

城市轨道交通装备技术规范

CZJS/T 0028—2015

城市轨道交通 CBTC 信号系统— ATP 子系统规范

Technical specification of communication based train control system

for urban rail transit-ATP subsystem specification

2015-06-01 发布

2015-09-01 实施

中国城市轨道交通协会技术装备专业委员会 发布

目 次

前言	III
1 总则	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	3
4 一般要求	4
5 环境条件	5
6 性能要求	5
6.1 安全性要求	5
6.2 可靠性、可用性要求	6
6.3 可维护性要求	6
6.4 追踪间隔时间和旅行速度	6
6.5 性能指标	7
7 功能要求	7
7.1 列车速度和位置测定	7
7.2 列车安全制动曲线计算	7
7.3 管理临时限速	8
7.4 处理移动授权（MA）	8
7.5 超速防护	9
7.6 红灯误出发防护	9
7.7 安全间隔防护	10
7.8 退行防护	10
7.9 列车完整性监督	10
7.10 CBTC 控制级别建立	11
7.11 列车退出 CBTC 区域	11
7.12 开门防护	12
7.13 车门状态监控	12
7.14 站台门监控	12
7.15 站台紧急停车按钮防护	12
7.16 列车准备	13
7.17 驾驶模式管理	13
7.18 通信状态监督和故障处理	13
7.19 列车折返	14
7.20 界面显示	14

8 接口与通道	15
8.1 车载 ATP/ATO 与车辆接口要求	15
8.2 ATS 与地面 ATP 接口要求	17
8.3 ATS 与车载 ATP/ATO 接口要求	18
8.4 车载 ATP/ATO 与地面 ATP 接口要求	19
8.5 CI 与地面 ATP 接口要求	20
8.6 CI 与车载 ATP/ATO 接口要求	21
9 电磁兼容防护	21
9.1 电磁发射和抗扰	21
9.2 ATP 设备室内设备的防雷	21
9.3 接地	21
10 供电及电源设备	21
10.1 ATP 地面设备供电	21
10.2 ATP 车载设备供电	22
附录 A (规范性附录) 系统参数值	23
参考文献	24

前　　言

本技术规范规定了城市轨道交通CBTC信号系统ATP子系统的技术标准。

本技术规范由中国城市轨道交通协会技术装备专业委员会提出，是城市轨道交通CBTC信号系统系列行业技术规范的一个重要的组成部分。

本技术规范由中国城市轨道交通协会技术装备专业委员会负责具体技术内容的解释。在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和建议寄到CBTC信号系统系列行业技术规范主编单位北京交通大学《城市轨道交通CBTC信号系统行业技术规范》编写组（地址：北京市海淀区上园村3号北京交通大学轨道交通运行控制系统国家工程研究中心，邮编100044）。

城市轨道交通CBTC信号系统系列行业技术规范的主编单位、主要起草人：

主编单位：北京交通大学

主要起草人：唐涛、黄友能

本技术规范的主编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：北京交控科技有限公司

北京交通大学

参编单位：卡斯柯信号有限公司

北京全路通信信号研究设计院有限公司

中国铁道科学研究院

在规范的编制过程中，得到北京轨道交通建设管理有限公司、北京地铁运营有限公司、上海申通地铁集团有限公司、广州市地下铁道总公司、深圳市地铁有限公司、重庆市轨道交通（集团）有限公司、南京地铁集团有限公司、天津市地下铁道集团有限公司、武汉地铁集团有限公司、沈阳地铁集团有限公司、西安市地下铁道有限责任公司、成都地铁有限责任公司、中铁检验认证中心的积极配合与支持。

主要起草人：唐涛、郜春海、黄友能、刘波、刘宏杰、杨旭文、王伟、崔科、汪小勇、耿鹏、刘帅、尹逊政、刘剑

主要审查人：张艳兵、张良、王道敏、朱翔、朱宏、张琼燕、段晨宁、李新文、任敬、朱东飞、喻智宏、肖培龙、王维奇、郑生全、黄银霞、孙超

城市轨道交通 CBTC 信号系统—ATP 子系统规范

1 总则

- 1.1 为统一城市轨道交通 CBTC 系统的 ATP 子系统的标准，以指导 ATP 子系统的产品设计，供设备招标、工程设计、工程验收等参考，制定本规范。
- 1.2 本规范规定了城市轨道交通 CBTC 系统中 ATP 子系统的一般要求、环境条件、性能要求、功能要求、接口与通道、电磁兼容防护、供电及电源设备等内容。
- 1.3 本规范适用于 120km/h 及以下的地铁、轻轨、单轨等城市轨道交通系统。
- 1.4 城市轨道交通 CBTC 系统中 ATP 子系统设计，除应符合本规范要求外，还应符合国家现行有关强制性标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20438. 6 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第 6 部分：GB/T 20438. 2 和 GB/T 20438. 3 的应用指南（GB/T 20438. 6-2006, IEC 61506-6: 2000, IDT）

