

团体标准

T/CAMET XXXXX—XXXX

城市轨道交通 车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统 第2部分：车辆全景智能检测

Urban rail transit—Vehicle intelligent operation and maintenance system
trackside integrated detection subsystem—Part2: Panoramic intelligent
inspection of vehicles

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2025 年 4 月）

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

中国城市轨道交通协会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 车辆全景智能检测系统的组成 3

5 技术要求 5

6 检验方法 7

7 检验规则 8

8 标志、包装、运输和贮存 9

附录 A（资料性）车辆全景智能检测故障模拟方法表 10

附录 B（资料性）车辆全景智能检测性能校验记录 13

参考文献 16

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。

本文件是 T/CAMET XXXXX《城市轨道交通 车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统》的第2部分。
T/CAMET XXXXX 已经发布以下部分：

- 第1部分：轮对尺寸检测；
- 第2部分：车辆全景智能检测；
- 第3部分：走行部温度检测；
- 第4部分：车轮多边形及径跳检测。

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。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会技术装备分技术委员会提出。

本文件由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：上海申通地铁集团有限公司、北京市地铁运营有限公司、南京地铁集团有限公司、成都轨道交通集团有限公司、南昌轨道交通集团有限公司、太原轨道交通集团有限公司、南通轨道交通集团有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、成都铁安科技有限责任公司、成都盛锴科技有限公司、辽宁鼎汉奇辉电子系统工程有限公司、东莞市诺丽科技股份有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、西南交通大学、上海市隧道工程轨道交通设计研究院。

本文件主要起草人：陈朝、王生华、周炯、张枝森、周鸣语、杨凯、白春光、高春良、吴耿才、郑慧民、詹冬润、周小斌、江现昌、顾超、龚金利、陈超、周巧莲、王静、张弓、王生华、陶涛、王林峰、刘泽昆、崔凤钊、王川、任愈、乐云凯。

引 言

在城市轨道交通快速发展的进程中，车辆的运维工作的重要性日益凸显。为了统一城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统的技术要求，建立完善的技术指标体系，制定《城市轨道交通 车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统》系列标准，拟由四个部分构成。

—— 第 1 部分：轮对尺寸检测。目的在于规范城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统轮对尺寸检测的组成、系统功能、技术指标、检验方法、包装运输等诸多关键技术指标。

—— 第 2 部分：车辆全景智能检测。目的在于规范城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统车辆全景智能检测的组成、系统功能、技术指标、检验方法、包装运输等诸多关键技术指标。

—— 第 3 部分：走行部温度检测。目的在于规范城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统走行部温度检测的组成、系统功能、技术指标、检验方法、包装运输等诸多关键技术指标。

—— 第 4 部分：车轮多边形及径跳检测。目的在于规范城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统车轮多边形及径跳检测的组成、系统功能、技术指标、检验方法、包装运输等诸多关键技术指标。

《城市轨道交通 车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统》系列标准，初步建立了一套城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测检测子系统的组成、功能及试验规则。同时根据行业要求统一了城市轨道交通车辆智能运维轨旁综合检测子系统的核心技术要素，使系列标准具有广泛的适应性。

车辆外部可视关键部件对于城市轨道交通车辆安全运行影响重大，车辆日检外观可视关键部件的诸如部件松动、脱落、破损、变形、缺失、异物等异常状况直接影响车辆运行安全。随着我国城市轨道交通的迅猛发展，其运营模式向网络化的深度转变引发了客流量的急剧攀升，这对行车安全保障工作提出了前所未有的严苛挑战。车辆全景智能检测作为确保车辆安全稳定运行的核心关键环节，然而，经广泛而深入的市场调研与行业剖析发现，在当前的行业环境中，针对车辆全景智能检测的功能特性及技术要求，尚缺乏一套统一、权威且具有普适性的规范标准。

在此背景下，本标准的制定具有极为关键的现实意义与深远的行业影响，其核心目标在于全面、系统且精准地规范车辆全景智能检测的各项功能指标与技术要求，为城市轨道交通车辆的安全运维构建坚实的技术支撑与标准保障体系，有力填补这一领域的关键空白，引领行业朝着标准化、规范化与科学化的方向稳健发展。

