ICS 45.040

TB

中 华 人 民 共 和 国 铁 路 行 业 标 准

TB/T XXX-20XX

铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副

Sets of high strength bolt with large hexagon head for steel structure of railway bridge

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2026.11.10）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X－XX－XX 发布　　202X－XX－XX 实施

国家铁路局　发 布

目　　次

前　　言 III
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 规格、分类、型号及型式 1
5 尺寸 2
6 技术要求 7
7 试验方法 9
8 检验规则 13
9 标志、标记、标签、包装和质量检验报告 15
附 录 A （规范性） 35VB 钢技术条件 18
附 录 B （规范性） 免涂装耐候钢高强度螺栓用钢技术条件 19

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。

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。

本文件由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位提出并归口。

本标准起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、北京铁科首钢轨道技术股份有限公司、中铁大桥勘测设计院集团有限公司、上海高强度螺栓厂有限公司、晋亿实业股份有限公司。

本标准主要起草人：赵欣欣、陶晓燕、张程、田德柱、梅大鹏、石龙、赵建军、张军、李彬洋、赵体波、荣峤。

铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副

1 范围

本标准规定了铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副范围，型式，尺寸，技术要求，试验方法，检验规则，标志、标记、标签、包装和质量检验报告。

本标准适用于铁路桥梁钢结构高强度螺栓大六角头螺栓连接副（简称连接副）。

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 2 紧固件 外螺纹零件末端
GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸
GB/T 197 普通螺纹 公差
GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
GB/T 229 金属材料夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 699 优质碳素结构钢
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 3098.2 紧固件机械性能 螺母
GB/T 3103.1 紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母
GB/T 3103.3 紧固件公差 平垫圈
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 5276 紧固件 螺栓、螺钉、螺柱及螺母 尺寸代号和标注
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 5779.2 紧固件表面缺陷 螺母
GB/T 6478 冷镦和冷挤压用钢
GB/T 10561 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
JJG 707—2014 扭矩扳子检定规程
YB/T 5293 金属材料 顶锻试验方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 规格、分类、型号及型式

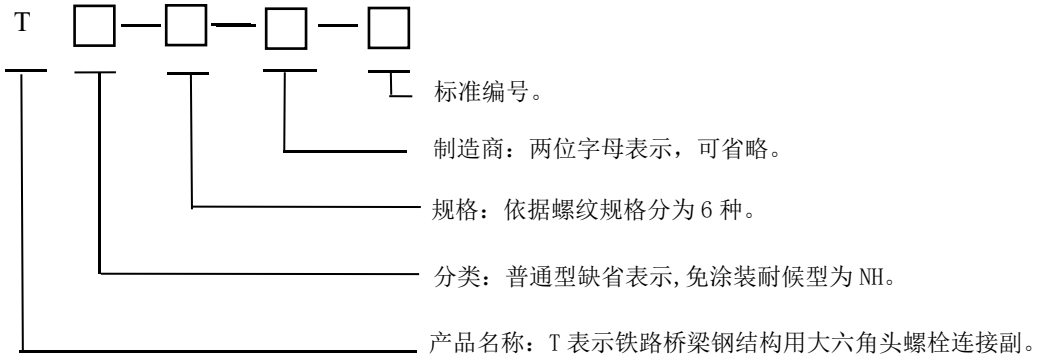
4.1 规格

连接副依据螺纹规格分为6种：M22、M24、M27、M30、M33、M36。

4.2 分类

连接副依据耐腐蚀性能分为普通型和免涂装耐候型。

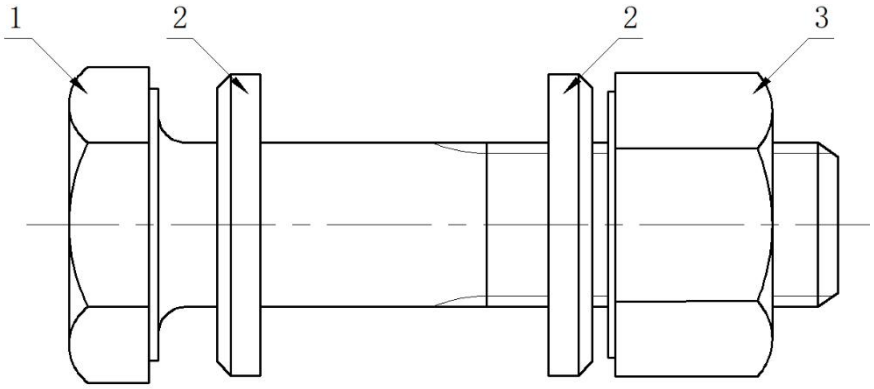
4.3 型号



示例：TNH-M30-XX-XXXX，表示免涂装耐候型铁路桥梁钢结构用大六角头螺栓连接副，螺纹规格为M30，由XX制造单位采用XXXX标准制造。

4.4 型式

连接副应包括一个螺栓、一个螺母和两个垫圈，其型式应符合图1的规定。



标引序号说明：

1——螺栓；　　2——垫圈；　　3——螺母。

图1 螺栓连接副型式

5 尺寸

5.1 螺栓

螺栓的型式应符合图2的规定，尺寸应符合表1和表2的规定，理论质量应符合表3的规定，尺寸代号和标注应按GB/T 5276的规定。螺纹末端尺寸和标注应符合GB/T 2的规定。

