重庆市工程建设标准

重庆轨道交通列车控制系统(CQTCS)标准

Standard for ChongQing rail transit Train Control System

DBJ50/T-250-2016

主编单位:重庆市轨道交通(集团)有限公司
批准部门:重 庆 市 城 乡 建 设 委 员 会
施行日期:2017 年 2 月 1 日

2016 年 重 庆

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发〔2016〕68 号

重庆市城乡建设委员会
关于发布《重庆轨道交通列车控制系统（CQTCS）标准》的通知

各区县（自治县）城乡建委，两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设管理局，有关单位：

现批准《重庆轨道交通列车控制系统（CQTCS）标准》为我市工程建设推荐性标准，编号为 DBJ50/T-250-2016，自 2017 年 2 月 1 日起施行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理，重庆市轨道交通（集团）有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会

2016 年 12 月 14 日

前　言

根据重庆市城乡建设委员会《关于下达2014年重庆市工程建设标准制订修订计划(第二批)的通知》(渝建[2014]371号)文件要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国家标准,并在广泛充分征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:1.总则;2.术语缩略语;3.总体要求;4.性能要求;5.系统设计原则;6.功能需求;7.信号系统内部接口要求;8.信号系统对外接口要求;9.设备安装要求;10.电磁兼容防护要求;11.环境条件要求;12.验证测试要求等。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆市轨道交通(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给重庆市轨道交通(集团)有限公司(地址:重庆市渝北区金开大道西段重庆轨道交通大竹林基地,邮编:401120)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人、审查人员

主 编 单 位：重庆市轨道交通（集团）有限公司

参 编 单 位：重庆市轨道交通设计研究院有限责任公司
北京交控科技股份有限公司
中国铁路通信信号股份有限公司
北京交通大学
株式会社日立制作所
中国铁道科学研究院通信信号研究所

主要起草人：仲建华 周庆瑞 黄 钟 吴 明 二川正康
文成祥 尹逊政 王 伟 王 忻 王 健
邓红元 刘 波 刘 超 刘 斌 刘宏杰
刘鲁鹏 何希和 张 强 张德明 张 磊
李兆龄 李贞玉 李 恒 李晓刚 李 铮
李德坤 林 莉 杨旭文 陈小娟 陆启进
武永军 项丽琳 赵红礼 郜春海 郭晓明
唐 涛 黄友能 黄 康

审 查 人 员：肖培龙 张 良 王家杰 刘新平 武 江
郑生全 赵 炜 徐 鼎 蒲晓明

目　次

Contents

1 总 则

1.0.1 为促进重庆市轨道交通线网建设、实现网络化运营并满足重庆轨道交通互联互通的需要，做到以人为本、经济适用、技术先进、资源共享和可持续发展，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市行政区域内，采用同一轨道交通制式的改建、扩建和新建线路列车控制系统的设备招标、系统设计、产品设计、工程建设及验收。

1.0.3 重庆市轨道交通网络化运营应以减少换乘、提高运营服务质量以及优化资源配置为前提，与此相适应的各线信号系统应做到系统共生、资源共享、人机界面统一和无缝切换。

1.0.4 重庆市轨道交通列车控制系统应采用成熟可靠的产品，并优先采用国产化设备。

1.0.5 列车控制系统互联互通除应遵守本标准规定外，尚应符合国家和地方现行有关标准的规定。

2 术语与缩略语

2.1 术 语

2.1.1 跨线运行 inter line operation

列车在独立设置的信号系统控制的轨道线路间运行。

2.1.2 移动授权 movement authority(MA)

列车沿给定的行驶方向进入并在某一特定轨道区段内行车的许可。

2.1.3 CBTC 装备列车 CBTC-equipped trains

装备了 CBTC 系统车载设备且设备处于工作状态的列车。

2.1.4 非 CBTC 装备列车 Non-CBTC-equipped trains

没有装备 CBTC 系统车载设备或者 CBTC 系统车载设备处于不工作状态的列车。

2.1.5 转换轨 transfer track

转换轨是车辆段/停车场与正线连接轨，运营列车在驶入/驶出转换轨时，当条件具备时，进行列车运行控制级别及驾驶模式转换。

2.1.6 区域控制器 Zone Controller(ZC)

地面列车自动控制系统防护子系统，实现移动闭塞、进路安全和临时限速管理等功能。

2.1.7 车载设备 On-board Equipment

安装在列车上，用于实现列车自动监控、列车自动防护、列车自动运行控制的设备统称。

2.1.8 列车运行级别 Train Operation Level

列车装备的信号系统所处的运行级别，包括三个级别，分别为：连续式运行级别、点式运行级别、联锁运行级别。

2.1.9 CBTC 列车 CBTC train

运行在 CBTC 级别下的装备列车。

2.1.10 非 CBTC 列车 Non-CBTC train

不能运行在 CBTC 级别下的装备列车和非装备列车。

2.1.11 混合模式 hybrid mode

CBTC 列车和非 CBTC 列车相互追踪运行。

2.1.12 安全制动模型 Safe braking model

在列车制动停车的过程中,综合考虑最不利因素和可能失效场景,对列车制动性能的分析模型。

2.1.13 连续式列车控制 continuous control level

连续式列车控制(CBTC)级别为信号系统的正常控制方式,基于移动闭塞原理,采用连续速度曲线控制方式,列车车载设备实时监督列车运行。

2.1.14 点式列车控制级别 intermittent control level

点式列车控制级别为系统的降级列车控制方式,基于固定闭塞原理,采用一次模式速度曲线控制方式,列车车载设备实时监督列车运行。

2.1.15 联锁控制级别 CI control level

联锁控制级别为系统的降级列车控制方式,基于固定闭塞原理,司机根据地面信号机的显示行车。

2.1.16 无源应答器 passive balise

无源应答器存储固定信息,当列车经过无源应答器上方时,无源应答器接收到车载天线发射的电磁能量后,把存储在地面应答器中的数据循环发送出去。

2.1.17 有源应答器 active balise

有源应答器通过专门电缆与地面电子单元(LEU)连接,可实时发送 LEU 传送的数据报文。

2.1.18 主应答器 main balise

安装于信号机前方,列车经过时实时发送点式报文内容,用

于点式等级下列车获取点式移动授权。

2.1.19 填充应答器 infill balise

安装于主信号应答器前方，实时发送与进路开放状态相符的报文内容，用于点式等级下预告前方进路开放状态，当前方进路开放时，避免列车在主信号机前制动停车。当本信号机的主信号应答器与下一架信号机的填充应答器合设时，主信号应答器发送本进路及下一条进路开放状态相符的报文内容。

2.1.20 永久限速 permanent speed restriction

由线路结构的物理限制或其他标准所决定的在线路特殊区段的最大允许安全速度。

2.1.21 临时限速 temporary speed restriction

临时限速用于在某些区域提供速度限制。车载 ATP 子系统对临时限速进行监督，保证 CBTC 列车在运行过程中不超过临时限速的速度限制。

2.1.22 最高运行速度 maximum running speed

根据限界、车辆、线路、轨道等条件综合确定的安全运行的最高限制速度。

2.1.23 运行模式相关的限速 mode related speed restriction

在特定运行等级和模式下允许列车运行的最大限速。

2.1.24 特殊控制 special control

当 ZC 不具备给列车计算有效移动授权的条件时，向列车发送特殊控制报文。

2.1.25 有效站台 effective platform

建筑及结构上按站台限界实施的站台区域。

2.2 缩略语

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）

BTM：应答器传输模块（Balise Transmission Module）

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

CI：计算机联锁（Computer Based Interlocking）

DCS：数据通信系统（Data Communication System）

IBP：综合后备盘（Integrated Backup Pan）

IO：输入输出（Input and Output）

ISCS：综合监控系统（Integrated Supervision Control System）

MA：移动授权（Movement Authority）

MAC：介质访问控制层（Medium Access Control）

MMI：人机交互界面（Man Machine Interface）

MMS：维护监测系统（Maintenance Monitoring System）

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

NTP：网络时钟协议（Network Time Protocol）

PHY：物理层（Physical Layer）

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

PSD：车站站台门（Platform Screen Door）

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

SIL：安全完善度等级（Safety Integrity Level）

TCP/IP：传输控制协议/因特网互联协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）

TMS：列车管理系统（Train Management System）

TSR：临时限速（Temporary Speed Restriction）

VID：列车标识号码（Vehicle Identity）

VOBC：车载控制器（Vehicle On-Board Controller）

WGB：车载无线电台（Work Group Bridge）

ZC：区域控制器（Zone Controller）

3 总体要求

3.1 系统基本技术要求

3.1.1 系统应采用 CBTC 制式。

3.1.2 系统应由行车指挥系统和列车运行控制设备等组成，并应设置维护监测系统设备。

3.1.3 系统采用的设备和器材应符合有关现行国家标准或参照有关行业标准的规定执行。

3.1.4 系统应具有高可靠性、高可用性、高安全性和高可维护性。

3.1.5 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合故障导向安全的原则。

3.1.6 系统应满足轨道交通行车组织和运营管理的需要，保证列车运行安全，提高行车效率，改善运营人员的工作条件。

3.1.7 系统应满足电磁兼容相关规范要求。

3.1.8 系统的车载设备严禁超出车辆限界，信号系统的地面设备严禁超出设备限界。

3.1.9 设于高架或地面线路的信号设备应与城市景观相协调。

3.1.10 系统应遵循右侧行车原则。

3.1.11 系统应满足 24 小时不间断运营的要求。

3.1.12 系统的列车运行等级宜分为以下三种：

1 连续式列车控制级别；

2 点式列车控制级别；

3 联锁控制级别。

3.1.13 列车应具有下列驾驶模式：

1 列车自动运行模式(AM);

2 列车自动防护模式(CM);

3 限制人工驾驶模式(RM);

4 非限制人工驾驶模式(EUM)。

AM 模式、CM 模式为列车正常运行模式。

3.1.14 具备 CBTC 级别的区域应覆盖正线(含折返线)、出入段线及各线路之间的联络线。

3.1.15 系统应满足 CBTC 级别和点式列车控制级别下运营列车的跨线运行。

3.1.16 列车从一条线路驶入另一条线路应符合下列规定:

1 当两线均处于相同的控制级别时,应保持列车原有的控制级别及驾驶模式不被降级;

2 当从低控制级别线路进入高控制级别线路时,运营列车满足升级条件时可升级为相应的高控制级别及驾驶模式;

3 当从高控制级别线路进入低控制级别线路时,系统应根据线路边界信息,提前向司机给出相应指示,经司机确认后,可转入 RM 模式运行,在收到即将进入线路的有效控制信息,并满足升级条件时,进行列车运行控制级别和模式转换;

4 除非运营需要,装备列车在跨线运行时可不停车。

3.1.17 系统应具备以下列车速度/列车位置测定功能:

1 装备 ATP 车载设备的列车在 CBTC 区域内应能够确定列车的速度、位置和运行方向;

2 装备 ATP 车载设备的列车进入 CBTC 区域或从故障状态恢复时,列车应具有定位自动初始化功能。

3.1.18 车辆段/停车场内作业应符合以下规定:

1 车辆段/停车场应具有调车作业方式,根据需要也可具有列车作业方式,应符合以下规定:

1)在调车作业方式下,办理调车进路,装备列车应以 RM 驾驶模式由司机手动驾驶运行;

2)在列车作业方式下，办理列车进路，装备列车宜以AM或CM驾驶模式运行。

2 列车由车辆段/停车场进入正线系统监控区域的分界处应设置转换轨。转换轨的计轴区段长度不应小于一个车长，并宜设置在平坡或缓坡的直线区段；

3 列车在车辆段/停车场内运行应具有车组号的跟踪、显示功能。

3.1.19 列车出车辆段/停车场应符合以下规定：

1 车载设备应具备开机自检功能；

2 系统宜在列车进入转换轨前设置轮径校核应答器，并在出段/场前完成自动轮径补偿或自动轮径校验；

3 在由转换轨进入正线之前，应完成列车速度/列车位置的测定；

4 以调车作业方式出车辆段/停车场时，列车应在出车辆段/停车场的转换轨处停车或不停车进行驾驶模式的转换，车载设备应自动或人工转换为CM或AM驾驶模式；

5 以列车作业方式出车辆段/停车场时，列车可在出车辆段/停车场的转换轨处停车或不停车进行驾驶模式的转换，车载设备应自动或人工转换为CM或AM驾驶模式。

3.1.20 列车正线运行应符合以下规定：

1 系统应具备速度防护、间隔防护、车门防护功能；

2 在RM驾驶模式下，司机根据调度命令和地面信号显示驾驶列车，应对车门状态进行监督防护；

3 车载设备在切除状态时，司机应根据调度命令和地面信号机的显示行车。

3.1.21 列车进出站作业应符合以下规定：

1 列车在车站规定的位置停稳后，车载设备应允许打开对应侧车门及PSD；

2 列车在车站停车超出停车窗范围，车载设备应不允许车

门和PSD打开。当列车未至停车位或超出停车位5米(可配置)范围内,司机可在车载设备防护条件下前进或后退,直至停车对位;

3 当列车进站停车时,ATP子系统应保证列车头部进入有效站台时的速度不超过站台的限制速度;列车出站过程中,ATP子系统应保证列车尾部离开有效站台前的速度不超过站台的限制速度;

4 列车折返方式应包括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。

3.1.22 系统中各子系统应具有统一的时钟。

3.1.23 系统应具有自检和自诊断功能,应对控制中心设备、车站设备、轨旁设备、车载设备以及车 地通信设备进行实时监督、记录和故障报警,并宜报警到板级,报警信息应上传至维修中心。

3.1.24 系统硬件和软件应按标准化功能模块进行设计。

3.1.25 预留互联互通信息的综合应用、调度分析及管理决策等的接口。

3.2 系统构成

3.2.1 设备总体布置应符合以下规定:

1 系统按功能分为ATS子系统、ATP子系统、CI子系统、ATO子系统、DCS子系统、维护监测子系统、培训子系统;按构成可分为ATS子系统设备、ZC设备、CI设备、车载ATP/ATO设备、DCS设备、应答器/LEU设备、维护监测设备、培训设备、信号电源、计轴设备、信号机、转辙机等;

2 系统涉及行车安全的数据通道应独立配置;

3 系统设备应按地域配置在控制中心、车站、轨旁、列车、车辆段/停车场、试车线、培训中心和维修中心;

4 培训中心、维修中心宜全线网统筹设置;

5　设备集中站控制区域应根据联锁设备的控制距离确定，设备集中站控制范围不宜超过6km，或控制正线车站数量不宜超过5个。设备集中站宜设置在有道岔车站，无道岔车站宜为非设备集中站；

6　ZC配置数量应保证列车运行间隔及管理列车数量要求，每个ZC控制范围不宜大于10km，控制的列车数量不宜小于30列；

7　设备集中站的联锁控制工作站和ATS子系统的车站控制工作站宜合二为一为现地控制工作站；有道岔车站均应设置冗余配置的现地控制工作站；非设备集中站宜设置ATS车站监视工作站；

8　在控制中心网管室、维修中心应设置DCS网管工作站，对网络进行集中管理；

9　在车站行车控制室的IBP盘上应设置站台紧急关闭/取消按钮、道岔转辙机电流表（仅集中站设置）、相应的表示灯和报警电铃；

10　系统应配置用于非CBTC列车占用检测的计轴设备。

3.2.2　ATS子系统配置应至少符合以下规定：

1　ATS子系统数据传输通道应采用冗余的网络结构方式；

2　控制中心设备应至少包括：

1）在中央控制室设置行车调度员工作站；

2）运行图显示工作站；

3）与控制中心表示屏接口的设备；

4）时刻表/运行图编辑工作站；

5）控制中心模拟/演示室设置培训模拟服务器、培训/演示工作站、学员培训工作站；

6）数据库服务器；

7）应用/通信服务器；

8）网络交换机、路由器等网络传输设备；

9)通信前置机；

10)系统维护工作站；

11)电源设备；

12)防雷设备。

3 车站和车辆段/停车场ATS子系统设备应至少包括下列项目：

1)正线的车站、车辆段/停车场均应设冗余配置的ATS车站级局域网；

2)在设备集中站应设冗余配置的ATS车站级服务器/工作站、冗余配置的网络设备；在非设备集中站宜设冗余配置的ATS车站网络设备；

3)在轮乘室宜设置ATS监视工作站；

4)ATS子系统应具备双通道的热备冗余工作方式，主通道故障时自动切换至备用通道传输数据信息，主备通道的切换应保证数据传输的连续性，系统应保证正确的控制功能；

5)在各站站台的相应位置、转换轨入正线处的适当位置宜设置正向发车计时器，指示列车的发车时刻、进入正线和终到的时刻；

6)在车辆段/停车场宜设置ATS车辆段/停车场车站级服务器及网络设备；

7)在车辆段/停车场的列检库派班室应设置ATS司机派班工作站；

8)在维修中心调度室设置ATS车站级服务器/工作站(当通过车辆段/停车场ATS车站级服务器实现时，该服务器可以不设置)及网络设备，并设置ATS维护工作站及打印机。

3.2.3 ATP子系统配置应符合以下规定：

1 ATP子系统设备应由车站、轨旁设备和车载设备组成；

2 ATP子系统安全计算机平台应采用二乘二取二或三取二冗余结构，二乘二取二或三取二冗余结构的定义应符合现行国家标准《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 20438.6的要求；

3 与ATP子系统进行的安全信息传输应满足现行国家标准《轨道交通 通信、信号和处理系统 第1部分：封闭式传输系统中的安全相关通信》GB/T24339.1及《轨道交通 通信、信号和处理系统 第2部分：开放式传输系统中的安全相关通信》GB/T 24339.2的要求；

4 ATP地面设备配置应满足以下要求：

1）ZC与相邻ZC之间应采用独立的安全冗余信息传输通道；

2）ZC移交区边界要求：移交区边界应与计轴区段边界相对应，移交区长度需考虑制动距离、系统反应时间等因素确定；

3）单个ZC的控制能力应满足以下要求：

a）管理列车数不应小于30列，并保有30%的余量；

b）接口数量能力不应少于连接1个CI、1个ATS及3个相邻ZC。

5 在线路上应设置一定数量的应答器实现列车的定位功能及点式级别控制功能；

6 每列车应头尾两端各设一套冗余ATP车载设备，两端车载设备应自成系统，一端的车载设备控制不依赖于另一端设备。车载设备应至少包括下列项目：

1）车载ATP主机；

2）按钮及表示灯；

3）人机界面显示器；

4）BTM及应答器天线；

5)测速测距单元；

6)与车辆接口单元。

7 在司机控制台上应设置信号人机界面显示器和司机操作的按钮和指示灯。ATP 车载设备的按钮及表示灯应至少包括下列项目：

1)驾驶模式预选按钮；

2)自动折返按钮及表示灯；

3)确认按钮；

4)车载设备切除开关。

3.2.4 ATO 子系统配置应至少符合以下规定：

1 ATO 子系统设备主要由车载设备及地面设备组成；

2 ATO 子系统应采用高可靠性的硬件结构和软件设计，ATO 子系统宜采用冗余结构；

3 ATO 车载设备配置要求：每列车宜头尾两端各设一套 ATO 车载设备，分别与头尾两端的 ATP 车载设备对应，两端车载 ATO 设备应自成系统，一端的车载设备控制不依赖于另一端设备；

4 为实现列车在车站站台和折返线定点停车，应在车站站台和折返线配置应答器等设备；

5 ATO 车载设备的按钮及表示灯包括 ATO 列车启动按钮及表示灯；

6 应按统一原则设置站台停车应答器，保证精确停车需求。ATO 地面设备配置应符合以下原则：

1)对于单向运行站台，从进站方向依次设置精确定位应答器；

2)对于双向运行站台，在站台区段设置双向精确定位应答器。

3.2.5 联锁子系统配置应符合以下规定：

1 应采用高可靠性、高安全性硬件结构和软件设计，以及采

取硬件和软件冗余措施；CI处理设备、驱采设备应采用二乘二取二或三取二硬件冗余安全结构，操作表示设备应采用硬件冗余结构；

2 CI子系统与相邻安全系统间的通信通道应采用安全通信协议，并冗余配置；

3 联锁子系统应由联锁计算机、现地控制工作站、维护工作站设备组成；

4 车辆段/停车场应设置独立的CI系统设备；

5 在有道岔车站应设置实现车站现地操作的相关设备；

6 联锁区分界要求：联锁区边界宜设在一条完整进路（含保护区段）的末端计轴点处。

3.2.6 DCS子系统配置应符合以下规定：

1 DCS子系统应采用统一的、符合国家标准或国际标准的标准协议和接口，包括有线网络和无线网络；

2 DCS传输骨干网络应具备独立的传输通道；

3 DCS子系统中用于车—地之间无线传输媒介的频率若采用工业与信息产业化部无线电管理局规定的非自由频段频率时，应向国家或地方无线电管理部门申请并获取该频段的使用许可证；

4 正线隧道区段无线传输媒介宜采用漏缆；正线高架或地面区段无线传输介质宜采用波导管或漏泄电缆；车辆段/停车场无线传输介质宜采用无线天线。要求选择的传输媒介应符合国家标准或国际标准；

5 无线传输系统应采用双网冗余，且两个网分别采用不同的频率，实现双频冗余覆盖（仅用作车辆段/停车场列车上电自检的无线设备可使用单网单频覆盖）。

3.2.7 维护监测子系统配置应符合以下规定：

1 ATS、ATP、ATO、CI（含车辆段/停车场）等各子系统及电源设备均应具备自身的自诊断和监测报警设备，并在相应的维

护工作站和操作工作站的界面上显示及报警；

2 信号维护监测子系统宜由以下设备构成：

1)车辆段/停车场、各设备集中站、工区、维修中心、控制中心设置的维护工作站；

2)微机监测设备；

3)与其他系统相关接口。

3 维护监测子系统所采用的工作站应达到工业级标准，服务器应达到工业级标准或高性能的商业级标准。

3.2.8 培训设备的构成应有完整的 ATC 模拟系统软件，配置一套典型车站硬件设备并可实现与正线最大设备集中站一致情况下的培训模拟。

3.2.9 信号电源配置应符合以下规定：

1 控制中心、各车站、试车线、车辆段/停车场、培训中心、维修中心的信号设备室均应配置信号电源设备；

2 信号电源设备应采用智能电源屏，同时配置在线式智能 UPS 电源和蓄电池。智能电源屏应具有双路自动切换功能；电源报警信息纳入维护监测子系统；

3 信号电源设备除满足 ATS、ATP、ATO、联锁子系统计算机用的电源外，还应提供信号机、计轴设备、道岔转辙设备、DCS 设备及维护监测子系统的电源以及继电器等的电源；

4 控制中心、车站信号设备包括电动转辙机和信号机等室外设备在内的 UPS 电池后备时间应相同，其供电时间不应小于 30min。

3.2.10 信号基础设备配置应符合以下规定：

1 计轴设备配置应符合以下要求：

1)在整个正线及车辆段/停车场范围内均应设置计轴设备；

2)计轴区段的划分应保证排列平行进路，便于车站作业，并应满足点式级别下系统的追踪间隔要求；

3)站台区应设置为一个计轴区段；

4)出站信号机前方应设置一个长度不大于100m的计轴区段；

5)道岔区与区间的计轴区段应分别设置；

6)折返轨计轴区段不应小于一个车长，且为独立的计轴区段；

7)计轴区段长度不宜小于40m。

2 信号机设备配置应符合以下要求：

1)每个车站列车运行正方向应设置出站信号机；

2)有道岔车站或区间应设置相应的道岔防护信号机；

3)出站信号机可兼作道岔防护信号机；

4)根据需要可设置区间信号机；

5)在有折返作业的进路终端应设置折返阻挡信号机；

6)线路尽头应设置终端阻挡信号机；

7)在转换轨应设置出段/场信号机、进段/场信号机；

8)进、出段/场信号机宜按差置信号机设置；

9)道岔防护信号机采用黄、绿、红三灯位机构LED信号机，且具备引导功能；

10)正线除道岔防护信号机及终端阻挡信号机外，所有信号机均采用绿、红两灯位机构LED信号机；

11)终端阻挡信号机采用红灯单机构；

12)互联互通线路跨线处的信号机不设置引导，采用黄、绿、红三灯位机构LED信号机；

13)车辆段/停车场应根据需要设置相应的调车信号机，调车信号机应采用红、白两灯位机构LED信号机。当段/场内采用列车方式进出场段，应设置相应的出库信号机；

14)试车线列车信号机设置及显示方式应与正线一致；

15)信号机采用常态灭灯方案，在点式控制级别或联锁控制级别下点灯。

3　在有站后折返作业的车站站台宜设置无人自动折返按钮（含表示灯）。

3.3　硬件、软件要求

3.3.1　系统硬件应符合以下规定：

1　系统硬件在按远期站场规模配置的基础上，控制、表示及监视对象均应有30%以上的备用量，机柜应预留一定数量的模块插接位置；

2　各种设备单元的电源连接线不宜采用插头和插座方式；若有设备采用电源插头和插座时，插头和插座应符合现行国家标准的规定；

3　具备功能冗余关系的设备，其中单个设备故障不应影响另一设备的正常工作。

3.3.2　系统软件应符合以下规定：

1　系统软件应由支持软件、应用软件、数据库三部分组成；

2　系统应配置正版软件，并提供许可证或其他相应证明材料；

3　系统应配置防病毒软件、防火墙，但不应降低系统的技术指标；

4　车载ATP电子地图信息应至少包含所运营线路的版本号、线路编号、区段信息、道岔信息、站台信息、折返轨信息、车挡信息、应答器信息、线路数据（线路平纵断面信息）、校验信息；

5　ZC电子地图信息应至少包括：逻辑区段信息、计轴区段信息、进路信息、站台信息、信号机信息、道岔信息、重叠区信息。

3.4　人机界面要求

3.4.1　各线系统人机界面的基本信号元素的形状、颜色、大小宜

统一。

3.4.2 系统人机界面应满足人体工程学的要求。

3.4.3 系统人机界面应采用中文界面。

3.4.4 当人机界面上的信息显示状态发生变化时，中间不应有断续。

3.4.5 系统人机界面应具备在线帮助功能，具有控制步骤的操作，每一步操作结果应在界面上有相应反映，对不可操作指令在操作菜单上应隐含或加以区分。操作控制方式应以使用鼠标和菜单方式为主，键盘或触摸屏为辅。

4　性能要求

4.1　RAMS 要求

4.1.1　系统中涉及安全的 ATP 子系统、CI 子系统、计轴的安全完善度等级应满足 SIL4 级标准。

4.1.2　可靠性主要技术指标应符合以下规定：

1　ATS 系统单设备的 MTBF：MTBF$\geqslant 5\times10^4$h；

2　计算机外围设备的 MTBF：MTBF$\geqslant 5\times10^4$h；

3　电源设备的 MTBF：MTBF$\geqslant 10^5$h；

4　ATP 地面设备的 MTBF：MTBF$\geqslant 10^5$h；

5　ATP 车载设备的 MTBF：MTBF$\geqslant 10^5$h；

6　联锁设备的 MTBF：MTBF$\geqslant 10^5$h；

7　车地通信设备的 MTBF：MTBF$>2\times10^4$h；

8　计轴设备的可靠性应符合以下规定：

1)正确的计轴数平均$\geqslant 1\times10^9$ 轴；

2)无故障工作时间$\geqslant 1.75\times10^5$h。

4.1.3　可维护性主要技术指标应符合下列规定：

1　车载设备的平均故障修复时间：MTTR$\leqslant$30min；

2　控制中心设备的平均故障修复时间：MTTR$\leqslant$45min；

3　车站设备的平均故障修复时间：MTTR$\leqslant$45min；

4　轨旁设备的平均故障修复时间：MTTR$\leqslant$4h；

5　车地通信设备的平均故障修复时间：MTTR$<$30min。

4.1.4　系统的可用性不应小于 99.95%。

4.2 主要技术指标要求

4.2.1 CBTC 级别应满足正线设计追踪间隔不大于 90s 的要求。点式级别应满足正线设计追踪间隔不大于 4min 的要求。

4.2.2 车载设备的测速分辨率不应大于 2km/h；测速误差不应大于 2km/h；在车站站台范围内定点停车的位置最大测量误差不应大于 1m；在区间运行时列车允许的位置最大测量误差不应大于 10m。在折返停车时列车位置最大测量误差不应大于 2m。

4.2.3 AM 驾驶模式下，在车站站台的停车精度为±0.3m 时，列车停在该停车精度范围内的概率不应小于 99.99%；停车精度为±0.5m 时，列车停在该停车精度范围内的概率不应小于 99.9998%。

4.2.4 列车实现无人自动折返的正确率不应低于 99.99%。

4.2.5 因信号系统的原因导致的非期望(不正常)紧急制动发生率应小于 1 次/20 万组公里。

4.2.6 装备 ATP 车载设备的 ATC 系统的主要响应时间应符合下列规定：

1 控制命令反应时间，即命令发出至被控系统开始执行的时间不应大于 1s；

2 车载信号设备自接收到地面信息至完成处理的时间不应大于 0.75s；

3 当车载信号设备识别到涉及行车安全的系统故障时，应立即发出紧急制动命令，且延时不应大于 0.75s。

4.2.7 列车退行的防护要求为：列车在站内退行距离超过规定值(规定值在 0.5m～5m 范围内，可配置)或者列车退行速度大于 5km/h。列车倒溜的防护要求为：列车倒溜距离不超过 0.5m。

4.2.8 车地通信网络性能应符合下列要求：

1 信息传输延迟时间应符合下列规定：

在单网情况下，信息传输的端到端延迟时间不大于150ms的概率不小于98%。

2 信息传输速率应符合下列规定：

1）GOA1/2下车地通信网络为列车运行控制业务每路提供的传输速率上下行分别不小于256kbit/s；

2）GOA3/4下车地通信网络为列车运行控制业务每路提供的传输速率上下行分别不小于512kbit/s。

3 信息传输丢包率应符合下列规定：

在单网情况下，传输丢包率不大于1%。

4 通信中断时间应符合下列规定：

单网通信中断时间不超过2s的概率不小于99.92%。

4.2.9 车地通信信息网络中断超时最大容忍时间不宜超过6s。

4.2.10 DCS的骨干网应采用双向自愈的环形拓扑结构，并应保证环网中一个节点故障后重新配置时间小于50ms。

4.2.11 CI设备应符合现行行业标准《铁路车站计算机联锁技术条件》TB/T 3027和《继电式电气集中联锁技术条件》TB 1774的规定。

5　系统设计原则

5.1　总体设计原则

5.1.1　车载设备与地面设备数据流宜采用以下方式：车载 ATP 分别与地面的 ZC、联锁(CI)子系统和 ATS 子系统进行通信。

5.1.2　线网内车载设备与地面设备的数据流应统一。

5.1.3　车载 ATP 与地面的 ZC、联锁(CI)子系统、ATS 子系统之间的安全通信协议应统一。

5.1.4　地面 ZC 与 ZC 之间的安全通信协议应统一。

5.1.5　线网内车载应答器天线与地面应答器接口应统一。

5.1.6　车载应答器天线与地面应答器的传输报文、内容格式及协议等应统一。

5.1.7　线网内所有的电子地图的编制格式、标准应统一。

5.1.8　车地无线子系统可采用 WLAN 或 LTE 技术。

5.1.9　线网内的所有车地无线子系统应采用同一技术(WLAN 或 LTE)。

5.1.10　车地无线子系统应实现采用同一技术(WLAN 或 LTE)时不同产品间的互联互通。

5.1.11　车地无线子系统的传输报文、内容格式及协议等应统一。

5.1.12　符合本标准的信号设备其互联互通有效性需经过互联互通综合测试平台的测试验证后方可投入使用。

5.2　移动闭塞原则

5.2.1　在 CBTC 级别下，VOBC 应连续的向 ZC 汇报列车位置，

列车汇报的位置应是列车基于车载定位获得的位置，并根据位置信息为列车添加一定的安全包络，以确定列车的安全位置。

5.2.2 在CBTC级别下，应以逻辑区段作为线路的最小划分单位，将计轴区段划分为若干逻辑区段，并基于相互连接的逻辑区段实现线路的描述，ZC应将列车定位等相应的信息以逻辑区段占用/空闲状态的形式发送给联锁。

5.2.3 在CBTC级别下，联锁控制正线室外信号机应灭灯。系统对于点式和联锁级别列车应具备自动室外点灯功能，室外自动点灯的范围为列车前方一定区域内的信号机。

5.2.4 运行级别转换应符合下列规定：

1 列车运行级别的转换，由较低级别升级到较高级别可在满足条件时自动完成，不需要司机确认；但是转换到低级别运行必须得到司机的确认，进行人工转换；

2 当列车离开CBTC区域时，列车应在司机确认的情况下，人工转换为较低的运行级别。

5.2.5 列车间隔防护应符合下列规定：

1 CBTC区域的所有列车都应进行列车安全分隔，系统应支持不同运行级别的列车在线混合运行；

2 正常情况下，安全间隔应基于移动闭塞原理控制。ATP应基于前行列车瞬时停车的安全制动模型实现装备VOBC列车的间隔防护，具体应符合以下规定：

1)当列车运行方向相同，CBTC列车与另一列CBTC列车运行在同一进路或相邻进路的情况下，若进路条件满足、信号处于开放状态，CBTC系统应支持多列CBTC列车以合理的安全间隔，以CBTC级别进行列车追踪；

2)后方CBTC列车的MA延伸至前车安全车尾并应考虑一定的安全防护距离；

3)前方CBTC列车的MA不受后方CBTC列车的影响，按照单列车的方式计算MA。

3　混合模式运行时安全间隔防护应符合以下规定：

1）对于非CBTC列车或区段，其安全间隔防护可通过计轴设备或遵照由运营部门规定的操作程序来实现；系统在支持不同级别列车在线混运的同时，也应支持多列非CBTC列车在点式或联锁级别下运行，在非CBTC列车追踪非CBTC列车的情况下，点式级别列车的MA应按照点式级别运行，联锁级别列车以进路闭塞的方式进行控制；

2）前方列车未装备VOBC或者车载ATP或无线故障时，ZC应识别前方列车所在位置为后方列车提供前方列车所在区域的边界及最不利条件下的列车尾部位置，并应根据此条件，将前车所在计轴区段的相隔一个空闲的计轴区段边界再加上适当的安全保护距离作为MA的终点。

4　站台区域应按照固定闭塞追踪，防止多列车同时进入同一站台区域。系统应仅在PSD关闭且锁闭（或处于互锁解除状态）、紧急关闭按钮未按下、站台空闲、MA宜能保证列车运行至运营停车点停车时控制列车进入站台停车；

