

团体标准

T/CAMET XXXXX—XXXX

城市轨道交通 车辆运行安全监测系统 第1部分：车载弓网监测系统

Urban rail transit—Operation safety monitoring system for vehicles—
Part 1: Pantograph catenary detection system onboard

(征求意见稿)

(本稿完成时间：2022年6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.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 使用条件.....	2
4.1 环境条件.....	2
4.2 供电条件.....	3
4.3 其他条件.....	3
5 系统构成.....	3
6 技术要求.....	3
6.1 一般要求.....	3
6.2 功能及性能要求.....	4
6.3 自检功能.....	5
6.4 通信要求.....	5
6.5 接口要求.....	5
6.6 电磁兼容要求.....	5
6.7 冲击和振动要求.....	5
7 检验方法.....	5
7.1 外观、尺寸和重量检查.....	5
7.2 电源波动和电源中断试验.....	5
7.3 系统功能试验.....	6
7.4 低温试验.....	7
7.5 高温试验.....	7
7.6 交变湿热试验.....	7
7.7 电源过电压试验.....	7
7.8 电磁兼容试验.....	7
7.9 绝缘试验.....	7
7.10 冲击和振动试验.....	7
7.11 防护等级试验.....	7
7.12 盐雾试验.....	7
7.13 低温存放试验.....	7
7.14 通信接口测试.....	7
7.15 一致性测试.....	8
8 检验规则.....	8
8.1 检验分类.....	8
8.2 出厂检验.....	8
8.3 型式检验.....	8

8.4 检验项目.....	8
9 标志、包装、运输和贮存.....	9
9.1 标志.....	9
9.2 包装.....	10
9.3 运输和贮存.....	10
参考文献.....	11

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 车辆运行安全监测系统》的第1部分。T/CAMET XXXXX已经发布以下部分：

- 第1部分：车载弓网监测系统；
- 第2部分：车载走行部故障诊断系统；
- 第3部分：障碍物监测系统；
- 第4部分：安全事件记录仪。

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牵引电气设备与系统分技术委员会提出。

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：中车株洲电力机车有限公司、广州地铁集团有限公司、深圳市地铁集团有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司、成都唐源电气股份有限公司、东莞市诺丽电子科技有限公司、成都弓网科技有限责任公司、广州广电计量检测股份有限公司。

本文件主要起草人：吕远斌、周利、廖乡萍、王丹梅、吴桂林、彭有根、周光海、程斌、李恩龙、孙艺洋、丁贺敏、崔玉龙、王海芳、王国庆、王俊平、李文宝、范忠林、黄健煜、吴超云。

城市轨道交通 车辆运行安全监测系统

第 1 部分：车载弓网监测系统

1 范围

本文件规定了城市轨道交通车辆车载弓网监测系统的使用条件、系统构成、技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于供电方式为架空接触网供电的城市轨道交通车辆的车载弓网监测系统（以下简称“系统”）的设计、生产和检验。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 4208—2017 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—2018 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 28029.12 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 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
- IEC 61375-2-8 铁路电子设备 列车通信网络（TCN） 第2-8部分：TCN一致性试验（Electronic railway equipment—Train communication network (TCN)—Part 2-8: TCN conformance test）
- EN 45545-2:2020 铁路应用 铁路车辆的防火保护 第2部分：材料和元件的防火要求（Railway applications—Fire protection on railway vehicles—Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

弓网监测系统 pantograph catenary detection system

在线监测城市轨道交通车辆弓网运行状态的车载系统。

3.2

受电弓 pantograph

上有铰链机构允许滑板作垂直运动，从单根或多根接触线上取得电流的装置。

[来源：GB/T 21561.1—2018，3.1.3，有修改]