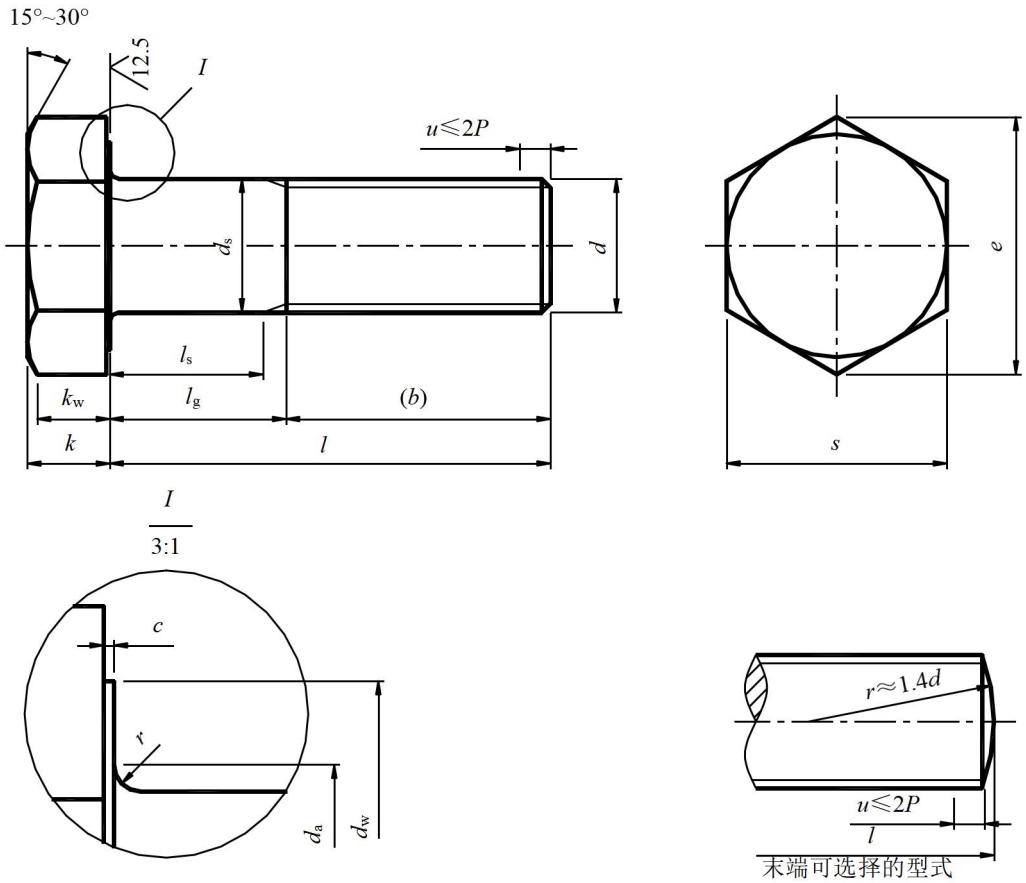


图 2 螺栓

表 1 螺栓规格尺寸　　单位为毫米

螺纹规格d		M22	M24	M27	M30	M33	M36
P		2.5	3	3	3.5	3.5	4
c	max	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	min	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
d_a	max	26.32	28.32	32.84	35.84	39.84	42.84
d_s	max	22.52	24.52	27.84	30.84	34.00	37.00
	min	21.48	23.48	26.16	29.16	32.00	35.00
d_w	min	33.30	38.00	42.80	46.50	51.10	55.90
e	min	39.55	45.20	50.85	55.37	60.79	66.44
k	公称	14	15	17	18.7	21	22.5
	max	14.90	15.90	17.90	19.75	22.05	23.55
	min	13.10	14.10	16.10	17.65	19.95	21.45
k_w	min	9.20	9.90	11.30	12.40	13.97	15.02
r	min	1.5	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5
s	max	36	41	46	50	55	60
	min	35.00	40.00	45.00	49.00	53.80	58.80
注：表中尺寸均为无涂覆尺寸。							

表 2 螺栓长度　　单位为毫米

螺纹规格d			M22		M24		M27		M30		M33		M36	
l [a]			l_s和 l_g [b]											
公称	min	max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max
55	53.5	56.5	7.5	15										
60	58.5	61.5	12.5	20	6	15								
65	63.5	66.5	17.5	25	11	20	6	15						
70	68.5	71.5	17.5	25	16	25	11	20	4.5	15				
75	73.5	76.5	22.5	30	16	25	16	25	9.5	20	4.5	15		
80	78.5	81.5	27.5	35	21	30	16	25	14.5	25	9.5	20		
85	83.25	86.75	32.5	40	26	35	21	30	14.5	25	14.5	25	8	20
90	88.25	91.75	37.5	45	31	40	26	35	19.5	30	14.5	25	13	25
95	93.25	96.75	42.5	50	36	45	31	40	24.5	35	19.5	30	13	25
100	98.25	101.75	47.5	55	41	50	36	45	29.5	40	24.5	35	18	30
110	108.25	111.75	57.5	65	51	60	46	55	39.5	50	34.5	45	28	40
120	118.25	121.75	67.5	75	61	70	56	65	49.5	60	44.5	55	38	50
130	128	132	77.5	85	71	80	66	75	59.5	70	54.5	65	48	60
140	138	142	87.5	95	81	90	76	85	69.5	80	64.5	75	58	70
150	148	152	97.5	105	91	100	86	95	79.5	90	74.5	85	68	80
160	156	164	107.5	115	101	110	96	105	89.5	100	84.5	95	78	90
170	166	174	117.5	125	111	120	106	115	99.5	110	94.5	105	88	100
180	176	184	127.5	135	121	130	116	125	109.5	120	104.5	115	98	110
190	185.4	194.6	137.5	145	131	140	126	135	119.5	130	114.5	125	108	120
200	195.4	204.6	147.5	155	141	150	136	145	129.5	140	124.5	135	118	130
220	215.4	224.6	167.5	175	161	170	156	165	149.5	160	144.5	155	138	150
240	235.4	244.6			181	190	176	185	169.5	180	164.5	175	158	170
260	254.8	265.2					196	205	189.5	200	184.5	195	178	190
280	274.8	285.2							209.5	220	204.5	215	198	210
300	294.8	305.2							229.5	240	224.5	235	218	230
320	314.3	325.7									244.5	255	238	250
340	334.3	345.7											258	270
360	354.3	365.7											278	290

