《公路钢混组合梁桥钢梁制造技术规程》
团体标准

编制说明

江苏常鑫路桥集团有限公司

2026年10月

目 录

一、背景、目的意义和作用.....1

1.1 编制背景.....1

1.2 编制意义.....1

1.3 作用.....2

二、编制过程.....3

2.1 任务来源.....3

2.2 主要起草单位（人）.....3

2.3 编制组目前开展的阶段性工作.....3

三、与现有相关标准的关系.....4

四、标准主要内容的创新先进.....6

4.1 主要技术内容.....6

4.2 创新先进性.....**错误！未定义书签。**

五、标准主要内容的可行依据.....8

六、标准宣贯和推广应用措施.....10

七、编制过程发生的重大分歧意见及处理情况.....12

八、标准推广应用前景和预期社会经济效益.....12

九、其他予说明的事项.....14

一、背景、目的意义和作用

1.1 编制背景

随着交通强国建设深入推进，我国高速公路桥梁工程向工业化、绿色化、智能化方向转型升级，钢混组合梁结构凭借自重轻、施工速度快、结构性能优、全生命周期经济性好等优势，在江苏省乃至全国高速公路桥梁建设中应用规模持续扩大，已成为中小跨径桥梁的主流结构形式之一。钢梁制造作为钢混组合梁工程的核心环节，传统以人工焊接为主的制造模式逐渐暴露出质量稳定性不足、生产效率偏低、人力成本高、复杂空间作业安全风险高等短板，难以适应大规模、高标准桥梁建设的发展需求。

近年来，工业机器人、数字孪生、机器视觉、工艺数据库等智能制造技术逐步渗透桥梁钢结构制造领域，机器人焊接、智能下料、数字化质量管控等技术在行业内标杆企业得到实践应用，有效提升了制造效率与质量一致性。但智能化制造的应用仍处于分散探索阶段，缺乏统一的技术规范与管理标准。现行公路桥梁钢结构制造相关标准中，《公路钢结构桥梁制造和安装施工规范》（JTG/T 3651）等行业标准主要针对通用制造与安装要求，未对智能化制造的专项工艺、装备要求、数字化管控等作出系统规定，缺少可落地的智能化制造技术指引，导致不同企业智能化应用水平参差不齐、质量管控口径不一，制约了行业整体智能化水平的提升。

政策层面，国家《“十四五” 现代综合交通运输体系发展规划》《“十四五” 智能制造发展规划》明确提出推动交通装备制造智能化、推进工程建设工业化与数字化融合；江苏省《江苏省交通强国建设实施方案》《江苏省制造业智能化改造和数字化转型实施方案》要求加快交通建设领域智能化技术应用，推动建造方式转型升级，为本标准的编制提供了明确的政策指引。

在此背景下，结合江苏省钢混组合梁钢梁智能化制造的实践经验，编制《公路钢混组合梁桥钢梁智能化制造技术规程》团体标准，对填补行业标准空白、规范智能化制造流程、提升行业整体技术水平具有重要现实意义。

1.2 编制意义

本标准的编制是深入贯彻制造强国、交通强国战略及江苏省智能化转型相关部署要求的重要举措，聚焦当前公路钢混组合梁钢梁智能化制造领域专项标准缺

失、行业技术尺度不一、质量管控口径不统一等发展痛点，系统规范全流程智能化技术要求、装备性能指标与数字化管理机制，既填补了公路桥梁钢结构智能化制造领域的专项标准空白，为行业提供统一可落地的技术遵循，也推动传统人工主导的制造模式向机器人化、少人化、数字化模式转型升级，有效提升生产效能、降低作业安全风险，同时构建全链条智能质量管控体系，从源头保障钢梁结构本质安全，并通过工艺数据库、焊缝地图、数字孪生等技术要求打通制造端数据链路，为交通建设领域智慧建造落地与数字化转型提供支撑。

1.3 作用

当前公路桥梁钢结构制造相关标准多聚焦通用制造工艺要求，针对智能化制造的专项作业标准、质量判定依据、数字化管理规范较为缺失，行业内存在智能化应用水平不均、作业流程不统一、质量追溯不系统、数据协同不足等现实问题。本标准的作用主要体现在：

