

# 团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—XXXX

## 市域(郊)铁路列车 360° 图像地面检测系 统

360 ° Image ground detection system for urban (suburban) railway trains

(征求意见稿)

(本草稿完成时间: 2025 年 5 月 12 日)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国交通运输协会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 工作条件 .....	2
5 系统组成 .....	2
5.1 图像采集单元 .....	2
5.2 车号识别单元 .....	2
5.3 轨旁控制单元 .....	2
5.4 远程数据中心 .....	2
6 技术要求 .....	3
6.1 功能要求 .....	3
6.2 性能要求 .....	3
7 试验方法 .....	4
7.1 基本功能 .....	4
7.2 安全与环境适应性 .....	5
8 检验规则 .....	5
8.1 检验项目 .....	5
8.2 出厂检验 .....	6
8.3 型式检验 .....	6
9 标志、包装、运输和贮存 .....	6
9.1 标志 .....	6
9.2 包装 .....	6
9.3 运输和贮存 .....	6
附 录 A （资料性） 系统故障模拟方法表 .....	8
附 录 B （资料性） 系统性能校验记录 .....	10

## 前 言

本文件按照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》的规定起草。

本文件不代替任何现行标准。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 市域(郊)铁路列车 360° 图像地面检测系统

## 1 范围

本文件规定了市域(郊)铁路列车360° 图像地面检测系统(以下简称“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。

本文件适用于市域(郊)铁路列车360° 图像地面检测系统的设计、制造和检验。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- 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
- GB 146.2 标准轨距铁路限界 第2部分:建筑限界
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温
- GB/T 2423.10 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)
- GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾
- GB/T 2887 计算机场地通用规范
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 9254.1 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/T 9254.2 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/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 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/T 17626.4 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/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.6 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/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 25295 电气设备安全设计导则
- GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法
- GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**线阵图像采集模块** linear array image acquisition module