[a] 当 $l_{公称}$＞100 mm时，螺栓长度可根据用户需求按 5mm 级数递增。

[b] $l_{gmax}=l_{公称}-b_{参考}$；

$l_{smin}=l_{gmax}-3P$。

注：表中尺寸均为无涂覆尺寸。

表 3 螺栓螺纹长度和理论质量

螺纹规格 d mm	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M22	M24	M27	M30	M33	M36
公称长度 l mm	（b） mm						每 1000 个钢螺栓的理论质量 kg					
55	40						263.6					
60		45					278.5	350.3				
65			50				293.4	368.1	494.1			
70	45			55			306.1	385.8	516.6	647.2		
75		50			60		321.0	400.6	539.1	675.0	863.1	
80			55				335.9	418.4	558.2	702.7	896.7	
85				60		65	350.8	436.1	580.7	726.1	930.3	1134.2
90					65		365.8	453.9	603.1	753.9	959.1	1174.2
95						70	380.7	471.6	625.6	781.6	992.7	1208.2
100							395.6	489.4	648.1	809.4	1026.2	1248.2
110							425.4	524.9	693.0	864.9	1093.4	1328.1
120							455.3	560.4	738.0	920.3	1160.5	1408.0
130							485.1	595.9	782.9	975.8	1227.7	1487.9
140							515.0	631.4	827.9	1031.3	1294.8	1567.8
150							544.8	666.9	872.8	1086.8	1361.9	1647.7
160							574.6	702.5	917.7	1142.3	1429.1	1727.6
170							604.5	738.0	962.7	1197.8	1496.2	1807.5
180							634.3	773.5	1007.6	1253.3	1563.4	1887.4
190							664.2	809.0	1052.6	1308.8	1630.5	1967.3
200							694.0	844.5	1097.5	1364.3	1697.6	2047.2
220							753.7	915.5	1187.4	1475.2	1831.9	2207.0
240								986.6	1277.3	1586.2	1966.2	2366.8
260									1367.2	1697.2	2100.5	2526.6
280										1808.2	2234.8	2686.4
300										1919.1	2369.1	2846.2
320											2503.3	3006.0
340												3165.8
360												3325.6

注： 1 根据用户的要求，螺栓长度可超出表中的规定。
2 表中尺寸均为无涂覆尺寸。

5.2 螺母

螺母尺寸应符合图3和表4的规定，尺寸代号和标注应符合GB/T 5276的规定。

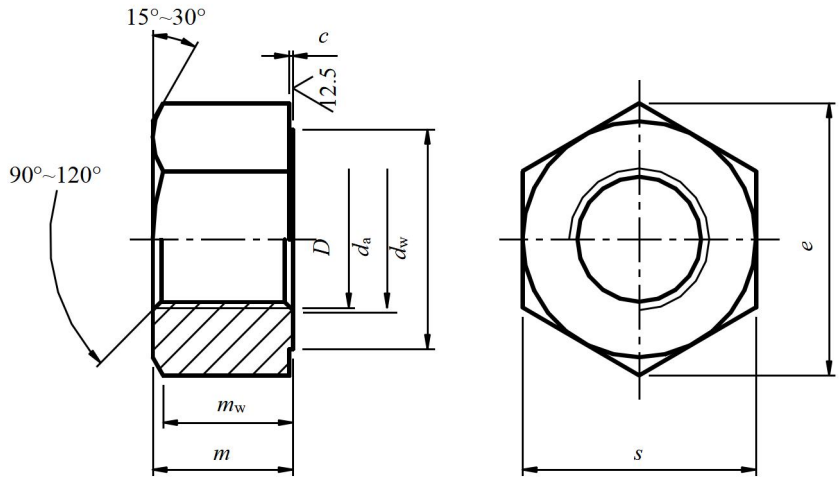


图3 螺母

表 4 螺母尺寸和理论质量　　单位为毫米

螺纹规格 D		M22	M24	M27	M30	M33	M36
P		2.5	3	3	3.5	3.5	4
d_a	max	23.8	25.9	29.1	32.4	35.6	38.9
	min	22	24	27	30	33	36
d_w	min	33.3	38.0	42.8	46.5	51.1	55.9
e	min	39.55	45.20	50.85	55.37	60.79	66.44
m	max	23.60	24.20	27.60	30.70	33.65	36.60
	min	22.30	22.90	26.30	29.10	32.05	35.00
m_w	min	15.6	16.0	18.4	20.4	22.4	24.5
c	max	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	min	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
s	max	36	41	46	50	55	60
	min	35.00	40.00	45.00	49.00	53.80	58.80
t		0.50	0.57	0.64	0.70	0.76	0.84
每 1000 个钢螺母的理论质量/kg		135.33	188.56	270.66	350.64	462.75	603.64

注：1 表中尺寸均为无涂覆尺寸。
2 t 为支承面对螺纹轴线的垂直度公差。

5.3 垫圈

垫圈尺寸应符合图4和表5的规定。

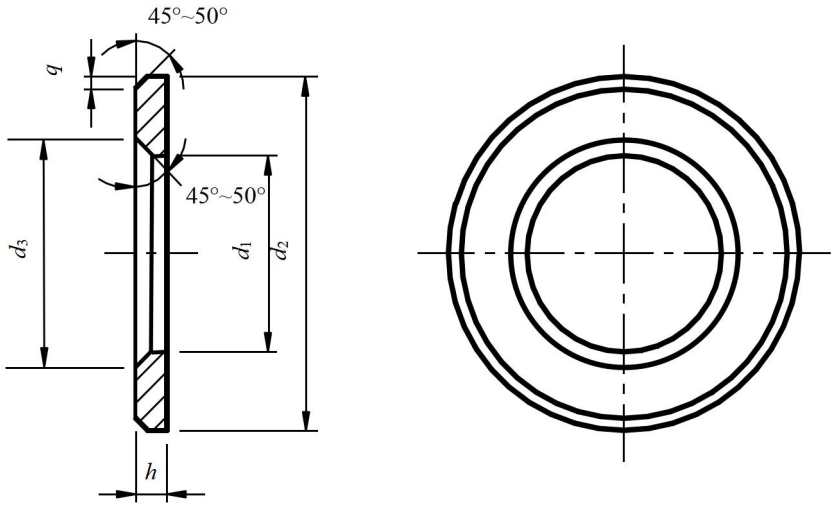


图4　垫圈

表 5　垫圈尺寸和理论质量

规格（螺纹大径）/mm		22	24	27	30	33	36
d_1/mm	min	23	25	28	31	34	37
	max	23.52	25.52	28.52	31.62	34.62	37.62
d_2/mm	min	40.40	45.40	50.10	54.10	58.10	64.10
	max	42	47	52	56	60	66
d_3/mm	min	26.32	28.32	32.84	35.84	39.84	42.84
	max	27.12	29.12	33.64	36.64	40.64	43.64
h/mm	公称	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0
	min	6.70	6.70	6.70	6.70	7.70	7.70
	max	7.30	7.30	7.30	7.30	8.30	8.30
q/mm	min	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
	max	2	2	2	2	2	2.5
每 1000 个钢垫圈的理论质量/kg		47.50	61.90	73.84	83.98	107.80	131.83
注：表中尺寸均为无涂覆尺寸。							

