 | φ 60   | 0.8~1.2 | 35 | 10 |

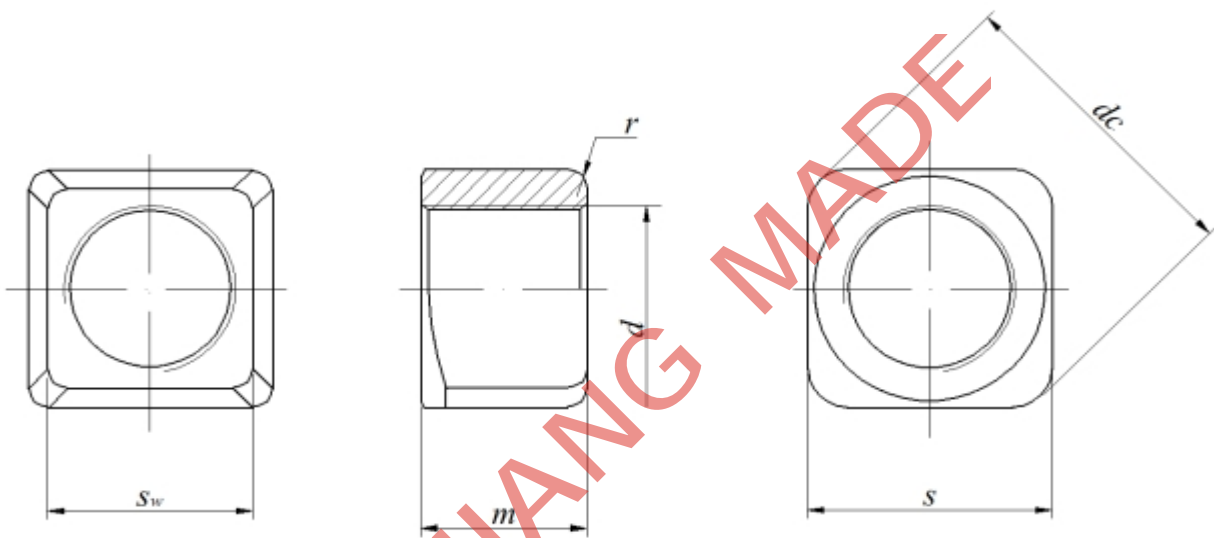
ZHEJIANG MADE

附 录 B  
(规范性附录)  
螺母的型式与尺寸

B.1 四方螺母

B.1.1 四方螺母型式

四方螺母的型式见图 B.1。



图B.1 四方螺母的型式图

B.1.2 四方螺母推荐尺寸

四方螺母的推荐尺寸见表B.1。

表B.1 四方螺母的推荐尺寸表

| 规格 (d) | S    | dc     | r  | m  | Sw |
|--------|------|--------|----|----|----|
| M10    | 17   | φ 22   | R2 | 12 | 15 |
| M12    | 20   | φ 25   | R2 | 16 | 17 |
| M14    | 22   | φ 29   | R2 | 16 | 20 |
| M16    | 25   | φ 32   | R2 | 16 | 21 |
| M18    | 28.6 | φ 38.7 | R2 | 19 | 25 |
| M19    | 28.6 | φ 38.7 | R2 | 19 | 25 |
| M20    | 30   | φ 39   | R3 | 20 | 26 |
| M22    | 32   | φ 39   | R3 | 22 | 27 |
| M24    | 35   | φ 39   | R3 | 24 | 30 |
| M27    | 41   | φ 52   | R3 | 30 | 35 |

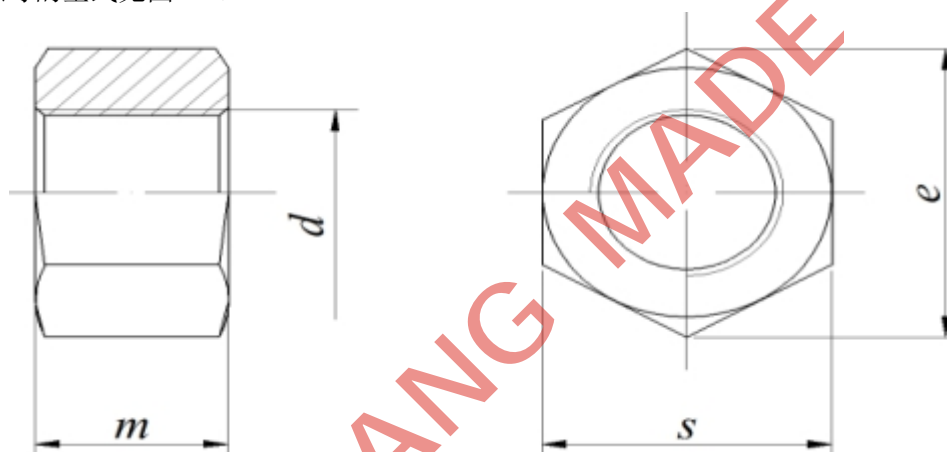
表 B.1 (续)

