



中华人民共和国城镇建设行业标准

CJ/T 539—2019

有轨电车信号系统通用技术条件

General technical specifications of tramway signal system

2019-10-28 发布

2020-06-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
4 一般要求	2
5 性能要求	3
6 可靠性、可用性、可维修性和安全性要求	4
7 系统构成	4
8 功能要求	6
9 与其他系统接口要求	10
10 电磁兼容防护	11
11 试验方法和检验规则	12
12 标志、标签和随行文件	12
13 包装、运输和贮存	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部城市轨道交通标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：通号万全信号设备有限公司。

本标准参加起草单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、沈阳浑南现代有轨电车运营有限公司、广州有轨电车有限责任公司、中交隧道局电气化工程有限公司、苏州高新有轨电车有限公司、浙江众合科技股份有限公司、上海富欣智能交通控制有限公司、武汉光谷交通建设有限公司。

本标准主要起草人：何伟挺、李晶晶、林卫永、徐海东、李晓刚、李兆龄、代继龙、关杰、徐志强、蒋家升、陆桥、任启伟、唐晓想、陈先伟、赵东、周根火、何梦琦、汪岳君、李国龙、黄正新。

有轨电车信号系统通用技术条件

1 范围

本标准规定了有轨电车信号系统的一般要求,性能要求,可靠性、可用性、可维修性和安全性要求,系统构成,功能要求,与其他系统接口要求,电磁兼容防护,试验方法和检验规则,标志、标签、随行文件,包装、运输和贮存。

本标准适用于有轨电车信号系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 12758 城市轨道交通信号系统通用技术条件

GB/T 21562 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 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 28808 轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防护系统软件

GB/T 28809 轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统

GB 50174 数据中心设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

TB/T 3027 铁路车站计算机联锁技术条件

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

有轨电车信号系统 tramway signal system

根据有轨电车与线路设备的相对位置和状态,人工或自动实现有轨电车行车指挥、运行控制、与道路交通信号控制统一协调的自动控制系统。

3.1.2

专用轨道电路 dedicated track circuit

适用于有轨电车,实现区段空闲或占用检测的无绝缘谐振式轨道电路。

3.1.3

正线道岔控制系统 main line switch control system

用于实现正线道岔、信号机、区段空闲或占用检测设备联锁控制的系统。

3.1.4

平交路口信号控制系统 level crossing signal control system

与道路交通信号控制系统衔接,用于实现平交路口的道路交通信号和有轨电车信号协同控制的系统。

3.1.5

车载控制系统 on-board control system

实现有轨电车定位、车载信息显示及运行控制的系统。

3.1.6

中心调度管理系统 central dispatch management system

自动实现有轨电车行车指挥控制、运行监视和管理的系统。

3.1.7

现地操作模式 on-site operation mode

人工在正线道岔区域对道岔或进路进行现场操作的一种信号控制模式。

3.1.8

有轨电车信号优先 tramway priority

通过调整信号控制方案使得有轨电车优先通过平面交叉路口的交通控制方式。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CAN: 控制器局域网(Controller Area Network)

IP: 防护等级(Ingress Protection)

MTBF: 平均故障间隔时间(Mean Time Between Failure)

MTTR: 平均修复时间(Mean Time To Repair)

MVB: 多功能车辆总线(Multifunction Vehicle Bus)

SIL: 安全完整性等级(Safety Integrity Level)

TCMS: 列车控制与管理系统(Train Control and Management System)

4 一般要求

4.1 基本要求

4.1.1 有轨电车信号系统应满足行车组织和运营管理,以及网络化运营需要。

4.1.2 有轨电车信号系统应满足司机按照轨旁设备的显示及标识目视驾驶的要求。对于速度大于70 km/h 的线路,应根据行车间隔、列车运行速度、线路条件采取相应的技术手段进行列车运行安全防护。

