

城市轨道交通轨道检测系统 产品技术规范

**Technical Specification for
Urban Rail Transit Track Detection System**

2026-09-23 发布

2026-09-30 实施

中国船级社质量认证有限公司

目 次 Contents

1. 目的	1. Objective
2. 范围	2. Scope
3. 引用文件	3. Normative references
4. 术语和定义	4. Terms and definitions
5. 系统组成	5. System Composition
6. 使用条件	6. Service Conditions
7. 技术要求	7. Technical requirements
8. 检验方法	8. Test methods
9. 检验规则	9. Inspection rules
10. 标志、包装、运输和储存	10. Marking,Packaging,Transport and Storage

前 言

Foreword

由于城市轨道交通轨道检测系统尚无统一的产品技术标准，为统一和规范产品技术要求，本机构在对国内现有产品调研的基础上，结合实际运用工况，并参考功能及结构相近产品的国内外相关标准，特制定本技术规范。

本技术规范根据公司文件 GI2001《技术文件管理须知》要求，参照 T/CAMET 13008-2024《城市轨道交通车辆运行安全监测系统》系列标准要求和 GB/T 25119-2021《轨道交通 机车车辆电子装置》制订。

文件编制责任单位：产品业务运营管理部

1. 目的

为统一和规范城市轨道交通轨道检测系统产品技术要求,规定城市轨道交通车底安装的轨道检测系统产品的术语和定义、系统构成、使用条件、技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和存储等,特制定本技术规范。

2. 范围

本技术规范适用于城市轨道交通车底安装的轨道检测系统(以下简称“轨检系统”)的设计、制造和检验,该系统适用于运行速度0~160 km/h的城市轨道交通车辆。

3. 引用文件

下述标准所包含的条文,通过在本技术规范的引用而构成本技术规范的一部分。对于标明日期的参考文件,其后的修订文件,在本技术规范中均不适用。未标明日期的文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本技术规范。

GB/T 191 包装储运图形符号标志

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 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db 交变湿热(12h +12h 循环)

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 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验

GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分:机车车辆 设备

GB/T 25119-2021 轨道交通 机车车辆电子装置

GB/T 28029.4 轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第2-3部分:TCN 通信规约

GB/T 28029.9 轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第3-1部分:多功能车辆总线(MVB)

GB/T 28029.10 轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第3-2部分:多功能车辆总线(MVB)一致性测试

GB/T 28029.11 轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第3-3部分:CANopen 编组网(CCN)

GB/T 28029.12 轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN) 第3-4部分:以太网编组网(ECN)

GB/T 32347.1—2015 轨道交通 设备环境条件 第 1 部分:机车车辆设备

GB/T 34571 轨道交通 机车车辆布线规则

TB/T 3355-2023 轨道检测 轨道几何状态动态检测

T/CAMET 13008.1~4-2024 城市轨道交通 车辆运行安全监测系统

IEC 61375-2-8 Electronic railway equipment - Train communication network (TCN) -
Part 2-8: TCN conformance test

CiA 310-1 CANopen conformance test plan - Part 1: CiA 301 testing

EN 45545-2 Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2:
Requirements for fire behaviour of materials and components

4. 术语和定义

TB/T 3355-2023 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4.1. 轨距 track gauge

同一轨道横断面两股钢轨轨距点间的距离。

4.2. 轨向 alignment

钢轨轨距点沿轨道延长方向的横向不平顺。

注:用左轨向、右轨向分别描述同一轨道的左股钢轨和右股钢轨的轨向。

4.3. 高低 longitudinal level

钢轨顶面沿轨道延长方向的垂向不平顺。

注:用左高低、右高低分别描述同一轨道的左股钢轨和右股钢轨的高低。

4.4. 水平 cross level

同一轨道横断面上左右钢轨顶面相对于水平面的高度差。

4.5. 三角坑 twist

轨道延长方向一定基长间隔的水平代数差。

4.6. 轨距变化率 gauge rate

轨道延长方向一定基长间隔的轨距代数差与基长的比值,用%表示。

4.7. 轨道质量指数 track quality index;TQI

单元长度轨道的左高低、右高低、左轨向、右轨向、轨距、水平、三角坑单项标准差之和。

注:反映线路区段平顺性的指标。

5. 系统组成

城市轨道交通轨道检测系统主要包括车底检测单元、车内处理单元。

5.1. 车底检测单元

车底检测单元由梁体结构、二维激光位移传感器、惯性包、综合定位模块、车体

加速度传感器、车体位移补偿模块等组成。

5.2. 车内处理单元

车内处理设备由电源模块、数据采集模块、数据分析和存储模块、通信模块等组成。

6. 使用条件

6.1. 环境条件

在以下环境条件下应能正常工作：

- a) 环境温度范围在-25℃~45℃,可在-40℃~70℃ 的环境温度下存放；
- b) 月平均最大相对湿度不大于 95%（该月月平均最低温度为 25℃）；
- c) 海拔不超过 1400m；
- d) 线路条件：无积水或堆雪；
- e) 车辆速度：0~160km/h。

