

中华人民共和国行业标准

# 铁路钢桥高强度螺栓连接施工规定

**TBJ 214—92**

主编单位：铁道部科学研究院

批准部门：铁 道 部

施行日期：**1992年9月1日**

**1992 北 京**

# 关于发布《铁路特殊土路基设计规则》 等六个铁路工程建设标准规范的通知

铁建函[1992]276号

《铁路特殊土路基设计规则》(TBJ35—92)、《铁路装配式小桥涵技术规则》(TBJ107—92)、《铁路程控数字交换通信工程设计规定》(TBJ36—92)、《铁路隧道喷锚构筑法技术规则》(TBJ108—92)、《铁路钢桥高强度螺栓连接施工规定》(TBJ214—92)和《铁路光缆数字通信工程施工规定》(TBJ215—92),经审查批准,现予发布,自 1992 年 9 月 1 日起施行。

本规范由部建设司负责解释。

铁 道 部

一九九二年六月四日

## 编 制 说 明

本规定是根据铁道部建设司建技[1989]38号文的要求,由铁道部科学研究院负责主编,铁道部大桥工程局参加,共同编制完成的。

在编制过程中,进行了调查研究,吸取了铁路钢桥高强度螺栓连接施工中的成熟经验和科研成果,广泛征求了有关工程局、设计院和铁路局的意见,并经审查、修改后定稿。

本规定共分六章,其主要内容包括:总则,施工准备,高强度螺栓连接副的安装,高强度螺栓连接副的拧紧工艺,质量检查和涂装等。

在施行过程中,希各单位结合工程实践和科学研究,认真总结经验,注意积累资料。如发现需要修改和补充之处,请将意见及有关资料寄铁道部科学研究院铁建所(北京西外大柳树北站,邮政编码 100081),并抄送铁道部建设司标准科情所(北京丰台北路 24 号燕丰饭店内,邮政编码 100071),供今后修订时参考。

铁道部科学研究院

一九九一年十二月

# 目 录

第一章 总则	1
第二章 施工准备	2
第一节 高强度螺栓连接副的订货、储运、复验和保管	2
第二节 构件的要求	2
第三章 高强度螺栓连接副的安装	4
第四章 高强度螺栓连接副的拧紧工艺	7
第一节 一般规定	7
第二节 拧紧工具	7
第三节 扭角法拧紧工艺	8
第四节 扭角法拧紧工艺	9
第五章 质量检查	10
第六章 涂装	12
附录一 高强度螺栓终拧扭矩检查表	13
附录二 本规定用词说明	14
附加说明	15
《铁路钢桥高强度螺栓连接施工规定》条文说明	16

# 第一章 总 则

**第 1.0.1 条** 为统一、完善铁路钢桥高强度螺栓连接施工的工艺和方法,加强施工技术管理,确保工程质量,制定本规定。

**第 1.0.2 条** 本规定适用于铁路钢桥摩擦型高强度螺栓连接的施工。

对采用新技术、新材料、新工艺的铁路钢桥高强度螺栓连接的施工,可参照本规定执行。

**第 1.0.3 条** 铁路钢桥高强度螺栓连接的施工除应符合本规定外,尚应符合铁道部现行有关标准的规定。

## 第二章 施工准备

### 第一节 高强度螺栓连接副的订货、储运、复验和保管

**第 2.1.1 条** 铁路钢桥使用的高强度大六角头螺栓连接副，由一个 10.9S 高强度大六角头螺栓、一个 10H 高强度大六角螺母、两个 HRC35~45 高强度垫圈组成。

**第 2.1.2 条** 高强度大六角头螺栓连接副的型式尺寸、形位公差与技术条件应符合国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》(GB/T 1228-91)、《钢结构用高强度大六角螺母》(GB/T 1229-91)、《钢结构用高强度垫圈》(GB/T 1230-91)、《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 1231-91)的规定。

**第 2.1.3 条** 高强度螺栓连接副应由生产厂按批配套供货，必须有生产厂按批提供的产品质量保证书。

**第 2.1.4 条** 高强度螺栓连接副到货后，应及时复验，合格的产品方许在桥上使用，复验应符合国家标准《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 1231-91)的规定。复验后，如对产品质量有异议，应在产品质量保证期内向生产厂提出，进行仲裁试验。

