

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—XXXX

城际/市域（郊）铁路列车自主运行控制系统技术要求

Technical requirements for autonomous train control system for
intercity/suburban railways

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025 年 1 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 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 运用要求 2

 5.2 功能要求 3

6 系统结构及组成 3

 6.1 系统结构 3

 6.2 设备构成 4

7 典型运营场景 4

 7.1 基本运营场景 4

 7.2 GOA3 等级典型运行场景 4

 7.3 GOA4 等级典型运行场景 6

8 系统功能 8

 8.1 ATO 设备功能 8

 8.2 自主感知功能 8

 8.3 TIS 设备功能 8

 8.4 SCS 功能 9

 8.5 CCS 功能 9

 8.6 相关设备功能 9

9 系统接口要求 10

 9.1 内部接口要求 10

 9.2 与其他相关专业接口要求 10

10 系统性能要求 10

 10.1 RAMS 要求 10

 10.2 电磁兼容与防雷 10

 10.3 环境适应性要求 11

 10.4 供电要求 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。

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：

城际/市域（郊）铁路列车自主运行控制系统技术要求

1 范围

本文件规定了城际/市域（郊）铁路 GOA3 等级正线运营和 GOA4 等级调车的列车自主运行控制系统总体要求、系统结构及设备构成、典型运营场景、系统功能、系统接口要求和系统性能要求等内容。

本文件适用于基于CTCS2+ATO列控系统的城际/市域（郊）铁路的列车自主运行控制系统的系统设计、产品研发、检测检验、运用等。

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 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 21563 轨道交通 机车动车组设备 冲击和震动试验
- 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：机车动车组 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 机车动车组电子装置
- GB/T 32347.3 轨道交通 设备环境条件 第3部分：信号和通信设备
- GB/T 50262-2024 铁路工程术语标准
- TB/T 454.1-2021 铁路通信信号词汇 第1部分：铁路信号词汇
- TB/T 1433.1 铁路信号产品环境条件 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 铁路通信信号产品的绝缘耐压
- TB/T 3027 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 3498 铁路通信信号设备雷击试验方法
- TB/T 3547 铁路信号安全数据网
- TB/T 3598.1 市域（郊）铁路列控系统技术要求 第1部分：CTCS2+ATO系统
- TB 10180 铁路防雷及接地工程技术规范

3 术语和定义

GB/T 50262-2024、TB/T 454.1-2021 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动化等级 *grade of automation*

根据运营工作人员和系统所承担的列车运行给定的基本功能的责任划分，确定的列车运行的自动化水平。

[来源：GB/T 32590.1-2024, 3.1.7，有修改]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATO：列车自动运行（Automatic Train Operation）

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

BTM: 应答器信息接收单元 (Balise Transmission Module)
CBI: 计算机联锁 (Computer Based Interlocking)
CCS: 控制集中系统 (Control Centralized System)
CSM: 信号集中监测 (Centralized Signal Monitoring)
CTC: 调度集中 (Centralized Traffic Control)
CTCS: 中国列车运行控制系统 (Chinese Train Control System)
DMI: 人机界面单元 (Driver-Machine Interface)
GOA: 自动化等级 (Grade of Automation)
GSM-R: 铁路数字移动通信系统 (Global System for Mobile communications for Railways)
LEU: 地面电子单元 (Lineside Electronic Unit)
LTE: 长期演进 (Long Term Evolution)
MTBF: 平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failure)
MTTR: 平均故障修复时间 (Mean Time To Repair)
RAMS: 可靠性、可用性、可维护性、安全性 (Reliability、 Availability、 Maintainability、 Safety)
SCS: 调车控制系统 (Shunting Control System)
SIL: 安全完整性等级 (Safety Integrity Level)
SPKS: 人员防护开关 (Staff Protection Key Switch)
TCC: 列控中心 (Train Control Center)
TCMS: 列车控制管理系统 (Train Control Management System)
TCR: 轨道电路信息接收单元 (Track Circuit Reader)
TDCS: 列车调度指挥系统 (Train Operation Dispatching Command System)
TIS: 列控联锁一体化系统 (Train Control and Interlocking Integration System)
TSRS: 临时限速服务器 (Temporary Speed Restriction Server)

