ICS 93.040
CCS P 28

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1560.3—2022

公路钢结构梁桥制造安装与质量检验规范 第3部分:质量检验要求

Specifications for Manufacturing Installation and Quality Inspection of Highway Steel Bridge -Part 3: Quality Inspection Requirements

2022－06－27 发布　　2022－07－27 实施

陕西省市场监督管理局　　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 2
4　自检、抽检要求 3
5　材料检验 3
6　焊缝无损检测 6
7　圆柱头焊钉焊接检验 10
8　产品试板检验 10
9　高强度螺栓摩擦面抗滑移系数检验和高强度螺栓连接副终拧质量检查 11
10　涂层检验 11
11　检验报告 12
附录 A（规范性）　高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验方法 13

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。

本文件是DB61/T 1560《公路钢结构梁桥制造安装与质量检验规范》的第3部分。DB61/T 1560已经发布了以下部分：

—— 第1部分：制造要求；

—— 第2部分：安装要求；

—— 第3部分：质量检验要求。

本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西省交通运输工程质量监测鉴定站、中交一公局西北工程有限公司、中铁宝桥集团有限公司、浙江国检检测技术股份有限公司、陕西省交通规划设计研究院有限公司、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、长安大学。

本文件主要起草人：王天林、李剑平、薛平安、张挺、万炜、孙国峰、王慧、汪超、秦楠、蒋培文、常仕东、李凯、薛宏强、宋飞。

本文件由陕西省交通运输工程质量监测鉴定站负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西省交通运输工程质量监测鉴定站

电话：029-88869243

地址：陕西省西安市唐延路6号

邮编：710065

公路钢结构梁桥制造安装与质量检验规范 第3部分：质量检验要求

1 范围

本文件规定了公路钢结构梁桥检验检测的术语和定义、自检、抽检要求、材料、焊缝无损检测、圆柱头焊钉焊接检验、产品试板检验、高强度螺栓摩擦面抗滑移系数检验和高强度螺栓连接副终拧质量检查、涂层检验、检验报告的要求。

本文件适用于公路钢板梁、钢箱梁及钢混组合梁的检验检测。

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 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 试验方法

GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 714 桥梁用结构钢

GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓

GB/T 1229 钢结构用高强度大六角头螺母

GB/T 1230 钢结构用高强度垫圈

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈技术条件

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定

GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法

GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法

GB/T 2650 焊接接头冲击试验方法

GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法

GB/T 2652 焊缝及熔覆金属拉伸试验方法

GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法

GB/T 2970 厚钢板超声检测方法

GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

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 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5118 热强钢焊条

GB/T 5210　色漆和清漆拉开法附着力试验
GB/T 5293　埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实芯焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
GB/T 5313　厚度方向性能钢板
GB/T 6742　色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）
GB/T 6753.1　色漆、清漆和印刷油墨 研磨细度的测定
GB/T 8110　熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
GB/T 9286　色漆和清漆 漆膜的划格试验
GB/T 10045　非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝
GB/T 10433　电弧螺柱焊用圆柱头焊钉
GB/T 11345　焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
GB/T 13288.1　涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第1部分：用于评定喷射清理后钢材表面粗糙度的 ISO表面粗糙度比较样块的技术要求和定义
GB/T 13288.2　涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第2部分：磨料喷射清理后钢材表面粗糙度等级的测定方法比较样块法
GB/T 13288.4　涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第4部分：ISO表面粗糙度比较样块的校准和表面粗糙度的测定方法触针法
GB/T 13452.2　色漆和清漆 漆膜厚度的测定
GB/T 17493　低合金钢药芯焊丝
GB/T 18570.3　涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第3部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法）
GB/T 19418　钢的弧焊接头缺陷质量分级指南
GB/T 20123　钢铁总碳硫含量的测定高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
GB/T 20125　低合金钢多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
GB/T 26951　焊缝无损检测　磁粉检测
GB/T 26952　焊缝无损检测　焊缝磁粉检测　验收等级
GB/T 29711　焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征
GB/T 29712　焊缝无损检测 超声检测 验收等级
GB/T 36037　埋弧焊和电渣焊用焊剂
GB/T 37910.1　焊缝无损检测 射线检测验收等级 第1部分：钢、镍、钛及其合金
HG/T 3668　富锌底漆
HG/T 3792　交联型氟树脂涂料
JT/T 722　公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
JB/T 7948.6　焊剂化学分析方法 第6部分：磷含量测定
JB/T 7948.8　焊剂化学分析方法 第8部分：碳、硫含量测定
JTG/T 3650　公路桥涵施工技术规范
JTG/T 3651　公路钢结构桥梁制造和安装施工规范

