

ICS 45.020
S 63



中国城市轨道交通协会团体标准

T/CAMET 04010.1—2018

城市轨道交通 基于通信的列车运行 控制系统（CBTC）互联互通系统规范 第1部分：系统总体要求

Urban rail transit — System specification for interoperability of
communication based train control system

Part 1: General system requirements

2018-09-10 发布

2018-12-31 实施

中国城市轨道交通协会 发布

目 次

前言	VII
引言	IX
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和缩略语	2
3.1 术语	2
3.2 缩略语	5
4 总则	6
5 基本技术要求	7
5.1 功能要求	7
5.2 构成要求	35
5.3 性能要求	40
5.4 设计文件要求	42

前　　言

T/CAMET 04010《城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通系统规范》分为以下四个部分：

- 第1部分：系统总体要求；
- 第2部分：系统架构和功能分配；
- 第3部分：车载电子地图；
- 第4部分：互联互通危害分析。

本部分是T/CAMET 04010的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

请注意本部分的某些内容可能涉及专利，本部分的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国城市轨道交通协会技术装备专业委员会提出。

本部分由中国城市轨道交通协会归口。

本部分起草单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、交控科技股份有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司通信信号研究所、株洲中车时代电气股份有限公司、浙江众合科技股份有限公司、北京交通大学。

本部分主要起草人：编写组：邓红元、刘鲁鹏、李晓刚、郜春海、王伟、郜洪民、贾学祥、王奇、吕浩炯、胡顺定、周在福、黄友能、刘键。审查组：李中浩、朱翔、赵炜、郑生全、张艳兵、张良、王道敏、张琼燕、段晨宁、李新文、李德堂、文成祥、任敬、朱东飞、肖利君、张守芝、刘新平。

引　　言

为促进中国城市轨道交通建设,实现并满足城市轨道交通互联互通的需要,达到经济适用、资源共享、技术先进及可持续发展的目标,制定城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通系列团体标准。

该系列规范包括《城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通系统规范》、《城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通接口规范》、《城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通测试规范》、《城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通工程规范》4个规范(17个部分)。

城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通系统规范

第1部分：系统总体要求

1 范围

T/CAMET 04010 的本部分规定了基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通系统规范中的系统总体要求，主要包括功能要求、构成要求、性能要求和设计文件要求。

本部分适用于国内采用基于通信的列车运行控制(CBTC)系统的新建、更新改造及扩建的城市轨道交通线路建设，用于指导信号系统的系统设计、产品设计、设备招标、工程建设。

2 规范性引用文件

下列文件对于本部分的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本部分。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本部分。

GB/T 12758—2004 城市轨道交通信号系统通用技术条件

GB/T 21562—2008 轨道交通可靠性、可用性、可维护性和安全性规范及示例(IEC 62278:2002, IDT)

GB/T 24339.1—2009 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(IEC 62280-1:2002, IDT)

GB/T 24339.2—2009 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(IEC 62280-2:2002, IDT)

GB/T 28808—2012 轨道交通 通信、信号和处理系统 控制和防

护系统软件(IEC 62279:2002, IDT)

GB/T 28809—2012 轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统(IEC 62425:2007, IDT)

GB 50157—2013 地铁设计规范

TB/T 1528.1 铁道信号电源屏 第1部分:总则

TB/T 1528.3 铁道信号电源屏 第3部分:继电联锁信号电源屏

TB/T 1528.4 铁道信号电源屏 第4部分:计算机联锁信号电源屏

TB/T 2296—2011 铁路信号计轴设备通用技术条件

TB/T 3027—2015 铁路车站计算机联锁技术条件

CJ/T 407—2012 城市轨道交通基于通信的列车自动控制系统技术要求
科技运函〔2004〕114号 应答器技术条件

IEEE 802.3 以太网(Ethernet)

IEEE 1474 基于通信的列车控制(Communications Based Train Control)

3 术语和缩略语

GB 50157—2013 和 CJ/T 407—2012 界定的及下列术语和缩略语适用于本部分。为了便于使用,以下重复列出了其中的主要相关术语。

3.1 术语

3.1.1

基于通信的列车控制 **communication based train control (CBTC)**

通过不依赖轨旁列车占用检测设备的列车主动定位技术、连续车地双向数据通信技术以及能够执行安全功能的车载和地面处理器而构建的连续式列车自动控制系统。

[CJ/T 407—2012, 定义 3.1.1]

3.1.2

正线 **main line**

载客列车运营的贯穿全程的线路。

[GB 50157—2013, 定义 2.0.11]

3.1.3

列车自动控制 **automatic train control**

信号系统自动实现列车监控、安全防护和运行控制等技术的总称。

[GB 50157—2013, 定义 2.0.37]

3.1.4

列车自动监控 **automatic train supervision**

根据列车时刻表为列车运行自动设定进路、指挥行车、实施列车运行管理等技术的总称。

[GB 50157—2013, 定义 2.0.38]

3.1.5

列车自动防护 **automatic train protection**

自动实现列车运行间隔、超速防护、进路安全和车门等监控技术的总称。

[GB 50157—2013, 定义 2.0.39]

3.1.6

列车自动运行 **automatic train operation**

自动实现列车加速、调速、停车和车门开闭、提示等控制技术的总称。

[GB 50157—2013, 定义 2.0.40]

3.1.7

计算机联锁 **computer interlocking**

以计算机技术为核心,自动实现进路、道岔、信号机等防护技术的总称。

[CJ/T 407—2012, 定义 3.1.6]

3.1.8

维护支持系统 **maintenance support system**

监测记录系统内其他各子系统维护信息,辅助系统故障分析,用于系统日常运营维护。

3.1.9

移动授权 movement authority

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。

[CJ/T 407—2012, 定义 3.1.7]

3.1.10

危险点 danger point

列车运行前方不允许列车任何部位越过的特定点。

3.1.11

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。

3.1.12

非装备列车 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。

3.1.13

转换轨 transfer track

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

3.1.14

跨线运行 overline operation

运营列车在两条或两条以上制式相同或兼容的线路中,由一条线路进入另外一条线路进行共线运行的方式。

3.1.15

移交重叠区 handover overlap region

为使列车在相邻区域控制器(ZC)间平滑移交,在 ZC 管辖范围交界处设置的用于列车移交控制的区域。

3.1.16

互联互通 interoperability

装备不同信号厂家车载设备的列车可以在装备不同信号厂家轨旁设

备的一条轨道交通线路内或多条轨道交通线路上无缝互通安全可靠运营。

3.2 缩略语

- AM:列车自动驾驶模式(Automatic Train Operating Mode)
- ATC:列车自动控制(Automatic Train Control)
- ATO:列车自动运行(Automatic Train Operation)
- ATP:列车自动防护(Automatic Train Protection)
- ATS:列车自动监控(Automatic Train Supervision)
- BTM:应答器传输模块(Balise Transfer Module)
- CBTC:基于通信的列车控制(Communication Based Train Control)
- CI:计算机联锁(Computer Interlocking)
- CM:列车自动防护模式(Coded Train Operating Mode)
- DCS:数据通信系统(Data Communication System)
- EUM:非限制人工驾驶模式(Emergency Unrestricted Train Operating Mode)
- LEU:轨旁电子单元(Lineside Electronic Unit)
- MA:移动授权(Movement Authority)
- MSS:维护支持系统(Maintenance Support System)
- MTBF:平均故障间隔时间(Mean Time Between Failures)
- MTTR:平均修复时间(Mean Time To Repair)
- PIS:乘客信息系统(Passenger Information System)
- PSD:站台门(Platform Screen Door)
- RM:限制人工驾驶模式(Restricted Train Operating Mode)
- SIL:安全完整性等级(Safety Integrity Level)
- TMS:列车管理系统(Train Management System)
- TSR:临时限速(Temporary Speed Restriction)
- UPS:不间断电源(Uninterruptible Power System)
- ZC:区域控制器(Zone Controller)

4 总则

- 4.1 信号系统互联互通是一项系统工程,涉及需求、产品、工程、运营、维护等各个方面,应整体规划、点面结合、分步实施。
- 4.2 城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通是指装备不同信号厂家车载设备的列车可以在装备不同信号厂家轨旁设备的一条轨道交通线路内或多条轨道交通线路上无缝互通安全可靠运营。
- 4.3 城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通的总体目标是支持轨道交通网络化运营,实现轨道交通线网建设和运营的资源共享。
- 4.4 CBTC 互联互通系统(以下简称CBTC 系统)应采用安全可靠的产品,并应满足国产化政策要求。
- 4.5 本规范针对互联互通中系统功能、关键的车-地接口以及不同线路间轨旁设备接口,规定了相关的系统架构、功能、性能、验证等内容。
- 4.6 在互联互通工程招标阶段,招标单位应在符合本规范的基础上,根据互联互通线路网络规划,补充信号系统其他相关功能、性能、接口、设计的具体需求,形成具体工程信号系统招标的技术要求。
- 4.7 在工程实施过程中,对于新建线路网络,招标单位应根据线路条件,约定相关信号系统工程设计参数范围;对于既有互联互通线路延伸工程,招标单位应根据既有线路网络工程,设定信号系统工程设计参数范围。应预先约定的工程设计参数包括但不限于最小计轴区段长度、最小保护区段长度(在满足各个供货商的安全保护距离的条件下预留一定的余量)、运营间隔时间等。
- 4.8 CBTC 系统涉及互联互通的设备接口应符合国际/国内/行业标准的规定,对于无标准规定的接口,在满足系统安全、可靠、功能完整的前提下,接口定义应简单、清晰、层次合理。
- 4.9 采用本CBTC 系统接口规范的工程实施应根据国际/国内/行业规范确定用户需求、系统构成、系统配置、工程布置以及特定工程须确定的系统/子系统间接口。

