

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2025

悬挂式中低速磁浮列控系统总体技术要求

General technical requirements of suspended medium and low speed maglev
transit control system

征求意见稿

2025 年 2 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

中国交通运输协会 发 布

目 次

前言 III

1 范围 4

2 规范性引用文件 4

3 术语和定义 4

4 缩略语 5

5 总体原则与要求 5

6 系统架构和功能 6

 6.1 系统架构 6

 6.2 系统功能 6

7 系统性能要求 7

 7.1 RAMS 性能指标 7

 7.2 电磁兼容防护要求 8

8 系统技术要求 8

 8.1 行车指挥控制 8

 8.2 列车安全控制中心 8

 8.3 综合维护监测 8

 8.4 测速定位 8

 8.5 次级列车占用检查 8

 8.6 车载人机界面 9

 8.7 通信管理 9

 8.8 主动感知防护 9

 8.9 区域协同运输 9

 8.10 特殊环境工况管理 9

9 系统工作模式 9

10 系统运营场景 10

 10.1 早间上电 10

 10.2 唤醒 10

 10.3 出库 11

 10.4 进入正线服务 11

 10.5 进站停车 11

 10.6 站台发车 12

 10.7 区间动态虚拟编组 12

 10.8 区间动态虚拟解编 12

 10.9 虚拟编组异常解编 12

 10.10 折返换端 13

- 10.11 清客 13
- 10.12 蠕动模式运行 13
- 10.13 停止正线服务 13
- 10.14 回库 13
- 10.15 休眠 13
- 10.16 车辆基地内自动转线 13
- 10.17 特殊环境工况运行 14
- 10.18 火灾 14
- 10.19 机械联挂 14
- 10.20 机械解编 14
- 11 系统接口要求 14
 - 11.1 地面设备接口 14
 - 11.2 车载设备接口 14
 - 11.3 车地间接口 15
 - 11.4 其他接口 15

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。

本文件由中国交通运输协会新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

悬挂式中低速磁浮列控系统总体技术要求

1 范围

本文件规定了悬挂式中低速磁浮列控系统总体原则与要求、系统架构和功能、系统性能要求、系统技术要求、系统工作模式、系统运营场景、系统接口要求。

本文件适用于悬挂式中低速磁浮列控系统（以下简称系统）的设计及运用。

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 12758 城市轨道交通信号系统通用技术条件

GB/T 17626.29 电磁兼容试验和测量技术直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 20438.6 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第6部分：GB/T 20438.2 和GB/T 20438.3 的应用指南

GB/T 21563 轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验

GB/T 24338.2 轨道交通 电磁兼容 第2部分：整个轨道系统对外界的发射

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 24339 轨道交通 通信、信号和处理系统 传输系统中的安全相关通信

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全自动运行 fully automatic operation

基于计算机、通信、控制和系统集成等技术，由信号、车辆、综合监控、通信、站台屏蔽门等与列车运行相关的设备联动实现列车无司乘人员干预的全过程自动运行。

[来源：GB/T 12758-2023, 3.13]

3.2

蠕动模式 creep automatic mode

全自动运行模式下，当发生车辆网络故障或车辆网络与信号网络之间通信故障等时，实现在信号系统防护下运行至指定目的地的列车驾驶模式。

注：全自动运行模式下列车当发生车辆网络故障或车辆网络与信号网络之间通信故障等时，列车停车后，在无司乘人员干预下，由控制中心人工确认后，采用备用接口在信号系统的防护下直接控制车辆的牵引制动系统以规定速度运行至站台，或运行至由中心指定的目的地。

3.3

清客确认按钮 passengers clearance confirmed button

设置于站台上，实现列车乘客清客确认功能的装置。

3.4

人员防护开关 staff protection key switch

设置于室内或轨旁，识别运营及维护人员进入自动化区域的装置。

注：人员防护开关激活后，全自动运行系统为其建立安全防护分区，分区内的列车立即停车或保持静止状态不发生

移动，分区外的列车不允许进入分区内。经由安全防护分区的所有列车及调车进路始端信号机不允许开放，已开放的信号应立即关闭。经由安全防护分区的保护区段状态设置为“未锁闭”。

3.5

跳跃 jog

全自动运行模式下，系统控制列车低速小距离运行的模式。

3.6

紧急操作装置 emergency operating equipment

安装于车辆客室区域内，在特殊情况下，由乘客操作实现与控制中心建立紧急联系通道的装置。

注：在特殊情况下，由乘客操作该装置，激活后向控制中心报警并联动车载视频监视系统图像等。

3.7

休眠唤醒单元 sleeping and awaking module

车载设备中用于控制全自动运行列车进行休眠/唤醒的设备。

3.8

领头列车单元 leader train unit

在由多组(含两组)列车单元重联构成的列车中，按照列车运行方向，位于最前方的列车单元。

3.9

跟随列车单元 follower train unit

在由多组(含两组)列车单元重联构成的列车中，除领头列车以外的其他列车单元。

3.10

列车安全控制中心 safety train-control center

具备联锁和区域控制器的全部功能，以安全计算机技术和电子控制技术为主要手段实现一体化控制功能的地面信号设备。

3.11

轨道交通5G公网 rail transit 5G public-private network

基于运营商5G公网，通过资源隔离等技术手段，提供专属网络能力，承载轨道交通相关数据业务，覆盖轨道交通全场景，从而实现5G公网专用的技术。

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)

