

ICS 03.220.30

CCS P 65

DB11

地方标准

DB 11/T XXXXX—XXXX

城市轨道交通信号系统技术规范

Technical specification of signal system for urban rail transit

(征求意见稿)

2024年07月

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	3
引言.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	2
5 总体要求.....	2
5.1 一般要求.....	3
5.2 运营指挥要求.....	3
5.3 控制等级要求.....	3
5.4 驾驶模式要求.....	3
5.5 折返模式要求.....	3
5.6 降级运行要求.....	3
5.7 互联互通要求.....	4
5.8 灵活编组技术要求.....	4
6 功能要求.....	4
6.1 ATS 子系统功能要求.....	4
6.2 ATP/ATO 子系统功能要求.....	6
6.3 联锁子系统功能要求.....	8
6.4 DCS 子系统功能要求.....	8
6.5 维护监测子系统功能要求.....	9
6.6 试车线功能要求.....	10
6.7 培训中心功能要求.....	11
6.8 基础设备功能要求.....	11
6.9 其他.....	11
7 系统配置要求.....	12
7.1 ATS 设备配置要求.....	12
7.2 ATP/ATO 设备配置要求.....	12
7.3 联锁设备配置要求.....	12
7.4 DCS 设备配置要求.....	12
7.5 维护监测设备配置要求.....	12
7.6 基础设备配置要求.....	12
7.7 其他.....	14
8 指标参数要求.....	14
8.1 通用指标参数.....	14
8.2 行车间隔.....	15
8.3 系统 RAMS 指标.....	15

8.4 DCS 性能指标.....	15
8.5 电源系统指标.....	16
8.6 系统存储时间.....	16
8.7 设备外壳防护等级.....	16
9 接口要求.....	16
9.1 内部接口要求.....	16
9.2 外部接口总体要求.....	16
9.3 与外部各系统接口要求.....	17
10 其他要求.....	19
10.1 电磁兼容防护要求.....	19
10.2 防雷接地要求.....	19
10.3 环境条件要求.....	20
10.4 外电源要求.....	20
10.5 验收要求.....	20
附录 A（资料性） 外部接口位置及接口界面.....	21
参考文献.....	22

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。

本文件由北京市交通委员会提出并归口。

本文件由北京市交通委员会负责组织实施。

本文件起草单位：北京市地铁运营有限公司、北京交通发展研究院、北京市轨道交通建设管理有限公司、北京城市轨道交通咨询有限公司、北京京港地铁有限公司、北京市轨道交通运营管理有限公司、北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、中铁通信信号勘测设计院有限公司、卡斯柯信号有限公司、交控科技股份有限公司、通号城市轨道交通技术有限公司。

本文件主要起草人：

引 言

北京市轨道交通信号系统主要采用移动闭塞制式，非移动闭塞制式线路已经进入更新改造阶段。在基于通信的移动闭塞列车控制技术的发展过程中，各信号设备厂家的产品在系统架构、处理机制、功能配置等方面存在差异。本文件主要从设计、建设、运营角度出发，提出了功能、构成、接口、指标等方面的要求，对北京市轨道交通信号系统新建和改造项目的建设具有指导意义。

城市轨道交通信号系统技术规范

1 范围

本文件规定了城市轨道交通信号系统的总体要求、功能要求、系统配置要求、指标参数要求、接口要求及其他要求。

本文件适用于列车最高运行速度不大于160km/h，采用基于通信的列车控制系统的地铁、轻轨、中低速磁浮、市域快速轨道等城市轨道交通新建及改造项目。

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，仅所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 24338 轨道交通 电磁兼容

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置

GB/T 25338.1 铁路道岔转辙机 第1部分：通用技术条件

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 55033 城市轨道交通工程项目规范

CJ/T 407 城市轨道交通基于通信的列车自动控制系统技术要求

CJ/T 543 城市轨道交通计轴设备技术条件

TB/T 1528 铁路信号电源系统设备

TB/T 2296 铁路信号计轴设备通用技术条件

TB/T 2852 轨道电路通用技术条件

TB/T 3074 铁路信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件

TB/T 3189 铁路信号计轴应用系统技术条件

TB/T 3202 铁路信号点灯单元

TB/T 3242 LED铁路信号机构通用技术条件

DB11/995 城市轨道交通工程设计规范

DB11/T 1714 城市轨道交通工程动态验收技术规范

DB11/T 2009.1—2022 城市轨道交通综合无线通信系统技术规范 第1部分：总体要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

转换轨 transfer track

在车辆基地与正线控制范围分界处设置的用于实现列车运行控制级别及驾驶模式转换的轨道区段。

3.2

信号系统互联互通 interoperability

同一车载设备兼容多线路轨旁设备,同线路轨旁设备兼容多种车载设备,实现列车在多条线路运行。

3.3

湿轨模式 wet rail mode

用于应对轮轨间粘着力降低工况的列车运行模式。

3.4

灵活编组 flexible train formation

通过将两组或多组列车连挂为一组列车或将一组列车解编为两组或多组列车的方式改变列车编组方式。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AM: 列车自动驾驶模式 (Automatic Train Operating Mode)

ATC: 列车自动控制 (Automatic train control)

ATO: 列车自动运行 (Automatic Train Operation)

ATP: 列车自动防护 (Automatic Train Protection)

ATS: 列车自动监控 (Automatic Train Supervision)

CAM: 蠕动模式 (Creep Automatic Mode)

CBTC: 基于通信的列车控制 (Communication Based Train Control)

CI: 计算机联锁 (Computer Interlocking)

CM: 受控人工驾驶模式 (Coded Train Operating Mode)

DCS: 数据通信系统 (Data Communication System)

FAM: 全自动运行驾驶模式 (Fully Automatic Train Operation Mode)

GOA: 自动化等级 (Grade Of Automation)

IBP: 综合后备盘 (Integrated Backup Panel)

MSS: 维护支持子系统 (Maintenance Support System)

MTBF: 平均失效间隔时间 (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)

PIS: 乘客信息系统 (Passenger Information System)

PWM: 脉冲宽度调制技术 (Pulse Width Modulation)

RAMS: 可靠性、可用性、可维修性和安全性 (Reliability, Availability, Maintainability and Safety)

RRM: 远程限速运行模式 (Remote Restricted Train Operating Mode)

SIL: 安全完整性等级 (Safety Integrity Level)

SPKS: 人员防护开关 (Staff Protection Key Switch)

TCC: 轨道交通线网指挥中心 (Traffic Control Center)

TCMS: 列车控制及监控系统 (Train Control and Monitor System)

UPS: 不间断电源 (Uninterruptible Power System)

ZC: 区域控制器 (Zone Controller)

5 总体要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 信号系统应符合 GB 55033、GB/T 12758 的规定。
- 5.1.2 信号系统应满足城市轨道交通行车组织和运营管理的需要，保证行车安全，提高行车效率，并符合技术发展方向。
- 5.1.3 信号系统设备应支持 24h 不间断运营。
- 5.1.4 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合“故障—安全”原则，采用的安全系统及设备应经过安全认证。
- 5.1.5 ATP、ATO、ATS、CI、DCS 等子系统和电源设备应具有完备的冗余机制，单一板卡、网络设备、车载测速及定位设备等单点故障不应导致列车降级运行。
- 5.1.6 冗余配置的信号系统设备，单套设备故障以及双系切换过程均不应影响系统的正常运行。
- 5.1.7 信号系统的设备及软件结构应采用模块化配置，易于功能及控制范围的扩展和升级。
- 5.1.8 信号系统应符合国家及北京市对网络安全等级保护的规定，并满足网络安全等级保护三级要求。

5.2 运营指挥要求

- 5.2.1 信号系统应具备中心和车站两级控制功能。
- 5.2.2 正常工况下应由控制中心进行控制，当需要时可转换至备用控制中心或车站控制。
- 5.2.3 正线列车进路的控制方式分为自动控制 and 人工控制，其中自动控制应作为系统的正常控制方式。
- 5.2.4 正线列车运行的调整方式分为自动调整和人工调整，其中自动调整应作为系统的正常调整方式。