4.1.3 有轨电车信号系统设备配置宜遵循右侧行车原则。

4.1.4 有轨电车信号系统应满足有轨电车网络化互联互通运营要求。中心调度管理系统的规模应根据线网规划、线路和系统规模确定,应实现有轨电车运行的统一指挥调度。

4.1.5 有轨电车信号系统应具备高可靠性和高可用性,涉及行车安全的信号设备应符合“故障导向安全”原则。

4.1.6 有轨电车信号系统应满足国家信息系统安全等级保护的技术要求,包括物理安全、网络安全、主机安全、应用安全、数据安全及备份恢复等要求。

4.1.7 有轨电车信号系统应满足现代化维护管理要求,信号设备应便于维修、测试和更换。

4.1.8 有轨电车信号系统的使用年限不应小于15年。

4.1.9 有轨电车信号系统的设备应符合城市轨道交通使用环境要求,轨旁沿线设备宜与城市景观相协调。

4.2 环境要求

4.2.1 信号系统设备正常工作时的环境条件应符合 GB/T 12758 中的规定,见表 1。

表 1 有轨电车信号系统应用环境

项目	信号设备安装于车辆				信号设备安装于地面		
	车体内部	车体外部	转向架	车轴	室外	室内	
环境温度/℃	-25~55	-40~70				0~45	
相对湿度/(25℃)	≤95%	100%(不结露)				≤95%	
振动	振频/Hz	≤50	≤50	10~100	10~10 k	≤100	≤100
	加速度/(m/s ²)	20	20	100~200	100~200	≤30	≤20
冲击	持续时间/ms	4~11	4~11	4~11	0.5~2	≤200	≤200
	加速度/(m/s ²)	20~50	20~50	100~150	500~1 000	≤100	≤100
平均气压/kPa	70~106(相当于海拔 3 000 m 及以下)						

4.2.2 有轨电车信号系统运用于特殊环境条件时,应保证系统及其设备在相应地区的环境条件下安全可靠地运行,或采取必要的附加措施保证系统和设备安全可靠地运行。

5 性能要求

5.1 一般要求

5.1.1 有轨电车信号系统应具有每天 24 h 连续工作的能力。

5.1.2 系统容量及可扩展性应符合下列要求:

- a) 系统软件、硬件宜采用标准模块化设计,易于功能和容量的扩展;
- b) 系统部署时应具有容量预留和远期扩展能力。

5.2 系统实时性

5.2.1 现场信息采集及处理周期不应大于 2 s。

5.2.2 实时控制、工作站及显示终端等的操作响应时间不应大于 2 s。

5.2.3 有轨电车信号系统响应性能指标应符合下列要求:

- a) 区段占用或空闲检测的应变响应时间不应大于 3 s;
- b) 车载控制系统自接收轨旁信息至完成处理的时间不应大于 2 s;
- c) 计算机联锁设备的处理周期不应大于 1 s。

5.2.4 有轨电车信号系统关键设备的热备切换不应影响设备工作的连续性,并不得干扰正常行车。

5.3 系统防护等级

5.3.1 有轨电车信号系统室外设备应选用防尘、防潮、防振并适于室外安装的设备 and 材料。

5.3.2 室外轨面以下设备外壳防护等级不应低于 IP67,轨面以上设备外壳防护等级不应低于 IP55。

5.3.3 安装于有轨电车车体外部设备的外壳防护等级不应低于 IP67。

6 可靠性、可用性、可维修性和安全性要求

6.1 可靠性

6.1.1 有轨电车信号系统应选用高可靠性元器件,并应采用保证系统持续运行能力的冗余措施。

6.1.2 有轨电车信号系统平均故障间隔时间(MTBF)应符合下列要求:

- a) 除联锁系统外,信号系统各子系统逻辑控制单元: $MTBF \geq 1 \times 10^5$ h;
- b) 联锁系统的逻辑控制单元: $MTBF \geq 2.5 \times 10^5$ h;
- c) 信号系统各子系统外围设备: $MTBF \geq 1 \times 10^5$ h;
- d) 电源设备: $MTBF \geq 1 \times 10^4$ h。

6.2 可用性

6.2.1 信号系统各子系统可用性指标不应小于 99.99%,信号系统整体可用性指标不应小于 99.98%。

6.3 可维修性

6.3.1 信号系统应实时监测系统内各设备状态,并提供设备故障报警、统计分析功能。

6.3.2 有轨电车信号系统设备的平均维护时间(MTTR)应符合下列要求:

- a) 转辙机: $MTTR \leq 2$ h;
- b) 除转辙机外的其他设备: $MTTR \leq 30$ min。

6.4 安全性

6.4.1 有轨电车信号系统安全相关设备的需求、设计、实现、验证与确认等活动应符合 GB/T 21562、GB/T 28808、GB/T 28809 中产品生命周期和技术措施的要求。

6.4.2 有轨电车信号系统各安全相关设备的安全完整性等级应符合下列要求:

- a) 正线道岔控制系统逻辑控制单元、转辙机控制单元和信号机控制单元安全完整性等级不应小于 SIL3;
- b) 车辆段、停车场联锁系统安全完整性等级不应小于 SIL4;
- c) 正线转辙机安全完整性等级不应小于 SIL3;
- d) 区段占用或空闲检测设备安全完整性等级不应小于 SIL3。

7 系统构成

7.1 系统总体构成

7.1.1 有轨电车信号系统由中心调度管理系统、正线道岔控制系统、车载控制系统、平交路口信号控制系统、车辆段(停车场)信号系统、维护监测系统、电源设备等构成。

7.2 中心调度管理系统构成

7.2.1 中心调度管理系统设备宜包括应用服务器、数据服务器、调度员工作站、维护工作站、运行图工作站、接口设备、网络设备及必要的辅助设备。

7.2.2 中心调度管理系统主要设备应采用有效的冗余技术,冗余设备切换时不应影响信号系统持续运行。

7.3 正线道岔控制系统构成

- 7.3.1 正线道岔控制系统应符合“故障导向安全”原则,应采用二取二或三取二的安全结构。
- 7.3.2 正线道岔控制系统应由正线道岔控制器、转辙机、信号机、区段占用检测设备、车地通信设备、现地操作设备等构成。
- 7.3.3 正线道岔控制器可由逻辑控制单元、转辙机控制单元、信号机控制单元、列车占用检测处理单元、车地通信处理单元等构成,宜集中设置,并可与控制中心通信。
- 7.3.4 正线混合路权处应采用地理式转辙机并配置相配套的安装装置及地理箱。
- 7.3.5 区段占用或空闲检测应采用专用轨道电路、计轴等安全设备。
- 7.3.6 车地通信设备宜采用感应环线、应答器等专用点式通信设备。
- 7.3.7 现地操作设备应安装在便于现地操作的位置,宜集成在信号机灯柱上或控制箱内。

7.4 平交路口信号控制系统构成

- 7.4.1 平交路口信号控制系统可由平交路口控制器、路口专用信号机和列车检测设备等构成。
- 7.4.2 平交路口专用信号机不应与道路交通信号灯显示产生混淆。

7.5 车载控制系统构成

- 7.5.1 车载控制系统应由车载控制器、显示操作终端、定位设备、车载车地通信设备等构成。
- 7.5.2 车载控制器应支持车头、车尾冗余配置,单端设备故障时不应影响正常行车。
- 7.5.3 车载定位设备可由卫星定位设备、速度传感器、车地通信设备等组合构成,宜具备不少于2种测速定位手段。

7.6 车辆段(停车场)信号系统构成

- 7.6.1 车辆段(停车场)信号系统应包括联锁室内设备、信号集中监测系统、转辙机、信号机、区段占用检测设备、电源设备等。
- 7.6.2 联锁系统应采用二乘二取二或三取二安全计算机联锁设备。
- 7.6.3 区段占用检测设备应选用轨道电路、计轴等安全设备。
- 7.6.4 车辆段(停车场)试车线宜设置与正线相同的车地通信设备。

7.7 维护监测系统构成

- 7.7.1 维护监测系统应包括服务器、工作站、网络通信设备、电源设备等。
- 7.7.2 对于计算机联锁系统、中心调度管理系统、正线道岔控制系统、平交路口信号控制系统、智能电源屏等具有自诊断功能的信号设备,维护监测系统宜通过接口方式获取所需的状态信息和报警信息。

7.8 电源设备构成

- 7.8.1 中心调度管理系统、车辆段(停车场)信号系统供电属一级负荷,应设2路独立电源供电。
- 7.8.2 中心调度管理系统、车辆段(停车场)信号系统应采用专用的电源屏及配电屏供电,并应具有主、副电源自动和手动切换装置,切换时不应影响用电设备正常工作。
- 7.8.3 中心调度管理系统、车辆段(停车场)信号系统应采用不间断电源,后备供电时间不宜小于30 min。
- 7.8.4 电源容量除应满足最大负荷需要外,还应具有备用容量。
- 7.8.5 电源系统主要功能单元宜采用模块化积木式结构。电源系统宜实现对各模块的工作状态进行定时或实时在线监测,并具备与维护监测系统的接口。