CAM: 蠕动模式 (Creep Automatic Mode)

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

EUM: 非限制人工驾驶模式 (Emergency Unrestricted Train Operating Mode)

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

GOA: 自动化等级 (Grade Of Automation)

MTBF: 平均失效间隔时间 (Mean Time Between Failure)

MTTR: 平均修复时间 (Mean Time To Repair)

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

RM: 限制人工驾驶模式 (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)

STC: 列车安全控制中心 (Safety Train-control Center)

FTP: 文件传输协议 (File Transfer Protocol)

5 总体原则与要求

- 5.1 系统应安全可靠、经济合理，各子系统设备应能协同工作，完成列车运行控制的整体目标。应具有行车安全防护、提高运行效率、提高列车运行自动化水平的作用。
- 5.2 系统应具有高可靠性、高可用性。涉及行车安全的系统、设备、电路应符合故障-安全原则。
- 5.3 系统自动化等级应满足 GOA2 级，宜满足 GOA4 级。
- 5.4 系统应适应不同编组长度的列车的混合运行，可支持列车在线联挂和解编。
- 5.5 系统宜具备与有接驳需求的其他轨道交通线路、铁路、公路交通和与沿线旅游景区等的区域协同运输和运能匹配调整能力。
- 5.6 系统应满足最高运行速度 120km/h 的要求。
- 5.7 系统应满足最小追踪间隔 2min 的要求。
- 5.8 系统的车载设备不应超出车辆限界，系统的地面设备不应侵入设备限界。
- 5.9 系统设备应符合城市轨道交通使用环境与运用条件，设于高架线路或地面线路的信号设备应与城市景观相协调。
- 5.10 系统环境条件应满足 GB/T 12758 的要求。

6 系统架构和功能

6.1 系统架构

- 6.1.1 系统宜采用联锁列控一体化、全电子化的架构。
- 6.1.2 系统可由行车指挥控制子系统、列车安全控制中心子系统、综合维护监测子系统、数据通信子系统、列控车载子系统和信号机、次级列车占用检查、信标、电源、轨旁执行单元（根据需要配置）、其它基础设备等组成。
- 6.1.3 行车指挥控制子系统宜与机电系统中心级设备集成，构建以行车为核心的机电一体化系统。
- 6.1.4 列控车载子系统宜采用单套车载列控核心设备（包括列车自动防护单元、列车自动驾驶单元、车辆接口单元、休眠唤醒单元（若有）等）控制列车双方向运行，并实现双端车载外围设备（包括测速单元、定位读取及传输单元、无线通信处理单元、人机界面、主动感知单元等）的冗余接入。
- 6.1.5 全自动运行等级下，列控车载子系统应配置休眠唤醒单元及主动感知单元。
- 6.1.6 当采用轨道交通 5G 公网承载时，无线网络接入网关设备宜设置于控制中心。
- 6.1.7 系统按地域划分为行车指挥中心设备、车站及轨旁设备和车载设备，系统架构应符合图 1 的规定。