5.3 控制等级要求

- 5.3.1 列车运行自动化等级、系统控制等级应符合 GB/T 12758—2023 中 6.4 的规定。
- 5.3.2 系统控制等级可分为连续式控制级、点式控制级和联锁控制级，其中连续式控制级应作为系统正常运行模式。
- 5.3.3 信号系统的降级控制应具有联锁控制级，GOA2 级线路宜具有点式控制级。
- 5.3.4 正线、渡线、停车线、折返线、出入段/场线、场段 ATP 防护区域及试车线应实现连续式控制级运行。
- 5.3.5 信号系统在正线正方向运行应具备 ATP/ATO 功能，在停车线、折返线、出入段/场线应具备双向运行 ATP/ATO 功能，在站间反方向运行应具备连续式控制级的 ATP 功能。
- 5.3.6 GOA3/GOA4 级线路应具备正线正方向及车辆基地自动化区域双方向全自动运行功能。
- 5.3.7 信号系统应具备不同运行模式列车混合运行的能力。

5.4 驾驶模式要求

列车驾驶模式应符合 GB/T 12758—2023 中 6.5 的规定。

5.5 折返模式要求

- 5.5.1 GOA2 级线路应包括 ATO 无人自动折返模式、ATO 有人自动折返模式、ATP 监督下的人工折返模式、限制人工折返模式、非限制人工折返模式。GOA3/GOA4 级线路除上述折返模式外还应具备全自动运行折返模式。
- 5.5.2 在 FAM、AM、CM 模式下进行站前折返时，列车首尾自动换端过程应保持客室门当前打开或关闭状态，换端后应保持原有控制等级。

5.6 降级运行要求

- 5.6.1 系统应具备故障降级运用模式。

- 5.6.2 在点式和联锁控制级别下，应采用进路闭塞方式行车。
- 5.6.3 系统可结合当前列车运行状态及设备状态等条件，自动实现运行图的在线动态调整功能，经人工确认后下发执行。
- 5.6.4 在 FAM 模式下，当信号判断与车辆网络控制系统通信故障或车辆主动申请时，系统应控制列车立即施加紧急制动，可在人工确认后以 CAM 模式运行。当 CAM 模式列车运行至车站停车后，应禁止列车自动发车。
- 5.6.5 当 FAM 或 CAM 模式列车定位丢失时，系统应控制列车立即施加紧急制动，可在人工确认后以 RRM 模式运行。

5.7 互联互通要求

- 5.7.1 新建及整体更新改造的信号系统应具备互联互通能力，支持列车的网络化运营，实现城市轨道交通线网建设和运营的资源共享。
- 5.7.2 互联互通线路信号系统应满足行车组织和运营管理的需要，并应考虑车辆、限界等一致性的要求。
- 5.7.3 互联互通线路信号系统应统一运行模式，采用统一的功能分配、车地间和线路间通信接口协议、轨旁设备布置设计原则、电子地图设计原则及系统人机界面设计原则。
- 5.7.4 满足互联互通条件的列车，在互联互通线路 CBTC 区域及联络线区域应实现连续式控制级运行、不同控制级列车混合运行，支持列车不停车跨线运行。
- 5.7.5 互联互通信号系统应具备跨线列车的运行计划管理、列车车次跟踪及列车运行调整、衔接区域信号状态和线间行车信息互传等功能，宜具备互联互通线路的全局调度功能。
- 5.7.6 互联互通信号系统车载设备和轨旁设备应根据运行范围分别存储相关线路的电子地图，满足列车正常跨线运行需求。

5.8 灵活编组技术要求

选用灵活编组运营方式的线路，信号系统应符合下列要求：

- a) 应实现列车在线自动连挂、解编及不同编组列车混合运行的功能。
- b) 列车连挂、解编过程应安全、高效。
- c) 列车正常连挂及解编后应保持原控制级别及全部功能。
- d) 应支持在车辆基地停车列检线及正线停车线、折返线、站台轨进行连挂、解编作业。
- e) 应支持基于运行计划的列车自动连挂、解编作业，运行图中的计划线随列车数量的变化相应自动调整。

6 功能要求

6.1 ATIS 子系统功能要求

- 6.1.1 ATIS 子系统应具备行车信息显示、列车运行描述、列车运行图/时刻表管理、列车运用计划及车辆管理、列车进路控制、列车运行调整、列车运行查询、中心及车站控制、发车指示、运营记录与统计报表、故障报警等功能，可具备电子调度命令、运行图在线自动调整等智能调度功能。
- 6.1.2 控制功能
- 6.1.2.1 中心 ATIS 应具备设置列车节能运行模式的功能，并具有多级控制。
 - 6.1.2.2 临时限速指令的设置应支持采用输入公里标及区段编号的方式。
 - 6.1.2.3 与安全相关操作指令的设置应采用“二次确认”方式。
 - 6.1.2.4 应具备进路冲突检测功能。

- 6.1.2.5 应具备接收列车空转或防滑信息并提示设置湿轨模式的功能。
- 6.1.2.6 在中心 ATS 故障的情况下,设备集中站 ATS 应根据预先下载的列车运行图/时刻表控制其管辖范围内的列车运行。
- 6.1.2.7 有岔非设备集中站的 ATS 工作站经授权后应具备本站控制功能。
- 6.1.2.8 车站控制转中心控制应检查联锁上电解锁完成、与中心的通信正常、无引导总锁、无引导进路、无联锁自动折返进路、无联锁自动通过进路、无联锁自动触发进路、无站台紧急关闭、无车站扣车指令等相关条件。
- 6.1.2.9 紧急情况下车站可不经控制权转换直接取得控制权限。
- 6.1.3 列车识别号管理
 - 6.1.3.1 列车识别号由表号、车次号、车组号、目的地号、运行方向标识符组成,具体显示方式可根据运营需求确定。
 - 6.1.3.2 应支持在正线所有站台轨、停车线、折返线、转换轨及车辆基地停车列检线设置目的地号。
 - 6.1.3.3 应具备列车在转换轨停车和不停车情况下自动赋予列车识别号功能。
 - 6.1.3.4 在车辆基地设置列车占用检测设备的区域,应具备列车车组号连续追踪功能。
 - 6.1.3.5 在列车识别号因故丢失情况下,系统应根据运行图、列车位置及时间自动推算并自动设置列车识别号,且能通过车-地双向通信进行校核。
- 6.1.4 列车运行调整
 - 6.1.4.1 应对区间列车数量进行监督,单一区间列车数量达到限制数量后,触发设置相应站台扣车。
 - 6.1.4.2 中心 ATS 和车站 ATS 均应具备扣车功能,中心控制时车站应不具备设置扣车权限。
 - 6.1.4.3 正常工况下中心 ATS 与车站 ATS 仅能取消各自设置的扣车;当中心 ATS 与车站 ATS 通信故障时,车站 ATS 应具备取消中心设置的扣车功能。
 - 6.1.4.4 应具备设置指定站台全部列车跳停及指定列车在指定站台跳停的功能。
 - 6.1.4.5 扣车指令的优先级应高于跳停指令,在已设置扣车的情况下设置跳停应无效;在已设置跳停的情况下应能设置扣车,且扣车指令设置成功后跳停指令应自动终止。
 - 6.1.4.6 应能根据 ATS 指令调整列车站停时间,无调整指令时使用默认值(可配置)。
 - 6.1.4.7 应具备根据等间隔运行原则生成调整计划的功能。
- 6.1.5 显示及报警
 - 6.1.5.1 应对控制指令的操作结果具有明确的表示。
 - 6.1.5.2 应具备回车辆基地列车的接车作业提示功能。
 - 6.1.5.3 应具备预先通知车辆基地列车出库功能。在一定时间内(可配置)如列车未按计划从库线发车应报警。
 - 6.1.5.4 应具备列车空转或防滑报警功能。
 - 6.1.5.5 应具备湿轨模式列车相关信息的显示功能。
- 6.1.6 其他
 - 6.1.6.1 应具备通过与其他系统接口实现运行图自动导入功能。
 - 6.1.6.2 应具备历史数据在线及离线回放功能,包括报警数据、派班计划数据、当日计划运行图/时刻表数据。回放过程应支持拖拽、倍速操作。
 - 6.1.6.3 应具备列车运行正点率、时刻表兑现率等运营参数的统计功能,并支持满载率的显示。
- 6.1.7 GOA3/GOA4 级线路除满足 6.1.1~6.1.6 要求外,还应具备列车休眠、唤醒、出库、场段运行、进入正线服务、进站停车、站台发车、自动折返换端、清客、停止正线服务、洗车、待命、清扫等状态的管理和控制功能。
 - 6.1.7.1 列车运行控制
 - 应具备以下列车运行控制功能:

- a) 根据运行计划发送计划列车和备用列车唤醒、车库门打开指令；
- b) 远程发送多列车唤醒指令；
- c) 根据运行计划自动或人工对场段运行列车设置目的地号，并实现自动化区域列车进路的自动触发；
- d) 根据运行计划为即将投入正线运营的列车自动分配列车识别号，并发送“进入正线服务”工况指令；
- e) 自动识别列车工况并下发对应指令；
- f) 自动对运行至折返站或终点站的计划列车设置清客、人工对清客站台设置取消清客、人工对指定的站台设置清客或取消清客、人工对指定列车发送远程清客确认指令；
- g) 触发站台清客广播；
- h) 根据运行计划自动或人工下发列车换端指令；
- i) 根据运行计划自动清除退出正线运营列车的列车识别号并发送“停止正线服务”工况指令；
- j) 远程向列车发送紧急制动、紧急制动缓解、开门及关门、复位、旁路、确认发车指令；
- k) 发送指定区域或指定列车的全自动运行允许及禁止授权。

6.1.7.2 故障场景处理

应具备以下故障场景处理功能：

- a) 确认车载信号设备发送的 CAM、RRM 模式申请；
- b) 支持与站台屏蔽门系统接口，实现车门与站台屏蔽门对位隔离功能；
- c) 接收障碍物检测信息并联动相关站台设置扣车；
- d) 当持续接收列车空转或防滑信息时提示退出 FAM 模式；
- e) 在确认发生车辆火灾或车站火灾后联动设置相关车站扣车、跳停。

6.1.7.3 列车状态管理

应具备以下列车状态管理功能：

- a) 根据派班计划制定备用车计划；
- b) 支持设置列车洗车计划；
- c) 自动设置回车辆基地列车清扫时间。清扫时间结束后自动提示休眠确认，并可进行休眠确认、休眠取消或延时休眠等操作；
- d) 自动设置休眠及唤醒，并在休眠及唤醒失败时报警。

6.1.7.4 车辆控制及管理

应具备以下车辆控制及管理功能：

- a) 远程控制车辆相关设备，包括预设全线列车空调/电热参数、车辆故障复位和远程旁路、车站火灾应急指令、车辆火灾确认、打开及关闭客室照明、列车客室门控制、远程清客确认、受流器及受电弓升降等；
- b) 车辆维护管理，设置、修改车辆维护限制条件。

6.2 ATP/ATO 子系统功能要求

6.2.1 ATP 子系统应具备列车速度和位置测定、列车安全制动曲线计算、临时限速管理、移动授权处理、超速防护、红灯误出发防护、安全间隔防护、列车运行方向监督、退行防护、列车完整性监督、列车进入及退出 CBTC 区域管理、车门防护、车门状态监控、站台屏蔽门监控、站台紧急关闭防护、驾驶模式管理、通信状态监督和故障处理、设备自检及维护诊断等功能。

6.2.2 ATO 子系统应具备列车自动驾驶、精确停车、车门控制、站台屏蔽门控制、列车运行调整、列车运行节能控制、运营辅助、设备自检、维护诊断及故障报警等功能。

6.2.3 在点式控制级别下，系统应具备列车运行超速防护、车门防护、区间自动运行、定位停车、红灯误出发防护等功能。

6.2.4 列车速度防护

6.2.4.1 当列车速度达到或超过紧急制动触发速度时，车载 ATP 应触发列车紧急制动，并在列车停车后自动缓解。

6.2.4.2 车载 ATP 应具备列车零速检测功能，判定条件为速度不大于 1km/h 且持续时间不小于 2s。

6.2.4.3 车载 ATP 应具备判断列车停稳状态功能，判断条件为列车零速且采集到车辆已施加制动。

6.2.5 列车位置测定

6.2.5.1 当列车非预期移动达到 0.5 米时，车载 ATP 应触发列车紧急制动。

6.2.5.2 车载 ATP 应具备人工或自动轮径校准功能，宜采用校准成功后的轮径值。如轮径校准失败，应在车载人机界面报警。

6.2.5.3 在正线站台正向发车端、停车线及折返线正常运营方向发车端宜具备列车快速定位功能。

6.2.5.4 ATP 应具备向联锁发送连续式控制级列车停车保证信息的功能，用于保护区段及接近锁闭进路立即解锁。

6.2.6 车门监控

6.2.6.1 当列车停车精度超过 ± 0.5 米时，车载 ATP 应禁止打开车门。

6.2.6.2 当列车停车精度在 ± 0.5 米范围内时，ATO 宜允许打开车门。

6.2.6.3 在“自动开门、手动关门”的门控模式下，宜支持手动二次开门。

6.2.6.4 车载 ATP 对连续式控制级列车在车门状态信息丢失情况下的处理应符合以下规定：

- a) 在区间运行的列车继续运行至前方车站停车；
- b) 正在进站停车的列车运行不受影响；
- c) 运行至跳停车站站台区域的列车触发紧急制动；
- d) 正在发车离站的列车触发紧急制动。

6.2.6.5 在点式控制级别下，当车-地通信正常时系统应具备车门与站台屏蔽门联动功能。

6.2.7 列车启动及发车

6.2.7.1 在满足站台发车条件时，AM 模式列车应具备发车提示功能。

6.2.7.2 AM 模式列车在区间停车后，满足发车条件时应自动发车。

6.2.7.3 在 ATO 无人自动折返过程中如因故障停车，故障恢复后列车不应自动启动。

6.2.8 其他

6.2.8.1 应仅允许在列车停车状态下进行列车最高预设模式的设置。

6.2.8.2 轨旁 ATP 应具备向联锁发送信号机亮灯和灭灯指令的功能。

6.2.8.3 车载设备应在站停时间结束前进行关门提示，具体时间可配置。

6.2.8.4 在前方信号开放的情况下，与联锁通信正常的点式控制级列车应具备开口确认功能，或其他方式维持当前控制级别。

6.2.8.5 列车进站停稳前，车载 ATP 应禁止提示开口确认功能。

6.2.8.6 不应因站台屏蔽门正常的开门操作对已停站列车施加紧急制动。

6.2.8.7 在连续式控制级别下，不应因计轴设备故障影响列车运行。

6.2.8.8 应具备执行 ATS 湿轨模式的功能，限制列车运行速度、降低牵引力、降低制动力等。

6.2.8.9 在无线带宽满足的前提下，车载 ATP/ATO 设备应支持运行日志人工远程下载，且运营时段下载应不影响系统正常运行。

6.2.8.10 应实时监督与其他系统的通信状态。

6.2.8.11 应具备与车辆 TCMS 接口信息记录功能。

6.2.9 GOA3/GOA4 级线路除满足 6.2.1~6.2.8 要求外，还应具备下列功能：

- a) 列车自动休眠及唤醒、自动出入车辆基地、跳跃对标、自动开门及关门、站台自动发车、自动转线、自动洗车等；
- b) 根据运行计划和实时位置对进入正线服务、停止正线服务、场段运行、待命、清扫、洗车等列车工况进行管理；
- c) 对列车障碍物检测激活、列车紧急操作装置激活、车辆火灾、车辆制动重故障、SPKS 激活等影响列车运行的情况进行防护；
- d) 远程及本地休眠、唤醒，并对休眠及唤醒过程进行防护；
- e) 在休眠唤醒区域原地定位及升级；
- f) 跳跃对标防护；
- g) 车门与站台屏蔽门对位隔离；
- h) 车辆基地停车列检库及洗车库车库门防护；
- i) 支持在车辆基地内自动触发列车鸣笛；
- j) 执行 ATS 发送的远程控制指令。

6.3 联锁子系统功能要求

6.3.1 应具备进路控制、区段故障解锁、信号机封锁及解封、道岔单独操作及锁闭、道岔封锁及解封、区段封锁及解封、扣车及取消扣车、站台紧急关闭、与相关专业接口等功能。