4.10 本规范基于国内各城市用户需求及其所采用不同的具体实现方法的系统技术,制定合理的、满足国内用户需求的主要功能统一、系统架构统一的CBTC系统技术要求。

4.11 CBTC系统应采用可靠、统一的无线通信系统作为车-地信息传输的透明传输通道,采用满足GB/T 24339. 2—2009标准要求的网络传输安全防护技术;应采用可靠、统一的有线通信系统作为地-地信息传输的透明传输通道,采用满足GB/T 24339. 1—2009标准要求的网络传输安全防护技术。

4.12 涉及行车安全的系统、设备及电路应符合故障-安全的原则。采用的安全系统、设备应经过安全评估,满足GB/T 21562—2008、GB/T 28808—2012、GB/T 28809—2012标准要求。

4.13 CBTC系统及安全相关产品应符合本规范规定的安全完整性等级要求,并应通过第三方安全认证。

4.14 信号系统互联互通除应遵守本规范规定外,还应符合国家现行相关规范标准的规定,如GB/T 12758—2004、GB/T 21562—2008等。

4.15 CBTC系统采用的设备和器材应符合相关现行国家标准和行业标准的规定,如科技运函[2004]114号、TB/T 2296—2011等。

5 基本技术要求

5.1 功能要求

5.1.1 总体要求

5.1.1.1 CBTC系统应识别和防护的系统风险及对应的防护措施如下:

- a) 列车冲突(追尾、侧冲、迎面冲突),该风险映射为列车间隔防护、退行防护、列车完整性防护、联锁安全进路功能;
- b) 列车与轨旁设施(如车挡等)相撞,该风险映射为轨道末端防护、进路限制防护;
- c) 列车脱轨,该风险映射为列车超速防护、联锁安全进路防护等;
- d) 与列车移动和列车车门及站台门相关的乘客人身风险,该风险映射为CBTC系统和列车车门及站台门系统接口防护、列车停

稳检测、发车联锁。

5.1.1.2 CBTC 系统应满足轨道交通互联互通行车组织和运营管理的需要,还应考虑车辆、限界等一致性的要求。

5.1.1.3 CBTC 系统应遵循右侧行车原则。

5.1.1.4 CBTC 区域(列车可以连续式列车控制级别运行的区域)应包括正线、折返线、渡线、存车线、出入段/场线及各互联互通线路之间的联络线。

5.1.1.5 CBTC 系统应支持双向不同固定编组长度和不同性能参数的列车运行。

5.1.1.6 CBTC 系统的列车运行控制级别宜统一为连续式列车控制级别、点式列车控制级别、联锁控制级别,并符合下列要求:

- a) 连续式列车控制级别为 CBTC 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,实时监督列车运行;
- b) 点式列车控制级别为 CBTC 系统的降级控制方式,基于固定闭塞原理,采用一次模式速度曲线控制方式,实时监督列车运行;
- c) 联锁控制级别为 CBTC 系统的降级控制方式,基于固定闭塞原理,司机根据轨旁信号机的显示行车。

5.1.1.7 CBTC 系统应支持处于不同列车运行控制级别的列车混合运行。

5.1.1.8 当 ATP 车载设备由点式列车控制级别或联锁控制级别升级为连续式列车控制级别时,应同时满足如下转换条件(包括但不限于):

- a) ATP 车载设备无故障,且完成列车定位;
- b) ATP 车载设备收到 ATP 轨旁设备发送的有效 MA 信息。

5.1.1.9 当列车处于连续式列车控制级别,发生无法保证列车间隔防护安全的设备或者通信故障、ATP 轨旁设备无法为列车计算有效 MA 或人工转换时,ATP 车载设备可降级为点式控制级别或联锁控制级别。

5.1.1.10 满足互联互通条件的列车,应能在连续式列车控制级别、点式列车控制级别和联锁控制级别下实现跨线运行。

5.1.1.11 CBTC 系统中,列车应具有的驾驶模式包括: AM、CM、

RM、EUM。

5.1.1.12 各列车运行控制级别对应的模式应符合表1的要求。

表1 驾驶模式对应表

控制级别	EUM	RM	CM	AM
连续式列车控制	×	×	○	○
点式列车控制	×	×	○	○
联锁控制	○	○	×	×

注：“○”表示具备，“×”表示不具备。

5.1.1.13 AM、CM 为列车正常驾驶模式。

5.1.1.14 各驾驶模式满足转换条件可由人工转换,也可自动转换,车载设备应予以记录和显示。

5.1.1.15 为保证行车安全,列车驾驶模式由 AM、CM 转换为 RM 时,列车应停车(特殊运营需要除外)。

5.1.1.16 列车驾驶模式等级由高至低分别为:AM、CM、RM,驾驶模式由低等级向高等级转换时,列车宜不停车转换驾驶模式。

5.1.1.17 列车从一条线路驶入另一条线路,当两线均处于相同的列车运行控制级别时,应能保持列车原有的列车运行控制级别及驾驶模式不被降级;当从低列车运行控制级别线路进入高列车运行控制级别线路时,运营列车满足升级条件时可升级为高列车运行控制级别及驾驶模式;当从高列车运行控制级别线路进入低列车运行控制级别线路时,CBTC 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驾驶模式转换。除非运营需要,装备列车应能不停车跨线运行。

5.1.1.18 车载 ATP 设备应根据所处线路和线路内位置,与对应的 ATS、ZC、CI 进行通信。

5.1.1.19 两条连续式列车控制级别线路间应设置移交边界和移交重

叠区：

- a) 列车进入移交重叠区后,车载 ATP 设备应同时与移交、接管线路的轨旁 ATP 设备建立通信,并根据列车是否越过移交边界选择采用移交/接管线路的轨旁 ATP 设备发送的 MA;
- b) 移交、接管线路的轨旁 ATP 设备间应互传线路状态、列车位置等信息,并向车载 ATP 设备发送 MA 信息;
- c) 移交、接管线路的 ATS 设备间应互传列车运行调整信息、列车运行监视信息、站场显示信息;
- d) 移交、接管线路的 CI 设备间应互传跨线进路范围内的轨旁设备状态信息、进路状态信息,实现跨线进路安全防护和办理。

5.1.1.20 CBTC 系统的车载设备和轨旁设备应根据运行和管辖范围的不同,分别存储相关线路范围的电子地图。

5.1.1.21 CBTC 系统车载设备在互联互通区域线路上,均应具备以下列车速度/列车位置测定功能:

- a) 车载设备应能够持续测定列车的速度、位置和运行方向;
- b) 当列车进入车载电子地图覆盖的线路范围且车载设备不存在影响定位的故障时,车载设备应具有定位功能。

5.1.1.22 列车在互联互通区域线路上运行时,CBTC 系统应具备超速防护、间隔防护功能,并符合下列要求:

- a) 在联锁控制级别下,CBTC 系统为固定闭塞列车追踪模式,CBTC 系统根据前方进路开放状态,开放/关闭对应进路信号;
- b) 在点式列车控制级别下,CBTC 系统为固定闭塞列车追踪模式,CBTC 系统根据前方进路开放状态,向列车发送点式移动授权;
- c) 在连续式列车控制级别下,CBTC 系统为移动闭塞列车追踪模式,CBTC 系统根据前方危险点,为列车发送连续式列车控制级别的移动授权。

5.1.1.23 CBTC 系统应具备列车车门防护功能和站台门(如有)防护功能。

5.1.1.24 CBTC 系统应具有退行防护的功能,ATP 子系统应监督列车

运行方向，并对比检测到的列车运行方向和车头指向方向是否一致，当退行距离超过容许量时，ATP 子系统应立即采取紧急制动。

5.1.1.25 车辆段/停车场内作业应具有调车作业方式，根据需要也可具有列车作业方式。

- a) 在调车作业方式下，办理调车进路，装备列车应以 RM 模式由司机手动驾驶运行；
- b) 在列车作业方式下，办理列车进路，在非全自动车辆段/停车场，装备列车宜以 RM 模式运行，在全自动车辆段/停车场，装备列车宜以 CM/AM 模式运行（具备条件时）。

5.1.1.26 列车出车辆段/停车场应符合下列要求：

- a) 车载设备应具备开机自检功能，在车载设备自检和自诊断确认正常后，方可驶离停车库线；
- b) ATP 子系统宜具备轮径自动补偿功能；
- c) 在由转换轨进入正线之前，应完成列车运行方向/列车位置的测定；
- d) 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 模式或 AM 模式。

5.1.1.27 列车回车辆段/停车场应符合下列要求：

- a) 列车回车辆段/停车场之前，ATP 子系统应获得 CBTC 区域边界信息，并提前给出相应的指示；
- b) 经司机确认后，可转入 RM 模式运行；
- c) 除非运营需要，装备列车在回车辆段/停车场时可不停车转换驾驶模式；
- d) 列车在车辆段/停车场内运行时应具有车组号的跟踪、显示功能。

5.1.1.28 列车进出站作业应符合下列要求：

- a) 列车在车站规定的位置停准停稳后，车载 ATP 应允许打开对应侧车门或双侧车门，并可实现车门与站台门的联动。开关车门

的方式包括：自开自关、自开人关、人开人关。在 AM 模式下，可提供三种开门方式；CM 模式下，可仅实现人开人关。

- b) 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站台门打开，司机可在车载设备防护条件下前进或后退。当列车越过停车窗大于一定距离（可配置），列车不允许后退对位停车，列车需运行至下一车站。
- c) 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。