3.3

架空接触网 overhead contact line

悬挂位于机车车辆限界之上，通过车顶受电设备向车辆供电的架空导线系统。

3.4

接触线 contact wire

架空接触悬挂中同受流装置直接接触的导线。

3.5

接触线几何参数 contact wire geometry

表征接触线所处空间位置特征的参数。

3.6

接触线高度 contact wire height

接触线底面至轨面的垂直距离。

3.7

动态拉出值 lateral offset

车辆升弓运行时，弓网接触点对受电弓中心线的偏移量。

3.8

燃弧 arcing

电流击穿滑板与接触线之间空气间隙时产生强光的现象。

3.9

燃弧率 percentage of arcing

在监测区段内，以规定的速度运行时，受电弓与接触线间不少于5ms持续时间的电弧的时间总和与整个运行时间的比值。

3.10

硬点 hard spot

接触线底面不平顺或接触线铅垂弹性突变的点。

注：在接触网检测中，通常用受电弓滑板滑行时受到的垂直方向上加速度最大值来表示硬点。

3.11

接触力 contact force

受电弓与接触网作用的垂直力。

4 使用条件

4.1 环境条件

在以下环境条件下应能正常工作：

- a) 海拔不超过1400 m；
- b) 环境温度范围在-25℃~45℃，电子元件周围的空气温度可在-25℃~+70℃之间变化，短时（10 min）可达85℃；
- c) 允许在不低于-40℃的环境下存放；
- d) 最湿月月平均最大相对湿度不大于95%（该月月平均最低温度为25℃）；

- e) 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。

4.2 供电条件

标称电压宜为DC110 V，允许电压范围为DC77 V~DC137.5 V。

4.3 其他条件

当使用条件超出上述要求时，由供需双方协商确定。

5 系统构成

系统由车外监测单元、车内处理单元组成，系统构成示意图 1。

车外监测单元应包括弓网视频图像监测模块、燃弧监测模块，可包括温度采集模块、几何参数监测模块、硬点监测模块、接触力监测模块、接触线磨损监测模块和车体振动补偿装置等。

车内处理单元包括数据采集模块、数据分析和存储模块、电源模块和通讯模块等。

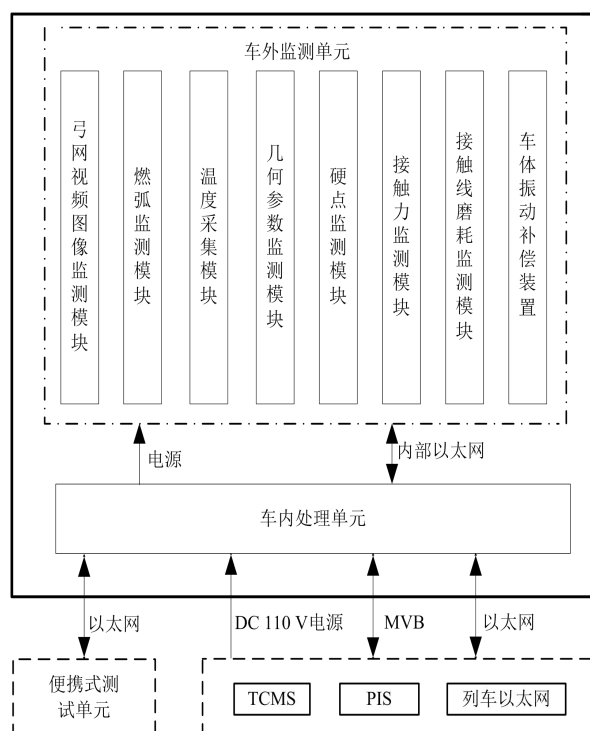


图 1 系统构成示意图

6 技术要求

6.1 一般要求

- 6.1.1 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。
- 6.1.2 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。
- 6.1.3 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。

6.1.4 电子元器件宜采用环保器件，其装配应采用无铅焊接工艺。

6.1.5 布线规则应符合 GB/T 34571 的规定。

6.1.6 电线电缆应为低烟、无卤、阻燃型产品。

6.1.7 在 GB/T 25119—2021 中 5.1.1、5.1.2 和 5.2 规定的电源波动、GB/T 25119—2021 中 5.1.1.3 规定的 S2 级电源中断等电压条件下，设备应能正常工作。

6.1.8 绝缘电阻不应低于 $1\text{ M}\Omega$ ，电源系统对地应能承受 1000 V 工频耐受电压（有效值） 1 min ，无击穿和闪络现象。