本标准基于《城市轨道交通 车辆智能运维系统 总体技术规范》的城市轨道交通车辆智能运维系统顶层指标要求，结合车辆全景智能检测自身的特点进行编制。

城市轨道交通 车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统 第 2 部分： 车辆全景智能检测

1 范围

本文件规定了城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统车辆全景智能检测的系统组成，明确了其应满足的技术要求，给出了试验方法和检验规则，同时也对相关产品的标志、包装、运输和贮存等方面做出了规定。

本文件适用于城市轨道交通车辆的车顶、车侧、车底的全车外观可视关键部件监测系统（包含硬件检测设备及软件控制系统）的设计、制造和应用。

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 146.1 标准轨距铁路限界 第 1 部分：机车车辆限界
GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第 1 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 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动(正弦)
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（所有部分） 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容
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 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 19517 国家电气设备安全技术规范
GB/T 22239 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 50054 低压配电设计规范
GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
CJJ/T 96-2018 地铁限界标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

T/CAMET XXXXX—XXXX

图像采集模块 linear array image acquisition module

属于系统的数据采集前端，由高速相机和光源组成，采集通过列车的高清图像。

3.2

车顶 roof

车顶板及以上的范围。

3.3

车侧 side

车体两侧转向架以上，车顶以下的两侧区域。

3.4

车底 side and bottom of vehicle

车下两侧转向架及车底转向架区域。

3.5

图像识别 image recognition

利用计算机对图像进行处理、分析和理解，以识别各种不同模式的目标和对象的技术。

3.6

关键部件 key components

车辆日检作业中需要被目视检查的车辆外观可视部件，诸如轮对、受电弓、空调、螺栓、线缆、箱体、保护罩、牵引电机、齿轮箱、车门、风挡等部件均被认定为关键部件。

3.7

准确率 accuracy

在系统检测过程中，正确识别的部件数量占所有检测项点的比例。准确率的计算公式为：

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

其中：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，系统能够检测的该类型车辆的部件数量总和。

3.8

误报率 false alarm rate

在系统检测过程中，系统错误地发出报警提示的故障数量占所有未发生故障的检测项点的比例。误报率的计算公式为：

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

其中：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。

3.9

检出率 detection rate

在系统检测过程中，系统正确识别并发出报警提示的故障数量占车辆实际故障总数的比例。检出率的计算公式为：

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

其中：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。

3.10

漏报率 missing rate

在系统检测过程中，系统未能识别并发出报警提示的实际故障数量占车辆实际故障总数的比例。漏报率的计算公式为：

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

其中：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。

4 车辆全景智能检测系统的组成

城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统：车辆全景智能检测主要由轨旁基本检测单元、轨旁现场控制中心和远程数据交互中心三个部分组成，如图 1 所示。

