
《桥梁结构视觉增强检测监测技术规范》

团体标准编制说明

标准编制组

二〇二六年八月

目 录

一、工作概况	1
二、主要技术内容	3
三、编制原则	3
四、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果	3
五、采用国际标准的程序及水平的简要说明	5
六、重大分歧意见的处理经过和依据	5
七、其他应予以说明的事项	5

一、工作概况

1、任务来源

随着基础设施建设的飞速发展，我国公路桥梁保有量已经超过 110.81 万座。国内公路路网建设的逐步完善，主要工作由大规模新建向建养并重转变。桥梁结构的健康状态感知和病害、损伤检测是养护管理的前提，是提升桥梁服役寿命和使用年限重要基础。

桥梁受车辆荷载和环境等多因素的影响，各关键结构局部存在典型的微小运动和振动。这些微小振动和运动具有幅值低、频率分布宽泛的特点，使用一般监检测设备难以发现。桥梁结构在发生重大损伤、病害甚至失效前会在微观运动形态上有显著变化，准确获取桥梁各关键结构连续振动信息对于结构状态评估具有重要意义。及时发现关键构件早期病害存在的微观特征可以尽早对结构异常进行排查和修复，避免重大事故的发生。

基于计算机视觉的视觉增强结构监检测方法具备远距离、非接触、高精度、省时省力、多点测量的等众多优点。充分利用数字图像处理技术对桥梁结构的图像数据进行分析可以实现桥梁结构运动信息提取，利用相邻时间序列图像特征变化规律增强微观运动特征，提升微小运动呈现效果。视觉增强技术可以为结构微观损伤检测和评估新方法和新思路。实际工程应用对视觉增强的监检测设备、数据采集方法、参数设置原则与评估方法等缺少统一的参照标准，造成监检测结果存在差异，缺乏客观一致性，无法对结构评估提供科学客观的数据支撑和评判标准。

鉴于这些问题和挑战，以及视觉增强检测监测技术在桥梁建设运维中展现出的广阔发展前景和极高推广价值，标准编制团队基于在多个桥梁建设运维管养项目中的实际应用经验，提出了编制《桥梁结构视觉增强检测监测技术规范》的迫切需求，旨在推动视觉增强检测监测技术在桥梁结构性能感知与诊断评估的应用。可以为新技术的应用和推广提供明确的规范和指导，减低技术人员实施的复杂性和不确定性，提升应用效率，保障技术工程应用效果。。

2、标准起草单位及起草人员

本指南于 2025 年由中国技术市场协会交通运输专业委员会提出并归口，由中交公路长大桥建设国家工程研究中心有限公司主编，并由广东省公路建设有限公司湾区特大桥养护技术中心、南京长江第二大桥有限责任公司、江苏高速公路工程养护技术公司、江苏苏通大桥有限责任公司、中交公路规划设计院有限公司、北京交通大学、河南交通投资集团有限公司、观为监测技术无锡股份有限公司共同参与编制。主要起草人为朱尧于、冯良平、魏晓晨、刘涛、周旭东、杨楠、李捷、朱志伟、胡斌、付佰勇、李毅、付道兴、赵佳军、张

鹏飞、左剑、吴海林、朱力、陶向华、何少阳、于奇、马笑潇、李佳欢、崔芷若、魏立国等；并由刘家镇、熊鸿文、谢维华、张炳琪、秘金钟、王坚、许振辉等权威专家进行了审查。

3、工作过程

2025 年 8 月，由中国技术市场协会交通运输专业委员会提出，通过立项及大纲评审，启动了《桥梁结构视觉增强检测监测技术规范》的制定工作，成立了标准编制组，开始着手本指南的起草工作。2026 年 7 月完成标准草案，计划于 2026 年 12 月完成标准征求意见稿，2027 年 3 月完成标准送审稿并召开送审稿审查会，具体工作过程如下。