5 总体要求

5.1 运用要求

- 5.1.1 城际/市域(郊)铁路列车自主运行控制系统(以下简称列控系统)是以CTCS2+ATO架构为基础,融合全息感知信息,建立运行控制自主决策,实现列车自主防护和自动驾驶,并满足自动化等级GOA3级正线运行、GOA4级调车作业的控制系統。
- 5.1.2 列控系统应满足城际/市域(郊)线路的安全、高效和可靠运行的要求。
- 5.1.3 列控系统应满足列车公交化运营的需求。
- 5.1.4 列控系统应满足单线及多线的大小交路混合运行、大站停和站站停混合运行,以及不同编组 and 不同性能参数的列车混合运营的需求。
- 5.1.5 列控系统应与其他系统,包括动车组、通信、供电、站台门、车站设备监控、环境与通风和防灾报警等接口,并进行信息联动。
- 5.1.6 列控系统应具备良好的可扩展性,能够适应列车、线路和车站数量的变化。
- 5.1.7 影响列控系统正常运营的设备应冗余配置。

5.2 功能要求

- 5.2.1 列控系统基本功能应符合TB/T 3598.1中的功能要求。
- 5.2.2 列控系统应具备全息感知功能,全息感知设备宜采用图像、红外、雷达等多种组合方式实现,能检测列车运行状态信息、前方障碍物信息、线路状态信息、自然环境等信息。
- 5.2.3 列控系统应具备列车休眠及唤醒、扣车、无人自动发车、全无人自动折返及自动换端功能。
- 5.2.4 列控系统应具备车门/站台门故障时的对位隔离控制功能,在车门/站门联动功能正常时,列控系统应具备车门/站台门未关闭时的远程再次关门功能。
- 5.2.5 列控系統在折返站和终到站应具备清客工况下的开关门控制功能。
- 5.2.6 列控系统应设置紧急关闭按钮、人工防护按钮,能根据按钮状态实现防护控制功能。
- 5.2.7 列控系统应根据站台火灾应急指令进行安全防护。

- 5.2.8 列控系统应具备站台未精确停车时的再次自动对标停车功能。
- 5.2.9 列控系统应具备 GOA3 等级下的列车正线自动运行功能、全无人折返及自动换端等功能，应支持在动车段/所内 GOA4 等级自动调车功能。
- 5.2.10 列控系统应具备故障联动功能，当检测到区间失电、区间火灾、区间水灾等线路故障时，应自动或经人工确认后向车载设备及轨旁设备输出紧急制动、扣车等指令，防止后续列车进入故障区域。
- 5.2.11 列控系统运行模式应具备列车蠕动驾驶模式。当与动车组接口故障导致控制命令阻塞，或发生其他相关类型故障，经调度确认后，系统应可以进入蠕动模式，车载 ATP/ATO 应控制列车低速运行至站台或指定安全区域。
- 5.2.12 列控系统的自动化等级应根据其运营线路区段的不同做出选择，由用户根据自身的运营场景需求及线路既有特征选择不同的自动化等级的功能，自动化等级应符合以下要求：
- a) GOA2：半自动列车运行。司机在司机室监视路况、遇险停车。系统自动完成列车的加速和制动并持续监控列车速度。列车安全离站，包括确保车门关闭，由运营人员完成（车门的开合可由系统自主完成）。
 - b) GOA3：有人值守列车自动运行。列车前端司机室不配置司机，而是在 GOA2 基础上增加其他措施来监视路况、遇险停车。列车上应有运营人员。列车安全离站，包括确保车门关闭，可由运营人员完成，也可由系统自动完成。
 - c) GOA4：无人值守列车自动运行。列车不配置运营人员，而是在 GOA3 基础上增加其他措施。列车安全离站包括确保车门关闭，且应由系统自主完成。运输管理及指令/控制系统应支持对危险情况和紧急事件的监测和处理，例如对乘客的紧急疏散。某些险情和紧急事件（例如列车脱轨或探测到烟雾或火灾）发生时，运营人员可接入干预。

6 系统构成

- 6.1 列控系统基于 CTCS2+ATO 列控系统结构，应由地面设备和车载设备构成。
- 6.2 地面设备包括 TSRS、轨道电路、应答器、LEU、SCS、CCS、地面感知设备等，宜采用列控联锁一体化设备 TIS，也可采用 TCC、CBI 独立设置，动车段/所宜设置 SCS，应设置 CCS。系统结构如图 1 所示。
- 6.3 车载设备包括 ATP、ATO、车载感知设备等，其中 ATP 包括主控单元、休眠唤醒单元、TCR、BTM、数据记录单元、列车接口单元、DMI 和测速测距单元等；ATO 包括主控单元、列车接口单元、无线传输单元等。
- 6.4 外部设备应包括 CTC、站台门、集中监测设备等。