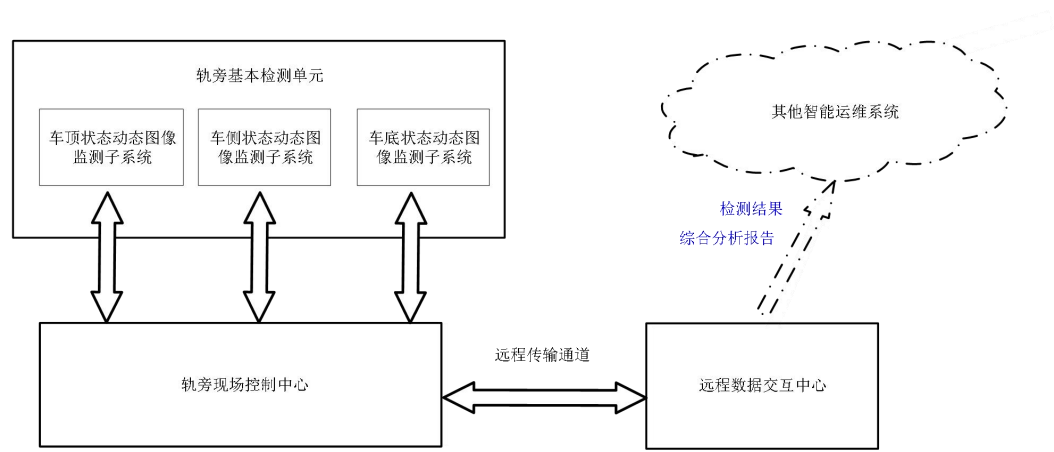


图 1 车辆全景智能检测系统组成

4.1 轨旁基本检测单元

4.1.1 车顶状态动态图像监测子系统

车顶状态动态图像监测子系统由图像采集模块组成，应具备车顶高清图像采集与展示功能，能采用图像识别技术实现受电弓、空调等可视关键部件及其相关子部件的缺失、异物等异常状态自动预警，如图 2 所示。

4.1.2 车侧状态动态图像监测子系统

车侧状态动态图像监测子系统由多组线阵图像采集模块组成，应具备车侧高清图像采集与展示功能，采用图像识别技术实现车门、车窗、车厢连接处等可视关键部件及其相关子部件的缺失、异物等异常状态自动预警，如图 2 所示。

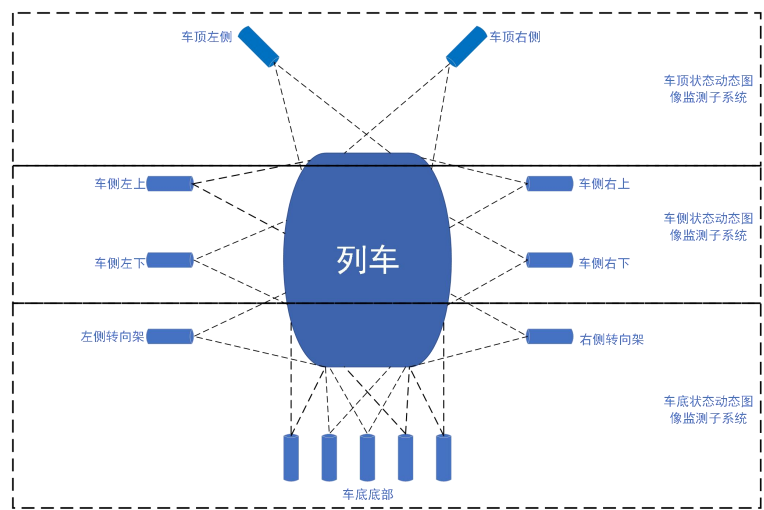


图 2 轨旁基本检测单元示意图

4.1.3 车底状态动态图像监测子系统

车底状态动态图像监测子系统由多组线阵图像采集模块等组成,应具备车底走行部高清图像采集与展示功能,采用图像识别技术实现制动装置、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缺失、异物等异常状态自动预警。

4.2 轨旁现场控制中心

轨旁现场控制中心由服务器、配电箱、控制箱、工控机、交换机等设备组成,应具备现场检测单元的供电、现场控制、数据图像的采集、分析处理、存储功能,同时应能与远程数据交互中心进行通讯。

4.3 远程数据交互中心

远程数据交互中心由控制台、工控机及外围设备构成,应具备系统参数的设置功能,可监控设备的运行状态和系统检测过程,应实现对检测结果的查看、统计、分析和打印。宜设置在车辆段或者停车场段场控制中心内。

5 技术要求

5.1 环境适应性

5.1.1 适应温度: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 月均相对湿度: 不大于 95 %。

5.1.3 海拔高度: 不超过 3000 m。

5.1.4 使用环境: 系统应能承受风、沙、雨、雪、沙尘暴等的侵袭。

5.2 系统功能

5.2.1 检测功能

5.2.1.1 系统应具有自动采集动态列车车顶、车侧、车底可视部件的高清图像,具备列车车体 360° 全景高清图像的图像展示功能。

5.2.1.2 系统采集的图像应满足车底及车侧走行部可视区域的分辨率 $\pm 0.5\text{mm/pix}$ 的标准,车体、车窗及车顶可视区域的分辨率 $\pm 1\text{mm/pix}$ 的标准。

