

团 体 标 准

T/JSCTS XXX-XXXX

城市轨道交通车载轨道高速巡检系统 技术规范

Technical specifications for vehicle high speed track inspection system of
urban rail transit

(征求意见稿)

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

江苏省综合交通运输学会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	3
5 子系统技术要求	3
5.1 高清成像子系统	3
5.1.1 通用要求	3
5.1.2 线阵相机	3
5.1.3 光源	4
5.1.4 3D 相机	4
5.2 智能识别子系统	4
5.2.1 通用要求	4
5.2.2 钢轨缺陷识别	4
5.2.3 联结零件缺陷识别	4
5.2.4 整体道床、轨枕缺陷识别	5
5.2.5 道岔缺陷识别	5
5.2.6 轨道附属设备缺陷识别	6
5.3 数据信息处理子系统	6
5.4 定位子系统	7
6 试验与验收	7
6.1 识别率、误报率及精度验收	7

6.2 运营线上可靠性验证试验 7

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。

本文件由苏州市轨道交通集团有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：苏州市轨道交通集团有限公司、天津新誉德泰技术有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司。

本文件主要起草人：凌松涛、何继平、金晋、王涛、徐传魁、周永久、舒丛丛、郭星利、徐寿伟、王锐、于景海、董恒权、周守镇、申晓明、翟贝贝、朱禹、乔常常、陈超。

城市轨道交通车载轨道高速巡检系统技术规范

1 范围

本文件规定了江苏省城市轨道交通最高运行速度不超过120 km/h、采用常规电机驱动的列车车载轨道高速巡检系统的术语和定义、技术要求、试验与验收。

车载轨道高速巡检系统的技术要求、试验与验收除应符合本文件外，尚应符合国家现行有关标准的规定，同时应满足当地运营部门的使用要求。

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 146.1-2020 标准轨距铁路机车车辆限界
- TB/T 3034-2002 机车车辆电气设备电磁兼容性试验及其限值
- GB/T 21562-2008 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例
- GB/T 7826-2012 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析（FMEA）程序
- IEC 61373-2010 铁路应用 机车车辆设备 冲击和振动试验
- IEC 60571-2012 轨道交通 机车车辆电子装置
- IEC 60077-2003 铁路应用-铁道车辆的电气设备
- EN 50155-2017 铁路设施-机车车辆-电子设备
- EN 50388-2012 供电及铁道车辆—相互协调的技术标准

3 术语和定义

3.1

波浪形磨耗 rail corrugation

钢轨踏面因磨耗而形成的规律性不平顺，以下简称波磨。

3.2

侧面磨耗 side wear

钢轨作用边由于轮轨关系产生的磨耗。

3.3

错牙 not aligned

两钢轨接头处轨面上下或左右错开的现象。

3.4

车载轨道高速巡检系统 vehicle mounted track high speed inspection system

基于高清成像、智能识别、数据信息处理等技术，对钢轨、联结零件、道床、道岔及轨道附属设备类等病害进行采样、识别、分析及输出等综合信息处理的车载检测设备，以下简称巡检系统。