5.1.1.29 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，并符合下列要求：

- a) 当列车采用 ATO 无人自动折返模式进行折返作业时，列车在折返站规定的停车时间结束及旅客下车完毕，车门和站台门关闭，司机完成相应的确认操作后，列车可在无人驾驶的情况下，从到达站台自动驾驶驶入和驶出折返线，最后进入发车股道并定点停车后，门控模式为自开自关或自开人关时自动打开车门和站台门，司机开启反向驾驶端。
- b) 当列车采用 ATO 有人自动折返模式进行折返作业时，如为站后折返，列车可在 ATO 驾驶的情况下，由站台运行至折返区域，司机完成相应的确认操作，自动切换列车首尾驾驶端，然后由 ATO 驾驶列车进入发车股道，定点停车后，若门控模式为自开自关或自开人关，则自动打开车门和站台门。如为站前折返，当列车在折返站定点停车后，司机完成相应的确认操作，自动切换列车首尾驾驶端，在此过程中 ATO 根据上下客站台的设置自动打开和关闭车门和站台门。
- c) 当列车采用 ATP 监督下的人工折返模式进行折返作业时，如为站后折返，司机人工驾驶列车由站台运行至折返区域，完成相应的确认操作，自动切换列车首尾驾驶端，然后人工驾驶列车

进入发车股道,定点停车后,打开车门和站台门。如为站前折返,当列车在折返站定点停车后,司机完成相应的确认操作,自动切换列车首尾驾驶端,在此过程中司机根据上下客站台的设置打开和关闭车门和站台门。

5.1.1.30 当CBTC系统处于连续式列车控制级别时,应具备临时限速防护功能。

5.1.1.31 当列车处于连续式列车控制级别时,CBTC系统应对站台区域、紧急关闭按钮防护区域、道岔区段进行区域防护,针对不同区域可能发生的异常事件(如站台门打开、紧急停车按钮按下、道岔故障)进行实时防护。

5.1.1.32 CBTC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、车-地通信设备以及车辆基地设备进行实时监督、记录和故障报警,并宜报警到板级。重要的车载报警信息应上传至控制中心和当前线路的维护中心,其他维护信息应上传至所属线路的维护中心。

5.1.1.33 CBTC系统各维护监测设备应具备时钟同步功能。

5.1.2 ATS子系统功能要求

5.1.2.1 列车进路的控制包括自动控制和人工控制两种方式。

5.1.2.2 ATS子系统依照列车运行图/时刻表、在线列车运行信息、车站联锁表自动设置发车进路,指挥在线列车运行。

5.1.2.3 中心调度员和车站值班员可通过各自的控制工作站实现列车进路的人工控制。中心调度员控制进路宜按菜单方式进行,控制内容包括但不限于:变更计划运行图/时刻表、实时发出进路指令、将进路置于自动跟踪状态、设置扣车、提前发车、跳停指令、设置临时限速指令。

5.1.2.4 在紧急情况下,车站值班员可在控制工作站上强行取得控制权,控制车站的进路和信号。

5.1.2.5 车站级控制,列车占用检测设备故障时,ATS子系统可办理引导方式行车。

5.1.2.6 某一车站或车辆段/停车场的ATS控制设备发生故障,应不影

响整个 ATS 子系统的工作。

5.1.2.7 列车进路控制权的优先级原则为本地控制优先于中央控制；在本地控制或中央控制时，人工控制优先于自动控制。

5.1.2.8 ATS 子系统应具备枢纽站/分歧线路的运行管理功能，满足“Y”型交叉线路的运营需求。

5.1.2.9 当列车运行偏离计划，不同运行交路的列车经过同一地点时间，ATS 子系统应能检测到列车计划冲突，并提示调度员采取列车计划冲突干预方案。

5.1.2.10 设备集中站的车站控制工作站应能显示相邻车站（含临线相邻车站）及其监控范围内的线路及车站布局、列车运行状态、信号设备状态、列车进路状态、列车车次等的全景，也可以单元画面和窗口缩放显示细景，并可在获得控制权后通过键盘及鼠标控制列车进路（不含邻线相邻车站）。

5.1.2.11 行车信息显示应符合下列要求：

- a) 在中央控制室，宜采用大显示屏模拟显示线路（含本线路、相邻线路特定范围、线间联络线）、车站、车辆段/停车场布局的全景；
- b) 在控制中心的行车调度台上，采用高分辨率的彩色液晶显示器以单元画面和任意窗口详细显示车站、区间及车辆段/停车场的信号设备状态和列车运行状态的细景；
- c) 应显示的内容包括：线路、车站、车辆段/停车场的线路布局、公里标、目的地码位置、轨道（计轴）号、道岔号（可调显）、列车门、站台门的状态、接触网/轨供电区段及显示、信号机状态、列车进路状态、列车位置、列车车次号、跳停、提前发车和扣车表示、转换轨、车站、车辆段/停车场发车晚点情况、运行早晚点（ $\geq 1 \text{ min}$ ）、控制权的状态；
- d) 在行车调度台上显示的报警信息包括：中心和显示范围内车站及车辆段/停车场电源设备状态信息、ATS 与其他子系统通信状态信息、ATS 命令执行超时、车地通信故障报警、车站设备的

工作状态和车载设备的工作状态等,各种故障处置应具有提示功能;

- e) 车站 ATS 工作站应显示的信息包括:本站范围内的车站和相邻站间的列车运行状态、信号设备状态、列车进路状态、列车车次;
- f) ATS 工作站应显示相应的车辆段/停车场及转换轨处的列车运行信息;
- g) 车辆段/停车场的 ATS 工作站显示车辆段/停车场内的列车运行状态、信号设备状态、列车进路状态、车组号等情况,以及出入段/场线及与车辆段/停车场相邻的正线车站的列车运行等信息;
- h) 线路布局的显示画面宜统一显示方向及方位。

5.1.2.12 列车运行描述应符合下列要求:

- a) ATS 子系统应采用列车识别号、列车图标移动和有关信号设备的状态变化来实时跟踪和显示在线列车的实际运行。
- b) ATS 子系统应自动完成列车自车辆段/停车场出发时开始跟踪,至列车回到车辆段/停车场后结束,并应实现列车在车辆段/停车场(含试车线)内车组号的连续追踪。
- c) 列车转线作业时,ATS 子系统应对进入本线路的列车自动分配列车号,对离开本线路的列车自动删除列车号。
- d) 列车识别号宜包括列车表号、车次号、车组号、目的地号:
 - 1) 表号为 ATS 子系统对正线列车的辨认,在一天的服务中保持不变;
 - 2) 车次号为某一趟列车的服务号,随列车的折返和上下行的变化而变化;
 - 3) 车组号为某一特定列车编组的编号,由车辆段/停车场的工作人员在派车计划中输入,车组号宜包括线路编号;
 - 4) 目的地号为列车运行目的地的编号;
 - 5) 列车识别号的设置应满足运营要求。

e) ATS 子系统应允许中心调度员添加、修改、删除、交换和移动列车识别号。

f) 列车车次号由列车运行图/时刻表直接产生，并通过车地通信系统进行校核。且列车识别号随着列车的走行自动跟踪，并可由调度员人工修改，包括添加、修改、删除、交换和移动。

g) 在列车识别号因故丢失情况下，ATS 子系统应根据运行图、列车位置及时间自动推算并自动设置列车识别号，且能通过车 - 地双向通信进行校核。

h) 表号和车次号随着列车的走行，从一个车次窗向另一个车次窗移位、显示。当列车到达终端站（即折返站）或环形线路用户指定的终点站时，列车跟踪系统按照实施运行图自动找出新列车识别号，新列车识别号显示在该列车现在位置的折返轨或股道车次窗上。

i) 对于将退出服务的列车（回段列车），ATS 子系统继续跟踪列车的识别号，在车辆段/停车场库线的车次窗内应显示列车的车组号，便于车辆段/停车场工作人员了解列车在车辆段/停车场库线上的分布情况。

j) 中心大显示屏上各站股道、区间、监控范围的入口处应设置车次窗。车次窗设置的位置与数量应考虑行车密度和运行作业的需要。

k) 对于调度员工作站上的识别号显示，不同的人 - 机对话画面中显示不同的内容，并可增加内容，增加的内容包括：列车晚点信息、人工运行调整时间修改、本车次关闭自动调整功能、本车次关闭自动进路排列功能。

5.1.2.13 ATS 子系统与 ATP 子系统、VOBC 子系统、CI 子系统通信，通信信息包括：列车运行状态信息、信号设备的状态信息和列车位置信息。

5.1.2.14 基本运行图宜满足如下要求：

a) 列车运行图格式应符合下列要求：

- 1) 在列车运行图上有横线、竖线和斜线三种线条。采用以横坐标表示时间、纵坐标表示距离图解列车运行状态。
- 2) 横线代表车站的中心线，设备集中站以粗线条表示，其余车站则以细线条表示。

