

团体标准
《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》
编制说明书

2025年7月

《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》编制说明

一、工作简况

1、任务来源

2024年12月，中国钢结构协会标准化工作委员会发布《关于开展〈《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》〉团体标准立项的通知》，同意本标准立项，项目计划编号为XXXXXXXXXX。

2、项目背景

近年来，随着我国桥梁工程技术的快速发展，耐候钢材料因其优异的耐腐蚀性、良好的力学性能和免涂装特点，被广泛应用于公路、铁路、城市交通等各类桥梁结构中。特别是在钢结构桥梁建设领域，耐候钢不仅显著降低了后期运维成本，还提高了桥梁的使用寿命与结构安全性。

耐候钢是一种通过合金设计使其在大气环境中表面形成稳定致密的锈层，从而达到无需涂装、延缓腐蚀的结构钢。典型耐候钢如Q355NH、Q420NH等，其在有氧、有湿度的大气环境下可自然生成一层保护性锈层（锈蚀产物膜），有效抑制深层腐蚀过程。与传统涂装钢材相比，耐候钢在桥梁工程中具备如下优势：优异的耐大气腐蚀性能：其腐蚀速率明显低于普通钢材，可显著提高桥梁使用寿命。降低运维成本：无需或少量涂装，大幅减少后期涂层维护工作量与维护成本。绿色环保：避免有害涂层材料使用与频繁更换，减少VOC排放和二次污染。良好的焊接与成型性能：适用于各种桥型设计与加工需求。目前，国内众多重点工程已开始推广耐候钢桥梁，包括雄安新区桥梁工程、成渝中线高铁、川藏铁路、等，显示出极强的工程适用性和推广价值。

然而，目前我国在耐候钢桥梁的制造工艺、焊接接头耐久性控制、防腐蚀性能评价、锈层稳定化处理、现场监理实施等方面尚缺乏系统性、工程化的标准规范。现有的国家标准和行业标准多聚焦于通用钢结构或普通桥梁制造，对耐候钢这一特种材料在桥梁工程中的应用指导不足，难以满足当前项目对“高性能、高标准、高耐久”的技术需求，存在较大的工程实践空白。尽管耐候钢已在桥梁工程中得到广泛应用，但目前国家与行业层面的标准体系尚未完全覆盖其特性及相关工程需求，主要存在以下不足：通用性标准主要针对普通碳钢或低合金结构钢，无法满足特种钢材要求，对于耐候钢制造中的特殊工艺控制（如锈层形成条件、焊接热输入限制、表面处理方式等）未做专门规定。缺乏锈层稳定化处理与监理技术要求：锈层的稳定性与均匀性直接决定耐候钢的防护性能，目前尚无标准对其形成过程、控制要点、质量评价方法做出统一要求；在施工及监理过程中，缺乏对关键环节

的过程控制指导，导致部分项目在竣工初期即出现锈层脱落、颜色不均、腐蚀异常等问题。实际工程经验难以固化推广：近年来不少单位积累了丰富的耐候钢桥梁制造与建设经验，但由于无系统标准支撑，这些经验难以形成行业共识和技术规程，严重制约技术扩散。监理单位能力参差、责任不清：当前项目执行中存在部分监理单位对耐候钢理解不深、控制能力弱，无法有效识别制造缺陷与工艺偏差，影响桥梁质量安全。因此，迫切需要制定一部系统性、专业化的团体标准，针对耐候钢桥梁在制造与监理环节的关键控制技术进行规范，指导行业健康有序发展。

为提升耐候钢桥梁制造与质量控制的标准化水平，推动耐候钢材料在桥梁工程中的安全、环保和经济应用，由中国钢结构协会提出，联合相关设计单位、制造企业、监理单位、高校科研机构共同起草制定本团体标准，对耐候钢桥梁的制造工艺流程、质量要求、检验方法及监理技术要求进行系统性规定，填补现行标准体系中的空白，保障工程质量和安全，推动绿色低碳基础设施建设。

3、与有关标准情况说明

《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》团体标准在编制过程中，充分调研和参考了现有国家标准、行业标准、团体标准和地方标准，力求在保持标准体系协调一致的基础上，针对耐候钢桥梁的特殊需求进行创新补充。本标准的制定，旨在填补现行规范在耐候钢桥梁制造与监理环节的空白，并与现有标准体系形成有机衔接。