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

零件　part

组成构件的最小单元。

3.2

产品试板 product test plate

为检验纵、横向对接焊缝焊接质量而设置的试件。

4 自检、抽检要求

4.1 自检、抽检工作要求

4.1.1 查看制造图纸与设计图纸中关于材质、检测标准、规范等要求是否一致。

4.1.2 是否使用现行有效的标准和规范。

4.1.3 编制检测技术方案、作业指导书，明确检测原始记录和检测报告的格式。

4.1.4 按照合同约定的检测内容和比例，实施第三方的理化检测和无损检测等。

4.1.5 自检由制造方委托具有相关资质的第三方检测公司进行检测，抽检由建设方委托具有相关资质的第三方检测公司进行检测。

4.2 自检和抽检比例

自检的检测比例按照相关设计文件、标准规范、制造规则等文件要求进行100 %检测，抽检在自检的基础上按照20 %～30 %进行检测。

5 材料检验

5.1 钢材

5.1.1 钢材的力学性能、化学成分和质量要求应符合 GB/T 714、GB/T 1591 和设计文件的规定。

5.1.2 附属结构用钢的力学性能、化学成分和质量要求应符合 GB/T 700 和设计文件的规定。

5.1.3 有 Z 向性能要求的钢板，应符合 GB/T 5313 的规定。

5.1.4 钢材应按同一厂家、同一牌号、同一板厚、同一出厂状态，每 10 个炉（批）抽验一组试件。若订货为需要进行超声检测的钢板，尚应抽取每种板厚的 10%（至少一块）进行超声检测。特殊情况下，材料的复验可前移至钢厂。

5.1.5 检验项目及方法应包括但不限于：

a) 质量证明书和质量检验试验资料；
b) 化学成分，应复验 C、Si、Mn、P、S 等元素含量，按照 GB/T 4336、GB/T 20123 的规定检测；
c) 力学性能，应复验屈服强度 ReL 和 ReH、抗拉强度 Rm、断后伸长率 A、弯曲(180°)、冲击吸收能量 KV2、断面收缩率 Z 和 Z 向拉伸（有 Z 向性能要求的钢材），按照 GB/T 228.1、GB/T 232、GB/T 229、GB/T 5313 的规定检测；
d) 板厚偏差，按照 GB/T 709 中 6.1 的规定检测；
e) 如需对钢板进行超声检测，按照 GB/T 2970 的要求进行。

5.1.6 评定规则具体要求如下：

a) 对各项检验结果的评定应按照相应的国家现行标准进行；当订货合同对技术条件有特殊规定时，应按照其规定执行。
b) 钢材检验批的评定应以抽样试件检验结果为准。对钢材检验批的质量评定应按照下列原则进行：

1) 当试验炉（批）号评定为合格时，评定整个检验批为合格；
2) 当试验炉（批）号评定为不合格时，在该检验批内再抽取两个炉（批）号的样品进行试验。若两个试验炉（批）号均合格，则该检验批其余炉（批）号均判定为合格；若两个试验炉（批）号均不合格，则对该检验批剩余的 7 个炉（批）号逐炉（批）取样进行试验，逐炉（批）评定；若两个试验炉（批）号有一个合格，另一个不合格时，在该检验批剩余的 7 个炉（批）号中再抽取两个进行试验；如果两个试验炉（批）号均合格，则判定该 7 个炉（批）号合格，否则对该检验批剩余的炉（批）号逐炉取样试验，逐炉（批）评定。

5.2 焊接材料

5.2.1 焊丝的熔敷金属力学性能、化学成分应符合 GB/T 8110、GB/T 10045、GB/T 17493 和设计文件的规定。

5.2.2 手工焊条的熔敷金属力学性能、化学成分应符合 GB/T 5117、GB/T 5118 和设计文件的规定。

5.2.3 埋弧焊用焊丝和焊剂的熔敷金属力学性能、化学成分应符合 GB/T 5293、GB/T 36037 和设计文件的规定。

5.2.4 焊接材料应根据焊接工艺评定试验确定。制造厂首次使用的焊接材料应按首次采购数量作为一批进行复验；连续使用同一厂家、同一型号的焊接材料的检验频次应符合下列规定：