- 3) 坚线将横轴按一定的时间单位进行等分,代表一昼夜的小时和分秒,通常分钟线可以细线条表示,五分钟线可以细虚线条表示,小时线则以粗线条表示。
- 4) 斜线是列车运行的轨迹,代表列车运行线。列车运行线与车站中心线的交点就是列车在车站的到达、出发或通过时刻。在列车运行图上,下行列车的运行线由左上方向右下方倾斜,上行列车的运行线由左下方向右上方倾斜。
- b) 列车表号及车次使用以第一次出段时间的先后顺序进行顺序排列。
- c) 线型及颜色宜设置如下:客运列车线型宜为实线,出入车辆段/停车场线为黑色,运行线上行为红色,下行为绿色;调试车线及空车线线型为实线,颜色为蓝色。具体设置在工程阶段确定。
- d) 其他要求如下:
- 1) 应具备绘制全部运营时段及可选择时段输出图的功能;
 - 2) 有多个站台的车站,站停时分应能分别设置不同站停时间;
 - 3) 正线与车辆段/停车场联络线的运行时分应能人工设置;
 - 4) 两站间有多条运行径路时,应可分为正向运行与侧向运行分别设置运行时分;
 - 5) 不同时段的折返时间应分别设置;
 - 6) 应能设置首末车时间;
 - 7) 当站场具有停车线时,应能实现编制在正线上存车的运行图。
- e) 计划运行图/时刻表应符合下列要求:
- 1) 根据当日运行计划和列车运用计划,ATS子系统自动选择当日的运行图/时刻表或调度员在运行图显示工作站上选择适当的基本运行图/时刻表,经修改和确认后即为当日的计划运行图/时刻表,ATS子系统据此组织和实施当日的列车运行;

2) 运营期间可对当日的计划运行图/时刻表进行在线修改。

f) 实际运行图/时刻表应符合下列要求：

- 1) 实际运行图/时刻表为 ATS 子系统根据列车运行的实际情况自动生成，并在运行图显示工作站上显示，可用外部记录设备如磁盘和光盘等存储，并在数据库内保留不少于 90 天；
- 2) 可按指定的时间段或指定列车等方式打印输出实际运行图/时刻表。

g) 计划运行图和实际运行图采用不同的底色和线条同时显示在运行图显示工作站显示器的同一画面上，以现时时刻为分界线，随着时间的推移，应实现运行图按当前时间的居中显示。

5.1.2.15 列车运用计划及管理应符合下列要求：

- a) 中央 ATS 设备将当天的计划运行图/时刻表传至车辆段/停车场 ATS 终端上，车辆段/停车场的 ATS 子系统设备根据当天的计划运行图/时刻表，在人工的参与下形成当日车辆运用计划和配车计划，并将配车计划传至控制中心的 ATS 子系统设备。
- b) 车辆段/停车场值班员根据当日车辆运用计划和配车计划组织车辆段/停车场的列车运行作业，自动或人工设置出入车辆段/停车场内的调车进路，以满足列车出入车辆段/停车场和库内停车作业的需要。
- c) 车辆段/停车场的配车计划生成后，直接生成司机的派班计划并传至司机排班室。车辆段/停车场的派班计划由 ATS 子系统直接生成。
- d) ATS 系统应对车辆段/停车场值班员 ATS 终端进行出库列车自动预先通知，到达规定时间尚无列车在车辆段/停车场转换轨时应自动进行报警。

5.1.2.16 列车运行的调整应符合下列要求：

- a) ATS 子系统对列车运行的调整分为自动调整和人工调整。
- b) 当列车的实际运行与计划运行图间发生较小偏差（偏差值由调

度员设定)时,ATS 子系统自动调整列车运行计划并控制列车运行至正点状态。

- c) 当列车的实际运行与计划运行图间发生的偏差较大时,ATS 子系统发出报警。
- d) 调度员对计划运行图/时刻表进行修改时,可人工介入调整列车运行计划,ATS 子系统自动执行调整计划并控制列车运行。
- e) ATS 子系统应具备较好的列车运行自动调整的策略。
- f) 列车运行自动调整手段包括:改变列车区间走行时间、控制列车出发时刻来改变列车停站时分、生成等间隔运行计划等。
- g) 列车运行人工调整手段包括:对列车或站台(单个、多个或全部)实施“扣车/取消扣车”、“提前发车”或“跳停”,且命令不能产生矛盾;改变列车在区间的走行时分、停站时分;改变列车的始发站、终到站及始发时间,调整列车的出、入段时间;对实施的运行图/时刻表采取如“增/减列车线”和“平移列车线”等在线修改;改变列车的运行径路。

5.1.2.17 列车运行的查询应符合下列要求:

- a) ATS 子系统应允许调度员查询某列车的计划运行时间表,也可查询某站的计划运行列车时刻表;
- b) ATS 子系统应允许调度员查询在线列车的实际运行信息,能根据需要列表显示当前某列车或全部运行列车所在的车站和区间,并能提供列车运行的早晚点状况提示,同时能列出某站或全部车站的列车位置状况,能设置及显示列车停站、扣车、跳停、人工停站时间、列车运行方向、列车运行控制级别、列车驾驶模式。

5.1.2.18 站台发车计时与车站旅客信息显示应符合下列要求:

- a) 在 CBTC 系统的正常控制模式及降级模式下,发车计时器均应具有相应的显示。
- b) 特殊作业发车计时器应有特殊标志,包括扣车、跳停作业。
- c) ATS 子系统应把行车信息传给乘客信息系统。ATS 子系统向乘

客信息系统提供的信息包括：距下趟列车到达本站的时间，下趟列车的目的地，列车接近及停站提示，首末班车的信息，当办理如扣车、跳停、车站封锁、区间封锁等特殊作业情况下的信息。

- d) 站台发车计时器应有通道故障诊断和报警功能，并可将故障信息传至控制中心和综合维修中心进行报警。

5.1.2.19 运营记录与统计报表应符合下列要求：

- a) 中央调度员和车站值班员的操作，列车运行状况和设备工作状态应采用标准的文件格式记录和保存在 ATS 子系统数据库中，保留时间为 12 个月，并可进行统计和分析。
- b) 中央调度员和车站值班员的操作，列车运行状况和设备工作状态应自动或按调度员的指令进行回放和输出到指定的存储及打印设备，ATS 子系统应为这些数据的外部读取提供软硬件接口。
- c) 记录和统计报告的内容包括：停运列车数、加开列车数（临客、调试、回空、救援）、开行列数合计、列车在各站到发时刻及偏离、列车早晚点、列车退出运营、列车走行公里数、每日每旅程的误点班次、列车运行正点率、始发正点率、到达正点率、通过率、旅行速度、技术速度、存车/备车、列车整备状态、时刻表及其兑现率、进路控制、车辆设备状态、临时限速、信号设备及车辆修程、基础信号设备的状态、车载设备状态、系统性能和趋势的监督报告、司机出乘。
- d) 始发站、终到站的到发统计分类选项中应增加偏离时间量的选项，即 ATS 子系统应根据列车偏离的时间量对晚点列车进行统计。始发站为列车车次的起始站（包括中途变更车次的起始站），终到站为列车车次的截止站（包括中途清人折返等作业的车站）。
- e) 晚点列车的统计内容及方法应满足：
 - 1) 晚点列车数统计时间挡位可以任意调节，要求每天末班车

后,ATS 子系统自动生成当天的统计报表。

- 2) 输入起、止时间,统计起止时间段内的晚点列车数。
- 3) 晚点列车个数统计。按调度员输入的时间参数,可随时统计出该时刻晚点列车的个数。
- 4) 晚点列车的查询及统计,可按时间(天)查询、按车次查询、按地点查询、按车组查询。
- 5) 各种统计、指标计算均应以图形和报表的形式打印输出,统计报表中应包括车次、车组、晚点时间等内容。存储的数据能用标准应用软件 Excel 等输出,并采用中文字符。

5.1.2.20 与其他系统交换信息应符合下列要求:

- a) 在控制中心,ATS 子系统应实现与其它外部系统信息的交换,包括:PIS 系统、中心大显示屏、传输系统、广播系统、时钟系统、无线系统、综合监控系统等;
- b) 在车辆段/停车场,ATS 子系统应实现与车辆段/停车场的 CI 系统交换信息;
- c) 在列车上,通过 ATP/ATO 子系统,ATS 子系统应为 TMS 提供信息。

5.1.2.21 模拟演示及培训系统应具有离线工作状态的模拟培训设施。模拟培训设施应以线路、车站配线及在线运营列车等状况为对象;对调度员的培训应全面,操作及功能应用都应得到培训,控制及显示信息应与实际使用的系统一致,离线工作状态时可供培训列车调度员及维修人员使用。

5.1.2.22 ATS 子系统应将自身的报警信息,宜将 ATP 车载子系统、ATO 子系统、CI 子系统的报警信息传至控制中心维护工作站、车站维护工作站、综合维修中心的信号监测报警工作站。

5.1.2.23 ATS 子系统应对高峰和非高峰运营时段的列车运营实施不同的能源优化运行方案,非高峰运营时段在不降低服务质量的前提下,采用节能运行等曲线控制列车运行并保证乘客的舒适度。

5.1.2.24 ATS 子系统应实现功能及控制范围的职责授权,在工作站上

输入按职权分类的系统操作人员登录口令,实现操作人员登记进入确认和登记退出。应保证控制命令的输出的正确性和唯一性,具备设置“不允许出现多个控制工作站在同一时间内对同一目标实施控制”的功能,可根据用户要求灵活配置。

5.1.2.25 ATS子系统应对各种操作信息、设备运行状态信息及运行数据进行记录和备份,并具有根据记录数据对任何时间、任何信息点进行过程回放功能。

5.1.2.26 ATS子系统应具备在线回放功能,回放记录应保存不少于30天。

5.1.2.27 ATS子系统人机操作显示界面要求:

- a) 人机操作界面站场图的显示应与实际站场相一致;
- b) 显示的各种记录、故障及报警信息应意思明确,便于维修人员跟踪记录、查找故障。

5.1.2.28 系统典型故障处理及故障报警应符合下列要求:

- a) 控制中心或中央ATS至车站ATS、场/段ATS的通信通道故障时,车站和场/段ATS设备可实现在当天运行时刻表结束之前,按时刻表自动控制在线列车的运行。
- b) 当控制中心ATS故障时,车站ATS设备应根据车站时刻表、列车识别号、列车位置等信息自动地进行进路排列及发车时机的控制。
- c) 当车站ATS子系统设备故障时,车站CI设备可实现按自动进路方式、自动折返进路方式控制在线列车的运行。
- d) 当控制中心ATS子系统和车站ATS子系统同时故障时,系统应由车站值班员人工办理进路方式控制列车的运行。
- e) ATS子系统应具有完善的自诊断和设备运行状态监视及故障报警的功能。通过系统的维修工作站可以监视设备的运行状态和提供故障报警的界面,同时重要的故障报警也应显示在大显示屏和中央调度员及车站值班员的工作站上。
- f) 通过控制中心显示屏及调度工作站显示器,应对车辆段/停车场

场线路以及进路状态,正线车站及区间轨道区段、道岔、信号机、列车识别号、在线列车运行状态、命令执行情况及系统设备状态等进行监视。当列车运行或信号设备发生异常时,控制中心计算机应自动地将有关信息在调度工作站上给出报警及故障源提示。报警信息应明确、准确并对处理故障有指导意义,报警信息可实时打印输出,并可保存为文本文件输出。

- g) 报警信息的分类等级、流向等特性应允许按照运营和维护的需求进行人工设置和调整,在指定的维护工作站上,系统软件应为此需求提供友好的人机界面和授权管理功能。
- h) 报警应分为 A、B、C 三类:
 - 1) A 类,直接对列车运行及设备发生危害的情况;
 - 2) B 类,将对列车运行发生影响的情况;
 - 3) C 类,一般报警情况。
- i) 系统报警应分等级列出并显示在系统维护工作站上,重要报警显示在大显示屏及调度员工作站上,报警信息关闭前应经调度员确认。报警信息显示包括:年/月/日/时/分/秒、设备名称、故障内容、故障类型、故障设备所在报警地点。
- j) 报警应根据其严重性及确认和处理的状态显示为不同的颜色,并给出提示信息。
- k) 对故障报警的打印内容可以人工选择和排版,但不可改变事件及报警的内容,对于全部故障事件及报警可通过存储设备及时进行实时保存。

5.1.3 ATP 子系统功能要求

5.1.3.1 ATP 子系统应采用连续的速度 - 距离控制模式曲线,实现列车速度控制,防止列车超速,确保追踪列车之间的安全行车间隔。

5.1.3.2 ATP 子系统应根据 CI 子系统提供的列车进路信息、列车占用检测设备占用状态等信息,以及 ATS 下达的临时限速等信息,确定相应列车的允许运行方向和列车运行权限,并保证追踪列车间的安全间隔。

5.1.3.3 ATP 子系统应连续、自动地对轨道占用/空闲状态及列车位置

进行处理,保证 ATP 子系统对列车运行速度及间隔的安全控制,对列车位置的处理应安全可靠。

5.1.3.4 ATP 子系统应具备判断计轴设备故障的功能。ATP 子系统能确定的计轴设备故障不应影响连续式列车控制级别下列车的正常运营。

5.1.3.5 ATP 子系统在降级运行下,应采用计轴设备作为列车占用检测设备。

5.1.3.6 应答器的配置应满足以下要求:

- a) 在车辆段/停车场的转换轨及联络线,ATP 实现列车初始化定位;
- b) 在车站站台、正线停车线,列车实现精确停车;
- c) 在点式列车控制级别下,保证列车读取可变应答器的信号显示与地面信号显示一致;
- d) 在分歧线路处实现列车重定位;
- e) 在出车辆段/停车场前,列车完成自动轮径校验。

5.1.3.7 ATP 车载设备应实现与车辆制动装置的可靠接口,保证安全和对列车实施连续有效的控制。

5.1.3.8 ATP 子系统应保证测速功能的安全性与可用性。测速设备的测速精度参数应满足对列车控制精度的要求。

5.1.3.9 ATP 车载设备对车轮打滑及空转应有技术反应措施,并防护列车在最大坡道及任何负载情况下的溜车。

5.1.3.10 对于没有建立定位的 ATP 车载设备,当经过线路中连续的两个应答器时,如果接收到的应答器信息有效,确定列车的初始位置;通过检测两个应答器的前后顺序,确定列车在线路中的运行方向。

5.1.3.11 对于已经建立定位的 ATP 车载设备,当经过线路中应答器时,如果接收到的应答器信息有效,校正列车位置。

5.1.3.12 ATP 子系统应具有人工或自动轮径磨损补偿功能。

5.1.3.13 ATP 车载设备应采用符合 IEEE 1474 的安全制动模型,考虑列车位置的不确定性、列车初始速度、速度测量误差、线路坡度、紧急制动的触发延时、列车的动作延时、列车紧急制动减速度等因素的影响,计算

控车曲线。

5.1.3.14 ATP 子系统除采用紧急制动外,还可采用常用制动。若列车速度超过常用制动曲线,则实施常用制动,采用常用制动时应连续地检查列车的制动力。常用制动实施后,当常用制动力率达到规定值,或车速未按要求进行减速而列车速度达到 ATP 紧急制动触发曲线时,应实施紧急制动。

5.1.3.15 列车的非预期移动、ATP 轨旁设备故障、车载设备故障、超过系统允许范围的车地通信中断等均应给出报警提示,与行车安全相关的故障均应产生紧急制动。

5.1.3.16 当车载设备检测到列车完整性信息丢失,列车完整性检查电路中断时,应对列车实施紧急制动,并失去定位,同时 ATP 子系统应对后续追踪列车进行安全防护,保证后续列车安全运行。

5.1.3.17 列车在进站过程中接收到 ATS 子系统的扣车命令时,ATP 子系统不应向列车发送紧急制动命令。

5.1.3.18 当 ATP 轨旁设备接收到站台紧急关闭按钮被按下的信息时,应通过车地通信设备向处于连续式列车控制级别的列车发送相应的列车控制命令信息。

5.1.3.19 连续式列车控制级别下,负责临时限速管理的 ATP 轨旁设备重启后:

- 负责临时限速设置的工作站上应有提示,应有人工确认操作;
- ATP 车载设备工作在连续式列车控制级别时,应满足列车在通过临时限速区域范围时的速度不超过临时限速值的要求。

5.1.3.20 点式列车控制级别下,在列车运行过程中:

- 当 ATP 车载设备接收到的移动授权信息没有时效性时,ATP 车载设备收到的移动授权应持续有效,直到收到下一个移动授权为止;
- 当 ATP 车载设备接收到的移动授权信息具有时效性时,移动授权有效时间的设置不应影响列车的正常运行。

5.1.3.21 当 ATP 车载设备故障或者列车与地面失去通信时,列车位置

的确定应通过列车占用检测设备实现。

5.1.3.22 ATP车载设备应具有退行防护功能。当退行距离或退行速度超过允许值时,ATP子系统应立即采取紧急制动。在列车退行过程中,ATP子系统应对追踪运行的列车提供安全间隔防护。

5.1.3.23 ATP车载设备应具有零速度检测功能。

5.1.3.24 ATP车载设备应监控车门及站台门的开启和关闭状态,当到站列车在站台停稳后,并满足停车精度要求时,ATP车载设备切除牵引,允许打开车门及站台门,车门及站台门关闭且锁闭后才允许列车自车站发车(车门旁路、站台门互锁解除时除外)。开门侧应符合站台的位置和列车运行方向。列车的移动授权应考虑站台门的开启和关闭状态。当列车在站台停稳时,站台门正常开关操作不应引起列车的紧急制动。ATP车载设备应同时满足(包括但不限于)以下两个条件时,才可判断列车停稳:

- a) 列车已处于零速;
- b) 车辆保持制动/紧急制动已实施。

5.1.3.25 当列车在车站停车时,ATP车载设备接收到移动授权时不应与列车的停站时间发生关系,只要条件具备,ATP轨旁设备就应给出越出站信号机的移动授权。

5.1.3.26 列车在运行过程当中,车载设备应实时监督列车车门状态。当检测到车门不为关门且锁闭状态时,ATP子系统宜采取下列措施之一:

- a) 切除牵引但不实施制动;
- b) 不切除牵引,也不实施制动,列车运行至下一座车站;
- c) 实施紧急制动;
- d) 实施全常用制动。

5.1.3.27 连续式列车控制等级下,当站台门因故失去状态表示时,还未进站的列车应根据接收到的移动授权,控制列车在站台前停车;已进站未停稳的列车应立即紧急制动;正在出站且未完全出站的列车应立即紧急制动;已完全出站的列车不受影响。

5.1.3.28 当正线上运行列车故障时,ATP子系统应允许后续列车以

RM 模式接近故障列车实施救援, ATP 子系统应对后续追踪列车实施安全运营保护。

5.1.3.29 ATP 车载设备还应具有下列功能:

- a) 列车运行方向的检测和监督;
- b) 向 ATO 车载设备传送有关信息;
- c) 列车运行数据的记录及传送至车站及控制中心 ATS 子系统功能;
- d) 实时记录并存储操作、运行数据,且通过外接 PC 实现图形或其他可读格式输出。

