

前 言

本标准代替 GB/T 1231—1991《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》。

本标准与 GB/T 1231—1991 相比主要变化如下：

- 将螺栓、螺母和垫圈的推荐材料改为材料，并对有关材料进行了增删（GB/T 1231—1991 的 3.1.1）；
- 根据有关标准的新规定，对相关的机械性能名称和符号作了相应的更新（GB/T 1231—1991 的表 3 和表 A2）；
- 对短螺栓的实物机械性能试验规定进行了修改（GB/T 1231—1991 的 3.2.1.2 和 3.2.1.3）；
- 对螺母的硬度范围规定进行了修改（GB/T 1231—1991 的 3.2.2.2）；
- 对保证扭矩系数供货的范围进行了修改（GB/T 1231—1991 的 3.3.1）；
- 删除了关于凹穴螺栓的条文（GB/T 1231—1991 的 3.8）；
- 删除了关于楔垫型式与尺寸的示意图和表格，以“按 GB/T 3098.1 的规定”予以表述（GB/T 1231—1991 的 4.1.2）；
- 对进行连接副扭矩系数试验的扭矩值允许误差作了修改（GB/T 1231—1991 的 4.4.2）；
- 对进行连接副扭矩系数试验的螺栓预拉力的控制值作了修改（GB/T 1231—1991 的 4.4.4）；
- 增加了关于进行连接副机械性能试验时的抽样方案规定（本标准的 5.3）。

本标准是“钢结构摩擦型高强度螺栓连接用的连接副”国标产品系列标准之一。该系列标准还包括：

- GB/T 1228—2006 钢结构用高强度大六角头螺栓；
- GB/T 1229—2006 钢结构用高强度大六角螺母；
- GB/T 1230—2006 钢结构用高强度垫圈；
- GB/T 3632—1995 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副；
- GB/T 3633—1995 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副技术条件。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国紧固件标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：铁道科学研究院。

本标准参加起草单位：机械科学研究院、上海高强度螺栓厂、中冶集团建筑研究总院、大冶钢厂。

本标准主要起草人：程季青、沈家骅。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 1231—1976、GB 1231—1984、GB/T 1231—1991。

引 言

“钢结构用高强度大六角头螺栓连接副”属于“钢结构摩擦型高强度螺栓连接”使用的连接件。20 世纪 50 年代,铁道科学研究院开始“高强度螺栓及连接”的专题研究,并在铁路钢桥上率先实现以“高强度螺栓连接”替代“工地铆钉连接”。60 年代,铁道科学研究院与上海标准件公司共同完成了高强度大六角头螺栓连接副的工业化生产。70 年代,由铁道科学研究院提出、在原第一机械工业部机械科学研究院的大力支持下,经原国家标准局批准,列入国家标准制定项目,并于 1976 年首次批准发布 GB 1228~1231—1976 共 4 项国家标准。该标准于 1984 年、1991 年进行了两次修订,修订的主要内容是采用了铁道科学研究院等 6 单位的科研成果,包括新材料、新工艺和新技术。伴随着国民经济的飞速发展、技术日臻完善、标准使用范围日益广泛、产品质量大为提高、专业生产企业和产量成倍增加,为适应新形势发展的需求,在总结十余年生产经验和使用要求的基础上,对原标准做了进一步修改、补充和完善。

相信通过几代人近 50 年的努力,本标准的修订必将推动全国范围内更加广泛的推广使用,对产品进入国际市场起到更加积极的作用。

钢结构用高强度大六角头螺栓、 大六角螺母、垫圈技术条件

1 范围

本标准规定了钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈及连接副的技术要求、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摩擦型高强度螺栓连接。

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，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2 紧固件 外螺纹零件的末端(GB/T 2—2001, idt ISO 4753:1999)

GB/T 90.1 紧固件 验收检查(GB/T 90.1—2002, idt ISO 3269:2000)

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸(GB/T 196—2003, ISO 724:1993, ISO general purpose metric screw threads—Basic dimensions, MOD)

GB/T 197 普通螺纹 公差(GB/T 197—2003, ISO 965-1:1998, ISO general purpose metric screw threads—Tolerances—Part 1: Principles and basic data, MOD)

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002, eqv ISO 6892:1998)

GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法(GB/T 229—1994, eqv ISO 148:1983, ISO 83:1976)

GB/T 230.1 金属洛氏硬度试验 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)
[GB/T 230.1—2004, ISO 6508-1:1999, Metallic materials—Rockwell hardness test—Part 1: Test method(scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T), MOD]

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓[GB/T 1228—2006, ISO 7412:1984, Hexagon bolts for high strength structural bolting with large width across flats(short thread length)—Product grade C—Property classes 8.8 and 10.9, NEQ]