6.3.2 正线正向进路、转换轨至正线的双方向进路应具备自动通过功能。

6.3.3 进路的自动通过属性应随取消进路或人工解锁操作同时取消。取消自动通过进路模式的操作应不改变已存在进路的状态。

6.3.4 应实现进路的预先锁闭和接近锁闭，已锁闭的进路应随列车的运行自动分段解锁。

6.3.5 当需要解锁处于接近锁闭状态的进路时，在收到停车保证信息的情况下应立即解锁，否则应延时解锁。

6.3.6 在收到 ATP 发送的停稳停准信息后，应立即解锁列车进路的保护区段。

6.3.7 在保护区段延时解锁倒计时结束时，如仍未收到列车停稳停准信息，可立即解锁保护区段。

6.3.8 在具有两条或多条折返线的车站，系统应在各折返线均设置自动折返功能，且应具备两条或多条折返线交替折返功能。

6.3.9 对于实施封锁的信号机，应禁止排列以该信号机为始端或终端的进路。

6.3.10 实施扣车后，应立即关闭对应站台已开放的出站信号机，取消扣车后应自动重开信号。

6.3.11 对应每组正线道岔，均应设置独立的控制电路。

6.3.12 应具备联锁上电解锁提示功能。

6.3.13 GOA3/GOA4 级线路除满足 6.3.1~6.3.12 要求外，还应具备下列功能：

- a) 采集 SPKS 状态并纳入联锁检查条件，SPKS 激活后立即关闭相应区域的信号机；SPKS 恢复后，因该条件关闭的信号机宜自动开放；
- b) 采集站台开门及关门按钮、清客确认按钮状态；
- c) 支持与站台屏蔽门系统接口，实现车门与站台屏蔽门对位隔离功能；
- d) 与间隙探测系统接口，配合 ATP 子系统实现站台安全防护；
- e) 与车辆基地自动化区域自动车库门接口，将车库门状态纳入联锁检查条件并实现开门联动功能；
- f) 与自动洗车机接口，配合 ATP 子系统实现自动洗车。

6.4 DCS 子系统功能要求

6.4.1 信号系统的安全网络应配置完全独立的有线网络传输通道，不与其他专业或系统共用。

- 6.4.2 冗余网络应实现无扰切换，切换时不应导致信息丢失。
- 6.4.3 应实现车-地双向信息传输的连续性、实时性。
- 6.4.4 车-地无线通信网络单点故障不应影响系统的可用性。
- 6.4.5 轨旁无线单网故障或车载无线单网故障不应影响信号系统的正常工作。
- 6.4.6 应采用安全加密技术对车-地无线通信安全相关信息进行防护。
- 6.4.7 试车线与正线的车-地无线通信设备间应互不干扰，宜配置不同的无线频点或采用网络隔离的方式。
- 6.4.8 采用综合无线通信系统的线路，车-地通信网络应符合 DB11/T 2009.1—2022 的规定。
- 6.4.9 由信号系统自行构建的 DCS 子系统还应符合如下要求：
 - a) 应具备有线及无线网络信息传输、网络管理、网络安全防护功能，并具备自诊断能力；
 - b) 网络管理设备应实现网络的维护和配置功能；
 - c) 应通过图形化系统监控工具实现对网络设备的有效管理，包括故障管理、网络性能监督、配置管理、安全管理、拓扑管理、日志管理等；
 - d) 应制定安全防护策略以保证网络的安全性，同时应具有多种方式和层次的访问控制安全机制。

6.5 维护监测子系统功能要求

6.5.1 应实现下列主要功能：

- a) 实时监测 ATP、ATO、ATS、CI、DCS、计轴、电源、转辙机、信号机等关键设备及其板卡状态，以及站台屏蔽门、外部电源（含外电网）等接口设备运行状态；外部电源（含外电网）状态信息由综合监控或其他专业提供；
- b) 实现道岔控制电路时序、解锁/转换/锁闭过程受阻、表示电压超限/波动等监测、回放；监测和记录每台转辙机动作次数、动作电流、功率、转换时间；
- c) 监测服务器类设备、ATS 工作站、各类监测工作站的中央处理器（CPU）使用率、内存、硬盘使用率等运行状态；
- d) 监测外电输入切换状态、电源模块输出状态、蓄电池投入状态、不间断电源（UPS）旁路、UPS 输出状态和稳压器输出状态；
- e) 查询 ATP、ATO、ATS、CI、DCS 等子系统软件版本号（含数据版本号）。

6.5.2 宜提供信号设备故障模式影响分析，主要包括分析对象、设备功能、故障模式、故障现象、故障影响范围、影响行车程度和故障处置建议。

6.5.3 应具备将监测对象的基础信息、运行状态、故障报警等主要信息输出的接口，支持实现关键设备运行数据共享。

6.5.4 信号系统的智能化运维应具备下列功能：

- a) 在满足信息安全前提下，将设备报警信息、故障诊断结果、处置建议等信息推送到移动终端，实现移动监视；
- b) 综合设备运行状态、动作次数、使用寿命、温湿度、振动等关键信息，自动分析各子系统的健康状况；
- c) 自动监视设备运行状态并生成分析报告，宜联动触发维修工单，工单内容至少包含报警内容、报警原因、处置建议；
- d) 多维度查询设备名称、硬件识别号、安装位置、软件版本等履历信息；
- e) 实现下列故障的定位和原因分析：
 - 1) 车载 ATP/ATO 设备故障：冗余失效、应答器丢失、列车位置丢失、车-地通信中断、轮径校验失败、停站过标和欠标、列车超速、与车辆接口故障；
 - 2) 轨旁 ATP 设备故障：完全失效、冗余失效、主备系异常切换；

- 3) ATS 子系统故障：服务器冗余失效、主备系异常切换、与外部设备通信中断；
 - 4) CI 子系统故障：完全失效、冗余失效、主备系异常切换、输入采集失败、输出驱动失败、与外部设备通信中断；
 - 5) DCS 子系统故障：交换机、骨干网等冗余失效，网络广播风暴、通信中断、无线覆盖异常；
 - 6) 转辙机设备故障：道岔失表、转动卡阻、无法启动；
 - 7) 电源设备故障：外电输入切换故障、电源模块无输出、蓄电池异常投入、UPS 异常旁路、UPS 无输出、稳压器无输出；
 - 8) 轨道电路、计轴、信号机等其他设备故障。
- 6.5.5 应具备对电缆绝缘、输出电源对地漏流、蓄电池等的监测功能。
- 6.5.6 应具备提供维护管理计划的功能。
- 6.5.7 应具备对道岔转换设备、电源设备等的实时预警功能，包括预警状态、维护建议、可能原因等。
- 6.5.8 信号系统应具备故障分级报警功能，报警信息至少包括等级、设备、时间、地点、内容、原因，报警等级按照对列车运行影响程度从高到低分为四级：
- a) 一级报警是指 ATP 和 CI 子系统功能失效、道岔失表、车-地通信中断、ATS 中央服务器功能失效等涉及行车安全或直接影响行车的报警，并具有声音提示；
 - b) 二级报警是指 ATP、ATS、CI 子系统冗余失效，ATS 子系统与外部系统接口故障、通信单网、电源单路等可能影响行车的报警，并具有声音提示；
 - c) 三级报警是指发车指示器故障、维护监测设备故障、工作站故障等不影响行车的报警；
 - d) 四级报警是指其他异常事件报警。
- 6.5.9 应具备操作记录及历史数据的回放功能。
- 6.5.10 宜具备系统全生命周期内设备的资产管理功能。
- 6.5.11 应采取有效的隔离措施，不影响被监测设备的正常工作。
- 6.5.12 GOA3/GOA4 级线路除满足 6.5.1~6.5.11 要求外，维护监测子系统还应获取下列设备或接口状态信息：
- a) SPKS；
 - b) 与自动洗车机接口；
 - c) 与自动车库门接口；
 - d) 与间隙探测系统接口；
 - e) 站台开门及关门按钮、清客确认按钮等关键按钮。