5　系统宜在MA满足列车完全出站的条件下才允许列车驶离站台。

5.2.6　列车进入CBTC区域应符合下列规定：

1　在进入CBTC区域前，VOBC应获得CBTC区域边界信息；

2　在进入CBTC区域前，应对VOBC及相应的轨旁设备进行检查，验证是否满足进入CBTC区域的条件，并为操作维护人员提供检查结果信息；

3　除非运营需要，装备VOBC列车在进入CBTC区域时可不停车；

4　列车升级为CBTC级别时，ZC宜能确定列车后方至少一

个物理区段范围内没有其他列车。

5.2.7 列车退出 CBTC 区域应符合下列规定：

1 退出 CBTC 区域之前，VOBC 应获得 CBTC 区域边界信息，并应提前给出相应的指示；

2 满足退出 CBTC 区域条件时，经司机确认后，可转入 RM 模式运行；

3 除非运营需要，装备 VOBC 的列车在退出 CBTC 区域时可不停车。

5.2.8 系统应能判断计轴故障，计轴设备故障不影响 CBTC 列车的正常运营。

5.3 信号机布置原则

5.3.1 车辆段/停车场与正线转换轨信号机布置应符合以下规定：

1 车辆段转换轨处设置出段与进段信号机布置的方式应满足以下规定：

1)当采用差置法布置信号机时，车辆段至正线方向，在转换轨靠近正线位置布置出段信号机。正线至车辆段方向，在转换轨靠近车辆段位置处设置进段信号机；

2)当采用并置法布置信号机时，车辆段至正线方向，在转换轨靠近车辆段处设置出段信号机，距离区段边界或转换轨正线方向计轴 3m 左右；正线至车辆段方向，同样在转换轨靠近车辆段处设置进段信号机，距离区段边界或转换轨正线方向计轴 3m 左右。

2 在停车场与正线的转换轨设置处设置进出场信号机遵循上述第 1 款原则；

3 在进出场/段转换轨信号机设计中，如具备条件，宜采用差置法进行信号机布置。

5.3.2 站台信号机布置应符合下列规定：

1 站台出站方向布置出站信号机，应考虑到司机的瞭望距离，站台出站信号机布置应保证距离停车点不小于 5m，不超过 15m，宜设置 9m；

2 出站信号机出站方向存在道岔的，出站信号机应兼做道岔防护信号机。

5.3.3 道岔防护信号机布置应符合下列规定：

1 根据列车运行方向，在道岔区域前方应布置道岔防护信号机；

2 道岔防护信号机宜布置在道岔岔尖计轴前方 3m 处。

5.3.4 折返区信号机布置应符合下列规定：

1 折返进路终点位置处应布置阻挡信号机；

2 当列车运行方向与折返运行方向一致时，在折返进路的尽头处（距离计轴 3m 处）应布置正向阻挡兼区间信号机；

3 当列车运行方向与折返运行方向相反时，在折返进路的尽头处（距离计轴 3m 处）应布置反向阻挡信号机。

5.3.5 根据线路通过能力分析结果，在站间列车追踪能力不满足需求的区间线路上，应布置区间信号机，并宜距离区间计轴 3m（能力分析提供区间计轴位置）。

5.3.6 在线路尽头，应在距离车档前 3m 处布置阻挡信号机。在线路尽头处为站台和非站台的布置情况均应一致。

5.3.7 不同线路间的联络线应在分界点计轴处设置防护信号机（或虚拟信号机），联络双方线路均应设置一架防护信号机。

5.4 计轴布置原则

5.4.1 车辆段/停车场与正线转换计轴布置应符合下列规定：

1 在转换轨处使用差置法布置信号机时，计轴布置应满足在车辆段与正线交界处，设置用于实现列车升级的转换轨区域。

转换轨区域应由转换轨区段和两端配套的独立区段组成；

2 进段/场信号机前方宜设置独立的无岔区段作为保护区段。

5.4.2 站台区域计轴布置应符合下列规定：

1 站台两端位置应布置用于标识站台区域的计轴，具体布置应符合下列规定：

1)站台计轴应分为出站计轴及进站计轴。沿线路的规定方向（上行/下行），对应的出站侧计轴为出站计轴，出站方向必须布置有出站信号机；对应的进站侧计轴为进站计轴；

2)出站计轴的布置原则应为确定出站信号机的位置后，按照信号机的配套计轴布置原则，确定出站计轴的位置。

2 信号机的配套计轴应符合下列规定：

1)信号机后方应布置用于信号机后方的占用/空闲描述的配套计轴；

2)信号机配套计轴应布置在信号机前方，距离信号机宜为3m。

5.4.3 道岔区域计轴布置应符合下列规定：

1 道岔处计轴的布置应分为单动道岔、双动道岔和交叉渡线三种，布置原则应符合下列规定：

1)单动道岔中，道岔处需要布置三个计轴，分别位于岔尖、定位和反位位置；

2)双动道岔中，需要布置五个计轴，分别位于上行方向的道岔岔前和定位，下行方向的道岔岔前和定位以及道岔中部（单轨可不布置道岔中部计轴）；

3)交叉渡线中，交叉渡线处的计轴布置应根据单动道岔的布置原则，针对存在两组单动道岔重叠的情况，调整计轴布置的位置。对于交叉“双动”道岔的计轴布置，应遵循对称的原则，即计轴与岔心的距离相对于两组道岔的

交汇点应上下对称。

2 道岔处计轴距离道岔岔尖或警冲标的距离不宜小于5m。若岔后计轴与警冲标的距离小于5m时，应将此计轴设置为超限计轴。

5.4.4 折返区计轴布置应符合下列规定：

1 在站外布置折返区(顺向折返、反向折返)时，站外阻挡信号机(阻挡兼通过、反向阻挡信号机)处保护区段内置，车头到折返区终端计轴的距离L1应综合考虑保护区段长度、MA回撤距离等因素，车尾到折返后的防护信号机距离L2应考虑折返后司机的瞭望距离，再加上车长即为此折返区的长度；

2 当信号机前方含有道岔，且L1长度小于保护区段长度时，道岔区段应作为阻挡信号机的保护区段，并应保证车头车尾到两端信号机距离均不小于5m，如果列车在进行折返作业时，该保护区段应与进路同时建立。

5.4.5 联锁区分界计轴布置应符合下列规定：

1 联锁区分界处的计轴布置，应根据所选用计轴系统的设备特性进行布置，对于单个磁头可向两个集中区计轴处理机柜发送信息的计轴系统，在分界处可仅布置一个计轴磁头；

2 对于单个磁头不能向两个集中区计轴处理机柜发送信息的计轴系统，在分界处应布置两个计轴磁头(两个集中区各一个)，且两个磁头应交叉布置，即不应出现被两个集中区计轴系统都没有识别的轨道区段。

5.4.6 线路尽头可不单独布置计轴。

5.4.7 不同线路间联络线应在线路分界处布置计轴磁头，双方线路联锁系统应对联络线附近的计轴区段进行照查。

5.5 应答器布置原则

5.5.1 在转换轨处，应根据信号机的差置或并置布置方式进行

车辆段/停车场与正线转换应答器的布置，应符合下列规定：

1 采用差置法设置转换应答器时，应符合下列规定：

1) 当车辆由车辆段/停车场进入正线时，宜在转换轨前布置两个无源应答器，用于实现列车的轮径校正或轮径补偿；

2) 为了用于列车定位，宜在转换轨设置无源应答器，保证列车通过此应答器时车尾已经进入有效计轴区段；

3) 在转换轨进正线信号机前应布置点式配套的有源应答器及无源应答器。

2 采用并置法时，应答器布置方法应以出场/段信号机为基准进行布置，应符合下列规定：

1) 当车辆由车辆段/停车场进入正线时，宜在转换轨前或内方布置两个无源应答器，用于实现列车的轮径校正或轮径补偿；

2) 在转换轨进正线信号机前应布置点式配套的有源应答器及无源应答器。

5.5.2 站台区域应答器布置应考虑ATO定点停车需求，互联互通线路的站台设计应以可运行在本线路上的最长列车长度进行设计，并考虑可同时投入运营的不同编组列车的情况，因此应根据具体线路情况按下列原则进行适当调整：

1 对于单向停车单向发车站台，应从车站进站方向依次布置无源应答器作为ATO停车位置校正应答器；

2 对于双向停车单向发车站台，在站内应布置无源应答器作为ATO停车位置校正应答器，其中靠站台右边应答器作为车载ATO沿下行方向停车(站台右边停车点)前位置校正应答器，靠站台左边应答器作为车载ATO沿上行方向停车(站台左边停车点)前位置校正应答器；

3 对于双向停车双向发车站台，与双向停车单向发车站台内ATO位置校正应答器的布置原则应一致。

5.5.3 正向通过信号机配套应答器布置应符合下列规定：

1 在具备正向通过能力的信号机(出站信号机、道岔防护信号机、正向阻挡信号机及区间信号机)前方，布置点式配套应答器组：有源应答器及点式配套无源应答器，应保证列车在RM模式下运行时，通过点式配套应答器组，可完成“列车位置定位”及“获得有效的点式MA”，使列车升级到点式级别；

2 主信号应答器与信号机距离应保证列车越过信号机的同时，车载设备能够接收到主信号应答器的信息。主信号应答器到信号机的距离与应答器天线到车头的距离应协调一致，使得列车车头越过信号机时设备刚好可收到MA。由于应答器接收延时的存在，主信号应答器到信号机的距离可适当加大(延迟时间内运行的距离)；

3 有源应答器与无源应答器间的距离，应满足应答器间隔限制。

5.5.4 为满足列车定位的要求，在区间应布置用于定位的无源应答器。两个无源应答器间最大距离应满足即使丢失一个应答器的情况下，测距误差也不会大于最大允许的测距误差。

5.5.5 在区间信号机前方需要布置填充应答器。此填充应答器是为了保证列车在区间的运行效率，当前方信号机为绿灯时，列车通过填充应答器来获得更长的MA终点信息。

5.5.6 不同线路间联络线应在各线防护信号机前布置无源应答器及有源应答器。应答器设备布置应按信号机配套有源和无源应答器设置。

5.6 区段划分原则

5.6.1 车辆段/停车场与正线转换轨区段设置应符合下列规定：

1 在转换轨处，应根据信号机的差置或并置布置方式，进行区段的设计；

2 使用差置法时，在车辆段/场与正线交界处，设置转换轨区域。转换轨区域应由三个连续的计轴区段组成。设置原则同本标准第 5.3.1 条；

3 使用并置法时，转换轨区域的线路区段划分方式应与差置法设置一致，进段/进场信号机位置应与出段/出场信号机位置平行。

5.6.2 保护区段设置应符合下列规定：

1 出站信号机应根据以下原则布置单独的计轴保护区段：

1)对有乘降作业的进路，应在出站信号机前方设置计轴形成保护区段；

2)对于出站信号机前方存在道岔的，应将道岔区段(道岔直、侧向均可)作为出站信号机的保护区段。

2 无需单独设置计轴的保护区段应符合下列要求：

1)尽头线的阻挡信号机，保护区段内置，无需单独设置保护区段计轴；

2)阻挡信号机在站台处(站前折返的情况)，在信号机前方设置保护区段，此时不需增加计轴，与其他计轴共用即可；

3)区间道岔防护信号机原则上不应设独立的计轴区段作为保护区段，保护区段应包含在防护信号机后方的进路中；

4)区间信号机不应设置独立的计轴区段作为保护区段。

5.6.3 折返区段设置应符合下列规定：

1 在站外布置折返区(顺向折返、反向折返)时，站外阻挡信号机(阻挡兼通过、反向阻挡信号机)处保护区段内置，车头到折返区终端计轴的距离应考虑保护区段长度、MA 回撤距离等因素，车尾到折返后的防护信号机距离应考虑折返后司机的瞭望距离，再加上车长即为此折返区的长度；

2 在折返进路的尽头处(宜距离计轴 3m 处)应布置阻挡信

号机；

3　当信号机前方含有道岔，且车头到折返区终端计轴的距离长度小于保护区段长度时，应将道岔区段作为阻挡信号机的保护区段，并应保证车头车尾到两端信号机距离均为5m～10m。

5.6.4　联锁区分界设置应符合以下规定：

1　CI分界与ZC分界宜一致。可将分界划分在出站信号机的保护区段计轴处；也可划分在区间信号机、阻挡信号机、道岔防护信号机对应的计轴处；

2　车辆段/场与正线分界宜划分在出段/场信号机对应计轴处。

5.7　试车线布置原则

5.7.1　每条线路设置一条试车线；试车线设置可采用三站两区间或两站一区间方案，在试车线土建条件满足的情况下，应优先设置三站两区间。

5.7.2　试车线两端的站台应设置为一个站台可进行站前折返，另一个站台可进行站后折返，用于测试折返功能。

5.7.3　从两端向中间布置虚拟站台。虚拟站台布置应符合以下规定：

1　始端虚拟站台作站前折返；从一侧车档起布置，包括站台双向保护区段和站台，其布置原则与正线一致；

2　终端虚拟站台作站后折返；从另一侧车档起布置，第一个区段为折返轨兼模拟进出段，此处不仅应模拟站后折返，同时应模拟列车回段及出段进路。该区段长度同折返轨长度，布置原则与正线一致。

5.7.4　试车线站台信号设备布置应与正线原则一致。

5.7.5　试车线轨道占用空闲设备可采用与正线一致的计轴设备。

6 功能需求

6.1 总体功能要求

6.1.1 系统运行等级及转换应符合以下规定：

1 点式列车控制级别应符合以下规定：

1)应由 ATS、联锁设备来实现进路的自动和人工设置；

2)控制方式与 CBTC 级别下的控制方式应一致；

3)当列车在车站正常停车后，列车出站前，站台区车地通信正常时，车载设备通过连续接收地面信号的状态信息实现闯红灯防护；

4)当站台区车地通信正常时应具备列车车门与 PSD 联动功能。

2 联锁控制级别应符合以下规定：

1)列车应以 RM 或 EUM 驾驶模式运行，司机根据地面信号机的显示行车；

2)应由 ATS 或联锁设备实现进路的自动和人工设置；

3)联锁设备应将部分信号机或全部信号机设置为自动模式。

3 符合下列转换条件时，系统可升级为 CBTC 等级控制列车：

1)VOBC 能够进行测速/定位；

2)VOBC 与 ZC 信息传输通道工作正常；

3)VOBC 接收到 ZC 发送的 MA 信息。

4 VOBC 与 ZC 信息传输通道工作异常或 ZC 故障或人工转换时，系统由 CBTC 等级转换到联锁控制等级。

6.1.2 驾驶模式的转换应符合以下规定：

1 列车驾驶模式等级应由高至低分别为：AM 模式、CM 模式、RM 模式、EUM 模式。驾驶模式由低等级向高等级转换，当低等级速度不高于高等级速度限制要求时列车可不停车；EUM 模式转换到 RM 模式时应在停车状态下转换；

2 在 ATC 控制区内列车驾驶模式由 AM 模式、CM 模式转换为 RM 模式时，应有人工确认提示；

3 各驾驶模式转换车载设备应予以记录和显示。

6.1.3 符合开/关列车车门的条件下，系统应能通过人工选择实现以下三种车门控制方式：

1 人工开门、人工关门；

2 自动开门、人工关门；

3 自动开门、自动关门。当选择“自动开门、自动关门”方式时，人工关门命令优先自动关门指令。

6.1.4 混合模式运行时间隔控制应符合下列规定：

1 对于非 CBTC 装备列车，其安全间隔控制可通过进路闭塞来实现；

2 符合下列条件之一时，系统给后续 CBTC 列车的 MA 应限制到与前方列车间隔一个空闲计轴区段所在区域的边界处：

1）前方为非 CBTC 装备列车时；

2）ATP 地面设备只能通过计轴设备确定前方列车位置时。

6.1.5 列车进入车辆段/停车场应符合下列规定：

1 列车进入车辆段/停车场前，系统应向司机和车辆段/停车场值班员发出列车回库信息；

2 入场/段列车信号机开放后，应在列车进入转换轨后，停车或不停车进行驾驶模式转换；

3 当入场/段列车信号机前方信号机办理调车进路时，列车应自动或人工转换为 RM 驾驶模式，人工驾驶列车在车辆段或停车场内运行；当入场/段列车信号机前方信号机办理列车进路时，

列车应自动或人工转换为 CM 或 RM 驾驶模式，人工驾驶列车在车辆段或停车场内运行。

6.2 ATS 子系统功能要求

6.2.1 控制模式应符合下列规定：

1 系统应提供 ATS 中心控制、ATS 车站控制和非常站控三种控制模式；

2 受控制权限定的操作，当系统处于 ATS 中心控制时，仅控制中心有执行权限；当 ATS 系统中心设备故障后，处于 ATS 车站控制和非常站控时，仅车站有执行权限，并可以取消控制中心设置的相关命令；

3 ATS 子系统应提供控制模式的切换功能，控制模式切换过程不应影响设备已经执行的功能及列车的运行。ATS 子系统控制模式切换应遵循的原则为：非常站控优先于 ATS 车站控制，ATS 车站控制优先于 ATS 中心控制；

4 系统提供的行车调度降级处理功能应符合下列规定：

1）当控制中心故障时，ATS 子系统应能切换至 ATS 车站控制；

2）当控制中心故障恢复后，控制中心 ATS 与车站 ATS 应具备权限交接功能；

3）当车站服务器故障时，现地控制工作站应可切换至非常站控模式，实现车站联锁级控制；

4）当车站服务器故障恢复后，现地控制工作站应可从非常站控模式切换至 ATS 车站控制模式。

6.2.2 工作站操作权限管理应符合下列规定：

1 ATS 子系统应具备用户权限管理功能；

2 ATS 子系统应对所有工作站采取安全、严密的授权管理措施，保证控制命令的输出的正确性和唯一性。只有经过验证的

用户才能具备该工作站的操作权限。

6.2.3 行车信息显示应符合下列规定：

1 ATS子系统应能实时显示全线轨道线路布置图、列车位置信息、列车识别号信息及信号系统主要轨旁设备（如道岔，信号机，轨道区段等）的状态；

2 列车移动显示分辨率和刷新速率状态应与真实的移动状态相匹配；

3 ATS子系统应能提供列车具体信息的实时查询功能；

4 ATS子系统应能显示ATS各车站的控制级别、进路控制模式、当前列车调整模式等系统运行状态；

5 ATS子系统应使用图形化方式显示ATS子系统设备工作状态及与其他系统的连接状态；

6 ATS子系统应显示PSD状态、防淹门状态、线路里程标标记等信息；

7 根据运营需要，ATS子系统也可显示信号系统外其他相关系统提供的信息。

6.2.4 信号控制功能应符合下列规定：

1 在ATS中心控制和ATS车站控制模式下，ATS子系统应具备按列车计划运行图自动触发进路功能。ATS子系统应具备自动选择折返轨的功能；

2 在ATS中心控制、ATS车站控制和非常站控模式下，ATS子系统均应具备人工设置/取消进路功能。进路的人工设置优先于系统自动触发；

3 ATS子系统应提供信号设备的人工操作，应至少包括：

1）信号机操作（含信号重开、信号封锁、信号解封）；

2）道岔操作（含道岔单操、道岔单锁、道岔单解、道岔封锁、道岔解封）；

3）区段操作（含区段切除）；

4）TSR操作；

5)引导进路办理操作。

6.2.5 列车识别与跟踪功能应符合下列规定：

1 ATS子系统应采用列车识别号、车次窗的移动和有关信号设备的状态变化来描述在线列车的实迹运行；

2 ATS子系统中正线运行的每一列车都应对应一个列车识别号，ATS子系统的各个工作站和控制中心大屏幕（如有）的车次窗中应显示此识别号，列车识别号在新车次窗中显示的同时应清除旧车次窗中识别号；

3 列车识别号宜由车组号、车次号、目的地号、运行方向符组成。列车识别号显示组成应可定制；

4 ATS子系统应提供对列车识别号的人工添加、修改及删除功能；

5 列车在车辆段/停车场内，ATS子系统应能够完成列车车组号的连续追踪；列车由车辆段/停车场进入转换轨后，ATS子系统应根据列车运行计划自动生成列车识别号，并在正线自动进行列车识别号的连续跟踪；

6 对于正线运行的非计划车，ATS子系统应能显示列车的车组号和目的地号；

7 ATS子系统应具备在故障轨道区段的列车识别号自动跟踪功能；

8 列车识别号应具备根据不同颜色的变化区分列车的车地通信连接状态、列车的驾驶模式、列车运行的早晚点信息等功能；

9 列车运行至终端站折返轨时，ATS子系统应根据列车运行计划自动生成新的列车识别号；

10 对于将退出服务的列车（回库列车），ATS子系统应提供回库标记显示。

6.2.6 列车运行图编辑与管理功能应符合下列规定：

1 按列车运行图使用的不同阶段，可分为基本运行图、计划运行图及实迹运行图；

2 ATS 子系统应以图形化界面提供运行图的编辑功能；

3 ATS 子系统应提供运行图的创建、修改及删除等功能，并应符合下列要求：

1) ATS 子系统应可根据事先编辑好的时刻表数据自动生成运行图，也可输入区间运行时间、车站停站时间、运行间隔、可用列车数、折返要求等基本信息后，自动编制基本运行图；

2) ATS 子系统可将运行图导出成约定格式的文件。ATS 子系统也可根据约定格式的文件自动生成运行图；

3) ATS 子系统应能在运行图编辑工作站上对编制完成的基本运行图进行冲突检查的功能，如果有冲突应能给出冲突提示。

4 ATS 子系统应提供运行图放大、缩小及平移功能；

5 ATS 子系统应提供运行图打印预览及打印功能；

6 ATS 子系统应根据用户定义的规则，在每天运营开始前自动创建当天计划运行图。也可由调度员在运行图显示工作站上重新选择合适的基本运行图，经修改和确认后生成；

7 ATS 子系统应能根据计划列车和非计划列车运行的实际情况自动生成实迹运行图；

8 ATS 子系统应具备在线编辑、修改运行计划的功能；

9 具备自动生成运行图编制说明功能。

6.2.7 列车运行调整功能应符合下列规定：

1 ATS 子系统应提供以下四种不同的运行调整模式：

1) 按计划运行图调整模式：缺省模式。在此模式下，ATS 子系统自动触发进路、自动调整停站时间、区间运行等级，使列车尽可能按计划运行，尽快恢复正点运行；

2) 等间隔调整模式：ATS 子系统可根据选择的交路，结合线路实际运行的车辆，自动计算列车站停时间及区间运行等级，生成等间隔运行计划，自动触发列车进路，使列

车按相同的运行间隔运行，此时计划车变为非计划车运行；

3)人工调整：保留线路上的自动进路触发功能，其他自动功能全部禁止。ATS子系统提供调度员人工调整列车运行计划的方式对运行的列车进行自动控制；

4)全人工控制：所有列车都为非计划车，禁止自动触发进路。列车控制完全由人工进行。

2 ATS子系统应具备较好的列车运行自动调整的策略，针对列车的实迹运行图与计划运行图间的偏差大小制定不同的调整策略；

3 当控制中心ATS系统发生故障时，车站ATS系统能实现其管辖范围内的列车运行按图自动调整功能；

4 ATS子系统还应具备列车运行人工调整功能。如：扣车、取消扣车、跳停、取消跳停、提前发车、设置区间运行等级、设置站停时间等；

5 ATS子系统宜具备节能调度功能。

6.2.8 列车出入库计划及预告功能应符合下列规定：

1 ATS子系统应提供车辆段/停车场的出入库计划编辑功能；

2 ATS子系统应提供列车出入库预告信息，并应符合下列要求：

1)预告信息应至少包含列车车次号、出入库时间；

2)在停车场/车辆段的派班室工作站上应显示出入库预告信息；

3)ATS子系统宜预告当前时间开始一小时内列车的出入库预告信息。

6.2.9 TSR管理功能应符合下列规定：

1 ATS子系统应具备对ATP系统设置和取消TSR的功能。TSR应采用二次确认方式下达；

2　如联锁具备 TSR 功能，ATS 子系统应具备对联锁系统设置和取消 TSR 的功能。TSR 应采用二次确认方式下达；

3　TSR 应可采用直接选择区段或按公里标范围下发的方式进行下达；

4　ATS 子系统应能区分显示联锁限速状态和 ATP 限速状态；

5　TSR 的速度等级的数量和每个等级的速度值可根据实际工程需要灵活进行配置。

6.2.10　运营纪录和统计报表应符合下列规定：

1　ATS 子系统应将所有的报警/事件、操作员指令及轨旁/列车事件纪录至数据库服务器中，保留时间不应小于 180 天。对于每一条纪录，应至少包含以下信息：日期、时间及具体描述信息；

2　调度员可按照指定的查询条件查询历史信息，查询结果显示为报表，报表可存为 excel 格式文件方便日后查看，也可直接打印输出；

3　ATS 子系统的报表统计宜包括：系统报警统计、操作记录统计、日常运营报告、时刻表详细数据报告、终端发车数据报告、偏离时刻报告(计划偏离、准点率、兑现率)、车组运行里程报告、司机驾驶里程报告、调度员日志报告、存备车报告、列车整备状态报告等。

6.2.11　故障报警功能应符合下列规定：

1　ATS 子系统应具有完善的自诊断和设备运行故障报警的功能；

2　报警/事件信息应在 ATS 工作站上实时显示，并以不同颜色区分不同严重程度的报警信息。报警信息显示内容应包括：报警类型、报警级别、报警状态、报警时间、报警描述；

3　ATS 子系统应根据报警/事件的严重程度分为多个等级；

4　ATS 子系统对报警应提供操作员确认机制，并以不同颜

色区分显示已经人工确认的报警和未经人工确认的报警。ATS子系统应记录操作员确认报警的时间、工作站及用户名；

5 ATS子系统应对于重要报警提供相应的声音提示，以提醒操作员确认；

6 ATS子系统应提供对报警/事件的查询功能。

6.2.12 历史信息回放功能应符合下列规定：

1 ATS子系统应支持历史数据的记录和回放功能，回放应可以在不同的速率下进行；

2 ATS子系统应能记录不小于180天的回放数据；

3 ATS子系统提供的回放界面应与实时站场图界面显示一致。回放过程中在回放软件上的各种操作应不影响正在运营的线路和ATS的各种既有功能。

6.2.13 培训仿真功能应符合下列规定：

1 ATS子系统提供的培训仿真功能应能模拟联锁设备的状态及模拟列车的自动运行；

2 ATS的培训仿真功能应能模拟联锁设备或列车的主要故障状态；

3 用户启用培训功能时，ATS的培训系统的运行不得影响在线运行的ATS系统；

4 ATS的培训系统应可以人工增加、删除列车或人工控制模拟列车的运行。

6.2.14 跨线运营管理功能应符合下列规定：

1 跨线运营线路的ATS系统，应遵循统一的车次号定义；

2 跨线运营线路的ATS系统，应遵循统一的人机界面风格；

3 跨线运营线路的各线路ATS系统间应设有接口，共享线路信息；

4 跨线运营线路的ATS系统，应能复示非本ATS区段，处于跨线运营分界处至少一个集中站的线路运行信息；

5　跨线运营线路的 ATS 系统应能标注跨线运营列车，及对跨线运营列车的实时监控功能；

6　跨线运营列车计划统一编制，跨线运营的线路应提供与统一运行图编制接口的功能；

7　对于有运营计划的跨线运营列车，ATS 子系统应具备联络线的进路自动办理功能；

8　对于没有运营计划的跨线运营列车，人工介入设置目的地码后，ATS 子系统应具备按目的地码自动办理进路功能；

9　系统应具备邻台计划交互的功能。对于运营计划严重偏离的跨线运营列车，人工介入修改运行计划后，ATS 子系统应具备按新的运营计划自动办理进路功能；

10　ATS 子系统应能复示到其他跨线线路的实迹图和计划图；

11　ATS 子系统应能获取到相关跨线区段关于跨线运营列车的调整信息，以及列车在分界处的交出时刻，早晚点时刻；

12　ATS 子系统应具备跨线列车的接入交出预告功能。

6.3　ATP 子系统功能要求

6.3.1　ATP 车载子系统功能要求应符合下列规定：

1　对于车头车尾两端司机台，插入并开启司机钥匙的一端应为有效驾驶端。车载设备通过与车辆接口的硬接点从车辆接收接点信息，应作为车载设备的有效驾驶端方向。

2　车载设备应利用测速信息计算并通过地面应答器修正位置。

3　列车位置报告应符合下列规定：

1)车载设备须将列车位置信息通过无线报告给地面设备。

2)位置报告的内容应至少包括：

a)车载设备号；

b)司机台方向；

c)列车长度；

d)列车速度；

e)轨道区段。

3)车载设备应周期将位置信息报告给地面。

4 列车安全运行数据应符合下列规定：

1)系统列车运行管理，地面应向车载发送列车控制信息。应至少包括：

a)MA 信息；

b)紧急停车信息；

c)TSR 信息。

2)车载设备周期从地面接收列车控制信息。

3)车载设备在一定时间内未从地面收到列车控制信息时，输出紧急制动，列车紧急停车。列车将超时前收到的MA 信息置为无效。

5 车载数据库应包括：

1)线路数据(包括线路坡度，曲线，逻辑区段等信息)；

2)路径信息；

3)车辆性能；

4)应答器信息(应答器号，应答器位置信息等)；

5)线路限速信息。

6 紧急停车信息应符合下列规定：

1)列车追踪异常，车载信息异常，有紧急防护时，车载应收到地面的紧急停车信息；

2)VOBC 从地面收到紧急停车信息后，输出紧急制动，列车紧急停车；

3)车载设备输出的紧急制动应能在 MMI 上显示以提示司机。

7 紧急停车信息的解除应符合下列规定：

1)地面紧急停车状况被缓解后，VOBC 从地面接收的应是紧急停车未设定的列车控制信息；

2)MMI 上不再显示紧急停车标识。

8 线路限速信息应符合下列规定：

1)列车运行所容许的最高速度受各项限速因素的制约；

2)限速由地面线路，车辆性能，系统运行模式综合决定；

3)根据限速类型的不同，应确保列车在完全通过限速区间后才能解除限速；

4)TSR 应在列车完全通过限速区间或地面取消该限速以前一直保持有效；

5)系统应根据列车位置监视列车速度的变化，并控制列车以最低的限速曲线运行。列车速度超过对应制动曲线时，系统应输出对应等级的制动，紧急制动中途应不得缓解，列车停车后通过司机的确认操作缓解紧急制动。

9 制动命令处理及防护不期望的列车运行应符合下列规定：

1)列车在站停车或折返轨停车时如超出了停车精度，列车须以规定的速度在人工驾驶模式下后退，当后退的速度超过规定值或超过规定距离后，应输出紧急制动；

2)当列车方向手柄置于非后退位，列车向后运行，则车载 ATP 判断列车发生倒溜，当倒溜的的速度超过规定值或超过规定距离后，应输出紧急制动。

10 ATP 车载设备应至少同时满足以下两个条件时，才可判断列车停稳：

1)列车已处于零速；

2)车辆保持制动/紧急制动已实施。

11 车门和 PSD 的控制应符合下列规定：

1)列车在停车窗内停车，车门和 PSD 应联动开关；

2)车载设备需要的开门方向信息应由车载数据配置确定。

12 在人机界面上应至少显示以下与列车运行有关的信息：

1)列车号/列车速度；

2)紧急制动限速/最大常规制动限速；

3)目标距离；

4)目的地信息；

5)控制模式；

6)车载运行模式。

6.3.2 各运行级别对应的模式应符合表 6.3.2 的规定：

表 6.3.2 各运行级别对应模式

驾驶模式 / 运行级别	EUM	RM	CM	AM
CBTC	○	○	○	○
点式 ATP	○	○	○	○
联锁控制	○	○	×	×

注：在该运行级别下或有能力维持该运行级别时，○表示具备对应的驾驶模式，×表示不具备。

6.3.3 ATP 地面系统功能应符合下列规定：

1 ZC 应在启动时进行自身设备完备性检查，设备在自检失败的情况下禁止投入运行；

2 ZC 应在以下条件满足时接受列车的安全连接请求：

1) VOBC 为首次请求建立安全连接或者另一端已注册且包络处于折返轨中；

2)列车 vid 合法；

3)ZC 有剩余安全连接资源。

3 ZC 接收来自 VOBC 的安全连接和注册请求，并在建立连接的过程中应至少判断：列车是否重复连接、连接对象合法性、列车是否处于该 ZC 的管辖范围内、ZC 的控车数未达到上限；

4 ZC 应在以下条件满足时接受 VOBC 的注册请求并回复

注册确认：

1)列车标识合法；

2)车地电子地图版本校验一致；

3)列车是首次注册或者包络处于相邻 ZC 管辖范围内；

4)ZC 的控车数未达到上限。

5 若 VOBC 向 ZC 注册失败，ZC 应向 VOBC 回复注册失败；

6 ZC 通过 MA 将 ATS 下达的 TSR 发送给 ATP 车载设备；

7 ZC 应能对 CBTC 列车和非 CBTC 列车进行追踪。对于 CBTC 列车，ZC 应对车载 ATP 报告的位置报告进行有效性检查，且根据位置报告对列车进行跟踪和定位；对于非 CBTC 列车，根据其可能的进路方向且结合 CI 物理区段检测设备提供的物理区段检测状态，确定此非 CBTC 列车所占用的物理区段；

8 ZC 应以逻辑区段为单位，统一管理 CBTC 列车及非 CBTC 列车的逻辑区段状态信息，并将状态检测信息以逻辑区段为单位反馈给 CI 系统；

9 ZC 应为列车计算 MA，并确定前行列车和追踪列车的安全间隔；

10 ZC 应具备站台封锁区防护功能；

11 ZC 收到 CI 的人工解锁进路请求后，若 ZC 判断即将进入进路的列车为 CBTC 列车，ZC 宜向该车查询是否能在进路始端信号机前停车，且向联锁转发列车的停车保证信息，联锁可依据列车的停车保证信息判断是否可以立即解锁进路；

12 ZC 应支持 CBTC 列车在经过不同 ZC 管辖区时的控制权切换，对重叠区范围内的列车进行连续追踪；

13 ZC 应具备维修监测功能，当 ZC 设备出现故障时，能够为维护人员提供足够的分析依据和操作指导。维护日志信息保存时间不小于 180 天；

14 ZC应具备配置数据管理功能，包括静态线路数据及通信配置数据，并通过在线校验的方式保证数据的正确性。

6.4 ATO子系统功能要求

6.4.1 ATO车载系统功能应符合下列规定：

1 ATO子系统是自动控制列车运行的设备。在ATP子系统的保护下，应根据ATS子系统的命令，实现对列车的自动驾驶、列车在区间运行的自动调整，确保达到设计间隔及旅行速度；

2 ATO子系统可实现列车在区间的自动运行，自动完成对列车的启动、加速、惰行、减速和制动的合理控制；

3 在自动驾驶（ATO）模式下，ATO子系统可根据ATS的命令，调整区间运行速度按照赶点速度运行，缩短区间的运行时间；

4 ATO子系统车站站台可自动定位停车；

5 列车在区间停车后，当发车条件成立，可重新发车；

6 ATO子系统应能根据车站站台位置及停车精度，对车门实施控制，当列车在车站规定位置停稳后，车载设备应向地面设备发送开启与站台对应PSD的命令；

7 ATO子系统应具有自诊断功能，发生故障时立即向司机和ATS子系统报警；

8 因ATO故障列车停车后，可人工转换为CM驾驶模式运行。该驾驶模式的转换应有记录；

9 系统应提供正线双方向运行功能。

6.4.2 ATO地面设备功能应符合下列规定：

1 站台区域应设置精确定位设备，且精确定位设备设置原则应一致；

2 地面维护检测子系统及ATS子系统应接收车载ATO系统发送的车载运行状态信息，包括计划反馈、运行状态等；

3 ATS子系统应通过车地通信向车载ATO系统发送站停时间、跳停、扣车、车次号等运营计划信息，并应按照运营计划实时调整列车运行控制。

6.5 CI子系统功能要求

6.5.1 基本功能应符合下列规定：

1 CI子系统应确保列车运行进路的安全，系统的软、硬件设计应符合故障一安全原则；

2 CI子系统上电时应进入上电锁闭状态，上电解锁后CI子系统才允许投入使用；

3 CI子系统应按一定的程序和条件控制轨旁的道岔转辙机和信号机，建立列车进路，确保进路上轨道区段、道岔、信号机之间的安全联锁。对于人为的误操作，应具备有效的防护能力；

4 CI子系统的功能应包括：列车进路、自动通过进路、自动触发进路、自动折返进路、引导进路，信号机开放/关闭、道岔操纵及锁闭、道岔封锁、信号机封锁、区段封锁、计轴区段预复位/复位、扣车、站台紧急关闭防护、防淹门防护、PSD防护、站台无人折返按钮；

