

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2025

山地齿轨铁路列控系统总体技术要求

General technical specification for train control system of mountain rack
railway

(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	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 缩略语	5
5 总体原则与要求	6
6 系统架构和功能	6
7 系统性能要求	8
8 系统技术要求	8
9 系统工作模式	12
10 系统运营场景	13
11 系统接口要求	20

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：

山地齿轨铁路列控系统总体技术要求

1 范围

本文件规定了山地齿轨铁路列控系统总体要求、系统要求、技术要求、车载设备工作模式定义与转换、系统运营场景、系统接口要求和系统性能要求。

本文件适用于山地齿轨铁路列控系统（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 2887 计算机场地通用规范
- 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 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- 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
- TB/T 1433.1 铁路通信信号产品环境条件 第1部分：地面固定使用的信号产品
- TB/T 1447 铁路信号产品绝缘电阻
- TB/T 1448 通信信号产品的绝缘耐压
- TB/T 2296 铁路信号计轴设备
- TB/T 3027 铁路车站计算机联锁技术条件
- TB/T 3074 铁路信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件
- TB/T 3485 应答器传输系统技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

山地齿轨铁路列控系统 mountain rack railway train control system

应用于山地齿轨铁路人工或自动实现列车行车指挥、列车运行控制和管理的系统。

3.2

列车自动防护 automatic train protection

实现列车运行间隔、超速防护、进路安全和车门等自动控制以及其他与相关专业联动共同实现列车运行安全防护技术的总称。

[来源：GB/T 12758—2023, 3.4]

3.3

列车自动运行 automatic train operation

实现列车启动、速度调整、定点停车、车门等自动控制技术的总称。

[来源：GB/T 50833—2012, 8.3.12]

3.4

闭塞 block

用信号或凭证，保证列车按照空间间隔制运行的技术方法。

[来源：TB/T 454.1—2021，6.1]

3.5

定点停车 fixed-point stopping

自动控制列车在指定位置停车。

[来源：GB/T 50833—2012，8.3.16]

3.6

目标速度 target speed

列车运行前方目标点允许的最高速度。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.34]

3.7

允许速度 permitted speed

车载设备不会报警和/或触发制动的列车最高运行速度。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.35]

3.8

目标距离 target distance

列车前端至运行前方目标点的距离。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.33]

3.9

溜逸 roll away

列车意外无动力的移动，且方向与激活驾驶台的方向手柄不一致。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.56]

3.10

退行 reverse movement

列车向非本务端的方向移动

[来源：TB/T 454.1—2021，7.55]

3.11

行车许可 movement authority

允许列车在线路条件等各种约束条件下运行到指定位置的授权。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.24]

3.12

行车许可终点 end of authority (EoA)

允许列车到达的最远位置，该位置目标速度为零。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.25]

3.13

最限制速度曲线 most restrictive speed profile

列车不能超过的最大速度的描述。

注：最限制速度曲线是所有要考虑的各类速度曲线中最严格的速度构成曲线。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.64]

3.14

动态速度曲线 dynamic train speed profile

车载设备遵守的速度距离监控曲线。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.66]

3.15

目标距离模式曲线 distance-to-go curve

以目标速度、目标距离、线路条件、列车特性为基础生成的保证列车安全运行的一次制动模式曲线。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.42]

3.16

常用制动 service brake

调节列车运行速度或使列车在预定地点停车的制动。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.68]

3.17

紧急制动 emergency brake

使列车迅速减速并达到在最短距离内紧急停车的制动。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.71]

3.18

临时限速 temporary speed restriction

临时情况下的速度限制。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.78]

3.19

无线消息超时 radio message timeout

车载设备在规定时间内没有接收到来自地面设备的任何应用消息，则应认为车地间通信中断。

[来源：TB/T 454.1—2021，7.120]

3.20

粘着路段 wheel-rail adhesive tractive railway section

仅通过钢轮与钢轨之间的粘着力实现车辆有效牵引驱动的路段。

[来源：DB51/T 2542—2018，3.4]

3.21

齿轨路段 rack railway section

车辆的钢轮处于惰行状态并通过齿轮-齿轨啮合驱动的路段。

[来源：T/CCTAS 96—2023，3.3]

3.22

入齿机构 rack-rail transition equipment

齿轨车辆从粘着路段驶入齿轨路段时，可实现驱动齿轨与齿轨有效啮合的一种轨道配套结构。

[来源：T/CCTAS 96—2023，3.5]

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)

ATO: 列车自动驾驶 (Automatic Train Operation)

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

CM: 列车自动防护下的人工驾驶模式 (Code Train Operating Mode)

DMI: 人机界面 (Driver-Machine Interface)

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

GOA: 自动化等级 (Grade Of Automation)

IBP: 综合后备盘 (Integrated Backup Panel)

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

PSD: 站台屏蔽门 (Platform Screen Doors)
RM: 限制人工驾驶模式 (Restricted Train Operating Mode)
SIL: 安全完整性等级 (Safety Integrity Level)
STB: 待机模式 (Standby Mode)
STC: 列车安全控制中心 (Safety Train-control Center)

