ICS 93.080.01
CCS P 26

T/CUPC

团　　体　　标　　准

T/CUPC XXX-XXXX

公路钢桥高强度螺栓连接技术规程

Technical specification for high- strength bolt connections of highway steel bridges

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布　　20XX-XX-XX 实施

中国城镇化促进会　发布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 基本规定 2
5 材料 3
6 连接构造、制孔与构件预拼装 3
7 摩擦面处理及抗滑移性能 4
8 高强度螺栓现场安装 5
9 施拧工艺 5
10 质量检验与验收 6
11 栓接节点防护与密封 7
12 检查维护 8
附录 A （规范性） 大六角头高强度螺栓终拧扭矩计算方法 9
附录 B （规范性） 公路钢桥栓接摩擦面抗滑移系数试验方法 10

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。

本文件由浙江钜实桥梁钢构有限公司提出。

本文件由中国城镇化促进会归口。

本文件起草单位：浙江钜实桥梁钢构有限公司。

本文件主要起草人：×××

公路钢桥高强度螺栓连接技术规程

1 范围

本文件规定了公路钢桥高强度螺栓连接的基本规定、材料、连接构造、制孔与构件预拼装、摩擦面处理及抗滑移性能、高强度螺栓现场安装、施拧工艺、质量检验与验收、栓接节点防护与密封及检查维护等要求。

本文件适用于各级公路新建、改扩建、加固改造工程中的公路钢桥，包括钢箱梁桥、钢桁梁桥、钢板组合梁桥、钢箱拱桥等主体结构高强度大六角头螺栓、扭剪型高强度螺栓摩擦型连接；适用于工厂预拼装、工地现场安装栓接节点。

本文件不适用于承压型高强度螺栓连接、普通螺栓连接、铆钉连接；海洋强盐雾环境、强化工腐蚀环境下的栓接节点除执行本文件外，尚应执行专项设计文件的技术规定。

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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓连接副

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 3632 钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副

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 43151 钢结构用耐候钢高强度螺栓连接副

JTG D64 公路钢结构桥梁设计规范

JTG/T 3651 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范

JTG/T 5123 公路钢结构桥梁养护技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高强度螺栓连接副 high- strength bolt assembly

成套供应的组件。大六角头高强度螺栓连接副由 1 个螺栓、1 个螺母、2 个垫圈组成；扭剪型高强度螺栓连接副由 1 个螺栓、1 个螺母、1 个垫圈组成。连接副应按批次成套出厂。

3.2

摩擦型高强度螺栓连接 friction- type high- strength bolt connection

依靠高强度螺栓预拉力压紧被连接构件，通过连接板件之间摩擦面摩擦力传递作用力的螺栓连接形式；连接极限状态为摩擦面发生滑移。

3.3

扭矩系数 torque coefficient

表征大六角头高强度螺栓连接副拧紧扭矩与螺栓预拉力之间关系的无量纲系数。

3.4

抗滑移系数 slip- factor

摩擦试件发生滑移瞬间，接触面摩擦力与螺栓总预拉力的比值。

3.5

初拧 preliminary tightening

为消除板件之间间隙，使各层连接板件相互密贴所实施的第一次拧紧作业。

3.6

复拧 re- tightening

在初拧完成之后，为补偿板件回弹松弛，对螺栓再次实施拧紧作业。

3.7

终拧 final tightening

为使螺栓预拉力达到设计规定数值所实施的最终拧紧工序。

3.8

欠拧 under- tightening

螺栓终拧后实测预拉力小于设计预拉力允许下限值。

4 基本规定

4.1 公路钢桥主体受力节点高强度螺栓应采用摩擦型连接；承压型高强度螺栓不得应用于直接承受往复车辆动力荷载的主体受力节点。

4.2 高强度螺栓连接的设计、工厂制造、现场安装、试验检验、养护维修应同时符合设计文件、本文件以及第 2 章所列规范性引用文件的规定。当设计文件规定的技术指标严于本文件时，应执行设计文件。

4.3 高强度螺栓连接副应成套出厂；不同生产厂家、不同生产批次的连接副不应混合配套使用。螺栓、螺母、垫圈不应拆分替换；不应采用打磨、敲击、火焰加热等方式对螺栓、螺母、垫圈进行改性处理。

4.4 实施高强度螺栓安装施拧作业前，施工单位应编制高强度螺栓连接专项施工技术方案。专项施工技术方案应包含材料进场检验方案、摩擦面制备工艺、施拧设备标定方案、施拧顺序、作业环境控制、质量检验方案、缺陷处置预案。专项施工技术方案经审批后方可开展现场作业。