6　技术要求

6.1　材料

6.1.1　普通大六角头螺栓连接副的螺栓、螺母、垫圈的性能等级和材料应符合表 6 的规定，表中 20MnTiB 和 ML20MnTiB 钢中磷含量应小于或等于 0.025%、硫含量应小于或等于 0.015%，35VB 钢的技术条件见附录 A。

表6 性能等级和材料要求

类别	性能等级	材料	标准编号	适用规格
螺栓	10.9S	20MnTiB	GB/T 3077	M22、M24
		ML20MnTiB	GB/T 6478	
		35VB	—	M27、M30
		42CrMo	GB/T3077	M33、M36
		ML42CrMo	GB/T 6478	
螺母	10H	45、35	GB/T 699	M22、M24、M27、M30、M33、M36
		ML35	GB/T 6478	
垫圈	35HRC~45HRC	45、35	GB/T 699	

6.1.2 免涂装耐候钢高强度大六角头螺栓、螺母和垫圈应采用相同化学成分的材料，性能等级匹配应符合表 6 的要求。连接副用钢技术条件见附录 B。

6.2 机械性能

6.2.1 螺栓

6.2.1.1 试件机械性能

拉伸试验和冲击试验的结果应符合表7的规定。

表 7 试件机械性能

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/%	断面收缩率 Z/%	吸收能量（-20℃） KV_2/J
1040~1190	≥940	≥12%	≥48%	≥41

6.2.1.2 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。当螺栓 l/d≤3时，如不能做楔负载试验，允许做拉力载荷试验（不加楔垫）或芯部硬度试验。拉力载荷应符合表8的规定，芯部硬度应为312 HV30~358HV30（33 HRC~38 HRC）。

表 8 螺栓楔负载试验拉力载荷

螺纹规格 d	M22	M24	M27	M30	M33	M36
公称应力截面积 A_s/mm^2	303	353	459	561	694	817
拉力荷载/kN	315~361	367~420	477~546	583~668	722~826	850~972

6.2.1.3 脱碳层、增碳层

螺栓的脱碳层、增碳层应符合GB/T 3098.1的相关规定。

6.2.2 螺母

6.2.2.1 保证载荷

螺母的保证载荷应符合表9的规定。

表 9　螺母保证载荷

螺纹规格d	M22	M24	M27	M30	M33	M36
保证载荷/kN	315	367	477	583	722	850

6.2.2.2　硬度

螺母的硬度应为239 HV30~304 HV30（22 HRC~32 HRC）。

6.2.3　垫圈

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

6.3　连接副扭矩系数

6.3.1.1　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，螺栓表面处理不应采用酸洗工艺，应采用抛丸等物理方法。螺母和垫圈表面处理类型由制造厂选择。

6.3.1.2　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，变异系数V_k小于等于0.060。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。

6.3.1.3　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或其他要求，可由供需双方协议解决。

6.4　螺栓、螺母的螺纹

6.4.1.1　螺纹的基本尺寸应符合GB/T 196粗牙普通螺纹的规定。螺栓螺纹公差带应符合GB/T 197的6g，螺母螺纹应采用热处理后再攻丝的加工方法，公差带应符合GB/T 197的6H。

6.4.1.2　螺纹牙侧表面粗糙度的最大参数值应为MRR $R_{a\max}$ 12.5。

6.5　螺栓的螺纹末端

螺栓的螺纹末端应符合4.1和GB/T 2的规定。

6.6　表面缺陷

6.6.1.1　螺栓、螺母的表面缺陷分别应符合GB/T 5779.1和GB/T 5779.2的规定。

6.6.1.2　垫圈不允许有裂纹、毛刺、浮锈和影响使用的凹痕、划伤。

6.7　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。

7　试验方法

7.1　化学成分检验

材料化学成分的试验方法应符合GB/T4336的规定。

7.2　机械性能试验

7.2.1　螺栓

7.2.1.1 试件拉伸和冲击试验应符合以下规定：

a）拉伸和冲击试件应在螺栓上制取，当尺寸无法满足取样要求时，可在与螺栓材料同一炉号并与螺栓同炉进行热处理的试棒上制取；

b）按GB/T 228.1的规定制成拉伸试件，加工试件时其直径减小量不应超过取样材料直径的25%（约为截面积的44%），并以此确定试件直径，标距取直径的5倍，试验方法应按GB/T 228.1的规定；

c）冲击试件应沿螺栓或棒材纵向并尽量靠近螺栓或棒材表面取样，同时尽可能远离螺纹部分，试件无刻槽的一边应靠近螺栓或棒材的表面，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，并在-20 ℃下进行冲击试验，试验方法应按GB/T 229的规定。

7.2.1.2 实物机械性能试验应符合以下规定：

a）螺栓楔负载试验时应按图5要求，将螺栓头下置一10° 楔垫，在拉力试验机上将螺栓拧入带有内螺纹的专用夹具上（至少旋合6扣），且未旋合螺纹的长度应大于等于1d，然后进行拉力试验。其他要求应符合GB/T 3098.1的规定；

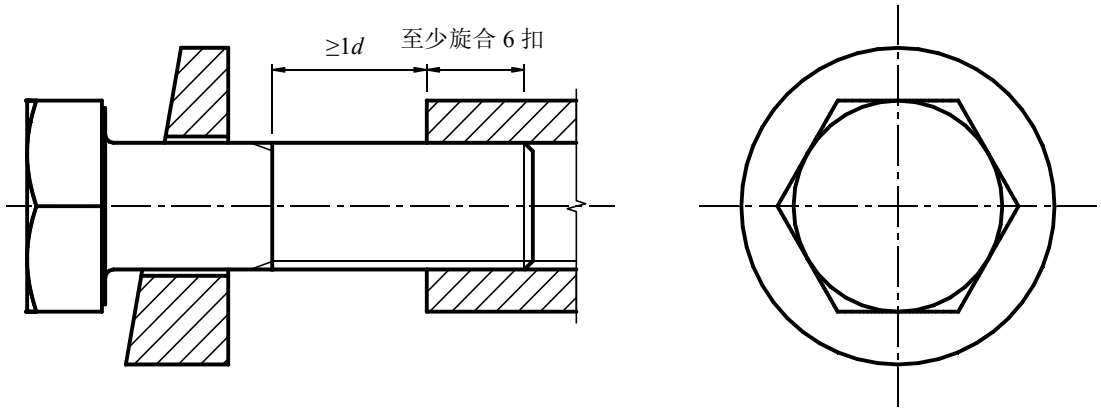


图 5 螺栓楔负载试验

b）芯部硬度试验在距螺杆末端等于螺纹直径d的截面上进行，对该截面距离中心的四分之一螺纹直径处，任测4点，取后3点平均值。试验方法应符合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。

