

团体标准

T/CAMETXXXXX—XXXX

城市轨道交通 车辆智能运维系统 总体 技术规范

Urban rail transit—Vehicle intelligent operation and maintenance system
—General technical specification

(征求意见稿)

本稿完成日期：2024 年 12 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

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 系统组成 2

5 技术要求 4

6 试验方法 5

7 检验规则 6

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。

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、上海市隧道工程轨道交通设计研究院、北京市地铁运营有限公司、天津轨道交通集团有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、中车株洲电力机车有限公司、成都盛锴科技有限公司、北京国信会视科技有限公司、辽宁鼎汉奇辉电子系统工程有限公司、成都铁安科技有限责任公司、东莞市诺丽科技股份有限公司、成都鼎汉智能装备有限公司、西南交通大学。

本文件主要起草人：王生华、印祯民、邓奇、沈晨君、朱蓓玲、郭燕辉、张景鹤、段洪亮、尚江傲、陈美霞、孙国斌、杨凯、王亚楠、刘广波、胥世波、朱晓东、赫一光、梁树林、顾正隆、高伟民、余佑民、李世江、李书越、吕元颖、殷培强、孟琳山、厉彦宏、邓俊才、任愈、许文天、肖修鹤。

城市轨道交通 车辆智能运维系统 总体技术规范

1 范围

本文件规定了城市轨道交通车辆智能运维系统的使用条件、技术要求、试验方法与检验规则。

本文件适用于地铁、轻轨、市域快轨、有轨电车等城市轨道交通车辆智能运维系统及相关监/检测设备（包括车载设备、轨旁设备及段场智能设备和工具等）的设计、制造和使用。

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/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 12666.3 单根电线电缆燃烧试验方法 第3部分：倾斜燃烧试验
- GB/T 17650.2 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分：酸度(用 pH 测量)和电导率的测定
- GB/T 17651.2 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第2部分：试验程序和要求
- GB/T 18216.1 交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第1部分：通用要求
- GB/T 18216.2 交流 1000V 和直流 1500V 以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第2部分：绝缘电阻
- GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
- 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 24338.5 轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射与抗扰度
- GB/T 25068（所有部分） 信息技术 安全技术 网络安全
- GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB/T 28452 信息安全技术 应用软件系统通用安全技术要求
- CJ/T 416 城市轨道交通车辆防火要求
- TB/T 3139 机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

车辆智能运维系统 vehicle intelligent operation and maintenance system

采用车联网、机器视觉、大数据分析、人工智能等技术，对车辆数据进行采集与分析，综合评估车辆状态，为运营管理和车辆维护提供支持的系统，包括车载综合监测子系统、轨旁综合检测子系统、段场车辆检修支持子系统和车辆数据应用及管理子系统。

3.2

车载综合监测子系统 vehicle integrated monitoring subsystem

通过车载设备对车辆及子系统进行状态监测、诊断和报警，并将数据传输至地面的子系统。

3.3

轨旁综合检测子系统 trackside integrated detection subsystem

列车通过时，利用轨旁检测设备自动检测各类车辆外部状态，并将数据传输至地面进行故障预警及诊断的子系统。

3.4

段场车辆检修支持子系统 vehicle maintenance support subsystem in depot

利用智能设备和工具实现对段场内车辆运维过程的数据收集、智能化检修提供支持的子系统。

3.5

车辆数据应用及管理子系统 vehicle data application and management subsystem

对车辆数据进行接收、存储、分析和处理，为车辆智能化运营和维护提供支持的子系统。

4 系统组成

4.1 城市轨道交通车辆智能运维系统

城市轨道交通车辆智能运维系统由车载综合监测子系统、轨旁综合检测子系统、段场车辆检修支持子系统和车辆数据应用及管理子系统组成。

4.2 车载综合监测子系统

车载综合监测子系统宜由车载子系统监测模块、车载智能信息网等组成，各模块功能要求如下：

- a) 车载子系统监测模块用于车辆及关键子系统状态信息汇聚、诊断、报警、上传数据至地面数据中心，每列车应至少配置 1 套；
- b) 车载智能信息网是用于汇聚车辆及各子系统设备状态信息的网络，具备车辆本地数据汇聚、网络管理等功能，宜与列车网络以集成方式设置，也可视情况单独组网。