4.5 从事高强度螺栓施拧、检验作业的人员应经过专项技术培训。扭矩扳手、轴力检测设备应按照计量法规及设备说明书开展检定或标定；扭矩扳手发生跌落、撞击后应立即重新标定，标定合格后方可继续使用。标定记录应完整留存。

4.6 高强度螺栓施拧作业环境应符合下列规定：

a) 作业环境温度低于- 10 ℃时，不应开展施拧作业；

b) 摩擦面存在潮湿、结露、冰霜、雨雪覆盖状态时，不应开展螺栓安装及施拧作业；

c) 高强度螺栓连接副不应直接受到焊接火焰高温烘烤；邻近焊接作业应对螺栓采取隔热防护措施；已经受到高温烘烤的整套连接副应做报废处理，不应继续投入使用。

4.7 同一节点的初拧、复拧、终拧宜在同一日历日内完成。大型节点无法当日全部完成终拧时，应对已初拧螺栓做好标记，并对栓接节点采取防雨防潮防护措施，避免摩擦面受到污染。

4.8 高强度螺栓施拧应自节点刚度中心向四周对称交替开展，不应沿单一方向连续顺序拧紧，减小板件翘曲与附加残余应力。

4.9 栓焊混合节点应采用先栓后焊的作业顺序；同一节点高强度螺栓完成终拧且质量验收合格后，方可开展相邻焊接作业。当设计文件明确规定先焊后栓时，按照专项设计文件执行。

4.10 高强度螺栓不应作为安装冲钉使用。构件临时定位应采用冲钉及临时普通螺栓；冲钉数量不宜少于节点螺栓总数量的 20%，临时普通螺栓数量不应少于节点螺栓总数量的 1/3，且不应少于 2 套。

4.11 已安装就位但尚未终拧的高强度螺栓不应承受设计工作荷载。

5 材料

5.1 高强度螺栓连接副

5.1.1 公路钢桥主体受力节点宜选用 10.9S 级高强度螺栓连接副。耐候钢构件配套使用的高强度螺栓连接副应选用耐候型高强度螺栓连接副，并应符合 GB/T 43151 的规定。

5.1.2 大六角头高强度螺栓连接副的各项性能应符合 GB/T 1231 的规定；扭剪型高强度螺栓连接副紧固轴力应符合 GB/T 3632 的规定。螺栓、螺母表面缺陷应分别符合 GB/T 5779.1、GB/T 5779.2 的规定；螺栓机械性能应符合 GB/T 3098.1 的规定。

5.1.3 产品供货时应附带产品合格证、同批次力学性能检验报告。大六角头高强度螺栓连接副应提供同批次扭矩系数出厂检验报告；扭剪型高强度螺栓连接副应提供同批次紧固轴力出厂检验报告。

5.1.4 高强度螺栓连接副进场后应按照生产批次开展见证取样复验。同一原材料、同一炉号、同一热处理工艺、同一规格作为一个检验批。大六角头高强度螺栓连接副复验扭矩系数；扭剪型高强度螺栓连接副复验紧固轴力。复验项目全部合格，该批次方可接收；复验不合格，该检验批应全数退场，不应降级使用。

5.1.5 高强度螺栓连接副的运输、储存应满足下列要求：

a) 运输过程应轻装轻卸，避免磕碰造成螺纹损伤；
b) 现场储存应放置于通风干燥室内，底部垫高，隔绝地面潮气；露天短期存放应采取完整防雨防潮措施；
c) 原厂密封包装不应提前拆封；打开原包装后的连接副宜在 48 h 内使用完毕；
d) 螺纹发生磕碰损伤、受潮、沾染油污泥沙的整套连接副应报废处理，不应经过简单擦拭修复继续使用。

5.2 连接母材与拼接板

5.2.1 被连接母材、拼接板钢材牌号、力学性能、化学成分应符合 JTG D64 的相关规定以及设计文件的技术要求。耐候钢构件所用母材应满足桥梁耐候钢的技术规定。