5.2.1.3 系统应具有剔除水渍、污渍、光照等误报的功能,宜采用三维图像与二维图像联合分析实现上述功能。

5.2.1.4 系统应自动实现列车车顶、车侧、车底可视部件的异常(包括但不限于部件松动、脱落、破损、变形、缺失、异物等)自动识别报警,并通过网页报表进行提示,可导出故障复核确认单,宜采用自动识别算法。

5.2.1.5 系统数据采集应是实时的,系统数据采集结束后,应在 5 分钟内输出算法自动识别结果。

5.2.1.6 系统图像宜不产生畸变,宜采用畸变矫正算法对图像进行畸变校正。

5.2.1.7 系统应具备双向检测功能。

5.2.1.8 系统应具备车辆变速通过情况下的检测功能。

5.2.1.9 系统应具备部分关键部件的参数测量计算功能,如车底地板面高度、车钩高度(首尾车端头)等关键部件参数进行自动测量并分级预警功能。

5.2.2 数据管理功能

5.2.2.1 系统应具备图像放大功能,能够对细小部件进行多级放大显示。

5.2.2.2 系统应具备大容量图像数据存储功能,具备容量扩展预留接口。

5.2.2.3 系统应具有检测数据存储、分析、查询、统计及输出功能。

T/CAMET XXXXX—XXXX

5.2.2.4 系统应具有检测数据报警输出功能，并具备人工复核结果回填功能。

5.2.2.5 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。

5.2.2.6 系统应具有开放的数据传输接口，可与各个地铁公司的智能运维系统、智慧管理系统、生产管理系统等进行数据共享、交互。

5.2.3 安全防护功能

5.2.3.1 系统应具有防水、防尘功能，应符合 GB/T 4208 的规定。

5.2.3.2 系统应具有防大电流冲击及接地保护功能，应符合 GB 50054、GB/T 25295、GB 19517 的规定。

5.2.3.3 系统应具有防雷功能，应符合 GB 50343 的规定。

5.2.3.4 系统应具备信息安全防护功能，应符合 GB/T 22239 的规定。

5.2.3.5 系统轨旁基本检测单元应具有抗振动干扰功能，应符合 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 2423.10 的要求。

5.2.3.6 系统轨旁基本检测单元应具有抗电磁干扰功能，应符合 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 9254（所有部分）系列标准。

5.2.4 其他功能

5.2.4.1 系统应具有车辆接近和离去检测功能，应具备车号及端位自动识别功能、测速功能。

5.2.4.2 系统轨旁采集单元应具备温度适应功能，可自动调节采集箱体内环境温度。

5.2.4.3 系统宜采集单元采用相机与光源一体化结构设计，且一体化结构中的相机和光源共用控制和电源接口。

5.2.4.4 系统应能在强光、风、沙、雨、雪、沙尘暴的环境中服役，能够保证正常工作，并确保识别率等。

5.3 技术指标

5.3.1 车顶二维图像分辨率不应大于 1 mm/pixel。

5.3.2 车侧二维图像分辨率不应大于 1 mm/pixel。

5.3.3 车底二维图像分辨率不应大于 1 mm/pixel。

5.3.4 三维图像精度值不应大于 ± 5 mm。

5.3.5 系统单列车平均误报量不应大于 15 个。

5.3.6 系统准确率应大于 80 %，误报率应小于 20 %。

5.3.7 系统检出率应大于 90 %，漏报率应小于 10 %。

5.3.8 车底地板面高度测量精度为： ± 10 mm。

5.3.9 车钩高度测量精度为： ± 4 mm。

5.3.10 系统存储空间应不少于 30 T，预留扩展接口。

5.3.11 系统应适应不同选址安装位置的速度要求，最高通过速度不应低于 30 km/h。

5.4 接口要求

5.4.1 基建接口要求

5.4.1.1 设备宜安装在就近车辆段（或停车场）的出入段线，或者正线运营车站进站前方，选址位置宜避开站台、信号机和道岔等区域，设备检测区附近能提供设备间，设备选址应避免阳光直射，必要时建设检测棚。