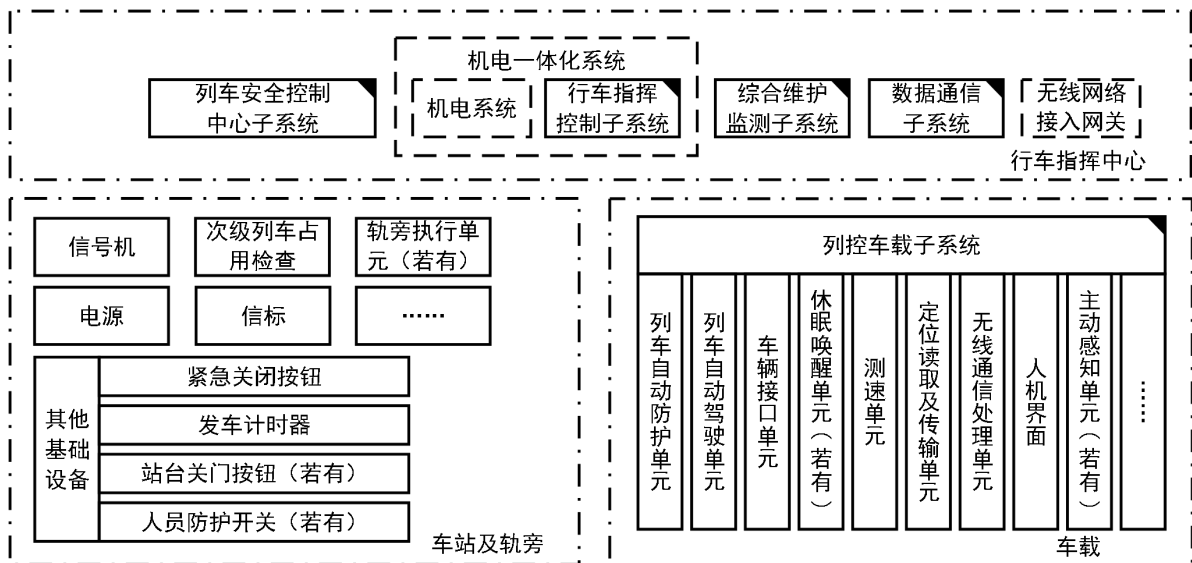


图 1 系统架构

6.2 系统功能

- 6.2.1 设置于控制中心的行车指挥控制子系统应实现对正线、配线范围内列车运行的监督和控制功能，车辆基地内线路宜纳入控制中心的监控范围。
- 6.2.2 行车指挥控制应采用列车自动监控系统技术方式实现。
- 6.2.3 系统宜具备多级控制能力，可具有下列控制等级：
 - a) 中心自动控制；
 - b) 中心调度员人工控制；
 - c) 车辆基地自动控制；
 - d) 车辆基地值班员人工控制。
- 6.2.4 STC 应兼容联锁和区域列车管理功能。
- 6.2.5 车载列控系统应具备完整自主列车测速和定位功能。次级列车占用检测设备故障不影响基于通信的列车控制级下的列车正常运营。
- 6.2.6 STC 和车载列控系统应采用二乘二取二冗余结构，二乘二取二冗余结构应满足 GB/T 20438.6 的要求。
- 6.2.7 系统应满足控制中心实现设备集中监测和报警功能的要求，各子系统应具备自检、自诊断的维护管理功能。
- 6.2.8 系统宜具备全自动运行功能。
- 6.2.9 全自动运行等级下，系统宜实现人工或自动控制列车联挂或解编，并应能对列车联挂或解编作业安全防护，对联挂及解编状态进行监督。
- 6.2.10 全自动运行等级下，系统应具备车挡、行人、障碍物等影响行车安全的主动识别及防护功能。
- 6.2.11 系统应具备与道岔系统接口功能。
- 6.2.12 系统应采取网络攻击防护措施，以保证系统满足信息安全要求。
- 6.2.13 系统应实时监督车辆及地面相关设备的工作状态，并应与列车障碍物检测激活、列车紧急操作装置激活、车辆火灾、车门状态丢失、车辆制动重故障、SPKS 被激活、紧急关闭按钮被激活、站台屏蔽门状态丢失及非正常打开等影响列车运行安全的异常情况实现接口联动功能。
- 6.2.14 当系统自身设备故障时，应具有降级运行模式和应急措施。系统宜采取有效的技术措施提升降级运行的安全和效率。
- 6.2.15 系统应具备列车最高运行速度和列车牵引制动最大级位等调整措施，实现在特殊环境工况下列车运行控制。
- 6.2.16 车地无线网络通信宜采用轨道交通 5G 公网承载，可采用城市轨道交通专用频段承载。

7 系统性能要求

7.1 RAMS 性能指标

- 7.1.1 主要子系统及设备可靠性指标应符合下列规定：
 - a) 行车指挥控制设备的 MTBF 不应小于 $3.5 \times 10^3 \text{h}$ ；
 - b) 计算机外围设备的 MTBF 不应小于 10^4h ；
 - c) 列控车载子系统设备的 MTBF 不应小于 10^5h ；
 - d) STC 设备的 MTBF 不应小于 10^5h ；
 - e) 无线通信设备的 MTBF 不应小于 $5 \times 10^4 \text{h}$ 。
- 7.1.2 系统的可用性指标不应小于 99.98%。
- 7.1.3 全自动运行线路系统休眠唤醒设备可用性指标不应小于 99.5%。
- 7.1.4 系统的可维修性指标应符合下列规定：
 - a) 车载设备的 MTTR 不应大于 30min；
 - b) 行车指挥中心设备的 MTTR 不应大于 45min；
 - c) 车站设备的 MTTR 不应大于 45min；
 - d) 轨旁设备的 MTTR 不应大于 4h；
 - e) 无线通信设备的 MTTR 不应大于 30min。

7.1.5 主要子系统安全功能的安全完整性等级指标应符合下列规定：

- a) STC 子系统应达到 SIL4；
- b) 列车自动防护单元应达到 SIL4；
- c) 列车自动驾驶单元宜达到 SIL2；
- d) 行车指挥控制子系统宜达到 SIL2。