6.2. 供电条件

标称电压应为 DC110V,允许电压范围为 DC77V~DC137.5V；

系统应至少支持以下供电方式之一：

- a) 蓄电池单独供电；
- b) 静止变流器供电或旋转机组供电；
- c) 蓄电池和稳定电源（直流）交替供电。

6.3. 安装条件

- a) 车底检测设备应安装牢固，部件安装和调试空间充足，相互之间无干涉；
- b) 车底检测设备安装后不应超出车辆限界；
- c) 设备安装应采取防松脱措施，确保运行安全。

6.4. 其它条件

当使用条件超出上述要求时，由供需双方协商确定。

7. 技术要求

7.1. 一般要求

7.1.1. 外观、外形尺寸和重量应满足由供需双方协商确定的图纸要求。

7.1.2. 紧固件应满足防锈、防腐蚀等要求，M6 及以上的紧固件应有防松标记。

7.1.3. 非金属材料应采用无卤、低烟、低毒、阻燃、可回收利用的材料，防火性能应符合 EN 45545-2:2020 中 HL3 的规定。

7.1.4. 布线规则应符合 GB/T 34571 的规定。

7.1.5. 设备应能在 GB/T 25119-2021 中 5.1.1~5.1.3 和 5.2 规定的电源波动和 GB/T 25119-2021 中 5.1.1.3 规定的 S2 级电源中断等电压条件下正常工作。

7.1.6. 车内设备防护等级应符合 GB/T4208 中 IP20 的规定,车外安装设备及经配套连接器连接后整体防护等级应符合 GB/T4208 中 IP67 的规定。

7.1.7. 应具有故障诊断、报警及记录功能,故障记录存储时间应满足运营需求,连续存储监测数据不少于 15d。

7.1.8. 设备的绝缘电阻不应小于 $20M\Omega$,在耐压试验过程中应无击穿或闪络等破坏性放电现象。

7.1.9. 车外安装设备应能承受 GB/T 32347.1-2015 中 4.5~4.11 规定的风、沙、雨、雪、雾、冰、雷以及其他化学、生物活性物、机械、污染物的侵蚀及污染。