5.1.3.30 ATP 车载设备具备自诊断、故障报警及列车运行重要数据的记录功能,并通过离线设备打印。记录的内容包括事件的时间和日期,车载设备的数据至少保存 7 天,保存的数据可实现上传,并宜实现自动转存。记录内容包括:设备运行状况、行车里程、控制情况、驾驶模式、速度、列车日检数据。

5.1.3.31 自车辆段/停车场转换轨区段进入正线作业时,列车应在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 模式或 AM 模式。

5.1.3.32 自车辆段/停车场进入正线运行的列车出库之前应具备对 ATP 车载设备的测试检查功能(包括:车载软硬件、系统内部接口、所采用的车地通信设备),并能将测试检查的数据及结果传至维修中心及控制中心。

5.1.3.33 车载设备人机界面要求:

- a) 作为车载设备人机界面的显示屏,应在每个司机室中各配置一个。当车辆主钥匙开关切换至“ON”位置时,车载设备才宜使显示屏变为有效。
- b) 车载设备人机界面的内容应包括:列车实际速度显示、各种驾驶模式和折返模式下的允许速度、目标速度/距离显示、驾驶模式、紧急制动的状态、车门控制及车门状态标识、站台门的控制及状态表示、ATP/ATO 故障标识、列车完整性信息;宜包括:牵

引状态(牵引、惰行、制动)、折返模式、列车停车窗显示、发车及驾驶命令、空转/打滑状态表示、目的地名、时钟信息、驾驶员有关数据的输入、驾驶员的身份确认、日检操作输入及检查结果输出、自诊断命令的输入及诊断结果输出、车载头尾设备状态表示。

5.1.3.34 ATP 轨旁设备典型故障处理：

- a) 当某一区域的 ATP 轨旁设备故障导致无法保障列车运行安全时,ATP 轨旁设备管辖范围内的列车将不能按照 AM 和 CM 模式以移动闭塞方式运行,此时 ATP 车载设备应产生报警,并紧急制动列车。ATP 子系统应将该区段转换为降级运营模式,司机应将驾驶模式转换为 RM 模式,地面信号机应亮灯,列车应降级至 RM 模式,并按地面信号显示人工驾驶列车运行,条件允许时,可升级为点式列车控制级别。
- b) 当列车运行至 ATP 轨旁设备正常的区域,在具备升级条件时,车载设备应提示司机,ATP 子系统可在停车/不停车的情况下将列车升级到连续式列车控制级别,以 CM 或者 AM 模式运行。

5.1.3.35 ATP 车载设备典型故障处理：

- a) ATP 车载设备故障导致无法保障列车运行安全时,车载设备产生报警并紧急制动停车。司机应人工转换列车驾驶模式至 EUM 模式,根据地面信号机的显示人工驾驶列车运行。
- b) 当一列车因故障降级运行时,其余列车仍然运行于连续式列车控制级别,ATP 子系统应识别不同列车运行控制级别列车,实现二者的共线混跑。

5.1.4 ATO 子系统功能要求

5.1.4.1 ATO 子系统在 ATP 子系统的保护下,自动驾驶列车,根据 ATS 系统的命令,实现列车在区间运行的自动调整,并可实现列车的节能运行控制。

5.1.4.2 ATO 子系统可控制列车按运行图规定的区间走行时分行车,自动完成对列车的启动、加速、巡航、惰行、减速和制动的合理控制。

5.1.4.3 在 AM 模式下,ATO 子系统可根据 ATS 的调整指令控制区间走行时分,达到列车运行自动调整的目的。

5.1.4.4 ATO 子系统向 ATS 子系统发送列车运行信息,以便 ATS 子系统能对在线列车进行监控。

5.1.4.5 ATO 子系统实现在车站站台定点停车的功能。

5.1.4.6 列车停稳于车站规定位置,ATO 子系统可向列车发送开车门命令,并由 ATP 车载设备向 CI 轨旁设备发送开启与车门对应站台门的命令。

5.1.4.7 ATO 子系统应与 ATS 子系统和 ATP 子系统结合,合理地控制列车的牵引、制动和惰行,达到节能要求。

5.1.4.8 ATO 子系统在正常运行时,应保证列车在曲线上运行的未被平衡的离心加速度不超过 0.4 m/s^2 。

5.1.4.9 列车进站时,ATO 子系统应采用一次连续制动模式,制动至目标停车点,中途不得缓解。且在进站前不应有非线路限速要求的减速台阶。

5.1.4.10 列车在区间停车时,ATO 子系统应采用一次性连续制动模式。

5.1.4.11 AM 模式下,列车在区间停车后,满足发车条件时,ATO 子系统可自动启动列车运行。

5.1.4.12 ATO 子系统应具有自诊断功能,发生故障时,应立即向司机报警,记录和分析故障报警信息,并能将报警信息传至中心 ATS 和信号维护监测子系统设备。

5.1.4.13 因 ATO 故障列车停车后,列车可转换为 CM 或者 RM 模式运行。

5.1.4.14 ATO 车载设备应向 TMS 提供有关车载旅客信息的数据。

5.1.4.15 ATO 车载设备记录和统计的内容包括事件的时间和日期,并应至少保存 7 天,内容包括:ATO 报警类别、制动状态、制动指令、车载设备的计算速度曲线及实际运行速度曲线、车载设备所接收的地面信息、调停指令、定点停车超精度范围显示及报警记录、运行时分及故障统计等。

5.1.4.16 ATO 车载设备典型故障处理:当列车运行在 AM 模式下,车载 ATO 设备故障,ATP 设备正常,车载设备产生报警,司机可选择列车在 CM 模式下运行。

5.1.5 CI 子系统功能要求

5.1.5.1 CI 子系统应确保列车运行进路的安全。车辆段/停车场应设置独立的计算机联锁设备。

5.1.5.2 CI 子系统按一定的程序和条件控制轨旁的道岔转辙机和信号机,建立列车运行进路,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。

5.1.5.3 CI 子系统的功能包括:列车进路、自动进路、自动折返进路、站台紧急关闭、站台门控制、引导进路、进路解锁和取消、列车运行方向控制及转换、信号机关闭、道岔单独操纵及锁闭、车站封锁、区间封锁、扣车和取消、站控/遥控等。

5.1.5.4 CI 子系统与 ATS 子系统结合实现对列车进路的自动控制。CI 子系统向 ATS 子系统提供线路状态的表示信息和信号状态信息,并接收 ATS 子系统的进路控制命令。

5.1.5.5 CI 子系统与 ATS 子系统结合实现车站和中心的两级控制功能。

5.1.5.6 CI 设备应与列车占用检测设备、道岔转辙机、信号机(含 LED 光源)、安全继电器、相邻 CI 接口,实现对道岔、信号机、站台门及线路联络线的安全可靠的控制。

5.1.5.7 对轨旁设备的控制电路的设计应符合故障-安全原则,并应采取双断和独立回路的方式。电路连接不能因线路发生短路、馈电失效或者外部电路接地而影响系统的安全性。

5.1.5.8 CI 设备对继电器的采集与驱动应符合 TB/T 3027—2015 的要求。

5.1.5.9 道岔应能单独操纵或随进路的排列而自动选动,单独操纵应优先于进路自动选动。

5.1.5.10 CI 子系统应能对道岔实现进路锁闭、区段锁闭、单独锁闭。

5.1.5.11 CI子系统除对正常的列车进路进行防护外,还应建立列车进路的保护区段,并予以防护。

5.1.5.12 防护道岔的信号机因道岔故障关闭后,未经再次办理,不应重复开放。

5.1.5.13 当正线办理了自动进路后,应使该进路保持锁闭,信号机随着列车的运行自动变换显示。

5.1.5.14 信号机的开放应检查红灯灯丝完好。信号机应具有灯丝监督的功能,信号机开放后应不间断地检查灯丝良好状态。当采用 LED 信号机,在发光盘显示面积小于设定的临界值时,LED 信号机应自动关闭。

5.1.5.15 信号应不出现乱显示即不符合规定的信号显示,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的产生。

5.1.5.16 应在车站操作工作站上实现对该车站控制范围内的道岔实行单独操作和单独锁闭,对列车开放引导进路,对轨道区段、道岔、信号机等实施封锁,禁止通过其排列进路。

5.1.5.17 CI子系统应对进路实现预先锁闭和接近锁闭,锁闭的进路随列车的运行自动分段解锁。

5.1.5.18 CI子系统应具有自检、自诊断和对信号机、转辙机等基础信号设备的监测报警功能,并在车站的维护工作站上显示及报警,软、硬件设计应符合故障-安全原则。

5.1.5.19 CI子系统与 ATP子系统的接口以及 CI设备与列车占用检测设备的接口应符合故障-安全原则。

5.1.5.20 CI子系统向 ATP子系统提供信号机和道岔状态、列车进路设置情况、保护区段的建立、区间运行方向等信息,并能使 ATP子系统的信息发送满足列车在各种折返模式下的作业要求。

5.1.5.21 CI子系统应实现与车辆段/停车场以及与其他轨道交通线路联络线的接口功能,保证正线与车辆段/停车场以及与其他轨道交通线路间的作业安全。

5.1.5.22 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,内容包括:进路状态、轨道的占用/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。