1) 标准调研、验证阶段（2025 年 6 月）

2025 年 6 月，明确工作后立即成立了编制组，邀请行业内优秀企业及相关的设计、使用单位参与，对桥梁结构视觉增强检测监测技术在公路桥梁建设运维养护中的应用进行了充分探讨。结合已有的研究基础和工程项目实施经验，对该技术提出了相应改进意见，并就该技术的国内外相关技术标准进行了充分的调研，在充分吸收现有视觉增强技术发展的基础上，结合工程实践和一线人员反馈，对该项技术进行了详细补充和完善。

2) 标准初稿起草阶段（2025 年 7 月～2025 年 8 月）

2025 年 7 月，起草组完成标准初稿，经归口单位审阅，并与起草组进行了标准开题论证会，编制组开始分析整理试验数据，完成了桥梁结构视觉增强检测监测相关技术、准备资料的收集整理，完成了《桥梁结构视觉增强检测监测技术规范》的编制大纲资料初稿，并召开立项评审会及标准编制大纲评审会。编制组根据专家意见，对标准工作组草案进行了修订，进一步完善了该系列产品的应用技术。

3) 征求意见稿起草阶段（2025 年 8 月～2026 年 7 月）

2026 年 7 月，在充分调研和分析总结的基础上，编制组在标准初稿的基础上确定标准的各项技术指标，经过讨论和改进，完成了征求意见稿，并计划于 2026 年 8 月进行公开征求社会意见。

4) 送审稿起草阶段（2026 年 12 月～2027 年 3 月）

计划于 2026 年 12 月～2027 年 3 月，根据意见汇总和处理情况，重新对《桥梁结构视觉增强检测监测技术规范》进行修订，完成标准送审稿，于 2027 年 3 月召开标准送审稿审查会。

5) 报批稿起草阶段（2027 年 4 月）

计划于 2027 年 4 月，根据标准送审稿审查会各位专家意见，对《桥梁结构视觉增强检测监测技术规范》修订，完成标准报批稿，于 2027 年 5 月提交归口单位，进行报批。

二、主要技术内容

1、概述

本规范旨在规范桥梁结构视觉增强检测监测技术的应用，提升桥梁结构微小运动感知标准化程度，促进桥梁结构检测监测的智能化、数字化发展。本指南从总则，术语和符号，基本规定（不含设备），设备和系统要求，检测，监测（含数据传输）、数据处理、报告编制等方面对桥梁结构视觉增强检测监测技术的应用进行了详细规定。

2、主要内容

1）设备和系统要求：详细阐述了视觉增强检测监测系统的系统构成、摄像设备要求和镜头、支撑及连接设备等硬件设备和系统的一般规定。

2）检测：规定了视觉增强检测的适用范围、设备要求、现场布设、检测流程及数据采集要求，明确了检测实施过程中的技术要求。

3）监测（含数据传输）：明确了桥梁结构视觉增强监测系统组成、自动采集、数据传输、数据同步、数据存储、异常报警和监测周期等相关规定。

4）数据处理：规定了检测监测数据的处理方法、分析流程及结果评价要求，详细阐述了数据检查、图像预处理、ROI选取、位移提取、信号处理以及结构评估等方面规定。

5）报告编制：规定了检测监测报告的编制要求、主要内容及成果表达形式，保证成果文件完整、规范、可追溯。。

三、编制原则

1、认真贯彻国家有关法律法规和方针政策。标准中的所有规定，均不得与现行法律和法规相违背。

2、充分考虑使用要求，并兼顾全社会的综合效益。满足使用要求是制定标准的重要目的，在考虑使用要求的同时，也应兼顾全社会的利益。

3、合理利用国家资源，推广先进技术成果，在符合使用要求的情况下，有利于标准对象的简化、择优、通用和互换，做到技术上先进、经济上合理。

4、相关标准要协调配套。制定标准要考虑有利于标准体系的建立和不断完善。这样才能保证生产的正常进行和标准的有效实施。

5、积极采用国际标准和国外先进标准，有利于促进对外经济技术合作和发展对外贸易，有利于我国标准化与国际接轨。

四、主要试验（验证）的分析，技术经济论证，预期的经济效果

1、主要试验（验证）的分析

针对桥梁结构视觉增强检测监测技术应用，编制团队进行了多项关键试验与验证，以确保其在实际应用中的可行性和可靠性。以下是对主要试验的分析。

1）精度验证试验。选取了多个具有代表性的桥梁结构例如主梁、支座、阻尼器、拉吊索进行振动位移测量与微小运动视觉放大，并与传统测量方法（主要是光电挠度仪、位移计等）进行了对比。试验结果显示，桥梁结构视觉增强检测监测技术在振动、位移、挠度测量上的精度均达到了要求。