6.1.9 车内设备防护等级应符合 GB/T 4208—2017 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/T 4208—2017 中 IP67 的规定。

6.2 功能及性能要求

6.2.1 弓网状态监视

应能对每个受电弓和接触网结合区域的接触状态进行实时监视并输出接触状态视频文件，视频文件的像素不应小于 $3.0 \times 10^6\text{ pix}$ ，帧率不应小于 25 fps 。

6.2.2 受电弓形态监测

应能至少实时监视受电弓弓头的形态，诊断受电弓形态是否异常，输出异常的形态图片和/或视频。视频像素不应小于 $3.0 \times 10^6\text{ pix}$ ，帧率不应小于 25 fps ，图片分辨率不应小于 $3.0 \times 10^6\text{ pix}$ 。

6.2.3 弓网燃弧监测

应能实时监测弓网燃弧，记录燃弧时长 5 ms 及以上的燃弧次数和燃弧时长，燃弧漏检率不应大于 1% ，计算输出燃弧率，燃弧异常时进行报警，采样频率不应小于 2 kHz ，响应时间应小于 $100\text{ }\mu\text{s}$ 。

6.2.4 弓网温度监测

可实时监测并记录弓网温度，温度异常时进行报警。温度监测范围为 $0\text{ }^\circ\text{C} \sim 200\text{ }^\circ\text{C}$ ，监测偏差不应大于 $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 或读数值 2% ，测量分辨率不应大于 $1\text{ }^\circ\text{C}$ 。

6.2.5 接触网几何参数监测

可实时测量接触网动态几何参数，包括接触线动态拉出值、接触线高度、接触线坡度等，测量指标满足表 1 的要求。

可通过车体振动补偿装置，对行车过程中车体振动、偏移进行测量，对基准坐标系进行修正。

注：基准坐标系是以轨道中心和轨平面为基准的坐标系。

表 1 接触网几何参数监视性能

监测项目	监测范围	技术要求
动态拉出值（柔性接触网）	$\pm 600\text{ mm}$	\
动态拉出值（刚性接触网）	$\pm 400\text{ mm}$	偏差不应大于 $\pm 5\text{ mm}$ ，分辨率不应大于 1 mm
接触线坡度	由供需双方协商确定	\
接触线高度（柔性接触网）	$3900\text{ mm} \sim 5700\text{ mm}$	\
接触线高度（刚性接触网）	$3900\text{ mm} \sim 4500\text{ mm}$	偏差不应大于 $\pm 5\text{ mm}$ （静态），分辨率不应大于 1 mm

6.2.6 接触力监测

可实时监测并记录弓网接触力，接触力异常时进行报警。接触力监测范围为0 N~200 N，监测偏差不应大于±2 N。

6.2.7 接触线磨耗监测

可实时监测并记录接触线磨耗。当监测刚性接触网时，监测范围为0 mm~14.4 mm，监测偏差不应大于±0.5 mm；当监测柔性接触网时，监测范围和监测偏差由供需双方协商确定。

6.2.8 硬点监测

可实时监测并记录受电弓的垂向加速度，监测范围为0 g~100 g，偏差不应大于±1 g。

6.2.9 定位功能

应具有位置定位功能，位置偏差不应大于±8 m。

6.3 自检功能

应具备自检的功能。应进行通电自检和定期自检，并将自检结果实时上报给列车控制与管理系统。

6.4 通信要求

应支持多功能车辆总线（MVB）通信和/或以太网通信。MVB通信应符合GB/T 28029.4和GB/T 28029.9的规定，以太网通信应符合GB/T 28029.12的规定。

6.5 接口要求

应具有以下接口：

- a) MVB 通信接口：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：采用 M12 D-Code 方式，设备侧为孔式连接器；
- c) 维护接口：采用以太网接口，M12 D-Code 方式，设备侧为孔式连接器。