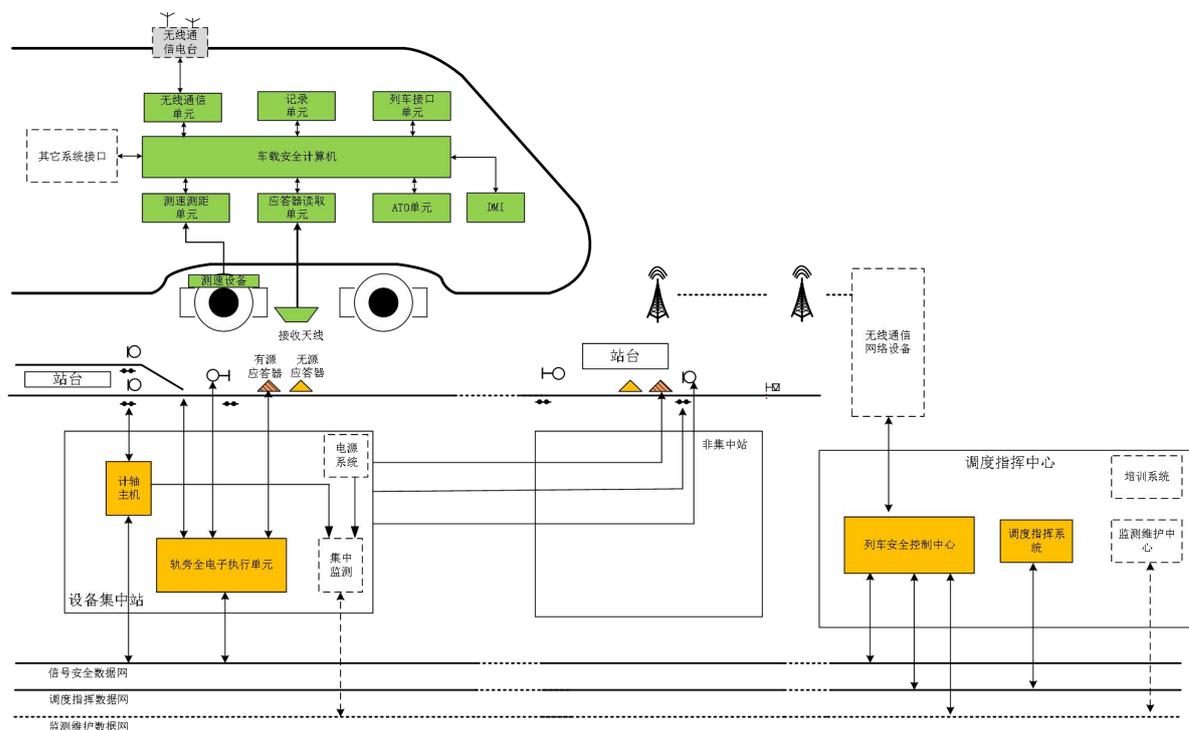
5 总体原则与要求

- 5.1 系统应安全可靠、经济合理、自主可控, 应具有行车安全防护、调度指挥、自动驾驶等功能, 以提高运行效率、降低能源消耗。
- 5.2 系统应采用空间间隔的闭塞制式, 闭塞制式可采用固定闭塞或移动闭塞, 满足不同运量、不同行车密度和旅行速度的需求。
- 5.3 系统应采用基于无线通信传输的列车运行控制系统, 应采用速度-距离模式曲线监控列车安全运行。
- 5.4 系统应遵循故障-安全原则。
- 5.5 系统地面设备应采用联锁列控一体化、扁平化、全电子化、轻量化的架构。
- 5.6 系统的应满足山地齿轨铁路线路大坡度, 上下坡道不同限速, 齿轨路段、粘着路段、入齿机构路段不同线路允许速度、不同加速度特性等特点的控制需求。
- 5.7 系统应满足山地齿轨铁路列车在不同线路段采用不同牵引方式的不停车切换监控和自动驾驶的需求。
- 5.8 系统应具备列车运行自动防护功能, 并满足 GOA2 等级的自动驾驶。
- 5.9 系统应实现本线列车统一调度指挥, 宜设置异地备用中心。
- 5.10 系统应能适应不同编组列车混合运行, 宜支持列车在线连挂和解编。
- 5.11 系统自身设备故障时, 应具有降级运行模式, 系统应采取有效的技术手段保障降级运行的安全和效率。
- 5.12 系统应具备与地震、异物侵限、风雨雪等灾害监测系统接口实现安全防护。
- 5.13 系统设备应集中设置, 精简少维护, 且需满足山地齿轨铁路的限界、使用环境的要求;
- 5.14 系统各子系统应具备自检、自诊断、报警等维护管理功能。
- 5.15 系统安全等保的设计、开发、制造、调试和维护的全生命周期安全保证体系应符合 GB/T 22239 中信息安全等保三级及以上要求。
- 5.16 系统地面设备的供电属于一级负荷, 应配置双路供电并使用不间断电源供电。
- 5.17 设备环境适应性应符合以下要求:
 - a) 地面设备的工作温度、相对湿度、大气压力等环境适应性应符合 TB/T 1433.1 的规定;
 - b) 车载设备的工作温度、相对湿度、大气压力等环境适应性、冲击振动应符合 GB/T 25119 的规定;
 - c) 靠近轨道安装的地面设备的冲击振动应符合 TB/T 1433.1 的规定;
 - d) 系统关键设备的绝缘电阻和绝缘耐压应符合 TB/T 1447、TB/T 1448 的规定;
 - e) 设备机房应符合 GB/T 2887 的规定。

6 系统架构和功能

6.1 系统构成

- 6.1.1 列控系统由地面设备和车载设备构成, 系统结构示意图见图 1。



注：有源点式设备为选配装备。

图 1 系统结构示意图

6.1.2 系统地面设备由调度指挥设备、列车安全控制中心、轨旁全电子执行单元、计轴设备、无源应答器、有源应答器、数据通信设备等组成。可根据需要设置信号集中监测、备用调度指挥中心和培训中心设备。

6.1.3 系统车载设备由车载安全计算机、自动驾驶单元、DMI、测速测距单元、应答器接收单元、列车接口单元、记录单元、无线通信单元等组成。

6.1.4 调度指挥中心级设备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。中心级设备宜纳入云平台系统统一部署，纳入云平台系统后不应降低调度指挥控制子系统的安全完整性等级。

6.1.5 联锁功能与地面列车运行防护功能应由同一硬件平台承载，且不应降低各子功能的安全完整性等级，列车安全控制中心宜集中设置于调度指挥中心。

6.2 功能要求

6.2.1 调度指挥系统应能实现列车运行的调度与管理、临时限速管理、列车运行状态监视等功能，实现智能化管控。

6.2.2 列车安全控制中心应实现联锁、临时限速功能，并根据进路状态、信号机状态、临时限速、列车位置等信息计算行车许可，并向控制范围内的车载设备传送，以控制列车安全运行。

6.2.3 应答器应向车载设备提供列车定位信息，有源应答器向车载设备提供列车行车许可信息。

6.2.4 车载设备应具备地图存储和管理功能，并根据列车参数和地面设备提供的行车许可信息、PSD信息、灾害信息、临时限速、线路条件等信息计算一次目标距离模式曲线，监控列车安全运行。

6.2.5 计轴设备应实现轨道区段占用/空闲检查功能。

6.2.6 轨旁全电子单元实现列车安全控制信心与轨旁器材/设备的接口。

6.2.7 有线传输系统为列控系统地面设备提供可靠的数据传输通道，有线传输系统带宽、延迟、安全等性能应满足列控系统运用需求，有线传输应采用双向自愈的环形拓扑结构，当单个设备故障时，不应

导致通信中断。

6.2.8 无线通信系统为列控系统提供车地双向数据传输通道，无线覆盖场强及服务质量应满足列控系统运用需求。

7 系统性能要求

7.1 列车安全控制中心单元

- 7.1.1 安全完整度应达到 SIL4 的要求。
- 7.1.2 RAMS 应符合 GB/T 21562 的要求。
- 7.1.3 电磁兼容满足 GB/T 24338.5 的要求。
- 7.1.4 雷电防护性能满足 TB/T 3074 的要求。

7.2 全电子执行单元

- 7.2.1 安全完整度应达到 SIL4 的要求。
- 7.2.2 RAMS 应符合 GB/T 21562 的要求。
- 7.2.3 电磁兼容满足 GB/T 24338.5 的要求。
- 7.2.4 雷电防护性能满足 TB/T 3074 的要求。

7.3 列车防护单元

- 7.3.1 安全完整度应达到 SIL4 的要求。
- 7.3.2 RAMS 应符合 GB/T 21562 的要求。
- 7.3.3 电磁兼容满足 GB/T 24338.4 的要求。
- 7.3.4 雷电防护性能满足 TB/T 3074 的要求。

7.4 列车自动驾驶单元

- 7.4.1 安全完整度应达到 SIL2 的要求。
- 7.4.2 可用性应不小于 99.99%。
- 7.4.3 电磁兼容满足 GB/T 24338.4 的要求。
- 7.4.4 平均无故障时间 (MTBF) 不应小于 1×10^5 h。

7.5 调度指挥单元

- 7.5.1 安全完整度应达到 SIL2 的要求。
- 7.5.2 可用性应不小于 99.99%。
- 7.5.3 电磁兼容满足 GB/T 24338.5 的要求。
- 7.5.4 平均无故障时间 (MTBF) 不应小于 1×10^5 h。