5.2.2 拼接板厚度、几何尺寸应与设计文件保持一致；拼接板表面不应存在裂纹、夹层、重皮等影响结构安全的缺陷。

5.3 辅助材料

5.3.1 栓接节点防腐涂料、密封腻子材料性能应满足设计文件以及桥梁防腐相关标准；涂料体系应与钢梁主体防腐体系相兼容。

5.3.2 摩擦面防滑专用无机涂层材料应具备产品型式检验报告；涂层抗滑移性能应经过试验验证，满足设计抗滑移系数最低限值。

6 连接构造、制孔与构件预拼装

6.1 一般构造要求

6.1.1　螺栓公称直径、螺栓孔径、螺栓边距、端距、螺栓中心间距应符合 JTG D64 以及设计文件构造规定，不应随意减小。

6.1.2　螺栓长度应根据板件叠合总厚度选型。终拧完成后垫圈应完全贴合支承面；螺栓螺纹外露宜为 2 扣～3 扣；允许同一检验批内不多于 10%螺栓螺纹外露为 1 扣或 4 扣；螺纹不应完全埋入螺母内部，螺纹外露不应大于 4 扣。

6.1.3　多层板件叠合连接时，板件总叠合厚度不应超出螺栓连接副允许适用厚度范围。

6.2　螺栓孔加工

6.2.1　螺栓孔应在构件矫正完成之后加工；优先采用数控钻床钻孔成型；不应采用火焰气割直接制孔。

6.2.2　螺栓孔孔径、孔壁圆柱度、孔径偏差应符合 JTG/T 3651 的规定。孔壁表面粗糙度 Ra 不应大于 25 μm。

6.2.3　制孔完成后应对孔口飞边、毛刺进行打磨清除；螺栓孔孔口不应存在裂纹、缺口、掉边损伤。

6.2.4　同一块拼接板上全部螺栓孔宜一次装夹完成钻孔。

6.3　孔位偏差处理

6.3.1　当螺栓孔位置出现轻微偏差时，宜采用铰刀进行铰孔扩孔处理；铰孔扩孔最大允许扩孔量应执行 JTG/T 3651 限值。铰孔作业完成后应清除孔周边金属切屑；若铰孔造成摩擦面状态被破坏，应对摩擦面重新处理。

6.3.2　孔位偏差超出铰孔允许修正范围时，应更换拼接板或构件；不应采用火焰烤孔、气割扩孔方式修正孔位。

6.3.3　铰孔后应检查孔径、孔壁质量，检验合格后方可投入使用。

6.4　预拼装

6.4.1　钢桥栓接构件宜在工厂开展实体预拼装；预拼装所用构件应为实桥出厂构件。

6.4.2　预拼装应检查节点孔位重合度、板件叠合密贴状态；预拼装过程不应损伤摩擦面。预拼装完成应记录各项偏差。

6.4.3　预拼装合格后方可拆分出厂；拆分后应对摩擦面实施有效的临时防护。预拼装记录应随构件移交至施工现场。

7　摩擦面处理及抗滑移性能

7.1　摩擦面加工工艺要求

7.1.1　摩擦面可采用喷砂（抛丸）、喷丸后生赤锈、砂轮打磨以及设计指定的专用防滑无机涂层工艺；采用任一种新工艺前应开展工艺验证试验。

7.1.2　采用砂轮打磨处理摩擦面时，打磨方向应垂直于构件主要受力方向；打磨范围应超出螺栓孔边缘不小于 2 倍螺栓公称直径。

7.1.3　摩擦面加工完成后表面不应残留氧化皮、油漆、油污、浮锈、水迹、泥沙。摩擦面不应涂刷常规防腐底漆和面漆。

7.1.4　喷丸后生赤锈工艺应控制生锈程度；过度锈蚀造成表面点蚀凹坑的摩擦面应重新处理。

7.2　摩擦面保护

7.2.1　工厂加工合格的摩擦面应采取临时防护措施，运输过程应设置隔离，避免磕碰、摩擦损伤。

7.2.2 构件运抵现场后，安装前应对摩擦面状态进行检查；摩擦面沾染油污、雨水泥沙，应重新对摩擦面进行处理；重新处理后的摩擦面应按照 8.3 开展抗滑移系数试验。
7.2.3 摩擦面防护措施不应在终拧完成之前涂刷封闭油漆。

7.3 抗滑移系数试验

7.3.1 构件制造单位、现场安装单位均应开展摩擦面抗滑移系数试验。试验试板应与实桥构件采用相同材质、相同摩擦面加工工艺。试验方法按照附录 B 执行。
7.3.2 实测抗滑移系数不应小于设计文件给出的最低限值。
7.3.3 施工现场对摩擦面重新处理后，应单独取样开展抗滑移系数试验，试验合格后方可开展螺栓安装作业。
7.3.4 抗滑移系数试验报告应完整归档。