| 规格 (d) | S    | dc     | r  | m  | Sw   |
|--------|------|--------|----|----|------|
| M30    | 42   | φ 56   | R3 | 33 | 36   |
| M33    | 50   | φ 60   | R3 | 33 | 44   |
| M36    | 50   | φ 60   | R3 | 39 | 44   |
| M39    | 61.5 | φ 84.5 | R3 | 46 | 55.5 |

## B.2 六角螺母

## B.2.1 六角螺母型式

六角螺母的型式见图B.2。



图B.2 六角螺母的型式图

## B.2.2 六角螺母推荐尺寸

六角螺母推荐的尺寸表见B.2。

表B.2 六角螺母推荐的尺寸表

| 规格 (d) | 对边 (S) | 对角 (e) | 厚度 (m) |
|--------|--------|--------|--------|
| M10    | 17     | 19.6   | 15     |
| M12    | 19     | 21.9   | 18     |
| M14    | 22     | 25.4   | 20     |
| M16    | 24     | 27.7   | 22     |
| M18    | 27     | 31.2   | 24     |
| M19    | 30     | 34.6   | 26     |
| M20    | 30     | 34.6   | 26     |
| M22    | 32     | 37     | 28     |
| M24    | 36     | 41.6   | 30     |

表 B.2 (续)

| 规格 (d) | 对边 (S) | 对角 (e) | 厚度 (m) |
|--------|--------|--------|--------|
| M27    | 41     | 47.3   | 32     |
| M30    | 46     | 53.1   | 34     |
| M33    | 50     | 57.7   | 36     |
| M36    | 55     | 63.5   | 39     |
| M39    | 60     | 69.3   | 39     |

ZHEJIANG MADE

附 录 C  
(资料性附录)  
推荐的螺栓安装扭矩

推荐的螺栓安装扭矩见表 C.1。

表 C.1 推荐的螺栓安装扭矩表

| 序号 | 螺纹规格 (D) | 紧固轴力 (KN) | 推荐的安装扭矩 N·m |
|----|----------|-----------|-------------|
| 1  | M10×1    | 48        | 89~98       |
| 2  | M12×1    | 73        | 158~175     |
| 3  | M14×1.25 | 97.5      | 246~273     |
| 4  | M16×1.5  | 126       | 365~405     |
| 5  | M18×1.5  | 163       | 530~580     |
| 6  | M19×1.5  | 180       | 631~700     |
| 7  | M20×1.5  | 207       | 745~820     |
| 8  | M22×1.5  | 245       | 1 030~1 100 |
| 9  | M24×1.5  | 300       | 1 320~1 460 |
| 10 | M24×2    | 290       | 1 260~1 400 |
| 11 | M27×2    | 376       | 1 830~2 000 |
| 12 | M30×2    | 470       | 2 550~2 830 |
| 13 | M33×2    | 578       | 3 430~3 470 |
| 14 | M36×2    | 693       | 4 500~5 000 |
| 15 | M36×3    | 657       | 4 260~4 730 |
| 16 | M39×2    | 821       | 5 770~6 400 |
| 17 | M39×3    | 782       | 5 790~6 100 |

## 附录 D

(资料性附录)

## 本标准牌号与国外标准相似牌号的对照

本标准牌号与国外标准相似牌号的对照见表D.1。

表 D.1 本标准牌号与国外标准相似牌号对照表

| 序号 | GB/T 3077 | GB/T 6478 | EN 10083—3: 2006 | ASTM 29/A29M— 2012 | JIS G4053—2008 | ASTM A193/A193M |
|----|-----------|-----------|------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| 1  | 40Cr      | ML40Cr    | 41Cr4            | 5140               | SCr440         |                 |
| 2  | 35CrMo    | ML35CrMo  | 34CrMo4          | 4135               | SCM435         |                 |
| 3  | 42CrMo    | ML40CrMo  | 42CrMo4          | 4140               | SCM440         | B7              |