7.2. 功能要求

7.2.1. 轨道不平顺检测功能

轨道检测系统应能够对轨距、水平、三角坑、高低、轨向、曲率半径、钢轨顶部磨耗（顶磨）、钢轨侧部磨耗（侧磨）轨道不平顺参数进行检测。

7.2.2. 数据展示功能

轨道检测系统应能够对检测数据以波形方式进行实时显示,并提供实时超限显示功能（超限等级按照 TB/T 3355 执行）。

7.2.3. 缺陷统计功能

轨道检测系统应能够对检测出的轨道不平顺缺陷数据进行自动统计,并生成缺陷统计报告。

7.2.4. TQI 统计功能

轨道检测系统应能根据 TB/T 3355 的规定,自动统计轨道质量指数（TQI）,并生成 TQI 统计报告。

7.2.5. 报表输出功能

轨道检测系统应能够对缺陷统计报告、TQI 统计报告等进行存储和输出。

7.2.6. 缺陷定位功能

轨道检测系统应能对轨道不平顺缺陷进行里程定位。

7.2.7. 数据回放功能

轨道检测系统应能够对历史检测数据进行回放,并支持波形拖动、标记、缩放等操作。

7.2.8. 对比分析功能

轨道检测系统应能够对同一区段不同时期的检测数据进行对比分析,用于数据趋势分析和故障诊断。

7.2.9. 线路信息设置功能

轨道检测系统应能够对检测线路、起始里程等基本信息进行配置。

7.2.10. 定位功能

轨道检测系统应具有相对位置定位功能，位置偏差不应超过 $\pm 8\text{m}$ 。

7.3. 性能要求

7.3.1. 冲击和振动要求

设备应根据其在机车车辆上的实际安装位置，满足 GB/T 21563 规定的相应试验等级要求。具体分类如下：

1 类：车体安装

A 级：直接安装在车体上（或下部）的柜体、组件、设备和部件；

B 级：安装在上述 A 级车体安装柜体内部的组件、设备和部件。

2 类：转向架安装

安装在轨道机车车辆转向架上的柜体、组件、设备和部件。

3 类：车轴安装

安装在轨道机车车辆轮对装置（车轴）上的组件、设备和部件的总成。

7.3.2. 电磁兼容要求

应符合 GB/T 24338.4 的规定的。

7.3.3. 检测范围和准确度

轨道检测系统的检测范围和准确度应满足表 1 的要求。

表 1 轨道检测系统检测精度

检测项目		检测范围 (mm)	准确度 (mm)
轨距		1410~1470	± 0.5
水平		± 225	± 1.5
三角坑		± 100	± 1.5
高低	1m<波长 $\leq 25\text{m}$	± 50	± 1.5
	25m<波长 $\leq 70\text{m}$	± 150	± 3.0
轨向	1m<波长 $\leq 25\text{m}$	± 50	± 1.5
	25m<波长 $\leq 70\text{m}$	± 150	± 3.0
车体横向/垂直加速度		$\pm 10\text{m/s}^2$	0.1m/s^2
曲线半径		$\leq 15000\text{m}$	$\pm 1\%$
曲率/30m		$\pm 25^\circ$	$\leq \pm 0.05^\circ$
复合不平顺 (L/R)		± 150	± 1.5
钢轨垂直磨耗		0~15mm	$\pm 0.3\text{mm}$
钢轨侧面磨耗		0~22mm	$\pm 0.3\text{mm}$

7.4. 通信要求

与车辆的通信接口应支持多功能总线（MVB）通信和/或工业以太网通信和/或 CANopen 通信。MVB 通信应符合 GB/T 28029.4 和 GB/T 28029.9 的规定,工业以太网通信应符合 GB/T 28029.12 的规定,CANopen 通信应符合 GB/T 28029.11 的规定。

7.5. 接口要求

采用的通信接口应满足以下规定：

a) MVB 通信接口:应采用 9 针 Sub-D 方式,设备侧一个为针式连接器, 另一个为孔式连接器：

b) 以太网通信接口:应采用 M12 D-Code 方式, 设备侧为孔式连接器：

c) CANopen 通信接口:宜采用 9 针 Sub-D 方式,设备侧一个为针式连接器, 另一个为孔式连接器。

d) 维护接口应采用以太网接口,M12D-Code 方式,设备侧为孔式连接器, 应可通过该接口进行参数配置、软件升级、数据下载等工作。

8. 检验方法

8.1. 外观、外形尺寸和重量检查

8.1.1. 目视检查产品的外观、紧固件、接线端子、连接器的标识、线束线号和装配质量是否符合要求。

8.1.2. 用量具测量产品外形与安装尺寸等,用电子秤对各部件进行称重,检查是否符合要求。

8.2. 系统功能试验

8.2.1. 运行功能试验

对机柜进行通电测试,要求通电后系统正常启动,无断路或短路等情况,计算机能够正常启动。

8.2.2. 检测功能试验

通过廓形采集软件对 2D 传感器采集图像进行测试,系统应满足：

a) 相机帧率正常,最高采集频率不得低于 160 Hz;

b) 激光器亮度正常,无激光发散现象,光条宽度小于 1mm,满足标定精度要求;

c) 检测数据应能以波形方式进行实时显示,显示无卡顿、无丢帧;

d) 超限数据应能实时显示,不同等级超限数据应有明显区分标识。

8.2.3. 廓形提取功能试验

通过廓形采集软件对钢轨廓形提取状况进行测试,要求廓形提取正确完整(综合法线偏差小于 0.15mm),廓形形态方向符合轨道几何参数软件需求。

8.2.4. 惯性包功能试验

通过轨道几何参数软件对惯性包内各传感器性能进行测试,轻度晃动惯性包,要

求各通道正常并能够采集传感器原始信号。

8.2.5. 软件通信功能试验

使用速度信号仿真软件模拟速度脉冲信号,测试钢轨廓形软件和轨道几何参数软件数据通信功能,要求软件间数据通信正常,数据传输耗时正常(总耗时不应不大于 7ms)。

8.2.6. 数据存储、下载与回放功能试验

系统应能自动将检测原始数据以表格形式存入指定存储位置,并支持拷贝或导出。回放功能应能正确读取并显示已存储的原始数据,且显示内容与原始记录一致。

注: 试验时,系统应连续运行不少于 10 min 后进行功能验证。

8.2.7. 报表功能试验

系统正常运行不少于 10 min 后,检查报表数据生成情况:

- a) 系统应能按时间、区间自动生成轨道状态报表;
- b) 系统应能自动统计缺陷数据并生成缺陷统计报告;
- c) 系统应支持各类报表的拷贝或导出。

8.3. 电源试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.3 的规定进行电源波动和电源中断试验。

8.4. 低温试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.4 的规定进行试验。

8.5. 高温试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.5 的规定进行试验。

8.6. 交变湿热试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.6 的规定进行试验。

8.7. 电源过电压试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.7 的规定进行试验。

8.8. 电磁兼容试验

8.8.1. 浪涌、静电放电试验和电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.8 的规定进行试验。