（1）统一智能化制造作业基准

针对钢混组合梁钢梁制造各工序智能化应用无统一标准的问题，明确智能下料、机器人焊接、智能总装、数字化质量管控全流程的技术要求与装备性能指标，为制造企业、监理单位、建设单位提供统一的技术遵循与判定依据，规范智能化制造作业流程，解决不同企业技术尺度不一、应用水平参差不齐的问题。

（2）提升全流程质量管控效能

构建 “参数自动匹配 - 过程实时监控 - 缺陷智能识别 - 数字追溯分析”的全链条智能质量管控体系，将质量控制节点从传统焊后检验前置至焊接过程中，提升缺陷识别效率与质量管控精度，实现焊接质量可追溯、可分析、可优化，从源头保障钢梁制造质量，降低质量返工风险。

（3）推动行业智能化转型升级

将机器人焊接、数字孪生仿真、工艺数据库迭代等先进技术与管理模式固化为标准要求，引导行业从传统人工主导的制造模式向智能化、少人化、数字化制造模式转型，降低人工劳动强度与复杂空间作业安全风险，提升生产效率与材料利用率，助力桥梁钢结构制造工业化、智能化升级。

（4）支撑智慧建造数据协同

明确工艺数据库、焊缝地图、BIM 集成等数字化要求，推动制造环节数据

标准化、结构化，打通制造端与设计、施工、运维环节的数据链路，为智慧工地、桥梁全生命周期数字化管理提供制造端的数据支撑，助力交通建设领域数字化转型落地。

二、编制过程

2.1 任务来源

本标准为江苏常鑫路桥集团有限公司根据企业发展和工程实践需要提出立项，联合行业内多家桥梁施工、装备研发、工程咨询、科技研发单位共同发起编制，旨在响应交通建设领域智能化转型升级发展需求，填补公路钢混组合梁钢梁智能化制造专项标准空白，规范行业智能化制造技术要求与质量管控体系，经江苏常鑫路桥集团有限公司评审批准后正式立项开展编制工作。

2.2 主要起草单位（人）

本文件起草单位：江苏常鑫路桥集团有限公司、常州市武进区公路事业发展中心、常州交通建设管理有限公司、江苏育通交通工程咨询监理有限责任公司、常州市建创信息科技有限公司。

本文件主要起草人：张光宁、毛娟、裴涛、龚俞、黄耀斌、郦辉忠、姜边、蒋更宇、董阳阳、尤奇、秦弘、孟停、陈丽婻、蒋燕俊、孔祥军、李英亮、黄俊、朱智典、郑炎文、姜晓刚、吕凌志。

2.3 编制组目前开展的阶段性工作

编制组严格按照团体标准编制程序推进各项工作，已完成立项申报、大纲评审、技术调研、文本起草、专利排查、定向征求意见等核心工作，现处于意见汇总与文本优化阶段，具体阶段性工作如下：

（1）立项申请与启动阶段（2025 年 10 月）

由江苏常鑫路桥集团有限公司作为牵头单位，联合常州市武进区公路事业发展中心、常州交通建设管理有限公司等多家单位共同发起标准编制，向江苏省综合交通运输学会提交《江苏省综合交通运输学会团体标准项目申请书》，完成标准立项申报，明确了标准定位、编制目标、核心技术方向与预期效益。

（2）工作大纲编制与评审阶段（2025 年 10 月 —11 月）

编制完成《团体标准编制工作大纲》，系统明确编制原则、主要技术内容框架、人员分工、进度安排与实施保障措施；提交学会后，由学会组织召开标准立

项及工作大纲评审会议，经评审通过后学会下发立项公告，正式启动本标准编制工作。

（3）技术调研与资料梳理阶段（2025 年 11 月 —12 月）

编制组围绕公路钢混组合梁钢梁智能化制造领域开展系统调研：梳理国家、行业及地方现行相关标准规范，明确上位标准边界与补充细化方向；调研省内花海大道跨夏溪河主桥、苏锡常南部高速公路等重点工程的实践案例，收集机器人焊接、智能下料、数字化质量管控等技术的应用数据与成熟经验；同步梳理相关科研成果与技术参数，完成资料汇总分析，为标准起草奠定了技术与实践基础。

