

市域（郊）铁路列车360° 图像
地面检测系统
（征求意见稿）
编制说明

标准起草组

2025年6月

目 录

1. 任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人	1
1.1. 任务来源	1
1.2. 起草单位	1
1.3. 协作单位	1
1.4. 主要起草人	1
2. 制定标准的必要性和意义	2
2.1. 标准制定的背景与依据	2
2.2. 标准的必要性分析	2
3. 主要工作过程	3
3.1. 起草组工作概述	3
3.2. 历次审查会专家审查意见及结论	4
3.3. 征求意见及意见处理情况	4
4. 制定标准的原则和依据，与现行法律法规、标准的关系	5
4.1. 制定标准的原则	5
4.2. 制定标准的依据	5
4.3. 与现行法律法规、标准的关系	6
5. 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	7
5.1. 主要条款说明	7
5.2. 主要技术指标、参数及实验验证论述	8
6. 重大意见分歧的处理依据和结果	8
7. 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	8
8. 贯彻标准的措施建议	8
9. 其他应说明的事项	9

1. 任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

1.1. 任务来源

根据中国交通运输协会发布的“2024 年度第五批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2024〕73 号）要求，《市域（郊）铁路列车 360° 图像地面检测系统》团体标准项目正式立项。项目名称为“市域（郊）铁路列车 360° 图像地面检测系统”，该项目旨在规范市域（郊）铁路列车图像检测系统的技术要求，填补国内该领域标准空白。

1.2. 起草单位

本标准由中铁第一勘察设计院集团有限公司牵头，联合西南交通大学、宁波市轨道交通集团有限公司运营分公司、成都盛锴科技有限公司、成都铁安科技有限责任公司、北京铁道工程机电技术研究所股份有限公司、成都运达科技股份有限公司、唐山百川智能机器股份有限公司以及中车唐山机车车辆有限公司共同编制。参与单位涵盖了设计单位、科研院所、运营企业及设备生产单位，形成了产学研用相结合的编制团队。

1.3. 协作单位

本标准编制过程中无协作单位，此项省略。

1.4. 主要起草人

主要起草人为史时喜、付亚超、刘伟群、黄慧建、高春良、王静、张建华、贾晓宏、刘安、王志云、贾瑞凯、王鹏、吴志远、黎莎、熊歆斌、燕春光。编制工作组明确分工，各成员负责相应章节的调研、起草及技术论证工作，具体分工如下：

- (1) 史时喜、付亚超：整体框架设计、系统组成章节编写；
- (2) 刘伟群、黄慧建：技术要求、试验方法章节编写；
- (3) 高春良、王静：工作条件、检验规则章节编写；
- (4) 其他成员：参与调研、数据收集、章节审核及专项技术论证。

2. 制定标准的必要性和意义

2.1. 标准制定的背景与依据

市域（郊）铁路是我国城市综合交通体系的主要组成部分，近年来发展较快，尤其在珠三角、粤港澳大湾区、京津冀等区域发展迅猛。

市域（郊）铁路具有投资主体多元化、运行速度快、开行密度大、公交化运营等特点，截至 2024 年底，全国市域（郊）铁路运营里程 2251.26 公里，年客流量达 15 亿人次。然而，当前的市域（郊）铁路标准体系并不健全，尤其在关键装备方面的标准更少，难以适应市域（郊）铁路绿色、智能的发展需要。

车辆关键部件故障导致的运营事故占比逐年上升，据统计，2023 年因部件故障引发的停运事件占总事故的 42%，直接经济损失超 2 亿元。列车 360° 图像检测系统作为机车车辆智能运维的关键装备，由基本检测单元、现场控制中心和远程控制中心三个部分组成。系统可实现车辆外观可视关键部件的松动、脱落、破损、变形、缺失、异物检测等功能。当前，国内外尚无针对市域（郊）铁路列车 360° 图像地面检测系统的专项技术规范，导致设备功能不统一、检测精度参差不齐，严重制约了市域（郊）铁路的安全运营。