4.3 轨旁综合检测子系统

轨旁综合检测子系统主要由车辆外观、受流设备、轮对尺寸、踏面缺陷、车下设备温度、车轮多边形及径跳检测和车下设备声学诊断等检测模块组成，各模块功能要求如下：

- a) 车辆外观检测模块用于对车顶、车侧、车下的外观状态检测，宜实现感知、诊断和报警功能；
- b) 受流设备检测模块用于对受流设备姿态及滑板的状态等检测，宜实现感知、诊断和报警功能；
- c) 轮对尺寸检测模块用于对车轮状态检测，宜实现踏面磨耗、轮缘厚度、轮缘高度、QR 值、车轮直径和轮对内侧距等尺寸数据测量功能；
- d) 踏面缺陷检测模块用于对车轮踏面信息进行采集，宜实现车轮踏面擦伤、剥离和磕伤等缺陷检测功能；
- e) 车下设备温度检测模块用于探测牵引电机温度和齿轮箱等车下设备温度检测，宜实现以图像方式显示设备红外热图的检测功能；
- f) 车轮多边形及径跳检测模块宜实现对列车车轮失圆和多边形等检测功能；

- g) 车下设备声学诊断模块应采用声学方式，宜实现对车轮、轴箱、牵引电机和齿轮箱等车下关键设备异常进行检测的功能。

4.4 段场车辆检修支持子系统

段场车辆检修支持子系统可由移动点巡检、检修平台可视化监视、智能工具箱及仓储管理、巡检机器人等模块组成。模块的配置宜遵循网络资源共享的原则，各模块功能要求如下：

- a) 移动点巡检模块用于辅助检修人员完成巡检任务，宜实现如运维数据收集、检修辅助、安全管理、维修工单执行跟踪等功能；
- b) 检修道可视化监视模块可对检修库中车辆部件、段场设备及其作业情况进行可视化监控的模块，宜覆盖检修库内检修道；
- c) 智能工具及仓储管理模块用于对检修人员、工具、物料的自动识别，宜实现生产过程中工器具及物料的信息化、智能化管理；
- d) 巡检机器人模块是以移动机器人作为载体，通过机械臂、工业相机等检测仪器，宜实现对列车底部、转向架等可视零部件进行灵活多角度的自动定位、自动检测，自动识别故障。

4.5 车辆数据应用及管理子系统

车辆数据应用及管理子系统应具有车辆运维数据采集和管理、车辆智能运维诊断分析和对外信息交互等功能，功能要求如下：

- a) 车辆运维数据采集和管理宜包含车载综合监测、轨旁综合检测、段场车辆检修支持数据的采集和主数据管理、用户信息、角色权限管理等功能；
- b) 车辆智能运维诊断分析宜实现知识库、检修作业支持、列车服务评估、业务支持管理、业务专题分析等功能；
- c) 对外信息交互宜配合车辆智能运维以外的信息系统实现故障报修、施工管理、供应链管理、企业资产管理等功能；
- d) 车辆数据应用及管理子系统应进行压力测试，验证并发量、吞吐量是否达到设计要求。

4.6 车辆智能运维系统子系统组成模块配置

车辆智能运维系统子系统组成模块配置宜参考表 1 要求。

表 1 车辆智能运维系统子系统组成模块配置表

子系统	组成模块	基本配置	可选配置
车载综合监测子系统	车载子系统监测模块	√	—
	车载智能信息网	—	√
轨旁综合检测子系统	车辆外观检测模块	√	—
	受流设备检测模块	√	—
	轮对尺寸检测模块	√	—
	踏面缺陷检测模块	—	√
	车下设备温度检测模块	—	√
	车轮多边形及径跳检测模块	—	√
	车下设备声学诊断模块	—	√