GB/T 1229 钢结构用高强度大六角螺母(GB/T 1229—2006, ISO 4775:1984, Hexagon nuts for high strength structural bolting with large width across flats—Product grade B—Property classes 8 and 10, NEQ)

GB/T 1230 钢结构用高强度垫圈(GB/T 1230—2006, ISO 7416:1984, Plain washers, chamfered, hardened and tempered for high strength structural bolting, NEQ)

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱(GB/T 3098.1—2000, idt ISO 898-1:1999)

GB/T 3103.1 紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母(GB/T 3103.1—2002, idt ISO 4759-1:2000)

GB/T 3103.3 紧固件公差 平垫圈(GB/T 3103.3—2000, idt ISO 4759-3:2000)

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1-1999,eqv ISO 6507-1:1997)

GB/T 5277 紧固件 螺栓和螺钉通孔

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

GB/T 5779.2 紧固件表面缺陷 螺母(GB/T 5779.2 2000, idt ISO 6157-2:1995)

GB/T 6478 冷镦和冷挤压用钢

JJG 707—2003 扭矩扳子

3 要求

3.1 性能等级、材料及使用配合

3.1.1 螺栓、螺母、垫圈的性能等级和材料按表1的规定。表中 35VB 钢的技术条件见附录 A。

表 1

类别	性能等级	材料	标准编号	适用规格
螺栓	10.9S	20MnTiB ML20MnTiB	GB/T 3077 GB/T 6478	≤M24
		35VB		≤M30
	8.8S	45、35	GB/T 699	≤M20
		20MnTiB、40Cr ML20MnTiB	GB/T 3077 GB/T 6478	≤M24
		35CrMo	GB/T 3077	≤M30
		35VB		
螺母	10H	45、35 ML35	GB/T 699 GB/T 6478	
	8H			
垫圈	35HRC~45HRC	45、35	GB/T 699	

3.1.2 螺栓、螺母、垫圈的使用配合按表2的规定。

表 2

类 别	螺 栓	螺 母	垫 圈
型式尺寸	按 GB/T 1228 规定	按 GB/T 1229 规定	按 GB/T 1230 规定
性能等级	10.9S	10H	35HRC~45HRC
	8.8S	8H	35HRC~45HRC

3.2 机械性能

3.2.1 螺栓机械性能

3.2.1.1 试件机械性能

制造厂应将制造螺栓的材料取样,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,其结果应符合表 3 的规定。当螺栓的材料直径 ≥ 16 mm 时,根据用户要求,制造厂还应增加常温冲击试验,其结果应符合表 3 的规定。

表 3

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
		不小于			
10.9S	1 040~1 240	940	10	42	47
8.8S	830~1 030	660	12	45	63

3.2.1.2 实物机械性能

进行螺栓实物楔负载试验时,拉力载荷应在表 4 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 4

螺纹规格 d			M12	M16	M20	(M22)	M24	(M27)	M30
公称应力截面积 A_s /mm ²			84.3	157	245	303	353	459	561
性能 等级	10.9S	拉力 载荷 / N	87 700~ 104 500	163 000~ 195 000	255 000~ 304 000	315 000~ 376 000	367 000~ 438 000	477 000~ 569 000	583 000~ 696 000
	8.8S		70 000~ 86 800	130 000~ 162 000	203 000~ 252 000	251 000~ 312 000	293 000~ 364 000	381 000~ 473 000	466 000~ 578 000

当螺栓 $l/d \leq 3$ 时,如不能做楔负载试验,允许做拉力载荷试验或芯部硬度试验。拉力载荷应符合表 4 的规定,芯部硬度应符合表 5 的规定。

表 5

性能等级	维氏硬度		洛氏硬度	
	min	max	min	max
10.9S	312 HV30	367 HV30	33 HRC	39 HRC
8.8S	249 HV30	296 HV30	24 HRC	31 HRC

3.2.1.3 脱碳层

螺栓的脱碳层按 GB/T 3098.1 的有关规定。

3.2.2 螺母机械性能

3.2.2.1 保证载荷

螺母的保证载荷应符合表 6 的规定。

表 6

螺纹规格 D			M12	M16	M20	(M22)	M24	(M27)	M30
性能 等级	10 H	保证 载荷 /N	87 700	163 000	255 000	315 000	367 000	477 000	583 000
	8 H		70 000	130 000	203 000	251 000	293 000	381 000	466 000

3.2.2.2 硬度

螺母硬度应符合表 7 的规定。

表 7

性能等级	洛氏硬度		维氏硬度	
	min	max	min	max
10H	98 HRB	32 HRC	222 HV30	304 HV30
8H	95 HRB	30 HRC	206 HV30	289 HV30