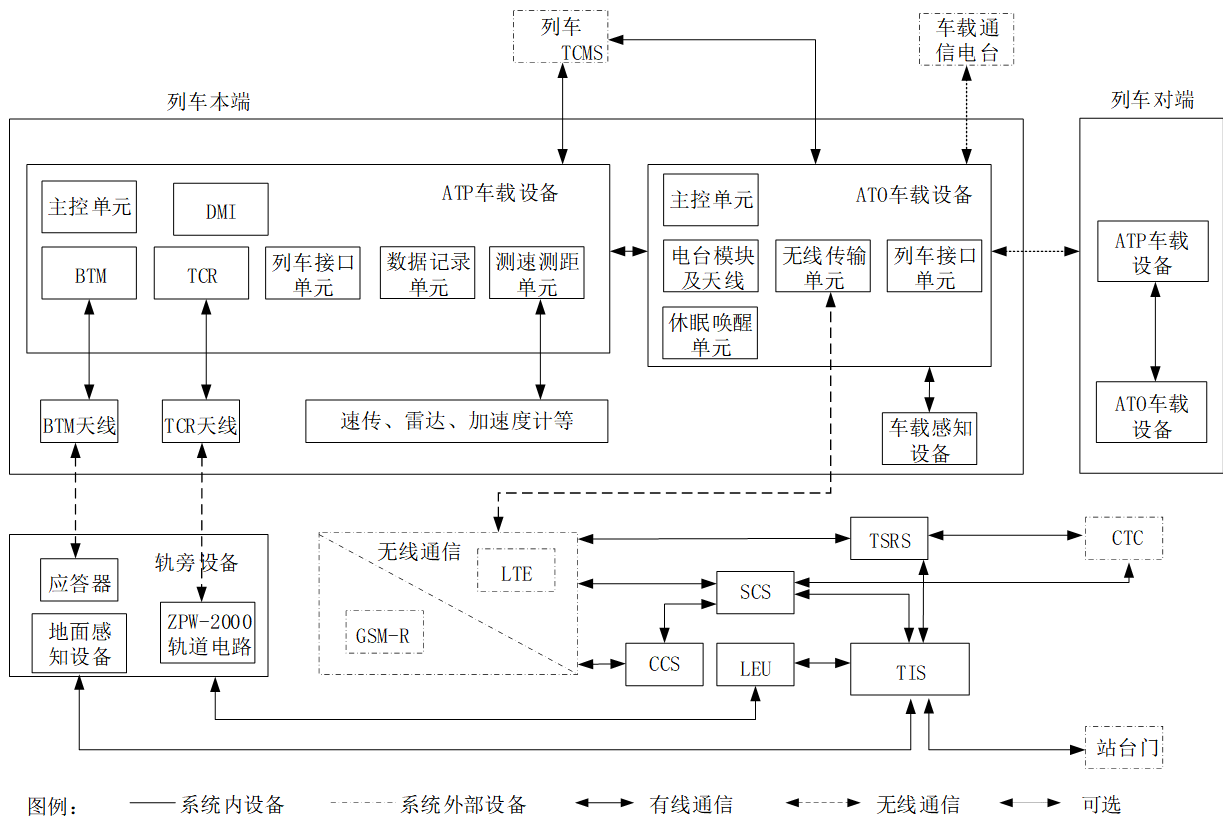


图1 系统结构示意图

7 典型运营场景

7.1 GOA2 等级运营场景

GOA2等级运营场景应包括注册与启动、注销与关闭、进出动车段、列车自动运行、车门/站台门联动及防护控制、列车运行自动调整、自动过分相等典型场景，各运营场景流程应符合 TB/T 3598.1 中的相关规定。

7.2 GOA3 等级运营场景

7.2.1 列车唤醒

7.2.1.1 调度中心可远程自动向位于预定停车位置（动车段/所存车线、正线存车线）上的列车发送唤醒命令。

7.2.1.2 列车远程唤醒后应自动完成上电自检、列车静态测试和动态测试，测试完毕后，列控系统应根据计划控制列车自动运行驶出，投入运营。

7.2.1.3 列车自检失败、静态测试失败或动态测试失败等自检结果存在故障时，则认为列车唤醒失败，应结束唤醒过程，车载设备应向中心发送唤醒失败警告信息，不允许动车。