（4）标准文本起草与内部研讨阶段（2026 年 1 月 —10 月）

1. 严格按照 GB/T 1.1—2020 标准编制规则，完成标准正文起草，形成《公路钢混组合梁桥钢梁智能化制造技术规程》征求意见稿，覆盖材料及智能预处理、板单元智能焊接、节段智能总装、质量控制等核心章节，构建了全流程智能化制造技术体系。

2. 同步完成标准编制说明撰写，系统阐述编制背景、目的意义、技术内容、创新先进性、可行依据、宣贯推广方案等内容。

3. 开展标准涉及专利排查工作，编制完成《涉及专利信息披露表》《涉及专利实施许可声明表》，确认本标准不涉及必要专利。

4. 组织内部多轮专题研讨，针对标准框架、技术参数、智能化内容深度、体例合规性等关键问题进行论证优化，持续完善标准文本的严谨性与可操作性。

（5）征求意见与反馈处理阶段（2026 年 11 月 —12 月）

1. 开展定向征求意见工作，向行业内建设、施工、监理、科研等相关单位发送标准征求意见稿。

2. 对回收的反馈意见进行逐条梳理，编制完成《标准征求意见汇总处理表》，明确每条意见的处理意见与理由，采纳合理优化建议，对标准文本进行针对性修改完善，形成标准送审前优化稿。

三、与现有相关标准的关系

通过系统梳理现行国家、行业及地方相关标准规范，目前行业内尚未出台针对公路钢混组合梁桥钢梁智能化制造的专项技术标准。本标准以现行通用制造标准为基础，聚焦智能化制造场景进行补充、细化与升级，与现行标准体系协调一

致、互补支撑，不重复、不冲突、不降低技术底线。

（一）纵向衔接维度

1. 对上位标准的细化落实

本标准严格遵循《公路钢结构桥梁制造和安装施工规范》（JTG/T 3651-2022）中关于钢材材料性能、焊接基本要求、构件制造精度、质量验收的通用技术规定，全面对接上位标准的技术底线。在此基础上，针对钢混组合梁钢梁工厂化智能制造场景，补充细化智能套料下料、机器人焊接系统配置、智能总装线形控制、数字化质量管控、工艺数据库建设等专项技术要求，将上位标准中 “焊接工艺评定”“质量过程控制” 等原则性要求，细化为可直接落地的智能化制造操作细则，实现从宏观通用制造要求到微观智能化执行的无缝衔接。

同时，本标准衔接《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）中钢结构焊接质量、线形控制的总体要求，将安装精度目标前置到制造环节，通过智能化控制手段保障制造精度满足现场安装要求。

2. 对管理要求的转化实施

将《公路水运工程平安工地建设管理办法》《公路水运工程平安工地建设规范》（DB32/T 4981-2024）中安全生产条件核查的管理要求，转化融入钢梁智能化制造各工序，建立制造过程安全智能管控机制，推动安全管理从 “阶段性核查” 向 “全流程动态管控” 延伸。

（二）横向协同维度

1. 技术标准协同

本标准与《钢结构焊接规范》（GB 50661-2011）、《钢结构工程施工质量验收标准》（GB 50205-2020）等国家标准在焊缝质量等级、缺陷判定、验收规则等方面保持一致，结合机器人焊接、智能检测等新技术场景进行专项适配，确保技术要求与国家标准体系协调统一。

协同焊缝无损检测、临时用电、设备安全等专项标准要求，将相关通用技术要求融入智能化制造各环节，构建完整的技术标准体系。

2. 管理流程衔接

与《公路水运危险性较大工程安全专项施工方案审查规程》（JT/T 1495-2024）形成管理闭环，将危大工程焊接专项方案的技术要求，转化为日常智能化制造的

检查要点与管控指标。

呼应《公路水运工程施工安全风险评估指南》（JT/T 1375.1-2022）的风险管控要求，结合智能化制造数据体系，建立制造过程风险动态识别、预警与联动处置机制。

（三）标准体系的完善性提升

1. 填补专项标准空白

针对现行标准未覆盖钢梁智能化制造专项技术的空白，本标准首次系统规定了公路钢混组合梁钢梁智能下料、机器人焊接、智能总装、数字化质量管控的全流程技术要求，明确了智能化装备性能指标、工艺控制要求与数字化管理机制，填补了行业标准在该领域的空白。