8 功能要求

8.1 系统功能

8.1.1 有轨电车信号系统应实现有轨电车在正线道岔区、平交路口、存车线、折返线、出入段(出入场)线、车辆段(停车场)等行车作业中的监视、控制。

8.1.2 有轨电车信号系统应实现正线道岔区、车辆段(停车场)的联锁控制,及平交路口与道路交通信号控制机的联动控制。

8.1.3 有轨电车信号系统进路控制应具备下列控制模式:

- a) 自动控制模式:当有轨电车接近道岔区时,中心调度管理系统或车载控制系统根据有轨电车位置和运行计划,把有轨电车进路信息发送给正线道岔控制系统后,由其在满足联锁条件时转换道岔、排列进路并开放信号;
- b) 控制中心人工控制模式:中心调度管理系统对于特定的车辆设置为非自动模式或者自动控制模式处于故障状态时,由人工在行调操作台的站场界面中进行转换道岔,排列进路;
- c) 车载人工控制模式:有轨电车接近道岔区时,由人工操作车载显示操作终端进行进路控制请求,正线道岔控制系统根据请求的进路指令在满足行车联锁条件时转换道岔、排列进路并开放信号;
- d) 现地操作模式:在故障情况下,由人工在正线道岔区域对道岔或进路进行现场操作。

8.1.4 人工控制优先级应高于自动控制。控制权转换过程中,不应影响设备功能执行和有轨电车运行。

8.1.5 有轨电车信号系统应满足有轨电车网络化互联互通运营要求,即装备某条线路车载设备的列车,可以在网络内其他线路上运行。

8.1.6 为满足互联互通要求,有轨电车信号系统应在统一信号系统功能、架构设计的基础上实现子系统接口的标准化,各子系统之间交换数据信息应一致,线路数据库格式应统一。

8.1.7 有轨电车信号系统应具有故障自诊断功能。

8.2 信号显示

8.2.1 有轨电车地面信号应满足司机目视驾驶的要求并根据行车组织需要来设置,包括以下情况:

- a) 正线道岔区域应设置专用道岔信号机;
- b) 平交路口区域宜设置路口专用信号机;
- c) 车辆段、停车场应设置进段(进场)信号机、出段(出场)信号机和段(场)信号机;
- d) 线路终端和存车线终端应设置阻挡信号机或停车牌。

8.2.2 信号机应设于列车运行方向的右侧。受条件限制时,需经运营主管部门批准后方可设于其他位置。

8.2.3 信号机的显示距离应符合下列要求:

- a) 道岔信号和平交路口信号不应小于 200 m;
- b) 车辆段(停车场)信号、终端阻挡信号不应小于 200 m;
- c) 引导信号不应小于 100 m。

8.2.4 正线道岔信号机宜采用进路指向式信号机,含义如下:

- a) 若开通直向进路,信号机以白色竖线表示;
- b) 若开通侧向进路,信号机以黄色斜线表示;
- c) 禁止信号以蓝色横线表示。

8.2.5 路口专用信号机颜色不应与道路交通信号灯相同,宜采用以下方式:

- a) 若路口允许通行,则信号机以白色竖线表示;
- b) 若路口禁止通行,则信号机以蓝色横线表示;
- c) 从通行向禁止过渡时,信号机显示黄色圆灯。

8.2.6 车辆段(停车场)调车信号机宜采用蓝色和月白二显示,蓝色表示调车禁止,月白表示调车进行。

8.2.7 信号定位显示应符合下列要求:

- a) 道岔信号机、路口信号机、进段(进场)信号机、出段(出场)信号机以禁止显示为定位;
- b) 调车信号以禁止调车运行的信号显示为定位;
- c) 终端阻挡信号机以禁止显示为安全侧,且作为常态显示。

8.3 中心调度管理系统功能

8.3.1 中心调度管理系统应实现列车跟踪、自动或人工进路排列、道岔和信号机人工操作、平交路口信号优先请求等功能。

8.3.2 中心调度管理系统应满足有轨电车运行交路的需要,并宜根据运行时刻表、列车识别号和联锁表规定的进路等条件,实现列车进路自动控制及必要的人工操作。

8.3.3 中心调度管理系统基本功能应包括下列内容:

- a) 列车跟踪和列车识别表示;
- b) 实时监视列车运行位置和全线信号设备状态;
- c) 保存关键运营数据、设备运行数据;
- d) 运行时刻表或运行图管理;
- e) 可根据列车位置自动下发进路命令;
- f) 远程人工控制进路功能;
- g) 人工修改或赋予列车识别号;
- h) 列车运行数据统计、列车运行实迹记录;
- i) 操作与数据记录、输出及统计处理;
- j) 其他监控或报警功能。