5.4.1.2 轨旁设备及附属设备不应侵入设备限界，设备安装股道与相邻线间距应符合 GB 146.1、CJJ/T 96 的要求。

5.4.1.3 设备安装线路条件宜满足以下要求：

- a) 设备安装在直线段，直线段长度应不小于 50 m；
- b) 线路方向不平顺：应不大于 3 mm/m；
- c) 线路高低不平顺：应不大于 3 mm/m；
- d) 线路水平不平顺：应不大于 3 mm/m。

5.4.1.4 设备安装区域应有电源接口。

5.4.1.5 现场接地应符合 GB 50343 和 GB/T 2887 的要求，接地电阻不应大于 4 Ω。

5.4.2 信息化接口要求

5.4.2.1 轨旁现场控制中心到远程数据交互中心之间应通过光缆连接。

5.4.2.2 远程数据交互中心宜提供网络接口（指定静态 IP 地址）。

5.4.2.3 系统应具有独立向城市轨道交通车辆管理单位相关信息管理系统上传数据的能力。

6 试验方法

6.1 基本功能试验

6.1.1 系统校验用于验证系统对关键部件诸如变形、缺失、异物等异常的故障检出能力，轨旁综合检测子系统第 2 部分：车辆全景智能检测故障模拟方法参见附录 A。应采用人工设置的样本来进行校验。

6.1.2 样本设置原则如下：

- a) 样本设置范围应依据运用部门提出的检测及故障报警范围确定；
- b) 样本设置应采用真实故障和模拟故障相结合的方式，以列车实际可能发生的故障为主；
- c) 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和数不应少于 100 个，且涵盖各类故障；
- d) 应在每个相机对应拍摄区域粘贴分辨率标定条纹图纸，用于验证各个相机分辨率；
- e) 设置的故障不应少于三个等级，各等级设置数量不应少于 10 个。

6.1.3 试验流程如下：

- a) 选取 1 列车作为测试车进行故障设置；
- b) 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；
- c) 按照验证标准对系统检测结果进行分析。结果应填入附录 B 中的表格。

6.1.4 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、或人工制造部分部件缺陷。模拟故障列车不得上正线运营，模拟故障列车通过检测区域的模拟试验应通过运营单位审核批准。故障模拟方式宜符合附录 B 中的表格要求。

6.2 安全防护功能试验

6.2.1 防水、防尘性能试验

车辆全景智能检测系统的防水、防尘性能试验应按 GB/T 4208 的规定执行。

6.2.2 防大电流冲击及接地保护性能试验

车辆全景智能检测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 的规定执行。

6.2.3 防雷性能试验

车辆全景智能检测系统的防雷性能试验应按 GB 50343 的规定执行。

6.2.4 信息安全防护性能试验

车辆全景智能检测系统的信息安全防护性能试验应按 GB/T 22239 的规定执行。

6.2.5 抗振动干扰性能试验

车辆全景智能检测系统的抗振动干扰性能试验应按 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 2423.10 等环境适应性要求的规定执行。

6.2.6 抗电磁干扰性能试验

车辆全景智能检测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 检验规则

7.1 检验项目

车辆全景智能检测的出厂检验、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	检验方法
1	基本功能校验	√	√	5.2.1	6.1
2	防水、防尘性能校验	—	√	5.2.3.1	6.2.1
3	防大电流冲击及接地保护性能校验	—	√	5.2.3.2	6.2.2
4	防雷性能校验	—	√	5.2.3.3	6.2.3
5	信息安全防护性能校验	—	√	5.2.3.4	6.2.4
6	抗振动干扰性能校验	—	√	5.2.3.5	6.2.5
7	抗电磁干扰性能校验	—	√	5.2.3.6	6.2.6
注：标有“√”表示必选项试验；标有“—”表示可选项试验。					

7.2 型式检验

7.2.1 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 24 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。

7.2.2 系统整机应按照 5.2 及 5.3 规定的项目检验。

7.3 出厂检验

7.3.1 设备应经制造厂家检验合格，并附产品合格证后方可出厂。

7.3.2 出厂检验项目应进行图像合格标准检验，详见附录 A。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