a) 药芯焊丝和手工焊条应每年进行一次复验；
b) 实芯焊丝、埋弧焊焊丝、埋弧焊焊剂应按每次进厂数量组成检验批。

5.2.5 检验项目及方法，焊接材料检验项目应包括但不限于：

a) 质量证明书和质量检验试验资料；
b) 药芯焊丝熔敷金属的化学成分，应复验 C、Si、Mn、P、S、Ni 元素含量，按照 GB/T 4336 的规定检测；
c) 药芯焊丝熔敷金属的力学性能，应复验屈服强度 ReL 和 ReH、抗拉强度 Rm、断后伸长率 A、冲击吸收能量 KV2，按照 GB/T 2652、GB/T 2650 的规定检测；
d) 实心焊丝的化学成分，应复验 C、Si、Mn、P、S、Ni 元素含量，按照 GB/T 20123、GB/T 20125 的规定检测；
e) 实心焊丝熔敷金属的力学性能，应复验屈服强度 ReL 和 ReH、抗拉强度 Rm、断后伸长率 A、冲击吸收能量 KV2，按照 GB/T 2652、GB/T 2650 的规定检测；
f) 手工焊条熔敷金属的化学成分，应复验 C、Si、Mn、P、S、Ni 元素含量，按照 GB/T 4336 的规定检测；
g) 手工焊条熔敷金属的力学性能，应复验屈服强度 ReL 和 ReH、抗拉强度 Rm、断后伸长率 A、冲击吸收能量 KV2，按照 GB/T 2652、GB/T 2650 的规定检测；
h) 埋弧焊焊丝的化学成分，应复验 C、Si、Mn、P、S、Ni 元素含量，按照 GB/T 20123、GB/T 20125 的规定检测；
i) 埋弧焊焊丝熔敷金属的力学性能，应复验屈服强度 ReL 和 ReH、抗拉强度 Rm、断后伸长率 A、冲击吸收能量 KV2，按照 GB/T 2652、GB/T 2650 的规定检测；
j) 埋弧焊焊剂的化学成分，应复验 P、S 元素含量，按照 JB/T 7948.6、JB/T 7948.8 的规定检测；
k) 埋弧焊焊丝和焊剂组合的熔敷金属的力学性能，应复验屈服强度 ReL 和 ReH、抗拉强度 Rm、断后伸长率 A、冲击吸收能量 KV2，按照 GB/T 2652、GB/T 2650 的规定检测。

5.2.6 评定规则具体要求如下：

a) 对各项检验结果的评定应按相应的国家现行标准进行；当订货合同对技术条件有特殊规定时，应按其规定执行。

b) 焊接材料应以每一批的检验结果为准进行评定。任何一项检验结果不合格时，该项检验应加倍复验。对于化学分析，仅复验那些不满足要求的元素。当复验拉伸试验时，屈服强度 ReL 和 ReH、抗拉强度 Rm 及断后伸长率 A 同时作为复验项目。其试样可在原试件上截取，也可在新焊制的试件上截取。加倍复验结果均应符合该项检验的规定。

5.3 圆柱头焊钉、瓷环

5.3.1 圆柱头焊钉的化学成分及力学性能、焊接瓷环的质量应符合 GB/T 10433 和设计文件的规定。

5.3.2 圆柱头焊钉应按相同型号规格、相同生产批号组成检验批，同批最大数量应为：直径小于或等于 12 mm 时，不应大于 10000 套；直径大于 12 mm 时，不应大于 5000 套。进场数量少于上述规定时亦应视为一批。每批抽检 5 套。

5.3.3 检验项目及方法，圆柱头焊钉、瓷环检验应包括但不限于：

a) 质量证明书和质量检验试验资料；

b) 圆柱头焊钉化学成分，应复验材料的化学成分 C、Si、Mn、P、S、Ni 等元素含量，材质为 ML15Al 时，还应检测 Al 元素含量，按照 GB/T 4336 的规定检测；

c) 圆柱头焊钉、瓷环的焊接端焊接性能，应进行拉力试验、弯曲试验，按照 GB/T 10433 和 GB/T 228.1 的规定检测；

d) 瓷环的型式和基本尺寸的复验，按照 GB/T 10433 附录 B 的规定检测。

5.3.4 评定规则具体要求如下：

a) 对各项检验结果的评定应按相应的国家现行标准进行；当订货合同对技术条件有特殊规定时，应按其规定执行。

b) 圆柱头焊钉、瓷环应以每一批的检验结果为准进行评定。当抽样检验结果合格时，应评定检验批为合格；抽样检验结果不合格时，应在该批材料中再加倍抽检样品，重新进行检验，检验结果全合格则应判定该批材料合格，检验结果不是全合格则应判定该批材料不合格。