6.6 电磁兼容要求

应符合 GB/T 24338.4 的规定。

6.7 冲击和振动要求

应能承受车辆正常运行时的冲击与振动，车外设备应符合GB/T 21563—2018中1类A级的规定，车内设备应符合GB/T 21563—2018中1类B级的规定。

7 检验方法

7.1 外观、尺寸和重量检查

目视检查产品的外观、紧固件、接线端子、连接器的标识和线束线号和装配质量是否符合要求。用量具测量产品外形与安装尺寸等，用量具对各部件进行称重，检查是否符合要求。

7.2 电源波动和电源中断试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.3 的规定进行。

7.3 系统功能试验

7.3.1 弓网状态监测试验

静止状态下，在照度不小于300 Lux和照度不大于2 Lux两种环境条件下，分别录制一段时长不小于5min的视频，且视频中应有动态画面，检查视频数据的像素和帧率是否满足要求。

注：雨、雪、雾等环境条件受光学成像原理限制，不做考虑。

7.3.2 受电弓形态监测试验

静止状态下，在照度不小于300 Lux和照度不大于2 Lux两种环境条件下，分别模拟受电弓弓角缺失、滑板缺失、悬挂异物等情况，检查系统是否能提示受电弓形态异常，并且输出异常的形态图片或视频，检查图像分辨率、像素和帧率是否满足要求。

7.3.3 弓网燃弧监测试验

将燃弧发生器随机放置在镜头视野范围内，模拟燃弧至少200次。检查装置是否能够正常记录燃弧发生时间和燃弧发生曲线，记录的燃弧次数与放置次数是否一致，燃弧漏检率是否符合要求，检查系统是否能输出燃弧率及异常报警。

使用其他光源（如手电筒、白炽灯等）放置在镜头视野范围内，检查系统记录的燃弧次数是否发生变化。

燃弧持续时间精度验证可由供需双方协商确定后执行。

7.3.4 弓网温度监测试验

通过黑体炉上分别设置测量范围内至少10个不同的温度值，在距黑体炉设计焦距位置，放置温度采集模块进行温度测量。检查系统的温度测量范围、偏差、分辨率是否满足要求。

7.3.5 接触网几何参数测量试验

静止状态下，在表1要求的测量范围内，将接触线放置在5个不同高度，利用系统测量接触网高度值，检查测量值的测量范围、测量偏差、测量分辨率是否满足要求。

模拟接触线在相对受电弓中心点0 mm~400 mm区间内的水平运动，利用系统测量动态拉出值，检查系统测量值的测量范围、测量偏差、测量分辨率是否满足要求。

7.3.6 接触力监测试验

静止状态下，在0 N~200 N范围内，至少模拟5组不同接触力，利用系统测量接触力，检查系统的测量范围和测量偏差是否满足要求。

7.3.7 接触线磨耗监测试验

采用至少3根不同磨耗程度接触线（或标准工装）进行验证。

模拟接触线在相对受电弓中心点0 mm~400 mm区间内的水平运动，利用系统测量接触线磨耗值，检查系统测量值及其偏差是否满足要求。

7.3.8 硬点监测试验

将装有系统加速度传感器的工装放置在试验台上，分别施加2g、5g和10g的垂向加速度激励，检查传感器记录的加速度数据及其偏差是否满足要求。

7.3.9 定位功能试验

通过测试平台给系统输入模拟的速度脉冲或者脉冲数,检查系统是否能根据设定的轮径值计算行驶距离;选取不小于5 km的典型线路信息,模拟输出给系统,检查系统是否能记录并自动校正,且系统监测值与测试平台累计值偏差是否满足要求。

注:产品装车具备条件后,需在实际线路上随机抽取5个参考点进行测量,检查测量的偏差是否满足要求。

7.4 低温试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.4 的规定进行,试验温度按 GB/T 25119—2021 中表 1 规定的 T3 等级执行。

7.5 高温试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.5 的规定进行,试验温度按 GB/T 25119—2021 中表 1 规定的 T3 等级执行。

7.6 交变湿热试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.6 的规定进行。

7.7 电源过电压试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.7 的规定进行。

7.8 电磁兼容试验

7.8.1 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。

7.8.2 射频试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.9 的规定进行。

7.9 绝缘试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.10 的规定进行。

7.10 冲击和振动试验

按 GB/T 21563—2018 的规定进行。

7.11 防护等级试验

按 GB/T 4208—2017 的规定进行。

7.12 盐雾试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.11 规定的 ST4 级进行。

7.13 低温存放试验

按 GB/T 25119—2021 中 12.2.15 规定执行。

7.14 通信接口测试

通信接口测试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、通信端口等）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等。