3.2.3 垫圈的硬度

垫圈的硬度为 329 HV30~436 HV30(35 HRC~45HRC)。

3.3 连接副的扭矩系数

3.3.1 高强度大六角头螺栓连接副应按保证扭矩系数供货,同批连接副的扭矩系数平均值为 0.110~0.150,扭矩系数标准偏差应小于或等于 0.010 0。每一连接副包括 1 个螺栓、1 个螺母、2 个垫圈,并应分属同批制造。

3.3.2 扭矩系数保证期为自出厂之日起 6 个月,用户如需延长保证期,可由供需双方协议解决。

3.4 螺栓、螺母的螺纹

3.4.1 螺纹的基本尺寸按 GB/T 196 粗牙普通螺纹的规定。螺栓螺纹公差带按 GB/T 197 的 6g,螺母螺纹公差带按 GB/T 197 的 6H。

3.4.2 螺纹牙侧表面粗糙度的最大参数值 R_a 应为 12.5 μm 。

3.5 螺栓的螺纹末端

螺栓的螺纹末端按 GB/T 1228 和 GB/T 2 的规定。

3.6 表面缺陷

3.6.1 螺栓、螺母的表面缺陷分别按 GB/T 5779.1 和 GB/T 5779.2 的规定。

3.6.2 垫圈不允许有裂缝、毛刺、浮锈和影响使用的凹痕、划伤。

3.7 其他尺寸及形位公差

螺栓、螺母和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。

3.8 表面处理

螺栓、螺母和垫圈均应进行保证连接副扭矩系数和防锈的表面处理,表面处理工艺由制造厂选择。

4 试验方法

4.1 螺栓试验方法

4.1.1 试件的拉伸试验和冲击试验

拉伸试件和冲击试件应在同一根棒材上截取,并经同一热处理工艺处理。

4.1.1.1 拉伸试验

原材料经热处理后,按 GB/T 228 的规定制成拉伸试件。加工试件时,其直径减小量不应超过原材料直径的 25%(约为截面积的 44%),并以此确定试件直径。试验方法按 GB/T 228 的规定。

4.1.1.2 冲击试验

原材料经热处理后,按 GB/T 229 中关于缺口深度为 2 mm 的标准夏比 U 型缺口冲击试件的规定制成试件,并在常温下进行冲击试验。试验方法按 GB/T 229 的规定。

4.1.2 楔负载试验

螺栓头下置一 10°楔垫(见图 1),在拉力试验机上将螺栓拧在带有内螺纹的专用夹具上(至少 6 扣),然后进行拉力试验。10°楔垫的型式、尺寸及硬度按 GB/T 3098.1 的规定。

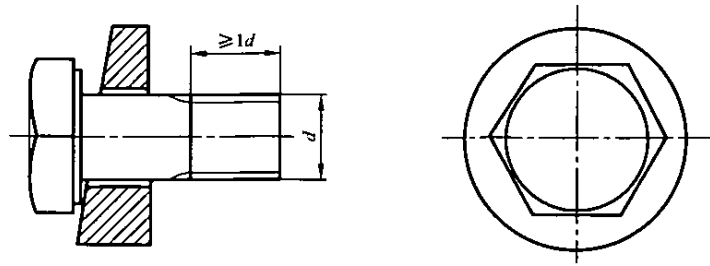


图 1

4.1.3 芯部硬度试验

试验在距螺杆末端等于螺纹直径 d 的截面上进行,对该截面距离中心四分之一螺纹直径处,任测 4 点,取后 3 点平均值。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。

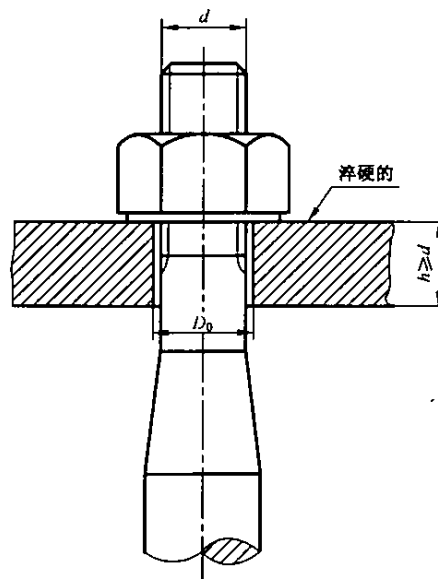
4.1.4 脱碳试验

按 GB/T 3098.1 的规定。

4.2 螺母试验方法

4.2.1 保证载荷试验

将螺母拧入螺纹芯棒(见图 2),试验时夹头的移动速度不应超过 3 mm/min。对螺母施加表 6 规定的保证载荷,持续 15 s,螺母不应脱扣或断裂。当去除载荷后,应可用手将螺母旋出,或者借助扳手松开螺母(但不应超过半扣)后用手旋出。在试验中,如螺纹芯棒损坏,则试验作废。