城市轨道交通车辆智能运维系统轨旁综合检测子系统第2部分：车辆全景智能检测应有固定的铭牌，内容包括但不限于以下信息：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 制造商名称或商标；
- d) 产品编号；
- e) 出厂日期；
- f) 主要技术参数，包括但不限于尺寸、重量、功率。

8.2 包装、运输和贮存

8.2.1 包装箱内应有下列文件：

- a) 装箱单；
- b) 合格证；
- c) 测试记录；
- d) 软件说明书；
- e) 使用说明书。

8.2.2 产品合格证上应标有标准号、产品名称、产品型号、产品编号、出厂日期及检验员签章等。使用说明书应包含维护保养手册、操作规程，并说明注意事项。

8.2.3 系统相关设备在运输过程中，应轻装、轻卸、防尘、防雨、防震，并保证产品在运输过程中不受损坏。

8.2.4 系统相关设备运输贮存应放置在室内，且室内空气干燥、不应含有腐蚀性物质，并避免受到阳光的照射。

附录 A
(资料性)
车辆全景智能检测故障模拟方法表

车辆全景智能检测故障模拟方法见表 A. 1。

表 A. 1 车辆全景智能检测故障模拟方法表

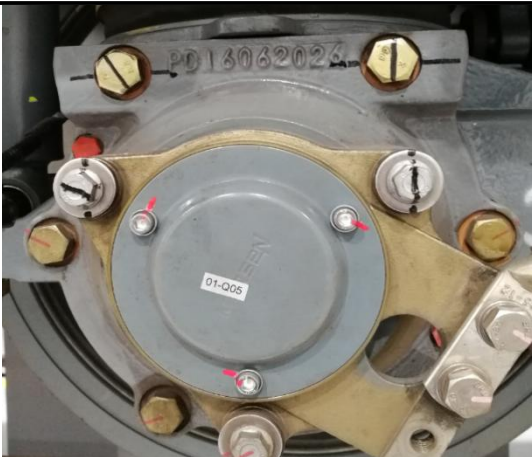
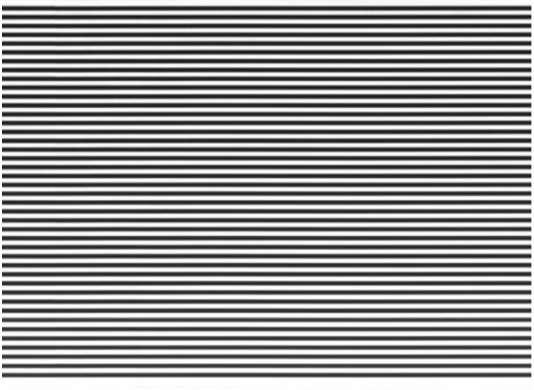
序号	模拟故障类型	模拟方式建议	模拟方式示意图
1	螺栓松动	通过人工设置方式模拟螺栓松动。如修改防松标记线位置；或者在保障安全前提下，直接拧松螺栓。	
2	部件缺失	如螺栓表面用异物黏贴覆盖；或者在保障安全前提下，直接去掉螺栓。	
3	线缆移位 线缆松脱	移动部分部件；或者在保障安全前提下，取掉线缆接头。	

表 A.1 车辆全景智能检测故障模拟方法表（续）

序号	模拟故障类型	模拟方式建议	模拟方式示意图																											
4	玻璃破碎	用仿真贴纸粘贴；或者在保障安全前提下，更换为有缺陷的玻璃。																												
5	箱盖脱落	用箱盖脱落的仿真照片覆盖箱盖位置；或者在保障安全前提下，打开箱盖。																												
6	车顶异物	粘贴车顶异物。	B-0119 车 5 号车厢人工故障详情 <table><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><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></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																												
7	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）																												