在国家标准方面，主要参考了《建筑结构用钢板》（GB/T 19879）、《钢结构设计标准》（GB 50017）、《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591）等文件。这些标准从总体上规定了钢桥制造的基本技术要求、结构设计原则以及材料性能指标，但由于主要面向传统碳钢和低合金钢结构，对耐候钢在桥梁结构中的应用特点、锈层生成、表面处理、焊接控制等缺乏具体指导。因此，本标准在吸收上述标准通用要求的基础上，进一步细化了适用于耐候钢的材料选型、加工工艺和质量检验指标。

在行业标准方面，参考了《铁道车辆用耐大气腐蚀钢及不锈钢焊接材料》（TB/T 2374）和《公路耐候钢桥梁设计与施工指南》（DB34/T 4765）等文件。前者适用于铁路桥梁钢结构的制造，具有较强的专业性，但其对耐候钢的适用场景和性能控制仍沿用传统标准逻辑，未作针对性技术深化。后者则是交通运输部发布的指南性技术文件，虽提出了耐候钢桥梁的一般设计与使用建议，但未形成可操作性强的标准条文体系，难以直接指导制造与监理实践。本标准在参考其技术原则的基础上，系统梳理并工程化转化为具体的制造与监理控制条款。

制定《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》团体标准，是对现有标准体系的重要补充与完善。本标准围绕耐候钢材料选用、制造工艺流程、锈层形成与处理、结构焊接质量控制、监理节点要求、检验评定方法等内容进行系统规定，首次将制造与监理技术要求整合于一体，形成全过程、全环节的技术规范。

4、起草单位

本标准起草单位有：四川省钢构智造有限公司、四川成乐高速公路有限责任公司、中交二公局华东建设有限公司、中铁山桥集团有限公司、河钢股份有限公司、中国铁路设计集团有限公司、北京交通大学、北京科技大学、山东省交通规划设计院集团有限公司、天津弘康工程科技有限公司、唐山开元焊接自动化技术研究有限公司。

5、编制过程说明

5.1 起草阶段

本标准立项后，由四川省钢构智造有限公司牵头成立了标准编制工作组，制定编制工作计划，明确起草人的职责和分工。

起草组自2024年12月标准立项后，组织了多轮专题调研，涵盖桥梁设计单位、钢结构制造企业、监理公司、科研院校及材料生产企业等相关方，重点了解耐候钢桥梁在实际工程中的制造难点、锈层控制问题、施工监理盲区以及行业在标准化方面的迫切需求。调研覆盖了多个典型工程项目，收集了大量第一手工程数据、质量控制经验及标准应用反馈，为后续标准起草提供了坚实基础。在充分调研的基础上，起草组系统梳理了国内外现行相关标准、技术规范、规程、指南及典型项目技术文件，形成了《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》的初步框架，确定标准以“全过程控制、制造与监理并重”为核心，分章设置“材料要求、制造工艺、质量控制、锈层处理、监理实施”等内容。

2025年6月，工作组召开线上启动会及初稿讨论会，进一步修改规范标准草案，编写形成征求意见稿和编制说明。

5.2 征求意见阶段

X年X月X日，本标准由XXXXXX在全国团体标准信息平台，面向社会进行公开征求意见。同时由标准编制工作组组织向相关机构、单位进行定向征求意见。

截止X月X日，通过公开征求意见途径，征得反馈意见0条。

截止X月X日，通过定向征求意见途径，向X家单位共征得反馈意见X条，其中采纳X条，未采纳0条，具体见《征求意见汇总处理表》。

5.3 审查阶段

标准编制工作组根据所征得的反馈意见，对标准及编制说明进行调整修改，形成标准送审稿。计划于X年X月，由XXXXX组织召开专家评审会，对本标准进行审查。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

1、标准的编写原则

为确保《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》团体标准的科学性、先进性、适用性和可操作性，起草组在标准编写过程中严格遵循国家标准化管理相关法规和技术导则，贯彻以“服务工程实践、支撑高质量发展、推动绿色低碳转型”为核心的标准定位，主要坚持以下编写原则：

（一）科学性与工程实用性相结合

标准内容以工程实践中可行、可控、可检验为基础，广泛调研现有桥梁工程中的耐候钢应用案例，系统总结制造与监理过程中的关键控制点、常见问题及解决路径。所有技术条款和指标设置均基于可验证的实验数据、工程经验和行业共识，确保标准落地后具备良好的工程适应性与实操指导价值。