8 高强度螺栓现场安装

8.1 安装前检查

8.1.1 安装前应检查构件拼接板、螺栓孔质量，清除孔口毛刺、金属碎屑。
8.1.2 应对摩擦面外观状态进行全数检查；摩擦面不合格构件不应开展螺栓安装。
8.1.3 应对高强度螺栓连接副外观进行检查；螺纹磕碰损伤、螺母垫圈变形的整套连接副应报废。
8.1.4 大六角头高强度螺栓垫圈倒角面应朝向螺栓头支承面与螺母支承面；垫圈不应装反，不应漏装垫圈。

8.2 螺栓穿装

8.2.1 同一节点螺栓穿入方向宜保持统一；优先自上而下穿入；受空间条件限制可侧向穿入。
8.2.2 不应使用锤击强行将螺栓敲入螺栓孔；孔位错位应调整构件位置；锤击造成螺纹损伤的整套连接副应报废。

8.3 构件临时定位

8.3.1 构件就位后应使用冲钉和临时普通螺栓完成构件定位；冲钉、临时螺栓数量应符合 5.10 的规定。
8.3.2 正式高强度螺栓应分批替换冲钉和临时普通螺栓；不应一次性全部拆除冲钉与临时螺栓。
8.3.3 板件就位后应检查层间间隙；板件之间局部间隙大于 1 mm 时，应按照设计文件处置；不应依靠螺栓拧紧强制消除板件过大间隙。

9 施拧工艺

9.1 一般要求

9.1.1 高强度螺栓拧紧工序应设置初拧；大型节点应设置初拧、复拧、终拧三道工序。
9.1.2 初拧扭矩宜取终拧扭矩的 50％；复拧扭矩应等于初拧扭矩。
9.1.3 每完成初拧（复拧），应采用标记漆在螺母- 垫圈- 构件表面绘制标记线，标识已完成初拧螺栓，防止漏拧。
9.1.4 施拧顺序执行 5.8 的规定。

9.2 施拧设备

9.2.1　用于终拧作业的扭矩扳手应经过检定或标定；扭矩扳手工作扭矩宜处于设备量程 30％ ～ 80％区间。
9.2.2　电动扭矩扳手、手动扭矩扳手、扭剪型专用扳手均应按规定周期标定；扳手发生撞击、跌落应立即重新标定。
9.2.3　现场每日作业开始前宜进行设备比对校验。

9.3　大六角头高强度螺栓扭矩法施拧

9.3.1　终拧扭矩按照附录 A 公式进行计算；扭矩系数 K 应采用同批次连接副复验实测平均值。
9.3.2　计算所得终拧扭矩应开展现场工艺验证，确认预拉力满足设计要求。
9.3.3　工序流程为初拧→（复拧）→终拧；初拧完成后静置 15 min ～ 30 min 再实施终拧。
9.3.4　施拧过程中应对扭矩进行记录；出现扭矩异常波动应暂停作业，排查原因。
9.3.5　已超拧的螺栓整套连接副应直接报废，不应重复使用。欠拧螺栓允许补拧至合格。

9.4　扭剪型高强度螺栓施拧

9.4.1　扭剪型高强度螺栓应先完成初拧，初拧扭矩取设计预拉力对应扭矩的 50％；初拧完成做标记；再使用扭剪专用扳手开展终拧，直至尾部梅花头被扭断。
9.4.2　受空间限制无法使用扭剪专用扳手的位置，应采用已经标定合格的扭矩扳手按照扭矩法实施终拧；该部分螺栓应全部纳入扭矩复检范围，并做好位置记录。
9.4.3　终拧后梅花头未拧断的螺栓应 100％进行扭矩复检；复检不合格的整套螺栓应更换。
9.4.4　不应人为预先敲掉扭剪螺栓尾部梅花头。

9.5　栓焊混合节点施拧要求

9.5.1　栓焊混合节点应执行先栓后焊；螺栓终拧验收合格后方可开展周边焊接作业。
9.5.2　焊接作业应对邻近高强度螺栓采取隔热防护；受到焊接高温热影响的整套螺栓应予以更换。

9.6　特殊环境施拧控制

9.6.1　环境温度- 10 ℃ ～ 0 ℃开展施拧作业时，应增设复拧工序，并且加大终拧质量抽检比例。环境温度低于- 10 ℃不应进行施拧。
9.6.2　雨雪天气、构件表面结露潮湿时，不应开展施拧作业。