2. 提升标准可操作性

将传统标准中原则性的质量、精度要求，转化为智能化制造场景下的量化控制指标，配套形成可落地的工艺管控方法，解决传统标准在智能化场景下可操作性不足的问题，为制造企业提供直接的技术指引。

四、标准主要内容的创新先进

4.1 主要技术内容

本标准严格按照 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》编制，共设置 8 章正文及资料性附录，系统覆盖公路钢混组合梁桥钢梁智能化制造全流程的技术要求与管理要求，各章节核心内容如下：

（1）基础通用部分（第 1～4 章）

明确标准适用范围与规范性引用依据，统一机器人焊接、焊接工艺数据库、焊缝地图、数字孪生焊接仿真等核心智能化术语定义；规定钢梁智能化制造的基本要求，涵盖通用技术原则、技术文件管理、质量追溯、人员资质、智能化管理体系等内容，构建全流程智能化制造的基础管理框架。

（2）材料及智能预处理（第 5 章）

规定钢材、焊接材料、栓钉的性能要求；明确数控智能套料下料、智能化预处理生产线、机器人坡口加工、零件智能标识与追溯等专项技术要求，实现下料精度、工艺参数、零件身份的全流程数字化管控，提升材料利用率与加工精度。

（3）板单元智能焊接（第 6 章）

针对顶板、底板、横隔板、腹板四类核心板单元，分别规定 U 形肋智能加工、双枪机器人焊接、智能栓钉焊接、人机协作焊接、智能反变形控制等专项技术要求，明确各类机器人焊接系统的适应范围、性能指标与工艺控制参数，是标准的核心技术章节，突出机器人焊接与智能工艺的融合应用。

（4）节段智能总装（第 7 章）

规定板单元智能组装、梁段智能预拼装、智能匹配胎架、总拼机器人焊接等技术要求，融入三维激光扫描线形检测、跨工序数据联动补偿等技术，实现总装环节的精准定位、线形智能调控与数据自动追溯，保障梁段制造精度。

（5）质量控制（第 8 章）

明确坡口、通用焊缝、返修、栓钉焊接的质量底线要求，重点规定机器人焊接专项质量控制指标；构建焊接数据采集追溯、智能缺陷检测、焊缝地图管理、数字孪生工艺仿真的智能化质量管控体系，实现质量管控从“事后验收”向“过程管控” 升级。

（6）附录

配套形成智能化制造相关检查记录表，为现场生产、检验与管理提供可直接落地的工具化支撑。

4.2 创新先进性

本标准立足公路钢混组合梁钢梁制造的行业痛点与技术升级需求，在系统衔接现行通用标准的基础上，聚焦智能化制造场景进行技术突破与模式创新，核心先进性体现在以下方面：

（1）填补行业专项标准空白

现行公路桥梁钢结构制造相关标准多聚焦通用制造与安装工艺，未针对钢梁智能化制造形成系统的专项技术规范。本标准首次围绕公路钢混组合梁桥钢梁智能化制造场景，构建从材料预处理、板单元焊接到节段总装、质量管控的全流程智能化技术体系，明确智能装备性能、智能工艺要求、数字化管理机制，填补了行业内钢梁智能化制造专项标准的空白。

（2）核心工序技术能级提升

针对钢梁制造核心工序，通过智能化技术实现工艺升级与精度提升：

① 焊接工序：突破传统人工 / 半自动焊接模式，系统规定 U 形肋双枪机

器人焊接、狭小空间人机协作焊接、智能栓钉焊接等专项技术，配套激光焊缝跟踪、参数闭环控制、熔透状态实时监测等技术要求，焊接质量稳定性与作业效率较传统工艺显著提升。

② 变形控制：建立“预测 - 监控 - 补偿”的智能变形控制体系，通过焊接变形预测模型自动计算反变形量，结合焊接过程实时监测动态调整工艺参数，变形控制精度优于传统人工控制模式。

