

《计算机视觉法检测工程结构表面缺陷技术规程》

编制说明

(1) 工作简况，包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等；

任务来源：本标准由中国钢结构协会《2025 年第二批团体标准编制计划》（中钢构协〔2025〕31 号）批准了标准计划项目。目的是通过将前沿的计算机视觉、机器学习技术与传统工程需求深度融合，并配以严谨的质量控制体系，系统性地提升了工程结构表面缺陷检测的效率、客观性、安全性和智能化水平。

主要工作过程：2025 年 9 月-2026 年 6 月，筹备编制组、制定编制工作大纲、召开编制组成立会议，讨论确定工作大纲、参编单位、编制组人员、确认工作分工，开展调研、测试验证或专题论证会、编写征求意见稿及其相应的条文说明等。

主编单位：中冶建筑研究总院有限公司

(2) 标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据，解决的主要问题，修订标准时应列出与原标准的主要差异和水平对比；

标准编制原则及论据：

①问题导向与技术创新结合

本标准制定的根本出发点，是解决传统人工检测方法效率低下、主观性强、高空作业风险高等行业痛点，以满足我国“建筑工程规模快速增长与既有结构老化并存的双重挑战”。

②先进性、可靠性与实用性并重

标准内容全面采纳了基于可见光图像和机器学习模型的前沿技术方法，确保技术先进。同时，为确保“数据可靠”，标准设立了严格的质量控制链条，包括：图像采集的技术与操作要求（第4章）、机器学习模型的构建、测试与认证流程（第5.4-5.6节），并强调“应对计算机视觉法输出的检测结果进行人工核对与确认”（见3.1.5）。设计上也考虑了安全适用和经济合理。

③开放、集成与可扩展性

标准并未限定于特定硬件或软件，而是提出了通用技术要求。例如，对相机（包括专业级相机、消费级相机和智能手机）、搭载平台（无人机、无人车等）及AI框架均持开放态度。同时，标准强调模型需具备跨硬件架构和跨AI框架的可移植性，确保了技术的通用性和未来的兼容性。

④规范化、系统化流程

标准将计算机视觉检测定义为从方案制定、图像采集、模型建立与认证到结果输出的完整、闭环技术流程。对每一个关键环节，如数据集的构建、模型训练与调优、模型认证，都规定了明确的技术要求和操作步骤，体现了规范化、系统化的管理思想。

解决的主要问题：

①解决检测效率低、覆盖范围小的问题

标准鼓励采用无人机等无人化平台进行自动化、大范围的图像采集，结合基于机器学习的计算机视觉法实现自动判别。

②解决检测结果主观性强、难以量化的问题

通过标准化图像采集（统一设备、环境要求）和基于机器学习模型的自动化分析，实现了缺陷识别与测量的客观化、统一化。针对裂缝等需量化缺陷，将传统依赖经验的定性判断转变为基于像素数据的定量分析。

③解决高危、恶劣环境下的检测实施难题

标准明确指出在“难以使用接触式方法检测或检测存在安全隐患时”，宜采用非接触的计算机视觉法。这使得对高空、高温、有毒环境下的结构进行安全检测成为可能，极大降低了作业风险。

④解决 AI 模型在工程中的可靠性与可信度问题

标准没有停留在算法本身，而是构建了一套完整的 AI 模型工程化应用质量保证体系。通过要求模型必须经过严格的测试和第三方认证，并建立结果人工复核机制，为 AI 技术合规、可靠地应用于严肃的工程领域扫清了障碍。

（3）主要试验（或验证）情况分析；

在数据集构建阶段，明确规定应将标注后的图像数据集按 7:2:1 的比例随机划分为训练集、验证集和测试集。测试集用于对训练完成的模型进行最终的、独立的性能评估，这是验证模型泛化能力（即对未知新数据的识别能力）的关键步骤。

针对不同的视觉任务，规定了具体的性能量化指标进行验证：

图像分类任务：使用混淆矩阵、准确率、精度、召回率、F1 测度、ROC 曲线和 AUC 值等；

目标检测任务：使用交并比（IoU）、平均精度均值（mAP）；

图像分割任务：使用像素准确率、平均像素准确率、平均交并比（mIoU）。

模型调优：通过对比模型在“训练集”与“验证集”上的性能表现（如准确率、损失值的变化曲线），来判断模型是否存在过拟合（模型过于“死记硬背”）或欠拟合（模型学得不够），并根据问题（例如采用“训练早停”策略应对过拟合）进行调整，这是模型迭代开发中的核心验证循环。