5.1.5.23 CI子系统应能设置不同操作人员的权限,并有相应的安全操作手段。

5.1.5.24 CI子系统应检查站台紧急关闭按钮的状态,一旦检测到按钮被按下,立即关闭信号,同时ATP子系统通过车地通信设备向列车发送相应的列车控制命令信息。

5.1.5.25 当ATS车站子系统设备故障,CI子系统可以人工设置自动进路及自动折返进路。

5.1.5.26 CI子系统应具有自动进路的功能,并至少应为配合站间运行方式提供列车进路的安全保证。

5.1.5.27 在自动折返进路模式下,CI子系统应能自动设置折返站的折入折返轨进路和折出折返轨进路。

5.1.5.28 CI子系统应支持降级运营模式下折返站列车进路的自动设置。当折返信号机被设置为自动折返模式时,CI应能自动设置折返线的牵出和折返进路,开放相应的信号机,司机按地面的信号显示驾驶列车自车站的到达股道至出发股道。

5.1.5.29 当折返轨两端设置差置信号机,分别用于办理折出折返轨进路和后续顺向进路时,CI子系统宜能够同时办理、锁闭两条进路,但是不能同时开放两条进路。

5.1.5.30 CI子系统需判断保护区段的设置时机,后续列车进路保护区段的设置不能影响前行列车的运行和折返作业。

5.1.6 DCS子系统功能要求

5.1.6.1 DCS子系统是实现系统信息交换的传输通道,实现透明通道传输。

5.1.6.2 DCS子系统应支持列车在不同线路与相应轨旁设备建立通信。

5.1.6.3 DCS子系统应受SNMP标准协议管理,网络管理系统(NMS)支持网络设备层和无线电设备层的管理功能,包括:故障管理、性能管理、

配置管理、安全管理、通信管理、拓扑管理、系统管理。

5.1.6.4 保护网络环境应满足：建立用户终端、服务器和应用系统的保护机制，防止拒绝服务、数据未授权泄漏和数据更改；保护操作系统；保护数据库；身份认证；建立入侵检测体系；建立病毒防范体系；具备足够的防止内、外人员进行违规操作和攻击破坏的能力。

5.1.6.5 车载无线单元与轨旁无线单元之间在传递数据前，应建立授权，同时应提高无线网络的安全性，采用的方法包括：无线设备对传输的信息提供 128 位（或更高位）的加密，并且密钥是动态变化的；把不同类型的数据经由不同的物理或逻辑通道进行传输。

5.1.6.6 DCS 子系统应具有自诊断能力。

5.1.7 MSS 子系统功能要求

5.1.7.1 信号维护支持子系统的功能定位为就地监测和远程报警。

5.1.7.2 在维修中心完成对列车运行的监视和整个 CBTC 系统所有设备的集中报警功能，并对所有在线运行的信号设备进行维修支持管理，对操作员所进行的操作（时间、对象、内容、结果等信息）进行记录。

5.1.7.3 在控制中心、车站、车辆段/停车场应具备对信号设备运行的工作状态和主要电气性能进行在线监测的功能，包括轨道电路的性能测试、电缆绝缘测试、对地漏泄检测等。当设备的工作状态异常或电气性能偏离预定界限时及时报警。

5.1.7.4 ATS、ATP、ATO、CI 各子系统具有自身监测报警的功能，并宜能定位到板级，除在相应的维护终端上进行现地显示检测和报警外，报警信息应传至综合维修中心的监测报警设备。

5.1.7.5 综合维修中心的监测报警设备接收、统计和处理整个 CBTC 系统的故障报警信息，具备设备故障报警的统计功能，并能按要求生成信号设备报警和各单项设备的日表、月表、季表和年表。在控制中心可通过维护支持子系统的维护工作站实现对整个 CBTC 系统的历史数据回放功能。在设备集中站、维护部的维护工作站应具有历史数据的回放功能。

5.1.7.6 信号设备故障报警的分类：

- a) 涉及行车安全的报警信息为一级报警，采用声光报警，应经人

工确认后才能停止报警,除在监测报警工作站和相应的维护终端进行报警外,并在相应的行车调度人员工作站进行报警;

- b) 影响列车运行和设备正常工作的报警信息为二级报警,采用声光报警,应经人工确认后才能停止报警,除在监测报警工作站和相应的维护终端进行报警外,并在相应的行车调度人员工作站进行报警;
- c) 一般报警情况为三级报警,可采用红色显示报警信息,仅在监测报警工作站和相应的维护工作站上显示和报警,一般报警情况不影响列车运行和设备的正常工作。

5.1.7.7 综合维修中心的监测报警设备应不仅满足对CBTC系统设备的监测报警和统计报表的功能,还应对CBTC系统的各设备进行维护信息分析,提出对信号设备的维护管理计划,提供维护支持。

5.1.7.8 维护支持子系统正常工作或故障时,应不影响被监测设备的正常工作。

5.1.8 培训子系统功能要求

5.1.8.1 培训工作站应能够模拟CBTC系统的设备运营情况,展示系统与设备的工作原理,能够实现正线典型集中站管辖区的培训模拟。培训系统应能离线工作。

5.1.8.2 利用培训工作站可对行车管理人员(调度员、车站值班员)和信号设备维护人员进行CBTC系统功能和原理的培训,使行车管理人员(调度员、车站值班员)能掌握CBTC系统的操作和管理,学习日常和紧急情况下如何操作CBTC系统,维护人员能掌握设备的工作原理、设备性能、故障识别和处理。

5.1.8.3 实物培训设备的功能包括:接收中央ATS系统的表示信息、模拟CI设备的操作、模拟CI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和报警分析、各单项设备的物理结构和功能描述。

5.1.8.4 实物培训设备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,向CBTC系统的维护人员提供实物维护及维修培训。

5.2 构成要求

5.2.1 CBTC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、MSS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、信号机等。

5.2.2 ATS子系统安装在中心、车站和车辆段/停车场,配置要求如下:

- a) ATS子系统数据传输通道应采用冗余的网络结构方式。
- b) 控制中心设备应包括但不限于:
 - 1) 行车调度员工作站;
 - 2) 运行图显示工作站;
 - 3) 时刻表/运行图编辑工作站;
 - 4) 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;
 - 5) 冗余配置的数据库服务器;
 - 6) 冗余配置的应用/通信服务器;
 - 7) ATS维护工作站。
- c) 车站和车辆段/停车场ATS子系统设备应包括但不限于:
 - 1) 在设置联锁计算机的设备集中站宜设冗余配置的ATS车站级服务器、冗余配置的网络设备、冗余配置的车站现地控制工作站;在非设备集中站宜设冗余配置的ATS车站网络设备,其中有岔非设备集中站配置冗余的车站ATS监控工作站,无岔非设备集中站配置单套的车站ATS监视工作站。
 - 2) 在轮乘室宜设置ATS监视工作站。
 - 3) 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,指示列车发车时机、跳停及扣车信息。
 - 4) 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。

- 5) 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。

5.2.3 ATP 子系统由 ZC 设备、轨旁应答器、LEU 设备和车载设备组成，配置要求如下：

- a) ATP 子系统车 - 地连续无线数据传输通道应采用冗余的网络结构方式。
- b) ZC 设备配置要求：
 - 1) ATP 子系统应根据 ZC 设备的控制能力合理在设备集中站配置 ZC 设备；
 - 2) ZC 设备应采用二乘二取二或三取二硬件冗余安全结构；
 - 3) ZC 与相邻 ZC(包括不同线路的相邻 ZC)之间数据传输通道应采用冗余的网络结构方式。
- c) 在线路上应设置一定数量的应答器,配置要求如下：
 - 1) 正常运营方向每条进路的始端信号机外方应设置有源应答器,反向进路始端信号机外方可根据运营需要设置有源应答器；
 - 2) 有源应答器的设置位置距离计轴磁头大于车钩至应答器接收天线的距离；
 - 3) 在区间信号机、正向进站方向的道岔防护信号机前方应设置填充应答器；
 - 4) 用于列车定位的应答器(有源应答器或无源应答器),设置间隔宜不大于 300 m；
 - 5) 站台区域应布置满足 ATO 单向或双向精确停车需求的应答器。
- d) ATP 子系统应根据应答器数量,合理配置 LEU 设备。
- e) ATP 车载设备配置要求:每列车应设置冗余的由安全计算机平台构成的车载 ATP 设备；列车首尾应分别设置轴端传感器、雷达速度传感器、BTM 设备,首尾轴端传感器、雷达速度传感器、

BTM 设备宜互为冗余,均可被车载 ATP 设备使用。

- f) 在司机控制台上应配置车载信号设备的人机界面的显示器和司机操作的按钮和指示灯。
- g) 车载应配置无线信息收发模块及天线、馈线等设备,用于实现与地面的无线通信。
- h) 车载应配置应答器传输模块(BTM)及应答器天线,用于从轨旁应答器接收报文。
- i) 车载应配置测速测距设备。
- j) ATP 子系统宜配置 ZC 维护设备,并根据需要配置车载 ATP 维护设备。

5.2.4 CI 子系统由 CI 处理设备、驱采设备、操作表示设备、维护设备组成,配置要求如下:

- a) 在有岔站应设置实现车站现地操作的相关设备;
- b) 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;
- c) 操作表示设备应采用硬件冗余结构。

5.2.5 ATO 子系统由车载设备及轨旁设备组成,配置要求如下:

- a) ATO 车载设备配置要求每列车宜设置冗余的ATO车载设备;
- b) 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;
- c) 站台区域应布置满足ATO单向或双向精确停车需求的应答器。