2）可视化验证。为了评估桥梁结构视觉增强检测监测技术的可视化能力，在多个测试工况进行了可视化分析，并记录结构运动形态。试验结果表明，桥梁结构视觉增强检测监测技术能够对桥梁结构的微小运动进行可视化呈现，能够实现潜在损伤和微观运动特征分析。这是桥梁结构评估的重要手段。

3）装备可靠性验证试验。考虑到桥梁检测监测需要在复杂室外环境中开展，光照、灰尘等对工业相机等设备的耐久性、可靠性会产生影响，进行了装备可靠性验证试验。试验结果显示，桥梁结构视觉增强检测监测技术能够在户外环境和桥梁检测监测场景下长期工作，确保了其在桥梁结构检测监测中的广泛应用潜力。

验证试验在南沙大桥、黄珠江埔大桥、苏通大桥等多个项目中展开，相关技术已投入实际生产，充分证明了桥梁结构视觉增强检测监测技术在桥梁结构检测监测与评估中的可行性与可靠性。

2、技术经济论证

1）技术优势

桥梁结构视觉增强检测监测技术融合图像振动位移量测、运动放大、计算机视觉及智能分析等技术，可在非接触条件下实现桥梁结构微小位移、振动及变形响应的高精度获取。通过运动放大技术，将人眼难以感知的结构微观运动进行可视化增强，使结构动力响应特征更加直观，为桥梁潜在损伤识别、损伤定位及状态诊断提供新的技术手段。相比传统人工检测及接触式传感器方法，该技术具有远距离、大范围、非接触、高效率、易部署等优势，可实现结构响应的可视化表达和智能分析，提高桥梁检测监测的准确性、及时性和智能化水平，为桥梁全寿命周期健康监测提供有力支撑。

2）经济分析

桥梁结构视觉增强检测监测技术依托普通工业相机、高分辨率摄像设备等实现结构响应获取，无需大规模布设传感器或频繁搭设检测平台，可有效降低设备采购、安装维护及现场作业成本。利用图像振动位移量测和运动放大技术，可快速获取结构微观振动特征，实现潜在病害的可视化识别和早期诊断，减少因病害漏检、误判造成的重复检测及维修费用。同时，检测过程对交通运行影响较小，可减少交通组织及封闭施工成本，提高检测效率和设备利用率，具有良好的经济性和推广应用价值。

3、预期的经济效果

本标准实施后，将推动桥梁结构视觉增强检测监测技术在桥梁养护管理中的规范化应用，实现桥梁结构微观运动的可视化检测和潜在损伤的精准识别，提高桥梁病害早期发现能力和结构状态评估水平。通过及时掌握桥梁运行状态，可有效降低重大病害发展和突发事故风险，减少维修加固及重建成本，延长桥梁服役寿命。同时，标准的实施将促进图像振动位移量测、运动放大及智能诊断等关键技术的工程应用和产业化发展，推动桥梁检测监测装备升级和智慧养护体系建设，具有显著的经济效益和社会效益。

五、采用国际标准的程序及水平的简要说明

本标准在编制过程中充分借鉴了国内外相关标准的优点和经验，同时结合我国桥梁结构检测监测实际情况进行了定制化修改。在技术指标、操作方法等方面与国际先进水平保持了一致性，但在数据处理、仪器使用等方面进行了创新和完善，提高了标准的针对性和实用性。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编写过程中无重大意见分歧。

七、其他应予以说明的事项

本指南在编制过程中，指南编制工作小组人员进行了大量调研工作，尽可能使标准制订地科学合理。然而，由于认知的局限性，难免有疏忽之处。为了标准的进一步完善，请各单位在执行本标准的过程中，注意积累资料，总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议及时反馈给我们，以供修订时参考。