5.4 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母及垫圈

5.4.1 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母及垫圈应按批配套供货。

5.4.2 钢结构用高强度大六角头螺栓的尺寸应符合 GB/T 1228 的规定。

5.4.3 钢结构用高强度大六角头螺母的尺寸应符合 GB/T 1229 的规定。

5.4.4 钢结构用高强度垫圈的尺寸应符合 GB/T 1230 的规定。

5.4.5 钢结构用高强度大六角头螺栓连接副的螺栓楔负载、螺母保证载荷、螺母硬度、垫圈硬度、连接副扭矩系数应符合 GB/T 1231 和设计文件的规定。

5.4.6 同批高强度大六角头螺栓连接副最大数量为 3000 套。

5.4.7 螺栓楔负载、螺母保证载荷、螺母硬度、垫圈硬度按批抽检，样本数 n=8,合格判定数为 Ac=0。

5.4.8 高强连接副扭矩系数的检测按批抽取 8 套。

5.4.9 复验有异议时，在正常运输和保管条件下，应在产品出厂之日起 6 个月内向供货方提出。

a) 检验项目及方法，高强度大六角头螺栓、大六角头螺母及垫圈检验项目应包括但不限于：

b) 质量证明书和质量检验试验资料；

c) 螺栓楔负载，按照 GB/T 1231 和 GB/T 228.1 的规定检测；

d) 螺母保证载荷，按照 GB/T 1231 和 GB/T 228.1 的规定检测；

e) 螺母硬度，按照 GB/T 1231、GB/T 230.1、GB/T4340.1 的规定检测；

f) 垫圈硬度，按照 GB/T 1231、GB/T 230.1、GB/T4340.1 的规定检测；

g) 螺栓连接副扭矩系数，按照 GB/T 1231 的规定检测。

5.4.10 评定规则具体要求如下

a) 对各项检验结果的评定应按相应的国家现行标准进行；当订货合同对技术条件有特殊规定时，应按其规定执行。
b) 高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈及螺栓连接副应以每一批的检测结果为准进行评定。当抽样检验结果合格时，应评定检验批为合格；抽样检验结果不合格时，应在该批材料中再加倍抽检样品，重新进行检验，检验结果全合格则应判定该批材料合格，检验结果不是全合格则应判定该批材料不合格。

5.5 涂装材料

5.5.1 涂装材料的性能及要求应符合设计文件和 JT/T 722 的规定。

5.5.2 涂装材料应按相同品种、相同生产批号、同批进厂（场）的组成检验批，每批抽取样品一个。检验结果中如有某项指标存在争议时，可允许在该批涂装材料中再随机抽取一个样品，重新进行检验。

5.5.3 检验项目及方法，涂装材料检验项目按照设计文件、合同及相关制造规则等文件指定的复检项目进行，检验方法应按照 JT/T 722 中附录 B 的要求执行。没有明确要求时，检验项目应包括但不限于：

a) 质量证明书和质量检验试验资料；
b) 无机硅酸锌车间底漆：干燥时间、附着力，按照 GB/T 1728、GB/T 5210 的规定检测；
c) 环氧富锌防锈底漆：不挥发物含量、不挥发物中的金属锌含量、附着力，按照 GB/T 1725、HG/T 3668、GB/T 5210 的规定检测；
d) 环氧云铁中间漆（厚浆型）:不挥发物含量、弯曲性、附着力，按照 GB/T 1725、GB/T 6742、GB/T 5210 的规定检测；
e) 环氧磷酸锌封闭底漆：不挥发物含量、干燥时间、附着力，按照 GB/T 1725、GB/T 1728、GB/T 5210 的规定检测；
f) 环氧沥青涂料：不挥发物含量、耐冲击性、附着力，按照 GB/T 1725、GB/T 1732、GB/T 5210 的规定检测；
g) 氟碳面漆：氟含量（主剂）、不挥发物含量、细度、耐冲击性、附着力，按照 HG/T 3792、GB/T 1725、GB 6753.1、GB/T 1732、GB/T 5210 的规定检测；
h) 无机富锌防锈防滑涂料：不挥发物中的金属锌含量、干燥时间、附着力，按照 GB/T 1725、GB/T 1728、GB/T 5210 的规定检测；
i) 油漆生产厂提供的近期环氧富锌底漆耐盐雾试验检验报告，氟碳面漆耐人工加速老化性能的检验报告。

5.5.4 评定规则具体内容如下：

a) 对各项检验结果的评定应按相应的国家现行标准进行；当订货合同对技术条件有特殊规定时，应按其规定执行；
b) 涂装材料应以每一批的检测结果为准进行评定。当抽样检验结果合格时，应评定检验批为合格；抽样检验结果不合格时，应在该批材料中再加倍抽检样品，重新进行检验，检验结果全合格则应判定该批材料合格，检验结果不是全合格则应判定该批材料不合格。

6 焊缝无损检测

6.1 焊缝经外观检测合格后方可进行无损检测。无损检测应在焊接完成 24 h 后进行。

6.2 如设计对焊缝检测方法和频率有特殊要求时，按设计要求执行。

6.3 焊缝无损检测的质量等级应符合 GB/T 19418 的规定。

6.4 焊缝无损检测的检测等级和验收等级应符合下列规定：

a) 对接焊缝、熔透角焊缝的超声检测等级和验收等级应符合 GB/T 11345 和 GB/T 29712 的规定，应选用技术 1（以直径为 3mm 横孔作为基准反射体），制作距离-波幅曲线（DAC)。质量等级、检测等级和验收等级的对应关系应符合表 1 的规定；