5 CI子系统应能监视和记录自身的工作状态和轨旁设备的状态，包括：进路状态、轨道占用/空闲、信号机显示、道岔位置、信号机主灯丝状态监测及断丝报警、转辙机动作状态；

6 CI子系统可在联锁区分界处或跨线分界处设置虚拟信号机；主体信号的开放需要检查虚拟信号的开放条件；虚拟信号的取消需要检查主体信号的取消条件。

6.5.2 基本元素控制应符合下列规定：

1 区段控制应符合下列规定：

1) 区段用于列车的占用检测，可分为逻辑区段和物理区段；

2)CI 子系统应提供封锁区段、解封区段功能；

3)当具备联锁的临时限速时，CI 子系统应提供对限速区段相关信号执行关闭的功能；

4)CI 子系统应提供区段故障解锁的功能；

5)CI 子系统应设置计轴预复位/复位功能；

6)在 CBTC 级别下，区段受扰应不影响列车正常运行。

2 信号机控制应符合下列规定：

1)CI 子系统应能根据 ZC 提供的接近信息，结合进路状态控制信号机显示；

2)CI 子系统应提供信号机封锁、信号机解封功能；

3)CI 子系统应提供信号关闭功能；

4)在信号机使用亮灯模式时，CI 子系统应对信号机灯丝进行监督。信号机开放允许信号前需检查进路始端信号机的红灯灯丝完好，开放过程中应不间断地检查允许信号灯丝完好，当开放的信号灯断丝，应自动转变为较低级信号显示；

5)开放复示信号机时，应不间断地检查其主体信号机在开放状态；

6)在组合灯光开放和关闭时，应避免因灯丝故障导致信号显示升级。

3 道岔控制应符合下列规定：

1)CI 子系统应采集道岔位置信息：道岔定位、道岔反位、道岔四开；

2)道岔失去表示时，CI 子系统应提供报警信息；

3)道岔的转换应符合下列要求：

a)CI 子系统应根据需要提供道岔操作的功能：人工单独操纵(对应定操和反操命令)、进路选动和进路带动。道岔的单独操纵应优先应于进路自动选动；

b)当道岔因故被阻不能转换到底时，CI 子系统应提供报

警信息，道岔经操纵后能转换到原位；

c)以进路控制方式操纵道岔时，进路上的道岔应顺序选出，动作电流应错开启动峰值。

4)CI 子系统应能够通过进路锁闭、区段锁闭、人工单独锁闭（对应单锁、单解命令）、上电锁闭、引导总锁闭方式（仅限车辆段/停车场）对道岔进行锁闭，道岔一旦被锁闭，则该道岔不能启动；

5)CI 子系统应为道岔提供单独锁闭和单独解锁操作。道岔单独锁闭后可以排列经过该道岔所在位置的进路；

6)CI 子系统应提供道岔封锁、道岔解封功能。

4 进路控制应符合下列规定：

1)CI 子系统应为不同控制等级的列车办理不同性质的进路；

2)进路的办理应符合下列规定：

a)CI 子系统应能选出与操作意图相符的进路；

b)敌对进路必须相互照查，不得同时开通；

c)CI 子系统应能根据接近列车的属性排列不同性质的进路。

3)进路的锁闭应符合下列规定：

a)CI 子系统应提供进路锁闭的功能。进路锁闭在进路选通、有关联锁条件具备时构成；

b)CI 子系统应提供进路接近锁闭的功能。接近锁闭在信号开放，进路的接近区段占用时构成。但接近区段未设区段占用监测设备时，接近锁闭区段应于信号开放后立即构成。

4)进路的解锁应符合下列规定：

a)CI 子系统应提供进路正常解锁的功能。锁闭的进路在其防护信号机关闭后，能随着列车车列的正常运行而自动解锁。进路首区段可按照两点检查、其他进路

内区段按照三点检查分段自动解锁。进路中存在多列车时，进路应随最后一列车的运行解锁。

b)CI 子系统应提供取消进路的功能，进路在接近锁闭状态时，办理进路取消后，信号关闭，进路不能解锁；

c)CI 子系统应提供进路人工解锁的功能。进路接近锁闭后，人工解锁可采用延时解锁进路或在收到列车停车保证的情况下立即解锁；

d)CI 子系统可根据要求配置延时解锁时间及接近区段。

6.5.3 保护区段应符合下列规定：

1 CI 子系统提供的保护区段功能应符合下列要求：

1)CI 子系统应根据需要设置相应的保护区段，保护区段选出一次有效；

2)CI 子系统应能够选出不同路径的保护区段；

3)CI 子系统收到保护区段的办理命令后，为后续列车办理保护区段，保护区段的建立不应影响前行列车的运行；

4)后方进路的开放应检查进路保护区段的出清。

2 保护区段与后续进路方向一致时，二者可以重复锁闭。CI 子系统提供的保护区段的解锁功能应符合下列要求：

1)保护区段在 CI 子系统收到列车发送的列车停稳信息后或在列车停稳区段计时结束后，自动解锁；

2)保护区段应随主进路的取消而自动解锁；

3)保护区段被后续进路重复锁闭时，保护区段应随着后续进路的正常解锁而自动解锁。

6.5.4 CI 子系统还应符合以下规定：

1 CI 子系统可根据需要提供办理自动通过进路的功能，该自动通过进路并不随列车运行自动解锁，其防护信号机的显示随着列车的运行自动开放或关闭；

2 CI 子系统可根据需要提供办理自动触发的功能，能使规定的进路处在自动触发模式，进路在列车进入触发区段时，自动

建立、锁闭并开放信号(联锁条件满足时),处于自动触发模式的进路随列车运行自动解锁;

3 CI子系统可根据需要提供办理自动折返进路的功能,在自动折返进路模式下,CI子系统应能根据选择的折返模式自动设置折返站的列车折入和折出进路;

4 CI子系统应提供扣车功能,办理扣车时对应的列车进路关闭信号,由于扣车引起的信号关闭,取消扣车后信号自动重新开放;

5 CI子系统应提供紧急关闭防护功能,紧急关闭时对应的列车进路关闭信号,紧急关闭恢复后信号不经人工重新办理,不得自动重新开放;

6 CI子系统应提供PSD的接口功能,PSD正常打开且未互锁解除时对应的列车进路关闭信号,由于PSD正常打开引起的信号关闭,在PSD正常关闭或收到互锁解除信号后信号自动重新开放;

7 CI子系统应提供引导进路功能。

6.6 DCS子系统功能要求

6.6.1 DCS子系统应包括有线通信网络和无线通信网络,并应连续、双向、可靠地传输数据报文信息。

6.6.2 DCS子系统有线通信网络应采用双向自愈的环形拓扑结构,当单个通信网络设备故障时,或单个链路故障时不应导致网络设备的通信中断。

6.6.3 DCS子系统有线通信网络应保证环网中单点故障后重新配置时间小于50ms。

6.6.4 DCS子系统应实现对整个DCS网络的管理。

6.6.5 DCS子系统应具有二种及以上方式和层次的安全机制。

6.6.6 DCS子系统应采用冗余结构,以确保单个部件故障不会

导致系统功能失效。

6.6.7 DCS 子系统应具备本地与远程检测能力和适当的操作与维护程序，以增强系统可维护性。

6.6.8 DCS 子系统应具有远程诊断能力、局部的内置测试及故障显示设备，应能及时识别故障单元。

6.6.9 DCS 子系统车载和地面设备应具备数据记录功能。

6.6.10 DCS 子系统应实现在列车高速运行时车地无线通信的无缝漫游。

6.6.11 DCS 子系统信息安全应符合以下规定：

1 DCS 子系统应采用加密算法和至少 128 位加密，且密钥应是动态变化的；

2 DCS 子系统对无线接入设备应实施身份验证和鉴权；

3 DCS 子系统与其他网络连接时应采取网络隔离措施，只允许合法数据通过。

6.6.12 DCS 子系统无线工作频率选择应符合以下规定：

1 CBTC 系统车地无线通信采用的频段应经过国家无线电管理局或重庆市无线电管理局批准；

2 CBTC 系统车地无线通信宜采用专用无线频段。

6.6.13 DCS 子系统无线频率分配原则应符合下列规定：

1 CBTC 系统应采用双网冗余结构，两个网应采用不同的无线频率；

2 CBTC 系统双网的两个频率应具有一定的频率间隔；

3 无线频率分配时应考虑换乘站的无线干扰。

6.7 维护监测子系统功能要求

6.7.1 维护监测子系统应对整个系统的运行状态、应用数据、通信数据及报警信息进行采集，采集的范围应包括 ATS、ATP、ATO、CI(含车辆段/停车场)等各子系统及电源设备，各系统均应

具备自身的自诊断和监测报警设备。

6.7.2 各子系统维护模块应通过网络接口连接维护监测网，并应通过统一的通信协议向维护监测子系统发送监测维护数据。

6.7.3 维护监测子系统应对各子系统的设备工作状态、系统运行状态、I/O 状态、与其他子系统通信状态及各子系统的应用信息进行在线监测，并应以工况图、连接图、站场图、I/O 状态图等方式进行图形化展示。

6.7.4 维护监测子系统应实现对 CI 子系统的状态监测功能，包括 CI 子系统的主备工作状态、板卡状态、CI 与其他设备的通信状态、CI 控显机工作状态、CI 输入与输出继电器状态、CI 应用信息及控显按钮状态。

6.7.5 维护监测子系统应实现对 ZC 子系统的状态监测功能，包括 ZC 子系统的主备工作状态、板卡状态、ZC 与其他设备的通信状态，以及 ZC 应用信息。

6.7.6 维护监测子系统应实现对车载设备的状态监测功能，包括车载各模块工作状态、车载 ATP 的内部逻辑状态、实时 I/O 状态、车载应用信息、车载 MMI 以及驾驶台按钮和指示灯的状态、驾驶台按钮操作记录。

6.7.7 维护监测子系统应实现对 ATS 子系统的状态监测功能，包括 ATS 站机控制模式、ATS 子系统各设备的启停状态、运行状态和主备状态、ATS 与外部设备的接口连接状态。

6.7.8 维护监测子系统应实现对 DCS 子系统的状态监测功能，包括 DCS 系统中 AP 设备、无线控制器、交换机、无线服务器、车载 TRU 的工作状态、网络流量及负载信息，报警及事件信息。

6.7.9 维护监测子系统应实现对道岔、信号机、电源屏、外电网、环境监测、UPS 的状态监测功能及异常报警功能，包括电源屏、外电网、UPS 的相关模拟量的状态、道岔表示电压、转辙机功率等模拟量的状态、道岔缺口监测、环境模拟量、等模拟量的状态。

6.7.10 维护监测子系统应对各子系统的系统运行故障、板卡工

作故障、I/O接口故障、通信接口故障及各类应用故障进行分析诊断，诊断结果应以报警的形式输出。

6.7.11 维护监测子系统应对信号关键信息进行统计分析，有设备疑似故障、设备过度使用时进行预警，包括应答器报文读取情况、PSD的开关门次数、道岔的动作次数、信号机的点灯次数。

6.7.12 维护监测子系统应根据故障性质进行分等级报警及预防性报警。

6.7.13 维护监测子系统应可根据需要启用或禁用报警。

6.7.14 维护监测子系统应能对各子系统的原始监测数据进行存储与检索，并应能够自动对原始监测数据进行存储，原始监测数据的存储时间不应小于三个月。

6.7.15 维护监测子系统应能对各子系统的报警信息进行存储与检索，并应能够自动对报警信息进行存储，报警信息的存储时间不应小于三年。

6.7.16 维护监测子系统应能对信号系统各子系统的事件信息、日志信息进行存储与检索，并应能够自动对事件信息、日志信息进行存储，事件信息、日志信息的存储时间不应小于三年。

6.7.17 维护监测子系统应能对系统的历史运行情况进行回放重现，并应支持用户对回放的时间范围、设备范围、线路范围进行设置。

6.7.18 维护监测子系统应通过用户名和密码来管理用户，并应具不同等级和权限的角色。

6.7.19 维护监测子系统应实现对跨线列车车载设备的状态监测功能，满足互联互通网络化后的运营维护要求。

6.8 试车线设备功能要求

6.8.1 列车进行动态试验时，经试车线控制室请求，信号楼在对试车线完成联锁控制后应将控制权交由试车线控制室，试车线设

备应能满足系统车载设备功能的动态测试和双向试车的需要。

6.8.2 试车线上的道岔和调车信号机应纳入场/段的联锁控制。

6.8.3 试车线控制室应在取得控制权后，才可对试车线上的列车进行控制。

6.8.4 试车线的控制工作站及操作盘应有多种试验模式，应包括：各种速度等级下的 ATP 功能、ATO 自动驾驶、牵引和制动性能试验、ATO 定点停车、模拟站间运行、自动折返、车门及 PSD 的模拟控制、车地通信功能。

6.8.5 互联互通线网内的试车线应支持跨线列车的试车功能。

6.9 培训设备功能要求

6.9.1 培训工作站应能模拟 ATC 系统的设备运营情况，展示 ATC 系统设备的工作原理，演示 ATC 系统的工作原理，并要求应实现与正线最大设备集中站管辖区一致情况下的培训模拟。培训设备应离线工作，但可获取 ATS 子系统的实时表示信息。

6.9.2 培训工作站应可对行车管理人员（调度员、车站值班员）和信号设备维护人员进行 ATC 系统功能和原理的培训，并应使行车管理人员（调度员、车站值班员）掌握 ATC 系统的操作和管理、日常和紧急情况下如何操作系统，维护人员掌握 ATC 设备的工作原理、设备性能、故障识别和处理。

6.9.3 实物培训设备的功能应包括：实时接收中央 ATS 系统的表示信息、模拟联锁设备的操作、模拟联锁设备的运行情况、模拟列车的追踪运行和折返运行、模拟列车运行的自动和人工调整、模拟各种速度等级下车载设备的执行和反应情况、各子系统设备的故障诊断、故障植入和报警分析、各单项设备的物理结构和功能描述。

6.9.4 实物培训设备应展示主要信号设备的构成、对车站值班人员及驾驶员提供实物操作培训和向系统的维护人员提供实物

维护及维修培训。

6.9.5 培训工作站应具备常见故障处理的培训指导功能，对于各子系统常见问题的处理步骤进行介绍，对相应的操作人员进行指导。

6.9.6 培训工作站应具备经验库存储功能，以及可将工作经验相关资料进行上传并分享的功能。

7 信号系统内部接口要求

7.1 ATS—ATS 接口

7.1.1 通信机制应符合下列要求：

1 邻站 ATS 间通信采用周期发送的方式进行通信；

2 通信双方均采用大端字节序进行数据传输。

7.1.2 物理接口：ATS 通过 RJ45 接口冗余接入网络通信，网络拓扑结构采用 A 网－A 网，B 网－B 网两个链路，接口间宜通过防火墙进行隔离。

7.1.3 通信层次应符合下列要求：

1 ATS 与 ATS 间接口，介质访问层采用 IEEE 802.3 标准协议，网络层采用 IPv4 协议，传输层协议采用面向连接方式的 TCP 协议；

2 ATS 与 ATS 间建立两组通道进行对等的逻辑连接，应符合以下规定：

1)第一组通道，线路一 ATS 的主机作为客户端同时与线路二 ATS 的主机和备机建立双网连接，用于传送本线路内产生的信息；

2)第二组通道，线路二 ATS 的主机作为客户端同时与线路一 ATS 的主机和备机建立双网连接，用于传送本线路内产生的信息；

3)服务端侦听端口为 9900。

7.1.4 动态交互应符合下列要求：

1 信息帧格式定义：

1)相邻 ATS 间每个周期需要交互的信息通过组成通用

(GAL)消息包进行传输；

2)ATS 间通信的 GAL 包中包含 ATS 间传输的各条应用信息，每个 GAL 消息包总长不得超过 65000 字节，每个 GAL 只包含一类应用数据。GAL 包格式定义如表 7.1.4-1 和表 7.1.4-2 所示：

表 7.1.4-1　通用信息包格式定义

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
帧头	1.		2 字节	0xDFDF
双网序列号	2.		8 字节	双网数据包的唯一标识。发送方设置，双网逻辑连接的同一数据包的双网序列号必须保证相同 通信连接建立后，通信双方将各自的“双网序列号”置 0，并随着会话层协议帧的发送递增计数，到达 8 字节限制后又变成 0
	3.			
	4.			
	5.			
	6.			
	7.			
	8.			
	9.			
接口信息类型	10.	类型高位	2 字节	0x9009：ATS－ATS 接口
	11.	类型低位		
发送方标识信息	12.	源 ID	4 字节	ATS：0x03
	13.			1 字节：厂商 ID：对厂商统一编号
	14.			2 字节：发送方 ATS ID
	15.			
接收方标识信息	16.	目的 ID	4 字节	ATS：0x03
	17.			1 字节：厂商 ID：对厂商统一编号
	18.			2 字节：接收方 ATS ID
	19.			

续表 7.1.4-1

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
版本序列控制信息	20.	版本序列号	1 字节	ATS 复示车站数据版本序列号，无效值:0xFF
版本信息	21.	电子地图版本	4 字节	CRC32 值 采用相邻 ATS 重叠区的电子地图元素进行计算 CRC 的生成多项式为 0x04C11DB7，(X32＋X26＋X23＋X22＋X16＋X12＋X11＋X10＋X8＋X7＋X5＋X4＋X2＋X1＋1)，CRC 的寄存器初始值为 0xffffffff，目前作为预留字段，直接填写初始值，暂不作为校验使用
	22.			
	23.			
	24.			
本方消息序列号	25.	序列号	4 字节	记录发送本条消息时，本方的周期计数，发送方每周期将本计数加 1.
	26.			
	27.			
	28.			
通信周期	29.	通信周期	1 字节	设备通讯周期，单位:50ms
对方消息序列号	30.	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息中的对方消息序列号
收到上一条消息时本方序列号	31.	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息时，本方的周期计数
协议版本号	32.	协议版本号	1 字节	ATS－ATS 的协议版本
应用层数据包个数	33.	应用层数据包个数	1 字节	通用信息包内含有的所有应用层数据包个数
应用层数据		应用层数据	变长	参见表 7.1.4-2 格式定义
帧尾			2 字节	0xFDFD

表 7.1.4-2　应用层信息格式定义

信息域定义	字节编号	报文内容	说明
报文长度	1.	报文长度(报文类型～报文结束)	自定义,详细内容参见 7.1.5
	2.		
报文类型	3.	定义某一条应用信息的标识	自定义,详细内容参见 7.1.5
	4.		
总包数	5.	总的要发送的信息包的数量	应用层信息包需要拆分时,拆分后的信息包数量
	6.		
当前包号	7.	正在发送的信息包序号,从 1 开始	应用层信息包需要拆分时,此信息包在所有信息包中的序号
	8.		
报文内容	9～报文结束	按照报文格式定义的报文具体内容	自定义

2　通信状态的监督和管理:

1)ATS 应对接收到的应用消息进行合法性检查,若检查未通过,认为本周期未收到邻站 ATS 的应用信息,并记录报警信息。具体检查方式如下:

a)消息内容的一致性检查:包括信息的字段合法性检查,字段组合合法性检查,以及信息完整性;

b)通用应用(GAL)信息包消息所应包含的信息的完整性;

c)其他逻辑检查。

2)ATS 应能对通信连接状态进行判断:

a)ATS 认为与邻站 ATS 通信中断的超时时间定义为 TATSTimeout(3s～9s,可配置);

b)若 ATS 在 TATSTimeout 超时时间内,没有接收到来自邻站 ATS 的任何消息,则 ATS 应认为与邻站 ATS 通信中断;

c)若 ATS 判断接收到邻站 ATS 的应用信息延迟已经达到 TATSTimeout 时，ATS 应认为与邻站 ATS 通信中断；

d)通信中断的情况下，应生成报警信息；

e)连接断开时立即重连。

7.1.5 数据类型应符合下列定义：

ATS 之间通信的所有应用信息类型及其含义、发送方向、长度范围、发送方式(周期/非周期)如表 7.1.5 所示：

表 7.1.5 ATS 间通信的应用层信息定义

信息类型	信息包名	发送方向	长度(字节)	发送方式
0x0201	站场显示信息包	双向	4~	周期
0x0202	列车信息包	双向	4~	周期
0x0203	列车运行调整信息包	交出站 >接入站	4~	周期
0x0204	列车接入站跳停命令信息包	接入站 >交出站	4~	非周期
0x0205	列车接入站跳停回执信息包	交出站 >接入站	4~	非周期

7.1.6 应用信息应符合下列定义：

1 心跳信息包：ATS 应周期性发送心跳信息，具体格式同应用数据包为 0 的通用消息包。

2 站场显示信息包：ATS 应周期性将复视车站的所有站场表示信息发送给相邻线 ATS，信息定义如表 7.1.6-1 所示：

表 7.1.6-1 站场显示信息包定义

字段	长度/字节	说明
信息类型	2	0x0201
线路号	4	线路 ID
时间	7	本信息包产生时间。以数字表示年(2 字节)、月、日、时、分、秒

续表 7.1.6-1

字段			长度/字节	说明
车站信息个数			1	信息包内车站个数
车站信息 1	站码		4	车站 ID
	站信息长		2	站信息字节长度
	设备信息 1	设备类型	1	数值,取值见 7.1.7
		设备编号	2	每站每种设备类型下单独编号,设备类型和设备编号一起唯一标识一个站下的设备
		色码长度	1	数值,表示色码字节个数
		色码	N	N 个字节顺序组成【bit0～bit8N－1】这 8N 个 bit 位。色码意为设备状态组位码,假设设备有 n 种(n<－8N)独立状态,第 i(0－<i<8N)种状态占用 Mi 位,这 Mi 位叫做第 i 个组位,那么色码的 8N 位由这些状态组位组成,将来设备状态的扩展也就是扩组位。色码定义见 7.1.7
	设备信息 2			
	······			
	设备信息 n			
车站信息 2				
······				
车站信息 m				m 为“车站信息个数”字段取值

3　列车信息包:ATS 应周期性将复视车站的所有列车状态信息发送给相邻线 ATS,信息定义如表 7.1.6-2 所示:

表 7.1.6-2　列车信息包定义

<table>
<tr><th colspan="3">字段</th><th>长度</th><th>说明</th></tr>
<tr><td colspan="3">信息类型</td><td>2 字节</td><td>0x0202</td></tr>
<tr><td colspan="3">线路号</td><td>4</td><td>线路 ID</td></tr>
<tr><td colspan="3">时间</td><td>7</td><td>本信息包产生时间。以数字表示年(2 字节)、月、日、时、分、秒</td></tr>
<tr><td colspan="3">车站信息个数</td><td>1</td><td>信息包内车站个数</td></tr>
<tr><td rowspan="19">车站信息 1</td><td colspan="2">站码</td><td>4</td><td>车站 ID</td></tr>
<tr><td colspan="2">列车数量</td><td>2</td><td>车站管辖范围内列车数量</td></tr>
<tr><td rowspan="17">列车信息 1</td><td>列车信息长度</td><td>2</td><td>列车信息字节长度</td></tr>
<tr><td>源线路号</td><td>4</td><td>详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>目的线路号</td><td>4</td><td>详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>列车类型</td><td>1</td><td>1 为计划车;2 为头码车;3 为人工车,其他非法</td></tr>
<tr><td>表号长度</td><td>1</td><td>数值</td></tr>
<tr><td>表号</td><td></td><td>字符,个数由表长度指定,详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>车次号长度</td><td>1</td><td>数值</td></tr>
<tr><td>车次号</td><td></td><td>字符,个数由车次号长度指定,详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>车组所属线路号</td><td>4</td><td>详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>车组号长度</td><td>1</td><td>数值,详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>车组号</td><td></td><td>字符,个数由车组号长度指定,详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>目的地号长度</td><td>1</td><td>数值</td></tr>
<tr><td>目的地号</td><td></td><td>字符,个数由目的地号长度指定,详见 7.1.7</td></tr>
<tr><td>车头所在逻辑区段编号</td><td>4</td><td>车头所在位置</td></tr>
<tr><td>车头所在逻辑区段内偏移量</td><td>4</td><td>单位:cm</td></tr>
</table>

续表 7.1.6-2

字段			长度	说明
车站信息1	列车信息1	车尾所在逻辑区段编号	4	车尾所在位置
		车尾所在逻辑区段内偏移量	4	单位:cm
		运行方向	1	ATS系统内的列车运营方向 0x01:下行;0x02:上行;0x00:未知
		车载ATP报告方向	1	ATP系统位置报告中的列车方向 0x01:下行;0x02:上行;0x00:未知
		车轮转向	1	车轮正转(前进):0x01; 车轮反转(后退):0x02; 其他值无效。 车轮不转动时按正转发送
		早晚点标志	1	0为正点;1为早点;2为晚点
		早晚点时间	4	数值,单位秒
		列车通信状态	1	高1bit位1表示ATP切除,0表示ATP未切除,低7bit表示列车状态,1为通信车;2为非通信车;3为通信状态未知; 其它无效补充说明:若ATS无ATP切除功能,作为信息接收方时不处理本字段高1bit,作为信息发送方时将本字段高1bit置为0
		列车状态	1	0x01:CBTC车;0x02:非CBTC车
		停稳	1	1:停稳 2:未停稳 0:无效
		列车速度信息	2	数值,单位:厘米/秒 0xffff:无效
		车门关闭状态	1	0x00:开;0x01:关;0xff:状态无意义
		ATP系统模式	1	0x00:RM(限制人工驾驶模式) 0x01:CM(列车自动防护模式) 0x02:AM(列车自动运行模式) 0x03:EUM(非限制人工驾驶模式) 0xff:无效

续表 7.1.6-2

<table>
<tr><th colspan="3">字段</th><th>长度</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="10">车站
信息 1</td><td rowspan="8">列车
信息 1</td><td>ATO 工作模式</td><td>1</td><td>AM 自动驾驶:0x03;
ATO 未建立:0x00;
其它非法</td></tr>
<tr><td>区间运行时间</td><td>2</td><td>数值,单位秒,含停站时间(待确认)</td></tr>
<tr><td>跳停命令</td><td>1</td><td>0x55:有;0xAA:无;0xFF:状态无意义</td></tr>
<tr><td>扣车命令</td><td>1</td><td>0x55:有;0xAA:无;0xFF:状态无意义</td></tr>
<tr><td>列车阻塞</td><td>1</td><td>0x01:列车阻塞;0x02:列车非阻塞;0xFF:状态未知</td></tr>
<tr><td>列车激活端</td><td>1</td><td>定义同 ATS－VOBC 协议中的定义</td></tr>
<tr><td>列车完整性</td><td>1</td><td>0x01:完整;0x02:不完整;其它无效</td></tr>
<tr><td>列车紧急
制动状态</td><td>1</td><td>0x01:紧急制动;0x02:无紧急制动;其它无效</td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>列车
信息 n</td><td></td><td></td><td>n 为“列车数量”字段取值</td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>车站
信息 m</td><td></td><td></td><td></td><td>m 为“车站信息个数”字段取值</td></tr>
</table>

4 列车运行调整信息包:对于跨线列车,线路 ATS 间应周期性互传各自线路内跨线运营分界处交出车站的计划运行图/时刻表、实迹运行图/时刻表和计划调整信息。信息定义如表 7.1.6-3 所示:

表 7.1.6-3　列车运行调整信息包定义

字段			长度	说明
信息类型			2 字节	0x0203
线路号			4	线路 ID
时间			7	本信息包产生时间。 以数字表示年(2 字节)、月、日、时、分、秒
车站信息个数			1	信息包内车站个数
车站信息 1	站码		4	车站 ID
	列车数量		2	本调度日内从该车站交出的列车数量
	列车信息 1	列车信息长度	2	列车信息字节长度
		源线路号	4	详见 7.1.7
		目的线路号	4	详见 7.1.7
		列车类型	1	1 为计划车;2 为头码车;3 为人工车,其他非法
		表号长度	1	数值
		表号		字符,个数由表长度指定,详见 7.1.7
		车次号长度	1	数值
		车次号		字符,个数由车次号长度指定,详见 7.1.7
		车组所属线路号	4	详见 7.1.7
		车组号长度	1	数值,详见 7.1.7
		车组号		字符,个数由车组号长度指定,详见 7.1.7
		目的地号长度	1	数值
		运行方向	1	ATS 系统内的列车运营方向 0x01:下行;0x02:上行;0x00:未知
		预计交出时间	7	计划调整后的预计交出时间。 以数字表示年(2 字节)、月、日、时、分、秒,7 个字节全为 0 表示列车已经实际交出

续表 7.1.6-3

<table>
<tr><th colspan="3">字段</th><th>长度</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="7">车站信息 1</td><td rowspan="4">列车信息 1</td><td>预计交出时刻的计划偏离时分</td><td>4</td><td>表示计划在本线路调整完成后剩余的时间偏差值，也即需要下一线
路 ATS 进行计划调整的时间偏差值。
bit0～bit29 为偏离时分数值，单位为秒；
bit30～bit31 为早晚点标志，1 为早点、2 为晚点</td></tr>
<tr><td>实际交出时间</td><td>7</td><td>列车实际运行的交出时间。
以数字表示年(2 字节)、月、日、时、分、秒，7 个字节全为 0 表示列车还未实际交出</td></tr>
<tr><td>实际交出时刻的计划偏离时分</td><td>4</td><td>早晚点信息。
bit0～bit29 为偏离时分数值，单位为秒；
bit30～bit31 为早晚点标志，1 为早点、2 为晚点</td></tr>
<tr><td>跨线区间的预计运行时间</td><td>2</td><td>单位为秒</td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>列车信息 n</td><td></td><td></td><td>n 为“列车数量”字段取值</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>……</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>车站信息 m</td><td></td><td></td><td></td><td>m 为“车站信息个数”字段取值</td></tr>
</table>

5 列车接入站跳停命令信息包：对跨线列车，当在接入线接入站(人工或自动)设置跳停时，由接入线 ATS 发送站台跳停命令至至交出线 ATS，交出线 ATS 收到跳停命令后，发送接收回执给接入站 ATS，由交出站 ATS 负责管理接入站台的跳停命令，确定将命令发送至列车的时机，回执超时时重发数次后报错，并停止发送。重发次数、超时时间可配置。信息定义如表 7.1.6-4 所示：

表 7.1.6-4　列车接入站跳停命令信息包定义

字段			度	说明
信息类型			字节	0x0204
操作 ID				UUID,命令唯一标识,每次人工/自动操作均有不同的 ID
接入站所在线路号			4	接入站所在线路 ID
接入站站码			4	接入站 ID
交出站所在线路号			4	交出站所在线路 ID
交出站站码			4	交出站 ID
站台数量			2	数字
站台信息	站台编号		2	数字,站台统一编号
	跳停类型		2	数字,1 为无跳停;2 为所有列车跳停;3 为有指定列车跳停;0xFF 为无效值
	列车数量		2	数字,如跳停类型为 1 无跳停和 2 所有列车跳停,本字段应为 0,跳停列车信息仅在跳停类型为指定列车跳停时有效
	跳停列车信息 1	源线路号	4	详见 7.1.7,表号长度和车次号长度为 0 时无效
		目的线路号	4	详见 7.1.7,表号长度和车次号长度为 0 时无效
		表号长度	1	数值,表号长度和车次号长度为 0 时,表示指定车组跳停
		表号		字符,个数由表长度指定,详见 7.1.7
		车次号长度	1	数值
		车次号		字符,个数由车次号长度指定,详见 7.1.7
		车组所属线路号	4	详见 7.1.7,车组号长度为 0 时无效
		车组号长度	1	数字,车组号长度为 0 时,表示指定车次跳停,表号、车次号、车组号不能同时为空
		车组号		字符,个数由车组号长度指定,详见 7.1.7
		下一停车站台编号		前方最近的停车站台编号,定义同站台编号,默认值为 0xFFFF

续表 7.1.6-4

字段			度	说明
站台信息	……			
	跳停列车信息 n			n 为“列车数量”字段取值
……				
下一站台信息				

6　列车接入站跳停回执信息包：对跨线列车，当接入线接入站站台设置跳停时，交出线 ATS 收到接入站发送的接入站站台跳停命令信息包后回复接收回执。信息定义如表 7.1.6-5 所示：

表 7.1.6-5　列车接入站跳停回执信息包定义

字段	长度	说明
信息类型	2 字节	0x0205
操作 ID	16	UUID，命令唯一标识，与回复的命令 ID 相同
交出线路号	4	线路 ID
交出线路名称长度	1	数值
交出线路名称		字符串
回执单位类型	1	01：车站 02：中心
回执单位编码	2	单位类型为中心时，单位编码为调度台 ID，服务器 ID 为 0 单位类型为车站时，单位编码为站码
回执单位名称长度	1	数值
回执单位名称		字符串
回执模块名称长度	1	数值
回执模块名称		字符串

续表 7.1.6-5

字段	长度	说明
回执发送时间	7	命令回执发送时的系统时间，以数字表示年、月、日、时、分、秒
接收结果状态	1	数值，0x01：接收成功，0x02：接收失败接收失败时，接收返回信息字段为失败原因，接收成功时，接收返回信息长度为 0
接收返回信息长度	2	数值
接收返回信息		字符
预留信息长度	2	数值
预留信息		字节

7.1.7 设备对象应符合下列定义：

1 设备类型定义见表 7.1.7-1；

表 7.1.7-1 设备类型定义

序号	设备类型	设备类型名称	备注
1	0x11	逻辑区段	
2	0x16	计轴区段	
3	0x14	道岔	
4	0x21	信号机	
5	0x31	按钮	例如，自动进路、自动触发等按钮
6	0x41	表示灯	例如，CI 通道 1、接口电源灯等表示灯，自动进路、自动触发表示灯
7	0x42	联锁计数器	
8	0x52	站台紧急关闭	
9	0x54	站台门	
10	0x61	供电区段	