7.2 电磁兼容防护要求

7.2.1 系统单元电磁兼容防护应满足 GB/T 12758、GB/T 24338.2、GB/T 24338.5、GB/T 25119 的要求。

7.2.2 车载设备应满足 GB/T 17626.29、GB/T 24338.4 的要求。

7.2.3 车载设备与轨旁设备抗震性、冲击性、抗掉落性应满足 GB/T 21563 的要求。

8 系统技术要求

8.1 行车指挥控制

8.1.1 行车指挥控制子系统宜纳入中心云平台统一部署，纳入云平台系统后不应降低行车指挥控制子系统的安全完整性等级。

8.1.2 系统宜根据交通运输网络的运输需求实现行车计划动态调整功能。

8.1.3 行车指挥中心应实现本线运行列车的统一指挥调度和运行控制管理，宜实现对车辆基地范围内运行列车的统一指挥调度和运行控制管理。

8.2 列车安全控制中心

8.2.1 STC 应确保全线进路上道岔、信号机和区段的联锁。联锁条件不符时，严禁进路开通。敌对进路应相互照查，不得同时开通。

8.2.2 STC 应具备管理车载设备的注册和注销功能，应监督和记录设备运行状况。

8.2.3 STC 应在车辆基地出入线、正线、折返线、渡线、停车线、车辆基地自动化区域范围内提供列车运行安全防护控制。

8.3 综合维护监测

8.3.1 综合维护监测子系统宜采用服务器/客户端软件体系架构，包括 1 套服务端和多个客户端模式。

8.3.2 行车指挥中心是综合维护监测子系统核心服务端，由云平台统一分配规划虚拟应用服务器、数据库服务器、FTP 服务器及按照实际业务接入设置接口服务器。

8.4 测速定位

8.4.1 全自动运行线路，列控车载子系统应具备头尾冗余测速及定位功能。

8.4.2 全自动运行线路，列车自动防护单元应冗余采集头尾测速及定位传感器信息，采用融合算法实现列车测速。

8.4.3 测速单元应采用多源传感器融合测速方法。

8.4.4 测速单元应能满足全速域测速精度要求。

8.4.5 测速单元和定位传感器应能适配车辆转向架及轨道梁条件。

8.4.6 全自动运行线路，列控车载子系统在配置休眠唤醒应答器区域应具备列车原地定位及升级功能。

8.5 次级列车占用检查

8.5.1 次级列车占用检查设备故障不应影响基于通信的列车控制级下的列车正常运营。

8.5.2 次级列车占用检查可采用电磁计轴、光纤光栅计轴、光学计轴等方式实现。

8.5.3 次级列车占用检查传感器的安装应与轨道梁结构相匹配，根据需要可在车辆上安装计轴模拟板等相应模拟装置。

8.5.4 当磁浮渡线道岔侧线不具备安装占用检查传感器条件时，次级列车占用检查设备应可靠实现道岔区段的列车空闲/占用检查并满足运营要求。

- 8.5.5 次级列车占用检查应与 STC 系统采用通信接口。
- 8.5.6 次级列车占用检查设备应具备直接复位功能。
- 8.5.7 次级列车占用检查设备应具备运行状态、故障信息等的诊断、报警功能。设备的维护和监测信息应纳入维护监测子系统统一管理。

8.6 车载人机界面

- 8.6.1 车载人机界面应显示紧急制动原因，包括车-地或车-车间连续通信中断或地面信息严重丢失、列车超速、列车非预期移动、车载设备重度故障等。
- 8.6.2 全自动运行等级下，车载人机界面相关的显示内容应包括：FAM/CAM 模式、休眠/唤醒状态和结果、休眠/唤醒区域、主动感知安全防护激活、特殊环境工况等。
- 8.6.3 每个驾驶室中均应配置列控车载显示屏，根据需要可与车辆显示屏合并设置。
- 8.6.4 显示屏的亮度可手动或自动调整。当自动调整时，屏幕的亮度应根据周围环境的变化而自动调节，应能使显示屏保持可见状态。

8.7 通信管理

- 8.7.1 无线通信处理单元检测到无线通信网络后，应自动连接并注册到网络。
- 8.7.2 系统进行安全相关信息交换时，信息的真实性、完整性、及时性和顺序应满足 GB/T 24339 的要求。
- 8.7.3 在车地无线通信会话中应由车载设备向中心设备发起连接建立请求。
- 8.7.4 在车车无线通信会话中应经 STC 确认在线列车状态后，由后车车载设备向前车车载设备发起连接建立请求，条件满足时允许前后车建立车车通信连接。
- 8.7.5 当发生无线消息超时，系统应实施安全措施。