图像检测系统的数据采集前端,由高速线阵相机和激光光源组成,用于采集通过列车的高清 2D 图像。

### 3.2

**三维图像采集模块** 3D image acquisition module

图像检测系统的数据采集前端，由高速 3D 相机和激光光源组成，用于采集通过列车的高清 3D 图像。

### 3.3

#### 图像识别 Image Recognition

利用计算机对采集的图像进行计算、分析和处理，以识别目标或对象的不同状态。

### 3.4

#### 检测项点 detection point

系统需检测的列车部件及其状态的具体部位。

### 3.5

#### 实际故障总数 total actual faults

检测过程中列车实际发生的故障数量总和。

## 4 工作条件

4.1 环境温度：-40 °C~75 °C。

4.2 相对湿度：不大于 95 %。

4.3 海拔：不超过 3000 m。

4.4 列车通过速度应不高于 30 km/h。

4.5 设备安装线路条件：线路平、直线段应不小于 50m。

4.6 轨旁控制单元系统电源：AC380V±10%，50Hz，10kVA。

## 5 系统组成

### 5.1 图像采集单元

#### 5.1.1 车顶图像采集子单元

车顶图像检测子单元由线阵图像采集模块和三维图像采集模块组成，用于采集车顶受电弓、空调等可视关键部件及其相关子部件的高清图像。

#### 5.1.2 车侧图像采集子单元

车侧图像检测子单元由线阵图像采集模块组成，用于采集车门、车窗、车厢连接处等可视关键部件及其相关子部件的高清图像。

#### 5.1.3 车底图像采集子单元

车底图像检测子单元由线阵图像采集模块和三维图像采集模块组成，用于采集制动装置、牵引电机、轴箱箱体、电气箱体等可视关键部件及其子部件的高清图像。

### 5.2 车号识别单元

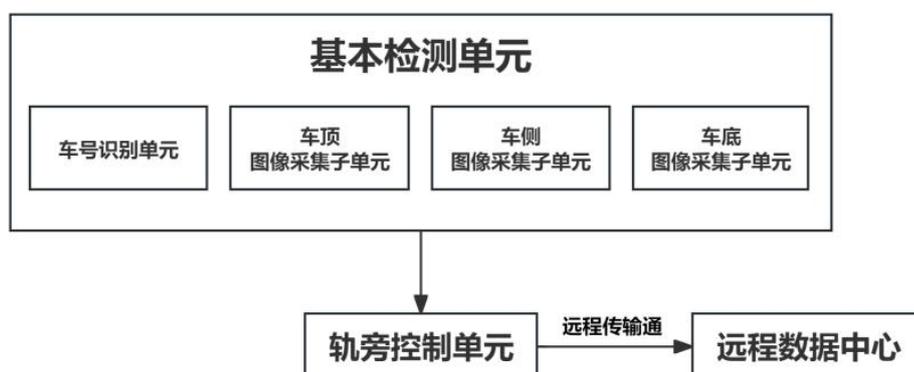
车号识别单元由轨边成像模块和室内处理主机组成，用于车号图像展示和双向识别功能。

### 5.3 轨旁控制单元

轨旁控制单元由服务器、工控机等设备组成，负责图像采集单元的供电与控制、数据处理及存储，承担通信、参数设置、设备监控及数据管理等功能，实现系统全流程管控。

### 5.4 远程数据中心

远程数据中心由用户终端及外围设备构成，在远程控制室实现系统检测信息查看、复核、分析、统计等，系统设备运行状态监控、系统参数配置等功能。



## 6 技术要求

### 6.1 功能要求

- 6.1.1 系统应具有自动采集列车车顶、车侧、车底可视部件的高清图像，具备市域（郊）列车车体360°全景高清图像的自动采集与处理功能。
- 6.1.2 系统应具有列车走行部三维图像与二维图像联合预警和三维图像展示功能。
- 6.1.3 系统应具有列车车顶、车侧、车底可视部件的异常状态（包括但不限于部件缺失、变形、松动、异物、松脱）自动识别和报警功能。
- 6.1.4 系统应具备图像放大功能，实现对细小部件进行多级放大显示。
- 6.1.5 系统数据采集单元应具备温控功能。
- 6.1.6 系统应具有自动判别列车运行状态功能。
- 6.1.7 系统应具有走行部螺栓松动、缺失自动识别功能。
- 6.1.8 系统应具备自检与故障诊断功能。
- 6.1.9 系统应具有独立向车辆管理信息系统上传数据的能力。
- 6.1.10 系统应具有检测数据存储、分析、查询、统计及传输功能。
- 6.1.11 系统应具有远程监控和数据分析功能，提供B/S访问界面和信息化数据联网接口。
- 6.1.12 系统应具有开放的数据传输接口，可与地铁集团的智能运维平台、智慧管理系统、生产管理系统进行数据共享、交互。

### 6.2 性能要求

#### 6.2.1 安全与环境适应性

- 6.2.1.1 系统应具有防水、防尘性能，应符合GB/T 4208的规定。
- 6.2.1.2 系统应具有防大电流冲击及接地保护性能，应符合GB 50054、GB/T 25295、GB 19517、GB/T 17626系列标准的规定。
- 6.2.1.3 系统应具有防雷性能，应符合GB 50343、GB/T 17626的规定。
- 6.2.1.4 系统应具备信息安全防护性能，应符合GB/T 22239的规定。
- 6.2.1.5 系统轨旁图像采集单元应具有抗振动干扰性能，应符合GB/T 2423.10的要求。
- 6.2.1.6 系统轨旁图像采集单元应具有抗电磁干扰性能，应符合GB/T 17626、GB/T 9254系列标准的规定。
- 6.2.1.7 系统应具有抗低温环境可靠性，应符合GB/T 2423.1的规定。
- 6.2.1.8 系统应具有抗高温环境可靠性，应符合GB/T 2423.2的规定。
- 6.2.1.9 系统应具有耐腐蚀性能，应符合GB/T 10125、GB/T 2423.17的规定。
- 6.2.1.10 现场接地应参照GB 50343和GB/T 2887规范，接地电阻不应大于4Ω。