7.2.2 驶出动车段/所

7.2.2.1 动车段/所控制集中系统 CCS 根据用车需求制定派班及运转计划，应自动触发办理出库列车进路。

7.2.2.2 车载设备应根据地面允许码以部分监控模式自动发车运行，通过地面布置的应答器信息后，升级为自动运行控制模式控车驶出动车段/所。

7.2.2.3 自动运行控制模式下，自主感知设备应实时检测线路障碍物，并将检测异常结果发送给 ATO 设备。

7.2.2.4 当列车因突发故障或自主感知到前方障碍物无法正常驶出，应支持 CCS 取消列车计划。

7.2.3 投入及停止正线服务

7.2.3.1 投入正线服务

列车投入正线服务，应符合如下要求：

- a) 调度中心根据计划运行图自动分配车次号，向列车发送“正线服务”工况指令。
- b) 车载设备收到“正线服务”工况指令后，向动车组 TCMS 发送该工况指令，动车组 TCMS 控制照明、空调或电热打开。
- c) 列车正线运行时以自动运行控制模式控车，自主感知设备实时检测线路障碍物，并将检测异常结果发送给 ATO 设备。

7.2.3.2 停止正线服务

列车停止正线服务，应符合如下要求：

- a) 根据计划运行图检查到结束当前计划任务的列车完全进入存车线后，自动将该列车设置为退出正线服务车，并向列车发送“停止正线服务”指令。
- b) 车载收到“停止正线服务”指令后，向动车组发送停止正线服务工况指令，由动车组兼顾节能及入段作业需求，关闭部分照明、空调或通风。

7.2.4 自动过分相

自动过分相失效时，车载设备应提示报警，并将信息发送给调度中心。

7.2.5 计划通过

当需要运营调整作业或者发生站台火灾等情况时，行调人员应通过操作调度中心行调工作站设置通过计划，调度中心将前方车站通过信息根据运行计划信息发送给车载设备。车载设备根据接收的通过计划控制列车通过站台不停车。

7.2.6 湿轨模式

7.2.6.1 列控系统应具备湿轨模式功能，支持雨雪等湿轨条件下列车运行。

7.2.6.2 湿轨模式应结合当地气候条件、线路敷设方式、线路曲线坡度、列车运行速度等因素分级设置，强化列车增大行车间隔、降低运行速度等安全防护。

7.2.6.3 湿轨模式下应降低最不利条件下的可保证紧急制动率、牵引加速率和制动减速率等参数，并在保证安全下兼顾运营效率。

7.2.6.4 调度中心应接收车载设备反馈的空转打滑状态信息，确认后应下达临时限速及湿轨模式确认信息，车载设备应响应临时限速信息，并调整控制列车运行。

7.2.7 自动进站

7.2.7.1 自动模式进站时，列控系统应检查移动授权是否满足进站停车条件、SPKS 开关未按下、站台门关闭、紧急停车按钮未按下等条件，并按运营停车点对标停车。

7.2.7.2 自动模式进站时，自主感知设备应实时监控线路及轨旁的设备、人员、障碍物等信息，并将结果发送给车载 ATO 设备。

7.2.7.3 当未能精确停车时，车载设备应支持与动车组配合实现再次自动对标停车。

7.2.8 站台发车

车载设备应控制列车进站停车，完成自动开关门作业后，调度中心从列车在站台停稳后开始计时，停站时间到后，列车应自动从站台发车。

7.2.9 车门及站台门控制

7.2.9.1 列车应根据调度中心发送的停站时间，自动开关车门和站台门。

7.2.9.2 当车门夹人或者异常未能关闭时，动车组开闭车门三次后仍未关闭，应由站台人员确认可以关门后，按压站台关门按钮，车载设备根据接收到的命令输出关车门和站台门命令。

7.2.10 自动折返及自动换端

- 7.2.10.1 自动换端时，应保持车门处于打开状态。
- 7.2.10.2 自动折返时，应保持车门处于关闭且锁闭状态。
- 7.2.10.3 自动折返及自动换端时，两端车载设备应实时保持通信链接。
- 7.2.10.4 自动折返换端时，自主感知设备应实时监控轨道障碍物、道岔状态等信息，并将结果实时反馈给车载ATO设备。