表 1 车辆智能运维系统子系统组成模块配置表(续)

子系统	组成模块	基本配置	可选配置
段场车辆检修支持子系统	移动点巡检模块	—	√
	检修平台可视化监视模块	√	—
	智能工具箱及仓储管理模块	—	√
	巡检机器人模块	—	√
地面数据应用及管理子系统	车辆运维数据采集和管理功能	√	—
	车辆智能运维诊断分析功能	√	—
	对外信息交互功能	—	√

5 技术要求

5.1 使用条件

5.1.1 环境温度：-25℃~45℃。

5.1.2 月平均最大相对湿度不大于 95%（该月月平均最低温度为 25℃）。

5.1.3 海拔不超过 1400 m。

5.1.4 应能承受空气中的盐雾、酸雨、灰尘及碳、铜、臭氧、硫化物、氧化物等化学物质侵蚀，应能预防虫蛀、防止啮齿类动物的侵害，应能防止霉变。

5.1.5 因各城市所处的地区不同而存在气候条件差异，可由供需双方协商确定。

5.2 系统要求

5.2.1 基本要求

城市轨道交通车辆智能运维系统应满足以下要求：

- a) 系统应不影响车辆及其子系统的功能和性能；
- b) 系统应由时钟系统授时，并具备校时功能，使其与北京时间保持一致；
- c) 系统交付时，应在现场进行各项功能验证。

5.2.2 抗冲击振动要求

车载设备的抗冲击振动性能应满足 GB/T 21563 的要求。

5.2.3 限界要求

车辆智能运维系统的相关设备应满足其应用线路的限界要求。

5.2.4 环保要求

车载设备材料环保性能应符合 TB/T 3139 的规定。

5.2.5 防火要求

5.2.5.1 车载监/检测设备的设计应满足 CJ/T 416 的防火要求，并具有良好的防火性能。车载设备不应使用易燃和可燃性材料，不应使用燃烧后散发有毒气体的材料。

5.2.5.2 非车载设备不应使用易燃和可燃性材料，线缆应阻燃、低烟、防潮、无毒、无放射性。阻燃特性应符合 GB/T 12666.3 的规定；低烟性能应符合 GB/T 17651.2 的规定；烟雾毒性应符合 GB/T 17650.2 的规定。

5.2.6 电磁兼容要求

5.2.6.1 车辆智能运维系统电气设备应能在城市轨道交通线路电磁环境中可靠工作。

5.2.6.2 车辆智能运维系统电气设备不应对其他设备、系统的工作产生电磁干扰。

5.2.6.3 车载设备电磁兼容性应满足 GB/T 24338.4 的要求，非车载设备应满足 GB/T 24338.5 的要求。

5.2.7 信息安全要求

系统应满足下列信息安全要求：

- a) 提供安全互联、接入控制、统一身份鉴别、授权管理、恶意代码防范、入侵检测、安全审计、终端应用程序安全等安全支撑；
- b) 具备热备、冷备、负载均衡等高可用机制；
- c) 系统符合 GB/T 20271、GB/T 28452、GB/T 25068（所有部分）的规定，根据 GB/T 22240 进行网络安全等级保护定级并符合 GB/T 22239 内所定等级的相关规定。

5.2.8 维护要求

5.2.8.1 维护人员可依据实际情况调整检修频次，确保功能正常、性能良好。

5.2.8.2 系统应具有完善自诊断功能，满足系统状态及故障的分析判断要求。

5.2.9 电气性能要求

5.2.9.1 车载监/检测设备电气性能应符合 GB/T 25119 相关规定。

5.2.9.2 轨旁、段场智能设备和工具、机房设备绝缘性能应符合 GB/T 5226.1、GB/T 18216.1、GB/T 18216.2 相关规定。

5.3 系统功能要求

5.3.1 系统功能

5.3.1.1 总体功能

车辆智能运维系统应实现运营支持和检修维护支持两部分功能，满足以下要求：

- a) 应具备列车状态信息展示及异常状态报警功能，宜具备故障应急处置辅助等运营支持功能；
- b) 应具备日常检修和架大修支持、设备状态预警和报警功能，宜具备设备健康管理、RAMS 分析等检修维护支持功能；
- c) 在新增或升级检测子系统时，宜兼容所在城市轨道交通车辆既有的地面数据应用及管理子系统。