8.8 主动感知防护

- 8.8.1 系统应具备主动感知防护功能，在正常运行模式下宜纳入列控车载子系统，在降级运行模式下应提供相应的主动安全监测报警功能，宜与车辆制动接口实现安全制动防护功能。
- 8.8.2 主动感知系统应实现列车前方监测区域的动态获取，实时划定监测报警范围。
- 8.8.3 主动感知系统应采用多源传感器采集实现识别感知功能。
- 8.8.4 主动感知系统应对列车前方监测范围内的信号机、车挡、行人、障碍物等危险源进行类型、距离的检测。
- 8.8.5 主动感知系统应与列车自动驾驶单元接口，并采用安全通信协议。
- 8.8.6 主动感知系统宜与车辆制动系统接口，并可向车辆输出紧急制动指令。
- 8.8.7 STC 系统宜根据主动感知系统信息实现障碍物防护区域的设置，并联动相关站台自动设置扣车，应根据线路实际条件进行邻线防护。

8.9 区域协同运输

- 8.9.1 系统宜具备在潮汐客流运行、高平峰转换运行、局地突发大客流运行等运营场景下的运能匹配调整能力。
- 8.9.2 系统宜具备与有接驳需求的其他轨道交通线路、铁路、公路交通和与沿线旅游景区等的区域协同运输能力。

8.10 特殊环境工况管理

- 8.10.1 系统应具有适应大风等特殊环境工况下的运行管理功能。
- 8.10.2 系统可人工设置特殊环境工况运行模式或自动触发特殊环境工况运行模式。
- 8.10.3 全自动驾驶模式与特殊环境工况运行模式之间的转换需停车后转换，且特殊环境工况运行模式仅能人工取消。

9 系统工作模式

- 9.1 人工控制应优先于自动控制。
- 9.2 在控制权转换过程中，不应影响设备功能执行和列车运行。
- 9.3 系统运行控制等级应包括基于通信的列车控制级别和联锁控制级别：
- a) 基于通信的列车控制级别为列控系统的正常控制方式，应基于移动闭塞原理，采用连续速度曲线控制方式，实施监督列车运行；
 - b) 联锁控制级别为列控系统的降级控制方式，应基于固定闭塞原理，司机根据地面信号机的显示行车。
- 9.4 系统在全自动运行等级下列车驾驶模式宜包括 FAM、CAM、AM、CM、RM、EUM：
- a) FAM 模式应实现在自动化区域内，在系统防护下无司乘人员干预的列车全自动运行。
 - b) CAM 模式应实现在自动化区域内，经人工远程操作确认后，在系统防护下无司乘人员干预的列车全自动限速运行。
 - c) AM 模式应实现在列车自动防护子系统的安全防护下司机监控列车自动运行。
 - d) CM 模式应实现在列车自动防护子系统的安全防护下司机驾驶列车运行。
 - e) RM 模式应在列车自动防护子系统的防护下，实现人工驾驶列车按规定限速运行，当列车超速时，应实施紧急制动控制列车停车。
 - f) 当采用 EUM 模式时，系统不控制列车运行，应由司机按操作规程人工驾驶列车运行。
 - g) 在连续式通信级别下，FAM、CAM、AM、CM、RM 模式间转换关系应符合表 1 中的规定。

表 1 驾驶模式转化

转换前模式	转换为 RM 模式	转换为 CM 模式	转换为 AM 模式	转换为 FAM 模式	转换为 CAM 模式
RM	—	接收到 MA	×	×	×
CM	人工按压确认按钮	—	人工按压确认按钮	人工确认进入 FAM 模式	×
AM	人工按压确认按钮	不满足 AM 运行条件	—	×	×
FAM	×	人工确认退出 FAM 模式	×	—	中心确认后人工启动
CAM	列车运行到指定地点后，由中心确认或人工介入	列车运行到指定地点后，由中心确认或人工介入	×	×	—
注：“—”代表本模式无须转换；“×”代表本模式无转换关系。					

10 系统运营场景

10.1 早间上电

- 10.1.1 早间上电可采用人工确认或自动上电的方式。
- 10.1.2 系统应根据计划对自动化区域牵引供电系统进行上电准备提示。
- 10.1.3 系统在上电准备提示前，应将自动化区域的图像推送到调度显示终端进行辅助确认，并自动触发预录制广播。
- 10.1.4 具备条件后经行调确认，系统应联动电调对区域进行上电。

10.2 唤醒

- 10.2.1 系统应具备远程自动/手动和本地手动唤醒模式，控制全列车进行低压上电。
- 10.2.2 列车低压上电后自动完成上电自检、列车静态测试、列车动态测试（如有），并在本地和中心显示唤醒状态。
- 10.2.3 系统应在远程列车唤醒失败后，提示唤醒失败报警信息，应支持列车休眠后的再次远程唤醒。
- 10.2.4 系统应具备指定首列唤醒列车实现轧道运行的功能。
- 10.2.5 系统应具备首列唤醒列车唤醒失败后备用车自动替换的功能。
- 10.2.6 系统应在停列车检库或根据运营需要规定的其他休眠/唤醒区域实现列车唤醒功能。
- 10.2.7 远程唤醒时，中心应将远程唤醒指令发送至列控车载子系统，列控车载子系统与车辆共同完成