6.6 试车线功能要求

- 6.6.1 应实现车载 ATP/ATO 设备的全部静、动态功能测试及与轨旁 ATP/ATO 系统设备结合的信号系统全功能测试。
- 6.6.2 应支持以下功能及性能测试：
- a) 驾驶模式测试；
 - b) 联锁、ATP、ATO、DCS 子系统功能测试；
 - c) 系统性能测试；
 - d) 紧急关闭按钮、自动折返按钮、站台屏蔽门打开及关闭、临时限速的模拟测试。
- 6.6.3 应按双方向运行设计。
- 6.6.4 宜具备扣车、跳停功能。
- 6.6.5 宜采用虚拟方式实现发车指示功能。
- 6.6.6 应具备模拟站前折返和站后折返的功能。
- 6.6.7 GOA3/GOA4 级线路除满足 6.6.1~6.6.6 要求外，还应具备以下功能：

- a) 列车休眠、唤醒、全自动运行、车辆相关各种工况测试及与轨旁 ATC 系统设备结合的测试；
- b) 站台开门及关门按钮、清客确认按钮、SPKS、与间隙探测系统接口的模拟测试。

6.7 培训中心功能要求

- 6.7.1 应配置与正线相同的信号设备，可多条线路整合设置。
- 6.7.2 应具备仿真培训与实物培训联动的功能，其原理、构成、功能应与正线一致，并能实现正线任一站场的模拟培训。
- 6.7.3 实物培训设备应具备实时接收 ATS 的指令及表示信息、全部控制及操作、模拟列车的追踪运行和折返运行、模拟列车运行的调整、各子系统设备的故障诊断和报警、全线信号系统的仿真培训功能。
- 6.7.4 GOA3/GOA4 级线路除满足 6.7.1~6.7.3 要求外，实物培训设备还应具备全自动运行相关的操作及应急处置功能。

6.8 基础设备功能要求

6.8.1 电源

- 6.8.1.1 应符合 TB/T 1528 的规定。
- 6.8.1.2 应具有智能监控单元，实现输入及输出电压、电流、过压及欠压、断相及错相监测报警，以及电源模块故障报警、故障信息记录功能。
- 6.8.1.3 应具备短路保护、接地保护、人身安全防护、监测诊断、维护管理等功能。
- 6.8.1.4 当 UPS 由信号系统配置时，应具备两路引入电源的自动切换功能。当引入电源切换或中断时，UPS 应不间断的为信号设备供电。
- 6.8.1.5 应具备 UPS 电源旁路稳压功能，设置输入电抗器、输出隔离变压器。
- 6.8.1.6 UPS 应具备电池自动管理功能。
- 6.8.1.7 蓄电池工作时释放的气体不应对信号设备产生腐蚀。

6.8.2 信号机

- 6.8.2.1 信号机构应符合 TB/T 3242 的规定。
- 6.8.2.2 信号机点灯单元应符合 TB/T 3202 的规定。
- 6.8.2.3 正线道岔防护信号机（不含出站兼道岔防护信号机）、车辆基地进段/场信号机应具备引导功能。
- 6.8.2.4 应实现灯丝状态检查功能。

6.8.3 转辙机

- 6.8.3.1 转辙机及其安装装置应符合 GB/T 25338.1 的规定。
- 6.8.3.2 为减少故障点，不宜在转辙机内部设置插接器。

6.8.4 计轴

- 6.8.4.1 应符合 CJ/T 543、TB/T 2296、TB/T 3189 的规定。
- 6.8.4.2 宜采用直接复位方式。

6.8.5 轨道电路

- 6.8.5.1 应符合 TB/T 2852 的规定。
- 6.8.5.2 应安全、可靠的检测区段占用/空闲状态。

6.9 其他

6.9.1 人机界面要求

应符合 GB/T 12758 的规定。

6.9.2 网络安全要求

应符合 GB/T 12758—2023 中 7.5.2.8 的规定。

7 系统配置要求

7.1 ATS 设备配置要求

7.1.1 控制中心 ATS 应用服务器、ATS 数据库服务器应采用双机热备冗余配置方式。

7.1.2 GOA2 级线路备用控制中心 ATS 应用服务器、ATS 数据库服务器可采用单机配置方式；GOA3/GOA4 级线路备用控制中心 ATS 应用服务器、ATS 数据库服务器应采用双机热备冗余配置方式。

7.1.3 车站 ATS 分机应采用双机热备冗余配置方式。

7.1.4 行车调度工作站、现地控制工作站均应采用冗余配置。

7.2 ATP/ATO 设备配置要求

7.2.1 轨旁 ATP 系统的区域控制器、数据存储设备均采用二乘二取二或三取二的冗余配置方式。

7.2.2 车载 ATP/ATO 系统主机应采用单端冗余或头尾冗余配置方式。

7.2.3 定位设备应采用头尾冗余配置方式。

7.2.4 测速设备应采用单端冗余或头尾冗余配置方式。

7.2.5 系统应采用雷达传感器、加速度计或软件实现必要的测速补偿功能。

7.3 联锁设备配置要求

7.3.1 联锁系统应采用二乘二取二冗余配置方式。

7.4 DCS 设备配置要求

7.4.1 骨干网交换机应采用双网冗余配置方式。

7.4.2 由信号系统自行构建的 DCS 子系统，其交换机应配置双电源模块。

7.4.3 车载无线通信设备应至少采用双网冗余配置方式。

7.4.4 车载无线天线应采用单端冗余或头尾冗余配置方式。

7.4.5 应采用互相独立的无线网络实现冗余覆盖，单一网络故障不应导致信息传输中断。

7.4.6 轨旁无线接入设备的网卡、电源板、信源等器件均应双网冗余配置。

7.4.7 上、下行线的轨旁无线接入设备应单独设置。

7.5 维护监测设备配置要求

7.5.1 维修中心 MSS 服务器应采用双机热备冗余配置方式。

7.6 基础设备配置要求

7.6.1 电源

7.6.1.1 应采用高度可靠的工业级、纯在线、双变换、带手动维修旁路的 UPS 电源。

7.6.1.2 控制中心、车辆基地及正线设备集中站的电源设备应采用双 UPS、双母线设计。

7.6.1.3 轨旁 ATP、ATS 服务器、ATS 车站分机、CI 子系统、骨干网交换机、计轴等室内设备应采用两路独立的电源供电。

7.6.1.4 正线转辙机应纳入 UPS 供电范围。

7.6.2 信号机

7.3.1.1 信号机的设置及显示应符合 DB11/995 的相关规定。

7.3.1.2 应满足下列要求：

- a) 应根据行车组织需要设置，满足安全防护要求。设置的区间信号机应考虑列车降级追踪、故障快速恢复等因素，并满足降级运行能力要求；
- b) 信号显示高度和位置应便于司机瞭望；
- c) 以车载信号为主体信号时，正线信号机宜处于灭灯状态；
- d) 信号显示应准确、清晰、规范，信号显示含义应唯一。