7.6 计轴

计轴设备应满足 TB/T 2296 的要求。

7.7 应答器

应答器设备应满足 TB/T 3485 的要求。

8 系统技术要求

8.1 基本功能

- 8.1.1 系统应满足最高允许速度 160km/h 的需求。
- 8.1.2 系统应满足最小追踪间隔 180s 的需求。
- 8.1.3 系统应具备联锁功能。
- 8.1.4 系统应具备列车安全间隔防护功能。

- 8.1.5 系统应具备临时限速功能。
- 8.1.6 系统应具备冒进防护功能。
- 8.1.7 系统应具备列车超速防护功能。
- 8.1.8 系统应具备列车退行防护功能。
- 8.1.9 系统应具备列车溜逸防护功能。
- 8.1.10 系统应具备齿轨-粘着路段转换防护功能。
- 8.1.11 系统应具备同一路段不同方向不同限速的控制功能。
- 8.1.12 系统应具备等级转换功能。
- 8.1.13 系统应具备与灾害监测系统系统接口和联动功能。
- 8.1.14 系统应具备与列车车门、站台屏蔽门接口和防护功能。
- 8.1.15 系统应具备自动驾驶功能。
- 8.1.16 系统应具备联锁降级运营功能，宜具备点式降级运营功能。
- 8.1.17 系统宜设置信号监测系统，集中对设备工作状态进行实时监测，辅助故障分析和处理。
- 8.1.18 系统车载设备宜满足运营列车首尾两端设置一套车载设备实现列车监控的需求。
- 8.1.19 车辆基地应设置独立的联锁系统，并纳入正线调度指挥系统的监控范围。
- 8.1.20 系统应设置统一的时钟系统，统一各设备时钟标准。

8.2 调度指挥

- 8.2.1 调度指挥系统应具备云部署和专用平台部署功能，并具备灵活扩展的能力。
- 8.2.2 调度指挥系统应实现运行图编制、列车运行监督、各系统联动，实现列车运营综合自动化。
- 8.2.3 调度指挥系统对列车进路的控制应支持自动控制和人工控制两种方式，具备对列车进路控制权的优先级管理。
- 8.2.4 调度指挥系统应支持单线或多条线路行车计划的统一编制与管理，宜独立设置用于行车计划编制的运行图编辑工作站。
- 8.2.5 调度指挥系统应具备列车运行图调整功能。
- 8.2.6 调度指挥系统应支持依照列车运行图/时刻表、在线列车运行信息、车站联锁表自动设置列车进路，指挥在线列车运行。
- 8.2.7 当列车运行偏离计划，不同运行交路的列车经过同一地点时，系统应能检测到列车计划冲突，并提示调度员采取列车计划冲突干预方案。
- 8.2.8 调度指挥系统应具备对轨道及道岔区段设置与取消临时限速的功能，并应具备对临时限速状态的实时监督功能。
- 8.2.9 调度指挥系统应支持站台发车计时器与车站旅客信息显示要求。
- 8.2.10 调度指挥系统应具备行车信息显示功能。
- 8.2.11 调度指挥系统应具备列车运行描述功能。
- 8.2.12 调度指挥系统宜具备车辆运用计划及管理功能。
- 8.2.13 调度指挥系统应具备运营数据记录与统计报告功能

8.3 联锁

- 8.3.1 联锁应满足 TB/T 3027 的要求，执行表示层应采用电子执行单元。
- 8.3.2 联锁应实现不同路径的保护区段的设置、锁闭和解锁功能。
- 8.3.3 联锁应根据信号机接近列车信息，控制进路始端信号机的显示转换。
- 8.3.4 联锁应具备站台紧急关闭接口功能。
- 8.3.5 联锁应具备站台屏蔽门的监控和联动功能
- 8.3.6 联锁应具备与灾害监测接口功能。
- 8.3.7 联锁应具备扣车接口功能。
- 8.3.8 联锁应具备自动折返进路功能。
- 8.3.9 联锁应具备自动通过进路的功能。

8.4 行车许可

- 8.4.1 列车安全控制中心应根据列车属性、进路方向、信号机显示状态、道岔状态、灾害状态、列车前方线路状态及空闲条件计算行车许可。
- 8.4.2 列车安全控制中心生成的行车许可应保证列车的安全间隔运行。
- 8.4.3 车载设备应监控列车在行车许可范围内安全运行。当列车越过行车许可时，车载设备应执行安全防护。
- 8.4.4 行车许可范围内的列车前端所在闭塞分区的前方相邻闭塞分区/进路变为占用时，列车安全控制中心应向车载设备发送缩短行车许可至此闭塞分区/进路入口处。
- 8.4.5 车载设备应具备根据列车安全控制中心发送的行车许可计算连续式速度-距离行车曲线的功能。
- 8.4.6 行车许可可延伸进入齿机构段，列车安全控制中心应将入齿机构段信息发送至车载设备。
- 8.4.7 当列控系统接收到自然灾害或异物侵限监测系统报警时，应采取措施进行安全防护。
- 8.5 临时限速
 - 8.5.1 系统应采用统一的临时限速设置原则，点式降级系统应具备临时限速功能。
 - 8.5.2 临时限速命令应由调度指挥中心统一下达，限速设置和取消操作应采取安全防护措施。
 - 8.5.3 临时限速按限速里程/区段设置，限速值按档设置。
 - 8.5.4 列车安全控制中心应向车载设备发送行车许可范围内的所有临时限速信息。
- 8.6 自然灾害及异物侵限防护
 - 8.6.1 系统在收到自然灾害报警时，应采用退出自动驾驶、降速运行或制动停车的方式进行安全防护。
 - 8.6.2 系统在收到异物侵限系统报警时，应根据列车的位置采取不同的安全防护措施。
- 8.7 移交和切换
 - 8.7.1 移交和切换点应设置于闭塞分区/进路分界处。
 - 8.7.2 系统应能同时处理多辆列车在不同移交点的移交与接收。
 - 8.7.3 系统控制列车的移交和切换应保证列车的正常安全运行。
- 8.8 等级转换
 - 8.8.1 列车通过等级转换点时，车载设备宜自动进行级间转换。
 - 8.8.2 列车通过的由低等级向高等级转换的转换点时，应不停车转换。
 - 8.8.3 列车通过的由高等级向低等级转换的转换点时，应停车转换。
- 8.9 车载人机界面
 - 8.9.1 系统应在每个司机室中各配置一套人机界面设备，当司机室激活时车载设备应保证本端设备有效。
 - 8.9.2 车载 DMI 应能提供人机交互功能，界面简洁、明确，各型信息区分度好，并提供声光报警。
 - 8.9.3 车载 DMI 应能显示目标速度及目标距离，当前速度和推荐速度，超速报警及输出紧急制动显示。
 - 8.9.4 车载 DMI 应能显示列车完整性、牵引制动状态、客室门状态。
 - 8.9.5 车载 DMI 应能显示列控车载设备状态、驾驶模式、运行等级、最高可用驾驶模式、折返状态。
 - 8.9.6 车载 DMI 应能显示时间、车次、车站、跳停、扣车、发车信息、停车窗等信息。
 - 8.9.7 车载 DMI 应能显示必要的设备故障信息。
 - 8.9.8 为实现 DMI 界面显示信息设置或确认，在司机室应设置必要的按钮、开关和指示灯。
- 8.10 测速测距
 - 8.10.1 车载设备应采用冗余的测速方式，速度信息的输出应相互校验并具有断路检查功能，测速分辨率应满足系统性能和安全要求。
 - 8.10.2 车载设备应实时持续确定列车运行方向和速度。
 - 8.10.3 车载设备应具有空转、打滑检测功能，及列车速度和位置测量误差修正功能。
 - 8.10.4 车载设备应具备轮径补偿功能。
 - 8.10.5 车载设备应具有零速检测功能。