10　质量检验与验收

10.1　检验总体要求

10.1.1　检验分为材料进场检验、摩擦面抗滑移性能检验、施工过程检查、终拧质量检验、外观质量检查。终拧质量检验应在终拧完成 1 h 以后、48 h 之内开展。
10.1.2　所有检验项目均应形成书面记录。
10.1.3　检验批应按照施工段、节点批次合理划分。

10.2　材料进场检验

10.2.1　高强度螺栓连接副进场时应核查产品合格证、出厂检验报告。
10.2.2　按照 6.1.4 开展见证取样复验；复验不合格该检验批直接退场。
10.2.3　母材、拼接板质量证明文件应齐全，外观无可见缺陷。

10.3 摩擦面抗滑移性能检验

10.3.1 工厂制造阶段、现场重新处理摩擦面均应开展抗滑移系数试验；试验结果不应小于设计最低限值。

10.3.2 抗滑移试验不合格，应调整摩擦面加工工艺，重新试验合格后方可继续施工。

10.4 施工过程质量检查

10.4.1 施工过程检查包含摩擦面外观检查、垫圈安装方向、螺栓穿装状态、初拧- 复拧- 终拧标记、施拧顺序执行情况、作业环境管控记录。

10.4.2 检查发现漏初拧、垫圈装反、摩擦面污染，应立即停工整改。

10.5 终拧质量检验

10.5.1 大六角头高强度螺栓扭矩复检

10.5.1.1 扭矩复检采用扭矩复核法。应随机抽取不少于节点总数 10％，且不少于 10 个节点；每个被抽节点抽取螺栓数量不少于节点螺栓数 10％，且不少于 2 颗螺栓。