**第 2.1.5 条** 高强度螺栓连接副在运输、保管过程中应防雨、防潮，并应轻装、轻卸，防止损伤螺纹。

**第 2.1.6 条** 高强度螺栓连接副应按包装箱上注明的批号、规格分类保管，室内架空存放，堆放不宜超过五层。保管期内不得任意开箱，防止生锈和沾染脏物。

### 第二节 构件的要求

**第 2.2.1 条** 构件的尺寸公差、栓孔的过孔率应符合铁道部

现行《铁路钢桥制造规则》的有关规定。

**第 2.2.2 条** 栓接板面应平整、无焊接飞溅物、无油污,孔边、板边应无毛刺和飞边,严禁在栓接板面上作任何标记。

**第 2.2.3 条** 栓接板面处理采用喷丸(砂)或抛丸后喷涂无机富锌漆涂层或热喷铝涂层,出厂时栓接板面抗滑移系数(摩擦系数)的最小值不得小于 0.55。

**第 2.2.4 条** 制造厂在发送构件时,必须提供出厂时测试的栓接板面抗滑移系数试验数据。抗滑移系数试件的设计、制作和测试应符合铁道部标准《铁路钢桥栓接板面抗滑移系数试验方法》(TB 2137—90)的规定。

**第 2.2.5 条** 制造厂在发送构件时,必须提供随梁的抗滑移系数试件,该试件应符合下列要求:

一、抗滑移系数试件与钢梁应为同一材质、同批制造、同一摩擦面处理工艺,并在相同条件下运输、存放。

二、抗滑移系数试件以钢梁制作批为单位,每批三组。

三、钢梁跨度小于 64m 时,每两孔为一批,如仅有单孔钢梁也视作一批。钢梁跨度为 64~100m 时,每一孔钢梁为一批。钢梁跨度大于 100m 时,应按设计要求或订货合同办理。

四、如栓接板面采用一种以上表面处理工艺时,则每种表面处理工艺均需制作抗滑移系数试件。

五、当钢梁采用两种或两种以上钢材制作时,则抗滑移系数试件应符合设计的要求。

**第 2.2.6 条** 在吊装、运输、存放过程中,应防止栓接板面磨损、沾染脏物和油污。

## 第三章 高强度螺栓连接副的安装

**第 3.0.1 条** 构件拼装前必须进行抗滑移系数试验,试验方法应符合铁道部标准《铁路钢桥栓接板面抗滑移系数试验方法》(TB2137—90)的规定。每批试件的抗滑移系数的最小值不得小于 0.45。如不符合要求,应查明原因并采取相应措施直至重新处理构件。重新处理后,应再次进行抗滑移系数试验,确认抗滑移系数符合要求后方许拼装。

**第 3.0.2 条** 构件拼装前,应除去毛刺、飞边、焊接飞溅物,并用细铜丝刷、干净棉丝除去栓接板面和栓孔内的脏物。对沾有油污处,应用汽油或丙酮擦净。栓接板面必须干燥,不应在雨中作业。对翘曲板面应予整平。

**第 3.0.3 条** 构件拼装时,每个节点均应按铁道部现行《铁路桥涵施工规范》的规定,穿入足够数量的冲钉和安装螺栓。采用扭矩法施拧时,不宜用高强度螺栓兼作安装螺栓。采用扭角法施拧时,可用高强度螺栓兼作安装螺栓。

**第 3.0.4 条** 高强度螺栓连接副的安装应在结构构件位置调整准确后进行。采用扭矩法施拧时,高强度螺栓、螺母、垫圈必须按生产厂提供的批号配套使用,并不得改变其出厂状态。

**第 3.0.5 条** 安装时,螺栓穿入方向应以施拧及维修方便为准,但方向宜一致。纵梁上翼缘的螺栓,螺栓头一律在上面,不应采用凹穴型螺栓。

**第 3.0.6 条** 组装时,螺栓头一侧及螺母一侧应各置一个垫圈,垫圈有内倒角的一侧应朝向螺栓头、螺母支承面。

**第 3.0.7 条** 安装时,严禁强行穿入螺栓。对于螺栓不能自由穿入的栓孔,应用与栓孔直径相同的铰刀或钻头进行修整或扩钻。严禁气割扩孔。为防止钢屑落入板层缝中,铰孔或扩钻前应



将该孔四周螺栓全部拧紧。对于经铰孔或扩钻的构件及孔眼位置,应有施工记录备案。

**第 3.0.8 条** 高强度螺栓的长度  $L$  应符合设计要求或按下式计算确定:

$$L = L + \Delta L \quad (3.0.8-1)$$

式中  $L$ ——连接板层总厚度(mm);

$\Delta L$ ——附加长度(mm),

$$\Delta L = m + 2\delta + ip \quad (3.0.8-2)$$

其中  $m$ ——高强度螺母公称厚度(mm);

$\delta$ ——高强度垫圈公称厚度(mm);




$i$ ——当  $L \leq 100\text{mm}$  时,  $i=2$ ; 当  $L > 100\text{mm}$  时,  $i=3$ ;