8.4 正线道岔控制系统功能

8.4.1 正线道岔控制系统应在规定的联锁条件和规定的时序下对进路、信号和道岔实行控制。

8.4.2 正线道岔控制系统主要功能应包括列车进路办理与锁闭、进路的解锁和取消、信号机关闭和开放、道岔操作及锁闭等。

8.4.3 正线道岔控制系统应实现进路的自动或人工控制。

8.4.4 进路锁闭应分为预先锁闭和接近锁闭,锁闭的进路可随列车运行自动解锁、人工办理进路取消。进路的解锁方式可分为一次解锁和进路分段自动解锁方式。

8.4.5 联锁道岔应实现进路锁闭、区段锁闭及人工锁闭,并应实行单独操纵和进路选动。

8.4.6 当联锁条件不满足时,道岔不得转换。在道岔转换过程中,转换一经启动应转换到底,道岔因故被阻不能转换到位并超过系统设定时间应自动切断电路,停止转换。道岔转换完毕,应自动切断启动电路。道岔转换完毕后应给出表示,表示应与道岔开向位置一致。

8.4.7 当转辙机控制单元的控制电路、道岔表示电路故障时,应导向安全侧。

8.4.8 当转辙机执行手动操作时,道岔控制系统应使转辙机不再自动转动。

8.4.9 信号机控制单元在故障恢复情况下不得自动升级显示,信号机故障恢复后不得自动重新开放。

8.4.10 信号机控制单元应具有 LED 发光盘故障或断丝检测功能。

8.4.11 正线道岔控制系统应具备现地操作功能,并应满足现场运营、调试、维护需要。

8.4.12 正线道岔控制系统应提供控制中心调度管理系统和维护监测系统所需的设备状态与故障诊断

等信息。

8.5 平交路口信号控制系统功能

8.5.1 平交路口信号控制系统应具备有轨电车接近路口、离去路口的检测功能,宜具备有轨电车接近路口预告、到达路口的检测功能。

8.5.2 平交路口信号控制系统应检测路口有轨电车位置并转换为优先请求发送至道路交通信号控制机。

8.5.3 平交路口信号控制系统宜具备人工触发功能,包括司机人工请求信号优先、现地人工操作或控制中心人工请求信号优先,宜为停在路口的电车向道路交通信号控制机发送人工开放信号请求。

8.5.4 平交路口信号控制系统与道路交通信号控制机交互信息宜包括下列内容:

- a) 为道路交通信号控制机提供列车接近信息、有轨电车行进方向信息;
- b) 根据有轨电车的运行位置向道路交通信号控制机给出预告、接近、到达、离去位置信号;
- c) 接收道路交通信号控制机的反馈信息。

8.5.5 平交路口信号控制系统可对路口优先请求进行下列配置:

- a) 不开启:在该模式下,不会向道路交通信号控制机发送优先请求;
- b) 开启:在该模式下,有轨电车优先请求功能开启;
- c) 人工触发:司机人工请求优先或控制中心人工请求优先。

8.5.6 路口专用信号机是否开放应取决于道路交通信号控制机。

8.5.7 平交路口信号控制器宜将路口专用信号机的显示状态发送至中心调度管理系统。

8.5.8 平交路口信号控制系统设备宜具有自检、自诊断功能并宜将相关信息传送到信号维护监测系统。

8.6 车载控制系统功能

8.6.1 车载控制系统应采用组合定位设备实现列车定位,定位精度应满足行车指挥的要求。

8.6.2 车载控制系统应具备对正线道岔控制系统发送进路控制命令的功能。

8.6.3 车载控制系统应具备向平交路口信号控制系统人工发送优先请求信息的功能。

8.6.4 车载控制系统可接收中心调度管理系统提供的每列有轨电车准点信息,并宜将信息在车载显示屏显示。

8.6.5 车载设备应具备上电自检和自诊断功能,并应通过显示操作终端等设备明确给出自诊断结果。

8.6.6 车载控制系统与中心调度管理系统信息交互内容宜包含下列内容:

- a) 列车识别号;
- b) 列车位置;
- c) 列车速度;
- d) 准点信息;
- e) 前后车距;
- f) 时钟信息;
- g) 车载系统设备工作状态。