表 1　焊缝质量等级、超声检测的检测等级和验收等级的关系

序号	按 GB/T 19418 的质量等级	按 GB/T 11345 的检测等级 [a]	按 GB/T 29712 的验收等级
1	B	至少 B	2
序号	按 GB/T 19418 的质量等级	按 GB/T 11345 的检测等级 [a]	按 GB/T 29712 的验收等级
2	C	至少 A	3
3	D	至少 A[b]	3[b]
注1：[a]当需要评定显示特征时，应按GB/T 29711评定。 注2：[b]不推荐做超声检测。但如果协议规定使用，参考GB/T 19418的C级执行。			

b) ——对开坡口且部分熔透焊接的角焊缝进行无损检测时，其检测深度应比设计坡口深度小 2 mm。部分熔透角焊缝的超声检测等级和验收等级应分别符合本规范表 1 的至少 A 和 3 级；

c) ——射线检测等级和验收等级应符合 GB/T 3323.1 和 GB/T 37910.1 的规定。质量等级、检测等级和验收等级的对应关系应符合表 2 规定；

表 2　焊缝质量等级、射线检测的检测等级和验收等级的关系

序号	按 GB/T 19418 的质量等级	按 GB/T 3323.1 的检测等级	按 GB/T 37910.1 的验收等级
1	B	B	1
2	C	B[a]	2
3	D	A	3
注：[a]环焊缝检测最少曝光次数按GB/T 3323.1的A级要求执行。			

d) 要求进行射线检测板厚大于 30 mm(不等厚对接时，按薄板计）的对接焊缝，宜采用检测等级为 C 级、验收等级为 2 级的超声检测代替 X 射线检测，此时焊缝余高应磨平，使用的探头折射角应有一个为 45°,检测范围应为焊缝两端各 500 mm。焊缝长度大于 1500 mm 时，中部应加探 500 mm；焊缝长度小于 1000 mm 时，应对焊缝的全长进行超声检测；

e) 磁粉检测等级和验收等级应符合 GB/T 26951 和 GB/T 26952 的规定，焊缝质量应达到 2X 级。

6.5　钢板梁焊缝无损检测的质量分级、检测方法、检测部位和等级应符合表 3 的规定。

表 3　钢板梁焊缝无损检测质量等级及检测范围

序号	焊缝部位	质量等级	检测方法	检测比例（接头数量）	执行标准		检测范围
					检测标准/级别	验收标准/级别	
1	主要杆件，受拉的横向、纵向对接焊缝	B级	UT	100 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
			RT	10 %	GB/T 3323.1 B级	GB/T 37910.1 1 级	两端各 250 mm～300 mm焊缝长度大于 1200 mm时，中部加探 250 mm～300 mm
2	主要杆件受压对接焊缝	B级	UT	100 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
3	熔透角焊缝	B级	UT	100 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
4	接头板处T型部分熔透角焊缝	C级	UT	100 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 3 级	焊缝全长
5	主要杆件棱角焊缝和T型焊缝[a]	C级	UT	100 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 3 级	焊缝两端各 1m
6	U肋坡与顶板坡口角焊缝[b]	B级	UT	20 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	熔透角焊缝两端各 1000 mm
			MT	100 %	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝两端各 1000 mm
7	工地环缝对接焊缝	B级	UT	100 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
8	角焊缝	C级	MT	100 %	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	两端螺栓孔部位并延长 500 mm，板梁主梁、箱梁及纵、横梁跨中加探 1000 mm
9	产品试板	B级	UT	100 %	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
10	拆除工艺板的部位	C级	MT	100 %	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	拆除工艺板的部位

注1：[a] 接头板检测范围不包括圆弧区范围。

注2：[b] U形肋与顶板熔透角焊缝，超声检测的比例和检测范围可根据焊接设备的自动化水平和稳定性在此基础上适当调整。序号6一栏中的超声检测仅用于U形肋与顶板熔透角焊缝。

6.6　钢箱梁焊缝无损检测的质量等级、检测方法、检测部位和等级应符合表 4 的规定。

表 4　钢箱梁焊缝无损检测质量等级及检测范围

序	焊缝部位	质量	检	检测比	执行标准	检测范围

号		等级	测方法	例（接头数量）	检测标准/级别	验收标准/级别	
1	顶板、底板、腹板横向对接焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
			RT	5%	GB/T 3323.1 B级	GB/T 37910.1 1 级	焊缝两端各 250～300mm，焊缝长度大于 1200mm时，中部加探 250～300mm
2	顶板、底板、腹板纵向对接焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级/3 级	端部 1m范围为 2 级，其余部位为 3 级
			RT	5%	GB/T 3323.1 B级	GB/T 37910.1 1 级/2 级	顶板焊缝两端、中间 250-300mm；底板、腹板焊缝两端各 250-300mm；两端 1 级，中间 2 级