7.2.1.3 脱碳试验、增碳试验应符合GB/T 3098.1的规定。

7.2.2 螺母

7.2.2.1 保证载荷试验应将螺母拧入螺纹芯棒，如图6所示，图中D_0应符合GB/T 5277对中等装配的规定。螺纹芯棒的硬度应大于或等于45HRC，其螺纹公差带为5h6g，但大径应控制在6g公差带靠近下限四分之一的范围内。试验时夹头的移动速度不应超过3 mm/min。对螺母施加表9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1/2扣）后用手旋出。在试验中，如螺纹芯棒损坏，则试验作废。

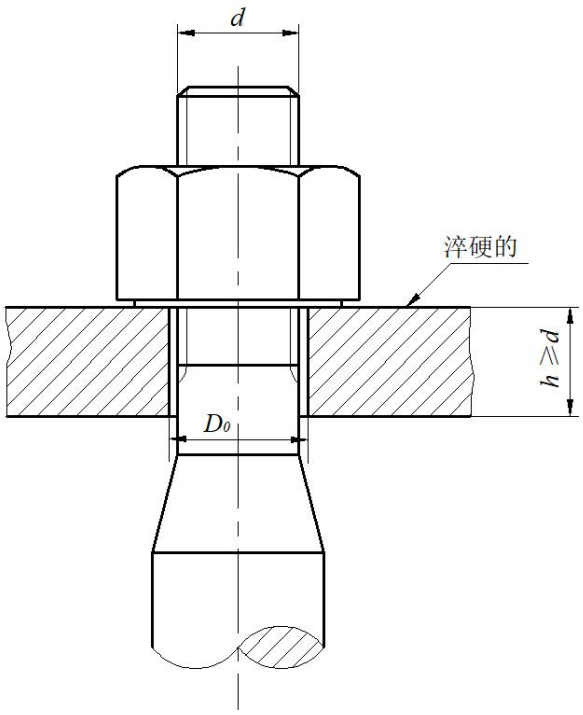


图 6 螺母保证载荷试验示意图

7.2.2.2 硬度试验在螺母支承面上进行，如图7所示。试验时，应去除氧化皮、脱碳层并经适当处理，取间隔120°的三点硬度值。试验方法应符合GB/T 230.1或GB/T 4340.1的规定。验收时，如有争议，试验程序按GB/T3098.2的规定，以维氏硬度（HV30）试验为仲裁。

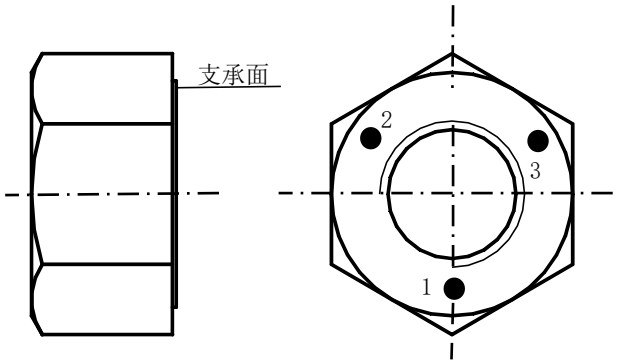


图 7 螺母硬度试验示意图

7.2.3 垫圈

硬度试验在垫圈的表面上任测4点，取后3点平均值。试验方法应符合GB/T 230.1或者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。

7.3 连接副扭矩系数试验

7.3.1.1 螺栓连接副的扭矩系数试验在轴力计上进行，每一套螺栓连接副只能试验一次，不应重复使用。

扭矩系数按公式（1）计算：

$$K_i = \frac{T}{Fd} \tag{1}$$

式中：

K_i——扭矩系数的单个值；

T——施拧扭矩（峰值），单位为牛•米（N•m）；

F——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）。

扭矩系数平均值按公式（2）计算：

$$\overline{K} = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_i}{n} \tag{2}$$

式中：

$\overline{K}$——扭矩系数的平均值；

n——扭矩系数试验结果数量；

扭矩系数标准偏差按公式（3）计算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (K_i - \overline{K})^2}{(n-1)}} \tag{3}$$

式中：

σ——标准偏差；

变异系数按公式（4）计算：

$$V_K = \frac{\sigma}{\overline{K}} \tag{4}$$

式中：

V_k——变异系数。

7.3.1.2 施拧扭矩 T 是施加于螺母上的扭矩，其误差不应大于测试扭矩值的 2%。使用的扭矩扳手准确度级别不应低于 JJG 707—2014 中规定的 2 级。

7.3.1.3 螺栓预拉力 F 用轴力计测定，其误差不应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。

7.3.1.4 进行连接副扭矩系数试验时，螺栓预拉力*F*应控制在表 10 所规定的范围内，超出该范围者，所测得扭矩系数无效。

表10 螺栓预拉力

单位为千牛

螺栓螺纹规格		M22	M24	M27	M30	M33	M36
F	min	209	241	314	387	470	554
	max	231	265	346	427	520	612