8.6.7 车载控制系统宜具备冒进报警、超速报警及追尾报警等辅助司机驾驶功能,可提示前方线路限速和信号设备情况。

8.6.8 车载显示操作终端显示内容宜包含下列内容:

- a) 准点信息;
- b) 到站信息;
- c) 目的地信息;

- d) 系统时间；
- e) 列车运营信息；
- f) 设备运行状态；
- g) 司机操作反馈信息；
- h) 速度信息。

8.6.9 车载控制系统应具备事件记录功能,生成的车载系统日志应包括事件的时间和日期,宜包括下列内容:

- a) 系统启动事件；
- b) 车辆换端事件；
- c) 司机操作内容；
- d) 设备故障、系统授时失败等设备和软件异常状态。

8.6.10 车载系统日志中的设备状态记录保存时间不应小于 30 d。

8.7 车辆段(停车场)信号系统功能

8.7.1 车辆段(停车场)联锁设备应按一定程序和条件控制道岔和信号机,建立车列运行进路,并应确保区段、道岔、信号机之间的联锁安全。

8.7.2 联锁系统应采用计算机联锁系统,并应符合 TB/T 3027 的有关规定。

8.7.3 车辆段(停车场)联锁系统宜采用人工控制模式,并提供与中心调度管理系统的接口。

8.7.4 车辆段(停车场)的每组道岔均应具有单独控制方式,转辙机的控制和表示电路应符合下列技术条件:

- a) 当以进路控制方式操纵道岔时,进路上的道岔应顺序动作,不应使得道岔启动峰值电流叠加。
- b) 联锁道岔受进路锁闭、区段锁闭、人工单独锁闭或其他锁闭方式控制,一经锁闭的道岔不应启动。
- c) 联锁道岔一经启动应转换到规定的位置。被阻时,在规定时间内道岔不能转换到规定位置时,应切断电路并有声光报警。道岔经操纵后应转换到原来位置。
- d) 道岔转换完毕后,应自动切断道岔动作电源。
- e) 当道岔转辙机的电机电路发生故障时,应自动切断道岔启动电路。
- f) 道岔应设有位置表示并保证:道岔表示应与道岔的实际位置一致,并应检查自动开闭器两排接点组或其他表示装置均在规定的规定位置,才构成道岔位置的正确表示;启动道岔时应先切断位置表示;发生挤岔时应有挤岔报警;当人工单独锁闭时,不应影响道岔的位置表示。

8.7.5 联锁操作工作站应实现控制范围内的进路开放,应对道岔实行单独操作和单独锁闭,对区段、道岔、信号机等实施封锁,设备被封锁后,应无法办理通过该设备的进路。

8.7.6 联锁设备应对进路实现预先锁闭和接近锁闭,锁闭的进路应随列车的运行自动分段解锁。

8.7.7 当办理取消进路时,若列车接近,进路应保持在接近锁闭状态,系统应防止进路的错误解锁,并应采用延时解锁确保行车安全。

8.7.8 试车线应纳入车辆段(停车场)计算机联锁系统的统一控制,试车线应具备车地通信测试功能。

8.8 维护监测系统功能

8.8.1 维护监测系统应监测并收集控制中心、车辆段或停车场、道岔区、平交路口等信号设备的自诊断和监测报警信息,应实现对有轨电车信号系统的集中在线监视和集中报警功能,宜对在线运行信号设备进行维护管理和支持。

8.8.2 维护监测系统监测的内容宜包括下列内容:

- a) 中心调度管理系统服务器、工控机设备运行状态、网络通信状态;

- b) 正线道岔控制系统、平交路口信号控制系统、车载控制系统、车辆段/停车场信号系统中设备工作状态、网络通信状态；
- c) 正线及车辆段轨道占用、轨道锁闭、区段锁闭状态；
- d) 正线及车辆段道岔定反位表示、挤岔、道岔单锁、道岔单封、道岔单解、道岔单操状态；
- e) 正线及车辆段转辙机动作功率、电流、动作时间及转换方向；
- f) 正线及车辆段信号机灯位显示、灯丝报警及现地控制盒按钮状态信息；
- g) 信号电源屏输入电压、电流和各路输出电压、电流、频率(交流)监测；
- h) 计轴、感应环线、有源信标等信号设备的运行状态、故障报警信息；
- i) 室外机柜温湿度、照明、开关门状态。