7.2.11 终点清客

在折返站和终到站（含临时清客站台）车载设备应能自动触发清客，提醒车上乘客下车。

7.2.12 驶回动车段/所

- 7.2.12.1 调度中心应根据回库计划自动触发驶回动车段/所停车存车线进路。
- 7.2.12.2 联锁应在接收到驶回动车段/所停车存车线进路办理请求并检查联锁条件满足后，为列车办理驶回动车段/所停车存车线进路。
- 7.2.12.3 列车驶回动车段/所过程，自主感知设备应实时监控检测障碍物信息，并将异常结果发送给车载ATO设备。
- 7.2.12.4 列车进入动车段/所时，车载设备应自动向动车组TCMS发送鸣笛指令。
- 7.2.12.5 车载设备接收到移动授权后，应按照授权行驶到动车段/所停车存车线停车，准备休眠。

7.2.13 休眠（存车线）

- 7.2.13.1 列车应在休眠区域，包括动车段/所存车线、检修线以及正线存车线、折返线完成休眠。休眠方式应包括中心远程（计划）自动休眠及司机按压休眠按钮休眠。
- 7.2.13.2 车载设备应根据休眠指令控制列车进入休眠，动车组与车载设备断电。

7.2.14 清扫

动车组停止正线服务回检修线停稳后，车载设备应根据调车计划中的清扫信息，发送列车进入清扫工况同时切除牵引和制动输出，保证工作人员进入列车过程中列车不会移动。

7.2.15 远程控制

- 7.2.15.1 列控系统应能接收车载设备发送的动车组故障信息，并提示报警。
- 7.2.15.2 列控系统可根据人工操作向车载设备发送远程复位或远程旁路命令。
- 7.2.15.3 列控系统宜具备对动车组的其他远程控制功能，包括远程控制列车打开/关闭照明、远程控制列车实施/缓解停放制动、远程控制列车升/降受电弓、远程控制列车合/断主断路器、远程控制列车调节空调模式等。

7.2.16 设备故障降级运用

- 7.2.16.1 列控系统应具有故障降级运用能力。系统、子系统、设备故障排除后，应具有尽快复原执行预定功能的能力。
- 7.2.16.2 列控系统降级情况下的监控范围、响应时间、通过能力、折返能力及出入动车组段/停车场能力应满足列车安全运行的需要。

7.3 GOA4 等级典型运行场景

7.3.1 调车作业

7.3.1.1 调车作业场景

动车段/所内GOA4级调车作业场景应包括进入自动调车模式、自动调车运行、退出自动调车模式、调车自动折返及换端、故障处理等主要场景。

7.3.1.2 进入自动调车模式

调车作业开始前，车载设备应首先进入自动调车模式。应符合如下要求：

- a) 车载设备呼叫调车控制系统SCS，完成车载设备注册。

- b) SCS 在完成车载设备注册后，向调度系统发送车载设备状态信息。
- c) 调度系统向 SCS 下发已注册调车的调车计划，调车计划信息应包括：出发股道、出发时刻、到达股道、到达时刻。
- d) SCS 将接收的调度计划发送至车载设备。
- e) 车载设备根据接收的调车计划，当满足调车作业条件（位置、时间）时，提前向 SCS 发送调车申请及位置信息。
- f) SCS 检查车载设备位置与调车计划出发位置是否一致，检查当前时间是否满足调车计划出发时刻要求，如果检查不通过，拒绝调车请求，并向车载设备发送禁止调车信息，并通知调度系统。
- g) 如果检查通过，则向调度系统发送调车计划执行中，并向车载设备发送允许进入“自动调车模式”信息。
- h) 车载设备接收允许进入“自动调车模式”信息后，进入自动调车模式，并向 SCS 报告列车已处于自动调车模式。
- i) SCS 向调度系统报告车载设备已进入自动调车模式，调度系统显示车载设备已进入自动调车模式。