5.3.1.2 运营支持功能

运营支持功能可包含以下功能：

- a) 列车状态信息展示及异常状态报警：能远程获取、展示列车的实时状态信息（可包含载客量、列车能耗、客室温度、客室湿度等），并对异常状态报警、故障定位及分析，为车辆运营提供支持；
- b) 故障应急处置辅助：辅助运营人员进行应急处置，降低故障的影响。

5.3.1.3 检修维护支持功能

检修维护支持功能可包含以下功能：

- a) 日常检修和架大修支持：具备车辆检测数据统一分析、管理和综合诊断功能，对地铁车辆的日常检修和架大修提供综合决策支持；
- b) 设备状态预警和报警：具备车辆设备状态预警功能，同时能够对车辆主要子系统进行异常状态报警、故障定位及分析；
- c) 车辆设备健康管理：具备车辆设备健康管理功能，实现车辆主要子系统的全寿命周期内健康状态自动评判；
- d) 可靠性、可用性、维修性和安全性(RAMS)分析：具备车辆主要子系统 RAMS 分析功能。

6 试验方法

6.1 性能及功能试验

试验应在环境温度下进行。按规定操作程序对智能运维系统进行测试。

6.2 抗冲击振动试验

车载设备冲击振动试验按 GB/T 21563 的规定进行。

6.3 限界试验

限界试验应以模拟计算或实际测量的方式进行。

6.4 环保性能试验

设备材料环保性能试验按 TB/T 3139 的规定进行。

6.5 设备防火性能试验

非金属材料防火性能试验按 CJ/T 416 的规定进行。

6.6 线缆防火性能及烟雾毒性试验

设备线缆防火性能试验按 GB 12666.3 的规定进行，烟雾毒性试验按 GB/T 17650.2 的规定进行。

6.7 电磁兼容性试验

车载设备电磁兼容性试验按 GB/T 24338.4 的规定进行，非车载设备的电磁兼容性试验按 GB/T 24338.5 的规定进行。

6.8 维护性能试验

用人为造成故障的方法，检查所有故障显示功能是否正确。

6.9 电气性能试验

设备电气性能试验方法按表 2 的规定进行。

表2 电气性能试验方法

检验项目	试验方法
车载设备电气性能试验	GB/T 25119
轨旁、段场智能设备和工具、机房设备 绝缘性能试验	GB/T 5226.1 GB/T 18216.1 GB/T 18216.2

7 检验规则

7.1 检验项目

车辆智能运维系统检验项目应符合表 3 的规定。

表3 车辆智能运维系统检验项目表

序号	检验项目	型式试验	出厂检验	技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
1	性能及功能试验	√	-	5.2.1	6.1
2	抗冲击振动试验	√	-	5.2.2	6.2
3	限界试验	√	-	5.2.3	6.3
4	环保性能试验	√	-	5.2.4	6.4
5	设备防火性能试验	√	-	5.2.5.1	6.5
6	线缆防火性能试验	√	-	5.2.5.2	6.6
7	电磁兼容性试验	√	-	5.2.6	6.7
8	维护性能试验	√	-	5.2.8	6.8
9	电气性能试验	√	-	5.2.9	6.9

注：标有“√”表示必选项试验；标有“-”表示可选项试验。

7.2 型式试验

在下列情况下应进行型式试验：

- a) 新产品定型鉴定时；
- b) 结构、材料、工艺有较大改变，影响使用性能时；
- c) 正常生产五年时；
- d) 产品停产一年半后，恢复生产时；
- e) 转厂生产时。