3.5

定位装置 positioning device

采用电子标签、速度传感器等确定车辆位置的设备。

3.6

光源 light source

对相机进行同步补光照明的设备。

3.7

数据处理系统 data processing system

具备检测数据记录、分析、输出、报警等功能的软件系统。

3.8

瞎缝 seamless state

钢轨接头两轨端挤严呈无缝的状态。

3.9

线阵相机 linear array camera

采用线阵图像传感器在列车行进方向上对轨行区进行等间隔连续成像的相机。

3.10

异物 foreign body

轨行区内对运营安全有影响或潜在影响的物体。

3.11

折断 break off

钢轨整截面至少断成两部分或裂纹贯通整个轨头截面或裂纹贯通整个轨底截面或钢轨顶面上有长大于50 mm、深大于10 mm的掉块。

3.12

3D相机 3D camera

在列车行进方向上对轨行区进行连续测量采集三维数据的相机。

4 总体要求

- 4.1 检测设备外轮廓符合GB 146.1-2020规定的车辆限界要求。
- 4.2 巡检系统应包含定位子系统、高清成像子系统、智能识别子系统、数据信息处理子系统等。
- 4.3 应满足双向检测，检测结果在技术要求规定的范围内不受速度和方向影响。
- 4.4 应具备实时远程查看巡检状态的功能。
- 4.6 新建线路安装车载轨道高速巡检系统时，宜在设计联络前向中标车辆厂提出安装要求，在既有列车上增设巡检系统时，既有车辆应满足以下接口条件：
 - 足够的安装空间及能承载设备荷载的车体结构；
 - 满足巡检系统工作条件的电源及接地；
 - 满足系统定位和定距触发的速度传感器信号；
 - 连接车载设备的检测梁悬挂安装方式宜与车辆底部同类车载设备一致；
 - 除满足车辆安装要求外，还应参照EN 50155-2017通过相关试验，提供具有CNAS资质的第三方认证的型式试验报告。
- 4.7 采用足够传输能力的车地无线通信，或采用移动网络传输。

5 子系统技术要求

5.1 高清成像子系统

5.1.1 通用要求

成像图像应有明确的前景和背景，目标物应清晰可见，不应大面积过亮或过暗。

5.1.2 线阵相机

5.1.2.1 像素不应低于2K。

5.1.2.2 采样间隔根据用户需求确定。

5.1.2.3 最大行频应不小于式（1）的计算值，计算公式如下：

$$f = \frac{v/3.6 \times 1000}{\delta} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

f ——行频(Hz)

v ——线路最高设计速度(km/h)

δ ——采样间隔 (mm)

5.1.2.4 曝光时间应不大于式(2)的计算值,计算公式如下:

$$t = 1000000/f \dots\dots\dots (2)$$

式中:

t ——曝光时间(us)

f ——行频(Hz)

5.1.3 光源

光源补光时间应大于相机曝光时间,但应避免过曝。

5.1.4 3D相机

对采样间隔的要求与5.1.2.2一致,对行频的要求与5.1.2.3一致,精度应满足表1-表5的要求。

5.2 智能识别子系统

5.2.1 通用要求

应能识别钢轨、联结零件、整体道床、轨枕、道岔及轨道附属设备存在的缺陷。

5.2.2 钢轨缺陷识别

5.2.2.1 应能识别下列缺陷:

- 除轨底底面外的钢轨表面裂纹、掉块;
- 折断;
- 错牙;
- 侧面磨耗、有无波磨。

5.2.2.2 识别能力应满足表1的要求。

表1 钢轨缺陷识别技术指标

单位为毫米

设备	项目	测量范围	分辨率	精度
钢轨	裂纹、掉块	长度>2, 宽度>1	0.5	±1
	错牙	>1	0.5	±1
	侧面磨耗	>2	0.1	±0.5

5.2.3 联结零件缺陷识别

5.2.3.1 应能识别下列缺陷:

- 螺栓、螺母和垫圈缺失,螺母松脱;
- 夹板断裂;
- 轨距块缺失、碎裂;

- 轨下橡胶垫板移位；
- 弹条折断、缺失、松脱。

5.2.3.2 识别能力应满足表2的要求。

表2 联结零件缺陷识别技术指标

单位为毫米

设备	项目	测量范围	分辨率	精度
螺母	松脱	≥ 3	1	± 1
橡胶垫板	移位	≥ 5	1	± 1
弹条	松脱	≥ 2	1	± 1

5.2.4 整体道床、轨枕缺陷识别

5.2.4.1 应能识别下列缺陷：

- 道床表面存在明显积水、异物；
- 道床裂缝、掉块；
- 浮置板道床密封条破损、缺失；
- 水沟有垃圾、淤泥等异物；
- 道床范围内各类盖板缺失、翘起；
- 迷留端子缺失、脱落；
- 轨枕裂缝、掉块。

5.2.4.2 识别能力应满足表3的要求。

表3 道床及轨枕缺陷识别技术指标

设备	项目	测量范围	分辨率	精度
道床	积水	水平投影面积 $\geq 100 \text{ cm}^2$	10 mm^2	$\pm 10 \text{ mm}^2$
	异物	水平投影面积 $\geq 10 \text{ cm}^2$	10 mm^2	$\pm 10 \text{ mm}^2$
	裂缝	宽度 $\geq 1 \text{ mm}$	1 mm	$\pm 1 \text{ mm}$
水沟	垃圾、淤泥	投影面积 $\geq 10 \text{ cm}^2$	10 mm^2	$\pm 10 \text{ mm}^2$
轨枕	裂缝	宽度 $\geq 1 \text{ mm}$	1 mm	$\pm 1 \text{ mm}$
	掉块	水平投影面积 $\geq 10 \text{ cm}^2$	10 mm^2	$\pm 10 \text{ mm}^2$