$p$ ——螺纹的螺距(mm)。

根据公式(3.0.8—1)计算所得值,当  $L \leq 100\text{mm}$  时,可按螺栓长度以  $5\text{mm}$  为一个规格的规定,将其个位数按 2 舍 3 入、7 舍 8 入的原则,计算出使用长度;当  $L > 100\text{mm}$  时,可按螺栓长度以  $10\text{mm}$  为一个规格的规定,将其个位数按 4 舍 5 入的原则,计算出使用长度。

摩擦面间隙处理

表 3.0.9

项目	示意图	处理方法
1		$\delta < 1.0\text{mm}$ 时不予处理
2		$\delta = 1.0 \sim 3.0\text{mm}$ 时将厚板一侧磨成 1:10 的缓坡,使间隙小于 $1.0\text{mm}$ 。用砂轮磨时,应使砂轮打磨方向与受力方向垂直。
3		$\delta > 3.0\text{mm}$ 时加垫板,垫板厚度不小于 $3\text{mm}$ ,垫板材质和摩擦面处理方法应与构件相同。

**第 3.0.9 条** 当拼装出现摩擦面间隙时,应按表 3.0.9 的要求处理。

**第 3.0.10 条** 施拧前应按每班实际需要量领取高强度螺栓连接副,安装剩余的连接副必须装箱妥善保管,不得乱扔、乱放。在安装过程中,不得碰伤螺纹和沾染脏物。

## 第四章 高强度螺栓连接副的拧紧工艺

### 第一节 一般规定

**第 4.1.1 条** 高强度螺栓的设计预拉力、施工预拉力应符合表 4.1.1 的规定。

高强度螺栓预拉力(kN)

表 4.1.1

螺纹规格 $d$	M22	M24	M27	M30
设计预拉力 $P$	200	230	300	370
施工预拉力 $P_o$	220	253	330	407

**第 4.1.2 条** 高强度螺栓连接副的拧紧方法分为扭矩法和扭角法。但在一般情况下,应优先采用扭矩法施拧。

**第 4.1.3 条** 高强度螺栓连接副的拧紧分为初拧、复拧和终拧。在采用扭矩法施拧时,有充分试验数据情况下,可分为初拧和终拧。

**第 4.1.4 条** 高强度螺栓连接副的拧紧应在螺母上施拧。

**第 4.1.5 条** 高强度螺栓的拧紧顺序,应从节点中刚度大的部份向不受约束的边缘进行,对大节点则应从节点中央沿杆件向四周进行。

**第 4.1.6 条** 高强度螺栓连接副的初拧、复拧和终拧应在同一工作日内完成。

### 第二节 拧紧工具

**第 4.2.1 条** 扭矩法施拧时,高强度螺栓连接副的初拧、复拧和终拧均应使用定扭矩扳手。扭角法施拧时,高强度螺栓连接副的初拧、复拧用定扭矩扳手。终拧使用的扳手由施工单位自定。

**第 4.2.2 条** 使用前,定扭矩扳手必须标定,其扭矩误差不得

大于使用扭矩值的 $\pm 5\%$ 。

**第 4.2.3 条** 每班操作前及操作后,必须对施工扳手进行扭矩校正,校正结果填入记录表中,并由校正人签认。在操作后进行扭矩校正时,如发现其误差超过允许范围,则对该工班用该扳手终拧的高强度螺栓连接副全部用检查扳手按本规定第 5.0.4 条规定进行检查、处理。

**第 4.2.4 条** 电动扳手应与控制箱配套使用,并应独立供电及配置稳压电源。

### 第三节 扭矩法拧紧工艺

**第 4.3.1 条** 施拧前,应按生产厂提供的批号,并按每批不少于 8 套分批测定高强度螺栓连接副的扭矩系数,该批扭矩系数平均值应在  $0.110 \sim 0.150$  范围内,其标准偏差应小于或等于  $0.010$ 。同时应记录测试环境温度。施工时,应考虑环境温度、相对湿度变化对扭矩系数的影响。

**第 4.3.2 条** 每批高强度螺栓连接副的终拧扭矩应由下式计算确定:

$$T_e = K \times P_e \times d \quad (4.3.2)$$

式中  $T_e$ ——终拧扭矩(Nm);

$K$ ——高强度螺栓连接副的扭矩系数平均值,可按本规定第 4.3.1 条要求测得;

$P_e$ ——高强度螺栓的施工预拉力,见本规定表 4.1.1;