唤醒。

10.2.8 系统应具备在停车列检库内实现静态虚拟编组功能，包括：

- a) 对于双列位停车列检线上成功唤醒的两列 FAM 模式列车，系统可按计划自动或调度人工操作，下发静态虚拟编组命令至待编组的领头列车和跟随列车单元；
- b) 待编组列车的列控车载子系统分别接收静态虚拟编组指令后，各自完成编组建立条件检查；
- c) 领头列车查找并与跟随列车建立车-车通信后，跟随列车基于车-车通信获取领头列车信息，进行虚拟编组防护曲线计算，并向领头列车发送“编组预建立”状态；
- d) 当领头列车收到跟随列车零速状态后，反馈“编组建立准备就绪”状态；
- e) 系统根据列车汇报的“编组建立准备就绪”状态，将两列车单元标记为一列车进行管理，并向待编组领头列车和跟随列车发送“编组建立成功确认标识”，列车按照 FAM 模式下的虚拟编组方式运行。

10.3 出库

10.3.1 列车可自动或中心人工授权进入 FAM 模式、中心应能够随时终止列车的 FAM 模式。

10.3.2 中心应在发车前自动为出库列车设定目的地码，自动触发出库进路，列车满足启动条件后自动运行出库。

10.3.3 出库信号开放允许信号应检查车库门（如有）打开到位且锁闭的状态。

10.3.4 计划列车唤醒失败，中心宜自动替换备车，按计划出库运行。

10.3.5 列车出库时宜自动鸣笛。

10.3.6 系统应具备根据设定自动进入正线工况的功能。

10.4 进入正线服务

系统自动为进入转换轨和正线终端折返线唤醒成功的列车分配车次号，并向列车发送“正线服务”工况指令。

10.5 进站停车

10.5.1 列车进站欠标不超过规定距离时，应向中心报警，并自动调整跳跃对标；当列车进站欠标超过规定距离时，应向中心报警，车辆继续运行对位停车。

10.5.2 列车进站过标后宜自动施加紧急制动或最大常用制动，应向中心报警；当列车进站过标未超过规定距离时，系统应自动缓解制动，并自动调整跳跃对标；当列车进站过标超过规定距离时应禁止自动调整跳跃对标，宜由中心授权继续运行至下一停车站，或转为人工处理。

10.5.3 列车自动调整对标时，中心应显示列车跳跃对标状态。

10.5.4 系统应对跳跃次数及跳跃方向转换次数进行限制，超出规定的限制次数后应实施紧急制动，并向中心进行报警。

10.5.5 系统应具备在正线车站站台轨区域实现静态虚拟编组功能，包括：

- a) 系统按计划自动或调度人工操作下发静态虚拟编组命令至待编组的领头列车和跟随列车单元；
- b) 系统根据计划或人工触发方式为跟随列车办理两列车的联挂属性进路，为领头列车正常自动触发/人工办理进路；
- c) 待编组列车的车载列控系统分别接收静态虚拟编组指令后，各自完成编组建立条件检查，并分别向指定的静态虚拟编组区域运行；
- d) 领头列车查找并与跟随列车建立车-车通信后，跟随列车基于车-车通信获取领头列车信息，进行虚拟编组防护曲线计算，并向领头列车发送“编组预建立”状态；
- e) 待虚拟编组领头列车和跟随列车分别运行至站台相对应的停车点准停稳并发送车门及站台屏蔽门的开门指令（其中跟随列车应以虚拟编组防护曲线运行至停车点），当领头列车收到跟随列车停准停稳且开门状态后，反馈“编组建立准备就绪”状态；
- f) 系统根据列车汇报的“编组建立准备就绪”状态，将两列车单元标记为一列车进行管理，并向待编组领头列车和跟随列车发送“编组建立成功确认标识”，列车按照 FAM 模式下的虚拟编组方式运行。

10.5.6 系统应具备在正线车站站台轨区域实现静态虚拟解编功能，包括：

- a) 系统按计划发送解编指令至虚拟编组列车；
- b) 待解编列车在站台轨解编地点停稳停准，虚拟编组领头列车确认当前停车地点与解编指令中解编地点一致后，编组列车开始执行解编；
- c) 系统应在编组列车打开车门和站台屏蔽门后开始解编；
- d) 两列车完成自检校验后分别向系统反馈“解编准备就绪”状态；
- e) 系统根据收到的“解编准备就绪”状态，完成“解编确认”，两列车由虚拟编组方式转为单车 FAM 模式。

10.6 站台发车

10.6.1 站台发车时，系统应检查停站时间、车门及站台屏蔽门关闭且锁闭、紧急停车按钮未按下、出站信号开放、区间 SPKS 开关设置为非防护位、间隙探测检查无障碍物等条件；条件不满足时，应禁止列车发车。