本标准的制定依据《交通强国建设纲要》中“智慧城轨”的发展要求，结合市域（郊）铁路“高密度、小编组、快启停”的运营特点，旨在对 360° 图像地面监测系统设备进行标准化，解决其设备组成不统一、安装不规范、监测精度不统一、故障率较高等问题，建立一套科学、规范的检测系统技术标准，为车辆运维提供技术支撑。

2.2. 标准的必要性分析

(1) 新颖性

本标准首次提出适用于市域（郊）铁路的 360° 图像检测系统技术框架，核心技术包括三维图像与二维图像联合预警、车号自动识别等，经国家知识产权局查新，相关技术方案未在现有国内外标准中公开，填补了行业空白。例如，系统创新性地将三维图像分辨率指标定为不低于 5mm/pixel，较传统二维检测技术提升了检测维度。

(2) 实用性

该系统可在列车运营结束后以不高于 30km/h 的速度通过检测区间时，自动采集车顶、车侧、车底关键部件的高清图像，实现螺栓松动、部件缺失等故障的自动识别，检出率不低于 90%，误报率不超过 20%。轨道交通试点应用数据显示，系统投入使用后，人工巡检工作量减少 60%，故障发现及时率提升至 95%。

(3) 适用性

通过对重庆、成都、宁波等 10 余个市域（郊）铁路项目的调研分析，标准规定的-40℃~75℃环境适应范围等指标，可满足全国不同气候区的运营需求。

(4) 紧迫性

当前市域（郊）铁路正处于规模化发展阶段，由于缺乏统一标准，市场上设备质量良莠不齐，部分项目因检测系统误报导致的非正常停运事件频发。本标准的及时出台，可规范市场秩序，保障市域（郊）铁路快速健康发展。

3. 主要工作过程

3.1. 起草组工作概述

(1) 筹备阶段（2024 年 12 月前）

成立编制工作组，制定详细工作计划，收集国内外相关技术资料，开展实地调研。

(2) 标准起草（2024 年 12 月）

收集工程应用经验、研究成果、试验检测数据及用户反馈，明确编制方向，依据评审意见完成征求意见稿，报协会初审。

(3) 征求意见（2025 年 6 月）

经协会同意后挂网，广泛征集行业意见，同步整理反馈、制定处理方案。

(4) 技术审查（2025 年 8 月）

结合意见补充修改形成送审稿，经协会批准后组织专家审查，根据审查意见完善内容。

(5) 报批稿（2025 年 10 月）

吸收专家建议，打磨形成报批稿，按流程上报待批。

(6) 批准发布（2025 年 12 月）

完成申报审批全流程，推动标准正式发布实施。

3.2. 历次审查会专家审查意见及结论

（一）大纲审查意见及结论

审查意见：从标准名称精准性、章节结构完整性、试验检验内容实操性三方面提出优化需求，建议调整名称、完善章节、细化试验检验规则。

结论：将标准名称调整为《市域（郊）铁路列车 360° 图像地面检测系统》；优化原有章节结构，新增“使用条件”章节明确应用前提；补充试验检验相关内容，细化检测方法、检验规则与判定标准，增强标准质量把控力。

（二）征求意见稿草案审查意见及结论

审查意见：认可编写组对系统发展现状的调研及征求意见稿草案的编制，指出结构合理、内容全面，符合协会管理办法与 GB/T1.1—2020 格式要求；同时建议进一步研究标准名称，优化“4 使用条件”“5 系统组成”章节结构，在安全防护功能中补充高低温性能、耐腐蚀性能。