$d$ ——高强度螺栓公称直径(mm)。

**第 4.3.3 条** 初拧扭矩宜为终拧扭矩的  $50\%$ ,复拧扭矩等于初拧扭矩。

**第 4.3.4 条** 复拧后的高强度螺栓连接副经检查合格后,应用油漆划线标记螺栓与螺母、垫圈与钢板的相对位置后方许终拧。

**第 4.3.5 条** 终拧时,施加扭矩必须连续、平稳,螺栓、垫圈不得与螺母一起转动,如果垫圈发生转动,应更换高强度螺栓连接副,按操作程序重新初拧、复拧、终拧。

**第 4.3.5 条** 终拧完成后,应用与复拧不同颜色的油漆在螺母上作标记。

#### 第四节 扭角法拧紧工艺

**第 4.4.1 条** 扭角法施拧的初拧、复拧应用扭矩控制,终拧用螺母转动角度控制。

**第 4.4.2 条** 初拧扭矩应由试验确定,复拧扭矩等于初拧扭矩。复拧后应用油漆在螺母上做标记。

**第 4.4.2 条** 复拧经检查合格后,即用划线器自螺栓尾部端面中心经螺母端面上划一细直线。

**第 4.4.4 条** 终拧用扳手将划线后的螺母再转动一个角度。终拧转角应按下式计算:

$$\theta = a + b(n-1) + cB \quad (4.4.4)$$

式中  $\theta$ ——终拧转角(度);

$a$ ——常数项(度);

$b$ ——每增加一层被连接钢板所需的转角(度/层);

$n$ ——被连接钢板层数(层);

$c$ ——每毫米被连接钢板所需的转角(度/mm);

$B$ ——被连接钢板总厚度(mm);

$a$ 、 $b$ 、 $c$ 值通过试验确定。

**第 4.4.5 条** 终拧完成后,应用与复拧不同颜色的油漆在螺母上做标记。

## 第五章 质量检查

**第 5.0.1 条** 高强度螺栓连接副施工质量检查应由专职质量检查员进行。

**第 5.0.2 条** 使用前,检查扭矩扳手必须标定,其扭矩误差不得大于使用扭矩值的 $\pm 3\%$ 。

**第 5.0.3 条** 扭矩法或扭角法的复拧检查应符合下列要求:

一、对复拧后的全部高强度螺栓连接副,用重约  $0.3\text{kg}$  的小锤敲击螺母对边的一侧,用手指紧按住螺母对边的另一侧进行检查,以防漏拧。

二、采用扭角法施拧时,对每个节点高强度螺栓连接副总数的  $10\%$ ,但主桁节点不少于  $10$  套,其余节点不少于  $2$  套进行复拧扭矩检查。检查使用扭矩扳手,拧至初拧扭矩时螺母不转动即为合格。如有一套不合格,则该节点全部高强度螺栓连接副应再次进行复拧,直到检查合格为止。

**第 5.0.4 条** 扭矩法的终拧检查应符合下列要求:

一、观察全部终拧后的高强度螺栓连接副,检查复拧后用油漆标记的螺栓与螺母相对位置是否发生转动,以检查终拧有否漏拧。

二、对主桁(板梁主梁)及纵、横梁连接处,每栓群高强度螺栓连接副总数的  $5\%$ ,但不少于  $2$  套,其余每个节点不少于  $1$  套进行终拧扭矩检查。一般情况下,宜优先采取松扣、回扣法进行检查。当有足够、准确的实测试验数据时,也可采用紧扣法进行检查。

1. 松扣、回扣法检查:先在螺栓与螺母的相对位置划一细直线做为标记,然后将螺母拧松约  $30^\circ$ ,再用检查扭矩扳手把螺母重新拧紧至原来位置(使所划细直线重合),测取此时的扭矩应在  $0.9T_{ck} \sim 1.1T_{ck}$  范围内。 $T_{ck}$ 按下式计算:

$$T_{ck} = K \times P \times d \quad (5.0.4)$$

式中  $T_{ck}$ ——检查扭矩(Nm);

$K$ ——高强度螺栓连接副的扭矩系数平均值,可按本规定第 4.3.1 条要求测得;

$P$ ——高强度螺栓的设计预拉力,见本规定表 4.1.1;

$d$ ——高强度螺栓公称直径(mm)。

2. 紧扣法检查:用检查扭矩扳手拧紧螺母,测得螺母与螺栓刚发生微小相对转角时的扭矩,应在 0.9~1.1 紧扣检查扭矩范围内。紧扣检查扭矩由试验确定,并在测定紧扣检查矩值时,应确认高强度螺栓的预拉力的误差在设计预拉力的 $\pm 2\%$ 范围内。