2 设备色码定义：

1)逻辑区段状态定义见表 7.1.7-2；

表 7.1.7-2　逻辑区段状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1	非通信列车占用状态	0:出清 1:占用	
2	锁闭状态	0:非锁闭 1:锁闭	
3	障锁闭	0:非故障锁闭 1:故障锁闭	
4	封锁状态	0:非封锁 1:封锁	
5	CBTC 通信列车占用状态	0:出清 1:占用	
6	保护区段锁闭	0:非锁闭 1:锁闭	
7	轨道区段切除	0:非切除 1:切除	
8—9	预留		
10	计轴复位	0:计轴复位 1:计轴未复位 0xFF:无效	若 ATS 没有此信息,发送无效值,作为信息接收方时不处理本字段
11	预留		
12—13	CI 限速状态	00:无限速 01:限速验证通过 10:限速执行成功 11:取消验证通过	若 ATS 没有限速验证通过、取消验证通过状态,作为信息接收方时不处理本字段
14—15	ATP 限速状态	00:无限速 01:限速验证通过 10:限速执行成功 11:取消验证通过	若 ATS 没有限速验证通过、取消验证通过状态,作为信息接收方时不处理本字段
16—22	ATP 限速等级	数值,限速值(0—128km/h),0 为无效值	
23	ARB 故障	0:无故 1:有故障	
24	OD 占用	0:出清 1:占用 0xFF:无效	若 ATS 没有此信息,发送无效值,作为信息接收方时不处理本字段
25—31	预留		

2)计轴区段：

存在表 7.1.7-3 所示计轴特殊状态时才发送相关信息，如没有对应状态，则不用发送此类设备信息。

表 7.1.7-3 计轴状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1	故障锁闭	0:非故障锁闭 1:故障锁闭	
2	轨道区段切除	0:非切除 1:切除	
3	计轴复位	0:计轴复位 1:计轴未复位	
4－7	预留		

3)道岔状态定义见表 7.1.7-4：

表 7.1.7-4 道岔状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1	非通信列车占用状态	0:出清 1:占用	
2	锁闭状态	0:非锁闭 1:锁闭	
3	故障锁闭	0:非故障锁闭 1:故障锁闭	
4－5	道岔位置	00:四开(无表示) 01:定位 10:反位 11:挤岔	
6	单锁状态	0:非单锁 1:单锁	

续表 7.1.7-4

比特位	状态	值	说明
7	单封状态	0：非单封 1：单封	
8	CBTC 通信列车占用状态	0：出清 1：占用	
9	保护区段锁闭	0：非锁闭 1：锁闭	
10	轨道区段切除	0：非切除 1：切除	
11	区段封锁状态	0：非封锁 1：封锁	
12—18	预留		
19—20	CI 限速状态	00：无限速 01：限速验证通过 10：限速执行成功 11：取消验证通过	若 ATS 没有限速验证通过、取消验证通过状态，作为信息接收方时不处理本字段
21—22	ATP 限速状态	00：无限速 01：限速验证通过 10：限速执行成功 11：取消验证通过	若 ATS 没有限速验证通过、取消验证通过状态，作为信息接收方时不处理本字段
23—29	ATP 限速等级	数值，限速值（0—128km/h），0 为无效值	
30	ARB 故障	0：无故障 1：有故障	
31	OD 占用	0：出清 1：占用 0xFF：无效	若 ATS 没有此信息，发送无效值，作为信息接收方时不处理本字段

4）信号机：

信号机的颜色用高位和低位两位颜色组合来表示，低位为靠近灯柱位置，高位为远离灯柱的位置，应符合表 7.1.7-5 及如下规定：

a)室外信号机关闭:高位、低位均为无色;

b)一个颜色:比如绿　　高位无色,低位为绿;

c)两个颜色:比如红白　　高位为红,低位为白。

表 7.1.7-5　信号机状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1－4	低位颜色	0x00:无色 0x01:绿 0x02:黄 0x03:红 0x04:白 0x05:蓝 0x06:灰 0x07:紫 0x08:黑 0x09:橙 0x0a:青 0x0b－0x0f:预留	
5	低位闪烁	0:无闪烁 1:闪烁	
6－9	高位颜色	取值同“低位颜色”	
10	高位闪烁	0:无闪烁 1:闪烁	
12	室外信号机关闭	0:非关闭 1:关闭	
14	屏蔽一次临时限速	0:无屏蔽一次临时限速 1:屏蔽一次临时限速	点式、联锁等级下进路内存在有临时限速的区段时,进路始端信号机不开放,屏蔽一次临时限速命令可开放始端信号机,一次有效,本项表示信号机有或无屏蔽一次临时限速的状态。默认值为 0
15	预留		
20－23	预留	预留	

5)按钮状态定义见表 7.1.7-6:

表 7.1.7-6　按钮状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1	按下状态	0:弹起 1:按下	
2	闪烁	预留	
3	封锁状态	预留	
4—7	预留	预留	

6)联锁计数器状态定义见表 7.1.7-7:

表 7.1.7-7　联锁计数器状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1—8	计时值	0—255	计时单位为秒
9—15	预留	预留	

7)表示灯状态定义见表 7.1.7-8:

表 7.1.7-8　表示灯状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1—4	颜色	0x00:无色 0x01:绿 0x02:黄 0x03:红 0x04:白 0x05:蓝 0x06:灰 0x07:紫 0x08:黑 0x09:橙 0x0a:青 0x0b—0x0f:预留	

续表 7.1.7-8

比特位	状态	值	说明
5	闪烁	0:无闪烁 1:闪烁	
6—7	预留	预留	

8)站台紧急关闭状态定义见表 7.1.7-9:

表 7.1.7-9 站台紧急关闭状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1	站台紧急关闭	0:无 1:有	
2—7	预留	预留	

9)站台门状态定义见表 7.1.7-10:

表 7.1.7-10 站台门状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1—2	门状态	00:正常关门 01:正常开门 10:旁路关门 11:旁路开门	若 ATS 没有旁路关门和旁路开门状态,作为信息接收方时以上两种状态按照正常关门处理
3—7	预留	预留	

10)供电区段状态定义见表 7.1.7-11:

表 7.1.7-11 供电区段状态

比特位	状态	值	说明
0	通信故障状态	0:无故障 1:有故障	表示 ATS 与联锁通信故障时的一种特殊状态表示
1－2	供电状态	00:未知 01:通电 10:断电	
3－7	预留	预留	

7.1.8 列车信息识别号应符合表 7.1.8 的规定。

表 7.1.8 列车信息识别号

内容	说明
源线路号	列车始发所在线路号,可由字母或数字组成,非跨线列车源线路号与目的线路号相同
目的线路号	列车终到所在线路号,可由字母或数字组成,非跨线列车目的线路号与源线路号相同
列车类型	1 为计划车;2 为头码车;3 为人工车
表号	由两位数字组成,默认值为“00”
车次号	由四位数字组成,默认值为“0000”,有效范围 0001－9999,9000－9999 作为预留车次范围(车次号范围定义可按照业主需求进行配置)
车组所属线路号	车组所属线路号,可由字母或数字组成
车组号	由三位数字组成,有效范围 001－999,车组所属线路号＋车组号在互联互通线路内唯一
目的地号	可由字母或数字组成,目的线路号＋目的地号在互联互通线路内统一定义
运行方向	ATS 系统内的列车运营方向 0x01:下行;0x02:上行;0x00:未知

7.2 ATS－VOBC 接口

7.2.1 通信机制应符合下列要求：

1 仅能由 VOBC 发起安全连接的建立过程；

2 ATS 与 VOBC 采用周期发送和消息触发的方式进行通信；

3 通信双方均采用大端字节序进行数据传输；

4 ATS 与 VOBC 均应对接收的应用信息进行判断和逻辑运算。

7.2.2 物理接口应符合下列要求：

ATS 与 VOBC 之间采用冗余网络进行通信。ATS 与 VOBC 之间的网络拓扑结构采用 A 网－A 网，B 网－B 网两个链路。

7.2.3 安全通信协议应符合下列要求：

1 ATS 与 VOBC 之间通信采用 RSSP－II 安全通信协议。安全通信协议的具体要求参见运基信号 267 号文件《RSSP－II 铁路信号安全通信协议》；

2 安全应用中间子层、消息鉴定安全层、适配及冗余管理层三层，遵循 RSSP－II 标准规定；

3 TCP 及 IP 层使用标准 TCP/IP 协议栈；

4 介质访问层及物理层取决于不同的网络种类，无线网使用无线标准协议（IEEE802.11），地面网使用以太网协议（IEEE 802.3）。

7.2.4 动态交互描述应符合下列要求：

1 将 ATS－VOBC 间每个周期需要交互的应用信息通过组成通用（GAL）消息包进行传输；

2 ATS－VOBC 每周期最多允许发送 1 个 GAL 消息包，GAL 包中包含 ATS 与 VOBC 之间传输的各条应用信息；

3 每个 GAL 消息包总长不得超过 1000 字节，格式定义如

表 7.2.4-1 和表 7.2.4-2 所示：

表 7.2.4-1　通用信息包格式定义

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
接口信息类型	1	类型高位	2 字节	0x9005：ATS－VOBC 接口
	2	类型低位		
发送方标识信息	3	源 ID	4 字节	VOBC：0x01，ATS：0x03
	4			厂商 ID：对厂商统一编号
	5			1、当发送方为 VOBC 时，此处填写列车 VID 标识，001－999 有效（定义同 ATS 车组号），超出范围无效 2、当发送方为 ATS 时，此处填写 ATSID
	6			
接收方标识信息	7	目的 ID	4 字节	VOBC：0x01，ATS：0x03
	8			厂商 ID：对厂商统一编号
	9			1、当接收方为 VOBC 时，此处填写列车 VID 标识，001－999 有效，超出范围无效 2、当接收方为 ATS 时，此处填写 ATSID
	10			
电子地图版本序列控制信息	11	版本序列号	1 字节	电子地图版本序列号
电子地图版本校验信息	12	ATS 与 VOBC 之间的版本一致性信息	4 字节	基于统一的电子地图的 32 位 CRC。CRC 的生成多项式为 0x04C11DB7，（X32＋X26＋X23＋X22＋X16＋X12＋X11＋X10＋X8＋X7＋X5＋X4＋X2＋X1＋1），CRC 的寄存器初始值为 0xffffffff
	13			
	14			
	15			
本方消息序列号	16	序列号	4 字节	记录发送本条消息时，本方的周期计数，发送方每周期将本计数加 1
	17			
	18			
	19			

续表 7.2.4-1

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
通讯周期	20	通讯周期	1字节	设备通讯周期，单位：50ms
对方消息序列号	21	序列号	4字节	记录收到对方上一条消息中的对方消息序列号
收到上一条消息时本方序列号	22	序列号	4字节	记录收到对方上一条消息时，本方的周期计数
协议版本号	23	协议版本号	1字节	VOBC—ATS的协议版本
应用层数据	22～1000	应用层数据	变长	参见表7.2.4-2格式定义

表 7.2.4-2 应用层信息格式定义

信息域定义	字节编号	报文内容	说明
报文长度	1	报文长度(报文类型～报文结束)	自定义，详细内容参见7.2.7
	2		
报文类型	3	定义某一条应用信息的标识	自定义，详细内容参见7.2.7
	4		
预留	5	预留	0
	6		0
报文内容	7～报文结束	按照报文格式定义的报文具体内容	自定义，详细内容参见7.2.7

7.2.5 通信状态管理应符合下列要求：

1 ATS及VOBC应分别对接收到的应用消息进行合法性检查，若检查未通过，认为本周期未收到对等方的应用信息，并记录报警信息。具体检查方式应符合以下规定：

1)消息内容的一致性检查：包括信息的字段合法性检查，字段组合合法性检查，以及信息完整性检查；

2)通用应用(GAL)信息包消息所应包含的信息的完整性；

3)其他逻辑检查。

2 ATS和VOBC应能分别对通信连接状态进行判断：

1)ATS认为与VOBC通信中断的超时时间定义为TAtsTimeout(10s,可配置)；

2)VOBC认为与ATS通信中断的超时时间定义为TVobcTimeout(10s,可配置)；

3)若ATS在TAtsTimeout超时时间内，没有接收到来自VOBC的任何消息，则ATS应认为与VOBC的通信中断；

4)若VOBC在TVobcTimeout超时时间内，没有接收到来自ATS的任何消息，则VOBC应认为与ATS的通信中断；

5)通信中断的情况下，应生成报警信息。

7.2.6 通信故障处理应符合下列要求：

1 EN50159－2中提及的7种开放式网络存在的安全通信风险均由安全通信协议进行防护，风险包括：重复、删除、插入、重排序、损坏、伪装、延迟；

2 车地无线通信双方(ATS－VOBC)应用层的通信故障处理分为如下几种情况：

1)ATS和VOBC对于接收到的重复、逆序的应用信息，采用直接丢弃的方式进行处理，并且认为本周期未收到对方的应用信息；

2)通信中断的情况下处理：若ATS/VOBC认为与对方应用层通信超时中断，采取主动释放安全连接的方式进行处理。

7.2.7 接口数据类型应符合下列定义：

ATS与VOBC之间通信的所有应用信息类型及其含义、发送方向、长度范围、发送方式(周期/非周期)如表7.2.7所示。

表 7.2.7　ATS 与 VOBC 通信的应用层信息定义

信息类型	信息包名	发送方向	总长度(字节)	发送方式
0x0201	ATS 心跳信息帧	ATS＊VOBC	4+8	周期
0x0203	ATO 命令信息帧	ATS＊VOBC	4～	非周期
0x0202	ATO 状态信息帧	VOBC＊ATS	4～	周期
0x0204	列车信息帧	VOBC＊ATS	4～	周期
0x0206	车载设备报警信息帧	VOBC＊ATS	4～	周期
0x0208	车载设备日检状态信息帧	VOBC＊ATS	4～	非周期

7.2.8　应用信息应符合下列定义：

1　ATS－＞VOBC

1)ATS 心跳帧：周期发送，用来维持 ATS 设备和 VOBC 间通信链路的连续性。信息定义如表 7.2.8-1 所示：

表 7.2.8-1　ATS 心跳帧定义

接口内容	字节长度	说明
消息类型	2	0x0201(ATS 心跳信息)
年	1	有效范围 11－99(表示 2011－2099 年)，超出范围无效
月	1	有效范围 1－12，超出范围无效
日	1	有效范围 1－31，超出范围无效
小时	1	有效范围 0－23，超出范围无效
分钟	1	有效范围 0－59，超出范围无效
秒钟	1	有效范围 0－59，超出范围无效

2)ATO 命令信息帧：当 ATS 设备所管辖范围内有被控列车，且列车最大安全前端处于站台区域、转换轨或折返轨时，ATS 应周期向该 VOBC 发送 ATO 命令信息。信息定义如表 7.2.8-2 所示：

表 7.2.8-2　ATS 命令信息帧定义

接口内容	字节长度	说明
消息类型	2	0x0203(ATO 命令信息)
服务号/表号	2	0—65534 有效； 默认值:0xFFFF； 其它非法。 列车为非计划车时，发送默认值
线路编号	2	线路编号，全网统一标识
下一 ZC ID	4	VOBC 最大安全前端所在 ZC 管辖区域的下一个 ZCID。 默认值为 0xFFFFFFFF
下一 CI ID	4	VOBC 最大安全前端所在 CI 管辖区域的下一个 CIID。 默认值为 0xFFFFFFFF
下一 ATSID	4	VOBC 最大安全前端所在 ATS 管辖区域的下一个 ATSID。 默认值为 0xFFFFFFFF
车组所属线路号	2	车组所属线路编号，全网统一标识
车组号	2	001—999 有效，超出范围无效 "车组所属线路号"+"车组号"在全线网内为唯一标识
源线路号	2	列车始发站线路编号，全网同一标识 默认值:0xFFFF
车次号	2	0001—9999 有效，超出范围无效，0000 为默认值
目的地线路号	2	目的地线路编号，同线路编号 默认值:0xFFFF。 列车无目的地号时，发送默认值
目的地号	4	列车运行计划中列车运行的终点。用 ASCII 码表示，最多 4 个 ASCII 码，低于 4 个，高位使用空格补齐。 默认值:0xFFFFFFFF。 列车无目的地号时，发送默认值
计划运行方向	1	列车运行计划中列车运行的方向。 上行:0x55； 下行:0xAA； 其他:0xff。
跳停站台 ID	2	下一站跳停时，取值为站台 ID。下一站不跳停时取值为 0xFFFF

续表 7.2.8-2

接口内容	字节长度	说明
下一停车站台 ID	2	前方最近的停车站台 ID，定义同“跳停站台 ID”，默认值为 0xFFFF
站停时间	2	立即发车：0x0001； 站停时间：大于 0x0002，单位：秒 无效值：0xFFFF； 其它非法
下一站跳停命令	1	下一站跳停：0x55； 下一站无跳停命令/取消下一站跳停：0xAA； 无效值：0xFF； 其它非法
区间运行调整命令	2	运行等级或区间运行时间(发车到下一站停车)，根据业主需求确定
扣车命令	1	扣车有效：0x55； 扣车取消，无扣车：0xAA； 无效值：0xFF； 其它非法
折返命令	1	是否进行折返。 站前折返/换端：0x55； 有人站后折返：0xCC； 无人自动折返：0xAA； 不折返：0xFF
回段指示	1	是否进行回段。 回段：0x55； 不回段：0xAA； 默认值：0xFF
门控策略	1	开关门策略 开左门：0x55； 开右门：0xCC 同时开双侧门：0xAA； 先开左门再开右门：0x11(开门间隔在工程项目中确认)； 先开右门再开左门：0x22； 关双侧门：0x88 默认值：0xFF。 站台为双侧门时发送门控策略，单侧门时发送默认值
预留	4	

2 VOBC－＞ATS

1)ATO 状态信息帧：若已建立 ATO 模式，VOBC 应周期向 ATS 发送 ATO 状态信息。信息定义如表 7.2.8-3 所示。

ATS 需针对每列车的 ATO 状态信息进行超时判断，配置时间内未收到相应列车的 ATO 状态信息，则清除该车的 ATO 状态信息。

表 7.2.8-3 ATS 状态信息帧定义

<table>
<tr><th colspan="2">接口内容</th><th>字节长度</th><th>说明</th></tr>
<tr><td colspan="2">消息类型</td><td>2</td><td>0x0202(ATO 命令应答信息)</td></tr>
<tr><td colspan="2">服务号/表号</td><td>2</td><td>00~65534 有效，其它非法</td></tr>
<tr><td colspan="2">线路编号</td><td>2</td><td>线路编号，全网统一标识</td></tr>
<tr><td colspan="2">车组号所属线路号</td><td>2</td><td>车组号所属线路号</td></tr>
<tr><td rowspan="2">车组号</td><td>高字节 PVID(MSB)</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">二进制码，001－999 有效，000 表示对所有列车的广播，其他非法</td></tr>
<tr><td>低字节 PVID(LSB)</td></tr>
<tr><td colspan="2">源线路号</td><td>2</td><td>列车始发站线路编号</td></tr>
<tr><td rowspan="2">车次号</td><td>高字节 TVID(MSB)</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">000－999 有效，超出范围无效，000 表示车次号未设定</td></tr>
<tr><td>低字节 TVID(LSB)</td></tr>
<tr><td colspan="2">目的地线路号</td><td>2</td><td>目的地线路编号</td></tr>
<tr><td rowspan="2">目的地号</td><td>高字节</td><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">用 ASCII 码表示</td></tr>
<tr><td>低字节</td></tr>
<tr><td rowspan="2">司机号</td><td>高字节 DRID(MSB)</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">二进制码
001－999 有效，超出范围无效</td></tr>
<tr><td>低字节 DRID(LSB)</td></tr>
<tr><td colspan="2">ATO 工作模式</td><td>1</td><td>AM 自动驾驶：0x03；
ATO 未建立：0x00；
其它非法</td></tr>
<tr><td colspan="2">区间运行调整命令</td><td>2</td><td>VOBC 收到的 ATS 发送的运行等级或区间运行时间(列车从前一站发车到下一站停车时间，单位 s)，根据业主需求确定</td></tr>
</table>

续表 7.2.8-3

接口内容	字节长度	说明
跳停状态	1	VOBC收到的ATS发送的跳停命令 跳停:0x55; 无跳停命令/取消跳停:0xAA; 其它非法
扣车状态	1	VOBC收到的ATS发送的扣车命令 扣车有效:0x55; 扣车取消,无扣车:0xAA; 其它非法
下一停车站台ID	2	VOBC收到的ATS发送的下一停车站台ID
预留	4	

2)列车信息帧:列车信息为周期信息,当VOBC与ATS之间的安全连接建立后,周期发送。信息定义如表7.2.8-4所示:

表 7.2.8-4 列车信息帧定义

接口内容	字节长度	说明
消息类型	2	0x0204(列车位置报告及工作模式信息)
列车识别号VID	2	列车识别号信息
线路编号	2	线路编号,全网统一标识
列车定位状态	1	有定位:0x55; 无定位:0xAA; 其他非法
运行方向	1	车头指向方向。 上行:0x55; 下行:0xAA; 其他:0xff
车轮转向	1	车轮正转(前进):0x55; 车轮反转(后退):0xAA; 其他值无效。 车轮不转动时按正转发送

续表 7.2.8-4

接口内容	字节长度	说明
车头估计位置所在区段 ID	2	车头估计位置所在区段 ID
车头估计位置在区段内偏移量	4	单位:cm
车尾估计位置所在区段 ID	2	车尾估计位置所在区段 ID
车尾估计位置在区段内偏移量	4	单位:cm
过读测距误差	2	表示列车车头估计位置到最小安全前端的距离,单位:cm
欠读测距误差	2	表示列车车头估计位置到最大安全前端的距离,单位:cm
车载 ATP 当前模式	1	RM 模式:0x01; CM 模式:0x02; AM 模式:0x03; 其它非法
车载工作等级	1	CBTC:0x01; 点式:0x02; 联锁:0x03; 其它非法
列车完整性	1	完整:0x55; 不完整:0xAA; 其它非法
列车紧急制动状态	1	紧急制动:0x55; 无紧急制动:0xAA; 其它非法
列车 AR 状态	1	列车换端过程中,原尾端 ATP 与 ZC 建立通讯后到升级之前的状态。 处于 AR 状态:0x55; 未处于 AR 状态:0xAA; 其他非法
列车速度信息	2	单位:cm/s

续表 7.2.8-4

接口内容	字节长度	说明
车门状态	1	开门:0x55; 关门:0xAA; 门旁路:0xff; 其它非法。若无门旁路功能则按照关门处理
列车停稳状态	1	停稳且停准:0x55; 未停稳/未停准:0xAA; 其他非法
停车保证状态	1	停车保证响应。 可以停车:0x55; 无法停车:0xAA; 无效:0xff; 其他非法
无人折返状态	1	无人折返折入中(从车载 ATP 接收到无人折返命令开始到换端前):0x55; 无人折返折出中:0xAA; 未在无人折返中:0x00; 其他非法。 若车载 ATP 无相关功能,则发送无效值;若 ATS 无相关功能,则可不处理此信息
预选模式	1	车载 ATP 允许到达的最高模式。 CBTC－AM:0x01; CBTC－CM:0x02; ITC－AM:0x03; ITC－CM:0x04; IL－RM:0x05; 其他值非法
紧急制动原因	1	
当前紧急制动触发速度	2	单位 cm/s,ATP 曲线对应的 EBI 速度。 无效值:0xffff。当 VOBC 无法发送此信息时,发送无效值
当前推荐速度	2	单位 cm/s,ATO 曲线对应的常用制动速度。 无效值:0xffff。当 VOBC 无法发送此信息时,发送无效值

续表 7.2.8-4

接口内容	字节长度	说明
安全防护点轨道区段 ID	2	默认值:0xFFFF
安全防护点轨道区段偏移量	4	默认值:0xFFFFFFFF
障碍点轨道区段 ID	2	默认值:0xFFFF
障碍点轨道区段内偏移量	4	默认值:0xFFFFFFFF
预留	4	

3)车载设备报警信息帧信息定义如表 7.2.8-5 所示:

表 7.2.8-5 车载设备报警信息帧定义

接口内容		字节长度	说明
消息类型		2	0x0206(车载设备报警信息)
列车识别号 VID		2	列车识别号信息
列车报警信息	信息 1	1	ATO 故障。 有故障:0x55; 无故障:0xAA; 其他值无效
	信息 2	1	BTM 故障。 有故障:0x55; 无故障:0xAA; 其他值无效
	信息 3	1	HMI 故障。 有故障:0x55; 无故障:0xAA; 其他值无效
	信息 4	1	雷达故障。 有故障:0x55; 无故障:0xAA; 其他值无效
	信息 5	1	与 TIMS 通信故障。 有故障:0x55; 无故障:0xAA; 其他值无效

续表 7.2.8-5

接口内容		字节长度	说明
列车报警信息	信息 6	1	测速传感器故障。 有故障：0x55； 无故障：0xAA； 其他值无效
	信息 7	1	加速度计故障(可选)。 有故障：0x55； 无故障：0xAA； 其他值无效
	…	…	…
	信息 n	1	ATP 故障(与 ATS 通信正常时)。 有故障：0x55； 无故障：0xAA； 其他值无效
板卡信息		6	自定义

4)车载设备日检状态信息帧信息定义如表 7.2.8-6 所示：

表 7.2.8-6 车载设备日检状态信息帧定义

接口内容	字节长度	说明
消息类型	2	0x0208(车载设备日检状态信息)
列车识别号 VID	2	列车识别号信息
日检状态	6	自定义

7.3 CI—CI 接口

7.3.1 接口连接方式应符合下列要求：

1 物理层应符合以下规定：

1)CI 和相邻 CI 采用双路冗余的通信通道(将双网分别定义为红网和蓝网)，两系统按照红网和红网相连，蓝网和蓝网相连接的方式，任何一个单网的故障都不会对系统

的正常使用产生影响；

2)CI与CI之间使用双冗余安全网络，使用标准的RJ45端子及双绞线物理连接；

3)CI与相邻CI之间通过以太网端口进行通信，参数应符合表7.3.1的规定：

表7.3.1 端口描述表

物理特性	RJ45
	CAT－5双绞线
标准	IEEE 802.3(Ethernet)
物理连接	Ethernet 10/100/1000BaseT
传输	Full-duplex
编码顺序	Big endian
编码方式	Manchester

2 数据链路层基于IEEE 802.3标准。MAC头由14个字节组成，在Ethernet帧后面加入1个帧校验序列(4字节)；

3 网络层使用IPv4协议；

4 传输层使用UDP/IP协议；

5 安全通信协议层采用RSSP－I标准协议，同时通过序列号对冗余网络数据进行过滤；

6 应用层应符合7.3.1第一款的具体要求；

7 CI以300ms(暂定)为周期向相邻的CI发送信息。相邻CI若连续3个周期(数据可配置)没收到CI数据，认为通信中断；

8 通信中断后，本站CI无法收到邻站汇报的设备信息。CI将邻站所有设备状态设置为安全侧(置为0)，如将通往邻站进路的始端信号机置为禁止信号，对应来自邻站的区段设置为占用。

7.3.2 信息帧应符合下列定义：

1 CI与邻站CI传输分界线两边的设备信息，包括进路内物理区段、信号机、站台门、紧急关闭按钮、道岔及保护区段状态。

双方 CI 向对方传输本控区被分割进路内的设备状态，接收对方 CI 发送的设备状态。

2 接口数据采用低地址存放高字节方式。

3 通用报文头定义见表 7.3.2-1：

表 7.3.2-1 通用报文头定义

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
接口信息类型	1	类型高位	2 字节	0xXXXX：CI—CI 接口
	2	类型低位		
发送方标识信息	3	源 ID	4 字节	CI：0x02
	4			厂商 ID：对厂商统一编号
	5			标识 1(高字节) 此处填写发送方 CI 控制区的 ID
	6			标识 2(低) 定义如上述标识 1
接收方标识信息	7	目的 ID	4 字节	CI：0x02
	8			厂商 ID：对厂商统一编号
	9			标识 1(高) 此处填写接收方 CI 控制区的 ID
	10			标识 2(低) 定义如上述标识 1
版本控制信息	11	版本号	1 字节	电子地图版本(版本 1、2、3、4 等)，用于车载分批更新时的车地版本校核，具体使用方式待定。 不使用填写默认值：0xff
版本校验信息	12	CI 与 CI 之间的版本一致性信息	4 字节	车地数据(根据通信对象分别定义版本)，基于统一的电子地图的 32 位 CRC。 CRC 的生成多项式为 0x04C11DB7，(X32＋X26＋X23＋X22＋X16＋X12＋X11＋X10＋X8＋X7＋X5＋X4＋X2＋X1＋1)，CRC 的寄存器初始值为 0xffffffff
	13			
	14			
	15			

续表 7.3.2-1

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
消息序列号	16	序列号	4 字节	记录本条消息在整个消息序列中的相对位置，发送方每周期将本序号值加 1
	17			
	18			
	19			
通讯周期	20	通讯周期	1 字节	设备通讯周期，单位：50ms
对方消息序列号	21	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息中的对方消息序列号
收到上一条消息时本方序列号	22	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息时，本方的周期计数
协议版本号	23	协议版本号	1 字节	CI—CI 协议版本： 此处填写本文件的版本号，001－255 有效
应用层数据	23～1000	应用层数据	变长	

4 CI 与 CI 接口描述见表 7.3.2-2：

表 7.3.2-2 CI 与 CI 接口描述

设备类型	设备状态	取值说明		备注
		0	1	
道岔	引导总锁	引导总锁	未引导总锁	
	单锁	道岔单锁	未单锁	
	封锁	道岔封锁	未封锁	
	定位	无效	定位	定位、反位状态均无效时，道岔四开
	反位	无效	反位	
物理区段	区段状态	占用	空闲	
	区段封锁	封锁	未封锁	
	区段锁闭	锁闭	未锁闭	
	防护锁闭	未防护锁闭	防护锁闭	
	ARB	区段未 ARB	区段 ARB	ARB：物理区段故障状态

续表 7.3.2-2

设备类型	设备状态	取值说明		备注
		0	1	
逻辑区段	CT 车占用	CT 车占用	非 CT 车占用	非 CT 车占用，且非 UT 车占用时为逻辑区段空闲
	UT 车占用	UT 车占用	非 UT 车占用	
	临时限速状态	已设置临时限速	未设置临时限速	
	区段封锁	封锁	未封锁	
信号机	红灯	信号机状态非红灯	显示红灯	信号禁止状态
	黄灯	信号机状态非黄灯	显示黄灯	信号开放
	绿灯	信号机状态非绿灯	显示绿灯	信号开放
	红黄灯	信号机状态非红黄灯	显示红黄灯	引导开放
	断丝	信号机非断丝	信号机断丝	
	信号机亮灭	亮灯	灭灯	
	信号机封锁	封锁	未封锁	
站台门	站台门状态	开门	关门	
	门旁路	未旁路站台门	旁路站台门	
紧急关闭按钮	按钮按下	按钮已按下	按钮未按下	
照查	照查状态	照查状态不满足	照查状态满足	照查条件常态吸起，在发车站末区段锁闭时落下，上电锁闭时照查状态为落下，通信中断时也按照照查状态落下处理 照查采用通信接口时按照一个 bit 进行数据传输，码位为 1 时为照查吸起、码位为 0 时为照查落下

续表 7.3.2-2

设备类型	设备状态	取值说明		备注
		0	1	
进路	接近锁闭信息	接近锁闭	未接近锁闭	不论分界点处设置实体或虚拟信号机，均按照独立进路发送接近锁闭信息
保护区段	保护区段办理请求	未请求建立保护区段	请求建立保护区段	1:在发车站最后一条主进路锁闭完成及保护区段建立的触发区段占用条件具备开始发送； 0:主进路最后一个区段解锁或已发送保护区段解锁命令后发送该信息为“不请求”
	保护区段解锁命令	不发送保护区段解锁命令	发送保护区段解锁命令	1,发车站联锁收到保护区段停稳信息时、或者发车站最后一个区段解锁时发送； 0,不满足解锁保护区段条件时不发送解锁命令；
联锁系统	上电锁闭	处于上电锁闭状态	已完成上电解锁	0:未完成上电解锁 1:已完成上电解锁

7.4 VOBC—CI 接口

7.4.1 接口连接方式应符合下列要求：

1 VOBC 与 CI 之间采用冗余网络进行通信。CI 与 VOBC 之间的网络拓扑结构采用 A 网—A 网，B 网—B 网两个链路进行连接；

2 VOBC 与 CI 之间通信采用 RSSP—II 安全通信协议。安全通信协议的具体要求参见运基信号 267 号文件《RSSP—II 铁路信号安全通信协议》。

3 动态交互描述

1)消息定义

VOBC 和 CI 的通信主要用于站台门 PSD 的控制。VOBC 通过无线通信将 PSD 控制命令发送给 CI,CI 通过继电器控制 PSD 的打开和关闭操作,并通过继电器采集 PSD 的实际状态后,通过无线通信将 PSD 的状态发送给 VOBC。

CI 将 VOBC 所在站台的出站信号机状态发送给车载 VOBC,如出站信号机为红灯,则车载应提供闯红灯防护功能。

2)信息包格式定义

CI/VOBC 每周期最多允许发送 1 个消息包,包中包含 CI 与 VOBC 之间传输的应用信息,格式定义如表 7.4.1 所示:

表 7.4.1 信息包格式定义

<table>
<tr><th>信息域定义</th><th>字段</th><th>长度</th><th>信息位定义及说明</th></tr>
<tr><td rowspan="2">接口信息类型</td><td>类型高位</td><td rowspan="2">2 字节</td><td rowspan="2">0x9008:VOBC－CI 接口</td></tr>
<tr><td>类型低位</td></tr>
<tr><td rowspan="3">发送方标识信息</td><td rowspan="3">源 ID</td><td rowspan="3">4 字节</td><td>VOBC:0x01,CI:0x04</td></tr>
<tr><td>厂商 ID:对厂商统一编号</td></tr>
<tr><td>当发送方为 VOBC 时,此编号为车载编号,编号(16bits):
1.15－14bit,预留;
2.13－2bit,列车编号;
3.1－0bit,车端号。
当发送方为 CI 时,此设备为 CI 控制区的 ID</td></tr>
<tr><td rowspan="3">接收方标识信息</td><td rowspan="3">目的 ID</td><td rowspan="3">4 字节</td><td>VOBC:0x01,CI:0x04</td></tr>
<tr><td>厂商 ID:对厂商统一编号</td></tr>
<tr><td>当接收方为 VOBC 时,此编号为车载编号,编号(16bits):
1.15－14bit,预留;
2.13－2bit,列车编号;
3.1－0bit,车端号。
当接收方为 CI 时,此设备为 CI 控制区的 ID</td></tr>
<tr><td>版本控制信息</td><td>版本号</td><td>1 字节</td><td>电子地图版本(版本 1、2、3、4 等),用于车载分批更新时的车地版本校核</td></tr>
</table>

续表 7.4.1

信息域定义	字段	长度	信息位定义及说明
版本校验信息	CI 与 VOBC 之间的版本一致性信息	4 字节	车地数据(根据通信对象分别定义版本),基于统一的电子地图的 32 位 CRC。 CRC 的生成多项式为 0x04C11DB7,(X32+X26+X23+X22+X16+X12+X11+X10+X8+X7+X5+X4+X2+X1+1),CRC 的寄存器初始值为 0xFFFFFFFF
消息序列号	序列号	4 字节	记录本条消息在整个消息序列中的相对位置,发送方每周期将本序号值加 1
通讯周期		1 字节	设备通讯周期,单位:50ms
对方消息序列号		4 字节	记录收到对方上一条消息中的对方消息序列号
收到上一条消息时本方序列号		4 字节	记录收到对方上一条消息时,本方的周期计数
协议版本号	协议版本号	1 字节	VOBC—CI 协议版本: 此处填写本文件的版本号,001－255 有效
应用层数据	应用层数据		