8.11 列车定位

- 8.11.1 车载设备通过应答器组实现初始化定位。
- 8.11.2 车载设备通过应答器组实现列车定位及位置误差校正功能，也可通过北斗定位辅助实现定位功能。
- 8.11.3 车载设备应实时确定列车位置和安全包络。
- 8.11.4 在分歧线路处实现列车重定位。

8.12 列车完整性监督

车载设备实时接收车辆提供的列车完整性信息，列车完整性丢失时，车载应立即实施紧急制动、丢失定位、车载向地面注销，车载DMI显示列车完整性丢失。

8.13 最限制速度曲线计算

- 8.13.1 最限制速度曲线计算应综合线路允许速度、线路临时限速、列车构造限速及模式限速，并取所有速度限制中最严格的部分。
- 8.13.2 进入降速区段时，最限制速度曲线计算应考虑安全防护距离；进入升速区段时，最限制速度曲线计算应进行车尾保持。
- 8.13.3 车载设备应具备同一路段根据列车运行方向计算不同的最限制速度曲线。

8.14 动态速度曲线计算

- 8.14.1 车载设备应根据行车许可、最限制速度曲线及列车的制动性能、列车车长和位置的不确定性、测速测距误差、系统响应时间等计算列车运行的动态速度曲线。
- 8.14.2 动态速度曲线包括常用制动干预曲线和紧急制动干预曲线。
- 8.14.3 常用制动干预曲线计算时，对行车许可终点的监控应采用列车估计前端；紧急制动干预曲线计算时，对行车许可终点的监控应采用列车最大安全前端。

8.15 速度监控

- 8.15.1 车载设备应根据计算的动态速度曲线监控列车运行，当列车运行速度超过规定速度时应能输出制动指令。
- 8.15.2 速度监控包括：
 - a) 顶棚速度监控：监控固定速度曲线，该曲线由最限制速度曲线的当前值决定；
 - b) 目标速度监控：监控制动到较低的目标速度或达到行车许可终点。
- 8.15.3 车载设备对列车速度的监控应采取分级策略，宜分为报警速度、最大常用制动干预速度、紧急制动干预速度。

8.16 出入齿监控

- 8.16.1 列车进入粘着路段-齿轨路段过渡区段前，应对列车进入入齿机构段速度进行监控。
- 8.16.2 列车进入粘着路段-齿轨路段过渡区段前，应能向列车发送预旋转指令。
- 8.16.3 列车处于粘着路段-齿轨路段过渡区段时，应禁止列车牵引。
- 8.16.4 列车处于粘着路段-齿轨路段过渡区段时，应禁止列车退行。
- 8.16.5 列车完全通过入齿机构段后，应能向列车发送牵引方式转换指令。
- 8.16.6 列控车载设备降级后，不应具备出入齿监控功能。

8.17 非期望的列车运行防护

- 8.17.1 车载设备应具备停车防护功能。
- 8.17.2 车载设备应具备溜逸防护功能，防止列车向与本务驾驶室方向手柄的当前位置不一致的方向运行。
- 8.17.3 车载设备应具备退行防护功能，防止列车向与允许方向相反的方向运行。
- 8.17.4 车载设备应监督列车溜逸、退行的距离，超过规定距离时输出紧急制动。
- 8.17.5 车载设备应在在制动命令取消后，以列车当前的位置作为新的位置参照点重新启动溜逸、退行

及停车防护功能。

8.18 列车车门状态监控

- 8.18.1 车载设备应监控车门的开启和关闭/锁闭状态。
- 8.18.2 车载设备应具备对列车车门防护功能,未给出门允许且没有门旁路的情况下车门未给出关闭且锁闭状态时,车载设备应在列车停稳状态下发出切除牵引指令,在列车未停稳时采取安全措施。
- 8.18.3 车载设备应在列车在站台停准停稳时,且收到车辆给出的保持制动反馈信息后给出车门允许指令,开门侧应可配置为一侧或双侧开门。
- 8.18.4 车载设备应在列车停车后,检测到车门关闭且锁闭后才允许列车启动。
- 8.18.5 车载应在采集到门旁路信号时,不对列车车门进行监控。

8.19 站台屏蔽门与车门联动

- 8.19.1 系统应实现列车车门与站台屏蔽门的联动控制。
- 8.19.2 列车安全控制中心应具备站台屏蔽门非正常打开防护功能。
- 8.19.3 系统车载设备应在列车停稳停准且给出车门允许指令后,向列车安全控制中心发送站台屏蔽门控制指令。
- 8.19.4 列车安全控制中心应在收到车载设备发送的站台屏蔽门控制指令后,根据站台的位置和列车运行方向向判断开门侧向站台屏蔽门系统发送站台屏蔽门控制指令并采集站台屏蔽门状态。
- 8.19.5 列车安全控制中心应在采集到门旁路信号时,不对站台屏蔽门进行监控。

8.20 自动驾驶

- 8.20.1 ATO 应在 ATP 的防护下,根据调度指挥系统的命令,实现列车的启动、加速、巡航、惰行、减速、制动、定点停车和开关门的合理控制,并向调度指挥系统发送列车运行信息。
- 8.20.2 ATO 应根据静态线路数据、临时限速、列车构造速度、ATP 允许速度目标速度和目标位置、制动模型等计算一次连续制动曲线。
- 8.20.3 ATO 应具备根据运行计划时分控制功能,当运行计划无效时应根据已选择的驾驶策略控制列车在区间自动运行。
- 8.20.4 ATO 应具备跳停功能,跳停站停车时,ATP 不应给出门允许,不进行站台屏蔽门联动。
- 8.20.5 ATO 应向列车提供计划相关信息的数据。

8.21 人工驾驶防护

- 8.21.1 系统正常工作时应具备冒进防护功能。
- 8.21.2 系统正常工作时应具备超速防护功能。

8.22 自动折返

- 8.22.1 车载设备应具备原地自动折返和站后自动折返功能。
- 8.22.2 车载设备在自动折返时,应实现对列车的安全控制和防护。
- 8.22.3 列车系统应仅在规定的区域内具备自动折返功能。

8.23 扣车

- 8.23.1 系统应具备站台扣车功能。
- 8.23.2 调度指挥系统应将调度员设置的站台扣车命令自动发送给列车和列车安全控制中心。
- 8.23.3 车载设备应根据扣车命令进行控车,并在车载 DMI 上显示。

9 系统工作模式

9.1 系统控制等级

系统控制等级分级,可分为连续式控制级、点式控制级和联锁控制级。

9.2 车载工作模式

9.2.1 车载工作模式分类

车载工作模式应包括以下几种：

- 列车自动驾驶模式（AM）
- 列车自动防护下的人工驾驶模式（CM）
- 限制人工驾驶模式（RM）
- 非限制人工驾驶模式（EUM）
- 待机模式（STB）

9.2.2 列车自动驾驶模式（AM）

AM 模式应在 ATP 的安全防护下，实现司机监控下的列车自动运行。

9.2.3 列车自动防护下的人工驾驶模式（CM）

CM 模式应在 ATP 的安全防护下，实现司机按照DMI提示信息驾驶列车运行。

9.2.4 限制人工驾驶模式（RM）

RM 模式应在 ATP 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，ATP 设备应实施紧急制动控制列车停车