7.3.1.3 采用立柱式或壁挂式安装的信号机、漏缆及天线等安装位置较高的轨旁设备应配置便于维修和保障人员安全的设施。

7.3.1.4 应设置在列车运行方向的右侧，当遇条件限制需调整安装位置时，应经运营单位同意。对于设有站台屏蔽门的车站，站台端部信号机宜设置于站台对侧。

7.6.3 转辙机

7.6.3.1 联锁控制范围内的全部道岔均应配置电动转辙机，正线宜采用交流电动转辙机，车辆基地可采用直流电动转辙机。

7.6.3.2 锁闭方式应与道岔相匹配，最高运行速度 120km/h 及以下的线路宜采用内锁闭方式转辙机。

7.6.4 列车占用检测设备

7.6.4.1 正线次级列车占用检测设备应采用计轴，具备 ATP 功能的车辆基地次级列车占用检测设备宜采用计轴。

7.6.4.2 站台轨、道岔区域、停车线、折返线、牵出线、各库线、转换轨均应设置独立的轨道区段。

7.6.4.3 正常运营方向出站外方轨道区段的设置应满足列车正常进站需要，对于出站外方设有道岔的车站，应优先设置无岔区段。

7.6.4.4 列车占用检测设备的布置应满足列车平行作业的需要。

7.6.4.5 在与其他线路联络线处，应优先设置无岔区段。

7.6.4.6 在车站与车站、车站与车辆基地联锁区分界处，两侧联锁系统宜均设置列车占用检测设备。

7.6.5 应答器

7.6.5.1 在站台轨、停车线、折返线等有精确停车要求的区域应设置无源应答器，用于实现列车的精确停车功能。

7.6.5.2 在区间应根据需要设置无源应答器，用于实现列车定位及位置校准功能，其间距不宜大于 300 米。

7.6.5.3 在转换轨及与其他线路联络线处应设置无源应答器，用于实现列车定位的功能。

7.6.5.4 在站台轨、停车线、折返线正常运营方向发车端宜设置无源应答器，用于实现列车快速定位功能。

7.6.5.5 在具备 ATP 功能的车辆基地，其 ATP 防护区域应设置无源应答器，用于实现列车定位功能。

7.6.5.6 在转换轨车辆基地侧的适当位置应设置轮径校准应答器，用于实现列车的轮径校准功能。在正线适当位置也可根据需要设置轮径校准应答器。

7.6.5.7 具备点式控制级时，应答器的设置还应符合下列规定：

- a) 正常运营方向进路信号机及岔前防护信号机均应设置对应的主应答器；
- b) 预告应答器宜设置在主应答器前方约一个列车常用制动距离处，也可根据需要设置将主应答器兼作其后方距离较近且同方向主应答器的预告应答器。

7.6.5.8 GOA3/GOA4 级线路除满足 7.6.5.1~7.6.5.7 要求外，应答器的设置还应符合下列规定：

- a) 在正线停车线、折返线、车辆基地停车列检线可布置休眠唤醒应答器或其他初始位置校核设备，用于实现列车休眠及唤醒功能；
- b) 在车辆基地洗车线应布置无源应答器，用于实现精确停车功能；
- c) 在车辆基地的全自动运行区域应设置无源应答器，用于实现列车定位功能。

7.6.6 SPKS

7.6.6.1 应在车站、车辆基地设置 SPKS 及其旁路按钮/开关，用于对进入正线轨行区及车辆基地自动化区域的人员进行安全防护，并具备故障旁路功能。

7.6.6.2 SPKS 应单独设置表示灯，旁路按钮/开关可自带表示灯。

7.6.6.3 正线宜按上、下行及进、出站分别设置 SPKS，并应符合以下规定：

- a) 出站 SPKS 防护本站出站信号机对应计轴至下一站进站端计轴或线路终端之间的区段；
- b) 进站 SPKS 防护上一站出站信号机对应计轴或线路终端至本站出站信号机对应计轴之间的区段；
- c) 停车线宜根据区间隧道结构就近划分至上行或下行 SPKS 防护范围；
- d) 出入段/场线宜就近划分至上行或下行 SPKS 防护范围。

7.6.6.4 车辆基地 SPKS 的设置应符合以下规定：

- a) 停车列检库 SPKS 的数量及股道划分宜与土建防护分区设置情况一致，防护范围为对应股道从车库门外的出库信号机对应计轴至库内终端车挡之间的线路范围；
- b) 洗车库区域应设置 1 个 SPKS，尽头式洗车库 SPKS 的防护范围为洗车库前道岔后出库信号机至洗车库终端车挡之间的线路范围；贯通式洗车库的防护范围为库前洗车牵出线至库后洗车折返线之间的线路范围；
- c) 除停车列检库 SPKS 和洗车库 SPKS 防护区域外，车辆基地咽喉区自动化区域宜设置 1 个 SPKS。

7.6.6.5 对应正线每侧站台宜设置 1 个旁路按钮/开关；对应车辆基地每个 SPKS 应分别设置旁路按钮/开关。

7.6.7 站台设备

7.6.7.1 GOA2 级线路在正常运营方向站台发车端应设置发车指示器。

7.6.7.2 应设置紧急关闭按钮箱，每侧站台宜设置 3 个，具体结合站台长度及站务人员配置数量确定。

7.6.7.3 在具备站后折返条件的交路折返站对应站台端部可设置自动折返按钮箱。

7.6.7.4 GOA3/GOA4 级线路除满足 7.6.7.1~7.6.7.3 要求外，站台设备还应符合下列规定：

- a) 应设置站台门控箱，箱内设置站台关门按钮、站台开门按钮、清客确认按钮，宜具备故障旁路功能；
- b) 每侧站台宜设置 3 个站台门控箱，具体结合站台长度及站务人员配置数量确定。

7.7 其他

7.7.1 关键设备、器材均应采用工业级产品。

7.7.2 车载信号及与车辆接口关键设备、器材应符合低烟、无毒、高阻燃性的要求。

8 指标参数要求

8.1 通用指标参数

8.1.1 ZC 的控制距离不宜超过 10km 或管辖车站数量不宜超过 6 座。

8.1.2 联锁控制距离不宜超过 6km 且管辖车站数量不宜超过 3 座、不应超过 4 座。

- 8.1.3 ATIS 子系统应支持不少于 150 列在线列车数据处理能力。
- 8.1.4 ATIS 子系统下发临时限速指令验证时间不应大于 120s。
- 8.1.5 临时限速应按 5km/h 一档设置，最低值宜为 25km/h。
- 8.1.6 列车允许退行最大距离不应超过 5 米。
- 8.1.7 列车允许退行速度不应超过 5km/h。
- 8.1.8 列车在车站的停车精度位于范围±0.3 米内的概率应不小于 99.99%。
- 8.1.9 列车在车站的停车精度位于范围±0.5 米内的概率应不小于 99.9998%。
- 8.1.10 列车在折返站无人自动折返作业的正确率应不低于 99.99%。
- 8.1.11 运行图保存种类应不小于 512 种。
- 8.1.12 GOA3/GOA4 级线路休眠、唤醒成功率均应不低于 99.5%。

8.2 行车间隔

- 8.2.1 行车间隔不大于 2 分钟的线路，其点式控制级的行车间隔应不大于 3 分钟；行车间隔大于 2 分钟的线路，其点式控制级的行车间隔应不大于 4 分钟。
- 8.2.2 正常模式下交路折返站行车折返间隔应与正线行车间隔相适应，宜在系统规模行车间隔基础上留有不小于 10%的余量。

8.3 系统 RAMS 指标

8.3.1 信号系统的 RAMS 指标应符合下列规定：

8.3.1.1 可靠性

- a) ATIS 设备的 MTBF 应不小于 3.5×10^3 h；
- b) 计算机外围设备的 MTBF 应不小于 5×10^4 h；
- c) 联锁设备的 MTBF 应不小于 1×10^5 h；
- d) ATP 轨旁设备的 MTBF 应不小于 1×10^5 h；
- e) 车载设备的 MTBF 应不小于 1×10^5 h；
- f) 车-地无线通信系统的 MTBF 应大于 8×10^4 h；
- g) 电源设备的 MTBF 应不小于 1×10^5 h；
- h) 计轴系统平均无差错计轴数应不小于 5×10^7 轴；
- i) 计轴系统的 MTBF 应不小于 1×10^5 h。

8.3.1.2 可维护性

- a) 控制中心设备的 MTTR 应不大于 45min；
- b) 车站设备的 MTTR 应不大于 45min；
- c) 轨旁设备的 MTTR 应不大于 4h；
- d) 车载设备的 MTTR 应不大于 30min；
- e) 车-地通信设备的 MTTR 应不大于 30min；
- f) UPS 的 MTTR 应小于 2h。

8.3.2 信号系统安全完整性等级应符合下列规定：

- a) ATIS、ATO 子系统安全完整性等级应达到 SIL2 级；
- b) ATP、CI 子系统安全完整性等级应达到 SIL4 级；
- c) 计轴系统安全完整性等级应达到 SIL4 级。