③ 下料预处理：集成智能套料优化、规格自动识别、工艺参数自动匹配、机器人精密坡口、智能标识追溯技术，实现下料预处理全流程少人化作业，提升材料利用率与加工一致性。

（3）质量管控模式创新

突破传统“事后检验、人工判定”的质量管控模式，构建“参数自动匹配 - 过程实时监控 - 缺陷智能识别 - 数字追溯优化”的全链条智能质量管控体系。融入熔池图像识别、热 - 力场耦合缺陷检测、焊缝地图 BIM 集成、数字孪生工艺仿真等技术，将质量控制节点从焊后验收前置至焊接过程中，实现质量管控从“符合性验收”向“预防性管控”转变，提升质量管控效率与精准度。

（4）标准体系协同创新

本标准严格遵循现行国家、行业通用标准的技术底线，针对智能化制造场景进行专项补充、细化与升级，既与现行标准体系协调一致、互不冲突，又形成特色鲜明的专项技术标准，构建“通用基础标准 + 专项智能标准”的互补体系，为公路桥梁钢结构制造智能化转型升级提供系统的标准支撑。

五、标准主要内容的可行依据

本标准内容严格遵循国家相关法律法规与行业标准体系，技术路径源于成熟科研成果与工程实践，经济社会效益可量化验证，编制过程多方协同共识，具备充分的科学性、可行性与可操作性，主要依据如下：

（一）科学性依据：依托理论研究与试验验证

1. 基础理论支撑

标准核心技术参数与工艺方法均依托成熟的焊接专业理论与行业研究成果：依托钢结构焊接热 - 力 - 微观组织耦合机制相关研究，明确机器人焊接热输入控制、变形调控的理论逻辑，为焊接工艺参数阈值、变形控制指标设定提供理论

支撑；基于焊接变形数字预测模型相关研究成果，建立反变形量与热输入、焊接路径的量化关联，支撑智能反变形焊接的技术逻辑。

2. 工艺试验验证

标准中机器人焊接工艺参数、质量控制指标均经过专项工艺试验验证：针对钢混组合梁典型接头形式（T 形角焊缝、对接焊缝、U 形肋角焊缝等），开展不同板厚、不同焊接位置的机器人焊接工艺试验，验证了焊接电流、速度、热输入等参数的合理性，确认焊缝成型质量、熔透率、变形量等指标满足设计与规范要求，为标准技术条款提供了充分的试验数据支撑。

（二）技术实践依据：工程落地应用验证

本标准核心技术模式已在江苏省内多个重点高速公路桥梁工程中完成落地验证，技术成熟度与应用效果得到充分检验。典型应用项目包括常州市武进区国家农村产业融合示范园提升工程花海大道跨夏溪河主桥、苏锡常南部高速公路常州段等工程，上述项目钢混组合梁钢梁制造应用智能套料下料、U 形肋机器人焊接、智能质量管控等技术，实现了焊接质量稳定性提升、制造周期缩短、人工成本降低的应用效果，验证了本标准技术路径的可行性与实用性，为标准条款提供了坚实的工程实践支撑。

（三）经济合理性依据：全生命周期成本优化

本标准通过智能化技术升级实现质量、效率、成本的协同优化，经工程实践测算，具备良好的经济合理性：

1. 直接经济效益：智能化焊接工艺提升焊接作业效率，减少焊接缺陷与返修率，降低材料损耗与人工成本，缩短构件制造周期，单桥钢梁制造综合成本得到有效控制，具备显著的成本优化效益。

2. 间接效益：焊接质量提升降低桥梁结构长期安全风险，减少后期运维养护成本；标准化的智能制造流程减少管理投入，提升质量追溯效率，带来管理效益与长期安全效益。

（四）政策与协同共识依据

1. 政策导向契合

本标准契合国家《“十四五” 现代综合交通运输体系发展规划》《“十四五” 智能制造发展规划》中推动交通建设智能化、工业化的发展方向，衔接江

苏省交通强国建设、制造业智能化改造相关部署要求，符合行业高质量发展的政策导向，具备政策层面的可行性。

2. 编制能力支撑

本标准由江苏常鑫路桥集团有限公司牵头，联合公路建设管理、工程监理、科技研发等多家单位共同编制，编制团队涵盖钢结构制造、工程管理、质量检测、智能化技术等多领域专业人员，具备丰富的工程实践经验与标准编制能力，保障标准内容贴合生产实际、可落地可执行。