5.2.5 道岔缺陷识别

5.2.5.1 应能识别下列缺陷：

- 尖轨与基本轨密贴部位有离缝；
- 尖轨与基本轨之间有异物，轮缘槽内有异物；
- 滑床台脱焊移位；

- 轨撑、限位器、支距扣板缺失；
- 钢轨接头有瞎缝；
- 护轨螺栓、调整片松脱。

5.2.5.2 识别能力应满足表4的要求。

表4 道岔缺陷识别技术指标

设备	项目	测量范围	分辨率	精度
尖轨	离缝	宽度 ≥ 1 mm	0.5 mm	± 1 mm
	异物	投影面积 ≥ 10 cm ²	10 mm ²	± 10 mm ²
滑床台	脱焊移位	≥ 5 mm	1 mm	± 1 mm
护轨	螺栓松脱	≥ 2 mm	0.5 mm	± 1 mm
	调整片松脱	≥ 2 mm	0.5 mm	± 1 mm

5.2.6 轨道附属设备缺陷识别

5.2.6.1 应能识别下列缺陷：

- 涂油器出油板、感应器松脱，钢轨顶面有油料堆积；
- 轨距拉杆脱落；
- 防脱护轨螺栓脱落，轮缘槽宽度变化。

5.2.6.2 识别能力应满足表5的要求。

表5 轨道附属设备缺陷识别技术指标

设备	项目	测量范围	分辨率	精度
涂油器	油料堆积	≥ 10 cm ²	10 mm ²	± 10 mm ²
	出油板、 感应器松脱	≥ 5 mm	0.5 mm	± 1 mm
防脱护轨	轮缘槽宽度	$\geq \pm 3$ mm	0.5 mm	± 1 mm

5.3 数据信息处理子系统

5.3.1 应能实时采集和处理检测数据，超限数据应能实时识别、编辑、输出、报警、传至服务器并推送至终端。

5.3.2 应能存储不少于3000 km的原始检测数据。图像存储应进行压缩存储，以节省空间，原始数据应覆盖全线，供回溯查看及离线分析。

5.3.3 图像识别算法应满足实时识别的需要，单张图像识别时间由图像行数、采样间隔、线路最高设计速度确定，计算公式如下：

$$T = \frac{n \cdot \delta}{v/3.6} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

T ——单张图像最大识别时间（ms）

n ——图像行数

δ ——采样间隔（mm）

v ——线路最高设计速度（km/h）

图像行数宜为1 k-5 k，采样间隔根据用户需求确定，系统的单张图像识别时间应不大于计算值。

5.4 定位子系统

定位系统由基础定位、校正系统组成，里程信息应具有自动修正的功能，基础定位通过车辆速度传感器提供的信号实现，校正系统通过识别布置在线路上的电子标签实现，定位精度宜不大于5 m。

6 试验与验收

6.1 识别率、误报率及精度验收

在试验线上设置各类病害，主要以扣件类和异物侵限类病害为主。以正向和反向运行，选择速度40 km/h、60 km/h、80 km/h、100 km/h、120 km/h等速度各检测3次，对比各测量项目的检测值与实际值，精度应满足表1-表5的要求。统计所有预设点的各次检测结果，统计现场已识别的病害数、现场误报病害数，通过式（4）计算识别率，通过式（5）计算误报率，识别率应不小于95%，误报率应不大于5%。

$$\text{识别率} = \text{现场已识别的病害数} / \text{现场所有病害数} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{误报率} = \text{现场误报病害数} / \text{现场复核病害数} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

6.2 运营线上可靠性验证试验

主要考查检测系统是否满足对环境温度、气候条件、长时间连续工作稳定性和系统的可靠性。巡检系统连续5000 km检测，通过式（6）计算漏检率，系统要求稳定可靠，漏检率应不大于1%。

$$\text{漏检率} = \text{漏检里程} / \text{检测里程} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$