（二）突出耐候钢材料的应用特性

标准紧扣耐候钢材料在桥梁工程中的特性，针对其表面锈层自保护机制、免涂装施工需求、腐蚀控制策略、焊接热输入敏感性等关键差异进行专章规定，弥补现行通用钢结构标准在材料适应性方面的不足，体现“材料专用、技术专用”的专业导向。

（三）全过程质量控制理念

本标准覆盖耐候钢桥梁从原材料进厂、制造加工、锈层处理、工厂验收、运输安装、现场监理等全过程，强调从源头预控到过程监督再到结果评价的系统性质量管理要求，突出过程控制、分阶段验收、监理节点设置等内容，提升桥梁工程整体质量保障水平。

（四）制造与监理并重、标准条文一体化编排

标准打破传统制造标准与监理指南分离的写法，首次将制造技术要求与监理实施要求在一部标准中统一编排，形成“制造－控制－监理－验收”的条文逻辑链条，有效提升使用便利性，满足设计、制造、监理单位对统一规范的实际需求。

（五）协调性与创新性兼顾

标准编写过程中充分对标现行国家标准、行业标准和地方标准，吸收《钢桥制造技术条件》（GB/T 19879）、《公路桥梁耐候钢使用技术指南》（JT/T 1037）、《铁路钢桥制造技术条件》（TB/T 2374）等现有成果，在保持基本技术框架协调一致的基础上，创新性提

出锈层稳定性判定方法、表面腐蚀均匀性控制参数、监理检查表模板等内容，体现团体标准灵活、快速、问题导向的优势。

2、提出本标准的依据

国家“碳达峰、碳中和”战略明确提出推动基础设施绿色转型，耐候钢作为典型的免涂装、低维护、高耐久结构材料，符合《“十四五”新型基础设施建设规划》《交通强国建设纲要》《建筑业发展“十四五”规划》等政策中关于绿色建材推广应用的方向。交通强国建设目标：桥梁作为综合交通体系的重要节点工程，其质量水平直接关系到通行安全与网络效率。推动桥梁高性能、长寿命、智能化发展，亟需先进结构材料和配套标准体系支撑。工程质量强制管理机制强化：近年来，国家对重点工程制造与全过程质量控制提出更高要求，强调监理责任与过程管理。本标准提出制造与监理一体化的技术要求，契合工程监管趋势。随着耐候钢在桥梁工程中的快速推广，现有工程项目中已暴露出一系列技术瓶颈和管理空白：材料适配性与制造技术脱节；锈层形成过程控制手段缺乏；焊接热输入控制标准不统一；锈层颜色、均匀性与耐久性评定指标模糊；监理单位难以识别锈层质量问题，责任边界不清。

上述问题导致部分工程项目在建成初期即出现锈层脱粉、腐蚀异常、结构预期寿命不足等现象，直接影响结构安全与公众观感。行业呼吁尽快出台具备工程可操作性的耐候钢桥梁制造及监理专用标准。因此，有必要制定一部系统、独立、工程化的团体标准，聚焦耐候钢桥梁制造与监理全过程技术要求，填补现行标准缺口。

3、制定本标准的基础

起草单位主要业绩：四川省钢构智造有限公司自2021年12月注册成立以来，依托眉山产业基地一流的智能制造平台，累计总投资17.1亿元，年产能达16万吨，拥有预处理、钢箱梁、钢桁梁、钢管拱、板单元等七大智能生产线和近500套高端设备，自动化水平超过72%。成立短短几年，即承担甘孜泸定海螺沟灾后重建、成绵高速扩容、天眉乐虎渡溪特大桥等20余项重大基础设施工程，形成了桥梁耐候钢大型构件工厂化制造、锈层稳定化处理及现场免涂装的成熟体系，为本标准提供了雄厚的工程实践基础和技术支撑。该基地还入选2024年四川省唯一的5G工厂，成为西南地区规模最大、技术最先进、智能化程度最高的桥梁钢结构加工制造样板企业。

4、主要内容

本文件规定了耐候钢桥梁制造及监理的基本要求、技术要求、质量检验与验收、监理要点等。

本文件适用于采用耐候钢材料制造的各类公路、铁路桥梁等相关工程。

5、实际应用效果

本标准实施后通过规范制造流程和过程监理要点，降低锈层失控、结构缺陷等常见问题发生率，延长桥梁服役寿命。推动绿色建造与低碳发展：标准鼓励免涂装耐候钢桥梁的规范应用，减少涂装材料消耗与后期维护频率，响应国家“双碳”目标，具备良好的生态效益。明确各方责任、提升工程管理效率：标准统一制造方与监理方的技术语言与验收标准，避免标准缺失带来的界面模糊问题，有助于各方协作，提高管理水平。促进先进制造工艺推广与升级：标准推动激光切割、低热输入焊接、自然锈层诱导处理等新技术的工程化应用，带动钢结构加工企业技术升级。支撑标准体系完善：本标准填补了现行国家与行业标准在耐候钢桥梁制造与监理领域的空白，为后续制定或修订更高层级标准提供实践基础和技术储备。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