10.5.1.2 扭矩实测值相对于计算终拧扭矩允许偏差为- 10％ ～ +10％；实测低于- 10％判定欠拧；实测大于+10％判定超拧。

10.5.1.3 若抽检出现不合格样本，应加倍扩大抽样；加倍抽样仍然出现不合格，则该检验批判定不合格。

10.5.1.4 超拧螺栓整套报废，不得复用；欠拧螺栓可补拧合格。

10.5.2 扭剪型高强度螺栓终拧质量检查

10.5.2.1 目视检查：螺栓尾部梅花头被扭断视为正常终拧完成标志。

10.5.2.2 尾部梅花头未拧断螺栓应 100％开展扭矩复检。

10.5.2.3 空间受限采用扭矩法施工的扭剪螺栓全部作为复检对象。

10.5.2.4 复检扭矩不合格应更换整套连接副。

10.6 外观质量检查

外观质量检查项目包含下列内容：

a) 螺栓垫圈无歪斜，垫圈、螺母与板件支承面密贴；

b) 螺栓螺纹外露长度满足 7.1.2 规定；

c) 节点无明显翘曲变形；

d) 节点无残留金属切屑、杂物。

10.7 检验批判定与不合格处置

10.7.1 主控项目全部合格，一般项目满足本文件允许偏差，该检验批判定合格。主控项目包含：连接副进场复验合格、抗滑移系数满足设计限值、终拧扭矩（预拉力）合格。

10.7.2 检验批判定不合格时，应查找产生不合格的根本原因，采取整改措施；整改完成后重新组织检验验收。

10.7.3 所有不合格处置过程均应完整记录归档。

11 栓接节点防护与密封

11.1 一般要求

栓接节点防腐涂装、缝隙密封应在高强度螺栓终拧质量验收全部合格之后实施。不应在终拧验收合格前对摩擦面开展涂装作业。

11.2 涂装作业

11.2.1 螺栓头部、螺母、垫圈以及节点周边钢结构表面应完整覆盖防腐涂层；涂层体系应与主体钢梁防腐体系保持一致。

11.2.2 涂装作业应采取措施，避免涂料大量渗入板件夹层缝隙内部。

11.3 缝隙密封处理

11.3.1 板件之间缝隙应按照设计文件要求采用密封腻子填充；密封腻子施工不应污染摩擦面。

11.3.2 密封腻子应连续饱满；不应存在开裂、脱落、孔洞缺陷。

12 检查维护

12.1 一般规定

12.1.1 公路钢桥栓接节点运营期检查维护应同时执行 JTG/T 5123 以及本文件的专项要求。

12.1.2 发现重大安全隐患时应采取交通管控措施，并开展专项结构安全评估。

12.2 日常巡检

12.2.1 日常巡检以目视外观检查为主；检查节点涂层破损、锈蚀；观察螺母标记线是否错位，标记线错位表明螺母发生转动松动；检查螺栓缺失、断裂。

12.2.2 巡检发现明显锈蚀、螺栓缺失、断裂应做好记录并上报。

12.3 定期专项检查

12.3.1 定期专项检查应针对主梁拼接节点、钢桁梁关键杆件节点开展抽样扭矩复检；统计松动、欠拧、断裂螺栓数量。

12.3.2 同一节点螺栓松动、缺损占比大于 1 %时应及时开展处置；同一节点螺栓松动缺损占比大于 30 %，应设置临时安全管控措施，开展专项评估并编制专项处置方案。

12.4 13.4 病害处置

12.4.1 当检查发现螺栓延迟断裂、摩擦面滑移痕迹时，应立即开展结构安全评估，必要时采取交通管制措施。

12.4.2 节点出现严重锈蚀，应评估腐蚀对螺栓性能、摩擦面性能的影响，按照评估结论实施除锈、重防腐或螺栓更换。

12.5 既有桥梁螺栓更换作业

12.5.1 螺栓更换应编制专项处置方案；更换应采用同规格、同性能等级全新成套连接副；旧螺栓不应重复使用。

12.5.2 更换作业流程应按照新建桥梁螺栓安装施拧要求执行，完成初拧、复拧、终拧以及质量检验。

12.5.3 局部更换螺栓作业过程不应损伤周边完好螺栓。

附 录 A
（规范性）
大六角头高强度螺栓终拧扭矩计算方法

A.1 计算公式

大六角头高强度螺栓终拧扭矩按照公式（A.1）计算。

$$T = K \times P \times d \quad \text{(A.1)}$$

式中：

T——终拧扭矩，单位为牛米（N·m）；

K——扭矩系数，无量纲，取同批次连接副进场复验实测扭矩系数平均值；

P——螺栓设计预拉力，单位为千牛（kN）；

d——螺栓公称直径，单位为毫米（mm）。

A.2 计算说明

A.2.1 扭矩系数应采用本批次实际复验结果，不应直接套用标准给定参考数值。

A.2.2 计算得到终拧扭矩值后，应开展现场工艺验证，校核螺栓实际预拉力。

A.2.3 当环境温度变化较大时，应重新开展扭矩系数试验校核。

附 录 B
（规范性）
公路钢桥栓接摩擦面抗滑移系数试验方法

B.1 试验原理

对摩擦型螺栓连接试件施加轴向拉力，测定试件摩擦面产生滑移瞬间荷载，计算摩擦面抗滑移系数。

B.2 试件

B.2.1 试件材质、板件厚度、摩擦面加工工艺应与实桥构件保持一致。

B.2.2 试件由2块主板、2块盖板组成双剪切面试件；试件螺栓孔径、螺栓规格应代表实桥条件。每一组试验应不少于3套平行试件。

B.2.3 试件摩擦面不得涂刷油漆；试件摩擦面处理完成后，应妥善保护，避免污染、磕碰损伤。

B.3 试验设备

B.3.1 拉力试验机应经过计量检定；试验机量程应与试件破坏荷载匹配。

B.3.2 试验所用高强度螺栓连接副应与实桥工程所用同一批次产品；螺栓预拉力应采用轴力装置进行控制。

B.4 试验步骤

B.4.1 将高强度螺栓按照工艺施加规定预拉力，预拉力稳定后方可装夹试件。

B.4.2 将试件安装于拉力试验机；对中装夹，避免附加弯矩。

B.4.3 以平稳速率施加轴向拉力，连续加载直至摩擦面发生滑移，记录滑移荷载。

B.4.4 记录每套试件滑移荷载，按照公式（B.1）计算单套试件抗滑移系数。

$$\mu=\frac{N_v}{n_f\cdot\sum P_i} \quad \text{(B.1)}$$

式中：

μ——单块试件抗滑移系数；

N_v——试件滑移时的拉力，单位 kN；

n_f——摩擦面数量；

$\sum P_i$——全部螺栓预拉力之和，单位 kN。

B.4.5 取3套平行试件算术平均值作为该工艺条件抗滑移系数；平均值不应小于设计文件给出最低限值。当某一试件离散过大，应分析原因，必要时补充试件。

B.5 试验报告

试验报告应写明试件信息、摩擦面工艺、螺栓规格、每一件滑移荷载、单试件抗滑移系数、本组平均值；试验报告应签字盖章。