7.3.1.5 组装连接副时，螺母下的垫圈外倒角侧应朝向螺母支承面。试验时，垫圈不应发生转动，否则试验无效。拧紧螺母的转速宜小于 5 转/min，且速度均匀。

7.3.1.6 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 2h 以上。

7.3.1.7 连接副扭矩系数的仲裁试验应在（23±5）℃下进行。

7.4 螺栓的螺纹采用环规，螺母的螺纹采用塞规进行通止测量，通应能旋入通过整个螺纹长度，止的旋入量不应超过两个螺距。

7.5 螺纹末端的尺寸应采用 50 分度游标卡尺进行测量。

7.6 螺栓、螺母和垫圈的表面缺陷应采用 10 倍放大镜进行检测。

7.7 其他尺寸及形位公差应使用 50 分度游标卡尺进行测量。

8 检验规则

8.1 检验类别

8.1.1 检验分为出厂检验和型式检验。

8.1.2 符合下列情况之一时，应进行型式检验：

a）产品首批生产；

b）主要生产工艺或原材料有重大改变时；

c）停产6个月及以上恢复生产时；

d）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

e）转场生产时；

f）正常生产每满2年时。

8.2 检验项目

出厂检验和型式检验的项目应符合表11的规定。

表 11　检验项目

序号	项目			类别及频次			对应条款	
				出厂检验	型式检验	频次	技术要求	试验方法
1	材料	化学成分		√	√	每批（不大于3000套）	6.1	7.1
2	机械性能	螺栓	试件机械性能	√	√		6.2.1.1	7.2.1.1
3			实物机械性能	√	√		6.2.1.2	7.2.1.2
4			脱碳层、增碳层	√	√		6.2.1.3	7.2.1.3
5		螺母	保证荷载	√	√		6.2.2.1	7.2.2.1
6			硬度	√	√		6.2.2.2	7.2.2.2
7		垫圈	硬度	√	√		6.2.3	7.2.3
8	连接副扭矩系数			√	√		6.3	7.3
9	螺栓、螺母的螺纹			√	√		6.4	7.4
10	螺栓的螺纹末端			—	√		6.5	7.5
11	表面缺陷			√	√		6.6	7.6
12	其他尺寸及形位公差			√	√		6.7	7.7

8.3　抽样及判定规则

8.3.1　出厂检验

8.3.1.1　出厂检验按批进行。同一性能等级、材料、炉号、螺纹规格、长度（当螺栓长度小于或等于100 mm时，长度相差小于或等于15 mm；螺栓长度大于100 mm时，长度相差小于或等于20 mm，可视为同一长度）、机械加工、热处理工艺、表面处理类型的螺栓为同批；同一性能等级、材料、炉号、螺纹规格、机械加工、热处理类型、表面处理类型的螺母为同批；同一性能等级、材料、炉号、规格、机械加工、热处理类型、表面处理类型的垫圈为同批。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3000套。

8.3.1.2　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变异系数应按5.3的规定。

8.3.1.3　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A_c=0。

8.3.1.4　螺栓增碳（脱碳）的检验按批抽取，样本大小n=3，合格判定数A_c=0。

8.3.1.5　螺栓、螺母的螺纹，表面缺陷，其他尺寸及形位公差的检验按批抽取，样本大小n=2，合格判定数A_c=0。

8.3.1.6　出厂检验项目全部合格后方可出厂。

8.3.2　型式检验

8.3.2.1　型式检验在出厂前检验合格的产品中按批随机抽取。

8.3.2.2　型式检验判定规则应符合以下规定：

a）检验项目全部合格，判定产品合格；

b）当出厂检验项目有1项不合格，判定产品不合格，其他检测项目有1项不合格，则随机抽取2套产品进行不合格项复检，如复检合格，则判定产品合格，如仍有1套不合格，判定产品不合格。

9　标志、标记、标签、包装和质量检验报告

9.1　标志

螺栓应在头部顶面按图7要求，用凸字标志产品名称、性能等级和制造商识别标志。标志中字母T表示铁路桥梁，“XX10.9S”中的“XX”，对普通大六角头高强度螺栓缺省表示，对免涂装耐候钢高强度大六角头螺栓用字母“NH”表示，数字“10”表示公称抗拉强度的1/100，数字“9”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，××为制造商识别标志。

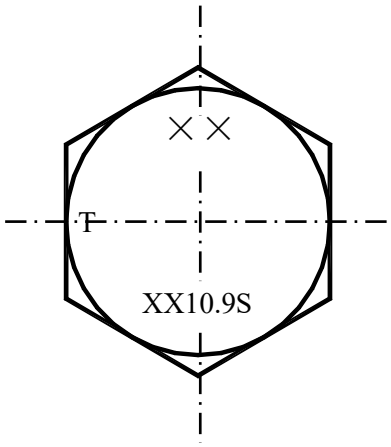


图 7 螺栓头部顶面标志

螺母应在顶面上按图8要求，标志产品名称、性能等级和制造商识别标志。标志中字母T表示铁路桥梁，“XX10H”中的“XX”，对普通大六角头高强度螺栓缺省表示，对免涂装耐候钢高强度大六角头螺栓用字母“NH”表示，数字“10”表示螺母性能等级，字母H表示钢结构用高强度大六角头螺母。标志中第三部分××为制造商识别标志。

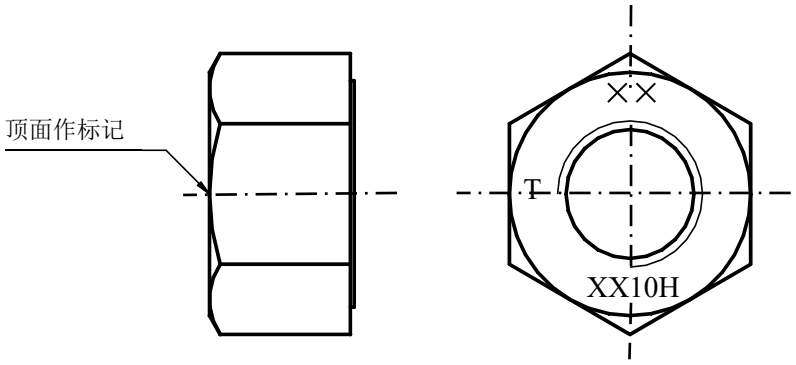


图 8 螺母顶面标志

9.2 标记

9.2.1 螺栓

示例：螺纹规格*d*=M24、公称长度*l*=100mm的铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓的标记：

螺栓 TB/T XXX M24×100

9.2.2 螺母

示例：螺纹规格*D*=M24的铁路桥梁钢结构用高强度大六角螺母的标记：

螺母 TB/T XXX M24

9.2.3 垫圈

示例：规格为24mm的铁路桥梁钢结构用高强度垫圈的标记：

垫圈 TB/T XXX M24

9.3 标签

标签应包含以下内容：

a）本文件编号，即TB/T XXX；
b）螺栓螺纹规格d和公称长度l、性能等级代号；
c）表面处理类型；
d）制造者和/或经销商识别标志和/或名称；
e）制造批号；
f）装箱数量。