D_0 按 GB/T 5277 对中等装配的规定。

图 2

螺纹芯棒的硬度应 $\geq 45\text{HRC}$,其螺纹公差带为 5h6g,但大径应控制在 6g 公差带靠近下限的四分之一的范围内。

4.2.2 硬度试验

试验在螺母支承面上进行,任测 4 点,取后 3 点平均值。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。

4.3 垫圈硬度试验

在垫圈的表面上任测4点,取后3点平均值。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。

4.4 连接副扭矩系数试验

4.4.1 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·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)。

4.4.2 施拧扭矩 T 是施加于螺母上的扭矩,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—2003 中规定的 2 级。

4.4.3 螺栓预拉力 P 用轴力计测定,其误差不得大于测定螺栓预拉力的 2%。轴力计的最小示值应在 1 kN 以下。

4.4.4 进行连接副扭矩系数试验时,螺栓预拉力值 P 应控制在表 8 所规定的范围内,超出该范围者,所测得扭矩系数无效。

表 8 单位为千牛

螺栓螺纹规格				M12	M16	M20	(M22)	M24	(M27)	M30
性能等级	10.9S	P	max	66	121	187	231	275	352	429
			min	54	99	153	189	225	288	351
	8.8S		max	55	99	154	182	215	281	341
			min	45	81	126	149	176	230	279

4.4.5 组装连接副时,螺母下的垫圈有倒角的一侧应朝向螺母支承面。试验时,垫圈不得发生转动,否则试验无效。

4.4.6 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、仪表及连接副均应放置在该环境内至少 2 h 以上。

5 检验规则

5.1 出厂检验按批进行。同一性能等级、材料、炉号、螺纹规格、长度(当螺栓长度 ≤ 100 mm 时,长度相差 ≤ 15 mm;螺栓长度 > 100 mm 时,长度相差 ≤ 20 mm,可视为同一长度)、机械加工、热处理工艺、表面处理工艺的螺栓为同批;同一性能等级、材料、炉号、螺纹规格、机械加工、热处理工艺、表面处理工艺的螺母为同批;同一性能等级、材料、炉号、规格、机械加工、热处理工艺、表面处理工艺的垫圈为同批。分别由同批螺栓、螺母、垫圈组成的连接副为同批连接副。

同批高强度螺栓连接副最大数量为 3 000 套。

5.2 连接副扭矩系数的检验按批抽取 8 套,8 套连接副的扭矩系数平均值及标准偏差均应符合 3.3.1 规定。

5.3 螺栓楔负载、螺母保证载荷、螺母硬度和垫圈硬度的检验按批抽取,样本大小 $n=8$,合格判定数 $Ac=0$ 。

5.4 螺栓、螺母和垫圈的尺寸、外观及表面缺陷的检验抽样方案按 GB/T 90.1 的规定。

5.5 用户对产品质量有异议时,在正常运输和保管条件下,应在产品出厂之日起6个月之内向供货方提出。如有争议,双方按本标准的要求进行复验裁决。

6 标志与包装

6.1 螺栓应在头部顶面制出性能等级和制造厂凸型标志(见图3),标志中“·”可以省略。标志中第一部分数字(“·”前)表示公称抗拉强度的1/100,第二部分数字(“·”后)表示公称屈服强度与公称抗拉强度比值的10倍,字母S表示钢结构用高强度大六角头螺栓,××为制造厂标志。

6.2 螺母应在顶面上制出性能等级和制造厂标志(见图4)。标志中数字表示螺母性能等级,字母H表示钢结构用高强度大六角螺母,××为制造厂标志。



图 3



图 4

6.3 制造厂应以批为单位提供产品质量检验报告书,内容如下:

- a) 批号、规格和数量;
- b) 性能等级;
- c) 材料、炉号、化学成分;
- d) 试件拉力试验和冲击试验数据;
- e) 实物机械性能试验数据;
- 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。

6.4 包装箱应牢固、防潮。箱内应按连接副的组合进行包装,不同批号的连接副不得混装。每箱质量不得超过40 kg。包装箱内分装方法由制造厂选择。

6.5 包装箱外应有制造厂、产品名称、标准编号、批号、规格、数量、毛重等明显标记。

附 录 A
(规范性附录)
35VB 钢技术条件

A.1 35VB 钢的化学成分应符合表 A.1 的规定。

表 A.1

化学成分	C	Mn	Si	P	S	V	B	Cu
范围/%	0.31~0.37	0.50~0.90	0.17~0.37	≤0.04	≤0.04	0.05~0.12	0.001~0.004	≤0.25

A.2 采用直径为 25 mm 的试样毛坯,经热处理后的机械性能应符合表 A.2 的规定。

表 A.2

试样热处理制度	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
	不小于				
淬火 870℃ 水冷 回火 550℃ 水冷	785	640	12	45	55

A.3 钢材应进行冷顶锻试验,不允许有裂口或裂缝。

A.4 其余技术条件按 GB/T 3077 的规定。