8.8.3 维护监测系统不得影响被监测设备的正常工作。

8.8.4 维护检测系统显示及存储的内容宜包括下列内容：

- a) 中心调度管理系统服务器、工控机设备运行状态信息实时显示,并支持历史记录查询及回放功能；
- b) 正线道岔控制系统、车辆段(场)信号系统、平交路口信号控制系统、车载控制系统设备运行状态和网络通信状态实时显示,并支持历史记录查询及回放功能；
- c) 开关量、操作记录的实时状态显示及历史记录查询；
- d) 转辙机动作电流曲线、总功率曲线；
- e) 关键设备动作次数及时间表,包括转辙机动作次数、区段占用次数、信号开放次数等。

8.8.5 维护监测系统应具备根据系统分类进行查询及维护功能,应支持日、周、月、季、年报表查询及打印。维护监测系统数据存储时间不应小于 30 d。

8.8.6 维护监测系统应根据预先定义的逻辑,实现一级、二级、三级实时报警和预警,并提供下列声光报警功能：

- a) 涉及到行车安全的信息报警信息为一级报警,应采用声光报警模式,经人工确认后才能停止报警,除在监测报警工作站和相应的维护终端报警外,应在相应的调度人员工作站报警；
- b) 影响行车或设备正常工作的信息报警为二级报警,应采用声光报警模式,经人工确认后才能停止报警,除在监测报警工作站和相应的维护终端报警外,宜在相应的调度人员工作站报警；
- c) 不影响列车运行和设备正常工作的电气性能超限或其他报警为三级报警,可采用红色显示报警信息,仅在监测报警工作站和相应的维护工作站上显示和报警。

8.8.7 维护监测系统应具备报警和预警历史信息查询功能。

8.8.8 维护监测系统应具备设备故障及报警的汇总、统计、报表及分析功能。

8.8.9 维护监测系统应具备系统运行事件、用户操作事件的记录及历史查询功能。

8.8.10 维护监测系统应满足用户登录、密码修改、系统配置修改等权限的管理。

9 与其他系统接口要求

9.1 与通信系统接口

9.1.1 有轨电车正线道岔控制系统、平交路口信号控制系统与中心调度管理系统宜采用有线传输网络通信。

9.1.2 有轨电车载控制系统与中心调度管理系统的连接宜采用由通信专业提供的无线通信系统。

9.1.3 中心调度管理系统宜与乘客信息系统、广播系统建立接口,提供时刻表、运行图、列车位置等信息。

9.1.4 中心调度管理系统应与时钟系统接口,应接收标准时间并作为信号系统内部统一时钟。

9.2 与车辆接口

9.2.1 有轨电车车载控制系统宜与车辆控制管理系统(TCMS)建立接口,接口类型宜为控制器局域网(CAN)、多功能车辆总线(MVB)、以太网等通用通信接口,双方交互信息宜包括下列内容:

- a) 列车速度;
- b) 激活驾驶端;
- c) 到站信息;
- d) 开门侧信息;
- e) 时钟信息。

9.2.2 信号系统应要求车辆提供满足精度要求的传感器信号,若无法满足则应单独提供传感器并要求车辆安装。

9.2.3 车辆应提供车载信号设备所使用的 24 V 直流供电电源,并要求电压波动在直流 16.8 V~30.0 V 的范围内。

9.3 与道路交通信号控制机接口

9.3.1 有轨电车平交路口信号控制系统应与道路交通信号控制机建立接口。

9.3.2 平交路口信号控制系统与道路交通信号控制机的接口类型包括继电器接点、串行通信、以太网等接口,双方交互信息宜包括下列内容:

- a) 有轨电车预告、接近、到达、离去等位置信息或优先请求信息;
- b) 有轨电车行进方向信息;
- c) 道路交通信号控制机相应相位信号灯状态;
- d) 道路交通信号控制机优先请求反馈信息;
- e) 平交路口信号控制系统与道路交通信号控制机设备状态与诊断信息。

9.4 其他接口

中心调度管理系统可与电力监控系统、火灾报警系统和环境监控系统等建立接口,实现信息交换。

10 电磁兼容防护

10.1 电磁兼容性

10.1.1 当信号设备设计、制造时,应保证电磁干扰不影响其安全性和可靠性,并应采用屏蔽、滤波、接地、隔离、平衡等使设备具有良好电磁兼容性能的措施。

10.1.2 当信号设备设计、制造时,应消除电磁辐射、感应、传导和静电释放等干扰因素对信号设备的影响。信号设备、部件应防止对运营线范围内以及附近其他系统、部件产生电磁干扰影响其正常工作。