7.3.1.3 自动调车运行

列车进入自动调车模式后，列控系统应为调车生成调车行车许可，控制调车行驶到指定位置，应符合如下要求：

- a) 当车载设备进入自动调车模式后，调度系统自动触发到相应位置的调车进路。
- b) SCS 根据从 CBI 接收的地面状态信息、从当前车载设备接收的车载状态信息以及前行调车的位置信息，为当前车载设备计算调车行车许可，并发送至车载设备。
- c) 车载设备根据接收的调车行车许可、当前时间、调车计划出发时间、自主感知到的障碍物信息等，自动控制调车行驶到指定位置且停稳停准后，向 SCS 发送停稳停准及位置信息。
- d) SCS 检查车载设备停稳停准状态及停车位置与调车计划到达位置的一致性，当检查未通过，报告调度系统自动调车失败。
- e) 当检查通过时，向调度系统报告自动调车成功并通知车载设备退出调车模式。
- f) 调车过程中，车载设备向 SCS 报告调车状态信息，SCS 转发至调度系统，调度系统显示调车状态信息，包括：
 - 1) 车载设备已进入或退出自动调车模式；
 - 2) 车载设备正在自动调车中（调车计划执行中）；
 - 3) 车载设备自动调车成功或失败。

7.3.1.4 退出自动调车模式

当完成调车作业时，列控系统应能自动控制车载设备退出自动调车模式，应符合如下要求：

- a) 当 SCS 判断调车完成调车作业时，向车载设备发送退出自动调车命令。
- b) 车载设备退出自动调车模式，转入待机模式，并关闭与 SCS 通信会话。
- c) SCS 结束与车载设备通信会话后，注销调车信息并通知调度系统。

7.3.1.5 调车自动折返及换端

调车自动折返及换端应符合如下要求：

- a) 在自动调车模式下，调度系统提前向 SCS 下发相应调车的折返计划。
- b) SCS 向车载设备转发折返计划。
- c) 车载设备根据折返计划及调车行车许可自动运行至指定位置，期间自主感知设备实时判断前方障碍物信息。
- d) 车载设备判断停稳停准后，控制本务端车载设备退出自动调车模式。
- e) 车载设备自动开启另一端驾驶台，呼叫 SCS 建链，进入自动调车模式，完成调车折返及换端。

7.3.1.6 故障处理

调车过程中，车载设备监督到设备故障，应施加紧急制动停车，等待人工上车处理。

7.3.2 自动洗车

GOA4等级下，列控系统应具备自动洗车功能，应符合如下要求：

- a) 调度系统根据洗车计划发送对应列车的洗车工况信息，自动触发至洗车线的进路。
- b) 车载设备控制列车按调车行车许可，以车速不超过 3km/h 进行洗车。
- c) 洗车过程自主感知设备实时监控洗车线设备及线路状态并实时进行反馈。
- d) 洗车完毕后，调度系统根据洗车计划自动触发回到存车线的进路，车载设备控制列车回到存车线。
- e) 洗车过程中，车载设备故障或洗车机故障时，施加紧急制动停车，并进行报警。

8 系统功能

8.1 ATO 设备功能

8.1.1 ATO 设备应具备与感知设备接口，并在控制决策时使用感知设备相关信息。

8.1.2 ATO 设备应具备 GOA3 等级下列车唤醒、驶出动车段/所、投入及停止正线服务、自动过分相、计划通过、湿轨模式、自动进站、站台发车、车门及站台门控制、自动折返及换端、终点清客、驶回动车段/所、休眠，以及 GOA4 等级下自动调车、自动洗车等功能。

8.2 自主感知功能

8.2.1 列控系统应具备自主感知功能，应由车载感知设备和地面感知设备共同实现。

8.2.2 车载感知设备应具备以下功能：

- a) 车载感知设备使用多传感器，包括激光雷达、摄像头等。
- b) 车载感知设备支持多传感器数据融合，对不同传感器的数据实时整合。
- c) 车载感知设备具备测速测距功能，实时计算列车运行速度、距离等信息。
- d) 车载感知设备能至少检测并识别人、动车组、轨道、障碍物和信号设施等 5 类目标物，具备实时感知监测和追踪能力。
- e) 车载感知设备能实时识别铁路标志标牌，包括百米标、车挡表示器、断标/合标、禁止双工、遮断信号机等常见标志标牌。
- f) 车载感知设备能与列车接口，接入感知列车自身状态信息。

8.2.3 地面感知设备应具备以下功能：

- a) 地面感知设备使用高分辨率传感器，如激光雷达或摄像头，检测轨道状态、道岔状态、信号设施状态。
- b) 地面感知设备具备线路灾害、风雨雪等环境信息接入感知能力。