3)通信状态管理

a)CI 应对接收到的 VOBC 的应用消息进行合法性检查,若检查未通过,认为本周期未收到对方的应用信息。具体检查方式如下:

- 消息内容的一致性检查:包括信息的字段合法性检查,字段组合合法性检查,以及信息完整性检查。
- 消息所应包含的信息的完整性。

b)CI 和 VOBC 应能分别对通信连接状态进行判断:

- CI 认为与 VOBC 通信中断的超时时间定义为 TCiTimeout。

- VOBC 认为与 CI 通信中断的超时时间定义为 TVobcTimeout。
- 若 CI 在 TCiTimeout 超时时间内，没有接收到来自 VOBC 的任何消息，则 CI 应认为与 VOBC 的通信中断。
- 若 VOBC 在 TVobcTimeout 超时时间内，没有接收到来自 CI 的任何消息，则 VOBC 应认为与 CI 的通信中断。

4 通信故障处理

1）EN50159－2 中提及的 7 种开放式网络存在的安全通信风险均由安全通信协议进行防护，风险包括：重复、删除、插入、重排序、损坏、伪装、延迟。

2）车地无线通信双方（CI－VOBC）应用层的通信故障处理按以下情况进行防护：

a）CI 和 VOBC 对于接收到的重复、逆序的应用信息，采用直接丢弃的方式进行处理，并且认为本周期未收到对等方的应用信息；

b）存在通信延迟的情况下处理：若 CI/VOBC 判断接收到的应用信息发生延迟，应采取安全侧处理；

c）通信中断的情况下处理：若 CI/VOBC 认为与对等方应用层通信超时中断，采取主动释放安全连接的方式进行处理；

d）其他风险由安全通信协议完成防护处理。

7.4.2 通信体系结构应符合下列规定：

1 通信层次划分

VOBC 与 CI 通信的层次遵循标准的 OSI 参考模型，从传输层至物理层采用冗余的数据通道。

1）物理层

a）VOBC 与 CI 之间通信通过无线通信通道实现，但无

线通信对于两系统之间作为透明的传输通道。

b)VOBC 和 CI 之间的具体物理通道连接方式为：VOBC 通过冗余的网络硬件分别连接到车载无线通信设备(区分红、蓝双网)，双网的车载无线通信设备分别通过各自的无线通道连接到地面无线通信设备，地面无线通信设备与地面信号网交换机连接，CI 通过冗余的网络硬件分别连接到地面信号网交换机(区分红、蓝双网)。

c)CI 到交换机的物理层特征应按表 7.4.2 要求：

表 7.4.2　物理层特征

物理特性	选择
	双绞线
标准	IEEE 802.3(Ethernet)
物理连接	Ethernet 10/100BaseT
传输	Full-duplex
编码顺序	Big endian
带宽	100Mbits/s
编码方式	Manchester

2)数据链路层应符合：介质访问层(MAC 层)基于 IEEE 802.3 标准。MAC 头由 14 个字节组成，1 个帧校验序列(4 字节)将被加在 Ethernet 帧后面。

3)网络层使用 IPv4 协议。

4)传输层使用 TCP/IP 协议。

5)通信协议层采用标准安全通信协议。

2　通信机制应符合下列规定：

1)在 VOBC 和 CI 开始通信时将建立通信链接并在通信过程中持续维护；

2)VOBC 为发起方,CI 为被动方;

3)当 VOBC 停止向 CI 发送数据时将删除自身维护的链接信息,当 CI 停止向 VOBC 发送信息时将删除自身维护的链接信息;

4)VOBC 作为通信协议的发起方,并且正常通信时能够保证每周期向 CI 发送数据,为了保证正常的链接维护,故在 VOBC 没有向 CI 发送数据的需求时,将不响应 CI 发送的应用或协议层的信息;

5)除满足安全通信协议规范要求的功能外,通信协议也应具有冗余数据处理功能;

6)PSD 在接收到打开或关闭命令时,应能进行固定的延时(时间可调),以期达到车门和 PSD 同步的功能。

7.4.3 应用层逻辑接口应符合以下规定:

1 VOBC 在列车进出站过程中,给 CI 发送控制站台门打开关闭的信息。VOBC 周期发送信息至 CI(通信周期范围定义为 200ms～1000ms),CI 接收到信息后向 VOBC 发送对应 PSD 的状态信息。

2 对于可允许两侧开门的站台,系统将两侧的 PSD 当作两个不同的设备分别控制,为两侧的站台门分别分配全局唯一的标识。

3 VOBC 至 CI 接口描述中未做特殊规定的多字节通信信息均采用低地址存放高字节方式。

7.4.4 VOBC 至 CI 接口应符合下列要求:

VOBC 发送给 CI 的信息用于控制 PSD 的开关,VOBC 至 CI 输出信息接口表如表 7.4.4 所示,应用层报文长度固定为 11 字节,全线站台门的编号方式应有共同的规则和相应的说明文件。CI 结合编组信息和站台门编号控制对应的站台门打开/关闭。

表 7.4.4　VOBC－CI 接口信息

接口内容		字节长度	说明
NC_DATA		1	报文类型 0x01:站台门控制报文 0xFF:保留值
DIR_TRAIN		1	列车运行方向(车头激活端对应方向),上行/下行,停车时默认发送车头朝向; 上行:0x55; 下行:0xAA; 默认:0xFF
S_TRAINSTOPAREA		1	列车停稳停准状态: 停稳且停准:0x55; 未停稳/未停准:0xAA; 其他非法
N_PSD_TYPE		1	根据线路不同,发送不同的值,用于控制不同列车编组,打开车门和站台门时一一对应。 三编组:0x03 四编组:0x04 五编组:0x05 六编组:0x06 七编组:0x07 八编组:0x08 其他:预留 无效:0xFF
N_PSD		1	需要控制的站台门的数量(定长),0、1 或者 2;为 0 时,PSD1 和 PSD_2 字段填写默认值;为 1 时,PSD_2 字段填写默认值
PSD_1 控制信息	NID_PSD_1	2	PSD_1 的 ID,默认值 0xFFFF
	NC_PSD_1	1	对 PSD_1 的控制命令(对应编组信息参照 N_PSD_TYPE) 开门:0x55; 关门:0xAA; 默认无效值:0xFF

续表 7.4.4

<table>
<tr><th colspan="2">接口内容</th><th>字节长度</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="2">PSD_2 控制信息</td><td>NID_PSD_2</td><td>2</td><td>PSD_2 的 ID(用于实现不同侧的站台门控制)</td></tr>
<tr><td>NC_PSD_2</td><td>1</td><td>对 PSD_2 的控制命令(对应编组信息参照 N_PSD_TYPE)
开门:0x55;
关门:0xAA;
默认无效值:0xFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">站台区段 ID</td><td>2</td><td>列车所在的区段编号。默认为 0x0000</td></tr>
</table>

7.4.5 CI 至 VOBC 接口应符合下列要求:

CI 至 VOBC 输出信息接口表如表 7.4.5 所示:

表 7.4.5 CI 到 VOBC 接口信息

<table>
<tr><th colspan="3">接口内容</th><th>字节长度</th><th>说明</th></tr>
<tr><td colspan="3">NC_DATA</td><td>1</td><td>报文类型
0x01:站台门状态及闯红灯报文
0xFF:保留值</td></tr>
<tr><td colspan="3">DIR_TRAIN</td><td>1</td><td>列车运行方向(车头激活端对应方向)CI 将接收到的 VOBC 发送的方向信息回发给车载 VOBC。
上行/下行,停车时默认发送车头朝向;
上行:0x55;
下行:0xAA;
默认:0xFF</td></tr>
<tr><td colspan="3">N_PSD</td><td>1</td><td>回复状态的 PSD 的数量</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PSD_1 信息</td><td colspan="2">NID_PSD_1</td><td>2</td><td>PSD_1 的 ID,默认值 0xFFFF</td></tr>
<tr><td>PSD_1 状态</td><td>Q_PSD_1</td><td>1</td><td>PSD_1 的状态
开门:0x55;
关门:0xAA;(互锁解除时按照关门发送)</td></tr>
<tr><td>PSD_1 控制命令</td><td>R_NC_PSD_1</td><td>1</td><td>CI 接收到的 VOBC 对 PSD_1 的控制命令</td></tr>
</table>

续表 7.4.5

<table>
<tr><td colspan="3">接口内容</td><td>字节长度</td><td>说明</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PSD_2 信息</td><td colspan="2">NID_PSD_2</td><td>2</td><td>PSD_2 的 ID</td></tr>
<tr><td>PSD_2 状态</td><td>Q_PSD_2</td><td>1</td><td>PSD_2 的状态
开门:0x55;
关门:0xAA;(互锁解除时按照关门发送)</td></tr>
<tr><td>PSD_2 控制命令</td><td>R_NC_PSD_2</td><td>1</td><td>CI 接收到的 VOBC 对 PSD_2 的控制命令</td></tr>
<tr><td colspan="3">Q_SIGNAL_ASPECT</td><td>1</td><td>上行信号机的状态
允许信号:0x55;
禁止信号:0xAA</td></tr>
<tr><td colspan="3">Q_SIGNAL_ASPECT</td><td>1</td><td>下行信号机的状态
允许信号:0x55;
禁止信号:0xAA</td></tr>
</table>

7.5 ZC—VOBC 接口

7.5.1 通信机制应符合下列要求:

1 仅能由 VOBC 发起安全连接的建立过程;

2 ZC 与 VOBC 采用周期发送和消息触发的方式进行通信;

3 通信双方均采用大端字节序进行数据传输;

4 ZC 与 VOBC 均应对接收的应用信息进行判断和逻辑运算。

7.5.2 接口连接方式应符合下列要求:

1 物理接口

VOBC 与 ZC 之间采用冗余网络进行通信。ZC 与 VOBC 之间的网络拓扑结构采用 A 网—A 网,B 网—B 网两个链路。

2 安全通信协议

1)ZC 与 VOBC 之间通信采用 RSSP—II 安全通信协议。

安全通信协议的具体要求参见运基信号267号文件《RSSP－Ⅱ铁路信号安全通信协议》；

2)安全应用中间子层、消息鉴定安全层、适配及冗余管理层三层，遵循RSSP－Ⅱ标准规定；

3)TCP及IP层使用标准TCP/IP协议栈；

4)介质访问层及物理层层取决于不同的网络种类，无线网使用无线标准协议，地面网使用以太网协议(IEEE 802.3)；

5)消息鉴定安全层及以上各层为安全相关功能，须部署于安全相关设备中，适配层及以下各层为安全无关功能，可部署于非安全设备中。

3 动态交互描述

1)将ZC－VOBC间每个周期需要交互的应用信息通过组成通用(GAL)消息包进行传输；

2) ZC/VOBC每周期最多允许发送1个GAL消息包，GAL包中包含ZC与VOBC之间传输的各条应用信息；

3)每个GAL消息包总长不得超过1000字节，格式定义如表7.5.2-1和表7.5.2-2所示：

表7.5.2-1 通用信息包格式定义

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
接口信息类型	1	类型高位	2字节	0x9006:ZC－VOBC接口
	2	类型低位		
发送方标识信息	3	源ID	4字节	VOBC:0x01,ZC:0x02
	4			厂商ID:对厂商统一编号
	5			1.当发送方为VOBC时，此处填写列车VID标识，001－999有效，超出范围无效。 2.当发送方为ZC时，此处填写ZCID
	6			

续表 7.5.2-1

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
接收方标识信息	7	目的 ID	4 字节	VOBC:0x01,ZC:0x02
	8			厂商 ID:对厂商统一编号
	9			1.当接收方为 VOBC 时,此处填写列车 VID 标识,001－999 有效,超出范围无效。 2.当接收方为 ZC 时,此处填写 ZC ID
	10			
电子地图版本序列控制信息	11	版本序列号	1 字节	电子地图版本序列号
电子地图版本校验信息	12	ZC 与 VOBC 之间的版本一致性信息	4 字节	基于统一的电子地图的 32 位 CRC。CRC 的生成多项式为 0x04C11DB7,(X32＋X26＋X23＋X22＋X16＋X12＋X11＋X10＋X8＋X7＋X5＋X4＋X2＋X1＋1),CRC 的寄存器初始值为 0xffffffff
	13			
	14			
	15			
本方消息序列号	16	序列号	4 字节	记录发送本条消息时,本方的周期计数,发送方每周期将本计数加 1.。第一位表示是否收到对方消息;0 表示已收到;1 表示未收到;有效值范:1 至 $2^{31}-1$
	17			
	18			
	19			
通信周期	20	通信周期	1 字节	设备通讯周期,单位:50ms
对方消息序列号	21	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息中的对方消息序列号。第一位表示是否收到对方消息;0 表示已收到;1 表示未收到;有效值范:1 至 $2^{31}-1$
收到上一条消息时本方序列号	22	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息时,本方的周期计数。第一位表示是否收到对方消息;0 表示已收到;1 表示未收到;有效值范:1 至 $2^{31}-1$
协议版本号	23	协议版本号	1 字节	ZC－VOBC 的协议版本
应用层数据	22～1000	应用层数据	变长	参见表 7.5.2-2 格式定义

表 7.5.2-2　应用层信息格式定义

信息域定义	字节编号	报文内容	说明
报文长度	1	报文长度(报文类型～报文结束)	自定义,详细内容参见 7.5.3
	2		
报文类型	3	定义某一条应用信息的标识	自定义,详细内容参见 7.5.3
	4		
预留	5	预留	0
	6		0
报文内容	7～报文结束	按照报文格式定义的报文具体内容	自定义,详细内容参见 7.5.3

4　通信状态管理

1)ZC 及 VOBC 应分别对接收到的应用消息进行合法性检查,若检查未通过,认为本周期未收到对等方的应用信息,并记录报警信息。具体检查应符合以下规定:

a)消息内容的一致性检查:包括信息的字段合法性检查,字段组合合法性检查,以及信息完整性检查;

b)通用应用(GAL)信息包消息所应包含的信息的完整性。

2)ZC 和 VOBC 应能分别对通信连接状态进行判断:

a)ZC 认为与 VOBC 通信中断的超时时间定义为 TZcTimeout(3s　9s,可配置);

b) VOBC 认为与 ZC 通信中断的超时时间定义为 TVobcTimeout(3s　9s,可配置);

c)若 ZC 在 TZcTimeout 超时时间内,没有接收到来自 VOBC 的任何消息,则 ZC 应认为与 VOBC 的通信中断;

d)若 VOBC 在 TVobcTimeout 超时时间内,没有接收到来自 ZC 的任何消息,则 VOBC 应认为与 ZC 的通信中断。

5　通信故障处理

1)EN50159—2 中提及的 7 种开放式网络存在的安全通信风险均由安全通信协议进行防护，风险包括：重复、删除、插入、重排序、损坏、伪装、延迟；

2)车地无线通信双方（ZC—VOBC）应用层的通信故障处理分为以下几种情况：

a)ZC 和 VOBC 对于接收到的重复、逆序的应用信息，采用直接丢弃的方式进行处理，并且认为本周期未收到对等方的应用信息；

b)通信中断的情况下处理：若 ZC/VOBC 认为与对等方应用层通信超时中断，采取主动释放安全连接的方式进行处理。

7.5.3　接口数据应符合下列要求：

1　数据类型定义

ZC 与 VOBC 之间通信的所有应用信息类型及其含义、发送方向、长度范围、发送方式（周期/非周期）如表 7.5.3-1 所示。

表 7.5.3-1　ZC 与 VOBC 通信的应用层信息定义

信息类型	信息包名	发送方向	字节长度	发送方式
0x0201	列车控制信息	ZC→VOBC	4～	周期
0x0202	列车位置信息	VOBC→ZC	4～	周期
0x0205	应用层注册/注销响应	ZC→VOBC	4～	非周期
0x0206	应用层注册/注销请求	VOBC→ZC	4～	非周期
0x0207	应用层注销请求	ZC→VOBC	4～	非周期
0x0209	特殊控制报文	ZC→VOBC	4～	非周期

2　应用信息定义

1)ZC—＞VOBC

a)列车控制信息：ZC 对满足 MA 发送条件的列车周期发送列车控制信息，如表 7.5.3-2 所示。

表 7.5.3-2　列车控制信息定义

接口内容	字节长度	说明
下一 ZC ID	4	下一 ZC ID MA 终点到 ZC 边界或者越过 ZC 边界时设定该信息。其他无效。 默认值:0xFF 如 MA 终点到达线路终端,填写默认值
MA 信息	2	MA 信息长度 从 MA 方向位到临时限速位置所有字节长度
	1	MA 方向 在 MA 起点朝向 MA 终点的方向 上行:0x55; 下行:0xAA; 其他非法
	1	停车保证请求 有:0x55; 无:0xAA; 其他非法。 停车保证功能可选,根据工程项目需求确定,如无此功能则默认填写无停车保证请求
	2	停车保证请求对应安全防护点轨道区段 ID
	4	停车保证请求对应安全防护点轨道区段偏移量
	2	停车保证请求对应障碍点轨道区段 ID
	4	停车保证请求对应障碍点轨道区段偏移量
	1	停车保证请求对应保护区段有效性
	—	MA 起点位置(列车最小安全后端)
	2	轨道区段 ID
	4	区段内偏移量(单位:cm)
	—	安全防护点位置
	2	轨道区段 ID
	4	区段内偏移量(单位:cm)
	—	障碍点信息

续表 7.5.3-2

接口内容	字节长度	说明
MA 信息	2	轨道区段 ID 无效值:0xFFFF
	4	区段内偏移量(单位:cm) 无效值:0xFFFFFFFF
	1	保护区段有效性 有效:0x55; 无效:0xAA; 默认值:0xFF
路径信息	2	道岔信息个数(MA 内包含的道岔,个数为变量,最大 20)
	—	道岔(1)信息
	2	ID
	1	道岔状态 定位:0x55; 反位:0xAA; 其他非法
	⋮	⋮
	3	道岔(X)信息(X 为“道岔信息个数”字段值)
PSD 状态	2	PSD 信息数(MA 内包含的 PSD,个数为变量,最大 10)
	—	PSD(1)信息
	2	ID
	1	PSD 状态 开门:0x55; 关门:0xAA; 互锁解除:0xCC; 其他非法。 若 ZC 无互锁解除相关功能,可将互锁解除视为“关门”处理
	⋮	⋮
	3	PSD(Y)信息(Y 为“PSD 信息数”字段值)

续表 7.5.3-2

接口内容	字节长度	说明
ESB 状态	2	ESB 信息个数(MA 内包含的 ESB,个数为变长,最大 10)
	—	ESB(1)信息
	2	ID
	1	ESB 状态 按下:0x55; 未按下:0xAA
	· ·	· ·
	3	ESB(Z)信息(Z 为“ESB 信息个数”字段值)
无人折返按钮状态	1	无人折返按钮状态(列车停靠无人折返站台时发送) 按下:0x55; 未按下:0xAA(默认值)
临时限速信息	2	临时限速信息个数(个数为变长,最多 10)
	—	临时限速(1)信息
	—	始端位置
	2	轨道区段 ID
	4	区段内偏移量(单位:cm)
	—	终端位置
	2	轨道区段 ID
	4	区段内偏移量(单位:cm)
	1	预留
	1	临时限速值: 单位:km/h(0km/h－254km/h) 0xFF:无临时限速
	· ·	· ·
	14	临时限速(N)信息(N 为“临时限速信息个数”字段值)

续表 7.5.3-2

接口内容	字节长度	说明
运行目的地属性信息	1	MA 终点处目的地属性 通过:0x55; 折返:0xAA; 回段:0xCC; 默认值:0xFF。 若 ZC 无目的地属性,则发送默认值。若 ATP 无相关功能,则接收此信息时不进行处理
预留信息	根据工程配置	预留

b)应用层注册/注销响应

收到 VOBC 发送的注册/注销请求时,ZC 返回表 7.5.3-3 报文。

表 7.5.3-3 应用层注册/注销响应报文

接口内容	字节长度	说明
注册/注销响应	1	注册成功:0x55; 注册失败:0xAA; 注销成功:0xCC; 其他非法
注册失败原因	1	错误代码。 0x**:注册失败原因(根据业主要求定义); 0x00:默认值,注册成功时填写
预留	2	0

c)应用层注销请求

ZC 的注销条件成立时,发送表 7.5.3-4 信息。

表 7.5.3-4 应用层注销请求信息

接口内容	字节长度	说明
注销命令	1	注销请求:0x55 其他非法
注销原因	1	错误代码:(待定义)
预留	2	0

d)特殊控制报文

ZC 对于已经注册的列车，在下述条件之一满足时发送该信息帧：

● 列车已经定位(收到列车位置报告)，但是不满足计算移动授权条件；

● ZC 判断列车应紧急制动；

● 非折返列车注册成功，但未收到列车的位置报告；

● 列车折返过程中，列车两端 VOBC 同时与 ZC 建立通信时，ZC 可向其中一端发送特殊控制报文。

在列车折返过程中，当折出端与 ZC 注册后，ZC 在收到折出端的位置报告之前不应发送特殊控制报文。

列车当前级别为 CBTC 控制级别时，对特殊控制报文进行处理，否则特殊控制报文只用于维持安全连接。特殊控制报文定义见表 7.5.3-5：

表 7.5.3-5 特殊控制报文定义

接口内容	字节长度	说明
紧急制动命令	2	紧急制动命令 有命令：0x55； 无命令：0xAA； 其他非法
		ZC－CI 间通信故障 有故障：0x55； 无故障：0xAA； 其他非法
列车头端筛选状态	2	列车注册后头端筛选状态 未完成：0x55； 已完成：0xAA； 其他非法
		接管 ZC 无法计算有效移动授权 无法计算：0x55； 已计算：0xAA； 其他：0xFF

续表 7.5.3-5

接口内容	字节长度	说明
列车信息错误	1	列车信息错误(指 ZC 认为列车信息已不可信,例如位置报告错误等) 有错误:0x55; 无错误:0xAA; 其他非法。 若 ZC 无相关功能可发送无错误
折返过程尾端安全连接保持	1	折返过程中,首尾 VOBC 同时建立通信时,ZC 对尾端 VOBC 发送特殊控制报文,用于保持安全连接。 保持:0x55; 不保持:0xAA; 其他非法。 对首端 VOBC 及不需要首尾 VOBC 同时建立通信的列车,发送"不保持"
预留	3	0

2)VOBC－＞ZC

a)列车位置信息

周期发送表 7.5.3-6 信息,用来维持 ZC 设备和 VOBC 间安全通信的连续性。

表 7.5.3-6 列车位置信息定义

接口内容	字节长度	说明
运行方向	1	有效驾驶端的方向 车头估计位置为基准判断方向。 上行:0x55; 下行:0xAA; 其他非法
激活端	1	本 VOBC 是否为激活端 激活端:0x55; 非激活端:0xAA; 其他非法

续表 7.5.3-6

接口内容	字节长度	说明
列车包络线	—	车头估计位置(列车前端车钩的最大可能位置)
	2	轨道区段 ID
	4	区段内偏移量(单位:cm)
	—	车尾估计位置(列车尾端车钩的最大可能位置)
	2	轨道区段 ID
	4	区段内偏移量(单位:cm)
	2	欠读误差(单位:cm):表示列车车头估计位置到最大安全前端的距离
	2	过读误差(单位:cm):表示列车车头估计位置到最小安全前端的距离
	2	列车长度(单位:cm)
	2	列车车头第一轮对到车钩长度(单位:cm)
车载工作模式	1	0x01:CBTC; 0x02:点式; 0x03:联锁控制级别; 其他非法
车载驾驶模式	1	0x01:AM; 0x02:CM; 0x03:RM; 其他非法
车辆状态	1	停车保证响应 0x55:可以停车; 0xAA:无法停车; 0xFF:无效; 其他非法
	2	停车保证对应安全防护点轨道区段 ID
	4	停车保证对应安全防护点轨道区段内偏移量(单位:cm)
	2	停车保证对应障碍点轨道区段 ID
	4	停车保证对应障碍点轨道区段偏移量

续表 7.5.3-6

接口内容	字节长度	说明
车辆状态	1	停车保证对应保护区段有效性
	1	折返状态(AR 状态,折返时车尾 VOBC 注册后,到折返流程完成之前的状态) 0x55:AR 状态; 0xAA:非 AR 状态; 其他非法
	1	列车完整性 0x55:列车分离; 0xAA:列车没有分离; 其他非法
	1	无人折返指示灯 0x55:折返指示灯常亮; 0xAA:折返指示灯常灭; 0xCC:折返指示灯闪烁; 其他非法。 若地面设备无折返指示灯闪烁功能,可将折返指示灯闪烁作为常亮处理;若车载设备无折返指示灯闪烁功能,可不发送折返指示灯闪烁信息
	1	紧急制动状态 0x55:有紧急制动输出; 0xAA:没有紧急制动输出; 其他非法
列车速度/距离信息	2	列车速度 0—65535:0—65535cm/s(单位:cm/s)
	1	速度方向(车轮旋转的方向) 0x55:前(停车时是向前); 0xAA:后; 其他非法
	2	退行距离(单位:cm)
	1	停稳信息 0x55:停稳; 0xAA:未停稳
受控 ZCID	4	受控 ZC 的 ID
预留	根据工程项目配置	预留

b)应用层注册/注销请求

VOBC满足注册/注销条件时，应重复发送表7.5.3-7信息。

表7.5.3-7 应用层注册/注销请求信息

接口内容	字节长度	说明
注册/注销请求	1	注册请求：0x55； 注销请求：0xCC； 其他非法
注销原因	1	错误代码：(待定义)
预留	2	0

3 折返流程说明：

折返流程分为VOBC 2IP－ZC与VOBC 4IP－ZC两种情况。本节中VOBC1指换端前的车头VOBC、VOBC2指换端前的车尾VOBC。

1)VOBC 2IP－ZC

VOBC在红蓝网上各暴露1个IP，ZC在红蓝网上各暴露1个IP，双方建立一条安全连接，冗余消息在红蓝网上分别传输(红网IP对红网IP，蓝网IP对蓝网IP)。首尾VOBC共用一个VID。ZC不区分首尾端VOBC。

折返流程应符合以下规定：

a) VOBC与ZC正常通信，向ZC发送VOBC1方向的“列车位置信息”包，ZC向VOBC发送VOBC1方向的“列车控制信息”包；

b)折返开始后，VOBC应停止发送VOBC1方向的“列车位置信息”包，改为发送VOBC2方向的“列车位置信息”包；

c)ZC根据收到的VOBC“列车位置信息”包判断列车方向发生改变且包络位置未改变，则认为列车换端，开始向VOBC发送VOBC2方向的“列车控制信息”包；

d) VOBC 收到 VOBC2 方向的“列车控制信息”包后，开始据此控制列车，折返流程结束。

2) VOBC 4IP－ZC

车载首尾 VOBC 使用不同的 ID，各自在红蓝网上暴露 1 个 IP。轨旁 ZC 在红蓝网上各暴露 1 个 IP。在折返过程中，车尾 VOBC 与 ZC 新注册建立一条安全连接。此时 VOBC1、2 同时与 ZC 通信，各维护一条安全连接。换端完成后，VOBC1 注销与 ZC 的连接，仅保留 VOBC2 的连接（与折返前相比，与 ZC 通信的车载设备的红蓝网 IP 地址发生了切换）。首尾 VOBC 采用不同的 VID。

折返流程应符合以下规定：

a) VOBC1 与 ZC 正常通信，向 ZC 发送本端“列车位置信息”包，ZC 向 VOBC1 发送“列车控制信息”包；

b) 折返开始后，VOBC2 与 ZC 新建立安全连接，并发起注册，通信建立后，VOBC2 向 ZC 发送本端“列车位置信息”包，其中“折返状态”内容应为“AR 状态”；

c) ZC 与 VOBC1、VOBC2 同时保持通信，向两 VOBC 发送的内容为：向两 VOBC 分别发送该端的“列车控制信息”包；或向一端 VOBC 发送该端的“列车控制信息”包，向另一端发送“特殊控制报文”包，其中“折返过程尾端安全连接保持”内容应为“保持”。

ZC 根据两端 VOBC 发送的“列车位置信息”包中的“激活端”与“AR 状态”字段判断向两端发送的信息内容。原则为：

● 若两端“列车位置信息”包中的“激活端”信息均为“非激活端”，则向两端同时发送“特殊控制报文”包；

● 若两端“列车位置信息”包中有且仅有一端的“激活端”信息为“激活端”，则向该端发送“列车控制信息”包，向另一端发送“特殊控制报文”包；

● 若两端“列车位置信息”包中的“激活端”信息均为“激活

端”,则判断“AR状态”:若有且仅有一端的“AR状态”为“AR状态”,则向该端发送“列车控制信息”包,向另一端发送“特殊控制报文”包;若两端“AR状态”均为“AR状态”或“非AR状态”,则向两端同时发送“特殊控制报文”包。

d)换端完成后,VOBC1向ZC发送注销请求,断开与ZC的连接;

e)VOBC1向ZC注销后,VOBC2向ZC发送的本端列车位置信息中“折返状态”内容改为“非AR状态”。

7.6 ZC—ZC接口

7.6.1 通信机制应符合下列要求:

1 邻站ZC间通信采用周期发送的方式进行通信;

2 通信双方均采用大端字节序进行数据传输。

7.6.2 接口连接方式应符合下列要求:

1 物理接口

ZC通过RJ45接口冗余接入信号安全数据网,网络拓扑结构采用A网—A网,B网—B网两个链路。

2 各通信层协议应符合以下规定:

1)物理层采用IEEE802.3标准协议;

2)网络层采用IPV4协议;

3)传输层采用UDP协议;

4)安全通信协议层采用RSSP—I铁路信号安全通信协议;

5)ZC—ZC接口单帧报文长度可突破RSSP—I协议传输的最大信息长度限制。

3 动态交互描述

将相邻ZC间每个周期需要交互的信息通过组成通用(GAL)消息包进行传输。

ZC间通信的1个安全连接每周期最多允许发送1个GAL

消息包，GAL 包中包含 ZC 间传输的各条应用信息，每个 GAL 消息包总长不得超过 1000 字节。GAL 包格式定义如表 7.6.2-1 和表 7.6.2-2 所示：

表 7.6.2-1　通用信息包格式

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
接口信息类型	1	类型高位	2 字节	0x9003：ZC—ZC 接口
	2	类型低位		
发送方标识信息	3	源 ID	4 字节	ZC：0x02
	4			1 字节：厂商 ID：对厂商统一编号
	5			2 字节：发送方 ZC ID
	6			
接收方标识信息	7	目的 ID	4 字节	ZC：0x02
	8			1 字节：厂商 ID：对厂商统一编号
	9			2 字节：接收方 ZC ID
	10			
版本序列控制信息	11	版本序列号	1 字节	电子地图版本序列号，无效值：0xFF
版本信息	12	电子地图版本	4 字节	CRC32 值。 采用相邻 ZC 重叠区的电子地图元素进行计算。 CRC 的生成多项式为 0x04C11DB7，(X32＋X26＋X23＋X22＋X16＋X12＋X11＋X10＋X8＋X7＋X5＋X4＋X2＋X1＋1)，CRC 的寄存器初始值为 0xffffffff
	13			
	14			
	15			
本方消息序列号	16	序列号	4 字节	记录发送本条消息时，本方的周期计数，发送方每周期将本计数加 1
	17			
	18			
	19			

续表 7.6.2-1

信息域定义	字节编号	字段	长度	信息位定义及说明
通信周期	20	通信周期	1 字节	设备通讯周期，单位：50ms
对方消息序列号	21	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息中的对方消息序列号
收到上一条消息时本方序列号	22	序列号	4 字节	记录收到对方上一条消息时，本方的周期计数
协议版本号	23	协议版本号	1 字节	ZC－ZC 的协议版本，内容见文件封面
应用层数据	21～1000	应用层数据	变长	参见表 7.6.2-2 格式定义

表 7.6.2-2　应用层信息格式

<table>
<tr><th>信息域定义</th><th>字节编号</th><th>报文内容</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="2">报文长度</td><td>1</td><td rowspan="2">报文长度（报文类型～报文结束）</td><td rowspan="2">自定义，详细内容参见 7.6.3</td></tr>
<tr><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">报文类型</td><td>3</td><td rowspan="2">定义某一条应用信息的标识</td><td rowspan="2">自定义，详细内容参见 7.6.3</td></tr>
<tr><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">预留</td><td>5</td><td rowspan="2">预留</td><td>0</td></tr>
<tr><td>6</td><td>0</td></tr>
<tr><td>报文内容</td><td>7～报文结束</td><td>按照报文格式定义的报文具体内容</td><td>自定义，详细内容参见 7.6.3</td></tr>
</table>

4　通信状态的监督和管理

1）ZC 应对接收到的应用消息进行合法性检查，若检查未通过，认为本周期未收到邻站 ZC 的应用信息，并记录报警信息。具体检查方式如下：

a）消息内容的一致性检查：包括信息的字段合法性检查，字段组合合法性检查，以及信息完整性；

b）通用应用（GAL）信息包消息所应包含的信息的完

整性；

c)其他逻辑检查。

2)ZC应能对通信连接状态进行判断：

a)ZC认为与邻站ZC通信中断的超时时间定义为TZc-Timeout(1.5s 6s,可配置)；

b)若ZC在TZcTimeout超时时间内,没有接收到来自邻站ZC的任何消息,则ZC应认为与邻站ZC通信中断；

c)若ZC判断接收到邻站ZC的应用信息延迟已经达到TZcTimeout时,ZC应认为与邻站ZC通信中断；

d)通信中断的情况下,应生成报警信息,并进行安全侧处理。

7.6.3 接口数据应符合下列要求：

1 数据类型定义

ZC之间通信的所有应用信息类型及其含义、发送方向、长度范围、发送方式(周期/非周期)如表7.6.3-1所示。

表7.6.3-1 ZC间通信的应用层信息定义

信息类型	信息包名	发送方向	长度(字节)	发送方式
0x0201	进路状态信息包	双向	4~	周期
0x0202	保护区段状态信息包	双向	4~	周期
0x0203	信号机状态信息包	双向	4~	周期
0x0204	道岔状态信息包	双向	4~	周期
0x0205	站台门状态信息包	双向	4~	周期
0x0206	逻辑区段锁闭状态信息包	双向	4~	周期
0x0207	紧急关闭按钮状态信息包	双向	4~	周期
0x0209	计轴状态信息包	双向	4~	周期
0x020b	临时限速信息包	双向	4~	周期
0x020d	移交状态信息包	双向	4~	周期
0x020f	移交列车信息包	双向	4~	周期

2 应用信息定义

1)进路状态信息

本 ZC 应将配置重叠区内所有进路状态发送给邻站 ZC。相邻 ZC 间进路索引顺序应保持一致。进路状态信息包格式如表 7.6.3-2 所示。

表 7.6.3-2 进路状态信息包格式

<table>
<tr><th>字段</th><th>长度</th><th colspan="8">说明</th></tr>
<tr><td>包含的进路数量</td><td>1 字节</td><td colspan="8">配置重叠区进路数量 n(最多 16 个)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">进路状态</td><td rowspan="3">n/2(向上取整)字节</td><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">进路 2 请求取消状态</td><td colspan="2">进路 2 状态</td><td colspan="2">进路 1 请求取消状态：
01：请求取消进路；
10：无请求取消进路；其他：无效</td><td colspan="2">进路 1 状态：
01，建立(从进路锁闭完成到进路内最后一个区段解锁)
10，未建立其他，无效，(填充信息或无法提供该信息，应填写“默认值”)</td></tr>
<tr><td colspan="2">……</td><td colspan="2">……</td><td colspan="2">……</td><td colspan="2">……</td></tr>
</table>