9.2.5 非限制人工驾驶模式（EUM）

采用 EUM 模式时，切除ATP对安全的监控，系统不控制列车运行，由司机按操作规程人工驾驶列车运行。

9.2.6 待机模式（STB）

STB模式是指车载ATP在未切除状态且未采集到有效钥匙节点的模式(折返过程中存在例外)。该模式为尾端ATP或者刚上电还没有插入钥匙时所保持的模式。

9.3 车载工作模式转换

9.3.1 根据性能特点和运营需要，驾驶模式可自动或人工转换。在驾驶模式转换时，车载设备应具有驾驶模式转换提示。

9.3.2 各驾驶模式之间的转换应符合表 1 规定。

表 1 驾驶模式转换表

转换前驾驶模式	转换后驾驶模式				
	AM 模式	CM 模式	RM 模式	EUM 模式	STB 模式
-	AM 模式	CM 模式	RM 模式	EUM 模式	STB 模式
AM 模式	-	人工或自动	X	人工/停车	自动
CM 模式	自动	-	人工或自动/停车	人工/停车	自动
RM 模式	X	自动	-	人工/停车	自动
EUM 模式	X	X	人工/停车	-	自动
STB 模式	自动	自动	自动	人工/停车	-

注：“-”表示本模式无需转换；“X”表示本模式无转换关系。

9.3.3 各驾驶模式进行转换时，车载设备应予以记录和显示。

10 系统运营场景

10.1 运营场景分类

系统主要运营场景包括注册与启动、注销、进出车辆段、等级转换、行车许可、移交和切换、临时限速、人工解锁进路、灾害防护、停车保证、跳停、扣车、车门站台屏蔽门联动、粘着路段齿轨路段切换、自动折返、降级运行。

10.2 注册与启动

10.2.1 车载设备上电启动后应先执行自检功能,包括应答器传输模块等主要设备的状态检测及制动接口测试,然后进入待机状态。

10.2.2 司机开启驾驶台后,应执行制动测试、输入司机号信息、选择运行模式及按照车载DMI提示信息输入相应的数据。

10.2.3 车载设备应与列车安全控制中心和调度指挥系统建立安全通信会话。

10.3 注销

10.3.1 列车停车后,司机关闭驾驶台,车载设备进入待机状态。

10.3.2 注销时,车载设备应结束安全通信会话并注销该列车的注册信息。

10.4 进出车辆段

列车RM模式进入或驶出车辆段。以列车驶入车辆段为例,车载设备初始工作在AM/CM模式下,列车在转换轨内停车,车载设备降级至RM模式,司机驾驶车辆进入车辆段停车。列车驶入车辆段示意如图2所示。

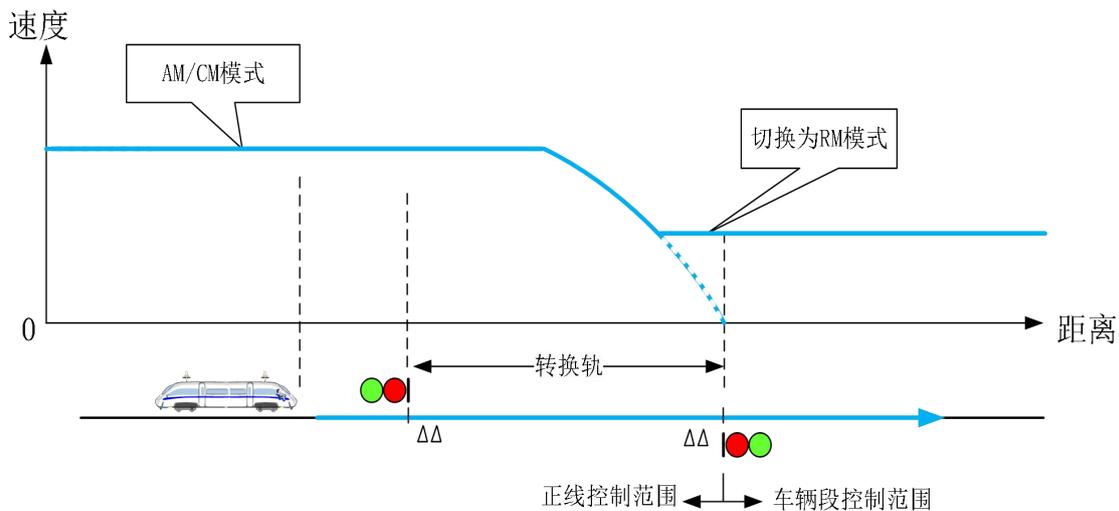


图2 列车驶入车辆段示意图

10.5 等级转换

10.5.1 当列车经过等级转换点后,车载设备根据等级转换信息执行等级转换。司机未确认时(根据需要),应输出制动。

10.5.2 无线网络覆盖应符合从车载电台开始注册网络至具备等级转换条件的要求(即满足列车按设计速度在该时间内的运行距离)。

10.5.3 应答器、计轴的设置应满足系统降级后快速升级的要求。

10.5.4 在同时具备多种等级转换条件时,系统应优先向高等级转换。

10.5.5 列车安全控制中心应根据不同的运行等级向车载设备提供相应的行车许可。

10.6 行车许可

10.6.1 行车许可场景

行车许可场景下主要包括正线运行、进站停车、车站发车场景。

10.6.2 正线运行

10.6.2.1 列车安全控制中心向列车发送行车许可、临时限速及其他信息，车载设备根据这些信息实时生成目标距离模式曲线监控列车安全运行。

10.6.2.2 车载ATO在车载ATP的监控下自动驾驶列车正线运行。

10.6.2.3 车载ATO应根据调度指挥系统下发的运行计划，自动对列车速度进行调整。

10.6.2.4 调度指挥系统应根据列车早晚点状态，对列车站台停站时间进行调整。

10.6.3 进站停车

10.6.3.1 车载设备根据地面列车安全控制中心提供的信息生成在出站信号机前停车的目标距离模式曲线，监控列车安全运行。

10.6.3.2 调度指挥系统应为进站停稳的列车发送站停时间，并更新下一区间的运行调整命令。

10.6.3.3 车载设备应能控制列车进站精确停车，进站停准停稳后应能对车门和站台屏蔽门进行联动控制。

10.6.3.4 系统应对进站过程中的有无线通信的列车进行站台屏蔽门和站台紧急停车区域防护。

10.6.3.5 列车安全控制中心应在列车进站过程中对站台屏蔽门和紧急停车按钮状态进行监督。

10.6.4 车站发车

10.6.4.1 在CM/AM模式下，车载DMI应根据调度指挥系统命令显示停站倒计时。

10.6.4.2 倒计时结束后，车载DMI应显示发车提示图标。

10.6.4.3 倒计时结束后，应根据车门控方式由ATO自动或人工操作关门。

10.6.4.4 出站信号开放，且满足所有发车条件，发车按钮按下后，ATO应控制列车自动发车。

10.6.4.5 系统应对正在出站的有无线通信的列车进行站台屏蔽门和站台紧急停车区域防护。

10.6.4.6 列车安全控制中心应在列车出站前对站台屏蔽门和紧急停车按钮状态监督。

10.6.4.7 列车安全控制中心根据信号状态向列车发送行车许可、临时限速及其他安全信息，车载设备根据这些信息实时生成目标距离模式曲线监控列车安全运行。

10.7 移交和切换

10.7.1 列车安全控制中心切换应采用列车安全控制中心间直接通信的方式交换移交信息。列车安全控制中心移交如图3所示。

10.7.2 当列车的行车许可终点到达列车安全控制中心切换边界时，移交列车安全控制中心向接收列车安全控制中心发送移交列车预告信息，并申请进路信息。当移交列车安全控制中心获取到接收列车安全控制中心提供的进路信息，则向车载设备发送延伸至接收区域内的行车许可。