8.4 DCS 性能指标

8.4.1 由综合无线通信系统提供车-地通信通道时，其指标应符合 DB11/T 2009.1—2022 中 6.2.1 及 9.2 的规定。

8.4.2 双向自愈骨干网单节点故障重新配置时间应小于 50ms。

8.4.3 误码率不大于 10^{-6} 。

8.5 电源系统指标

8.5.1 主电源供电转电池供电时间应为 0ms。

8.5.2 逆变器转旁路供电转换时间应不大于 2ms。

8.5.3 旁路转主电源供电转换时间应不大于 2ms。

8.5.4 UPS 供电时间应不小于 30 分钟。

8.5.5 电池再充电时间（电池容量达到 90%以上）应在 8~10h 之间。

8.6 系统存储时间

8.6.1 ATS 实际运行数据和报警信息保存时间应不小于 365 天。

8.6.2 实迹运行图保存时间应不小于 90 天。

8.6.3 轨旁 ATP 数据保存时间应不小于 1 个月。

8.6.4 车载 ATP/ATO 运行日志保存时间应不小于 7 天。

8.6.5 联锁数据保存时间应不小于 1 个月。

8.6.6 DCS 数据保存时间应不小于 1 个月。

8.6.7 维护数据保存时间应不小于 365 天。

8.6.8 网络安全设备的网络运行状态、系统登录和操作、网络安全事件等日志的存储时间不少于 6 个月。

8.7 设备外壳防护等级

8.7.1 网孔门室内机柜外壳防护等级应不低于 IP21；玻璃门室内机柜外壳防护等级应不低于 IP32。

8.7.2 信号机外壳防护等级应不低于 IP53。

8.7.3 转辙机外壳防护等级应不低于 IP54；无维护密封型转辙机外壳防护等级应不低于 IP67。

8.7.4 计轴磁头外壳防护等级应不低于 IP67。

8.7.5 应答器外壳防护等级应不低于 IP67。

8.7.6 轨旁无线通信设备外壳防护等级应不低于 IP65。

8.7.7 轨旁箱盒外壳防护等级应不低于 IP54。

8.7.8 车载人机界面外壳防护等级应不低于 IP65。

8.7.9 车载应答器天线外壳防护等级应不低于 IP66。

8.7.10 车载无线天线外壳防护等级应不低于 IP66。

8.7.11 车载测速雷达外壳防护等级应不低于 IP66。

8.7.12 车载编码里程计及测速电机外壳防护等级应不低于 IP67。

9 接口要求

9.1 内部接口要求

9.1.1 信号系统内部接口应符合 GB/T 12758—2023 中 11.2 及 11.3 的要求。

9.2 外部接口总体要求

9.2.1 信号系统应与外部相关专业或系统进行接口，包括车辆、综合无线通信、专用无线通信、广播、PIS、时钟、综合监控、站台屏蔽门、大屏幕、TCC 及其他线路联络线等，可与传输、云平台、智能分析系统进行接口。

9.2.2 GOA3/GOA4 级线路除满足 9.2.1 的要求外，还应与停车列检库及洗车库自动车库门、自动洗车机进行接口，可与间隙探测系统、门禁系统进行接口。

9.2.3 外部通信接口宜采用标准、通用的通信协议。

9.2.4 控制中心、备用控制中心外部接口宜配置专用的接口计算机。

9.2.5 接口位置及接口界面宜符合附录 A 的规定。

9.3 与外部各系统接口要求

9.3.1 与车辆接口

9.3.1.1 硬线接口类型应采用继电接口或 PWM 接口，网络接口类型应采用 MVB 总线或以太网接口。

9.3.1.2 应通过与车辆系统间的双向信息传输实现对列车运行的控制及相关信息显示。

9.3.1.3 功能接口输出信息至少应包括紧急制动指令、开门使能信号、牵引切除指令、零速信号、ATO 牵引/制动指令、ATO 牵引/制动级位、开门指令、关门指令、自动折返指令、驾驶模式状态；功能接口输入信息至少包括紧急制动状态、列车完整性状态、列车车门锁闭状态、驾驶室激活状态、车辆牵引已切除状态、主控手柄零位状态、司机方向手柄位置、列车车门状态旁路、列车制动状态、列车零速信号、车载设备旁路、列车车门开关状态、车门控制模式选择、司机人工开门信号、司机人工关门信号、司机主控手柄位置、空转或防滑信息，宜包括满载率信息。

9.3.1.4 GOA3/GOA4 级线路除 9.3.1.3 所列内容外，接口输出信息还应包括 FAM 及 CAM 模式、跳跃、休眠、唤醒等。

9.3.2 与传输系统接口

9.3.2.1 传输通道接口类型应采用以太网接口，或满足传输系统接口要求。

9.3.2.2 ATC 数据传输、控制中心至 TCC 的数据传输均应采用冗余配置。

9.3.2.3 传输系统应为信号系统提供数据传输通道或传输光纤。

9.3.3 与综合无线通信系统接口

9.3.3.1 接口类型应采用以太网接口，或满足综合无线通信系统接口要求。

9.3.3.2 轨旁接口应采用冗余配置。

9.3.3.3 接口输入信息应为综合无线通信系统设备工作状态信息。

9.3.3.4 综合无线通信系统为信号系统提供连续、实时、双向的车-地无线传输网络，且应将信号系统业务设置为最高优先级。

9.3.4 与专用无线通信系统接口

9.3.4.1 接口类型应采用以太网接口，或满足信号系统接口要求。

9.3.4.2 在控制中心应采用冗余配置。

9.3.4.3 接口输出信息应包括列车位置、列车识别号、车组号、列车出入车辆基地、列车所处车站或区间的位置等信息；接口输入信息应为确认信息。

9.3.4.4 GOA3/GOA4 级线路除 9.3.4.3 所列内容外，接口输出信息还应包括列车出入库信息。

9.3.5 与广播系统接口

9.3.5.1 接口类型应采用以太网接口，或满足信号系统接口要求。

9.3.5.2 在控制中心应采用冗余配置。

9.3.5.3 接口输出信息应包括列车计划到站及发车时间、列车接近、到达、离站、目的地、终到站、扣车、跳停、回车辆基地、列车到站时间预报、末班车、空车等信息；接口输入信息应为确认信息。

9.3.5.4 GOA3/GOA4 级线路除 9.3.5.3 所列内容外，接口输出信息还应包括列车状态信息。

9.3.6 与 PIS 系统接口

9.3.6.1 接口类型应采用以太网接口，或满足信号系统接口要求。

9.3.6.2 在控制中心应采用冗余配置。

9.3.6.3 接口输出信息应包括列车计划到站及发车时间、后续 4 趟列车的接近、到达、离站、目的地、终到站、跳停、到站时间预报、末班车等信息；接口输入信息应为确认信息。

9.3.6.4 GOA3/GOA4 级线路除 9.3.6.3 所列内容外，接口输出信息还应包括列车状态信息。

9.3.7 与时钟系统接口

9.3.7.1 接口类型应采用串行通信接口，或满足时钟系统接口要求。

9.3.7.2 在控制中心、备用控制中心均应采用冗余配置。

9.3.7.3 接口输入信息应为标准时间信息，接口输出信息应为确认信息。

9.3.8 与综合监控系统接口

9.3.8.1 接口类型应采用以太网接口，或满足综合监控系统接口要求。

9.3.8.2 在控制中心、备用控制中心均应采用冗余配置。

9.3.8.3 接口输入信息应包括供电系统接触轨/接触网带电状态信息、确认信息；接口输出信息应包括区段占用超时信息（列车阻塞信息）、轨道占用信息、列车类型、车组号、车次号、列车到站时间、列车离站时间等。

9.3.8.4 GOA3/GOA4 级线路除 9.3.8.3 所列内容外，接口输出信息还应包括联动控制指令及送电、断电申请；输入信息还应包括车站火灾状态。

9.3.9 与综合监控 IBP 盘接口

9.3.9.1 接口类型应采用继电器接口，或满足双方要求的其他接口类型。

9.3.9.2 通过接口在 IBP 盘实现紧急关闭、紧急关闭复原、紧急关闭指示灯、报警电铃、切断警铃、计轴总复按钮等相关控制、显示及报警功能。

9.3.9.3 GOA3/GOA4 级线路除 9.3.9.2 所列内容外，还应实现 SPKS 控制及显示功能。

9.3.10 与站台屏蔽门系统接口

9.3.10.1 站台屏蔽门控制及状态信息接口类型应采用继电器接口，或满足双方要求的其他接口类型；车门与站台屏蔽门对位隔离信息接口类型应采用以太网接口或串行通信接口。