## 6.2.2 检测性能

6.2.2.1 二维图像分辨率不应低于 1 mm/pixel。

6.2.2.2 三维图像分辨率不应低于 5 mm/pixel。

6.2.2.3 系统检出率不应低于 90%，漏报率不应超过 10%。

6.2.2.4 系统准确率不应低于 90%，误报率不应超过 20%。

其中，系统准确率的计算公式为：

$$\text{准确率} = \frac{\text{正类正确识别数量} + \text{负类正确识别数量}}{\text{所有检测项点}}$$

式中：正类正确识别数量指系统需要检测的部件，该部件未发生故障，系统未进行报警提示的数量；负类正确识别数量指系统需要检测的部件，该部件发生故障，系统进行报警提示的数量；所有检测项点指根据系统检测车型的日检作业规程进行梳理，系统能够检测出该类型车辆的部件数量总和。

误报率的计算公式为：

$$\text{误报率} = \frac{\text{系统误报故障数量}}{\text{所有检测项点} - \text{实际故障数}}$$

式中：系统误报故障数量指系统未正确提示的报警数量；所有检测项点数指根据系统检测车型的日检作业规程进行梳理，系统能够检测的该类型车辆的部件数量总和；实际故障数指被检测车辆当次实际产生的部件故障总和。

系统检出率的计算公式为：

$$\text{检出率} = \frac{\text{系统检出故障总数}}{\text{车辆实际故障总数}}$$

式中：系统检出故障总数指系统正确识别并进行报警提示的故障总和；车辆实际故障总数指模拟故障数总和。

漏报率的计算公式为：

$$\text{漏报率} = \frac{\text{系统漏报故障数量}}{\text{车辆实际故障总数}}$$

式中：系统漏报故障数量指对于实际发生的故障未能正确识别并发出报警提示的数量；车辆实际故障总数指模拟故障数总和。

## 7 试验方法

### 7.1 基本功能

#### 7.1.1 模拟方法

系统故障模拟方法参见附录A，可采取人工设置的样本来进行校验。

#### 7.1.2 样本设置原则如下：

7.1.2.1 以模拟故障进行样本设置，以列车实际可能发生的故障为主；

7.1.2.2 每列车用于验证的故障设置参见附录 A 表 A.1 中故障模拟方法表中的故障类型，模拟设置故障样本总数应不少于 100 个，应涵盖各类故障；

7.1.2.3 设置的故障不应少于三个等级（例：第一档 20 mm×20 mm；第二档 40 mm×40 mm；第三档 60 mm×60 mm），各等级设置数量不少于 10 个。

### 7.1.3 校验流程

7.1.3.1 选取1列车作为测试车进行故障设置；

7.1.3.2 测试车以正常车速通过测试设备，现场设备对测试车进行数据采集、分析；

7.1.3.3 按照验证标准对系统检测结果进行分析。宜将结果填入附录B中的表格。

### 7.1.4 故障模拟

应采取故障模拟的校验方法进行校验。在检测区域或部件上使用油漆笔、仿真贴纸进行模拟标记，或者部分部件进行人工制造缺陷。模拟故障列车不宜上正线运营，试验需在专用测试轨道或经运营单位书面批准的封闭区段进行。故障模拟方式宜符合附录B中的表格要求。

## 7.2 安全与环境适应性

### 7.2.1 防水、防尘性能

系统的防水、防尘性能试验应按GB/T 4208的规定执行。

### 7.2.2 防大电流冲击及接地保护性能

系统的防大电流冲击及接地保护性能试验应按GB 50054、GB/T 25295、GB 19517、GB/T 17626的规定执行。

### 7.2.3 防雷性能

系统的防雷性能试验应按GB 50343的规定执行。

### 7.2.4 信息安全防护性能

系统的信息安全防护性能试验应按GB/T 22239的规定执行。

### 7.2.5 抗振动干扰性能

系统的抗振动干扰性能试验应按GB/T 2423.10等环境适应性要求的规定执行。

### 7.2.6 抗电磁干扰性能

系统的抗电磁干扰性能试验应按GB/T 17626、GB/T 9254的规定执行。

### 7.2.7 抗低温环境性能

系统的抗低温环境性能试验应按GB/T 2423.1的规定执行。

### 7.2.8 抗高温环境性能

系统的抗高温环境性能试验应按GB/T 2423.2的规定执行。

### 7.2.9 耐腐蚀性能

系统的耐腐蚀性能试验应按GB/T 10125、GB/T 2423.17的规定执行。

## 8 检验规则

### 8.1 检验项目

系统的出厂检验、型式检验项目应符合表1的规定。

表1 出厂检验、型式检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	基本功能	√	√	6.1.1	7.1
2	防水、防尘性能	-	√	6.2.1.1	7.2.1