（4）明确标准中涉及专利的情况，对于涉及专利的标准项目，应提供全部专利所有权人的专利许可声明和专利披露声明；

无涉及专利

（5）预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况；

预期达到的社会效益：

该规程的推广应用，预计将带来显著的社会效益。首先，它将极大提升工程结构质量安全检测的精准度、客观性和全覆盖性，有助于及早、准确地发现施工质量缺陷和既有结构损伤，从而预防事故发生，直接保障人民生命财产安全，降低公共安全风险。其次，规程明确建议在检测条件困难、安全风险高的场合优先采用计算机视觉法等非接触技术，这将显著减少检测人员进入高空、高温、有毒等危险环境的必要性，从源头上改善一线作业人员的工作条件，降低职业伤害风险。最后，通过为该智能检测技术建立统一的技术标准，规程将有力推动传统工程检测行业向数字化、自动化、智能

化方向转型，促进形成以数据和智能驱动为基础的新型工程维护模式，提升社会基础设施建设和运维的整体科技水平和现代化水平。

对产业发展的作用：

该规程将对相关产业产生深远的推动作用。一方面，它为计算机视觉技术在工程检测领域的大规模、规范化应用提供了权威“操作手册”和“准入标准”，将直接引爆并规范一个新兴的“智能检测”市场，有效拉动包括专业成像设备、智能无人机/机器人平台、AI 算法开发、模型认证服务以及检测云平台在内的一系列产品与技术服务的需求，形成新的产业增长点。另一方面，规程将打通从技术研发到工程应用的“最后一公里”，通过设立明确的模型开发、测试、认证流程，引导高校、科研机构和企业研发成果遵循统一、可靠的路径走向工程实践，加速科技成果转化。最终，规程的实施将促使整个工程检测行业进行深刻变革，不仅会催生一批掌握新技术的智能检测服务企业，也将倒逼传统机构升级装备、引进人才、重塑流程，全面提升行业的技术门槛、服务质量和核心竞争力，从而构建一个技术领先、标准统一、安全高效的新型产业生态。

（6）采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况；

无涉及国外先进标准及国外样品

(7) 在标准体系中的位置，与现行相关方针、政策、法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性；

本规程属于工程建设智能化检测领域的团体标准，是填补基于机器学习的计算机视觉技术在工程结构表面缺陷检测应用空白的技术规程，位于工程检测细分赛道的技术标准层，衔接通用建筑结构标准与前沿智能检测技术应用环节，为后续相关行业标准、国家标准的制定提供实践支撑。

充分兼容《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020、《民用建筑可靠性鉴定标准》、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015，同时与《工程结构数字图像法检测技术规程》T/CECS 1114-2022 等专项标准形成互补，是对传统人工目视检测方法的智能化补充，不存在技术要求矛盾

(8) 重大分歧意见的处理经过和依据；

编制全过程无重大遗留分歧。

(9) 标准性质的建议说明；

本规程定位为工程建设领域的推荐性团体标准。该定位既契合计算机视觉法作为新兴智能化检测技术的发展阶段，也充分匹配当前行业推广的实际需求：一方面，规程所规范的技术内容属于工程检测领域的创新应用，不涉及工程结构安全的强制性底线要求，以推荐性标准属性发布，可充分鼓励市场主体根据项目实际需求自主选用，避免过早设置强制门槛限制技术迭代空间；另一方面，依托团体标准的快速响应机制，能够快速将行业内已成熟的技术实践转

化为统一的技术规范，填补当前工程结构表面缺陷智能检测领域的标准空白，为后续升级为行业标准、国家标准积累工程验证数据。

（10）贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）；

本规程作为工程智能检测领域的推荐性团体标准，贯彻实施坚持“试点先行、分步推广、安全可控、兼容衔接”原则，以规范技术流程、保障结果可靠性为核心，作为传统人工目视检测的智能化补充，不替代现行强制性标准效力。

组织层面，由发布单位牵头组建跨主体宣贯工作组，面向全链条从业者开展分层培训，配套开展检测人员专项技能考核与能力认定，搭建行业反馈通道动态更新答疑文件，推动将标准纳入各地工程质量监管的技术核查参考体系。

技术层面，归口单位统筹发布配套缺陷数据集、基础模型模板与校验工具，依托权威机构开通 AI 检测模型专项认证通道，鼓励开发移动端采集校验等辅助工具，打造典型场景示范项目向全行业推广落地经验。

实施日期：建议与标准发布日期保持一致。

（11）废止现行相关标准的建议；

无

（12）其他应予说明的事项。

无。