10.7.3 当列车运行接近切换边界时，车载设备进行控制权切换。

10.7.4 当列车最大安全前端越过列车安全控制中心切换边界后，若车载与移交列车安全控制中心、接收列车安全控制中心均连接正常，则应仅使用接收列车安全控制中心的指令信息。

10.7.5 当列车最小安全后端越过列车安全控制中心切换边界时，车载设备终止与移交列车安全控制中心间的通信。

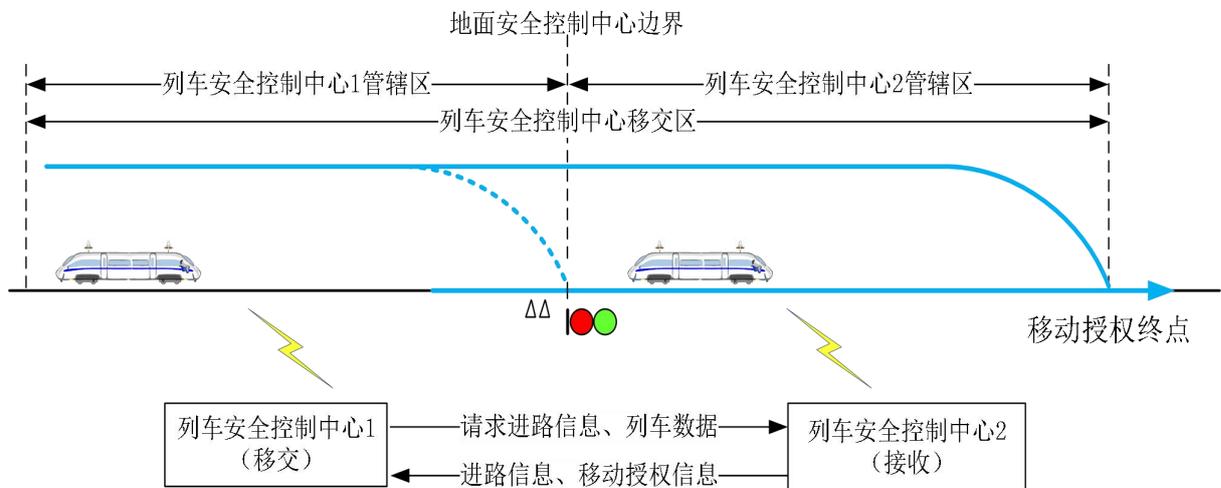


图3 列车安全控制中心移交示意图

10.8 临时候速

10.8.1 车载设备根据列车安全控制中心提供的临时候速信息和地图线路数据信息生成静态速度监控曲线，再结合行车许可生成动态速度监控曲线监控列车安全运行。

10.8.2 ATO 设备在 ATP 安全防护下根据固定限速及临时候速信息，结合运行计划时分信息控制列车自动运行。

10.8.3 列车安全控制中心重启后应使用最严格临时候速或将重启前已设置的临时候速发送给调度指挥系统，经人工确认后方可授权列车运行。

10.9 人工解锁进路

列车已获得进入进路的行车许可，但尚未进入进路时，办理取消进路或人工解锁。信号机关闭后，列车安全控制中心向车载设备发送到以关闭信号机为终点的缩短的MA，车载设备重新生成新的动态速度曲线。

10.10 灾害防护

10.10.1 对于风、雨、雪等灾害，不应使用自动驾驶功能，并采用设置临时候速或停运的方式进行防护。

10.10.2 对于异物侵限、地震等灾害，由列车安全控制中心根据接收到的灾害信息生成新的行车许可，并发给相应的车载设备。

10.10.3 若紧急停车区激活，则列车安全控制中心对于已进入该区域的列车发送紧急停车消息，对于正接近该区域的列车发送缩短的MA，列车根据接收到的消息实施制动并停车。

10.10.4 若紧急停车区取消，则列车安全控制中心停止或撤销向接近该区域的列车发送紧急消息，列车根据接收到的行车许可正常运行。灾害防护行车许可回缩如图4所示。

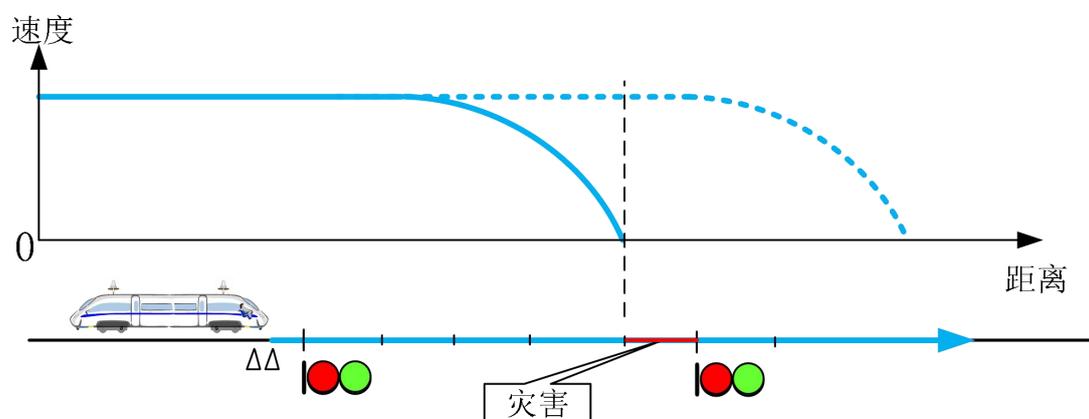


图4 灾害防护行车许可回缩示意图

10.11 停车保证

10.11.1 当取消进路操作时，列车安全控制中心向接近进路的列车发送取消进路请求信息，车载判断行车许可越过该进路防护信号机时，计算停车保证信息，作为对列车安全控制中心人工解锁的命令的回执。