10.1.3 信号设备在正常工作时向设备外部发射的电磁干扰,应符合电源和机箱端口试验项目规定的电磁发射限值要求。

10.1.4 信号设备应进行抵御外界电磁骚扰能力的试验。试验项目应包括射频电磁场辐射骚扰、射频场感应传导骚扰、电快速瞬变脉冲群、浪涌冲击电压、静电放电、工频磁场、脉冲磁场的抗扰度试验。抗扰度试验方法、试验等级、性能判据应符合 GB/T 24338.5 的相关条款规定,安全设备和非安全设备的性能判据应符合下列规定:

- a) 安全设备性能判据应采用 A 级;
- b) 非安全设备性能判据可采用 B 级。

10.1.5 信号设备对外界发射的电磁骚扰试验应包括电源端口的传导发射试验和机箱端口的辐射发射

试验,试验方法和骚扰限值应符合 GB/T 24338.5 的规定。

10.2 防护

10.2.1 信号系统设备正常工作时发射的电磁能量不应造成对周围环境其他设备或人员的干扰和危害,并应防止其他机电设备及车辆等产生的电磁骚扰影响其可靠工作。

10.2.2 轨旁设备应防止最大牵引回流、钢轨不平衡电流的影响。相邻轨旁设备应防止工作频率的相互串扰。

10.2.3 易受雷电危害的设备应具有雷电感应过压防护,并应符合下列要求:

- a) 防护电路应将雷电感应过电压限制在被防护设备的冲击耐压水平以下,可不对直接雷击设备实施防护;
- b) 防护电路不应影响被防护设备的正常工作,并应保证设备受雷电干扰时不得错误动作;
- c) 防护电路的配线应与其他配线分开,其他设备不应借用防雷元器件的端子;
- d) 室外信号设备、与外线连接的室内信号设备应具有雷电防护措施;
- e) 防雷地线接地电阻应小于 $10\ \Omega$ 。

10.2.4 信号设备的接地应符合下列要求:

- a) 信号系统应设工作地线、保护地线、屏蔽地线、防雷地线及其他必要的接地线;
- b) 信号设备室应设主接地板,并通过主接地板接地。信号设备室的防雷和接地设计应符合 GB 50174、GB 50343 的规定;
- c) 在有综合接地系统情况下,应接入综合接地系统的接地网;
- d) 车载信号设备的地线应经车辆的接地装置接地。

10.2.5 电源设备及其他带电信号设备的机架、机壳应设保护地线,需工作接地的设备应设工作地线。接地电阻值应符合下列要求:

- a) 保护地电阻应小于 $10\ \Omega$;
- b) 工作地电阻应小于 $4\ \Omega$;
- c) 综合接地系统的接地电阻不应大于 $1\ \Omega$ 。

11 试验方法和检验规则

11.1 信号系统设备质量检验包括型式试验、出厂检验和首件检验。

11.2 信号设备新产品应进行型式试验并测试通过后才允许生产和使用。型式试验内容应包括电气绝缘试验、电磁兼容试验、温湿度和振动等环境试验。

11.3 在实际工程项目中,可根据业主要求对生产完成的信号设备进行出厂检验,安排在生产厂家所在地,检验方式是对批量生产的产品进行抽样检验,检验内容包括功能、性能、接口等常规测试。

11.4 当信号设备新产品应用于工程现场时,应进行首件检验,生产厂家负责指导施工单位按规范完成设备安装和测试。

12 标志、标签和随行文件

12.1 产品出厂时应附带标志、标签和随行文件。

12.2 产品标志或标签宜包含生产者名称和地址、生产日期、商标、型号等。标志可使用金属铭牌、标签、印记、颜色或条形等方式。

12.3 产品发货时宜包含以下随行文件:

- a) 产品合格证;

- b) 产品说明书；
- c) 装箱单；
- d) 其他有关资料。

13 包装、运输和贮存

13.1 产品出厂时应使用包装,宜具备防晒、防潮、防磁、防震动、防辐射等措施。

13.2 产品运输时应指明运输条件和运输注意事项。对运输方式有特殊要求的可指定运输工具。

13.3 产品可规定贮存要求,贮存要求可包括贮存场所、贮存条件、贮存方式、贮存期限等。对部分有毒、易腐、易燃、易爆等特殊产品应规定相应的贮存特殊要求。