9.4 包装

包装箱应牢固、防潮。箱内应按螺栓连接副的组合进行分别包装，不同批号的螺栓连接副不应混装，每箱质量不应超过40 kg。螺栓应采用防碰撞螺纹保护措施。

包装箱外应有制造者、产品名称、执行标准编号、批号、规格、数量、毛重、出厂日期、表面处理类型等明显标记，包装箱外应含以上信息的二维码。

9.5 质量检验报告

制造者应以批为单位提供产品质量检验报告书，至少包括以下内容：

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）螺栓增碳（脱碳）试验数据；

g）螺栓连接副表面处理类型、扭矩系数测试值、平均值、变异系数、测试环境温度；

h）出厂日期。

附 录 A
（规范性）
35VB 钢技术条件

A.1 化学成分

35VB钢的化学成分应符合表A.1 的规定。

表 A.1 35VB 钢化学成分

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	≤0.025	≤0.015	0.05~0.12	0.001~0.004	≤0.25

A.2 机械性能

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 试样机械性能

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/%	断面收缩率 Z/%	吸收能量KV_2/J
淬火870 ℃ 水冷 回火550 ℃ 水冷	≥785	≥640	≥12%	≥45%	≥50

A.3 其他

钢材应按照YB/T 5293 的规定取样进行冷顶锻试验，试样冷顶锻后与冷顶煅前高度之比为 1/2，冷顶煅后试样侧面不应有目视可见的裂纹、裂口或裂缝。其他技术条件应符合GB/T 3077 的规定。

附 录 B

（规范性）

免涂装耐候钢高强度螺栓用钢技术条件

B.1 化学成分

耐候钢高强度螺栓、螺母和垫片应采用同一种钢材。化学成分（熔炼分析）应符合表B.1的规定，成品化学成分允许偏差应符合GB/T 222的规定。连接副用钢的耐大气腐蚀系数 I 不应小于6.5， I 的按公式（B.1)计算。

表 B.1 化学成分要求

化学成分（%）								
C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo
0.30-0.40	0.15-0.30	0.60-0.90	≤0.025	≤0.015	0.60-1.00	0.20-0.50	0.20-0.50	≥0.10

$$I = 26.01(\%Cu) + 3.88(\%Ni) + 1.20(\%Cr) + 1.49(\%Si) + 17.28(\%P) - 7.29(\%Cu)(\%Ni) - 9.10(\%Ni)(\%P) - 33.39(\%Cu)^2 \quad (B.1)$$

B.2 机械性能

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B.2的规定。

表B.2 试样机械性能

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/%	断面收缩率 Z/%	吸收能量KV_2/J
淬火850 ℃ 油冷 回火550 ℃ 水冷	≥980	≥835	≥12%	≥45%	≥50

B.3 非金属夹杂物级别

按GB/T 10561的规定的A法进行检验，非金属夹杂物级别应符合表B.3规定。

表B.3 非金属夹杂物级别

夹杂类型	A 类		B 类		C 类		D 类		Ds 类
	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	
合格级别	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5

B.4 其他

钢材应按照YB/T 5293 的规定取样进行冷顶锻试验，试样冷顶锻后与冷顶煅前高度之比为 1/2，冷顶煅后试样侧面不应有目视可见的裂纹、裂口或裂缝。奥氏体晶粒度不小于 6 级，其他技术条件应符合GB/T 3077 的规定。

铁路行业标准《铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》
（征求意见稿）
编 制 说 明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局2025年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》（国铁科法函〔2025〕80号）25T051项目和《国家铁路局2025年铁路装备技术和运输服务标准项目计划（承担单位）》（科法函〔2025〕122号）的要求，由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位归口，并由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、北京铁科首钢轨道技术股份有限公司、中铁大桥勘测设计院集团有限公司、上海高强度螺栓厂有限公司、晋亿实业股份有限公司共同起草《铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》。

本标准为首次制订。

1.2 制修订本标准的必要性

高强度螺栓连接是铁路桥梁钢结构的主要紧固连接方式，其连接副由高强度大六角头螺栓、螺母和垫圈成套配套使用，依靠施拧产生的巨大预拉力将构件接触面夹紧压实，通过摩擦力传递荷载。铁路桥梁长期承受列车反复动载作用，高强度螺栓连接的可靠性直接决定整个结构的安全。因此，有必要对连接副的原材料、制造质量、机械性能和试验方法提出系统、统一的技术要求，从产品源头保障铁路桥梁的长期运营安全。

受多种因素影响，近年来少量高铁桥梁和重载铁路桥梁存在高强度螺栓断裂脱落的情况，威胁行车安全。初步研究表明，断裂诱因总体可分为内、外两类：内因主要是材质缺陷、制造缺陷（原材料冶炼和酸洗过程残留的有害杂质构成初始缺陷，成形、螺纹加工和热处理等工序也可能引入新的制造缺陷）及施工误差等，外因主要是温度、湿度、酸碱度等环境因素及结构应力集中等。目前我国该类产品主要依据通用性国家标准组织生产验收，未充分体现铁路桥梁高疲劳动载、露天服役环境严酷等特殊使用条件，产品质量差异较大。为从源头规范铁路桥梁用高强度大六角头螺栓连接副的生产与验收，统一技术要求和检验规则，减少螺栓断裂隐患，制定本标准十分必要。

1.3 编制过程

本标准的编制过程中，完成了大量的基础研究和编写工作。本标准编制过程概要如下：

（1）标准计划下达后，在归口单位组织下，中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、北京铁科首钢轨道技术股份有限公司等单位成立了标准起草组，对铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副的型式、尺寸、技术要求、试验方法、检验规则等情况进行了调研，收集了相关技术资料，在对前期工作深入讨论研究后，2026 年 6 月形成了本标准的征求意见稿。

（2）本标准起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1《铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》起草工作分工表

序号	起草单位	起草人姓名	承担的工作
1	中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所	赵欣欣、陶晓燕、石龙、李彬洋、赵体波、荣峤	赵欣欣主持标准编制，负责第 1 章和第 4 章 4.1 和 4.2 节的编制及主持协调工作。 陶晓燕负责第 6 章、第 7 章第 7.6 节和 7.7 节的编制。 石龙负责第 2 章、第 7 章 7.4 和 7.5 节的编制。 李彬洋负责第 7 章 7.3 节和第 9 章 9.5 节的编制。 赵体波负责第 8 章 8.1 节和 8.2 节的编制。 荣峤负责第 7 章 7.1 和 7.2 节的编制。
2	中国铁路经济规划研究院有限公司	张程	张程负责前言，第 3 章和第 5 章的编制。
3	北京铁科首钢轨道技术股份有限公司	田德柱	田德柱负责第 4 章 4.3 和 4.4 节，以及附录 B 的编制。
4	中铁大桥勘测设计院集团有限公司	梅大鹏	梅大鹏负责第 8 章 8.3 节和附录 A 的编制。
5	上海高强度螺栓厂有限公司	赵建军	赵建军负责第 9 章第 9.1 节、9.2 节的编制。
6	晋亿实业股份有限公司	张军	张军负责第 9 章第 9.3 节、9.4 节的编制。