三、每个栓群或节点检查的螺栓,其不合格者不得超过抽查总数的 20%,超过者则应继续抽查直至累计总数 80%的合格率为止,然后对欠拧者补拧,超拧者更换后重新拧紧。

**第 5.0.5 条** 扭角法的终拧检查应符合下列要求:

一、观察全部终拧后的高强度螺栓连接副,检查复拧后用划线器所划的线是否发生转动,以检查终拧有否漏拧。

二、对全部终拧后的高强度螺栓连接副,用量角器进行转角检查。转角不足者应补拧至规定转角,转角超过者,超过度数小于或等于  $5^\circ$  判定为合格,大于  $5^\circ$  应予更换后重新拧紧。

**第 5.0.6 条** 按扭矩法施拧的高强度螺栓连接副的终拧扭矩检查应在终拧 4h 以后、24h 之内完成;按扭角法施拧的高强度螺栓连接副的终拧转角检查应在终拧后及时进行。

**第 5.0.7 条** 每座钢桥均应有下列施工、检查记录:

一、高强度螺栓连接副的复验数据;

二、栓接板面抗滑移系数试验数据;

三、初拧扭矩、终拧扭矩或终拧转角;

四、紧扣检查扭矩的试验数据;

五、施拧扭矩扳手和检查扭矩扳手的标定、校正记录;

六、各节点高强度螺栓连接副复拧扭矩、终拧扭矩或终拧转角检查记录(记录表格见附录一)。

## 第六章 涂 装

**第 8.0.1 条** 高强度螺栓连接副经终拧检查合格后,方许进行腻子缝和涂装。

**第 8.0.2 条** 栓接板束的板缝应及时按铁道部标准《铁路钢桥保护涂装》(TB1527—84)的规定,清洗后用油漆或腻子封闭。

**第 8.0.3 条** 栓接板束的外露部分应按铁道部标准《铁路钢桥保护涂装》(TB1527-84)的规定,清洗后涂装 F53-4(HG224-74) 锌黄酚醛底漆二道(每道  $35\mu\text{m}$ )和相应的面漆。

**第 8.0.4 条** 高强度螺栓连接副的外露部分应按铁道部标准《铁路钢桥保护涂装》(TB1527—84)的规定,清洗后涂装底漆、面漆。



# 附录一 高强度螺栓终拧扭矩检查表

## 高强度螺栓终拧扭矩检查表

节点部位:

附表 1

螺栓批号、规格		扭矩系数平均值 $K$	螺栓总套数		抽检套数	终拧扭矩 $T_e(Nm)$		检查扭矩 $T_{ca}(Nm)$	
螺栓批号、规格	抽检螺栓编号	检查扭矩值(Nm)	判定	合格率 %	螺栓批号、规格	抽检螺栓编号	检查扭矩值(Nm)	判定	合格率 %

终拧时间: 年 月 日 时

检查时间: 年 月 日 时

终拧时环境温度: ℃

检查时环境温度: ℃

施工单位:

检查:

复核:

主管:

年 月 日

## 附录二 本规定用词说明

执行本规定条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待:

1. 表示很严格,非这样作不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2. 表示严格,在正常情况下均应这样作的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样作的用词:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

4. 表示只有在一定条件下才允许这样作的用词:

正面词采用“方许”;

反面词采用“不许”。

## 附加说明

本规定主编单位、参加单位和

### 主要起草人名单

**主编单位:**铁道部科学研究院

**参加单位:**铁道部大桥工程局

**主要起草人:**沈家骅 程季青 刘宪成

刘喜田 邹立中

# 《铁路钢桥高强度螺栓连接施工规定》

## 条 文 说 明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题,以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。

**第 1.0.1 条** 我国铁路钢桥自 60 年代初期开始用高强度螺栓连接代替铆钉连接以来,已有 30 年历史,目前我国铁路钢桥工地连接已普遍采用高强度螺栓连接,但是关于高强度螺栓连接的施工规定,虽然在铁道部现行的《铁路桥涵施工规范》中有些规定,但是不够完整、具体,难以指导施工。为统一、完善铁路钢桥高强度螺栓连接的施工工艺和质量检查方法,加强施工技术管理,以确保施工质量,制订本规定。本规定是铁道部现行《铁路桥涵施工规范》中有关铁路钢桥高强度螺栓连接施工的具体规定。本规定中的质量检查是指施工中自检的内容。