1、主要试验或验证的分析

为确保标准中的技术要求和试验方法科学合理、切实可行，工作组进行了大量的试验和验证工作。为确保本标准中锈层处理、制造工艺及监理要求具备良好的工程适应性与可操作性，编制组以成乐高速扩容工程为试点开展了大规模的工艺试验与锈层稳定化验证工作，形成了系统的实证支撑。

（1）锈层稳定化处理试验验证

在成乐扩容项目中，涉及耐候钢总量超过32.7万吨，项目采用了多家制造商共同供货。为统一锈层外观质量，试验组对多种锈层稳定化处理剂进行了对比试验，重点考察了以下内容：

锈层成膜周期与致密性：不同厂家产品在抛丸/喷砂Sa2级构件上，采用周期性喷淋工艺后7天内快速生成均匀锈层。天津弘康与森拉特处理剂生成的锈层厚度约为20~30 μm，附着力良好。

锈层均匀性与色差控制：采用色差仪在不同构件同一平面测得的 ΔE 平均值均低于10，符合锈层颜色均匀性指标要求。

致密度控制：锈层致密度试验采用透明胶带剥离法（45°急拉），显微镜检查无金属裸露，满足致密性要求。

浮锈与水渍控制：试验发现，若构件水平摆放或积液未及时处理，容易导致锈层不均匀或流痕。因此标准明确构件需倾斜摆放、及时吸干残液。

(2) 喷淋工艺与施工参数验证

通过成乐项目多个批次喷淋操作实测，确认以下喷淋参数具有良好的稳定性和可复制性：

项目	要求参数
喷涂距离	约350mm
喷涂角度	80° ~90°
喷涂方式	水平匀速移动、覆盖1/2-1/3重叠
间隔周期	每遍间隔干燥约6~12小时
总喷涂遍数	2~3遍处理液 + 2遍清水

通过喷淋处理剂-干燥-喷水循环控制，有效诱导锈层形成，稳定性大幅提升。

(3) 焊缝与补涂区域处理验证

在实际安装中，项目还验证了焊缝区锈层修补的合理性，采取打磨+手工辊涂稳定化处理剂的方式，确保补涂区域色差可控，并在补涂后每天喷淋清水2-3次养护，连续进行3天以提升锈层融合度。

(4) 实际工程表现验证

处理完成的构件在桥位施工、运输与现场存放过程中表现出良好的锈层稳定性，未出现明显粉化、剥落、颜色不均等问题。通过百余件构件的锈层外观等级对照板比对，锈层致密、稳定、美观，充分验证了本标准条款的科学性与可执行性。

2、预期的经济效益

《耐候钢桥梁制造及监理技术要求》团体标准的实施，将有力推动我国耐候钢材料在桥梁工程中的科学应用、规范制造与高效监理，从而显著提升工程项目的质量稳定性、全生命周期经济性与管理效能。该标准在实际应用中预期将产生如下几方面的经济效益：

(一) 降低桥梁全生命周期运维成本

耐候钢桥梁的最大优势之一是实现免涂装或少维护涂装，其稳定锈层可在自然环境中长期发挥自保护作用。相比传统碳钢或普通钢结构桥梁，耐候钢桥梁在建成后可大幅度降低涂装维护频率，并节省大笔重复油漆、养护施工和设备投入。

(二) 减少返工与质量缺陷处理成本

标准通过对锈层形成、制造工艺、焊接热输入、监理介入节点等全过程设置清晰控制要求与可执行判据，可有效减少制造缺陷与监理盲区，避免因质量问题引发的返工、延期或索赔。

三）促进钢材使用效率与材料成本优化

本标准通过推荐高性能耐候钢合理应用场景，引导项目单位选择性价比更高的材料替代传统碳钢，同时提出材料复验制度与选型标准，避免因选材不当导致的结构性能冗余或过度浪费。