8.8.2. 射频试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.9 的规定进行试验。

8.9. 绝缘试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.10 的规定进行试验。

8.10. 盐雾试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.11 规定的 ST4 级定进行试验。

8.11. 冲击和振动试验

按 GB/T 21563 的规定进行试验。

8.12. 防护等级试验

按 GB/T 4208 的规定进行试验。

8.13. 低温存放试验

按 GB/T 25119-2021 中 12.2.15 的规定进行试验。

8.14. 通信试验

包括基本通信测试和信号测试：

a) 基本通信测试：对被测设备的通信参数（包括通信协议、通信周期、通信端口）进行测试；

b) 信号测试：在基本通信测试的基础上，对被测系统设备之间交互的信号进行测试，主要包括信号含义、信号类型、信号量纲和信号点位。

8.15. 一致性测试

8.15.1. MVB 一致性测试按 GB/T28029.10 的规定进行。

8.15.2. 工业以太网一致性测试按 IEC61375-2-8 的规定进行。

8.15.3. CANopen 一致性测试由供需双方协商确定。

注：关于 CANopen 一致性测试参见 CiA310。

9. 检验规则

9.1. 检验分类

检验分为出厂检验、型式检验。

9.2. 出厂检验

9.2.1. 对每套出厂的产品，应逐件进行出厂检验。

9.2.2. 在出厂检验过程中，若任意一项不合格，均应判该产品不合格。

9.2.3. 检验合格后出具检验合格证，内容应至少包括：

- a) 制造单位名称或商标；
- b) 出厂年月；
- c) 检验人员姓名或代号；
- d) 合格印章。

9.3. 型式检验

9.3.1. 检验样品在出厂检验的合格品中抽取，数量为 1 套。

9.3.2. 型式检验全部项目应在同一次抽样的样品上进行，检验项目全部合格时，该产品合格；若任意一项不合格，则该产品不合格。

9.3.3. 在下列情况下应进行型式检验：

- a) 新产品定型时；

- b) 产品结构、材料、生产工艺有重大改变，可能影响其性能时；
- c) 停产 2 年及以上再生产时；
- d) 已定型产品转场生产时；
- e) 连续生产的定型产品每 5 年时。

9.4. 检验项目

表 2 检验项目

序号	试验项目		型式 检验	出厂 检验	技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
1	外观、外形尺寸和重量检查		√	√	7.1.1~7.1.2	8.1
2	系统功能 试验	运行功能试验	√	√	7.2、7.3.3	8.2.1
		检测功能试验				8.2.2
		廓形提取功能试验				8.2.3
		惯性包功能试验				8.2.4
		软件通信功能试验				8.2.5
		数据存储、下载与回 放功能试验				8.2.6
		报表功能试验				8.2.7
3	电源试验		√	√	7.1.5	8.3
4	低温试验		√	—	6.1 a)	8.4
5	高温试验		√	—	6.1 a)	8.5
6	交变湿热试验		√	—	6.1 a)、6.1 b)	8.6
7	电源过电压试验		√	—	7.1.5	8.7
8	电磁兼容试验		√	—	7.3.2	8.8
9	绝缘试验		√	√	7.1.8	8.9
10	盐雾试验		√	—	7.1.9	8.10
11	冲击和振动试验		√	—	7.3.1	8.11
12	防护等级试验		√	—	7.1.6	8.12
13	低温存放试验		√	—	6.1 a)	8.13
14	通信接口测试		√	—	7.4、7.5	8.14
15		MVB 一致性测试	√	—	7.4	8.15

16	一致性测试 ^a	以太网一致性测试	√	—	7.4	8.15
17		CANopen 一致性测试	√	—	7.4	8.15
注: 标有“√”号的为应做的项目, 标有“—”号为不需要做的项目。						
^a 一致性测试依据采用的网络技术进行						

10. 标志、包装、运输和储存

10.1. 标志

铭牌应安装牢固, 并至少应标明下列内容:

- a) 制造单位名称或标识;
- b) 产品型号和名称;
- c) 主要技术参数;
- d) 出厂编号;
- e) 出厂日期。

10.2. 包装

10.2.1. 系统及其设备包装前应进行清洁处理, 保持干燥。

10.2.2. 包装应有防水、防潮、防尘、防振措施, 包装箱的设计和制造应符合 GB/T 13384 的规定。

10.2.3. 包装箱应清晰地标出产品型号及名称、重量、外形尺寸和制造单位名称等信息, 有关标志应符合 GB/T191 的规定。

10.2.4. 随箱文件应包括使用说明书、合格证明书和装箱清单, 应防潮密封, 并放在箱内明显位置。

10.3. 运输和储存

10.3.1. 运输和储存过程中, 不应剧烈振动、冲击或挤压, 防止日晒雨淋。

10.3.2. 产品应储存在通风良好、防潮、防腐、防尘和干燥的室内环境中。