**第 2.1.1 条** 本条规定了铁路钢桥使用的高强度大六角头螺栓连接副的组成。

**第 2.1.2 条** 为确保铁路钢桥高强度螺栓连接的安全、可靠,首先应保证所使用的高强度螺栓连接副质量符合国标的规定。因此,施工单位在订货时,要求高强度螺栓连接副的组成、型式尺寸、形位公差、技术条件均应符合国标中有关规定。

**第 2.1.3 条** 因高强度螺栓连接副的扭矩系数是按批测定的,使用时也是按批配套使用的,所以生产厂必须按国标中的规定按批配套提供高强度螺栓连接副,同时还应按批提供产品质量保证书。

**第 2.1.4 条** 为确保高强度螺栓连接副质量可靠,高强度螺栓连接副到货后,施工单位必须按有关规定进行复验,合格后方准

使用。本条对连接副的复验作了明确、具体的规定。由于生产厂对产品质量的保证期为六个月,为此,本条还提请施工单位注意,连接副到货后,应及时进行复验。

**第 2.1.5 条** 高强度螺栓连接副的扭矩系数是保证施工时高强度螺栓预拉力准确的主要因素之一,为了保证连接副的扭矩系数在运输、保管过程中不致发生变化,在本条中作了具体规定。

**第 2.1.6 条** 由于高强度螺栓连接副扭矩系数是生产厂按每批号提供保证的,本条的有关规定是为了保证在保管存放时不混批。

**第 2.2.2 条** 在摩擦型高强度螺栓连接中,栓接板面抗滑移系数是影响连接强度的主要因素之一。影响抗滑移系数因素主要有构件的材质、除锈工艺、表面处理工艺以及板面的平整度、洁净度等。本条文对栓接板面的平整度、洁净度作了明确规定。

**第 2.2.3 条** 本条根据目前我国常用的几种对栓接板面的处理工艺作了规定,随着科研工作的不断深入和发展,如有更好的处理工艺亦可采用。

**第 2.2.4 条** 制造厂在发送构件时,必须提供出厂时测试的栓接板面抗滑移系数试验数据,以确认其板面处理是否符合要求。为了使试验数据具有真实代表性,本条对试件的设计、制作和测试方法作了规定。

**第 2.2.5 条** 制造厂在发送构件时,必须提供随梁抗滑移系数试件,以便施工单位在架梁前进行复验,确认抗滑移系数值是否符合设计要求。本条对随梁抗滑移系数试件的加工、数量作了规定。

**第 2.2.6 条** 构件在吊装、运输、存放过程中,应防止栓接板面沾染脏物和油污,以保证不降低抗滑移系数值。

**第 3.0.1 条** 在架梁前施工单位必须对抗滑移系数试件进行试验,确认抗滑移系数最小值应大于设计值 **0.45**,以保证其连接的可靠性。如不符合要求时,本条还对其处理方法作了规定。

**第 3.0.2 条** 本条所规定的事项,都是为了不降低栓接板面

抗滑移系数值。

**第 3.0.3 条** 本条对可否采用高强度螺栓兼作安装螺栓是按不同的施拧方法规定的,采用扭矩法要求较扭角法为严,旨在使高强度螺栓连接副扭矩系数尽可能不受影响。在能保证扭矩系数不受影响时,对采用的施工工艺可没限制。

**第 3.0.4 条** 施工单位在复验高强度螺栓连接副的扭矩系数时,也应按生产厂提供的批号配套测试。为了符合实际情况,施工单位在安装高强度螺栓连接副时,螺栓、螺母、垫圈必须按生产厂提供的批号配套使用,严禁混批。

**第 3.0.5 条** 由于螺栓头的高度比螺母一侧小,为使枕木刻槽深度一致并尽可能小一些,对于纵梁上翼缘的螺栓,本条规定螺栓头一律在上面。由于凹穴型螺栓头容易积水,所以在纵梁上翼缘上不得采用。

**第 3.0.6 条** 我国高强度螺栓用的垫圈在内径处设有一  $45^\circ$  倒角,以与螺栓头下的过渡圆弧相配合,所以在安装时不得装反。由于高强度螺栓连接副在测定扭矩系数时,规定了垫圈有内倒角一侧应朝向螺母支承面,所以在安装时,为了保持一致,也不得装反。

**第 3.0.7 条** 强行穿入螺栓会严重损伤螺纹,大幅度改变连接副的扭矩系数,因此,当螺栓不能自由穿入时,应查明原因。如确认其是由于加工公差过大而致,则可按本规定进行处理。

**第 3.0.8 条** 过短的螺栓将影响其受力性能,过长的螺栓,浪费钢料,也增加施拧难度。为此本条规定了螺栓长度的计算公式。对于螺栓长度舍位的原则,是根据我国国家标准中当螺栓长度  $L \leq 100\text{mm}$  时,按  $5\text{mm}$  分档,当螺栓长度  $L > 100\text{mm}$  时,按  $10\text{mm}$  分档而定的。