8.2.4 车载感知设备与地面感知设备应冗余设计，并满足故障-安全原则。

8.2.5 列控系统应具备感知决策功能，应能融合车载感知设备与地面感知设备的感知信息，具备车载设备运行安全防护决策功能。

8.3 TIS 设备功能

8.3.1 列控系统宜采用列控联锁一体化设备 TIS 实现车站联锁、区间闭塞及有源应答器控制等功能，也可采用列控中心与联锁设备独立设置。

8.3.2 TIS 设备应能根据管辖范围内各列车位置、联锁进路状态以及临时限速状态等信息，完成轨道电路编码、区间信号机点灯、区间占用检查防护、区间方向控制、有源应答器报文控制、站台门控制及防护等功能，向列车提供其所需的线路数据及运行许可。

8.3.3 TIS 相对于 CTCS-2+ATO 列控系统中列控中心设备及联锁设备应增加以下功能：

- a) 增加 SPKS 按钮及紧急停车按钮的采集及防护功能。
- b) 支持线路终端折返区渡线道岔的单动控制，实现列车高性能折返功能。
- c) 支持与自动化洗车机接口控制，具备 GOA4 下的自动洗车联动控制功能。

8.3.4 TIS 设备应能够与 TSRS、ZPW-2000、邻站 TIS 或 TCC 及 CBI、CTC/TDCS、CSM 等系统或设备接口，并应遵循规定的通信协议和接口规范。

8.3.5 TIS 设备的硬件结构应实现模块化和标准化，软件的逻辑功能和基础数据应具有独立性。

8.3.6 TIS 设备应具备自诊断和故障报警等维护诊断功能，并可通过列控维护数据网提供远程维护支持。

8.3.7 TIS 设备应具备信号、道岔、进路、下坡道接车延续进路、到发线出岔等基本联锁功能，应具备平面溜放调车、非进路调车等特殊联锁功能，应具备自动闭塞、半自动闭塞和自动站间闭塞功能，其功能要求应符合 TB/T 3027 的规定。

8.3.8 TIS 设备应具备通过通信方式实现自动闭塞、半自动闭塞/自动站间闭塞的功能，当 TIS 设备与相邻站系统或设备不具备通信条件时，应通过电子执行模块与相邻站接口实现半自动闭塞/自动站间闭塞的功能。

8.3.9 TIS 设备应根据进路信息、临时限速信息和应答器报文定义原则对应答器用户数据进行实时组帧，生成应答器用户报文。按照应答器传输系统设备的技术条件要求对应答器用户报文进行实时编码，生成应答器报文。应确保应答器用户报文的组帧和应答器报文的编码安全性和编码的实时性。

8.4 SCS 功能

8.4.1 动车段/所宜设置 SCS 支持实现动车段/所 GOA4 级自动调车控制。

8.4.2 SCS 通过与调度系统、TIS、车载设备接口，应支持实现动车段/所 GOA4 级自动调车控制。

8.4.3 SCS 应具备车载设备的注册、注销，并将车载设备状态信息发送给调度系统的功能。

8.4.4 SCS 设备应根据调车进路信息、前方线路状态、列车位置以及前车安全尾端位置，实时计算移动授权并发送至车载设备。

8.4.5 SCS 设备应具备接收调度系统发送的调车计划及调车折返计划，并转发至车载设备的功能。

8.4.6 SCS 设备应具备与车载设备通过 GSM-R、LTE、5G 实现车地双向通信。

8.5 CCS 功能

8.5.1 动车段/所应设置 CCS 实现调车计划调整及计划发送的功能。

8.5.2 CCS 设备应具备 GOA4 等级下的调车相关工况及调车计划关联控制功能。

8.6 相关设备功能

8.6.1 信号集中监测系统应在原有基础上增加站台门相关的监测信息。

8.6.2 CTC 系统应在原有功能基础上增加以下功能：

- a) CTC 应周期性向车载设备发送对应站间的运行计划信息及站台的折返计划信息。
- b) CTC 应能根据收到的列车运行车次号、运行时分、系统工作模式等信息，实时管理在线列车。
- c) CTC 应接收列车停稳、停准信息，作为进路办理的条件之一。
- d) CTC 应增加站台门状态，区间计划运行时分、列车运行状态信息（含计划使用情况、ATO 驾驶策略等信息）及 TSRS 连接状态等信息。