10.11.2 车载收到列车安全控制中心的取消进路信息，未计算出停车保证信息时，回复列车安全控制中心停车保证无效。

10.11.3 若收到可在信号机前停车的停车保证信息，列车安全控制中心立即解锁进路，否则，列车安全控制中心需延时解锁进路。

10.12 跳停

10.12.1 调度指挥系统设置/取消站台跳停命令。

10.12.2 调度指挥系统将工作人员设置的站台跳停命令自动发送给列车，并在调度指挥系统界面上显示跳停状态。

10.12.3 车载设备根据跳停命令进行控车，并在车载 DMI 上显示。

10.12.4 ATO 根据跳停指令调整设备的运行参数，将下一站不作为停车站，在 ATP 的防护下不停车经过下个车站。

10.12.5 列车在跳停站因故停车时，车载设备不给出门允许，不进行站台屏蔽门联动。

10.13 扣车

10.13.1 调度指挥系统设置/取消站台扣车命令。

10.13.2 调度指挥系统将调度员设置的站台扣车命令自动发送给列车安全控制中心和列车，并在调度指挥系统界面上显示扣车状态。

10.13.3 车载设备根据扣车命令进行控车，并在车载 DMI 上显示。

10.13.4 列车关闭车门后未发车前收到扣车命令，宜打开车门、站台屏蔽门。

10.14 列车门站台屏蔽门联动

10.14.1 当列车门故障，列车门关闭/锁闭信息丢失时，车载应对移动列车实施紧急制动至停车。

10.14.2 当站台屏蔽门故障，站台屏蔽门关闭/锁闭信息丢失时，列控系统应控制未进站的列车在站外自动停车，已进站但未停车的列车紧急制动停车。

10.14.3 车载设备在列车停稳且给出门允许后，向列车安全控制中心发送站台屏蔽门控制指令，实现列车门与站台屏蔽门联动。

10.14.4 当站台屏蔽门允许旁路时，不实施列车门站台屏蔽门联动。

10.14.5 列车门和站台屏蔽门应同步打开/关闭,控制列车门与站台屏蔽门的打开及关闭时间应可配置。

10.15 粘着路段齿轨路段切换

10.15.1 车载设备应控制列车以不高于入齿机构允许的速度通过该路段。

10.15.2 当列车进入入齿机构路段前一定距离,车载设备向列车发送预旋转指令。

列车由粘着路段向齿轨路段运行时,当列车驱动齿轮达到预定速度时,向车载设备发送预旋转成功信息,车载设备向列车发送惰行指令,列车以惰行方式通过入齿机构段。粘着路段转换至齿轨路段(预旋转成功)如图5所示。

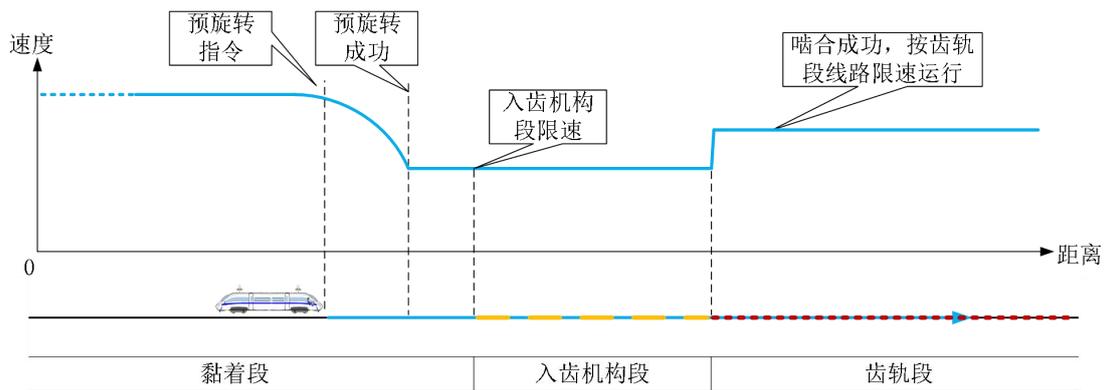


图5 粘着路段转换至齿轨路段(预旋转成功)示意图

10.15.3 列车由粘着路段向齿轨路段运行时,当车载设备未收到列车发送的预旋转成功信息,则车载设备控制列车以齿轮零速通入齿机构段允许的列车初速度进入入齿机构段,列车以惰行方式通过入齿机构段。粘着路段转换至齿轨路段(预旋转失败)如图6所示。

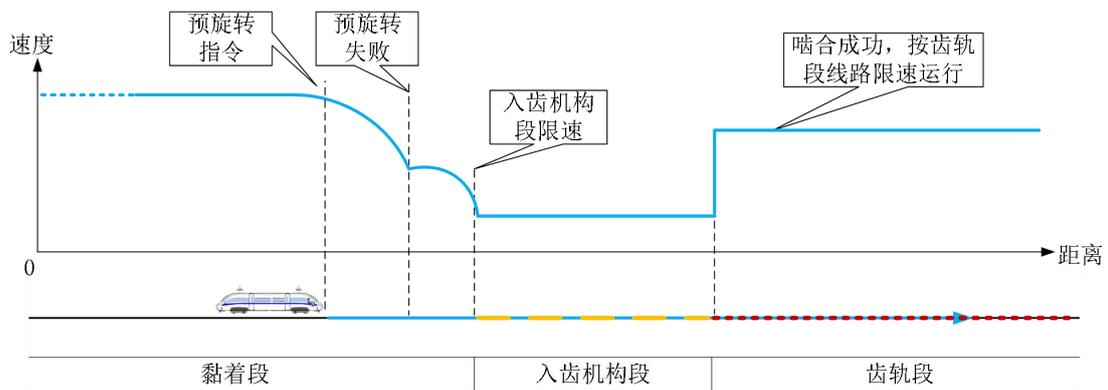


图6 粘着路段转换至齿轨路段(预旋转失败)示意图

10.15.4 车由齿轨路段向粘着路段运行时,车载设备控制列车以不超过入齿机构路段限速的速度进入,列车以惰行方式通过入齿机构段。齿轨路段转换至粘着路段如图7所示。

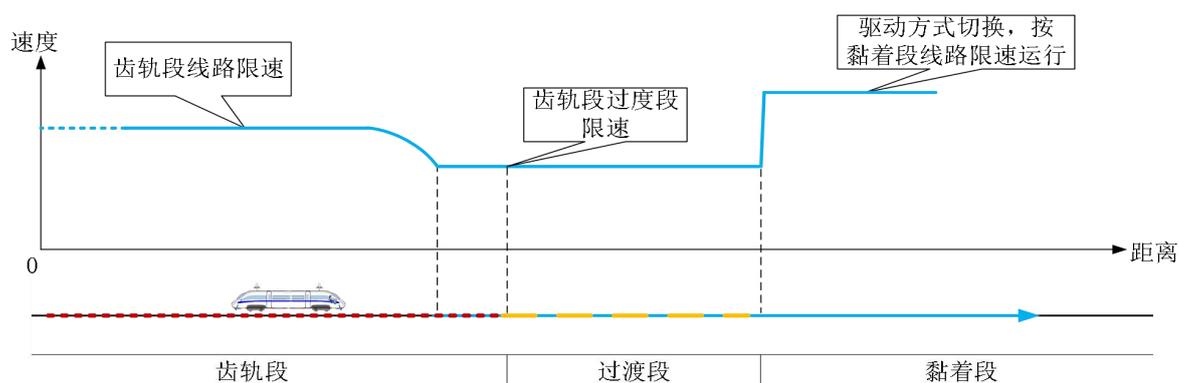


图 7 齿轨路段转换至粘着路段示意图

10.15.5 当列车在齿轨路段运行时，车载设备向列车持续发送齿轮驱动指令，列车以齿轮驱动方式在齿轨路段运行。

10.15.6 车载设备收到列车发送的啮合不成功指令时，应将牵引方式保持在车轮驱动，并紧急制动。

10.16 自动折返

10.16.1 系统支持站前折返、站后折返和站前站后混合折返。

10.16.2 系统应实现有人自动折返模式、列车自动防护下的人工折返模式，宜支持无人自动折返模式。

10.16.3 系统对自动折返按钮的状态进行采集，并根据自动折返按钮按下状态自动发车，完成站后自动折返。

10.16.4 站前折返换端，列车停靠在站台进行换端过程中，车载应保持车门处于打开状态。

10.16.5 站后折返完成，列车停靠在发车站台，车载应自动打开车门。

10.17 降级运行

10.17.1 信号基础设施故障

10.17.1.1 若列车安全控制中心收到行车许可范围内的列车前方进路故障降级信息（轨道区段异常占用、道岔失表示、取消进路、人工解锁等），则列车安全控制中心应采取安全措施缩短行车许可。