表 A.1 车辆全景智能检测故障模拟方法表（续）

序号	模拟故障类型	模拟方式建议	模拟方式示意图
8	分辨率验证测试	在每个相机对应拍摄区域中，粘贴分辨率标定黑白条纹图纸。	

二维图像分辨率合格标准如下：

通过粘贴标准尺寸的黑白条纹图纸，并通过采集系统过车获取图像，分析获取到的黑白条纹图像（条纹粗细宽度值为 X mm，推荐 1 mm 作为标准），将该图像进行放大，放大至可以清楚看到每个像素点的方格后的结果见图 A.1。上述每个 X mm 的黑色条纹的像素点均为 Y 个点，每个像素点代表的图像分辨率为： $X\text{ mm} \div Y = Z\text{ mm/pixel}$ ，系统的分辨率为 Z mm/pixel。二维相机对应的 Z 不应大于 1。

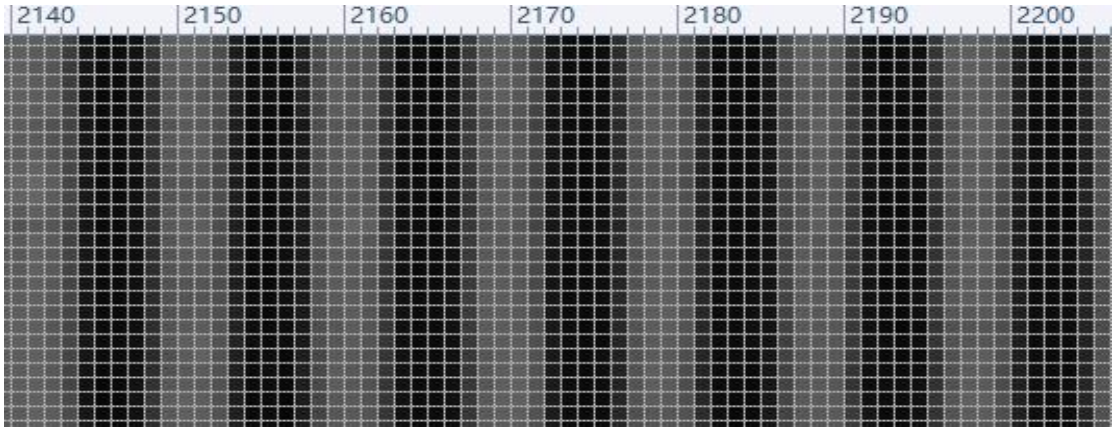


图 A.1 放大到像素层级的黑白条纹图像

三维图像精度合格标准如下：

系统过车获取三维图像信息，选定三维图像中便于实际测量的部件（如轴箱盖外端固定螺栓），通过系统测量并获取三维深度/厚度信息，并采用游标卡尺或同类测量工具实际测量，获取实际深度/厚度信息，计算系统测量深度/厚度信息与实际测量深度/厚度信息的差值，得到系统三维图像精度值。通过多次测量并计算三维图像精度值均值，三维图像精度值均值的绝对值不应大于 5mm。

附录 B
(资料性)

车辆全景智能检测性能校验记录

车辆全景智能检测性能校验记录见表 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。测量精度类统计见表 B. 6。

表 B. 1 车辆全景智能检测性能校验记录

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大于 1 mm/pixel		
2	车侧二维图像分辨率 不大于 1 mm/pixel		
3	车底二维图像分辨率 不大于 1 mm/pixel		
4	三维图像精度值 不大于±5 mm		
5	系统单列车平均误报量不应大于 15 个		
6	系统准确率大于 80 %，误报率小于 20 %		
7	系统检出率大于 90 %，漏报率小于 10 %		
8	车底地板面高度测量精度：±10 mm		
9	车钩高度测量精度：±4 mm		

表 B.2 检出率统计

车号				检测时间					
检测部位	车辆实际故障总数			系统检出故障总数			检出率		
	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				检测时间					
检测部位	车辆实际故障总数			系统漏报故障数量			漏报率		
	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				

表 B.6 测量精度类统计

车号			检测时间	
检测部位	系统检测值	人工测量值	测量误差	是否满足
车底地板面高度测量				
车钩高度测量				

参 考 文 献

- [1] GB/T 7928-2003 地铁车辆通用技术条件
 - [2] GB 50490-2009 城市轨道交通技术规范-条文说明
-