2 编制原则

2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1—2020 要求。

2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。

2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。

2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

3.1 本标准规定了铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副的型式，尺寸，技术要求，试验方法，检验规则，标志、标记、标签、包装和质量检验报告；适用于铁路桥梁钢结构高强度螺栓大六角头螺栓连接副。

3.2 本标准的主要技术要求包括铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副的机械性能，扭矩系数，螺栓、螺母的螺纹，螺纹末端尺寸，表面缺陷，其他尺寸及形位公差等。

3.3 本标准符合法律、行政法规的规定。

3.4 本标准参考国铁集团企业标准《铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》（Q/CR 701—2019)等技术规范，结合铁路桥梁钢结构大六角头螺栓连接副的应用实际编制。

3.5 本标准与《铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》（Q/CR 701—2019)相比，重要技术差异见表 2。

表 2 与《铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓连接副》（Q/CR 701—2019)的重要技术差异

序号	Q/CR 701—2019	本标准	说明
1	连接副依据螺纹规格尺寸为：M22、M24、M27、M30。	**4.1 规格** 连接副依据螺纹规格分为 6 种：M22、M24、M27、M30、M33、M36。	增加了 M33 和 M36 两种规格，方便用户使用。
2		**6.1.2** 免涂装耐候钢高强度大六角头螺栓、螺母和垫圈应采用相同化学成分的材料，性能等级匹配应符合表 6 的要求。连接副用钢技术条件见附录 B。	增加了免涂装耐候钢高强度螺栓连接副。
3	**5.2.1.1 试件机械性能** 断后伸长率≥10% 吸收能量（-20℃）≥27J	**6.2.1.1 试件机械性能** 断后伸长率≥12% 吸收能量（-20℃）≥41J	提高了材料热处理后的机械性能，对加工过程中热处理工艺更加严格要求。
4	**5.3 连接副的扭矩系数** 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	**6.3.1.2** 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，变异系数小于等于	扭矩系数由标准偏差变为变异系数，与最新国标 GB/T1231-2024 保持一致。

	标准偏差应小于或等于 0.0080。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。	0.060。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。	
5	**6.2.2 硬度试验** 试验在螺母支撑面上进行，任测 4 点，取后 3 点平均值。试验方法应符合 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。	**7.2.2.2** 硬度试验在螺母支承面上进行，如图 7 所示。试验时，应去除氧化皮、脱碳层并经适当处理，取间隔 120° 的三点硬度值。试验方法应符合 GB/T 230.1 或 GB/T 4340.1 的规定。验收时，如有争议，试验程序按 GB/T3098.2 的规定，以维氏硬度（HV30）试验为仲裁。	螺母硬度检测中引入最新国标 GB/T3098.2-2025 方法。
6		**7.4** 螺栓的螺纹采用环规，螺母的螺纹采用塞规进行通止测量，通应能旋入通过整个螺纹长度，止的旋入量不应超过两个螺距。 **7.5** 螺纹末端的尺寸应采用 50 分度游标卡尺进行测量。 **7.6** 螺栓、螺母和垫圈的表面缺陷应采用 10 倍放大镜进行检测。 **7.7** 其他尺寸及形位公差应使用 50 分度游标卡尺进行测量。	Q/CR 701—2019 只对螺栓、螺母的螺纹，螺纹末端尺寸，表面缺陷，其他尺寸及形位公差提出了技术要求，没有提出试验方法。标准写法不符合铁路行业产品标准的要求。
7	**7.1 检验类别** 连接副检验分为出厂检验、进场复验和型式检验。	**8.1.1** 检验分为出厂检验和型式检验。	Q/CR 701—2019 写法不符合铁路行业产品标准的要求。
8	**8 标志和包装**	**9 标志、标记、标签、包装和质量检验报告**	与 GB/T 1231—2024 保持一致，方便制造商和用户使用。

4 关键指标

4.1 增加 M33 和 M36 螺栓规格关键指标（本标准全文）

多家高强度螺栓的生产企业和研究机构都对 M33 和 M36 两种规格的铁路桥梁钢结构用高强度大六角头螺栓进行了相关试验，M33 和 M36 两种高强度螺栓的机械性能，成品螺栓及其连接副的扭矩系数、螺母硬度、垫圈硬度、楔负载和螺母保载、脱碳和增碳性能等都满足相关要求。因此结合铁路工程实践经验，增加了 M33 和 M36 螺栓连接副相关内容，明确尺寸、技术要求、试验方法和检验规则等要求。

4.2 增加了免涂装耐候钢高强度螺栓连接副关键指标（本标准 6.1）

在拉林铁路藏木雅鲁藏布江大桥、北京到沈阳铁路客运专线星火动车所重载试车线桥梁的研究基础上，确定免涂装耐候钢高强度螺栓的耐候指数不低于 6.5，且不低于耐候钢板的耐候指数，并给出相应的关键指标，有利于填补免涂装耐候钢高强度螺栓的试验要求空白，有利于我国铁路桥梁高强度螺栓与钢板耐候性相匹配，避免连接接头发生因化学成分差异太大而导致的电化学腐蚀。多家高强度螺栓的生产企业和研究机构都对免涂装耐候钢高强度螺栓进行了相关试验，高强度螺栓的各项性能都满足相关要求。

4.3 提高了试件机械性能关键指标（本标准 6.2.1.1）

在开展相关科研试验和现场断栓分析的基础上，提高了试件机械性能的断后伸长率和冲击吸收能量等关键指标，有利于提高高强度螺栓对微裂纹扩展的抵抗能力，降低高强度螺栓断裂发生的概率。多家高强度螺栓的生产企业和研究机构都对修订的断后伸长率和冲击吸收能量指标等关键进行了相关试验，产品都满足提高后的指标要求。

5 有无重大分歧意见

无。

6 强制或推荐、废止、公开建议

6.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

6.3 本标准未识别出相关专利。

7 其他应予说明的事项

无。

标准起草组

2026年11月