10.6.2 系统实施扣车操作时宜联动打开列车车门和站台屏蔽门，并触发站台广播和显示屏。扣车命令取消后，列车应自动关闭车门和站台屏蔽门，待发车条件满足后发车。

10.6.3 站台发车时，车门与站台屏蔽门应同步关闭。

10.7 区间动态虚拟编组

10.7.1 系统动态虚拟编组宜在正线区间范围内实现。

10.7.2 系统按计划自动或调度人工操作下发动态虚拟编组命令至待编组的领头列车和跟随列车单元。

10.7.3 系统根据计划或人工触发方式为跟随列车办理两列车的联挂属性进路，为领头列车正常自动触发/人工办理进路。

10.7.4 待编组列车的车载列控系统分别接收动态虚拟编组指令后，各自完成编组建立条件检查，并分别向指定的动态虚拟编组区域运行。

10.7.5 领头列车查找并与跟随列车建立车-车通信后，跟随列车基于车-车通信获取领头列车信息，进行虚拟编组防护曲线计算，并向领头列车发送“编组预建立”状态。

10.7.6 待虚拟编组领头列车和跟随列车追踪距离逐步接近（其中跟随列车应以虚拟编组防护曲线运行），满足编组建立距离条件（根据系统配置）后，待编组领头列车和跟随列车向系统反馈“编组建立准备就绪”状态。

10.7.7 系统根据列车汇报的“编组建立准备就绪”状态，将两列车单元标记为一列车进行管理，并向待编组领头列车和跟随列车发送“编组建立成功确认标识”，列车按照 FAM 模式下的虚拟编组方式运行。