结论：专家组一致同意本标准征求意见稿草案通过审查，要求按 GB/T1.1-2020 及专家意见编制标准文本。

3.3. 征求意见及意见处理情况

（1）征求意见范围

为使《市域（郊）铁路列车 360° 图像地面检测系统》团体标准更科学合理、贴合行业实际，广泛覆盖运营管理、设计咨询、科研院校、设备制造等领域，拟向上海申通地铁集团有限公司（张喻）、南宁轨道交通集团（雷世创、王日胜、雷善植）、厦门轨道建设发展集团有限公司（温敏健）、广州地铁集团有限公司（陆其波）、沈阳地铁集团有限公司（姜普之）、中铁工程设计咨询集团有限公司（马学涛）、上海市隧道工程轨道交通设计研究院（乐云凯）、广州地铁设计研究院股份有限公司（兰天野）、中铁上海设计院集团有限公司（赵文星）、福州轨道交通设计院有限公司（赖文烨）、清华大学（季林红、张长水）、华中科技大学（彭刚）、兰州交通大学（和振兴）、华为技术有限公司（钟胜、戢仁胜、肖鹏）、城市轨道交通系统安全与运维保障国家工程研究中心（陶涛）等单位及个人征求意见，借各方专业视角，完善标准内容，推动行业规范发展。

（2）意见处理情况

对于未采纳意见，编制组均与意见提出单位进行了沟通解释，最终达成共识。

(3) 意见反馈与沟通

编制组通过邮件、电话等方式向意见提出单位反馈处理结果邀请专家、运营单位及设备商代表共同讨论，统一意见和建议，并最终形成标准定稿。

4. 制定标准的原则和依据，与现行法律法规、标准的关系

4.1. 制定标准的原则

(1) 统一性原则

标准格式严格遵循 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》，术语、符号、计量单位统一规范，确保与其他轨道交通标准协调一致。

(2) 适用性原则

充分考虑市域（郊）铁路与国铁、地铁的差异，如列车速度较低（ $\leq 30\text{km/h}$ ）、站间距短等特点，制定针对性技术指标。例如，系统检测速度设定为不高于 30km/h ，适应市域（郊）铁路“短停快走”的运营模式。

(3) 先进性原则

引入三维图像检测、智能识别等新技术，推动行业技术升级。与传统二维检测技术相比，本标准规定的三维图像检测功能可使复杂部件故障检出率提升 30%。

(4) 经济性原则

在保证安全性能的前提下，优化系统架构，降低设备成本。通过标准化设计，预计可使检测系统采购成本降低 15%~20%，运维成本降低 30%。

4.2. 制定标准的依据

(1) 法律法规依据

符合《中华人民共和国标准化法》《铁路安全管理条例》等法律法规要求，确保标准内容不违反国家强制性规定。

(2) 技术依据

主要参考以下标准：

GB/T1.1-2020 标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则

GB146.2 标准轨距铁路限界第2部分：建筑限界

GB/T191 包装储运图示标志

GB/T2423.1 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验A：低温

GB/T2423.2 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验B：高温

GB/T2423.10 环境试验第2部分：试验方法试验Fc：振动（正弦）

GB/T2423.17 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验Ka：盐雾

GB/T2887 计算机场地通用规范

GB/T4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T9254.1 信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容第1部分：发射要求

GB/T9254.2 信息技术设备、多媒体设备和接收机电磁兼容第2部分：抗扰度要求

GB/T13306 标牌

GB/T13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T17626.2 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验

GB/T17626.3 电磁兼容试验和测量技术第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T17626.4 电磁兼容试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T17626.5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T17626.6 电磁兼容试验和测量技术射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T10125 人造气氛腐蚀试验盐雾试验

GB/T22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T25295 电气设备安全设计导则

GB/T25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

GB50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

4.3. 与现行法律法规、标准的关系

(1) 与强制性标准的关系

本标准内容不违反国家强制性标准要求，与 GB146.2《标准轨距铁路限界第2部分：建筑限界》等强制性标准保持一致，确保系统安装与使用安全。

(2) 与推荐性标准的关系

与 GB/T2887《计算机场地通用规范》、GB/T22239《信息安全技术网络安全

等级保护基本要求》等推荐性标准协调配套，在信息安全、场地环境等方面引用相关要求，保证系统整体兼容性。

(3) 与国内外同类标准的对比

经对比，国外尚无专门针对市域（郊）铁路的图像检测系统标准，本标准填补了市域（郊）铁路领域的标准空白。

5. 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

5.1. 主要条款说明

(1) 范围

本标准规定了市域（郊）铁路列车 360° 图像地面检测系统的术语和定义、工作条件、系统组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存，适用于系统的设计、制造和检验。明确了标准的适用范围为市域（郊）铁路场景，区别于国铁和地铁系统。