9 系统接口要求

9.1 内部接口要求

9.1.1 列控系统内部接口可包括：

- a) TIS 与 CTC 的接口，通过铁路信号安全数据网连接，采用安全协议实现。
- b) TIS 与 TSRS 的接口，通过铁路信号安全数据网连接，采用安全协议实现。
- c) 车地通信设备与地面设备、车载设备的接口，通过无线网络连接，采用安全协议实现。
- d) 车载设备内部接口，包括 ATO 设备与 ATP 设备的接口等，采用安全协议实现。
- e) 自主感知设备与 ATO 设备接口，采用安全协议实现。

9.1.2 列控系统内部接口可分为安全接口和非安全接口。安全接口应符合故障-安全原则，包括联锁与 ATP 地面设备的接口、联锁与现场设备的接口、ATP 系统内部的车地通信接口等。

9.2 与其他相关专业接口要求

9.2.1 列控系统应提供与其他机电设备专业系统的接口，包括动车组、通信、供电、站台门、车站设备监控、环境与通风和防灾报警等系统的接口。

9.2.2 列控系统外部接口应采用开关量接口、串行接口、网络接口以及可能的模拟量接口等。

9.2.3 系统的列车自动防护系统或自动停车车载设备与动车组相关设备的重要接口应为安全性接口。

10 系统性能要求

10.1 RAMS 要求

10.1.1 安全性要求

10.1.1.1 既有系统安全性应符合 TB/T 3598.1 和 GB/T 21562 的规定。

10.1.1.2 自主感知设备应达到安全完整性等级 SIL2 级要求。

10.1.1.3 SCS 和 CCS 应达到安全完整性等级 SIL2 级要求。

10.1.1.4 列控系统信息安全防护应符合 GB/T 22239 的规定。

10.1.1.5 列控系统安全信息传输应符合 GB/T 24339 的规定。

10.1.2 可靠性要求

10.1.2.1 电源设备的 MTBF 不应小于 10^5 h。

10.1.2.2 地面设备的 MTBF 不应小于 10^5 h。

10.1.2.3 车载设备的 MTBF 不应小于 10^5 h。

10.1.2.4 地面有线网络设备的 MTBF 不应小于 10^5 h。

10.1.2.5 车地移动通信设备的 MTBF 不应小于 2×10^4 h。

10.1.2.6 ZPW-2000 轨道电路单台电子设备的 MTBF 不应小于 1.5×10^5 h；构成冗余的发送器、接收器的 MTBF 不应小于 1×10^6 h。

10.1.3 可维护性指标

10.1.3.1 车载设备的 MTTR 不应大于 30 min。

10.1.3.2 中心设备的 MTTR 不应大于 45 min。

10.1.3.3 车站设备的 MTTR 不应大于 45 min。

10.1.3.4 轨旁设备的 MTTR 不应大于 4 h。

10.1.3.5 非轨旁的车地通信设备的 MTTR 不应大于 30 min。

10.1.4 可用性指标

列控系统整体可用性指标不应小于 99.999%。

10.2 电磁兼容与防雷

10.2.1 列控系统的雷电防护应满足 TB/T 3074 的规定。

10.2.2 列控系统的雷达防护实验方法应满足 TB/T 3498 的规定。

10.2.3 列控系统的接地应满足 TB 10180 的规定。

10.2.4 列控系统绝缘耐压应满足 TB/T 1448 的规定。

10.2.5 列控系统电源输入的绝缘电阻不应小于 $25\text{M}\Omega$ 。

10.2.6 列控系统的车载设备的电磁兼容性能应满足 GB/T 24338.4 的规定。

10.2.7 列控系统的地面设备的电磁兼容性能应满足 GB/T 24338.5 的规定。

10.3 环境适应性要求

10.3.1 设备正常工作时的温度、湿度及平均气压条件应符合 TB/T 1433.1 的规定。

10.3.2 在列车安装的车载设备振动要求应符合 GB/T 21563 的规定。

10.3.3 在列车安装的车载设备环境要求应符合 GB/T 25119 的规定。

10.3.4 在地面安装的地面设备振动要求应符合 TB/T 1433.1 和 GB/T 32347.3 的规定。

10.3.5 列控系统设备应用于特殊系统关键设备的绝缘电阻和绝缘耐压应符合 TB/T 1447 的规定。

10.3.6 列控系统关键设备的绝缘电阻和绝缘耐压应符合 TB/T 1447 的规定。

10.3.7 铁路信号安全数据网应符合 TB/T 3547 的规定。

10.4 供电要求

10.4.1 列控系统地面设备的供电属于一级负荷，应配备不间断电源。

10.4.2 列控系统车载设备工作电源应通过列车获取。
