

《输电线路机巡视角图像小目标缺陷检测与识别技术规范》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

1 主要工作过程

起草（草案、调研）阶段：

2025年12月至2026年2月，由贵州电网有限责任公司运行分公司牵头，联合合肥中科类脑智能技术有限公司、南方电网人工智能科技有限公司、新疆中科类脑智算科技有限公司组成标准编制工作组，工作组开展行业调研、梳理现有相关标准，明确标准编制边界与技术路线。按照中国电工技术学会标准工作委员会要求准备立项申请相关材料，于2026年2月28日参加中国电工技术学会标准化工作专家委员会氢能系统集成与应用技术工作组召开的立项申请评审通知。

2026年04月04日，根据“中国电工技术学会关于2026年第一批(20项)标准立项的通知”完成立项工作。

2026年2月28日至2026年05月25日，依托贵州电网机巡小目标缺陷检测科研项目试验平台，对图像采集、标注、样本库、算法设计、性能指标等核心条款开展技术验证，完成标准工作组讨论稿。经内部组织多轮研讨修改，形成标准征求意见稿。

征求意见阶段：

拟定于2026年05月底或2026年06月初，于全国团体标准信息平台，依托中国电工技术学会面向电力行业相关单位（电网企业、巡检设备厂商、算法研发企业、科研院所等）公开征求意见。

2 主要参加单位和起草工作组成员及其所做的工作

本标准由贵州电网有限责任公司运行分公司、合肥中科类脑智能技术有限公司、南方电网人工智能科技有限公司、新疆中科类脑智算科技有限公司共同负责起草。

主要成员：蒲阳、高一峰、何荧、艾坤。

所做的工作：

贵州电网有限责任公司运行分公司（蒲阳）：负责标准整体统筹、技术路线制定、核心条款编制、现场数据验证、行业协调及全流程组织工作；提供机巡图像采集设备、算法训练测试平台及试点应用数据，保障标准实操性；全面负责标准框架设计、核心技术条款编制、技术验证组织、意见汇总修改及编制说明撰写。

合肥中科类脑智能技术有限公司（高一峰）：负责算法设计、性能指标、测试运维等技术内容编制；提供深度学习算法研发技术支撑，参与核心条款技术验证；负责算法设计、特征提取、模型训练优化等技术内容编制，参与性能指标论证。

南方电网人工智能科技有限公司（何茆）：负责多模态图像融合、样本库建设、算法部署运维等内容编制；提供电力 AI 算法标准化经验，参与标准技术研讨；负责图像标注、样本库建设、多模态融合等内容编制，参与样本质量规范制定。

新疆中科类脑智算科技有限公司（艾坤）：负责算法工程化、接口封装、稳定性测试等内容编制；提供算法部署优化、算力适配技术支撑；负责算法工程化、接口设计、部署运维、稳定性测试等内容编制，参与算法落地适配论证。

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

必要性与实用性原则：聚焦输电线路机巡视角小目标缺陷检测行业痛点，填补专项标准空白，贴合无人机、巡检机器人实际巡检场景，条款具备实操性，解决召回率低、误检率高、数据不互通等问题。

科学性与先进性原则：基于国内电力机巡智能化技术成熟成果，融合 CNN 与 Transformer 混合架构、特征金字塔融合、多模态识别等先进技术，指标设定符合行业技术水平，兼顾前瞻性与可行性。

协调性与兼容性原则：衔接 DL/T 2691—2023 等现有电力巡检、AI 算法相关标准，不冲突、强互补；兼容主流算法框架、标注格式及部署环境，适配不同厂商设备与算法产品。