2)保护区段状态信息

本 ZC 应将配置重叠区内所有保护区段状态发送给邻站 ZC。相邻 ZC 间保护区段索引顺序应保持一致。保护区段状态信息包格式如表 7.6.3-3 所示。

表 7.6.3-3　保护区段状态信息包格式

字段	长度	说明							
包含的保护区段数量	1 字节	配置重叠区保护区段数量 n(最多 32 个)							
保护区段锁闭状态	n/8 字节(向上取整)[注 1]	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
		保护区段 8 有效状态	保护区段 7 有效状态	保护区段 6 有效状态	保护区段 5 有效状态	保护区段 4 有效状态	保护区段 3 有效状态	保护区段 2 有效状态	保护区段 1 有效状态[注]：0：保护区段无效；1：保护区段有效
		……		……		……		……	

3)信号机状态信息

本 ZC 应将配置重叠区内所有信号机状态发送给邻站 ZC。相邻 ZC 间信号机索引顺序应保持一致。信号机状态信息包格式如表 7.6.3-4 所示。

表 7.6.3-4　信号机状态信息包格式

字段	长度	说明							
包含的信号机数量	1 字节	配置重叠区信号机数量 n(最多 16 个)							
信号机状态	n/2(向上取整)字节	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
		信号机 2 亮灭状态		信号机 2 允许状态		信号机 1 亮灭状态：01：亮灯；10：灭灯；其他：无效		信号机 1 允许状态：01：允许；10：禁止；其他：无效	
		……		……		……		……	

4)道岔状态信息

本 ZC 应将配置重叠区内所有道岔状态发送给邻站 ZC。相

邻 ZC 间道岔索引顺序应保持一致。道岔状态信息包格式如表 7.6.3-5 所示。

表 7.6.3-5 道岔状态信息包格式

<table>
<tr><td>字段</td><td>长度</td><td colspan="8">说明</td></tr>
<tr><td>包含的道岔数量</td><td>1 字节</td><td colspan="8">配置重叠区道岔数量 n(最多 128 个)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">道岔状态</td><td rowspan="3">n/4
(向上取整)
字节</td><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">道岔 4 状态</td><td colspan="2">道岔 3 状态</td><td colspan="2">道岔 2 状态</td><td colspan="2">道岔 1 状态:
01,定位
10,反位
11,四开
00,默认值
(填充信息或无法提供该信息,应填写“默认值”)</td></tr>
<tr><td colspan="2">......</td><td colspan="2">......</td><td colspan="2">......</td><td colspan="2">......</td></tr>
</table>

5)站台门状态信息

本 ZC 从 CI 站台门状态信息中提取配置重叠区内本管辖区所有站台门状态信息发送给邻站 ZC。相邻 ZC 需对站台门进行排序,并且同一站台门在发送方的排序位置与接收方的排序位置相同。站台门状态信息包格式如表 7.6.3-6 所示。

表 7.6.3-6 站台门状态信息包格式

<table>
<tr><td>字段</td><td>长度</td><td colspan="8">说明</td></tr>
<tr><td>包含的信息单元数量</td><td>1 字节</td><td colspan="8">配置重叠区站台门数量 n</td></tr>
<tr><td rowspan="2">信息单元状态</td><td rowspan="2">0.25 * n
字节
(须进位取整)</td><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">站台门 4 状态</td><td colspan="2">站台门 3 状态</td><td colspan="2">站台门 2 状态</td><td colspan="2">站台门 1 状态
01,关
10,开
00,旁路(如果 ZC 无此功能,收到作为关门)
11,非法值</td></tr>
</table>

6)逻辑区段锁闭状态信息

本 ZC 应将配置重叠区内所有逻辑区段锁闭状态发送给邻站 ZC。相邻 ZC 间逻辑区段索引顺序应保持一致。逻辑区段锁闭状态信息包格式如表 7.6.3-7 所示。

表 7.6.3-7 逻辑区段锁闭状态信息包格式

<table>
<tr><th>字段</th><th>长度</th><th colspan="8">说明</th></tr>
<tr><td>包含的逻辑区段数量</td><td>2 字节</td><td colspan="8">配置重叠区逻辑区段数量 n(最多 256 个)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">逻辑区段锁闭状态</td><td rowspan="3">n/2 字节(向上取整)[注 1]</td><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">逻辑区段 2 锁闭方向</td><td colspan="2">逻辑区段 2 锁闭状态</td><td colspan="2">逻辑区段 1 锁闭方向
00:未锁闭
01:下行[注 2];
10:上行;
11:故障码</td><td colspan="2">逻辑区段 1 锁闭状态。
00:未被进路锁闭;
01:被进路锁闭;
其他:无效</td></tr>
<tr><td colspan="2">……</td><td colspan="2">……</td><td colspan="2">……</td><td colspan="2">……</td></tr>
</table>

7)站台紧急关闭按钮信息

本 ZC 从 CI 站台紧急关闭信息中提取配置重叠区内本管辖区站台紧急关闭信息发送给邻站 ZC。相邻 ZC 需对站台紧急关闭进行排序,并且同一站台紧急关闭按钮在发送方的排序位置与接收方的排序位置相同。站台紧急关闭按钮信息包格式如表 7.6.3-8 所示。

表 7.6.3-8 站台紧急关闭按钮信息包格式

<table>
<tr><th>字段</th><th>长度</th><th colspan="8">说明</th></tr>
<tr><td>包含的信息单元数量</td><td>1 字节</td><td colspan="8">配置重叠区紧急关闭按钮数量 n</td></tr>
<tr><td rowspan="2">信息单元状态</td><td rowspan="2">0.25 * n 字节(须进位取整)</td><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">紧急关闭 4 状态</td><td colspan="2">紧急关闭 3 状态</td><td colspan="2">紧急关闭 2 状态</td><td colspan="2">紧急关闭 1 状态:
01,关
10,开
其他,无效</td></tr>
</table>

8)计轴状态信息

本 ZC 从计轴信息中提取配置重叠区内本管辖区计轴信息发送给邻站 ZC。相邻 ZC 需对计轴进行排序，并且同一计轴在发送方的排序位置与接收方的排序位置相同。计轴状态信息包格式如表 7.6.3-9 所示。

表 7.6.3-9 计轴状态信息包格式

<table>
<tr><th colspan="2">字段</th><th>长度</th><th colspan="8">说明</th></tr>
<tr><td colspan="2">包含的信息单元数量</td><td>1 字节</td><td colspan="8">配置重叠区计轴区段数量 n</td></tr>
<tr><td rowspan="4">计轴区段 1 信息</td><td rowspan="2">计轴区段 1 状态</td><td rowspan="2">1 字节</td><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">计轴区段 ARB 状态：
01b：ARB；
10b：无 ARB
其他，无效</td><td colspan="2">计轴区段 1 方向：
01b，上行
10b，下行
其他，无效</td><td colspan="2">计轴区段 1 占用属性：
01b，AT 占用
10b，UT 占用
00b，空闲
若计轴内存在非 CBTC 列车或隐藏列车，则发送 UT 占用；
若计轴内只存在 CBTC 列车，则发送 AT 占用；
若计轴空闲，则发送空闲</td><td colspan="2">计轴区段 1 占用状态：
01b，空闲
10b，占用
其他，无效</td></tr>
<tr><td>计轴区段 1 中的列车数量</td><td>1 字节</td><td colspan="8">包络与计轴区段 1 有重叠的列车数量 a(最大值为 10)</td></tr>
<tr><td>计轴区段 1 中的列车 VID</td><td>2 * a 字节</td><td colspan="8">包络与计轴区段 1 有重叠的列车 VID(每列车 VID 占用 2 字节，最大 20 字节)，顺序为：由移交边界向后方排列。当列车无尾筛，或者无头筛，则应在该列车的后方或者前方设置一列隐藏车，隐藏车的 Vid 设置为 0xffff-1</td></tr>
<tr><td colspan="2">计轴区段 2 信息</td><td>同上</td><td colspan="8">同上</td></tr>
<tr><td colspan="2">……</td><td></td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td colspan="2">计轴区段 n 信息</td><td>同上</td><td colspan="8">同上</td></tr>
</table>

9)临时限速信息

逻辑区段临时限速信息用于移交列车的临时限速运算，本ZC将配置重叠区内所有逻辑区段的临时限速信息发送给相邻ZC。相邻ZC需对逻辑区段进行排序，并且同一逻辑区段在发送方的排序位置与接收方的排序位置相同。临时限速信息定义见表7.6.3-10：

表7.6.3-10　临时限速信息定义

字段	长度	说明
包含的信息单元数量	2字节	本ZC重叠区逻辑区段数n
信息单元状态	n*1字节 (须进位取整)	逻辑区段设置的临时限速值 0xff,表示无临时限速。 单位:km/h

10)移交状态信息

移交状态信息包用于ZC切换的管理，信息包含移交与接管ZC交互的各自边界点移交状态信息。相邻ZC需对移交边界进行排序，并且同一移交边界在发送方的排序位置与接收方的排序位置相同。移交状态信息包格式如表7.6.3-11所示。

表7.6.3-11　移交状态信息包格式

字段	长度	说明
包含的信息单元数量	1字节	与交互ZC的移交边界数n,按照实际边界数填写
信息单元状态	变长字节	边界点ID(2字节): 通信双方对移交重叠区进行划分时,对不同的重叠区进行ID编码,一个重叠区的划分对应一个边界点ID
		移交列车VID(2字节) 0001－0999有效,最高位用来识别两端,其他无效。 边界无移交列车,则移交列车VID填0xffff

续表 7.6.3-11

<table>
<tr><th>字段</th><th>长度</th><th colspan="8">说明</th></tr>
<tr><td rowspan="11">信息单元状态</td><td rowspan="11">变长字节</td><td colspan="8">列车移交接管状态(1 字节)
0x00,移交接管未触发(列车未处于移交/接管状态)
0x11,列车移交(移交 ZC 向接管 ZC 发送,当前列车已处于移交状态)
0x22,列车接管(接管 ZC 向移交 ZC 发送,当前列车已处于接管状态,接管 ZC 计算的 MA 可越过移交边界)
0xff,禁止驶人(接管 ZC 向移交 ZC 发送,指示不允许 MA 进人接管 ZC 管辖范围)
其他,非法</td></tr>
<tr><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">(预留)</td><td colspan="2">(预留)</td><td colspan="2">(预留)</td><td colspan="2">移动授权状态:
00b,移动授权未进人接管管辖区
11b,移动授权已进人接管管辖区
其它,非法</td></tr>
<tr><td colspan="8">MA 是否有效(1 字节):
本车有 MA:0x55
本车无 MA:0xAA
其他为非法</td></tr>
<tr><td rowspan="7">MA 信息(变长)</td><td colspan="7">MA 方向(1 字节):
MA 起点朝向 MA 终点的方向
上行:0x55
下行:0xAA
其他为非法</td></tr>
<tr><td rowspan="2" colspan="3">MA 起点位置(6 字节)</td><td colspan="4">区段 ID:2 字节</td></tr>
<tr><td colspan="4">区段内偏移量(4 字节):单位 cm</td></tr>
<tr><td rowspan="2" colspan="3">安全防护点位置(6 字节)</td><td colspan="4">区段 ID:2 字节</td></tr>
<tr><td colspan="4">区段内偏移量(4 字节):单位 cm</td></tr>
<tr><td rowspan="2" colspan="3">障碍点信息(6 字节)</td><td colspan="4">轨道区段 ID:2 字节
无效值:0xFFFF</td></tr>
<tr><td colspan="4">区段内偏移量(4 字节):单位 cm
无效值:0xFFFFFFFF</td></tr>
</table>

续表 7.6.3-11

<table>
<tr><th>字段</th><th>长度</th><th colspan="3">说明</th></tr>
<tr><td rowspan="14">信息单元状态</td><td rowspan="14">变长字节</td><td rowspan="14">MA信息(变长)</td><td colspan="2">保护区段有效性(1 字节)
有效:0x55
无效:0xAA
默认值:0xFF</td></tr>
<tr><td colspan="2">MA 终点处目的地属性(1 字节):
通过:0x55
折返:0xAA
回段:0xCC
默认值:0xFF
若 ZC 无相关功能,则发送默认值。若 ATP 无相关功能,则接收此信息时不进行处理</td></tr>
<tr><td rowspan="6">道岔信息(变长):MA(含保护区段)覆盖范围内所有道岔的信息</td><td>道岔个数 n:最大 20 组(1 字节)</td></tr>
<tr><td>道岔(1)ID:(4 字节)</td></tr>
<tr><td>道岔(1)状态:(1 字节)
定位:0x55,
反位:0xAA,
其他非法</td></tr>
<tr><td>道岔(2)ID:(4 字节)</td></tr>
<tr><td>道岔(2)状态:(1 字节)</td></tr>
<tr><td>……</td></tr>
<tr><td rowspan="6">PSD 信息(变长):MA 覆盖范围内所有 PSD 的信息</td><td>PSD 个数 n:最大 10(1 字节)</td></tr>
<tr><td>PSD(1)ID:(4 字节)</td></tr>
<tr><td>PSD(1)状态:(1 字节)
开门:0x55,
关门:0xAA,
互锁解除:0xCC,
其他非法
若 ZC 无互锁接触功能,则将互锁解除认为"关门"</td></tr>
<tr><td>PSD(2)ID:(4 字节)</td></tr>
<tr><td>PSD(2)状态:(1 字节)</td></tr>
<tr><td>……</td></tr>
</table>

续表 7.6.3-11

<table>
<tr><th>字段</th><th>长度</th><th colspan="3">说明</th></tr>
<tr><td rowspan="6">信息单元状态</td><td rowspan="6">变长字节</td><td rowspan="6">MA信息(变长)</td><td rowspan="6">ESB信息(变长):MA覆盖范围内所有ESB的信息</td><td>ESB个数n:最大10(1字节)</td></tr>
<tr><td>ESB(1)ID:(4字节)</td></tr>
<tr><td>ESB(1)状态:(1字节)
按下:0x55,
未按下:0xAA,
其他非法</td></tr>
<tr><td>ESB(2)ID:(4字节)</td></tr>
<tr><td>ESB(2)状态:(1字节)</td></tr>
<tr><td>……</td></tr>
</table>

对于移交ZC,当移交列车最大安全前端在移交ZC的管辖区,MA达到边界点时开始针对该边界点发送列车移交状态,并在移交列车最小安全后端离开移交ZC后停止发送该列车的移交状态。对于接管ZC,当正在移交的列车最大安全前端或者最小安全后端在相邻ZC重叠区,接管ZC针对该边界点发送移交状态,如果移交列车已经与接管ZC建立连接,且接管ZC为该车计算的MA可进入接管ZC,则接管ZC发送该边界点允许该移交列车驶入;否则,接管ZC发送该边界点不允许该移交列车驶入。

11)移交列车信息

移交列车信息包用于列车相关的功能,ZC将所有最大安全前端位于重叠区本管辖区范围的列车的信息发送给相邻ZC,其信息包格式如表7.6.3-12下所示。

表 7.6.3-12 移交列车信息包格式

字段	长度	说明
包含的信息单元数量	1字节	配置重叠区控制列车数量n
信息单元状态(移交重叠区最多11个列车,优先发送靠近分界点的列车)	n*55字节	列车VID(2字节)0001-0999有效,最高位用来识别列车两端,其他无效

续表 7.6.3-12

字段	长度	说明
信息单元状态(移交重叠区最多 11 个列车,优先发送靠近分界点的列车)	n*55 字节	列车运行方向(1 字节): 指列车车头方向。上行:0x55,下行:0xAA 其它非法
		列车消息序列号(4 字节): ZC 实际接收到的车载 ATP 发送的列车消息序列号
		列车通信周期(1 字节) ZC 实际接收到的车载 ATP 发送的列车通信周期
		列车置信车头位置(6 字节): 区段 ID(2 字节)+所在区段偏移量(4 字节) 偏移量单位为 cm
		列车置信车尾位置(6 字节): 区段 ID(2 字节)+所在区段偏移量(4 字节) 偏移量单位为 cm
		过读误差(2 字节)
		欠读误差(2 字节)
		边界点 ID(1 字节): 定义同"移交状态信息"中的边界点 ID。移交 ZC 发送给接管 ZC,接管 ZC 为了确认该车是即将移交的列车
		受控 ZC ID(2 字节): ZC 间转发 VOBC 向 ZC 发送的"受控 ZC ID"
		本 ZC 记录的与车载的通信状态(1 字节): ZC 判断 VOBC 与 ZC 之间通信的延迟周期个数。本列车受哪个 ZC 控制,就由哪个 ZC 向邻站 ZC 发送本字段
		列车停稳信息(1 字节): 0x55:停稳(停车窗内,或者越过停车窗) 0xAA:未停稳(未到停车窗或者未停稳)
		紧急制动状态(1 字节): 有效:0x55, 无效:0xAA 其它,非法

续表 7.6.3-12

字段	长度	说明
信息单元状态(移交重叠区最多 11 个列车,优先发送靠近分界点的列车)	n＊55 字节	列车运行等级(1 字节): 0x01:CTC 0x02:点式 0x03:联锁级 其它,非法
		车载 ATP 当前模式(1 字节): 0x01:RM 模式 0x02:CM 模式 0x03:AM 模式 0x04:EUM 模式 其它,非法
		列车折返状态(1 字节): 0x55:AR 状态 0xAA:非 AR 状态
		列车完整性(1 字节): 完整:0x55, 不完整:0xAA 其它,非法
		列车长度(2 字节): 单位 cm,高字节在前,低字节在后
		列车悬垂长度(2 字节)(列车车钩到第一轮对的距离) 单位 cm,高字节在前,低字节在后
		停车保证对应安全防护点轨道区段 ID(2 字节)
		停车保证对应安全防护点轨道区段偏移量(4 字节)
		停车保证对应障碍点轨道区段 ID(2 字节)
		停车保证对应障碍点轨道区段偏移量(4 字节)
		停车保证对应保护区段有效性(1 字节)
		速度方向(1 字节): 0x55:车轮正转 0xaa:车轮反转 若列车停车,则保持发送之前的状态。 其他非法

续表 7.6.3-12

<table>
<tr><th>字段</th><th>长度</th><th colspan="8">说明</th></tr>
<tr><td rowspan="3">信息单元状态(移交重叠区最多 11 个列车，优先发送靠近分界点的列车)</td><td rowspan="3">n＊55 字节</td><td colspan="8">列车速度信息(2 字节)：
单位：cm/s</td></tr>
<tr><td>B7</td><td>B6</td><td>B5</td><td>B4</td><td>B3</td><td>B2</td><td>B1</td><td>B0</td></tr>
<tr><td colspan="2">停车保证：
00b一停车危险
11b一停车保证，其它非法
(依据需求确定本字段，若不需要，则本字段为预留字段，填写00b)</td><td colspan="2">头筛状态：
00b一未完成
11b一已完成
其它非法</td><td colspan="2">尾筛状态：
00b一未完成
11b一已完成
其它非法</td><td colspan="2">(预留)</td></tr>
</table>

7.7 应答器接口

7.7.1 接口应符合下列要求：

1 CBTC 系统中，车载 ATP 应通过车载 BTM 实现与应答器的通信。当列车经过地面应答器时，车载应答器天线激活地面应答器，并接收应答器循环发送的应答器报文；

2 CBTC 系统应通过车载 BTM 和应答器传输报文实现如下功能：

1)建立列车定位；

2)校正列车位置；

3)传输点式移动授权；

4)监控应答器通信状态。

3 应答器与车载应答器天线之间通过无线传输，报文为应答器向车载应答器天线的单方向循环发送；

4 应答器按照报文是否可变，分为无源应答器（固定应答器）和有源应答器（可变应答器，分为主应答器和填充应答器）。主应答器布置在信号机处，填充应答器布置在主应答器外方，填充应答器与主应答器的距离宜保证列车不至降速时收到填充应答器报文。填充应答器与主应答器报文中信号状态和移动授权信息一致；

5 在无点式后备模式时，系统只需要配置固定应答器。

7.7.2 通信结构及接口连接方式应符合下列要求：

1 物理接口应满足如下要求：地面有源应答器应采用 LEU 进行编码，应采用专用电缆连接。车载应答器天线与 BTM 应通过专用馈缆连接；

2 地面应答器与车载应答器天线间的信息传输接口（也称接口 A），应答器编码与解码应满足欧标应答器技术规范 SUBSET－036 的要求；

3 通信故障处理

1）如遇 BTM 无法解码、天线无法激活应答器、传输错误等原因导致车载设备无法接收应答器报文，车载设备应按照应答器丢失处理，应满足故障导向安全的原则；

2）有源应答器与 LEU 通信故障时，应答器应发送应答器默认报文（灭灯情况下也发送默认报文）；LEU 与联锁通信中断时，LEU 向应答器发送 LEU 默认报文，并经应答器发送至车载设备。应答器默认报文和 LEU 默认报文的组包方式应符合 7.7.4 的相关规定。

7.7.3 应答器报文结构应符合下列要求：

1 报文结构应符合以下规定：

1）采用 830 位长报文结构，用户信息包中不足的位以 0 补齐；

2）报文结构定义（信息帧）应符合表 7.7.3-1 的规定：

表 7.7.3-1　应答器报文结构

序号	名称	变量	位数	备注
1	帧标志	Q_UPDOWN	1	信息传送的方向(0－车对地,1－地对车),本标准中统一为 1
		M_VERSION	7	ERTMS/ETCS 语言/代码版本编号(0010000－V1.0)
		Q_MEDIA	1	信息传输媒介(0－应答器)
		N_PIG	3	本应答器在应答器组中的位置(000－1,111－8),本标准中不设置应答器组,本变量采用 000
		N_TOTAL	3	应答器组中所包含的应答器数量(000－1,111－8),本标准中不设置应答器组,本变量采用 000
		M_DUP	2	本应答器信息与前/后应答器信息的关系(00－不同,01－与后一个相同,10－与前一个相同),本标准采用 00
		M_MCOUNT	8	报文计数器(0～255)
		NID_C	10	线路编号
		NID_BG	14	应答器(组)编号
		Q_LINK	1	应答器(组)的链接关系(0－不被链接,1－被链接),本标准采用 0
2	用户信息包		772	用户信息包区
3	信息结束		8	－11111111,表示信息帧结束

3)M_MCOUNT(报文计数器):单个应答器会对应多条报文,本变量表示本报文在这些报文中的序号。固定应答器只包含一条报文,M_MCOUNT 设为 0.有源应答器默认报文,M_MCOUNT 设为 0. LEU 默认报文,M_MCOUNT 设为 1.其他报文 M_MCOUNT 由厂商自定;

4)NID_C:线路编号采用区域内统一编号的方式,可在区域线路规划时统一分配;

5）NID_BG：应答器（组）编号，用于在一条线路内，唯一识别的 ID，由 5 位十进制数表示，最大值为 16383。

2 用户信息包应符合以下规定：

1）ETCS－44 包定义应符合表 7.7.3-2 的规定：

表 7.7.3-2 ETCS－44 包格式

序号	变量名	位数	说明
1	NID_PACKET	8	信息包标识码－0010 1100
	Q_DIR	2	验证方向（00－反向有效，01－正向有效，10－双向有效，11－备用）
	L_PACKET	13	信息包位数，根据子包组成情况而定，为从 NID_XUSER 开始，直到 ETCS－44 包（含子包）结束的位数。
2	NID_XUSER	9	用户数据标识码
	XXXXXX		由 NID_XUSER 确定的信息包

2）地图版本信息包定义（202 子包）应符合表 7.7.3-3 的规定：

表 7.7.3-3 地图版本信息包格式

序号	变量名	位数	说明
1	NID_XUSER	9	信息包标识码－0 1100 1010（202）
	M_EDITION	16	地图版本信息（本应答器所辖范围内的地图版本）

3）公共信息包定义（203）应符合表 7.7.3-4 的规定：

表 7.7.3-4 公共信息包格式

序号	变量名	位数	说明
1	NID_XUSER	9	信息包标识码－0 1100 1011（203）
2	Q_SIGNAL_ASPECT	17	主应答器时为该处信号机显示状态； 填充应答器时为所填充进路始端信号机的状态

续表 7.7.3-4

序号	变量名	位数	说明
3	C_CI_LEU	1	联锁与 LEU 通信状态,0:联锁与 LEU 通信正常,1:联锁与 LEU 通信中断。当 C_LEU_BALISE 为 1(即 LEU 与应答器通信中断)时,该位无效。如系统采用点灯电路的方式驱动 LEU,点灯电路故障,按照 LEU 与联锁通信中断处理
	C_LEU_BALISE	1	LEU 与应答器通信状态,0:LEU 与应答器通信正常,1:LEU 与应答器通信中断
4	D_DIS	24	主应答器至 MA 终点距离
5	N_SWITCH	4	道岔数量,最多 15 个
	NID_SWITCH1	10	道岔 1 编号
	S_SWITCH1_STATE	2	道岔 1 状态:10—定位,01 反位,其他无效
	NID_SWITCH2	10	道岔 2 编号
	S_SWITCH2_STATE	2	道岔 2 状态:10—定位,01 反位,其他无效
	……		
	NID_SWITCHN	10	道岔 N 编号
	S_SWITCHN_STATE	2	道岔 N 状态:10—定位,01 反位,其他无效

4)自定义包(204)应符合表 7.7.3-5 的规定:

表 7.7.3-5　自定义包格式

序号	变量名	位数	说明
1	NID_XUSER	9	信息包标识码—0 1100 1100(204)
2	NID_CITY	8	城市标识
3	L_CITY_RESERVED	6	城市自定义信息内容长度(重庆地区此字段取值为 17)
4	Q_SIGNAL_ASPECT	17	填充应答器时为所填充进路始端信号机的状态。 灯位要求参见 Q_SIGNAL_ASPECT 取值表

续表 7.7.3-5

序号	变量名	位数	说明
5	NID_PROVIDER	8	厂商标识
6	L_RESERVED	6	自定义包剩余长度，从 D_RESERVED 第一位开始，至 D_RESERVED 最后一位止，最多为 63 位
7	D_RESERVED	L_RESERVED	自定义内容及格式

7.7.4 应答器发包情况应符合表 7.7.4 的规定：

表 7.7.4 应答器发包情况

序号	类型	功能	包含的信息包
1	固定应答器	定位	ETCS—44 包(只含地图版本信息包)
2	主应答器的正常报文	亮灯时发送。灭灯时发送红灯报文	ETCS—44 包(含地图版本信息包、公共信息包、自定义信息包(可选))
3	填充应答器的正常报文	亮灯时发送。灭灯时发送红灯报文	ETCS—44 包(含地图版本信息包、公共信息包、自定义信息包(可选))
4	有源应答器默认报文	有源应答器与 LEU 通信中断	ETCS—44 包(含地图版本信息包、公共信息包)，C_LEU_BALISE 为 1
5	LEU 默认报文	LEU 与联锁通信中断	ETCS—44 包(含地图版本信息包、公共信息包)，C_CI_LEU 为 1

7.8 维护监测子系统接口

7.8.1 维护监测子系统与 CI 维护机、ZC 维护机、ATS 维护终端、微机监测系统、DCS 网管应通过基于 RJ45 的以太网接口连接到维护监测网上。

7.8.2 维护监测子系统与信号系统各子系统的维护模块之间的通信应采用统一的信息帧格式，包括协议版本号、帧内容长度、帧

类型以及帧内容。

7.8.3 维护监测子系统应从ATS维护终端采集ATS的监测维护数据。

7.8.4 维护监测子系统应从DCS网管至少采集DCS系统的监测维护数据。

7.8.5 维护监测子系统应从联锁维护机采集联锁的监测维护数据。

7.8.6 维护监测子系统应从ZC维护机采集ZC的监测维护数据。

7.8.7 维护监测子系统应从微机监测系统采集道岔、信号机、电源屏的监测维护数据。

7.9 正线与段/场接口

7.9.1 正线与车辆段/停车场接口应符合故障—安全原则。

7.9.2 正线与车辆段/停车场间进路的办理应按列车敌对照查关系处理。

7.9.3 正线与车辆段/停车场的分界点应设在进段/场信号机处。

7.9.4 车辆段/停车场具备ATP/ATO功能时，正线与段/场接口应采用网络接口方式完成相关信息的互传，完成正线与车辆段/停车场接口处列车运行的连续监控。

7.9.5 车辆段和停车场信号系统采用人工控制方式时接口可采用继电接口或网络接口完成双方联锁信息交换，实现列车在正线与段/场分界处的行车安全。

7.9.6 正线与车辆段/停车场联锁间应互传以下信息：

1 照查信息；

2 轨道区段占用信息；

3 信号机状态信息。

8 信号系统对外接口要求

8.1 基本要求

8.1.1 系统应与外部系统可靠接口，凡涉及行车安全的接口应符合故障一安全原则。

8.1.2 系统与外部系统的接口不应影响各自系统的正常功能。

8.1.3 系统与外部系统的涉及安全功能的继电器接口电路应采用双断设计。

8.1.4 系统与外部系统的网络接口应采用标准的通信协议，并应具备网络安全防护功能。

8.1.5 系统相关设备应具有对接口信息的记录和检测功能。

8.2 与其他设备系统的接口

8.2.1 与车辆的接口应符合下列规定：

1 电源应符合下列规定：

1)根据车辆蓄电池的供电电压，MMI 及 VOBC 应采用列车 24VDC 或者 110VDC 蓄电池不间断供电；

2)供电电源标称电压应为 24V 或者 110V，允许波动范围为－30％～＋25％。

2 ATP 开关量输入应符合下列规定：

1)安全输入应至少包括：驾驶室激活、车门关闭且锁闭、列车完整性、牵引已切除、车辆已实施紧急制动、确认按钮状态、牵引手柄零位且方向手柄向前；

2)非安全输入应至少包括：运行模式状态确认和/或预设

模式选择、自动折返(AR)按钮、左门开、左门关、右门开、右门关；

3)对于安全输入信号，车辆方应提供两个单独的干节点信号；

4)对于非安全输入信号，车辆方应提供一个单独的干节点信号。

3 ATP安全控制输出信号至少包括：紧急制动、切除牵引、允许开左门、允许开右门；

4 ATP非安全控制输出信息至少包括：自动折返(AR)灯；

5 ATO输入应符合下列规定：

1)ATO输入信息应至少包括：人工开关门模式、自动开门人工关门模式、自动开关门模式；

2)对于ATO输入信号，车辆方应提供一个单独的硬接点信号。

6 ATO输出信息应至少包括：ATO已激活、ATO牵引输出、ATO制动输出、开左门命令、开右门命令、关左门命令、关右门命令；

7 与TMS接口应符合下列规定：

1)车载ATC设备与TMS可采用RS485接口；

2)TMS传输到车载ATC设备的内容应至少包括：列车总重、常用制动力状态、打滑状态、制动压力状态、电制动状态；

3)车载ATC设备传输到TMS的内容应至少包括：目的站、下一站、开门侧、目标距离。

8.2.2 与PSD的接口应符合下列规定：

1 信号系统应与PSD系统接口，实现对PSD的监控；

2 信号系统与PSD系统接口应符合故障一安全原则，采用继电器接口方式。用于系统间传递信息的电气回路应采用双断设计；

3　信号系统应向PSD系统提供开、关门命令；PSD系统应向信号系统提供“门关闭且锁紧”及“互锁解除”信息；

4　不同编组列车混合运营时，信号系统应向PSD系统提供能够区分不同编组类型的开门命令；

5　在CBTC级别和点式级别下均应实现车门与PSD系统的联动功能；

6　信号系统和PSD系统均应具备对接口信息的记录功能。

8.3　正线与其他线路接口

8.3.1　本线与其他线路信号系统间应安全接口，完成对跨线列车的控制管理，实现线网的互联互通。

8.3.2　列车在其他线路及联络线上宜具备与本线相同的信号系统功能。

8.3.3　本线与其他线路信号系统接口应设在各自线路相关设备集中站，接口方式应采用网络接口。

8.3.4　线路间互传的信息应满足双方系统实现相关系统功能的需要。

8.3.5　线路间子系统的接口应满足本标准第7章的相关要求。

8.4　与控制中心的接口

8.4.1　ATS与ISCS系统接口应符合下列规定：

1　ATS与ISCS系统间的物理接口宜采用RJ45接口进行冗余连接；

2　ATS与ISCS系统间的传输层宜采用TCP/IP方式进行数据传输；

3　ATS与ISCS系统接口应采取可靠的安全隔离措施，如防火墙；

4　ATS 与 ISCS 系统间的网络连接应采用双网冗余连接的方式；

5　ATS 应向 ISCS 系统发送列车识别号及位置信息。信息内容应包括：在线列车数量、是否为计划车、列车服务号、列车目的地号、列车运行方向、列车位置；

6　当 ISCS 系统需要进行车站 PIS 联动时，ATS 应向 ISCS 系统发送列车到站预测信息。信息内容应包括：站台数量和每个站台的下两辆到站列车的到站时间、列车目的地号、是否为计划车、列车服务号；

7　当 ISCS 系统需要进行车站广播联动时，ATS 应向 ISCS 系统发送到站广播信息。信息内容应包括：站台标识、列车目的地号、是否跳停列车、是否回库列车、列车站台停稳状态；

8　ATS 应向 ISCS 系统发送列车阻塞信息；

9　ATS 应在每天加载列车运行计划时刻表后或计划变更时，向 ISCS 系统发送列车运行计划时刻表；

10　ATS 应在每天调度日切换时，向 ISCS 系统发送上一调度日的列车实际运行时刻表；

11　ATS 应接收 ISCS 系统发送牵引供电信息，并在调度工作站上进行图形显示。

8.4.2　ATS 与 PIS 系统接口应符合下列规定：

1　ATS 与 PIS 系统间的物理接口可采用 RJ45 接口进行冗余连接；

2　ATS 与 PIS 系统间的传输层应采用 TCP/IP 方式进行数据传输；

3　ATS 与 PIS 系统接口应采取可靠的安全隔离措施；

4　ATS 与 PIS 系统间的网络连接采用双网冗余连接的方式；

5　ATS 应向 PIS 系统发送列车到站预测信息。信息内容应包括：站台数量和每个站台的下两辆到站列车的到站时间、列车

目的地号、是否为跳停列车、列车服务号。

8.4.3 ATS 与广播系统接口应符合下列规定：

1 ATS 与广播系统间的物理接口可采用 RJ45 接口进行冗余连接；

2 ATS 与广播系统间的传输层应采用 TCP/IP 方式进行数据传输；

3 ATS 与广播系统接口应采取可靠的安全隔离措施；

4 ATS 与广播系统间的网络连接应采用双网冗余连接的方式；

5 ATS 应向广播系统发送到站广播信息。信息内容应包括：站台标识、是否跳停列车、是否回库列车。

8.4.4 ATS 与大屏幕系统接口应符合下列规定：

1 ATS 与大屏幕系统间的物理接口可采用 RJ45 接口进行连接；

2 ATS 与大屏幕系统间的传输层宜采用 TCP/IP 方式进行数据传输；

3 ATS 应将站场信息实时发送给大屏幕系统进行显示。

8.4.5 ATS 与通信无线子系统接口应符合下列规定：

1 ATS 与无线系统间可采用 RS－422 串口进行冗余连接；

2 ATS 应向无线系统发送列车识别号及位置信息。信息内容应至少包括：列车车组号、列车目的地号、列车服务号、列车车次号、乘务组号、列车运行方向、列车位置、列车是否在站台；

3 当列车从正线驶入场/段，或者列车从场/段进入正线时，ATS 应向无线系统发送列车出入场/段事件信息。信息内容应至少包括：列车车组号、列车车次号、列车事件类型。