7.15 一致性测试

7.15.1 MVB 一致性测试按 GB/T 28029.10 的规定进行。

7.15.2 以太网一致性测试按 IEC 61375-2-8 的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验为型式检验和出厂检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 对每套出厂的产品，均应进行出厂检验。

8.2.2 在出厂检验过程中，若任意一项不合格，均判该产品不合格。

8.2.3 检验合格产品应出具检验合格证，其内容至少包括：

- 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。

8.3 型式检验

8.3.1 检验样品在出厂检验的合格品中抽取，数量为 1 套。

8.3.2 应在具有检验资质的机构进行检验。

8.3.3 型式检验全部项目应在同一套样品上进行，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。

8.3.4 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，可能影响其性能及行车安全时；
- 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 5 年时。

8.4 检验项目

检验项目应符合表2的规定。

表 2 检验项目

序号	检验项目		型式检验	出厂检验	技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
1	外观、外形尺寸和重量检查		√	√	6.1.1~6.1.2	7.1
2	电源波动和电源中断试验		√	√	6.1.7	7.2
3	系统功能 试验	弓网状态监视试验	√	—	6.2.1	7.3.1
4		受电弓形态监测试验	√	—	6.2.2	7.3.2
5		弓网燃弧监测试验	√	—	6.2.3	7.3.3
6		弓网温度监测试验 ^a	√	—	6.2.4	7.3.4
7		接触网几何参数测量试验 ^a	√	—	6.2.5	7.3.5
8		接触力监测试验 ^a	√	—	6.2.6	7.3.6
9		接触线磨损监测试验 ^a	√	—	6.2.7	7.3.7
10		接触线硬点监测试验 ^a	√	—	6.2.8	7.3.8
11		定位功能试验 ^a	—	—	6.2.9	7.3.9
12	低温试验		√	—	4.1	7.4
13	高温试验		√	—	4.1	7.5
14	交变湿热试验		√	—	4.1	7.6
15	电源过电压试验		√	—	6.1.7	7.7
16	电磁兼容 试验	浪涌、静电放电试验和电快速瞬变 脉冲群抗扰度试验	√	—	6.6	7.8.1
17		射频干扰试验	√	—	6.6	7.8.2
18	绝缘试验		√	√	6.1.8	7.9
19	冲击和振动试验		√	—	6.7	7.10
20	防护等级试验		√	√	6.1.9	7.11
21	盐雾试验		√	—	4.1	7.12
22	低温存放试验		√	—	4.1	7.13
23	通信接口测试		√	—	6.4~6.5	7.14
24	一致性 测试	MVB一致性测试	√	—	6.4	7.15.1
25		以太网一致性测试	√	—	6.4	7.15.2
注：标有“√”号的为应做的项目，标有“—”号为不需要做的项目。						
^a 根据功能配置试验。						

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

铭牌应安装牢固，并至少标明下列内容：

- 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。

9.2 包装

- 9.2.1 系统及其设备包装前应进行清洁处理，保持干燥。
- 9.2.2 包装应有防水、防潮、防尘、防震措施，包装箱的设计、制造应符合 GB/T 13384 的规定。
- 9.2.3 包装箱应清晰地标出产品型号及名称、重量、外形尺寸、制造单位名称等信息，有关标志应符合 GB/T 191 的规定。
- 9.2.4 随箱文件包括使用说明书、合格证明书和装箱清单，应防潮密封，并放在箱内明显位置。

9.3 运输和贮存

- 9.3.1 运输和贮存过程中，不应剧烈振动，冲击或挤压，防止日晒雨淋。
- 9.3.2 产品应贮存在通风良好、防潮、防腐、防尘、干燥的室内环境中。

参 考 文 献

- [1] GB/T 21561.1—2018 轨道交通 机车车辆受电弓特性和试验 第1部分：干线机车车辆受电弓
-