3. 行业共识基础

标准编制过程中充分对接行业发展需求，衔接现行公路桥梁钢结构标准体系，相关技术方向与行业智能化转型升级趋势一致，具备广泛的行业共识基础。

六、标准宣贯和推广应用措施

为推动本标准有效落地实施，充分发挥标准对公路钢混组合梁桥钢梁智能化制造的规范引领作用，结合江苏省公路建设行业实际，制定以下宣贯推广与实施保障措施。

（一）多维度宣贯培训，提升行业认知与应用能力

面向行业不同主体开展分层分类宣贯培训，全面提升标准认知度与落地执行能力。

1. 行业层面宣贯：依托江苏省综合交通运输学会平台，通过行业技术研讨会、标准解读会等形式，面向全省公路建设单位、钢结构制造企业、监理单位、设计单位开展标准宣贯，解读标准编制背景、核心技术要求、智能化管控要点，明确标准实施路径，推动行业形成共识。

2. 一线实操培训：针对钢结构制造企业技术人员、焊接操作人员、质检人员，开展专项实操培训，结合试点工程现场观摩，讲解机器人焊接操作、智能质量管控、工艺数据库应用等实操要点，配套发放标准条文解读、工艺参数手册等技术资料，提升一线人员标准执行能力。

3. 数字化宣贯：通过行业公众号、线上培训平台等渠道，发布标准解读、技术案例、实施指南等内容，扩大标准覆盖范围，方便从业人员随时查阅学习。

（二）试点示范引领，分步推进落地应用

按照 “试点先行、总结优化、逐步推广” 的思路，分阶段推进标准落地应

用。

1. 试点应用阶段：选取省内 2～3 个在建高速公路钢混组合梁桥项目作为试点，开展标准落地应用，指导试点单位按标准要求开展智能化制造、数字化管控，跟踪记录实施效果，总结形成可复制、可推广的应用经验与典型案例，同步收集实施中的问题与建议，优化完善标准内容。

2. 全面推广阶段：在试点验证基础上，在江苏省内公路建设项目中全面推广本标准，推动将标准应用纳入钢结构制造招标、质量验收、平安工地评价环节，引导制造企业按标准开展智能化制造升级，提升行业整体智能化制造水平。

3. 行业辐射延伸：依托学会行业交流渠道，向全国公路建设行业推广标准成果，为其他地区同类工程智能化制造提供参考，扩大标准影响力。

（三）技术支撑保障，破解落地难点

针对标准落地中的技术难点，构建技术支撑体系，保障标准可落地、见实效。

1. 配套技术支撑：编制标准配套的工艺指南、参数手册、检查表单等工具性文件，为制造企业提供可直接套用的技术工具；针对机器人焊接适配、工艺数据库建设、智能检测应用等共性难点，组织编制单位、高校、设备厂商联合开展技术攻关与技术指导，支撑企业落地应用。

2. 经验交流机制：定期组织标准实施经验交流会，搭建企业间技术交流平台，分享智能化制造实践经验、典型案例与问题解决方案，带动行业整体技术提升。

（四）动态反馈优化，保障标准生命力

建立标准实施全周期反馈与持续优化机制，保障标准的适用性与先进性。

1. 意见反馈渠道：建立常态化的标准实施意见反馈渠道，收集行业内各单位在标准实施过程中的问题、建议与应用成效，定期梳理分析，作为标准修订的依据。

2. 定期评估修订：根据技术发展与行业应用情况，定期对标准进行评估，结合新技术、新工艺、新实践适时启动标准修订，持续优化标准内容，保持标准的先进性与适用性。

（五）组织保障体系，确保实施成效

1. 组织保障：由标准编制单位牵头，联合行业管理单位、建设单位、制造企

业组成标准推广工作组，统筹推进标准宣贯、试点应用、技术支撑与反馈优化各项工作，协调解决实施中的重大问题。

2. 政策引导：推动将本标准应用纳入江苏省公路工程品质工程、平安工地建设评价参考指标，引导建设单位与制造企业主动采用标准，发挥标准引领作用。

3. 人才支撑：依托行业培训体系，将钢梁智能化制造技术纳入公路工程技术人员继续教育内容，培养兼具钢结构制造与智能化技术的复合型人才，为标准落地提供人才保障。

七、编制过程发生的重大分歧意见及处理情况

本文件编制过程中暂未出现重大分歧意见。

八、标准推广应用前景和预期社会经济效益

本标准针对公路钢混组合梁桥钢梁智能化制造的行业需求与技术空白，构建了全流程智能化制造技术与管理体系，契合交通建设领域工业化、数字化、绿色化的发展方向，具备广阔的推广应用前景，可产生显著的经济、社会与管理效益。