**第 3.0.9 条** 当拼装出现摩擦面间隙时,将会影响高强度螺栓连接受力性能,为此应按本条规定的方法处理。

**第 3.0.10 条** 本条规定的事项,都是为了不改变连接副的扭矩系数。

**第 4.1.1 条** 高强度螺栓连接副的设计预拉力按《铁路桥涵设计规范》的规定,考虑到预拉力损失约为 10%,所以高强度螺栓连接副的施工预拉力为设计预拉力的 1.1 倍。

**第 4.1.2 条** 我国铁路钢桥高强度螺栓的拧紧以往多采用扭角法,随着高强度螺栓连接副生产水平不断提高,目前生产厂已能按保证扭矩系数供货,定扭矩电动扳手也已批量生产,所以大多数施工单位都采用扭矩法施拧。由于扭角法施拧在管理上比较烦,并且在现场试验工作量较大,所以,本规定优先推荐采用扭矩法施拧。

**第 4.1.3 条** 为了克服先拧与后拧的高强度螺栓拧紧预拉力差别,高强度螺栓连接副的拧紧应分为初拧、复拧和终拧。初拧和复拧是为了使连接节点板束达到密贴,只有在初拧、复拧后进行终拧,才能使整个连接节点中高强度螺栓连接副拧紧预拉力较为均匀。在用扭矩法施拧时,如有充分试验数据表明,高强度螺栓连接副的拧紧只分为初拧和终拧,终拧后的螺栓群的预拉力都能均匀达到设计预拉力时,此时,高强度螺栓连接副的拧紧也可分为初拧和终拧。

**第 4.1.4 条** 由于高强度螺栓连接副在测定扭矩系数时,是在螺母上施加扭矩测得的,所以在施拧时,也应在螺母上施加扭矩。对个别死角上的螺栓确实无法在螺母上施拧时,在有关主管部门认可下,也可在螺栓头上施拧。

**第 4.1.5 条** 为使被连接板束密贴,在高强度螺栓拧紧时应按本条文规定的顺序施拧。

**第 4.1.6 条** 为了尽可能使高强度螺栓连接副扭矩系数不致发生变化,本条规定了高强度螺栓连接副的拧紧工作应在当天内完成。

**第 4.2.1 条** 在扭矩法施拧时,其初拧、复拧和终拧都是用扭矩控制的。扭角法施拧时,初拧、复拧是用扭矩控制的,终拧是用转角控制的。为使施拧扭矩准确,本条规定了除扭角法施拧使用的扳手外,其余施拧扳手均应进行扭矩校正,并在第 4.2.2 条中规定了扭矩扳手的精度。

**第 4.2.3 条** 本条规定了施拧扳手在每班操作前后均应校正,以保证施拧扭矩的准确。

**第 4.2.4 条** 由于电动定扭矩扳手生产厂是扳手与控制箱配套供货的,所以电动扳手在校正、使用时也必须配套,不得混用,以保证扭矩值准确。目前国产电动定扭矩扳手其输出扭矩受到电压波动的影响,因此在使用中应独立供电,并配置稳压电源。

**第 4.3.1 条** 在扭矩法施拧中,影响高强度螺栓拧紧预拉力的主要因素是高强度螺栓连接副的扭矩系数和施拧扭矩,为此在施拧前必须测定高强度螺栓连接副的扭矩系数,确认其平均值和标准偏差是否符合要求,并以此扭矩系数平均值来确定终拧扭矩和检查扭矩。由于目前高强度螺栓连接副生产厂都是采用磷化、皂化表面处理工艺来保证连接副扭矩系数,经过这种处理工艺的高强度螺栓连接副扭矩系数受温度变化影响,因此在施拧时应予以注意,尽可能使测试时的环境温度与施拧温度接近。由铁道部科学研究院主持研制的磷化、皂化表面处理工艺,其扭矩系数随温度上升而减小,温度每上升  $10^{\circ}\text{C}$ ,扭矩系数减小  $6.7\%$ 。施工单位在高强度螺栓连接副订货时,可向生产厂索取该厂所采用的表面处理工艺其温度对扭矩系数影响的有关资料,以供施拧时参考。