表 4 （续）

序号	焊缝部位	质量等级	检测方法	检测比例（接头数量）	执行标准		检测范围
					检测标准/级别	验收标准/级别	
、3	梁段间对接焊缝（环焊缝）	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
			RT	5%	GB/T 3323.1 B级	GB/T 37910.1 1 级	顶板、底板对接焊缝两端各 250 mm～300 mm，长度大于 1200 mm中间加探 250 mm～300mm，腹板对接焊缝两端各 250 mm～300 mm。
	梁段间对接焊缝十字交叉处	B级	RT	顶板 100% 底板 10%	GB/T 3323.1 B级	GB/T 37910.1 1 级	十字交叉处焊缝横纵向各 250～300mm
4	横隔板、纵隔板立位对接焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
5	横隔板、纵隔板横位对接焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝两端各 1m
6	T型和角接接头熔透角焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
7	腹板与顶、底板间熔透角焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
8	非支座横隔板与顶板、底板间角焊缝	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝两端各 1m
9	非支座横隔板与腹板间	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝全长

	角焊缝						
10	支座横隔板与顶板、底板、腹板间坡口角焊缝	C级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
			MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝全长
11	纵隔板与顶板、底板、横隔板间坡口角焊缝	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝两端各 500mm
12	U肋坡与顶板坡口角焊缝[a]	B级	UT	20%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	熔透角焊缝两端各 1000mm
			MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝两端各 1000mm
13	U肋坡与底板坡口角焊缝	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝两端各 1000mm
14	U形肋、板肋嵌补段对接焊缝及角焊缝	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝全长
15	焊接试板	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
16	拆除临时连接件（含工艺板）的部	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	拆除工艺板的部位
注：[a] U形肋与顶板熔透角焊缝，超声检测的比例和检测范围可根据焊接设备的自动化水平和稳定性在此基础上适当调整。序号12一栏中的超声检测仅用于U形肋与顶板熔透角焊缝。							

6.7 钢混组合梁焊缝无损检测的质量分级、检测方法、检测部位和等级应符合表 5 的规定。

表 5 钢混组合梁焊缝无损检测质量等级及检测范围

序号	焊缝部位	质量等级	检测方法	检测比例（接头数量）	执行标准		检测范围
					检测标准/级别	验收标准/级别	
1	顶板、底板、腹板横向对接焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
			RT	10%	GB/T 3323.1 B级	GB/T 37910.1 1 级	两端各 250～300mm焊缝长度大于 1200mm时，中部加探 250～300mm
2	熔透角焊缝	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
3	部分熔透角焊缝	C级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 3 级	焊缝全长
4	板肋角焊缝	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	焊缝两端各 1000mm
5	产品试板	B级	UT	100%	GB/T 11345 B级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长
序	焊缝部位	质量	检测	检测比	执行标准		检测范围

号		等级	方法	例（接头数量）	检测标准/级别	验收标准/级别	
6	拆除工艺板的部位	C级	MT	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X级	拆除工艺板的部位

6.8 进行局部超声检测、射线检测、磁粉检测或渗透检测的焊缝，当发现有裂纹或其他超标缺陷时，应加倍检测，仍不合格时应将该条焊缝的检测范围延至全长。

6.9 同一条焊缝同时采用超声、射线和磁粉等多种方法检测时，应达到各自的质量要求，方可认为该焊缝合格。

6.10 焊缝返修和修复后的复检主要内容如下：

a) 若焊缝所在区域进行过扭曲修复，应重新按原检测方法进行无损检测，必要时增加其它无损检测方法。

b) 焊接缺陷宜采用碳弧气刨清除，并采用砂轮磨掉坡口表面的氧化皮，露出金属光泽。焊接裂纹的清除范围除应包括裂纹全长外，应由裂纹端外延 50 mm，直至没有裂纹产生的区域。

c) 采用自动焊返修焊缝时，应将清除焊缝部位的两端刨成 1:5 的斜坡后再进行焊接。

d) 返修部位及补焊受影响区域，应按原检测条件和方法进行复检，复检部位的缺陷应按原相关要求评定。

7 圆柱头焊钉焊接检验

7.1 圆柱头焊钉焊接完成后，应及时敲除焊钉周围的瓷环，并应进行外观检验。应保证焊钉底角在 360° 周边挤出焊脚，焊缝应饱满，无气孔、夹渣、裂纹等缺陷；咬边深度不应大于 0.5 mm,且最大长度不应大于一倍的焊钉直径。

7.2 焊缝外观检验合格后，应随机抽取各部位圆柱头焊钉总数的 1 %进行 30° 弯曲检验，弯曲后圆柱头焊钉的焊缝和热影响区不应有肉眼可见的裂纹，检验合格的圆柱头焊钉可保留其弯曲状态；不合格时应加倍取样进行检验。

8 产品试板检验

8.1 产品试板焊缝按质量等级 B 级要求进行超声检测，超声检测合格后应进行接头拉伸、侧弯和焊缝金属冲击试验，试样数量和试验结果应符合焊接工艺评定的有关规定。拉伸、侧弯、冲击试验方法应分别符合 GB/T 2651、GB/T 2653、GB/T 2650 的规定。