3	防大电流冲击及接地保护性能	-	√	6.2.1.2	7.2.2
4	防雷性能	-	√	6.2.1.3	7.2.3
5	信息安全防护性能	-	√	6.2.1.4	7.2.4
6	抗振动干扰性能	-	√	6.2.1.5	7.2.5
7	抗电磁干扰性能	-	√	6.2.1.6	7.2.6
8	抗低温环境性能	-	√	6.2.1.7	7.2.7
9	抗高温环境性能	-	√	6.2.1.8	7.2.8
10	盐雾试验	-	√	6.2.1.9	7.2.9
注：标有“√”表示必选项试验；标有“-”表示可选项试验。					

## 8.2 出厂检验

- 8.2.1 设备应经制造厂家检验合格，并附产品合格证后方可出厂。  
8.2.2 出厂检验项目应进行图像合格标准检验，详见附录 A。

## 8.3 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制完成时；
- b) 产品结构、材料、工艺、生产场地发生较大改变时；
- c) 出厂检验结果与上次型式检验结果有重大差异时；
- d) 产品停产 12 个月及以上，恢复生产时；
- e) 关键零件、部件、器件更换供应商或更换型号时。

## 9 标志、包装、运输和贮存

### 9.1 标志

9.1.1 系统应在外壳明显位置固定标牌，标牌应符合 GB/T 13306 的规定。应至少包括以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 出厂日期；
- d) 制造商名称及地址；
- e) 执行标准号；
- f) 产品合格标识。

9.1.2 包装箱上的包装储运图示标志按 GB/T 191 的规定选择使用。

9.1.3 标志应清晰、牢固，不应因运输条件和自然条件而褪色、变色、脱落。

### 9.2 包装

9.2.1 包装应符合 GB/T 13384 的规定。

9.2.2 包装箱内应附有以下随行文件：

- a) 产品装箱单
- b) 产品合格证；
- c) 产品测试记录；
- d) 产品维护手册；
- e) 系统使用说明书。

### 9.3 运输和贮存

- 9.3.1 运输和贮存环境条件应符合 GB/T 25480 的有关规定。
- 9.3.2 在运输过程中应防止震动和碰撞，并应符合 GB/T 13384 的相关规定。
- 9.3.3 仪器贮存地点及周围环境不应有腐蚀性气体，保持空气流通，地面保持清洁。

附录 A  
(资料性)  
系统故障模拟方法表

系统故障模拟方法见表A.1。

表A.1 系统故障模拟方法表

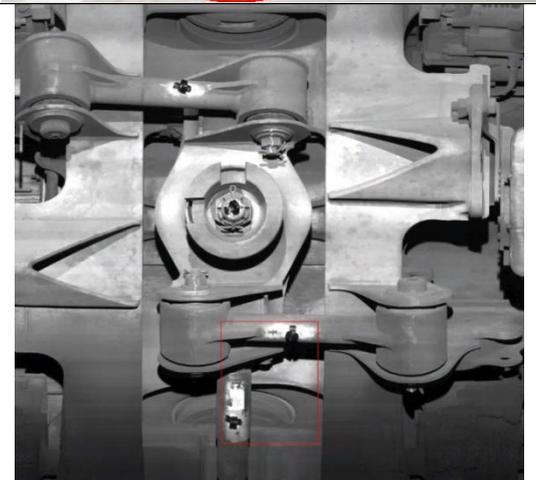
序号	故障类型	常见故障点	模拟方式建议	模拟方式示意图
1	丢失类	螺栓丢失、轴箱接地线夹丢失、锁紧螺母丢失	通过人工设置方式模拟部件缺失。如螺栓表面用异物粘贴覆盖；或者在保障安全前提下，直接去掉螺栓。	
2	松脱类	螺栓松动、接头松动、卡箍松动	通过人工设置方式模拟松动。如修改防松标记线位置；或者在保障安全前提下，直接拧松部件。	
3	变形类	端板变形、底板变形、头罩变形	通过人工设置方式模拟变形。如用工具敲打部件使其变形。	