8.4.6 ATS 与通信时钟子系统接口应符合下列规定：

1 ATS 与时钟系统间可采用 RS－422 串口进行冗余连接；

2 ATS 系统应接收时钟系统周期性发送的标准时间信息。

9 设备安装要求

9.1 总体要求

9.1.1 所有轨旁设备，包括支柱、基础及支架的安装等，不得侵入设备限界。

9.1.2 所有轨旁设备须安装牢固。

9.1.3 系统设备安装位置必须符合限界设计规定。

9.2 信号机

9.2.1 应在机柱或机构上对信号机名称进行标注，标注的字体应清晰醒目。

9.2.2 信号机机构最下方灯位中心距轨面高度宜为1500mm，允许偏差为±100mm。

9.2.3 隧道外矮型信号机采用混凝土预制基础时，基础埋设深度不得小于500mm，基础顶面应水平并高出轨面200mm～300mm。

9.2.4 高柱信号机安装应符合下列规定：

1 机柱埋设深度和信号机构最下方灯位中心到轨面的距离宜为1500mm，机柱垂直度允许偏差为8‰；

2 同一机柱上同方向信号机构各灯室中心应在一条直线上，托架安装应水平。

9.3 应答器

9.3.1 应答器安装的位置应符合下列规定：

1　应答器应安装于轨道中央，横向安装误差应小于±15mm；

2　应答器安装高度应满足应答器上表面位于轨面下方120mm～140mm范围内；

3　应答器水平方向应与轨面平行，偏移误差应小于±2o；

4　应答器沿线路方向应与线路中心平行，偏移误差应小于±5o。

9.3.2　应确保应答器中心水平方向500mm范围内，垂直方向250mm范围内无金属物体。

9.3.3　应在应答器的显著位置对应答器名称进行标注，标注的字体应清晰醒目。

9.4　轨旁天线

9.4.1　隧道区段，通过支架将天线固定在隧道壁上。

9.4.2　高架和地面段，可单独设置天线杆，也可与接触网立柱共用。

9.4.3　单独设置天线杆应设有单独的避雷设施，避雷地线接地电阻应小于10Ω。

9.4.4　天线与接入点(AP)箱盒宜安装在线路右侧，天线应位于接入点箱盒上方，天线安装高度应为最下方天线距轨面4000mm～4500mm。

9.4.5　天线距电缆支架(电缆槽)、接触网及其他能够干扰无线传播的物体(如漏缆等)应保持最小500mm距离。

9.4.6　天线的俯仰角应与线路纵断面平行，方位角应于线路方向平行，极化角标识箭头始终保持垂直向上。

9.5　波导管

9.5.1　波导管可在高架线路上、下行线的两侧全程架设，并宜安

装在线路右侧。在道岔区段安装时，为保证波导信号的连续性，应使用同轴电缆将波导管进行过轨安装。

9.5.2 波导管的安装方式应满足轨道交通线路现场条件，满足全线路无线信号覆盖要求。

9.5.3 波导管车载天线应根据无线网络信号覆盖方式，参照车辆限界，选择合适的天线尺寸和安装位置。

9.5.4 漏隙波导管性能要求应符合下列规定：

1 波导管同轴转换器同轴侧特性阻抗：50Ω；

2 波导管带内传输电压驻波比：≤1.5；

3 波导管馈入的耦合损耗：≤70dB；

4 波导管每百米的传输损耗：≤2dB。

9.5.5 波导管、轨旁无线电子盒、耦合器均应接地良好。

9.6 漏缆

9.6.1 隧道内吊挂漏缆应安装在线路右侧，距钢轨面的高度不应小于3650mm；地面或高架段漏缆安装在线路右侧，地面或电缆支架上。

9.6.2 漏缆的开口方向应面向列车。

9.6.3 漏缆的详细安装要求应按现行国家标准《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB 50382第9.4节的相关规定执行。

9.6.4 漏缆的安装方式应满足轨道交通线路现场条件，并应满足全线路无线信号覆盖要求。

9.6.5 漏缆车载天线应根据无线网络信号覆盖方式，参照车辆限界，选择合适的天线尺寸和安装位置。

9.6.6 漏泄同轴电缆性能应符合下列要求：

1 漏缆同轴转换器同轴侧特性阻抗：50Ω；

2 漏缆带内传输电压驻波比：≤1.5；

3 漏缆馈入的耦合损耗(95%)：≤70dB；

4　漏缆每百米的传输损耗：≤5.5dB。

9.7　计轴

9.7.1　计轴轨旁设备的安装方式应符合设计和相关技术文件要求。

9.7.2　计轴磁头必须用绝缘材料将磁头和钢轨隔离。

9.7.3　计轴磁头在钢轨上的安装孔中心距轨面高度、孔径及孔距应符合相关技术文件要求，相邻两磁头的安装间距应符合设计要求。

9.7.4　计轴电子接线盒的安装位置应根据磁头电缆的布置方式确定，宜安装在线路外侧便于维修的地方。

9.7.5　计轴电子接线盒应密封完整、接地良好。

9.8　车载设备

9.8.1　速度传感器应安装在列车端车非动力车轴上，固定牢固并与轮轴运转同步。

9.8.2　雷达传感器的安装应符合下列规定：

1　安装支架应坚固，不应产生安装架自身的振动；

2　雷达应安装在车体底部，轨道右侧道钉上方；

3　雷达下平面距钢轨轨面的距离应为250mm～400mm±10mm；

4　雷达下表面与水平面的夹角应为0°±1°；

5　雷达纵向与列车行驶方向的夹角应为0°±1°。

9.8.3　无线天线的安装应符合下列规定：

1　天线安装应牢固，并应有防松动措施；

2　天线宜安装在司机后墙上方或车体下部外侧，天线纵向中轴线应与车辆纵向中轴线平行，偏差应为±1°；

3　天线前方辐射区域不得有金属物遮挡。

9.8.4　波导管天线的安装应符合下列规定：

1　安装支架与天线接触面的平面度要求应小于0.5mm；

2　天线中心与钢轨中心距离应为410mm，天线下表面与钢轨上表面距离应为317mm，安装误差应为±10mm；

3　天线周围环境要求天线下方100mm，以天线中心150°形成的区域范围内允许出现少量金属；天线下方100mm到轨面，距天线边沿250mm形成的范围内应为无金属区。

9.8.5　应答器天线的安装应符合下列规定：

1　应答器天线应通过安装支架，安装在首尾端车第一转向架上，位置应在转向架的前方，天线中心应在车辆纵向中轴线上，左右偏差应为±10mm；

2　天线下表面距轨面的距离应为102mm～267mm，天线下表面距地面的安装距离误差应为±10mm；

3　安装支架与天线接触的平面，支架平面金属区域不能超过天线四边的20mm；

4　安装支架与天线接触面应平整，平面度应小于0.5mm。

10 电磁兼容防护要求

10.1 基本要求

10.1.1 系统设备应保证在电磁环境中安全、稳定、可靠地工作。

10.1.2 系统设备应包括屏蔽、滤波或者其他器材和技术以抑制自我产生的电磁干扰。电磁辐射应不超过可以接受的向外辐射电平。任何子系统的运行都不应受其他子系统或其他系统产生的电磁辐射的影响。

10.1.3 系统设备的电磁兼容性应满足现行国家标准《轨道交通 电磁兼容》GB/T 24338、《轨道交通 机车车辆电子装置》GB/T 25119、EN 50121 标准的要求。

10.2 防雷、防浪涌要求

10.2.1 系统室内设备的防雷应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 的规定。

10.2.2 系统或设备的防雷应符合现行行业标准《铁道信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件》TB/T 3074 的规定。

10.2.3 地面线、高架线的室外信号设备、与外线连接的室内信号设备应具有雷电防护措施；信号设备的防雷装置可不对直接雷击设备实施防护。

10.2.4 应在电源、计算机、数据通讯线路、I/O 接口、机架结构及地线设置等方面采取电磁兼容和防雷设计，包括元器件的选用和印刷电路板的设计制作。

10.2.5 正常情况下，防雷装置不应影响被防护设备的工作，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，不能影响行车安全。

10.2.6 室外设备应具有防雨、防鼠、防太阳辐射、防雷的保护措施。

10.3 接地要求

10.3.1 系统设备的各种地线包括工作地、保护地、屏蔽地、防雷地等均应接入综合接地系统的接地网。若未设综合接地系统或局部未设时，信号设备可设分散接地；分散接地工作地线电阻值不应大于4Ω；分散接地防雷地线电阻值不应大于10Ω。

10.3.2 严禁用钢轨代替地线。

10.3.3 信号设备室应设主接地板，并通过主接地板接地。

10.3.4 车载设备的保护接地应与车体可靠连接，并应考虑连接面的电化学相容性，连接导体的横截面积不应小于$4mm^2$。

10.3.5 车载设备的地线应经车辆的接地装置接地。

11 环境条件要求

11.1 环境条件

11.1.1 设备正常工作时的环境条件应符合表11.1.1的规定。

表 11.1.1 设备环境温度表

设备位置 工作温度		车辆				地面	
		车体内部	车体外部	转向架	车轴	室外	室内
环境温度/℃		−5～55	−10～70				−5～45
湿度(25℃)		≤95%	100%(不结露)				≤95%
振动	振频/Hz	≤50	≤50	10～100	10～100	≤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	500～1000	≤100	≤100
平均气压(kPa)		70～106(海拔3000m以下)					

11.1.2 在表11.1.1环境条件以内时，设备应满足本标准要求的可靠性和安全性；在表11.1.1环境条件以外及极端温湿度、雷暴等特殊环境条件下，信号设备应保证安全运行，不得因此产生危险的输出。

11.1.3 设备的振动测试应按现行国家标准《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》GB/T 21563的相关规定执行。

11.1.4 设备的EMC应符合现行国家标准《轨道交通 电磁兼容 第3−2部分：机车车辆 设备》GB/T 24338.4和《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 24338.5的规定。

11.1.5 系统设备的振动、EMC、高低温测试应具备第三方权威机构检测报告。

11.2 施工条件

11.2.1 应避免施工过程中的恶劣条件如粉尘、环境温度等因素对信号设备的影响，并应具有相应的防护措施，保证安装、调试顺利进行。

11.2.2 所有设备应在规定的存储条件下，不开箱保质存储一年。设备应具有避免空气中灰尘侵入的措施。

11.3 使用条件

11.3.1 设备的机械结构应保证散热性能好，室外设备应做到有效地防潮、隔热及防尘。

11.3.2 所有设备设计应符合 RIA13 标准的要求，所有设备的入口防护等级应符合现行国家标准《外壳防护等级（IP 代码）》GB 4208 或 IEC 529 的规定，具体防护等级可按表 11.3.2 执行：

表 11.3.2 设备的入口防护等级

设备名称	IP 等级
轨旁箱盒设备	65
道床上安装的设备（如应答器、计轴设备等）	67
车载室外设备	66
地面室内设备	42
车载室内设备	52

12　验证测试要求

12.1　基本要求

12.1.1　系统测试宜满足现行标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758 的技术要求。

12.1.2　系统测试应满足《城市轨道交通 CBTC 系统行业技术规范—系统需求》和《城市轨道交通 CBTC 系统行业技术规范—功能规范》的技术要求。

12.1.3　系统中各子系统测试过程控制和通过准则应满足 BS EN50128 的要求。测试发现的缺陷应进行严格的管理，宜采用电子化的缺陷管理工具进行管理。

12.1.4　系统中安全相关子系统应进行故障注入等安全性测试，确保子系统符合故障—安全的原则。

12.1.5　系统中安全信息的传输应进行全面测试，确保符合《轨道交通 通信、信号和处理系统》GB/T 24339 的要求。

12.1.6　系统中硬件设备的电磁兼容性应进行全面测试，确保满足《轨道交通 电磁兼容》GB/T 24338 的要求。

12.1.7　系统中硬件设备的防雷性能应进行全面测试，确保满足《铁道信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件》TB/T 3074 的要求。

12.1.8　系统中室外设备的外壳防护等级应满足《外壳防护等级(IP 代码)》GB 4208 的要求。

12.1.9　系统中各子系统应编制测试案例到需求的追溯报告，确保测试案例与需求的 100%覆盖。

12.1.10　系统中现场数据的测量应满足《铁路工程测量规范》TB 10101 的技术要求。

12.1.11 测试人员的资质必须满足工程项目的要求。

12.1.12 所有的测试要求仅对有该功能的产品或者系统适用，如果被测系统中没有改功能，则被测系统可以不满足对应功能的测试要求。

12.1.13 设备应通过型式试验、出厂试验及现场试验，各类试验均应根据合同规定的标准、方法进行。每台设备必须进行出厂试验，设备供货商应提供完整的型式试验报告和出厂试验报告及试验合格的验收标准。

12.2 测试过程要求

12.2.1 进行某项测试前，必须确保测试的前置活动已经完成，测试结果符合既定要求。

12.2.2 CBTC 系统现场测试前应经过室内测试，室内测试通过后方可进行现场测试。

12.2.3 现场动车调试（系统级测试）前，需要确认全线限界已进行了检查，当限界全部符合要求后方可进行测试。

12.2.4 现场动车调试（系统级测试）前，必须确保动车调试区域相关信号通信信道通畅。

12.2.5 现场动车调试（系统级测试）前，必须采用先低速运行、后高速运行，先人工驾驶、后自动驾驶的测试步骤。

12.2.6 进行测试前，应仔细核对被测子系统的软硬件版本，并做好记录。每次测试结束后，要对测试结果进行确认，并在执行记录上签字确认。签字时应注明测试人员和时间。

12.2.7 现场系统测试开始前必须完成下述工作：

1 硬件设备确认；

2 设备工厂验收；

3 子系统集成测试；

4 子系统确认测试（至少部分完成）；

5 系统集成测试；

6 系统确认测试（至少部分完成）；

7 现场设备安装完成。

12.2.8 现场系统测试的顺序依次应为子系统静态测试、子系统功能测试、与其他系统接口测试信号系统联调、试运行测试和试运营测试。上一阶段测试未完成前不允许启动下一阶段的测试。如果不同子系统间功能无交叉，不同子系统间的测试阶段可以交叉。

12.2.9 测试完成后，整理测试记录，根据测试结果做出结论，编制测试报告。

12.3 测试设备要求

12.3.1 CBTC 系统在进行工程应用时应构建专用测试平台进行测试。CBTC 系统在进行现场测试前，宜先在室内最小系统测试平台进行测试。

12.3.2 CBTC 室内测试平台的测试内容应涵盖现场测试的所有确认测试。

12.3.3 CBTC 室内测试平台的测试内容还应包括现场无法完成的故障注入测试，并且作为现场测试的重要补充。包括但不限于如下测试项目：

1 列车制动力不足下的制动测试；

2 应答器故障测试。

12.3.4 测试平台宜采用仿真技术实现。其组成至少满足如下要求：

1 应配置有真实 ATP/ATO 子系统、ATS 子系统、CI 子系统至少各一套；

2 应具备全线连续不间断运行（含正线和车辆段）的模拟条件。

12.3.5 为满足信号系统内部集成测试验证要求，应具备如下功能：

1 真实设备的接口应采用与现场完全一致的电气和逻辑接口；

2 应模拟测速装置（如速度传感器、雷达传感器等）的正常与异常功能；

3 应模拟全线车地通信设备（如无线接收设备、应答器功能和 BTM 天线等）正常与异常功能；

4 应模拟全线次级列车检测设备（如计轴设备、轨道电路设备等）的正常与异常功能；

5 应模拟全线道岔转辙装置的正常与异常功能；

6 应模拟驾驶台的正常与异常功能，并实现驾驶台与 ATP/ATO 子系统之间的电气接口；

7 应模拟全线发车指示器的正常与异常功能；

8 应模拟车载 ATP/ATO 子系统的正常与异常功能，并可配置满足工程需要的套数；

9 应模拟全线地面 ATP/ATO 子系统的正常与异常功能；

10 应模拟全线 ATS 子系统的正常与异常功能；

11 应模拟全线 CI 子系统的正常与异常功能；

12 应模拟全线 MSS 子系统的正常与异常功能；

13 应模拟车辆动力学模型，提供当前列车运行速度信息；

14 应模拟全线站台门的正常与异常功能；

15 应模拟全线站台紧急关闭按钮的正常与异常功能；

16 测试平台可实现可视化测试。

12.3.6 为满足信号系统外部集成测试验证要求，应具备如下功能：

1 应模拟全线站台门的正常与异常功能；

2 可模拟全线 PIS 的正常与异常功能；

3 可模拟车辆 TMS 的正常与异常功能。

12.3.7 测试平台应具备运行记录功能，可对测试过程进行分析。

12.3.8 测试平台应具备现场场景回放功能，可对现场出现的故障进行复现和分析。

12.3.9 测试平台宜具备自动化测试的功能。

12.4 测试内容与标准要求

12.4.1 信号系统联调测试前置工作应符合下列要求：

1 联调设备均通过了子系统静态测试和功能测试；

2 联调设备均完成了相关的接口测试。

12.4.2 车载/地面设备外部接口测试应符合下列要求：

1 车载 ATP/ATO 与地面 ZC 子系统的接口测试要求：

1)ZC 与 VOBC 之间的数据传输方式按照周期进行通信；

2)MAC(Medium Access Control)子层基于 IEEE 802.3 标准；

3)本接口应使用 IPv4 协议作为网络层的协议；

4)本接口应使用用户数据报协议 UDP 作为传输协议；

5)本接口应使用安全通信协议对接口数据进行处理，保证接口通信的安全、可靠。

2 车载 ATP/ATO 与地面联锁子系统的接口测试要求：

1)VOBC 和 CI 基于 UDP 协议进行通信；

2)VOBC 与 CI 之间通信通过无线通信通道实现，但无线通信对于两系统之间作为透明的传输通道，不会影响两系统的通信方式，两系统仅需关心与其直接连接的物理层接口要求；

3)VOBC 和 CI 采用双路冗余的通信通道以提高系统的可靠性，任何一个单网的故障都不会对系统的正常使用产生影响；

4）VOBC 和 CI 之间的具体物理通道连接方式为：VOBC 通过冗余的网络硬件分别连接到车载无线通信设备，双网的车载无线通信设备分别通过各自的无线通道连接到地面无线通信设备，地面无线通信设备与地面信号网交换机连接，CI 通过冗余的网络硬件分别连接到地面信号网交换机；

5）CI 到交换机的硬件物理连接使用标准的 RJ45 端子；

6）MAC（Medium Access Control）子层基于 IEEE 802.3 标准，每个设备都使用 2 个 MAC 地址；

7）本接口使用 IPv4 协议作为网络层的协议。

3 地面 ZC 子系统与地面联锁子系统的接口测试要求：

1）ZC 与 CI 之间通过 DCS 数据传输系统的有线网络进行通信，物理接口位于 ZC 通信控制器网卡，端子使用标准 RJ45 端子，连接线缆使用不低于 CAT－5 规格双绞线；

2）MAC（Medium Access Control）子层基于 IEEE 802.3 标准；

3）本接口使用 IPv4 协议作为网络层的协议。

12.4.3 协议层测试应符合下列要求：

1 功能完善度要求：

1）协议应能检查发送端标识符错误；

2）协议应能检查数据类型错误；

3）协议应能检查错误的数值；

4）协议应能辨别以前的数据和非按时收到的数据；

5）协议应能检查在预先确定的延迟后，通信失败的状况；

6）协议应能确保安全相关传输功能和不可信传输系统的使用层之间的独立性。

2 安全完善度要求：

1）协议应能对即将传输的数据进行安全保护；

2）协议应能在程序误操作时，做出安全反应，这样就与接

收端的安全要求保持一致；

3)协议应该在接受端使用错误检查机制，并且与接收端的安全要求保持一致；

4)误操作时产生的安全反应应该与不可信传输系统在工程上保持独立；

5)发送和接收设备之间每一次安全相关的信息交换过程中残留数据的错误率应该小于预先确定的值，这个比率应该符合相应的安全完善度等级；

6)安全相关传输系统的安全完善度等级应该与安全协议的最高安全完善度等级保持一致。

3 安全相关设备与安全相关设备之间的通信协议要求：

1)数据传输过程中，协议应保证数据的唯一性；

2)安全协议应保证数据的完整性；

3)协议应保证数据传输的时效性。

4 安全相关设备与非安全相关设备之间的通信协议要求：

1)安全相关和非安全相关消息应该有不同的结构；

2)安全相关设备的安全协议应与非安全相关设备所使用的协议在功能上保持独立。

12.4.4 CBTC系统联调测试

1 测试内容：检查在一条进路办理后，列车能否正常运行；测试场景：

1)列车停在始端信号机前方，地面操作人员将办理始端信号机到终止信号机的进路，始端信号机为允许，MMI目标距离增加且推荐速度和紧急制动触发速度升高，当接近末端信号机时，车载MMI推荐速度和紧急制动触发速度连续降低，列车在MA终点前停稳；

2)关于自动开放进路的测试方法为，在自动开放进路信号机前一逻辑区段用CBTC车占压，依次占用出清自动开放进路所有内方逻辑区段，列车应能在进路终端禁止信

号机前停车。

2 测试内容：检测信号机开放时机是否影响列车正常运行，即不因办理时机滞后，使列车降速或停车；也不因触发过早，影响线路的通过能力；

测试场景：列车按照试验列车运行交路，以 CM 模式规定的最高速度正常运行。当列车到达规定的触发点时，检查进路是否可以自动办理。

3 测试内容：检查列车处于 CBTC 级别下，当列车停稳后，联锁接收到地面 ATP/ATO 发送的列车停稳信息，防护区段立即解锁，检查解锁的时间是否合理；

测试场景：列车在 CBTC—CM 模式下运行，列车停稳后，联锁收到地面 ATP/ATO 停稳信息，查看防护区段是否立即解锁。

4 测试内容：检查 CM 模式列车门控及站台门联动功能，应包括：

1）测试内容：检查列车处于 CBTC 级别下，对车门关闭且锁紧状态的监控；

测试场景：列车运行在 CM 模式下，车门关闭且锁紧状态丢失，用专用测试设备检查是否输出切除牵引命令，并将司机手柄推至牵引位，检查不应有牵引输出。

2）测试内容：检查列车处于 CBTC 级别下，所有站台处开门提示的正确性；

测试场景：列车运行在 CM 模式下，按推荐速度在站台停车点停车，观察 MMI 上的开门提示是否与站台同侧。

3）测试内容：检查列车处于 CBTC 级别下，车门与站台门的联动；

测试场景：列车运行在 CM 模式下，按推荐速度在站台停车点停车，按 MMI 上的开门提示打开相应侧车门，观察站台门的联动情况；关车门，观察站台门的联动情况。

4）测试内容：检查列车处于 CBTC 级别下，在按下开车门

按钮后至开车门到位的时间，以及按下开车门按钮后至开站台门到位的时间；

测试场景：列车运行在 CM 模式下，按推荐速度在站台停车点停车，按 MMI 上的开门提示打开相应侧车门和站台门，观察并记录按下开车门按钮至开车门到位的间隔时间，以及按下开车门按钮后至开站台门到位的时间是否符合设计要求。

5)测试内容：检查列车处于 CBTC 级别下，在按下关车门按钮后至关车门到位的时间，以及按下关车门按钮后至关闭站台门到位的时间；

测试场景：列车运行在 CM 模式下，按推荐速度在站台停车点停车，按 MMI 上的关门提示打关相应侧车门，观察并记录按下关门按钮至关门到位的间隔时间是否符合设计要求。

6)测试内容：检查车处于进出站过程中，站台门开关，列车的响应；

测试场景：列车在 CM 模式下运行进入或驶离站台过程中。车站站台门打开，或关闭，检查列车应该实施紧急制动。

5 测试内容：检查列车在 CM 驾驶模式下，有人监督的自动折返功能是否正常；

测试场景：列车在 CM 模式下，司机按照推荐速度驾驶列车运行，在停车窗内停车。车载 MMI 显示列车已停准在停车窗中，提示折返。司机通过按自动折返按钮来确认进行折返。车载 MMI 显示折返图标；列车实施制动且保持；驾驶台上自动折返按钮常亮。办理反向发车进路后，司机关闭本端驾驶台。车载 MMI 黑屏，本端驾驶台上自动折返按钮熄灭，对端驾驶台上自动折返按钮常亮。司机走到对端驾驶室，开启对端驾驶台。对端驾驶台上自动折返按钮熄灭，列车驾驶模式为 CM 模式。

6　测试内容：检查扣车功能，应包括：

1）测试内容：检查列车在 CM 级别下，当联锁设备接收到 ATS 子系统的扣车命令时，关闭出站信号机，TDT 显示扣车标志“H”，而且地面 ATP/ATO 不应向列车发送允许列车出站运行的移动授权；当联锁设备接收到 ATS 子系统的取消扣车命令后，出站信号机显示开放，列车 MMI 上显示紧急制动触发速度和推荐速度上升，列车可以正常驶离站台；

测试场景：列车以 CM 模式下进入车站并在在窗内正常停车。ATS 子系统发出“扣车”命令后，检查出站信号机是否关闭，TDT 是否显示扣车标志“H”；司机手动打开站台侧车门，检查车门和站台门是否同时打开；经过默认站停时间后，司机关闭车门，检查车门和站台门是否同时关闭；然后司机操作牵引/制动手柄给列车加速，检查列车是否不能移动；ATS 子系统发出“取消扣车”命令后，检查出站信号机是否开放，列车 MMI 上是否显示紧急制动触发速度和推荐速度上升，列车获得继续向前运行的 MA，可以正常驶离站台。

2）测试内容：检查列车以 CM 模式在区间运行，ATS 对下一站台发送扣车命令，列车的反应；

测试场景：列车以 CM 模式在区间运行，ATS 对下一站站台发送扣车命令，检查列车 MMI 上是否显示扣车图标，站台出站信号机是否关闭；列车继续向前行驶，进入站台并停稳在停车窗内，检查列车 MMI 上是否显示扣车图标。

7　测试内容：检查在 CBTC 级别下，列车在站台附近运行时，响应 EMP 命令；

测试场景：列车在 CM 模式下运行进出站台时，按下站台 EMP 按钮，检查在 CBTC 级别下，列车在站台附近运行时，会响

应 EMP 命令。

8 测试内容:检查系统在 CBTC 级别下,跨越 ZC 管辖边界后,车的运行状态;

测试场景:CBTC 级别下,一列 CBTC 列车由 ZC1 管辖区域进入 ZC2 管辖区,车可正常运跨越 ZC 边界点,MMI 上显示列车运行状态正常。

9 测试内容:检查在 CBTC 级别下,当关闭信号后,MA 的变化;

测试场景:列车即将进入排列进路的起端信号机时,关闭此信号机,查看移动授权的变化。

10 测试内容:检查在 CBTC 级别下,当地面 ATP/ATO 与 CI 通信故障后,列车的响应;

测试场景:司机驾驶列车以 CM 模式运行,此时设置地面 ATP/ATO 与 CI 通信故障,检查车的行为。

11 检查跳停功能,应包括:

1)测试内容:检查列车运行于 CBTC 级别,收到中心或本地 ATS 的跳停命令,进路满足列车完全驶离跳停站台,列车收到跳停命令后,正确执行跳停命令;

测试场景:列车在 AM 模式下运行并停在上一站不发车。ATS 子系统发出"跳停"命令后,列车收到跳停命令后,在即将进入的站台不停车。

2)测试内容:检查列车运行于 CBTC 级别,收到中心或本地 ATS 的跳停命令,进路无法满足列车完全驶离跳停站台,列车收到跳停命令后,正确执行跳停命令;

测试场景:列车在 CM 模式下运行并停在上一站不发车。ATS 子系统发出"跳停"命令后,列车收到跳停命令后,在即将进入的站台不停车。

12 测试内容:检查 ATO 控制下车门功能,应包括:

1)测试内容:检查 ATO 控制车门的自动开启、自动关闭

功能；

测试场景：列车的驾驶模式为 AM。列车在正线上从站台 X 到站台 Y，并且自动停准在站台 Y 处，停车精度满足设计要求。列车在门控方式为自动开门自动关门的时候可以自动打开车门，自动关闭车门。

2）测试内容：检查 ATO 控制车门的自动开启、自动关闭功能失效时可以手动开关车门；

测试场景：列车的驾驶模式为 AM。列车在正线上从站台 X 到站台 Y，并且自动停准在站台 Y 处，停车精度满足设计要求。列车在门控方式为自动开门自动关门的时候自动打开车门、自动关闭车门失效时，可以手动开关车门。

3）测试内容：检查 ATO 控制车门的自动开启、人工关闭功能；

测试场景：列车的驾驶模式为 AM，列车在门控方式为自动开门人工关门。列车在正线上从站台 X 到站台 Y，并且自动停准在站台 Y 处，停车精度满足设计要求。此时列车自动打开车门、站台门。停站时间计时完成后，车载 MMI 显示车门关闭命令提示，司机按下按钮关闭车门。车门关闭，设置故障使得站台门无法关闭。地面操作人员旁路站台门信息后，ATO 开启按钮闪烁。司机按下 ATO 开启按钮，列车正常离开站台，无紧急制动，车载 MMI 上不再显示允许开门侧图标。

13 测试内容：检查列车在 AM 驾驶模式下，无人监督的自动折返功能是否正常；

测试场景：列车运行在 AM 模式下，由 ATO 驾驶列车运行到无人折返站台可进行无人折返操作，并自动进入折返点，自动换端，在自动驶出，到达站台打开列车车门。

14 测试内容：检查列车在 AM 模式下，当联锁设备接收到

ATS 子系统的扣车命令时，关闭出站信号机，TDT 显示扣车标志“H”，而且地面 ATP/ATO 不应向列车发送允许列车出站运行的移动授权；当联锁设备接收到 ATS 子系统的取消扣车命令后，出站信号机显示开放，列车可以正常驶离站台；

测试场景：列车在 AM 模式进入车站并在停车窗内正常停车。ATS 子系统发出“扣车”命令后，检查出站信号机是否关闭，TDT 是否显示扣车标志“H”，MMI 上是否显示扣车图标；司机手动打开站台侧车门，检查车门和站台门是否同时打开；经过标准站停时间后，司机关闭车门，检查车门和站台门是否同时关闭；然后司机操作牵引/制动手柄给列车加速，检查列车是否不能移动；ATS 子系统发出“取消扣车”命令后，检查出站信号机是否开，TDT 是否显示扣车标志“H”，MMI 上是否显示扣车图标，列车获得继续向前运行的 MA，可以正常驶离站台。

15 测试内容：检验一列 CBTC 运行的列车在单网运行时，列车仍然可以保持以 CBTC 级别运行；

测试场景：单列车失去一个网络通信后观察列车的制动输出、模式转换、信号机点灯状态。

16 测试内容：检验一列 CBTC 运行的列车突然失去通信时，系统倒向安全侧的处理措施的正确性和恢复正常运行的处理过程的可行性；

测试场景：单列车失去车地通信后观察列车的制动输出、模式转换、信号机点灯状态以及恢复建立过程既完成前筛选和后筛选的过程。

17 检查三车追踪车地通信故障测试，应包括：

1)测试内容：检验三组行驶在正线轨行区的列车，三车行进均在相邻计轴区段，此时，行驶的第一组车，车地通信故障，对后两组车的运行影响；

测试场景：三车行进均在相邻计轴区段，此时，行驶的第一组车，车地通信故障，后两组列车的移动授权的变化

以及列车的响应。

2)测试内容：检验三组行驶在正线轨行区的列车，三车行进均间隔一计轴区段，此时，行驶的第二组车，车地通信故障，对后两组车的运行影响；

测试场景：三车行进均间隔一计轴区段，此时，行驶的第二组车，车地通信故障，前后两组列车的移动授权的变化以及列车的响应。

18 检查 ZC 子系统故障后的反应，应包括：

1)测试内容：检验所管辖的 ZC 子系统突然宕机时，系统倒向安全侧的处理措施的正确性和恢复正常运行处理过程的可行性；

测试场景：在 CBTC 级别下，一列 CBTC 级别列车行驶在某个 ZC 的管辖范围内，此时 ZC 故障，查看列车的响应。

2)测试内容：检验所接管 ZC 子系统突然宕机时，系统倒向安全侧的处理措施的正确性和恢复正常运行处理过程的可行性；

测试场景：在 CBTC 级别下，一列 CBTC 级别列车行驶在 ZC 的管辖范围内，即将进入接管 ZC 的管辖范围，此时 ZC 故障，查看列车的响应。

12.4.5 降级系统联调测试

1 测试内容：检查列车的移动授权点与信号机显示的一致性；

测试场景：列车按照试验列车运行交路，以 CM 模式规定的最高速度正常运行。办理列车运行方向的下一条进路。查看移动授权是否延伸到下一条进路的后一信号机。

2 测试内容：检查填充应答器能否准确复示信号机状态；

测试场景：列车按照试验列车运行交路，以 CM 模式规定的最高速度正常运行。在列车未通过填充应答器之前，车站办理下

一条进路，信号机显示通过。当列车通过填充应答器时，移动授权延伸，不用在此信号机前停车。此时取消下一条进路。检查列车是否能够在通过信号机前的可变应答器时紧急制动停车。

3　测试内容：检查CM模式列车门控及站台门联动功能，应包括：

1)测试内容：检查车载ATP/ATO子系统处于降级级别下，所有站台处开门提示的正确性；

测试场景：列车运行在CM模式下，按推荐速度在站台停车点停车，观察MMI上的开门提示是否与站台同侧。

2)测试内容：检查车载ATP/ATO子系统处于降级级别下，车门与站台门的联动；

测试场景：列车运行在CM模式下，按推荐速度在站台停车点停车，按MMI上的开门提示打开相应侧车门，观察站台门的联动情况；关车门，观察站台门的联动情况。

3)测试内容：检查车载ATP/ATO子系统处于降级级别下，车门与站台门的联锁；

测试场景：列车运行在CM模式下，打开站台门，观察包含该站台进路的始端信号机状态；关闭站台门，列车运行至站台停稳后，打开站台门，观察出站信号机状态，将司机手柄置于牵引位，观察列车状态。