8.2 若试验结果不合格，应先查明原因后，再对该试板代表的接头进行处理，并重新焊接产品试板再进行检验。

9 高强度螺栓摩擦面抗滑移系数检验和高强度螺栓连接副终拧质量检查

9.1 高强度螺栓摩擦面抗滑移系数检验

见附录A。

9.2 高强度螺栓连接副终拧质量检查

9.2.1 检查应由专职质量检查员进行，检查用的指针扳手应进行标定，其扭矩误差不得超过使用扭矩的±3 %。

9.2.2 终拧检查宜在螺栓终拧 4 h 以后、24 h 之前完成。

9.2.3 初拧（复拧）检查应符合以下规定：

a) 对初拧(复拧)后的全部高强螺栓连接副，用小锤(约 0.3 kg)敲击螺母进行普查，以防漏拧；

b) 采用转角法施拧时，对每个节点高强度螺栓连接副总数的 10 %，但不少于 2 套进行初拧(复拧)扭矩检查。检查使用扭矩扳手，拧至初拧(复拧)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。

9.2.4 采用扭矩法施拧的终拧检查应符合以下规定：

a) 对全部终拧后的高强度螺栓连接副进行检查，查看初拧（复拧）后的标记线的螺栓与螺母相对位置是否发生转动，以检查终拧是否有漏拧；

b) 终拧扭矩检查应按每栓群高强度螺栓连接副总数的 5 %抽检，但不得少于 2 套；

c) 采用松扣回扣法检查时，应先在螺杆端面和螺母上画一直线做标记，然后将螺母拧松约 30°，再用检查扭矩扳手将螺母重新拧至原来位置，使两线重合，测得此时的扭矩值在 0.9 Tch～1.1 Tch 范围内时为合格。 Tch 应按式（1）计算。

$$T_{ch} = K \cdot P \cdot d \quad \text{.....(1)}$$

式中：

Tch——检查扭矩（N·m）；

K——测定的扭矩系数

P——高强度螺栓预拉力设计值(kN)，见本文件第2部分表7；

d——高强度螺栓公称直径(mm)。

d) 每个节点检查的螺栓，其不合格数不宜超过抽验总数的 20 %；如果超过此值，则应继续抽验，直至累计总数 80 %的合格率为止。对欠拧者应补拧，不符合扭矩要求的螺栓应更换后重新补拧。

10 涂层检验

10.1 涂装前构件表面的清洁度及粗糙度检验

涂装前构件表面的清洁度及粗糙度应满足设计条件。表面清洁度采用图谱对照检查，按照GB/T 18570.3的规定检测。表面粗糙度采用粗糙度比较样板或粗糙度测量仪检查，按照GB/T 13288.1、GB/T 13288.2、GB/T 13288.4的规定检测；

10.2 构件涂层外观质量

10.2.1 涂料涂层的表面应平整、均匀一致，无漏涂、起泡、裂纹、气孔和返锈等现象，允许有轻微桔皮和局部轻微流挂。金属涂层表面应均匀一致，不允许有漏涂、起皮、鼓泡、大熔滴、松散粒子、裂纹和掉块等，允许有轻微结疤和起皱。

10.2.2 涂层流挂、起皱的最大面积应不大于 900 mm²，在任何 1 m² 范围内不得多于 2 块。

10.3 干膜厚度

10.3.1 涂层厚度应符合设计要求及所用涂装材料产品说明书的要求。每个测量单元应至少选取 3 处基准表面，每个基准表面应按 5 点法进行测量。检测频次和方法应符合设计文件的规定。设计文件未要

求时，按照同类构件数量的 20 %且不少于 5 件。每涂完一道涂层应检测干膜厚度，出厂前应检查总干膜厚度。测厚检测方法应符合 GB/T 13452.2 的规定。

10.3.2 施工中应随时检查湿膜厚度以保证干膜厚度满足设计要求。设计未要求时，干膜厚度可采用“85-15”规则判定，即允许有 15 %的读数低于规定值，但每一单独读数不得低于规定值的 85 %。对于结构主体外表面，可采用“90～10”规则判定。涂层厚度达不到设计要求时，应增加涂装道数，直至合格为止。漆膜厚度测定点的最大值不应超过设计厚度的 3 倍。

10.4 附着力

10.4.1 附着力检测频次和方法应符合设计文件的规定。设计文件未要求时，按照同类构件数量的 5 %且不少于 5 件，每件检测 1 处。

10.4.2 当检测的涂层厚度不大于 250 μm 时，各道涂层和涂层体系的附着力宜按划格法进行，且应不大于 1 级；当检测的涂层厚度大于 250 μm 时，附着力宜按拉开法进行，涂层体系附着力不小于 3 MPa。用于钢桥面的富锌底漆，涂层附着力不小于 5 MPa。