表 A.1 系统故障模拟方法表（续）

序号	故障类型	常见故障点	模拟方式建议	模拟方式示意图																											
4	异物类	车顶异物、车侧异物、车底异物	通过人工设置方式模拟异物。如粘贴仿真异物。	<p>B-0119 车 5 号车厢人工故障详情</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">故障点材料列表</th> </tr> <tr> <th>序号</th> <th>材料</th> <th>安装位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>M12×40 高强度螺栓</td> <td>B-0119 车 5 号车厢</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>M8×40 不锈钢螺栓</td> <td>B-0119 车 5 号车厢</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>M10×50 不锈钢螺栓</td> <td>B-0119 车 5 号车厢</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>M10×50 不锈钢螺栓</td> <td>B-0119 车 5 号车厢</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>M12×50 不锈钢螺栓</td> <td>B-0119 车 5 号车厢</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>M12 不锈钢螺母</td> <td>B-0119 车 5 号车厢</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>M10 不锈钢螺母</td> <td>B-0119 车 5 号车厢</td> </tr> </tbody> </table> 	故障点材料列表			序号	材料	安装位置	1	M12×40 高强度螺栓	B-0119 车 5 号车厢	2	M8×40 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢	3	M10×50 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢	4	M10×50 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢	5	M12×50 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢	6	M12 不锈钢螺母	B-0119 车 5 号车厢	7	M10 不锈钢螺母	B-0119 车 5 号车厢
故障点材料列表																															
序号	材料	安装位置																													
1	M12×40 高强度螺栓	B-0119 车 5 号车厢																													
2	M8×40 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢																													
3	M10×50 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢																													
4	M10×50 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢																													
5	M12×50 不锈钢螺栓	B-0119 车 5 号车厢																													
6	M12 不锈钢螺母	B-0119 车 5 号车厢																													
7	M10 不锈钢螺母	B-0119 车 5 号车厢																													
5	三维误报警剔除功能		在转向架构架区域粘贴纸张、涂漆。（要求模拟故障厚度信息不大于 5 mm）																												

**附 录 B**  
(资料性)  
**系统性能校验记录**

系统性能校验记录见表 B.1。检出率统计表见表 B.2。漏报率统计见表 B.3。准确率统计见表 B.4。误报率统计见表 B.5。

**表 B.1 系统性能校验记录**

车号		检测时间	
序号	技术指标	检测指标	是否满足
1	车顶二维图像分辨率不低于 1 mm/pixel		
2	车侧二维图像分辨率不低于 1 mm/pixel		
3	车底二维图像分辨率不低于 1 mm/pixel		
4	三维图像精度值不低于 ±5 mm		
5	系统单列车平均误报量不应大于 15 个		
6	系统准确率不应低于 90 %		
7	系统误报率不应超过 20 %		
8	系统检出率不应低于 90 %		
9	系统漏报率不应超过 10 %		

表 B.2 检出率统计

车号	车辆实际故障总数			系统检出故障总数			检出率		
检测部位	第一档	第二档	第三档	第一档	第二档	第三档	第一档	第二档	第三档
	车顶								
车侧									
车底									
合计									

注：第一档 20 mm×20 mm；第二档 40 mm×40 mm；第三档 60 mm×60 mm。

表 B.3 漏报率统计

车号	车辆实际故障总数			系统漏报故障数量			漏报率		
检测部位	第一档	第二档	第三档	第一档	第二档	第三档	第一档	第二档	第三档
	车顶								
车侧									
车底									
合计									

注：第一档 20 mm×20 mm；第二档 40 mm×40 mm；第三档 60 mm×60 mm。

表 B.4 准确率统计

车号			检测时间	
检测部位	正类正确识别数量	负类正确识别数量	所有检测项点	准确率
车顶				
车侧				
车底				
合计				

表 B.5 误报率统计

车号			检测时间	
检测部位	系统误报故障数量	实际故障数	所有检测项点	误报率
车顶				
车侧				
车底				
合计				