系统性与完整性原则：覆盖图像采集、标注、样本库、算法设计、测试、上线、运维全生命周期，明确 8 大类场景、91 类小目标缺陷技术要求，形成闭环技术规范。

2、标准主要内容

标准为新制定团体标准，规定 35kV 及以上输电线路无人机、巡检机器人采集的可见光/红外图像小目标缺陷检测与识别全流程技术要求，核心内容共 10

章及 1 个资料性附录：

范围：明确适用对象、技术环节、应用场景，界定小目标缺陷适用范围。

规范性引用文件：列出 GB/T 2900.51、DL/T 664、DL/T 2691 等配套标准。

术语和定义：界定机巡视角、小目标、多模态图像等核心术语，统一行业认知。

图像采集：规范可见光/红外图像采集设备参数、操作要求、数据格式与存储要求，保障图像特征可辨识。

图像标注：明确标注对象、精度、质量要求，规定三级标注流程、结果文件格式与版本管理。

样本库建设：制定“本地+云端”双库架构、场景/模态/用途分类、样本质量均衡性及动态更新机制。

算法设计：确定“目标检测+语义分割”双任务模式，规范数据预处理、特征提取、推理、后处理模块，明确训练策略与工程化要求。

生产环境算法测试：设定效果、性能、稳定性、功能/安全性测试指标及方法，明确达标阈值。

算法上线：规范灰度发布、回滚预案、现场验证流程，保障上线平稳。

算法日常运维：建立运行监控、持续优化、故障处理、版本管理机制，保障算法长期稳定运行。

附录 A（资料性）：列出 8 大类场景、91 类常见缺陷明细及分级标准（一般 / 严重 / 危急）。

3、主要技术差异

本标准在国内首次针对输电线路机巡视角小目标缺陷制定的专项技术规范，与现有相关标准差异显著：

针对性更强：现有标准（如 DL/T 2691—2023）为通用缺陷识别导则，未聚焦“尺寸小、特征弱、易漏检”的小目标缺陷；本标准专门针对小目标，细化特征提取、样本均衡、性能指标等专项要求。

颗粒度更细：现有标准仅提出框架性要求；本标准明确 91 类缺陷分类、标注精度、样本配比、算法混合架构、核心性能阈值等实操条款。

全流程闭环：现有标准侧重单一环节；本标准覆盖采集、标注、样本、算法、测试、上线、运维全生命周期，补充算法工程化、灰度发布、持续优化等运维内容，形成完整技术体系。

4、解决的主要问题

解决行业标准空白问题：填补输电线路机巡小目标缺陷检测专项标准空白，

统一缺陷分类、检测流程、性能指标，解决厂商间算法不兼容、数据不互通、规模化应用难的痛点。

解决小目标检测技术瓶颈：明确小目标特征提取、稀缺样本处理、多模态融合等技术要求，破解小目标召回率低、误检率高、环境适应性差的技术难题。

解决行业管理不规范问题：规范图像采集、标注、样本库建设、算法运维全流程，明确质量管控要求，解决数据质量参差不齐、算法运维无标准、缺陷分级不统一的管理问题。

推动行业降本增效：统一技术路线降低企业设备更换、算法研发、运维成本；提升小目标缺陷检测准确性与效率，减少人工巡检安全风险，支撑电网智能化运维。

三、主要试验（或验证）情况

本标准为新制定技术标准，核心条款均通过实际科研项目试验+现场试点应用双重验证：

验证平台：依托贵州电网机巡视角小目标缺陷检测科研项目平台，配备 4K 可见光相机、红外热像仪、算法训练服务器、分布式样本库，具备完整测试验证环境。

验证数据：选取贵州、云南、广西等地区 35kV—500kV 输电线路，采集可见光 / 红外图像超 10 万张，涵盖 8 大类场景、91 类缺陷，包含常规缺陷、稀缺缺陷、恶劣环境（逆光、雾霾、强光）样本，数据具备代表性。