9.3.10.2 站台屏蔽门控制及状态信息接口输入信息应为站台屏蔽门关闭且锁紧、互锁解除信息；接口输出信息应为站台屏蔽门开门及关门指令信息。车门与站台屏蔽门对位隔离接口输入信息应为响应信息、站台屏蔽门故障隔离信息；接口输出信息应为请求信息、车门故障隔离信息。

9.3.10.3 接口控制指令信息宜采用脉冲信号，脉宽应不小于 1.5s。

9.3.11 与大屏幕系统接口

9.3.11.1 接口类型应采用以太网接口，或满足大屏幕系统接口要求。

9.3.11.2 应采用冗余配置。

9.3.11.3 应实现站场及控制信息的显示。

9.3.12 与 TCC 系统接口

9.3.12.1 接口类型采用以太网接口，或满足 TCC 系统接口要求。

9.3.12.2 应采用冗余配置。

9.3.12.3 接口输出信息应包括正线、车辆基地站场信息及列车运行信息、运营相关统计信息、ATS 相关信息。

9.3.13 与云平台系统接口

9.3.13.1 接口类型应采用以太网接口，或满足云平台系统接口要求。

9.3.13.2 应采用冗余配置。

9.3.13.3 云平台系统为 ATS 子系统提供所需的计算、存储等资源。

9.3.14 与智能分析系统接口

9.3.14.1 接口类型应采用光纤接口，或满足智能分析系统接口要求。

9.3.14.2 应采用冗余配置。

9.3.14.3 接口输出信息应为维护监测子系统全部信息。

9.3.14.4 输出信息应采用符合智能分析系统要求的统一数据格式及存储方式。

9.3.15 与其他线路联络线接口

9.3.15.1 在接口分界处应优先设置差置信号机，无岔区段的列车占用检测设备宜由后期实施线路设置或接口双方共同设置。在不具备差置布置条件的情况下可采用并置布置方式。

9.3.15.2 接口类型应采用继电器接口或以太网接口。

9.3.15.3 以太网接口应采用冗余配置。

9.3.15.4 接口输入信息应包括接口线路照查信息、信号机状态信息、区段空闲/占用信息、道岔表示信息及其他必要的信息；接口输出信息应包括本线照查信息、信号机状态信息、区段空闲/占用信息、道岔表示信息及其他必要的信息。

9.3.16 与停车列检库及洗车库自动车库门接口

9.3.16.1 接口类型应采用继电器接口，或满足双方要求的其他接口类型。

9.3.16.2 接口输出信息应为停车列检库车库门及洗车库车库门开门、关门指令信息；接口输入信息应为停车列检车库门及洗车库车库门打开且锁闭状态、关闭状态、故障状态、旁路状态、门模式信息。

9.3.17 与自动洗车机接口

9.3.17.1 接口类型应采用继电器接口，或满足双方要求的其他接口类型。

9.3.17.2 接口输入信息应为洗车就绪、同意洗车、允许通过、头端洗车结束允许移动、尾端洗车结束允许移动、紧急停车信息；接口输出信息应为洗车请求、通过请求、头端洗车位置停稳、尾端洗车位置停稳信息。

9.3.18 与间隙探测系统接口

9.3.18.1 接口类型应采用继电器接口，或满足双方要求的其他接口类型。

9.3.18.2 接口输入信息应为障碍物状态信息、间隙探测旁路信息；接口输出信息应为间隙探测启动及停止指令信息。

9.3.19 与门禁系统接口

9.3.19.1 接口类型应采用继电器接口，或满足双方要求的其他接口类型。

9.3.19.2 接口输出信息应为 SPKS 激活状态信息。

10 其他要求

10.1 电磁兼容防护要求

10.1.1 信号系统设备应具有良好的电磁兼容性，并在电磁环境中安全、稳定、可靠的工作。

10.1.2 信号设备电磁兼容防护应符合 GB/T 24338、GB/T 12758、GB/T 25119、CJ/T 407 的规定。

10.2 防雷接地要求

10.2.1 信号设备的防雷应符合 GB 50343、TB/T 3074 的要求。

10.2.2 地面线、高架线的室外信号设备、与隧道以外信号设备连接的室内信号设备应具有雷电防护措施。

10.2.3 防雷装置不应影响被防护设备的正常工作，在受到雷电干扰时，信号设备不应产生危险输出和错误输出。

10.2.4 应在信号设备用房内设置接地端子箱并接入综合接地系统，接地电阻应不大于 $1\ \Omega$ 。

10.2.5 应设置信号设备的工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线等，各类地线均接入综合接地系统，其中防雷地线宜单独接入。

10.2.6 室外设置综合接地系统时，信号设备宜就近接入；未设综合接地系统时，信号设备可分散接地，分散接地体的电阻值应不大于 4Ω 。

10.2.7 室外信号设备的金属箱、盒壳体、金属支架、金属维护平台应接地，其中转辙机外壳不应固定接地。

10.2.8 应对室外电缆屏蔽层进行接地。对于进入信号设备室的室外电缆，应在室内进行单端接地；对于室外箱盒之间的电缆及尾缆，可通过箱盒串接至室内单端接地或就近接入贯通接地扁钢/综合接地系统。

10.2.9 严禁在接地导线上设置开关、熔断器或断路器。

10.2.10 车载设备的保护接地应与车体可靠连接，并考虑连接面的电化学相容性，连接导体的横截面积应不小于 4mm^2 。

10.2.11 车载设备的地线应经车辆的接地装置接地。

10.3 环境条件要求

10.3.1 信号设备正常工作时的环境条件应符合 GB/T 12758—2023 中 15.1~15.4 的规定。

10.4 外电源要求

10.4.1 供电负荷等级应为一级负荷，设置两路独立电源。

10.4.2 应由车辆专业提供直流电源或经变流设备为车载设备供电。

10.5 验收要求

10.5.1 应采用型式检验、出厂检验、现场验证的方法对本文件中规定的功能、性能进行检验。

10.5.2 信号系统动态验收应符合 DB11/T 1714 的规定。

10.5.3 在信号系统设备投入运用前，应编制安全例证，内容包括安全目标、安全限制条件等，并取得独立第三方的安全评估报告和证书。

附录 A

(资料性)

外部接口位置及接口界面

表 A.1 规定了信号系统外部接口位置及接口界面。

表 A.1 外部接口位置及接口界面表

序号	系统	接口位置		接口界面	备注
1	车辆	列车驾驶室		信号系统侧	
2	传输	控制中心、备用控制中心、 车站、车辆基地及 TCC		传输系统侧	
3	车-地综合 无线通信	轨旁接口	控制中心及备用 控制中心	车-地综合无线 通信系统侧	车-地综合通信 系统设备工作状 态信息仅在控制 中心输入
		车载接口	列车驾驶室		
4	专用无线通信	控制中心及备用控制中心		信号系统侧	
5	广播	控制中心及备用控制中心		信号系统侧	
6	PIS	控制中心及备用控制中心		信号系统侧	
7	时钟	控制中心及备用控制中心		时钟系统侧	
8	综合监控	控制中心及备用控制中心		综合监控系统侧	
9	综合监控 IBP 盘	车站		综合监控系统侧	
10	站台屏蔽门	车站		站台屏蔽门系统侧	
11	大屏幕	控制中心		大屏幕系统侧	
12	TCC	控制中心		TCC 系统侧	
13	智能分析	维修中心		信号系统侧	
14	云平台	控制中心		云平台系统侧	备用控制中心可 根据需要设置
15	其他线路联络线	联络线所属的 信号设备集中站		接口 电缆	先期实施线路 车站信号设备 室或联络线先 期实施线路分 界信号机处
				轨旁	
16	停车列检库及洗 车库自动车库门	车辆基地		停车列检库车库门及 洗车库车库门系统侧	
17	自动洗车机	车辆基地		洗车机侧	
18	间隙探测	车站		间隙探测系统侧	
19	门禁	车站		信号系统侧	

参 考 文 献

- [1] T/CAMET 04010 城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通系统规范
 - [2] T/CAMET 04011 城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通接口规范
 - [3] T/CAMET 04018 城市轨道交通CBTC信号系统规范
 - [4] T/CAMET 04017 城市轨道交通 全自动运行系统规范
-