**第 4.3.3 条** 通过大量试验证明,当初拧扭矩为终拧扭矩的  $50\%$  时,已能使被连接板束达到密贴,过大的初拧扭矩将会影响终拧扭矩的施拧精度。

**第 4.3.4 条** 复拧后高强度螺栓连接副划线可起到以下作用:(1)表明已经过复拧;(2)终拧后可用于检查该高强度螺栓连接副是否已进行终拧;(3)可检查终拧时,垫圈是否与螺母一起转动。

**第 4.3.5 条** 终拧时,为保证施加的终拧扭矩准确,施拧时应连续、平稳,不能使用冲击力。当垫圈与螺母一起转动时,此时的连接副扭矩系数与施拧前测定的扭矩系数情况不符,因此,当垫圈与螺母一起转动时,应予重新更换后施拧。

**第 4.4.1 条** 扭角法施拧也分为初拧、复拧和终拧,其初拧、复拧用扭矩控制。由于终拧是用转角控制,因此高强度螺栓连接



副的扭矩系数对终拧的拧紧预拉力没有影响,仅对初拧预拉力有影响。终拧用的扳手也无扭矩精度的要求。

**第 4.4.2 条** 扭角法的初拧扭矩值应通过试验确定,并应在板束层数较多、板束厚度较厚的节点上用一螺栓群(10~20 套高强度螺栓连接副)试验确定。试验时,应使初拧、复拧后板束达到密贴,即在此基础上进行终拧时螺栓预拉力与螺母转角成线性关系。试验时,应在螺栓上贴应变片用电测法准确测定螺栓预拉力。在使被连接节点板束达到密贴的前提下,一般来说应尽量采用较小的初拧扭矩。

**第 4.4.3 条** 扭角法施拧的终拧转角是指螺栓与螺母的相对转动角度,因此划线时,也是在螺栓与螺母上划细直线。

**第 4.4.4 条** 当初拧扭矩确定后,应根据全桥连接节点的板束厚度和板层层数,通过大量实际试验,经数理统计确定终拧转角,即求出第 4.4.4 条终拧转角公式中  $a$ 、 $b$ 、 $c$  系数值。试验时,应在螺栓上贴应变片用电测法准确测定螺栓预拉力。系数  $a$  是高强度螺栓连接副从初拧预拉力增加到终拧预拉力时,螺栓、螺母、垫圈和与垫圈接触的钢板面等产生的变形所需要的转角。当高强度螺栓直径、终拧预拉力等情况都相同时,系数  $a$  是一常数。系数  $b$  是每增加一层连接钢板所需的转角。试验时,可分别测定连接板束厚度相同板束层数不同的终拧转角来求得系数  $b$ 。系数  $c$  是连接板束每增加 1mm 所需的转角。试验时,可分别测定连接板束层数相同,板束厚度不同的终拧转角来求得系数  $c$ 。

**第 5.0.1 条** 高强度螺栓连接施工质量检查,目前只能在施工期间随时进行,因为经过一段时间后,由于高强度螺栓连接副扭矩系数发生变化和转角划线被油漆遮盖,很难进行准确检查。为此,高强度螺栓连接施工质量检查十分重要,应由专职质量检查员及时进行,这是确保高强度螺栓连接安全、可靠的重要措施,施工单位必须按本章所提出的要求严格执行。

**第 5.0.2 条** 为保证施拧扭矩准确,检查扭矩扳手精度应比施工用的高,其误差为 $\pm 3\%$ 。

**第 5.0.3 条** 无论采用扭矩法或扭角法施拧,在复拧(当采用扭矩法施拧,仅分为初拧和终拧时,则此处之复拧即为初拧)后都必须进行 100%小锤敲击检查,以防漏拧。采用扭角法施拧时,除用小锤敲击检查外,还应进行复拧扭矩检查。

**第 5.0.4 条** 对于扭矩法施拧的终拧检查,先检查复拧后用油漆固定的螺栓与螺母相对位置是否发生转动,以检查是否有漏拧。然后进行终拧扭矩检查,一般情况下,应优先采用松扣、回扣法进行检查,因为这种检查方法与施拧时的实际情况最为接近。由于检查时,高强度螺栓预拉力损失已基本完成,所以在公式 5.0.4 中  $P$  为设计预拉力。当有足够、准确的实测试验数据时,本规定也允许采用紧扣法进行检查。此时紧扣检查扭矩必须在现场确定,在测定紧扣检查扭矩时应确认此时高强度螺栓的预拉力误差在设计预拉力的 $\pm 2\%$ 范围内。

**第 5.0.6 条** 采用扭矩法施拧高强度螺栓的终拧检查应在终拧结束 4h 以后、24h 以内完成,其理由是高强度螺栓连接副终拧后经过 4h,其预拉力损失已大部分完成,高强度螺栓预拉力已接近设计预拉力。如果时间过长,高强度螺栓连接副扭矩系数将会发生变化,影响检查的准确性。扭角法的终拧检查应及时进行,否则会因时间过长,划线不清楚,难以准确确认。

**第 6.0.1 条** 高强度螺栓终拧检查合格后,必须进行腻缝和涂装,腻缝的目的是为了防止雨水进入板层中腐蚀高强度螺栓连接副和钢板。

**第 6.0.3 条** 高强度螺栓连接副和栓接板束的外露部份应按铁道部标准《铁路钢桥保护涂装》(TB 1527—84)的规定进行涂装。由于目前我国铁路栓焊钢桥高强度螺栓连接处板面处理是在除锈后喷涂 78—2 无机富锌漆或热喷铝,所以其涂装用的涂料也应与之配套。