5.2.6 DCS 子系统包括有线网络和无线网络设备,配置要求如下:

- a) DCS 子系统应采用符合国家标准或国际标准的标准协议和接口。
- b) DCS 传输骨干网络应具备独立的传输通道。
- c) 互联互通工程应用的传输媒介应符合国家标准或国际标准。车 - 地通信天线设计和安装应综合考虑互联互通线路应用的通信媒介与安装位置。
- d) 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。

- e) DCS 子系统为 ATS、ATP、CI、MSS 子系统提供满足 IEEE 802.3 标准的通信接口。

5.2.7 维护支持子系统配置要求:

- a) ATS、ATP、ATO、CI、车辆段/停车场 CI 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。
- b) 维护支持子系统宜由以下设备构成:
 - 1) 维护中心设置的维护服务器;
 - 2) 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;
 - 3) 微机监测设备;
 - 4) 与其他系统接口。

5.2.8 培训设备的构成要求:

培训设备应有完整的 ATC 模拟系统软件,实现与正线典型设备集中站一致情况下的培训模拟。

5.2.9 信号电源配置要求:

- a) 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。
- b) 信号电源设备宜采用智能电源屏,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。
- c) 信号电源设备除满足 ATS、ATP、ATO、CI 子系统计算机用的电源外,还应提供信号机、列车占用检测设备、道岔转辙设备、DCS 设备的电源以及继电器等的电源。
- d) 信号电源设备应具有短路保护、接地保护、可靠的人身安全防护及对地漏泄监测功能。
- e) 信号电源设备应有 30% 以上的剩余容量,以确保电源系统的可靠性及将来系统的改动及扩展。
- f) 信号电源设备配置单机 UPS 电源,也可根据需要配置双机 UPS

电源。

- g) 智能电源屏应符合 TB/T 1528.1、TB/T 1528.3、TB/T 1528.4 等标准，并满足设备正常工作的要求。
- h) 地面站和高架站电源设备应增强雷电防护性能，信号设备室电力线引入处应单独设置电源防雷箱，以提高系统的防雷能力。
- i) UPS 电源容量、后备电池的供电容量和时间应考虑所有室内外信号设备的用电需求，UPS 电源的持续时间应不小于 30 min。

5.2.10 信号基础设备配置要求：

- a) 计轴设备应符合下列要求：
 - 1) 在整个正线范围内均应设置计轴设备；
 - 2) 应满足 CBTC 系统降级控制模式下的运营间隔要求；
 - 3) 计轴区段的划分应保证排列平行进路，便于车站作业，并满足点式模式下 CBTC 系统的追踪间隔要求和模式尽快恢复的要求；
 - 4) 站区与区间的计轴区段应分别设置；
 - 5) 应保证降级控制模式下列车运行的安全，应考虑联锁进路的保护区段；
 - 6) 应根据需求具备预复位或直接复位功能。
- b) 信号机应符合下列要求：
 - 1) 每个车站列车运行正方向应设置出站信号机；
 - 2) 道岔应有信号机防护；
 - 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，并满足降级模式下 CBTC 系统的追踪间隔要求；
 - 5) 在有折返作业的进路终端设置折返阻挡信号机；
 - 6) 线路尽头宜设置终端阻挡信号机；
 - 7) 车辆段/停车场根据需要设置相应的调车信号机，若段/场内采用列车方式进出场段，应设置相应的出库列车信号机；

- 8) 在有运营交路站后折返作业的车站宜设置无人自动折返按钮(含表示灯)。

5.3 性能要求

5.3.1 安全性

CBTC 系统中涉及安全的 ATP 子系统、CI 子系统、计轴的安全完整性等级应达到 GB/T 28809—2012、GB/T 28808—2012 规定的 SIL4 级标准。

5.3.2 可靠性

- 5.3.2.1 ATS 设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 3.5 \times 10^3$ h。
- 5.3.2.2 计算机外围设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 5 \times 10^4$ h。
- 5.3.2.3 电源设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 10^5$ h。
- 5.3.2.4 ATP 轨旁设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 10^5$ h。
- 5.3.2.5 ATP 车载设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 10^5$ h。
- 5.3.2.6 CI 设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 10^5$ h。
- 5.3.2.7 地面有线网络设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 10^5$ h。
- 5.3.2.8 车 - 地通信设备的平均故障间隔时间:MTBF $\geq 2 \times 10^4$ h。
- 5.3.2.9 计轴设备的可靠性要求:
- a) 正确的计轴数平均 $\geq 1 \times 10^9$ 轴;
 - b) 无故障工作时间 $\geq 1.75 \times 10^5$ h。

5.3.3 可维护性

- 5.3.3.1 车载设备的平均故障修复时间:MTTR ≤ 30 min。
- 5.3.3.2 控制中心设备的平均故障修复时间:MTTR ≤ 45 min。
- 5.3.3.3 车站设备的平均故障修复时间:MTTR ≤ 45 min。
- 5.3.3.4 轨旁设备的平均故障修复时间:MTTR ≤ 4 h。
- 5.3.3.5 非轨旁的车 - 地通信设备的平均故障修复时间:MTTR < 30 min。

5.3.4 可用性

CBTC 系统的可用性应不小于 99.98%。

5.3.5 运营指标

5.3.5.1 基于通信的列车自动控制系统应满足正线设计追踪间隔不大于 90 s 的要求。

5.3.5.2 自动驾驶模式下,在保证列车舒适度的要求,即列车纵向冲击率 $\leq 0.75 \text{ m/s}^3$ 的前提下,在车站站台的停车精度为 $\pm 0.3 \text{ m}$ 时,每列车停在每个站台的停车精度范围内的概率应不小于 99.99%;停车精度为 $\pm 0.5 \text{ m}$ 时,每列车停在每个站台的停车精度范围内的概率应不小于 99.999 8%。

5.3.5.3 列车实现无人自动折返的正确率不低于 99.99%。

5.3.5.4 因 CBTC 系统的原因导致的非期望(不正常)紧急制动发生率应 < 1 次每万组公里。

5.3.5.5 CBTC 系统应满足 24 h 不间断运营的要求。

5.3.6 技术指标

5.3.6.1 车载设备的测速分辨率 $\leq 1 \text{ km/h}$;测速误差 $\leq \pm 3 \text{ km/h}$;在车站站台范围内定点停车的位置最大测量误差 $\leq 0.5 \text{ m}$;在区间运行时列车允许的位置最大测量误差 $\leq 10 \text{ m}$;在折返停车时列车位置最大测量误差 $\leq 1 \text{ m}$ 。

5.3.6.2 装备 ATP 车载设备的列车自动控制系统的响应时间要求:

- a) 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应 $\leq 1 \text{ s}$;
- b) 车载信号设备自接受到地面信息至完成处理的时间应 $\leq 0.75 \text{ s}$;
- c) 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,且延时应 $\leq 0.75 \text{ s}$ 。

5.3.6.3 列车退行(或溜逸)防护:当列车退行(或溜逸)距离超过退行允许范围(待定)或者列车退行(或溜逸)速度大于等于退行允许速度(默认 5 km/h)时,进行安全防护。

5.3.6.4 不考虑网络拥塞的情况下,车-地双方向通信延迟在 500 ms 以内的概率应不小于 99.98%。DCS 的骨干网应采用双向自愈的环形拓

扑结构,应保证环网中一个节点故障后重新配置时间小于 50 ms。

5.3.6.5 车 - 地通信单列车无线网络信息传输上下行总速率不小于 1 Mb/s,有线网络信息传输速率不小于 100 Mb/s。

5.3.6.6 车 - 地通信单网络信息的丢包率应小于 1%。

5.3.6.7 车 - 地通信单网络的越区切换时间 95% 概率条件下小于 100 ms。

5.4 设计文件要求

互联互通信号厂商应基于互联互通工程的技术要求,以及招标方提出的信号系统工程设计参数约定范围,在工程的系统设计(设计联络)阶段确定和提供满足互联互通技术要求的系统集成设计相关文件,设计文件宜包括:

- a) 系统技术规格书;
- b) 子系统技术规格书;
- c) 信号系统命名规则;
- d) 列车运行规则;
- e) 信号系统平面图;
- f) 信号系统设备配置连接图;
- g) ATP 安全距离计算原则;
- h) ATO 模型计算原则;
- i) 紧急制动曲线计算;
- j) 系统设计参数;
- k) 运营间隔模拟计算;
- l) ATP 工程数据;
- m) 联锁表编制原则;
- n) 人机界面文件;
- o) 与车辆段/停车场接口文件;
- p) 与其他专业接口文件;
- q) 与其他线路接口文件;
- r) 与车辆接口文件;

- s) 施工安装指导书(安装手册);
 - t) 室内外设备安装及配线图;
 - u) 各种控制及接口电路图;
 - v) 其他相关要求。
-

中国城市轨道交通协会团体标准
城市轨道交通 基于通信的列车运行
控制系统(CBTC)互联互通系统规范
第1部分:系统总体要求

T/CAMET 04010.1—2018

*

中国铁道出版社有限公司出版发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)

公司网址: <http://www.tdpress.com>

北京铭成印刷有限公司印刷

开本: 880 mm×1 230 mm 1/32 印张: 1.75 字数: 44 千
2019年5月第1版 2019年5月第1次印刷

书号: 15113·5655 定价: 20.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本公司发行部联系调换。

发行部电话:路(021)73174,市(010)51873174



城市轨道交通 基于通信的列车运行控制系统(CBTC)互联互通系统规范 第1部分 系统总体要求

中国铁道出版社有限公司



151135655

定价：20.00 元