10.4.3 划格法检测方法应符合 GB/T 9286，附着力检测方法应符合 GB/T 5210 的规定。

11 检验报告

11.1 应按国家、行业以及地方档案管理部门的要求，编制完成检验报告和检验总结报告等文件。

11.2 检验报告的格式和内容应符合设计文件、国家及行业检测标准规范和委托方的要求。

附 录 A
（规范性）
高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验方法

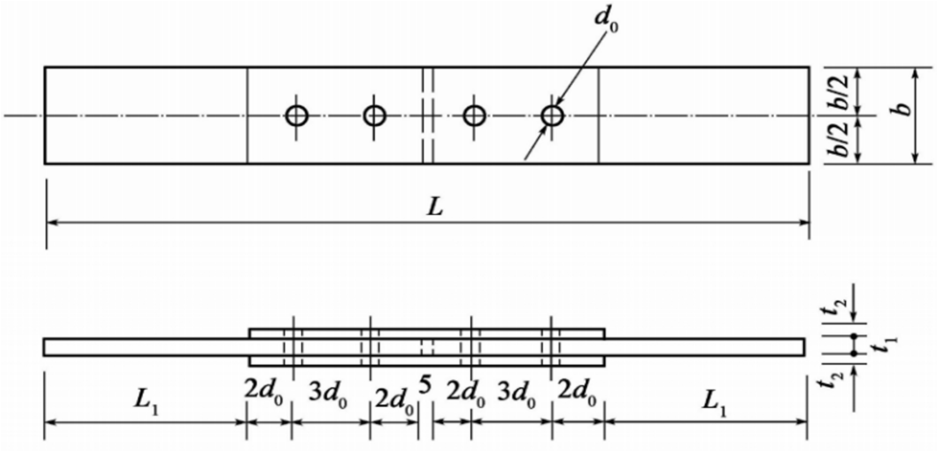
A.1 本方法适用于采用高强度螺栓连接的摩擦面抗滑移系数试验。

A.2 基本要求应符合下列规定：

A.2.1 制造厂和安装单位应分别以钢结构制造批为单位进行抗滑移系数试验。制造批可按单位工程划分规定的工程量每2000 t为一批，不足2000 t的可视为一批；分节段安装的构件应以每10 个节段为一批，不足10 个节段时视为一批。选用两种及两种以上表面处理工艺时，每种处理工艺应单独检验。

A.2.2 每一批应制作6 组试件，其中3 组用于出厂试验，3 组用于工地复验。设计文件对抗滑移系数试件的数量及规格有要求时，应符合其规定。

A.2.3 抗滑移系数试验应采用双摩擦面的两栓拼接的拉力试件，试件的加工制作应符合图A.1的规定。



注：图中$2t_2 \geqslant t_1$

图 A.1 抗滑移系数拼接试件的形式和尺寸（尺寸单位：mm）

A.3 试验方法应符合下列规定：

A.3.1 试验用的试验机误差应在1 %以内。

A.3.2 试验用的贴有电阻片的高强度螺栓、压力传感器和电阻应变仪应在试验前采用试验机进行标定，其误差应在2 %以内。

A.3.3 测定抗滑移系数的试件应由钢结构制造厂加工，试件与所代表的钢结构应为同一牌号、同批制作、同一摩擦面处理工艺，使用同一性能等级和同一直径的高强度螺栓连接副，并在相同条件下运输、存放。试件的摩擦面在运输和存放过程中不得有损伤。

A.3.4 试件的钢板厚度t1、t2应为所代表的桥梁钢结构中有代表性部件的钢板厚度，同时应考虑在摩擦面滑移之前，试件钢板的净截面始终处于弹性状态；试件的宽度b应按表A.1确定。

表 A.1　试件宽度

单位为 mm

螺栓直径 d	16	20	22	24
板宽 b	100	100	105	110

A.3.5　试件加工应符合图A.1的规定。

A.3.6　试件板面应平整、无油污，孔和板的边缘无飞边、毛刺。

A.3.7　应按图A.1所示进行试件组装，先打入冲钉定位，然后逐个换成贴有电阻应变片的高强度螺栓（或用压力传感器），拧紧高强度螺栓的预应力达到（0.95～1.05）P（P为高强度螺栓设计预拉力）。

A.3.8　将试件装在试验机上，使试件的轴线与试验机夹具中心线严格对中。

A.3.9　在试验中发生以下情况之一时，认为达到滑动荷载：

a)　试验机发生回针现象；

b)　X-Y 记录仪中变形发生突变；

c)　试件侧面画线发生错动。

A.4　抗滑移系数 μ 应按式(2)计算，取两位有效数字：

$$\mu = \frac{N}{n_f \sum P_t} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

N——由试验机测得的滑动荷载（kN，取3位有效数字）；

n_f——摩擦面面数，取n_f=2；

P_t——高强度螺栓预拉力实测值（kN）；

ΣP_t——与试件滑动荷载对应一侧的高强度螺栓预拉力实测值之和（kN，取3位有效数字）。

A.5　每批 3 组试件的摩擦面抗滑移系数最小值应不小于设计规定值