（一）推广应用前景

当前江苏省正深入推进交通强国建设，高速公路新建与改扩建工程规模持续增长，钢混组合梁结构凭借自重轻、工期短、经济性好的优势，已成为省内中小跨径桥梁的主流结构形式之一，省内钢结构制造企业正普遍推进智能化、工业化制造升级，本标准可直接应用于省内各类公路钢混组合梁桥钢梁制造项目，同时可延伸适用于其他公路钢结构桥梁的智能化制造场景，具备扎实的区域应用基础与市场需求。从全行业视角，我国公路工程正全面推进智能建造与工业化建造转型，本标准填补了公路钢混组合梁钢梁智能化制造领域的专项标准空白，其技术框架、管控模式与实践经验可为全国同类工程提供参考，尤其适配钢结构制造产业集聚区域的升级需求，具备向全行业推广的潜力。同时标准兼顾技术先进性与落地可行性，既可为大型钢结构制造企业的智能化升级提供系统规范，也可为中小制造企业的技术改造提供路径指引，适配不同规模主体的应用需求。

（二）预期经济效益

1. 生产降本增效：通过智能套料优化、机器人自动焊接、工艺参数精准管控等技术应用，可有效提升焊接作业效率，缩短钢梁制造周期，减少一线操作人力投入；提升钢材利用率，降低焊接缺陷率与返修率，减少材料损耗与返工成本，

实现钢梁制造综合成本的有效管控。

2. 全生命周期效益提升：智能化制造有效提升钢梁焊接质量与几何精度，从制造源头降低桥梁结构长期运营的安全风险，减少后期养护维修投入，延长结构使用寿命，提升桥梁工程全生命周期经济效益。

3. 管理成本节约：标准化的数字化管控流程与质量追溯体系，可减少质量管理、现场核查的人力投入，提升质量问题处置效率，降低企业管理成本。

（三）预期社会效益

1. 安全保障提升：智能化焊接与质量管控体系从制造端保障焊缝质量与结构精度，降低桥梁全生命周期结构安全风险；机器人替代人工完成狭小空间、高风险部位焊接作业，减少一线作业安全隐患，保障从业人员职业安全与健康。

2. 产业升级赋能：引领公路钢结构制造从传统人工主导模式向智能化、工业化模式转型，带动行业整体制造品质与技术水平提升，助力交通建造领域智能化转型升级，为交通强国建设提供产业技术支撑。

3. 绿色低碳环保：通过工艺参数优化减少焊接缺陷返修，降低材料浪费与焊接过程能耗、烟尘排放，契合绿色施工与“双碳”发展要求，具备良好的生态环境效益。

4. 人才队伍建设：标准的宣贯实施带动钢结构制造与智能化技术复合型人才的培养，完善行业人才梯队，为行业持续高质量发展提供人才支撑。

（四）预期管理效益

1. 统一行业标准口径：统一公路钢混组合梁钢梁智能化制造的技术要求、质量判定尺度与检查口径，解决不同企业技术要求不一、质量管控尺度差异的问题，规范行业制造秩序。

2. 提升质量管控效能：构建“过程监控-智能检测-数字追溯”的全链条质量管控体系，推动质量管理从“事后验收”向“事前预防、事中管控”升级，实现质量可追溯、责任可落实，提升工程质量管理精细化水平。

3. 完善标准体系链条：与现行公路钢结构通用制造标准形成互补，构建“通用基础标准+专项智能标准”的多层级标准体系，完善公路桥梁钢结构制造标准体系，为行业监管与工程质量管理提供技术支撑。

九、其他予说明的事项

无。