（四）提升工程项目整体投资效益

标准实施将带来施工周期控制能力增强、工程交付质量提升、后期维保责任界限清晰等一系列管理效益，使得桥梁投资项目的综合回报能力提高，减少不可预见性费用支出。

（五）带动绿色建造与环保效益的经济转化

采用耐候钢结构可减少大量涂装涂料和清洗溶剂使用，降低VOCs排放与固废产生，减少施工期环境治理投入，具备良好的绿色经济价值。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

在本标准的编制过程中，起草组广泛调研了美国、德国、日本等国家在耐候钢桥梁制造与防护领域的相关标准与技术文件，结合国内近年来的工程经验，进行了系统的对比分析。总体来看，国外在耐候钢应用方面起步较早，标准体系较为成熟，主要侧重于材料性能、结构设计和防腐寿命等方面的指导，但在制造工艺控制、锈层稳定性评估及施工过程监理等方面多依赖企业自控或技术指南，缺乏具有统一操作性的一体化标准。

与国际同类标准相比，本标准在内容体系上注重全过程覆盖，除材料要求和制造技术条款外，特别增加了针对锈层形成过程的控制方法、现场验收标准以及监理实施细则，体现了制造与监理并重的特点。同时，在锈层附着力、颜色均匀性、粉化倾向等指标上，标准提出了更具可操作性的判定方法，如色差仪量化测定、锈层划格附着测试等，便于现场实施与监理验收。相比国外强调“由企业自行保证稳定锈层质量”的做法，本标准更加注重形成可统一执行的工程控制规范。

因此，可以认为，本标准在继承国外成熟技术理念的基础上，结合中国桥梁建设实际和气候多样化特征，形成了具有中国特色的标准体系，既具有国际先进性，又具备良好的本土适应性，为我国耐候钢桥梁工程的规范化、标准化提供了有力支撑。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

无。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

1. 本标准符合我国目前法律、法规的规定，本标准与其他相关标准没有矛盾之处。
2. 参照相关法律、法规和规定，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。

3. 本标准规范性引用文件有：

GB/T 4171 耐候结构钢

GB/T 714-2015 桥梁用结构钢

TB/T 3556-2020 铁路桥梁用结构钢

GB 50205-2020 钢结构工程施工质量验收标准

GB/T 26429-2010 设备工程监理规范

GB/T 3274-2017 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带

GB/T 8110-2020 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 1591-2018 低合金高强度结构钢

DB21/T 3616-2022 公路桥梁耐候钢焊接技术规程

GB/T 44204-2024 钢结构焊接监理技术要求

Q/320584TJHK 002-2017 耐候钢锈蚀处理剂及施工标准

GB/T 8923.1-2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓连接副

GB/T 43151-2023 钢结构用耐候钢高强度螺栓连接副

JTG/T 3651-2022 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范

Q/CR 9211-2015 铁路钢桥制造规范

七、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无。

八、涉及专利的有关说明

无。

九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

（一）组织措施

成立标准实施工作组：依托中国钢结构协会或相关专业委员会，组织起草单位、参编企业、重点设计院和制造单位成立“标准实施工作组”，负责标准的宣传解读、试点推广、使用指导和问题收集反馈等工作。

开展专题培训和宣贯活动：结合地方建设主管部门、交通系统或大型工程项目，开展分区域的宣贯培训、标准推介会和技术讲座，提升设计、制造、施工、监理等各方的认知度和执行力。

（二）技术措施

建立标准关键技术数据库：收集锈层处理、焊接控制、腐蚀试验、监理流程等关键技术参数和工程数据，形成标准实施支撑平台，为后续修订、评估提供基础。

开发辅助验收工具和表单模板：推出锈层颜色判断工具、监理验收检查表、工艺控制卡模板等工程化辅助资料，提高标准条文的落地率和实际操作性。

鼓励企业技术升级与适配性改造：鼓励钢桥制造企业对现有工艺流程、涂装设施和质检手段进行标准适配改造，实现标准内容的全面闭环应用。

（三）标准实施过渡期建议

考虑到标准推广初期行业的接受程度和制造能力差异，建议设置6个月的过渡期：在标准发布后6个月内，鼓励相关工程单位先行试行标准，并由工作组提供技术支持；6个月后建议将标准作为耐候钢桥梁工程项目的推荐性执行依据；

（四）标准实施日期建议

考虑到宣贯、培训及行业准备时间，建议本标准自发布之日起6个月后实施。建议实施日期：标准正式发布之日起第180日开始执行。

十、其他应当说明的事项

无。