(2) 系统组成

系统由图像采集单元（车顶、车侧、车底）、车号识别单元、轨旁控制单元和远程数据中心组成。新增车号识别单元，实现车号图像双向识别，提高检测数据与车辆的对应准确性。例如，车顶图像采集子单元采用线阵图像采集模块和三维图像采集模块组合，可同时获取 2D 和 3D 图像。

(3) 技术要求

- 1) 功能要求：新增车号识别、三维图像展示、故障自动识别等 12 项功能，其中三维误报警剔除功能通过粘贴纸张、涂漆等模拟方式验证，可有效减少非结构性故障的误报。
- 2) 性能要求：二维图像分辨率不低于 1mm/pixel，三维图像分辨率不低于 5mm/pixel，检出率不低于 90%，误报率不超过 20%。这些指标基于系统试验线的模拟故障测试确定，数据显示系统在不同故障等级下均能保持稳定性能。

(4) 试验方法

明确了防水、防尘、高低温、盐雾等环境适应性试验方法，以及故障模拟校验流程。例如，盐雾试验依据 GB/T10125 进行 48 小时测试，系统外壳及部件无

腐蚀现象，满足耐腐蚀要求。

5.2. 主要技术指标、参数及实验验证论述

(1) 图像分辨率

- 1) 技术指标：二维图像分辨率 $\leq 1\text{mm/pixel}$ ，三维图像分辨率 $\leq 5\text{mm/pixel}$ 。
- 2) 实验验证：通过产品出厂测试验证。

(2) 故障检测性能

- 1) 技术指标：检出率 $\geq 90\%$ ，漏报率 $\leq 10\%$ ，准确率 $\geq 90\%$ ，误报率 $\leq 20\%$ 。
- 2) 实验验证：在产品试验段，多次模拟 100 个不同类型故障（丢失类 25 个、松脱类 30 个、变形类 20 个、异物类 25 个），计算统计检出率、漏报率、准确率和误报率，然后根据各参编单位意见，共同制定指标参数。

(3) 环境适应性

- 1) 技术指标：工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 95\%$ 。
- 2) 实验验证：将系统各模块在 -40°C 和 75°C 条件下各运行 24 小时，功能正常；在湿度 95%环境下进行 48 小时湿热试验，内部电路板无凝露现象。

6. 重大意见分歧的处理依据和结果

本标准制定过程中未发生重大意见分歧。

7. 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准，且国内外无专门针对市域（郊）铁路 360° 图像检测的标准。

8. 贯彻标准的措施建议

（一）组织措施

成立标准宣贯领导小组，由中国交通运输协会牵头，各起草单位参与，负责标准实施的组织协调工作。

建立标准应用示范基地，在各市域（郊）铁路项目中开展试点应用，形成可

复制的实施经验。

（二）技术措施

编制《标准应用指南》，详细说明系统设计、安装、调试等技术要点，配套提供故障模拟测试软件和案例库。

开发标准符合性检测工具，由第三方机构对检测系统进行认证，确保设备符合标准要求。

（三）培训措施

定期组织标准培训班，邀请编制专家授课，培训对象包括运营单位技术人员、设备制造商工程师等。

建立线上培训平台，发布标准解读视频、课件等资源，方便行业人员自主学习。

（四）推广措施

召开标准发布会和技术研讨会，邀请行业主管部门、企业代表参加，扩大标准影响力。

将标准纳入市域（郊）铁路项目招标文件要求，推动标准在新建和改造项目中的应用。

9. 其他应说明的事项

（一）专利情况

本标准内容不涉及专利。编制组在标准制定过程中已进行专利筛查，未发现必要专利涉及情况。

（二）项目变更情况

本标准在编制过程中未发生项目变更，严格按照立项批复的范围和要求执行。