验证内容：

图像采集：验证设备参数、拍摄角度、距离、存储格式的合理性，确认可保障小目标特征清晰。

标注规范：验证三级标注流程、精度要求、格式兼容性，标注准确率达 98% 以上，满足算法训练需求。

样本库：验证分类架构、均衡性、动态更新机制，稀缺缺陷样本补充后识别率提升 15% 以上。

算法设计：验证 CNN+Transformer 混合架构、特征金字塔融合策略，小目标缺陷召回率达 72%、精确率达 68%，满足预设指标。

性能测试：验证效果、性能、稳定性指标，各项均达标，TensorRT 加速后推理效率提升 55%。

验证结论：所有核心条款实操性、适配性、达标性均通过验证，技术要求科学合理，可指导行业实际应用。

四、标准中涉及专利的情况

本标准制定过程中，牵头单位及所有参编单位均确认：本标准的技术内容不涉及任何专利、专利申请或专利许可，无专利相关约束，符合《中国电工技术学会标准涉及专利管理办法（暂行）》相关要求。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

预期社会效益

保障电网安全稳定运行：提升输电线路小目标缺陷检测准确率与效率，及时发现绝缘子破损、销钉缺失等隐蔽缺陷，降低线路故障跳闸风险，保障电力供应安全。

推动双碳目标落地：支撑电网数字化、智能化转型，减少人工巡检碳排放，提升输电线路运维能效，助力新型电力系统建设与双碳目标实现。

降低安全风险、节约社会成本：减少人工高空巡检作业量，降低人员伤亡安全风险；统一标准降低企业设备、算法、运维重复投入，节约行业整体成本。

促进行业技术交流：统一技术语言，推动电网企业、设备厂商、算法企业协同创新，提升电力巡检智能化技术整体水平。

对产业发展的作用

规范产业发展秩序：统一小目标缺陷检测技术路线、性能指标、全流程管理要求，解决行业无序竞争、产品质量参差不齐问题，引导产业向标准化、规模化方向发展。

提升产业技术水平：明确小目标检测核心技术要求，推动企业突破小目标特征提取、稀缺样本处理、多模态融合等关键技术，促进 AI 技术在电力巡检领域的深度应用。

完善产业生态：打通电力企业、巡检设备厂商、算法研发企业间技术壁垒，形成“设备-算法-应用-运维”一体化产业生态，推动产业链协同升级。

拓展产业应用空间：为输电线路机巡智能化提供标准支撑，加速无人机、巡检机器人、AI 算法在电网运维领域的规模化应用，带动相关产业（智能制造、人工智能、大数据）发展。

六、与国际、国外对比情况

国际、国外标准现状：目前无针对输电线路机巡视角小目标缺陷检测与识别的专项国际、国外标准。国外相关技术研究集中于电力设备巡检智能化整体领域，小目标检测技术仅在单一设备或算法中应用，未形成适配输电线路场景的标准化

体系，缺乏全流程、针对性技术规范。

采用国际、国外标准情况：本标准未参考、未采用任何国际、国外标准，为自主制定的原创性团体标准。

技术水平结论：基于国内电力机巡智能化技术领先成果，结合行业实际需求制定，填补国际、国内专项标准空白，标准水平为国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

在标准体系中的位置：国内现有电力智能化巡检标准体系以通用技术规范、管理规范为基础，缺乏算法层、专项场景实操标准。本标准属于输电线路智能化缺陷识别领域的专项实操层级标准，填补机巡视角小目标缺陷检测标准化空白，与基础原则类、通用框架类标准（如 DL/T 2691—2023）协同互补，完善电力巡检智能化标准体系，无配套的同类型学会标准。

与现行法律、法规、产业政策的符合性：本标准严格遵循《中华人民共和国电力法》《电力安全工作规程》等国家电力行业法律法规及强制性标准，契合国家“双碳”目标、新型电力系统建设、数字经济与实体经济融合发展等产业政策，符合电力行业数字化、智能化转型方向，合法合规且具备政策适配性。

与相关标准的协调性：本标准与国内现有电力巡检、人工智能算法相关国家标准、行业标准、地方标准、团体标准保持协调一致。衔接 DL/T 2691—2023《电网设备缺陷智能识别技术导则》，在其通用框架基础上，细化小目标缺陷专项技术要求；指标体系、格式要求相互兼容；未与任何现行标准冲突，明确与现有标准“通用+专项”的互补关系，共同指导输电线路智能化巡检技术应用。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为中国电工技术学会团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布 2 天后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。