4)测试内容：检查车载ATP/ATO子系统处于降级级别下，站台门互锁解除后，列车可以运行；

测试场景：列车运行在CM模式下，列车运行至站台停稳后，打开站台门，设置站台门为互锁解除状态，观察列车的允许发车状态。

4　检查ATO控车情况下车门功能，应包括：

1)测试内容：检查ATO控制车门的自动开启、自动关闭功能；

测试场景：列车的驾驶模式为AM。列车在正线上从站

台X到站台Y，并且自动停准在站台Y处，停车精度±0.5米。列车在门控方式为自动开门自动关门的时候可以自动打开车门，自动关闭车门。

2）测试内容：检查ATO控制车门的自动开启、自动关闭功能失效时可以手动开关车门；

测试场景：列车的驾驶模式为AM。列车在正线上从站台X到站台Y，并且自动停准在站台Y处，停车精度±0.5米。列车在门控方式为自动开门自动关门的时候自动打开车门、自动关闭车门失效时，可以手动开关车门。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示很严格，非这样做不可的用词；
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2)表示严格，在正常情况下均应这样做的用词；
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3)表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词；
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4)表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1 《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 20438.6
2 《轨道交通 通信、信号和处理系统 第1部分:封闭式传输系统中的安全相关通信》GB/T 24339.1
3 《轨道交通 通信、信号和处理系统 第2部分:开放式传输系统中的安全相关通信》GB/T 24339.2
4 《城市轨道交通通信工程质量验收规范》GB 50382
5 《轨道交通 电磁兼容》GB/T 24338
6 《轨道交通 机车车辆电子装置》GB/T 25119
7 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
8 《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》GB/T 21563
9 《外壳防护等级(IP代码)》GB 4208
10 《信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法》GB 9254
11 《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758
12 《地铁设计规范》GB 50157
13 《铁路车站计算机联锁技术条件》TB/T 3027
14 《继电式电气集中联锁技术条件》TB 1774
15 《铁道信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件》TB/T 3074
16 《铁路工程测量规范》TB 10101
17 267号文件《RSSP-II铁路信号安全通信协议》
18 运基信号267号《RSSP-I铁路信号安全通信协议》
19 《重庆轻轨跨座式单轨交通信号系统工程施工质量检验评定办法》
20 《重庆市地下轨道交通系统设备工程施工质量验收评定办法信号分册》

重庆市工程建设标准

重庆轨道交通列车控制系统(CQTCS)标准

DBJ50/T-250-2016

条文说明

2016 重 庆

目　次

1 总 则

本部分重点介绍本标准的主要内容以及本标准所适用的领域。经过编制组成员的广泛调研和多次专家咨询，最终确定本标准内容包括地铁、轻轨、单轨，考虑有轨电车与目前城市轨道交通从车辆接口、管理和运营模式上都有较大区别，因此在本技术要求中将有轨电车除外。

本标准规定的城市轨道交通基于通信的列车自动控制系统，不仅仅限于移动闭塞系统，而是从车一地之间采用基于通信的传输方式来看，整个系统也可以是固定闭塞方式。

本标准不包括无人自动驾驶相关的内容，包括无人驾驶的操作模式、无人驾驶下各子系统的功能等。

2 术语与缩略语

2.1 术 语

2.1.19 填充应答器

当本信号机的主信号应答器与下一架信号机的填充应答器合设时，主信号应答器发送本进路及下一条进路开放状态相符的报文内容。

2.1.20 永久限速

永久限速强调了是列车运行过程中不能达到超越的速度值。

3　总体要求

3.1　系统基本技术要求

3.1.2　信号系统采用的器材和设备应参照有关行业标准的规定，主要是指住房和城乡建设部颁布的有关城市轨道交通标准、国家铁路局颁发的有关信号标准。

3.1.5　ATP子系统涉及行车安全，其系统/设备及电路必须符合故障导向安全的原则，系统的研发、生产过程应遵循经安全检测、安全认证，并批准后方可载客的原则。目前国内ATP系统有关设备的研发、运用的过程虽也遵循这一原则，但多是通过国际有关安全认证机构实现。国内认证的手段和机构的组成方式尚待完善。

故障导向安全，是信号安全技术孜孜追求的目标。信号系统/设备故障不能导向安全，属极小概率事件。或是说，信号系统/设备发生故障时，可能发生不安全事件。故障导向安全的原则贯穿于信号系统/设备的全生命周期之中，与产品的研究、设计、制造及运用的全过程相关。

3.1.6　本条体现了地铁信号系统作为行车指挥与列车运行控制系统的作用。地铁信号技术的发展是在不断改进行车指挥水平、参与运营管理、提高行车效率及保证行车安全的过程中而发展的。地铁信号系统所包括的ATS、ATO、ATP各子系统功能，充分体现了本条规定的内容。

3.1.7　电磁兼容包括了CBTC系统设备所需遵守的电磁兼容、防雷及接地三个方面的内容，电磁兼容要求重点参考国标GB9 254、GB/T 24338.5；防雷要求重点参考国标GB 50343、TB/

T 3074；接地要求重点参考《GB/T 12758 城市轨道交通信号系统通用技术条件》以及《GB 50157 地铁设计规范》。

3.1.8 信号系统的车载设备遵循车辆限界，信号系统的车站及轨旁设备遵循设备限界，是保证列车运行安全的需求，是保证乘客人身安全、运行设备安全的需求。

3.1.12 第2款 连续式速度曲线控制指 CBTC 级别下列车可连续接收 MA，运行过程中速度曲线可随时更新；一次模式速度控制曲线指点式下列车在经过有源应答器时更新 MA，计算曲线，到下一次经过有源应答器之前，曲线不会发生变化。

3.1.15 列车在互联互通的线路中跨线运行时，信号系统应能实现列车在 CBTC 级别和点式列车控制级别下的跨线运行。

3.1.21 第2款 在列车包络没有越过出站信号机的情况下，列车位置不超过停车位一定的距离可退行，该距离由实际工程确定。

3.1.22 信号系统中的 ATS、ATP(含车载)、ATO(含车载)、CI、DCS 和维护监测子系统应采用统一的时钟源进行校时，校时的精度和周期满足运营、维护及故障分析的需要，如可以通过 ATS 子系统接收外部的时钟源，由 ATS 子系统向其它子系统发送统一时钟，实现信号系统的时间同步。

3.2 系统构成

3.2.1 第1款 系统总体布置要求：相比 IEEE1474 中给出的功能配置，本技术要求沿用 ATC 系统中包括独立 CI 系统的思路，将 ATP 和 CI 作为必须的配置项，对 ATO、ATS 系统，可根据应用需求进行配置。

第2款 信号系统应采用独立的自建数据通道，不应与其他专业或系统共用通道。信号系统内部安全子系统与非安全子系统的通信通道宜物理独立。

3.2.7 第2款 维护检测子系统宜进行以下配置：

1 控制中心设置的维护监测设备；

2 车辆段维修中心设置的维护监测设备；

3 正线ATS、ATP/ATO、联锁以及DCS子系统等的维护监测自诊断设备；

4 车辆段信号设备的维护监测自诊断设备；

5 正线及车辆段轨旁基础设备的监测设备（如道岔缺口检测设备、转辙机模拟量监测

设备、信号机的灯丝断丝报警设备、熔丝报警设备、计轴故障检测设备、可变应答器等）；

6 在正线各设备集中站视系统的构成特点选择设置的车站维护工作站；

7 在车辆段设置的车辆段维护工作站；

8 全线电源系统的自检测设备（包含智能电源屏、UPS、蓄电池及蓄电池组在线均衡装置）；

9 网管设备、网络传输设备等。

3.2.10 第1款 综合考虑列车速度、列车长度、系统通信延迟等因素，确定计轴区段的长度范围。

4 性能要求

4.2 主要技术指标要求

4.2.1 对于点式级别下的正线设计追踪间隔应根据业主需求进行配置，原则上追踪间隔不应大于5分钟，一般情况下最小不小于3分钟。

4.2.3 停车精度

未安装PSD情况下，列车在站台的停车精度指标要求主要考虑目前ATO子系统已成为CBTC系统的基本配置，而且从运营角度考虑，给出一个限定值有利于运营的组织和管理，同时也为系统未来再安装PSD预留技术条件。

安装PSD情况下，列车在站台的停车精度指标要求参考了目前已开通线路或正在招标线路的技术资料，虽然有的线路提出了±0.25m的精度要求，考虑到技术条件的适应性，暂还是沿用了±0.3m及±0.5m的精度要求值。

4.2.5 紧急制动率

紧急制动发生率指标主要参考了北京地铁在建设和运营过程中提出的指标要求，该指标能够一定程度上反映出整个CBTC系统信号系统的可靠性。

5 系统设计原则

5.2 移动闭塞原则

5.2.3 信号机强制命令

本技术条件中,CBTC系统是包括了CBTC、点式列车控制和联锁控制三级控制,其中针对点式控制和联锁控制等级,是必须要设置信号机的,可以说本技术条件中设置信号机,主要是为点式控制和联锁控制等级下使用的,在CBTC级别下,因主要根据车载提供的信息供司机驾驶列车,因此在CBTC等级下,室外信号机宜灭灯。

5.2.4 运行等级转换

1 状态转换条件表

表1 运行等级转换的状态转换条件表

条件ID	条件内容
[1]	列车定位,并且,从ZC收到有效的行车许可
[2]	列车定位,并且,收到有效的点式列车控制等级的行车许可
[3]	到联锁控制级别的运行等级转换区间有车在线,并且,司机按下联锁控制级别转换确认按钮
[4]	没有收到有效的CBTC行车许可,并且,没有收到有效的点式列车控制等级的行车许可,并且,司机按下联锁控制级别转换确认按钮

2 应按图1条件进行状态切换。[]中为表1的条件ID。

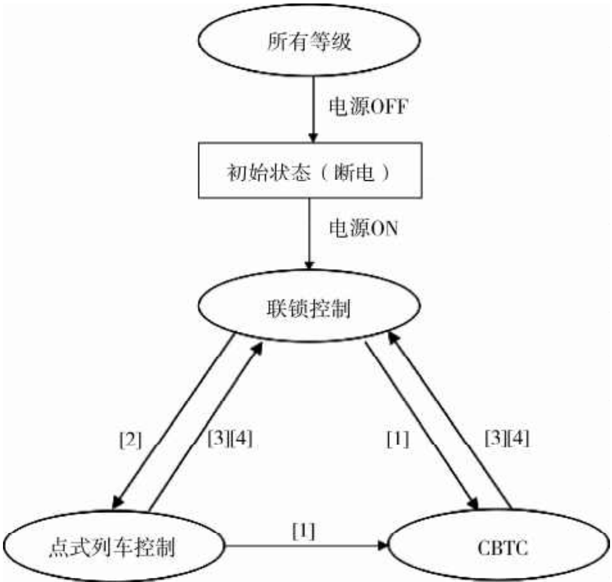

图 1　运行等级转换时状态转换图

5.2.5　第 3 款　系统给后续列车的移动授权应限制到前方列车所在区域的边界处。

由于各个供货商对车载设备失效列车的安全处理策略不同，在本标准中只是原则性给出了所占区域边界的说法，具体安全处理策略由各个供货商根据自身系统特点来决定。

第 4 款　为了避免出现列车进站时部分进站对正常运营带来影响，做到列车如果要进站就能一次完全进站，在车站 PSD 关闭且锁闭、紧急关闭按钮未按下，当站台空闲时控制列车进入站台停车，否则，停在站台所在区域的边界外。

5.2.6　第 4 款　为保证列车升级为 CBTC 时整体的完整性及是否有非 CBTC 列车跟随出库，在列车由低级别向 CBTC 级别升级时，宜通过系统检查确认待升级 CBTC 列车后方一个区段范围内无其他列车。

5.3 信号机布置原则

5.3.7 列车在跨线运行过程中，需要设置二条线路的联锁子系统和 ZC 子系统的分界点，同时二条线的联锁子系统和 ZC 子系统还需要实时交互信息，通过在联络线双方各设置一架防护信号机，能更好的满足分界点的划分和子系统之间信息的交互。

5.5 应答器布置原则

5.5.6 为实现列车在点式级别下无需进行模式转换即可跨线运行到另一条线路，需要在线路间联络线对应的防护信号机前设置无源和有源应答器，满足列车在正常情况下以及重新获得位置后，都能接收到移动授权信息。

5.6 区段划分原则

5.6.1 第 2 款 为保证列车出入段进路的安全防护，在转换轨区域设置三个连续的计轴区段用于出段、入段的保护区段。

5.8 无线频率分配原则

5.8.1 本技术要求考虑到数据通信系统技术的发展，没有给出具体的通信协议名称。

6 功能需求

6.1 总体功能要求

6.1.1 采用 CBTC 系统时，若系统无降级模式，将不利于系统故障时的安全行车和故障后运营的恢复。信号系统降级运用系指系统由 CBTC 级别降级为点式、CBTC 级别降级为联锁、点式降级为联锁，由实现全部功能至仅完成部分功能等降级运用模式。降级及其具体要求应根据用户需要，系统设备的可靠性、可用性和安全性等因素确定。由于现在采用的后备模式，均是结合系统中的某些环节构成，不宜提后备模式。

第 1 款 CBTC 系统可具有点式超速防护的降级功能，点式超速防护宜采用固定闭塞制式。点式超速防护应具备站台区车地通信正常时的闯红灯防护功能，闯红灯防护应包括列车启动前获知前方信号状态后的系统不自动启动及确认越过红灯后的防护功能。

降级及其具体要求应根据用户需要，系统设备的可靠性、可用性和安全性等因素确定。为提高系统可用性，在系统开通时，可单独采用点式超速防护系统。

6.1.2 目前，国内城市轨道交通在驾驶模式的分级上已基本有共识，但在各级别模式的叫法上，存在着不同的表达方式，特别是一个城市采用不同供货商的设备时，虽然是同样一个级别的模式，但在人机操作界面上给出的是不同的表达方式，给培训的标准化操作带来不便，为统一各级别的模式表达方式，本条文给出一个与国际接轨的驾驶模式表达方式。

1 状态切换条件表

表 2　模式切换时状态切换条件表

条件 ID	条件内容
[1]	(当前的等级是 CBTC，或者点式控制等级)，并且，列车停稳，并且，司机将 ATO 切换手柄打在“自动”档
[2]	从 ZC 收到有效的行车许可，或者，有效的点式列车控制等级的行车许可
[3]	司机将 ATO 切换开关打在“手动”档
[4]	列车停稳，并且，将 RM 开关打在“RM”档
[5]	现在的运行等级是联锁控制等级
[6]	司机操作 ATP 切除开关到“切除”档

2　状态切换图

图 2 为模式转移图。[]内是表 2 的条件 ID。

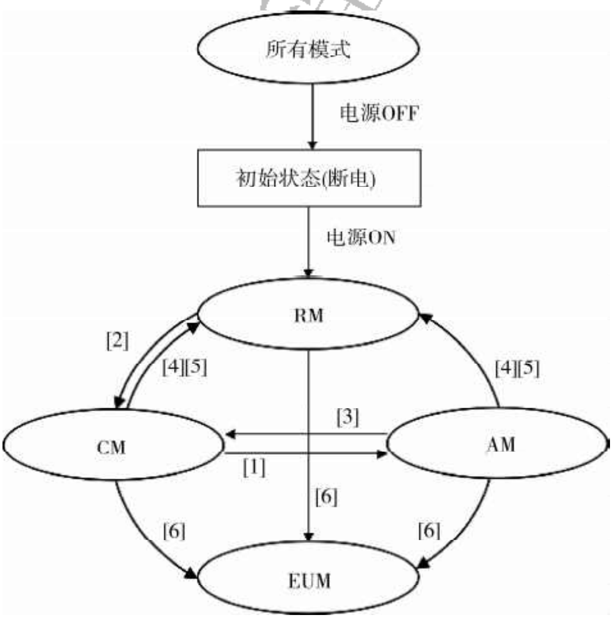

图 2　模式切换的状态切换图

3　状态切换表

表 3 表示各种模式的切换。[]内为表 2 的条件 ID。

表 3　模式切换的状态切换表

AM	<[1]		
[3]>	CM	<[2]	
[4][5]>	[4][5]>	RM	
[6]>	[6]>	[6]>	EUM

6.1.3　针对“自动开门、自动关门”方式，从设备处理角度，人工关门命令优先自动关门指令。

6.3　ATP 子系统功能要求

6.3.3　第 1 款　本款描述的设备自检应包含 ZC 硬件自检和软件自检。硬件自检应至少包含设备完整性检查，软件自检应至少包含主备系软件版本一致性检查、ZC 电子地图版本合法性检查等。设备自检不通过时不应投入使用。

第 2～4 款　ZC 必须在列车完成注册后才能控制列车。列车注册前必须先与 ZC 建立安全连接，然后发起注册，若安全连接建立过程不满足 2 中的条件而未能建立，列车应尝试重新建立与 ZC 之间的安全连接。ZC 在判断满足条件后接受列车注册，开始控车。若列车注册失败，则 ZC 应认为列车为非装备列车。

第 6 款　若 ZC 接受 ATS 临时限速命令，则 ZC 将列车移动授权范围内的所有临时限速信息，通过 MA 发送给车载 ATP。对于无移动授权的列车，ZC 不发送临时限速信息。

第 7 款　ZC 支持 CBTC 列车和非 CBTC 列车混运，并对二者进行追踪。

第 8 款　ZC 向 CI 发送的逻辑区段占用状态是 CI 进行逻辑处理及显示轨道占用状态的重要输入条件。

第 9 款 ZC 为列车计算移动授权时,应至少确认 ZC 与该列车的安全连接正常、该列车前方已无隐藏列车、进路方向与列车运行方向一致(列车安全包络完全在折返轨时不受此限制)、列车车尾所在计轴处于占用状态等。移动授权终点的计算应考虑危险点,ZC 应根据危险点特征,补偿不同的安全余量后作为防护点,移动授权的起点和终点范围内,不应限制列车运行。

第 10 款 ZC 应通过移动授权对站台封锁区域进行安全防护。当站台紧急关闭按钮按下/站台门打开时,ZC 对未进入站台区域的列车,将移动授权终点设置在站台区域入口;对于已进入站台区域的列车,ZC 将站台紧急关闭按钮/站台门的状态实时发送给列车,由车载 ATP 进行安全侧处理。

第 11 款 为提升人工解锁进路的效率,ZC 应提供停车保证功能,当 ZC 告知 CI 列车在进路前方停车保证有效时,可立即解锁进路。

第 12 款 ZC 应支持不同运行方向的列车同时移交。对已完成控制权移交的列车,不应影响 ZC 对后续列车的安全追踪运行。只有列车与移交 ZC、接管 ZC 均注册成功后,才能进行移交,以保证列车在最大安全前端越过移交边界后,接管 ZC 能正常为列车计算移动授权。在移交过程中,仅当接管 ZC 允许列车的移动授权进入接管范围内时,移交 ZC 才可将移动授权延伸进入接管 ZC 管辖的重叠区。

第 13 款 ZC 应配备 ZC 维护机,为运营维护、问题分析等提供丰富的信息。

第 14 款 ZC 应保证电子地图信息的正确性,当发现配置数据异常时,应立即停止运行。

6.4 ATO 子系统功能要求

6.4.2 **第 1 款** 站台区域用于 ATO 精确定位应答器布置原则

应满足 5.5.2 的要求。

6.7 维护监测子系统功能要求

6.7.1 维护监测子系统是地铁的组成部分，是确保系统正常运营的重要设施，本条明确维护监测子系统的范围和功能。

6.7.2 本条明确维护监测子系统维护模块需采用统一的接口以及通信协议。

6.7.3～6.7.11 维护监测必须实时提供设备的状态，并对故障进行报警，所包含的条目明确维护监测子系统状态监测、故障报警以及统计分析的功能和具体内容。

6.7.12～6.7.13 报警的等级按照标准必须分级，所包含的条目明确维护监测子系统报警的等级和方式。

6.7.14～6.7.16 维护监测子系统必须对监测数据进行存储，以便随时查询，所包含的条目明确维护监测子系统各类数据的存储时间范围。

6.7.17 维护监测需要对报警或者故障期间的状态进行回放，以便确认原因，本条明确维护监测子系统历史回放的功能和范围。

6.7.18 本条明确维护监测子系统权限管理的功能。

6.7.19 维护监测子系统应满足互联互通网络化后的运营维护要求，能够实时提供跨线列车 ATP/ATO 设备的状态，并对故障进行报警。

7 信号系统内部接口要求

7.2 ATS－VOBC接口

本章节中的VOBC包含车载ATP与ATO设备，在特别情况下才将车载ATP与ATO设备分开描述。

7.2.4 电子地图版本序列控制信息用于实现车载分批更新电子地图功能。由于车载设备较多，难以保证在一个时间段内更新完所有车载电子地图，故采取以下措施：

1 车载设备允许存储两个版本的电子地图，两个电子地图版本序列号必须连续(0与255认为是连续的)；

2 更新电子地图时，首先在车载设备上部署新旧两个版本电子地图，可分批完成；地面设备的电子地图待车载电子地图全部更新完毕后统一更新；

3 电子地图版本为0－255，每次更新加1，255的下次更新为0；

4 车载设备与地面设备通讯时，电子地图版本校验流程如下：

1)上电/进入线路时，车载设备默认采用版本较高的电子地图版本号；

2)车载设备与地面设备建立连接后，发送的GAL包中为当前采用的电子地图版本号；

3)地面设备判断收到的GAL包中车载电子地图版本号是否与地面一致，若一致，则进行正常通讯，若不一致，则发送应用内容为空的GAL包，通知车载设备地面电子地图版本号；

4)若车载设备收到空 GAL 包，则判断本地是否存有与地面版本一致的电子地图，若有，则采用与地面版本一致的电子地图，继续与地面设备通讯，GAL 包中的电子地图版本号与地面版本一致；否则，断开与地面设备的通讯。

5 同一版本的车载电子地图对应不同地面设备（ATS、ZC、CI）可采用不同的序列号；

6 当 VOBC 与不同地面设备（ATS、ZC、CI）通讯，地面设备要求的电子地图版本不同时，车载采用高优先级地面设备指定的电子地图，并与版本不同的低优先级设备断开通讯。地面设备优先级为 ZC＞CI＞ATS。

电子地图版本校验信息推荐离线计算，校验内容为车地电子地图中一致的部分。

7.2.8 **第 1 款**

1 下一 ZC/CI/ATS ID 信息

对于计划列车，ATS 按照列车运行计划查找列车最大安全前端所在 ZC/CI/ATS 的下一个 ZC/CI/ATS，并向 VOBC 发送；对于非计划列车，ATS 发送默认值。

2 跳停命令

1)有跳停命令时，ATS 判断列车最大安全前端在跳停站台的前一站台或折返轨内时，下发后一站台的跳停命令。

2)下发跳停命令时，“跳停站台 ID”内容应为列车最大安全前端所在区段前方（不含此区段）最近的跳停站台 ID，“下一停车站台 ID”内容应为此跳停命令对应的跳停站台后，列车第一个要停车的站台 ID。

3)无跳停命令时，“跳停站台 ID”内容为默认值；“下一停车站台 ID”内容为列车最大安全前端所在区段前方（不含此区段）最近的站台 ID。

3 列车最大安全前端所在站台有扣车命令时，ATS 发送“扣

车有效”;否则,发送“扣车取消,无扣车”。

4 折返命令

1)对于计划列车,列车最大安全前端在站台内时,ATS 按照列车运行计划判断列车是否要进行折返:(1)若列车要进行站前折返,则 ATS 发送站前折返命令,VOBC 收到后,列车在站台停稳后,显示换端提示;(2)若列车要进行有人站后折返,则 ATS 发送有人站后折返命令,当列车最大安全前端进入折返轨后,ATS 发送换端命令,VOBC 收到后,在运行至此站台后的站后折返轨停车后,显示换端提示;(3)若列车要进行无人自动折返,则 ATS 发送无人自动折返命令,VOBC 收到后,列车在站台停稳后,显示无人自动折返提示;(4)若列车不进行折返,则 ATS 发送不折返命令,VOBC 收到后,不显示折返提示。

2)对于非计划列车,列车最大安全前端在站台内时,ATS 发送“不折返”命令。

3)列车最大安全前端位于站台或折返轨内时,ATS 应允许调度员手动向 VOBC 下发/取消折返命令,此时 ATS 应采信调度员操作,不再根据列车运行计划下发折返相关命令。VOBC 应采信最新收到的折返命令。

4)对于与 ATS 无通讯的列车,VOBC 根据车载电子地图存储区段属性显示折返提示。

5 回段指示

1)当列车最大安全前端不在转换轨内或列车不为回段方向时,ATS 向 VOBC 发送的“回段指示”字段为默认值;

2)当列车最大安全前端在转换轨内且列车为回段方向时,对于计划列车,ATS 根据列车运行计划,向 VOBC 发送“回段”或“不回段”指示,对于非计划列车,ATS 向 VOBC 发送默认值。

3)VOBC与ATS通信正常且收到的回段提示字段非默认值时，根据ATS回段提示信息，判断在转换轨内是否显示回段提示；VOBC与ATS通信断开或收到的回段提示字段为默认值时，根据电子地图配置的区段属性，在转换轨内显示回段提示。

7.2.8 第2款 列车信息帧：若ATP采用ZC发送的MA，则安全防护点轨道区段ID、安全防护点轨道区段偏移量、障碍点轨道区段ID、障碍点轨道区段内偏移量取值均为采用的MA内容；若ATP不采用ZC发送的MA，则安全防护点轨道区段ID、安全防护点轨道区段偏移量、障碍点轨道区段ID、障碍点轨道区段内偏移量均发送默认值。

7.4 VOBC—CI接口

7.4.3 第2款 把整列的PSD当作一个设备，系统为其分配全局唯一的ID。

7.5 ZC—VOBC接口

7.5.2 第3款 电子地图版本校验计算范围为ZC管辖区域范围。

7.5.3 第2款

1 被人解的进路的首区段为前一条进路的保护区段，且保护区段锁闭时，如列车能给出在保护区段内的停车保证，此时进路应立即解锁，此时发送的停车保证对应安全防护点、障碍点位置及保护区段有效性应与移动授权信息中安全防护点、障碍点位置及保护区段有效性一致。

2 ZC向VOBC发送的MA信息包括：

1)安全防护点：列车绝对不能突破的点；

2)障碍点：保护区段有效时，保护区段的起点位置；

3)保护区段状态:有效或者无效。

3 安全防护点位置和障碍点位置的发送原则为:

1)如果保护区段有效,ZC 发送的安全防护点位置为保护区段末端位置回退一定的安全余量(最不利情况下前车回退距离+列车悬垂+余量),障碍点为保护区段起点位置;

2)如果保护区段无效,或者区间运行,ZC 发送的障碍点信息为无效值。

4 VOBC 接收移动授权的处理方法为:

1)VOBC 接收到来自 ZC 的 MA 信息后,判断保护区段状态是否有效:

a)如果保护区段无效,按照安全防护点位置进行列车紧急制动曲线计算;

b)如果保护区段有效,根据 VOBC 配置数据确定列车紧急制动曲线计算的参照点(该参照点由不同车载厂家根据各自列车参数和 ATO 性能自行预先计算,固化在 VOBC 系统内,或者由 VOBC 根据列车参数自行动态计算),该参照点不能突破安全防护点。

2)在任何情况下,如果列车闯过障碍点,VOBC 需立即紧急制动。

5 MA 范围内的 PSD/ESB 防护区域激活时,ZC 向 VOBC 发送的 MA 不应回缩,由 VOBC 根据 MA 范围内的 PSD/ESB 状态对列车进行控制。

6 无临时限速的区域,不发送临时限速命令。

7.6 ZC—ZC 接口

7.6.3 第 2 款

1 保护区段状态信息

1)保护区段有效状态指 CI 可保证列车进入保护区段时不

发生危险；

2）保护区段可能含多个逻辑区段。

2 道岔状态信息：对于双动道岔，ZC 应按照 2 个单独道岔向相邻 ZC 发送。

3 逻辑区段锁闭状态信息

1）补齐字节的填充信息统一填 0；

2）上下行方向按照电子地图中的逻辑区段方向。

7.7 应答器接口

7.7.3 第 2 款

1 公共信息包定义

1）Q_SIGNAL_ASPECT 应符合表 4 的规定：

表 4 Q_SIGNAL_ASPECT 格式

序号	信号机显示状态	Q_SIGNAL_ASPECT 值
1	红灯，引导、灭灯、或故障都以红灯处理	0 0000 0000 0000 0001
2	绿灯无保护区段	0 0000 0000 0000 0010
3	绿灯有保护区段	0 0000 0000 0000 0011
4	黄灯 1(U1)无保护区段	0 0000 0000 0000 0100
5	黄灯 1(U1)有保护区段	0 0000 0000 0000 0101
6	黄灯 2(U2)无保护区段	0 0000 0000 0000 1000
7	黄灯 2(U2)有保护区段	0 0000 0000 0000 1001
8	黄灯 3(U3)无保护区段	0 0000 0000 0000 1100
9	黄灯 3(U3)有保护区段	0 0000 0000 0000 1101
	……	……
	黄灯 N(UN)无保护区段	A BCDE FGHI JKLM NP00 (N－A BCDE FGHI JKLM NP)
	黄灯 N(UN)有保护区段	A BCDE FGHI JKLM NP01 (N－A BCDE FGHI JKLM NP)

黄灯序号的确认原则为：对于 Q_SIGNAL_ASPECT 中 A BCDE FGHI JKLM NP0Q，从第 3 位(P)开始，每一位，关键道岔定位为 0，关键道岔反位为 1，可最多表示 15 个关键道岔，不足 15 个道岔，为 0。第 1 位(Q)表示是否有保护区段，0 表示无保护区段，1 表示有保护区段。如前方进路存在 3 个道岔，则最多可能编制到黄 8 进路。如：第 1 个道岔反位，第 2 个道岔定位，第 3 个道岔反位，则应按表 5 编制：

表 5　黄灯确认原则

黄灯 5(U3)无保护区段	0 0000 0000 0001 0100
黄灯 5(U3)有保护区段	0 0000 0000 0001 0101

由于道岔之前的走向关系，有可能出现黄灯序号不连续的情况。

注：关键道岔是指岔尖与车辆运行方向相对的道岔。

2)D_DIS 为主应答器至 MA 终点距离，至多 160km(1cm 分辨率)。如果该应答器为填充应答器，则该距离为填充应答器对应的主应答器至 MA 终点距离。如果进路有保护区段，则 MA 终点放置在保护区段的末端。如果进路无保护区段，则 MA 终点位于进路最后一个区段的末端。红灯情况下，如果有保护区段，则该距离为前方保护区段的末端，如果没有保护区段，则该距离填充至当前进路末端。默认报文中，D_DIS 填 0。

3)N_SWITCH 为 MA 范围内道岔的数量，如果进路包含保护区段，则保护区段内的道岔也包含在内。道岔数量应小于 15，该包根据不同的道岔数量是变长的。道岔数量不足 15 个，包的长度按照实际的道岔数量确定。如果 MA 范围内没有道岔，则 N_SWITCH 为 0，NID_SWITCH 和 S_SWITCH_STATE 位不存在。默认报文中认为 MA 范围内没有道岔。

4)NID_SWITCH 为线路内统一编号。

7.8 维护监测子系统接口

维护监测子系统具备和各设备的监测接口，所包含的条目明确具体的设备类型以及监测的数据范围。维护监测子系统与车载 ATP/ATO 的仅存在功能接口，没有直接的物理连接，通过 DCS 系统采集车载 ATP/ATO 的维护信息。

7.9 正线与段/场接口

7.9.1 故障导向安全，是信号安全技术孜孜追求的目标。此条要求当正线与车辆段/停车场接口发生故障时，系统应能够使该故障引发的结果导向安全侧。

7.9.2 此条是为了保证列车在正线与车辆段/停车场之间运行时的安全。从系统角度出发，需要双方互查相应条件，以确保双方不会同时向转换轨办理对向进路。

7.9.3 此条界定了正线与车辆段/停车场联锁及 ATP 控制区域的分界点，进段信号机后方由车辆段/停车场控制，进段信号机外方归正线控制。

7.9.4 车辆段/停车场具备 ATP/ATO 功能时，基本上正线与车辆段/停车场采用同一供货商的联锁、轨旁 ATP 设备，由于 ATP/ATO 功能的车辆段/停车场与正线接口需要互相传递更多的接口信息，因此采用网络接口方式利用大量信息的传输及工程实施。

7.9.5 人工控制方式的车辆段/停车场与 ATP/ATO 功能的车辆段/停车场相比，其与正线接口互传信息相对较少。因此，当车辆段/停车场与正线采用同一供货商的联锁时，宜采用网络接口；当车辆段/停车场与正线采用不同供货商的联锁时，宜采用继电

接口。

7.9.6 此条规定了正线与车辆段/停车场接口时，必须互相传递的信息。此处规定的信息为必需信息，其余互传信息可根据需要增加。可以采用继电接口，也可采用网络接口完成。

8 信号系统对外接口要求

8.1 总体要求

8.1.1 系统与外部系统接口实现了多系统间的联动及线路间的互联互通，提高运营服务质量。涉及行车安全的接口与系统内部涉及行车安全的系统一样，也必须符合故障一安全的原则。

8.1.2 系统与外部系统接口实现了多系统间的联动及线路间的互联互通，提高运营服务质量。但不能因与外部系统接口而影响自身系统的正常功能，进而对运营造成更大的影响。

8.1.3 接口双方采用继电器接口时，电路的双断设计从去线和回线各串接继电器接点，可更加有效的防止混线造成继电器的错误动作，保证接口安全。

8.1.4 接口双方采用网络接口应基于标准的通信协议，便于对方进行接口信息的解析。有利于实现多系统接口实施，网络接口应确保接口双方的网络安全，不对他方网络造成干扰。

8.1.5 此条要求接口双方均应对相互传递的信息有记录及检测功能，便于出现故障时的分析及故障排查。

8.2 与其他设备系统的接口

8.2.2 **第1款** 此款要求信号系统与PSD系统接口，互传相关信息，完成信号系统对PSD系统的监督与控制。

第2款 信号系统与PSD系统的接口设计行车及乘客的安全，其接口要求必须符合故障一安全的原则。采用的继电接口电路通过双断设计能够更有效的避免电路混线造成继电器的错误

动作，保证了接口的安全。

第3款 此条规定了信号系统与PSD系统必须互传的信息。此处规定的信息为必需信息，其余互传信息可根据需要增加。

第4款 要求信号系统与PSD系统的接口设计能够适应有不同编组列车混合运营的需求，即要求信号系统与PSD系统共同完成针对对不同编组列车打开不同站台门的功能。

第5款 CBTC级别为轨道交通正常运营时的控制级别，点式控制级别为CBTC级别的降级控制方式。点式级别在轨道交通运营中也会有所运用。因此要求在CBTC级别或点式级别下均应实现车门与PSD系统的联动功能，以提高轨道交通的服务质量。

第6款 此条要求信号系统与PSD系统双方均应对相互传递的信息有记录及检测功能，便于出现故障时的分析及故障排查。

8.3 正线与其他线路接口

8.3.1 线网间的互联互通重点是实现正线与其他线路的接口，包括ATS、ATP、CI等子系统接口，各系统接口安全可靠是实现线网间互联互通的前提条件。

8.3.2 此条是线网间互联互通的基本要求，互联互通的线路对于列车来说等同于同一条线路，不应在联络线及其他线路上出现非预期的列车降级或制动。

8.3.3 互联互通的线路之间接口，由于接口信息量大，涉及到的接口系统多，接口方式应采用网络接口，并应将接口地点设在集中站，便于接口实现及接口管理。

8.3.4 互联互通的线路间只有提供满足双方系统必须的信息，才能确保接口安全、有效，提高线网间互联互通的服务质量。