10.17.1.2 若列车安全控制中心收到行车许可范围内的列车所在进路故障降级（轨道区段异常占用、道岔失表示、取消进路、人工解锁等），则列车安全控制中心应向车载设备发送紧急停车消息。

10.17.1.3 若列车因轨道占用检查设备故障已停车，则司机选择进入 RM 模式，通过故障区段。

10.17.2 列车安全控制中心或无线通信设备故障

10.17.2.1 列车安全控制中心或无线通信设备故障导致车地间通信中断时，车载设备按无线消息超时处理。

10.17.2.2 列车安全控制中心切换过程中出现列车安全控制中心间通信中断时，移交列车安全控制中心应停止向移交列车发送任何应用消息。

10.17.3 车载设备故障

车载设备故障无法监控列车安全运行时，应触发制动。可根据调度命令人工转入 EUM 模式行车。

10.17.4 应答器设备故障

10.17.4.1 车载设备在期望窗口之前发现期望的应答器组、或在期望窗口之后发现期望的应答器组、或在期望窗口中未发现期望的应答器组、或应答器组的数据不可读故障时，应按照未收到该应答器报文处理，根据所丢失应答器报文的的不同功能执行相应的安全反应，保证列车的运行安全。

10.17.4.2 车载设备发现通过了一组错误方向的应答器组，应实施紧急制动停车。

11 系统接口要求

11.1 列车安全控制中心与列车自动防护接口

- 11.1.1 STC 与 ATP 设备通过无线传输通道进行车地通信，宜采用冗余网络。
- 11.1.2 STC 与 ATP 车载设备车地通信应采用符合 GB/T 24339 标准要求的安全通信协议。
- 11.1.3 STC 向 ATP 发送行车许可、路径信息、临时限速、灾害信息、站台屏蔽门状态、紧急停车按钮、紧急制动命令等信息。
- 11.1.4 ATP 向 STC 发送运行方向、激活端、列车包络、工作模式、驾驶模式、车辆状态、列车速度、站台屏蔽门控制指令等信息。

11.2 调度指挥与列车自动驾驶接口

- 11.2.1 调度指挥与 ATO 设备通过无线传输通道进行车地通信，宜采用冗余网络。
- 11.2.2 调度指挥与 ATO 车载设备车地通信应采用符合 GB/T 24339 标准要求的安全通信协议。
- 11.2.3 调度指挥向 ATO 发送运行计划、跳停、扣车、折返、门口策略等信息。
- 11.2.4 ATO 向调度指挥发送列车运行状态、司机号、车次号、ATO 工作模式、跳停状态、扣车状态、列车速度、列车完整性、列车停稳状态、车门状态、停车保证等信息。

11.3 列车自动驾驶与列车自动防护接口

- 11.3.1 ATO 与 ATP 之间应采用冗余的通信通道实现数据交互。
- 11.3.2 ATO 向 ATP 发送 ATO 运行状态、ATO 显示、折返及换端等信息。
- 11.3.3 ATP 向 ATO 发送 ATP 控制信息、ATO 允许、开门允许、列车数据、折返及换端等信息。

11.4 列车安全控制中心与调度指挥系统接口

- 11.4.1 STC 与调度指挥系统间应采用冗余数据通信通道。
- 11.4.2 STC 向调度指挥系统发送站场表示信息、时钟同步请求及设备状态等信息。
- 11.4.3 调度指挥系统向 STC 发送操作、控制指令、临时限速和时钟同步等信息。

11.5 列车安全控制中心与轨旁电子单元接口

- 11.5.1 STC 和 LEU 间采用冗余数据通信通道和安全通信协议。
- 11.5.2 STC 向 LEU 发送应答器报文数据，
- 11.5.3 LEU 向 STC 发送报文及设备状态信息。

11.6 列车安全控制中心与列车安全控制中心接口

- 11.6.1 STC 间应采用冗余以太网通信接口和安全通信协议。
- 11.6.2 STC 间相互传输跨 STC 边界的进路、物理区段、信号机、道岔、站台屏蔽门紧急关闭、照查等相关信息。

11.7 列车安全控制中心与站台屏蔽门接口

- 11.7.1 STC 与站台屏蔽门系统应采用继电接口。
- 11.7.2 STC 应设置开门继电器、关门继电器。
- 11.7.3 站台屏蔽门系统应为股道每侧站台屏蔽门设置门锁闭继电器、门旁路继电器和门报警继电器。
- 11.7.4 继电器和接点使用应符合故障-安全原则。

11.8 列车安全控制中心与站台紧急关闭按钮接口

- 11.8.1 STC 与站台紧急关闭按钮采用继电接口。
- 11.8.2 继电器和接点使用应符合故障-安全原则。

11.9 列车安全控制中心与灾害监测系统按钮接口

- 11.9.1 STC 与灾害监测系统采用继电接口。

11.9.2 继电器和接点使用应符合故障-安全原则。

11.10 列车自动防护与车辆接口

11.10.1 ATP 与车辆接口安全信息应采用硬线接口方式，非安全信息可采用通信方式与车辆进行交互。

11.10.2 ATP 向车辆输出开门允许、ATO 有效等信息。

11.10.3 车辆向 ATP 发送牵引/制动手柄位信息、方向手柄位信息。

11.10.4 车辆应从 ATP 车载设备采集开门允许信号及 ATO 有效信号，应向 ATP 输出牵引/制动手柄零位信号。

11.10.5 车辆设置开门允许选择开关，当开门允许选择开关置于 ATP 控制时，若 ATP 输出“开门允许”指令，车辆应持续响应司机/ATO 输出的开门指令；若 ATP 未输出“开门允许”指令，车辆不应响应司机/ATO 输出的开门指令。若 ATP 故障不能输出“开门允许”指令，可将开门允许选择开关置于人工控制，由司机人工控制开门。

11.11 列车自动驾驶与车辆接口

11.11.1 ATO 与车辆应采用硬线和通信接口方式实现数据交互。

11.11.2 ATO 向车辆发送 ATO 有效、开/关车门、牵引/制动、ATO 启动、保持制动施加、折返状态、隧道等信息。

11.11.3 车辆向 ATO 发送开/关门按钮、车门状态、门控模式、ATO 启动按钮、列车数据、折返按钮等信息。

11.11.4 车辆接收到 ATO 有效时，可使用 ATO 向车辆输出的指令。

11.12 列车安全控制中心与无线通信设备接口

11.12.1 STC 与无线通信设备应采用冗余专用数据通信。

11.12.2 STC 应采取安全防护措施实现信息安全。

11.13 调度指挥系统与无线通信设备接口

11.13.1 调度指挥系统与无线通信设备应采用冗余专用数据通信。

11.13.2 调度指挥系统应采取安全防护措施实现信息安全。