10.8 区间动态虚拟解编

10.8.1 系统按计划发送解编指令至虚拟编组列车。

10.8.2 跟随列车主动以在拉开与领头列车的间距为目标降速运行。当跟随列车满足单列车 FAM 模式条件下，跟随列车向领头列车发送“可进行编组解编”信息。

10.8.3 两列车完成自检校验后分别向系统反馈“解编准备就绪”状态。

10.8.4 系统根据收到的“解编准备就绪”状态后，完成“解编确认”，两列车由虚拟编组转为单车 FAM 模式。

10.9 虚拟编组异常解编

10.9.1 异常解编是发生不满足编组运行条件时的列车解编方式。

10.9.2 编组任一列车单元发生不满足编组运行条件的故障时，编组两列车根据故障情况按导向安全侧的原则处理，可采用制动停车或维持运行至站台等方式。

10.9.3 系统收到两列车的编组异常告警，提供为解编后的列车分配运行计划，计划确认后转为单车运行模式。

10.9.4 对于无法与中心通信的列车，由调度员通知司机上车，转为人工驾驶模式；中心调度员人工为列车设置解编运行任务。

10.10 折返换端

系统应根据计划及进路条件完成自动换端。

10.11 清客

10.11.1 系统应按列车运行计划自动设置清客站台清客或根据运营需求人工设置临时清客，系统可联动车辆及站台广播、PIS。

10.11.2 本地按压车门和站台屏蔽门关门按钮后，经过本地/远程清客确认，按压清客确认按钮，待发车条件满足后，系统应自动发车。

10.12 蠕动模式运行

10.12.1 列车以蠕动模式运行时，列控车载子系统监控列车应以不超过规定速度自动运行。

10.12.2 列车进入蠕动模式后默认在下一车站停车后，执行清客操作，打开车门且不关闭，待司机上车后处理。或可由中心指定目的地，列车以蠕动模式继续运行至目的地。

10.12.3 列车以蠕动模式进站自动停车后，应施加紧急制动以防止列车移动，等待人工处理。

10.13 停止正线服务

回车辆基地列车完全进入转换轨时，或者停止正线运营列车进入正线终端折返线，系统应向列车发送停止“正线服务”指令后，进入停止正线服务。

10.14 回库

10.14.1 列车在转换轨停止正线服务后，系统可根据回库计划自动或者人工为停止正线服务列车设置头码，并触发回库进路，条件检查满足后，自动进行回库作业。

10.14.2 列车入库时宜自动鸣笛。

10.14.3 入库信号开放允许信号应检查车库门（如有）打开到位且锁闭的状态。

10.14.4 库线股道各列位都停车后，系统检测到无出库计划时可提示关闭库门，经人工确认后关闭库门。

10.15 休眠

10.15.1 系统应具备远程自动/手动和本地手动休眠模式，控制列车在休眠区域完成休眠。

10.15.2 FAM 模式列车应具备远程和本地休眠功能，非 FAM 模式列车应具备本地休眠功能。

10.15.3 中心显示休眠状态，若休眠不成功，应进行报警提示。

10.15.4 系统应在停车列检库休眠/唤醒区域实现列车休眠功能。

10.15.5 远程休眠时，中心应将远程休眠指令发送至列控车载子系统，列控车载子系统与车辆共同完成休眠。

10.15.6 系统应在列车执行休眠操作前，完成对虚拟编组列车的解编。

10.15.7 系统应具备在停车列检库内区域实现静态虚拟解编功能，包括：

- a) 系统按计划发送解编指令至虚拟编组列车；
- b) 待解编列车在停车列检库内解编地点停稳停准，虚拟编组领头列车确认当前停车地点与解编指令中解编地点一致后，编组列车开始执行解编；
- c) 两列车完成自检校验后分别向系统反馈“解编准备就绪”状态；
- d) 系统根据收到的“解编准备就绪”状态，完成“解编确认”，两列车由虚拟编组方式转为单车 FAM 模式。

10.16 车辆基地内自动转线

10.16.1 车辆基地自动化区域内应能实现自动转线。

10.16.2 通过人工设置目的地码，自动触发进路或人工办理进路实现自动调车。

10.16.3 系统应控制列车按规定限速在车辆基地自动化区域内运行。

10.17 特殊环境工况运行

开放/半开放线路宜具备特殊环境工况运行模式，特殊环境工况运行模式应采取降低牵引力、制动力和列车最高运行速度等措施。

10.18 火灾

10.18.1 列车在区间运行时发生火灾报警，系统应控制列车运行至下一停车站台对标停车后打开车门/站台屏蔽门，在人为干预前应保持打开状态。

10.18.2 列车在停站期间发生火灾报警，保持车门/站台屏蔽门打开状态；如车门/站台屏蔽门已关闭且列车未启动时，系统应切除牵引并打开车门/站台屏蔽门。

10.18.3 火灾复位后，系统应继续控制列车关闭车门/站台屏蔽门，待发车条件满足后发车。

10.18.4 列车在车辆基地内发生火灾时，系统应立即实施制动停车，等待救援。

10.19 机械联挂

10.19.1 系统机械联挂的区域宜为正线终端折返线、临时停车线和车辆基地停车列检库。

10.19.2 被联挂列车接收“被联挂命令”，运行至联挂解编区域联挂停车点停车，并施加紧急制动。

10.19.3 系统为去联挂列车下达“去联挂指令”并办理联挂进路，去联挂列车运行进入联挂解编区域。

10.19.4 去联挂列车以低于车钩允许碰撞速度与被联挂列车低速碰撞，完成两列车机械联挂。

10.19.5 车辆与信号配合完成联挂自检后，系统将两列车标记为一列车，联挂列车车载列控系统间建立通信。

10.19.6 系统为联挂后的列车编制运行计划并排列相应进路，列车根据后续运行计划发车，投入运营。

10.20 机械解编

10.20.1 系统机械解编的区域宜为正线终端折返线、临时停车线和车辆基地停车列检库。

10.20.2 系统为联挂列车办理至联挂解编区域的进路并下达“解编命令”，联挂列车运行至联挂解编区域联挂停车点停车。

10.20.3 系统向车辆发送两列车电气及机械车钩断开指令，联挂列车分离为两列车，并分别加载单列车数据。

10.20.4 系统为解编后的两列车分别编制运行计划并排列相应进路，列车根据后续运行计划依次发车，投入运营。

11 系统接口要求

11.1 地面设备接口

11.1.1 STC 间应通过信号安全数据网，采用安全协议实现接口。

11.1.2 STC 与行车指挥控制中心系统间应使用专用通道，采用安全协议实现接口。

11.1.3 STC 与次级列车占用检查设备间应通过信号安全数据网，采用安全协议实现接口。

11.1.4 STC 与磁浮道岔系统间应采用安全输入/输出硬线接口。

11.1.5 STC 与站台屏蔽门系统间应采用硬线接口，与间隙探测设备接口包括硬线接口或通过站台屏蔽门系统实现相应接口控制功能。

11.1.6 行车指挥控制中心与站台屏蔽门系统间应采用冗余通信接口，实现车门站台屏蔽门对位隔离信息传输功能。

11.2 车载设备接口

11.2.1 车载设备应通过继电器、模拟量、MVB 或 TRDP 总线与列车接口，涉及行车安全的电气接口应采用安全输入/输出接口方式。

11.2.2 列车自动防护单元、列车自动驾驶单元、测速单元、定位读取及传输单元、无线通信处理单元、人机界面、休眠/唤醒单元、主动感知单元间宜使用专用通道，采用开关量、模拟量、通信接口方式。

11.3 车地间接口

车载设备与地面设备间应采用通过双路冗余的基于UDP或TCP/IP安全协议的无线通信网络实现接口。

11.4 其他接口

系统应能与通信、供电系统、防灾报警、环境监控、乘客信息系统、广播系统、车库门、洗车机等接口。