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备冲击和振动试验（GB/T 21563-2008, IEC 61737: 1999, IDT）

GB/T 24338. 4 轨道交通 电磁兼容 第 3-2 部分：机车车辆 设备（GB/T 24338. 4-2009, IEC 62236-3-2: 2003, MOD）

GB/T 24338. 5 轨道交通 电磁兼容 第 4 部分：信号和通信设备的发射与抗扰度（GB/T 24338. 5-2009, IEC 62236-4: 2003, IDT）

GB/T 24339. 1 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. 1-2009, IEC 62280-1: 2002, IDT）

GB/T 24339. 2 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. 2-2009, IEC 62280-2: 2002, IDT）

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置（GB/T 25119-2010, IEC 60571: 2006, MOD）

GB/T 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

CJ/T 407 城市轨道交通基于通信的列车自动控制系统技术要求

TB/T 2846 铁路地面信号产品振动试验方法

TB/T 2953 铁路地面信号产品高温及低温试验方法

铁运【2006】26 号 铁路信号设备雷电及电磁兼容综合防护实施指导意见

铁建设【2007】39号 铁路防雷、电磁兼容及接地工程技术暂行规定
《城市轨道交通CBTC信号系统行业技术规范—需求规范》

3 术语、定义和缩略语

下列术语和定义、缩略语适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1 基于通信的列车控制 communication based train control

采用不依赖轨旁列车占用检测设备的列车主动定位技术和连续车-地双向数据通信技术，通过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。

3.1.2 列车自动控制 automatic train control

城市轨道交通信号系统实现列车自动监控 ATS、列车自动防护 ATP、列车自动运行 ATO 及计算机联锁 CI 技术的总称。

3.1.3 列车自动监控 automatic train supervision

自动实现行车指挥控制、列车运行监视和管理技术的总称。

3.1.4 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。

3.1.5 列车自动运行 automatic train operation

自动实现列车运行速度、停车和车门等监控技术的总称。

3.1.6 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。

3.1.7 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。

3.1.8 追踪间隔时间 headway

在同一线路、同向运行的两列列车的前端经过线路同一地点的间隔时间。

3.1.9 旅行速度 operation speed

正常运营情况下，列车从起点站发车至终点站停车的平均运行速度。

3.1.10 列车安全制动模型 safe train braking model

根据列车安全间隔，依据列车特性、线路参数及运营条件生成的列车制动曲线。

3.1.11 限制速度 restricted speed

线路、车辆结构等限制及列车移动授权所获取的最严格的速度限制。

3.1.12 保护区段 overlap section

为实现超速防护，保证安全停车而延伸的闭塞区段。

3.1.13 目标速度 target speed

列车运行至前方目标地点应达到的允许速度。

3.1.14 目标距离 target distance

列车运行至前方目标地点的走行距离。

3.1.15 可靠性 reliability

产品在规定的条件下和规定的时间区间内完成规定功能的能力。

3.1.16 可用性 availability

可修复产品在某一特定瞬间维持其功能的概率或在某一期间内维持其功能的时间比率。可用性是产品可靠性、维修性和维修保证性的综合指标。

3.1.17 可维护性 maintainability

产品在规定的使用条件下并按规定的程序和手段实施维修时，为保持产品处于正常使用状态或为修复产品的故障、缺陷，使之恢复执行功能状态的能力。

3.1.18 安全性 safety

保证行车和人身以及设备安全的能力，以在给定时刻系统维持安全功能完善的概率指称。

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)

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

CI：计算机联锁 (Computer Interlocking)

CM：受控人工驾驶 (Code Train Operating Mode)

DCS：数据通信系统 (Data Communication System)

MA：移动授权 (Movement Authority)

MMI：人机交互界面 (Man Machine Interface)

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

MTTR: 平均修复时间 (Mean Time To Repair)

RM: 限制人工驾驶 (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)

4 一般要求

4. 1 ATP 设备应确保列车的安全运行，实现列车运行间隔控制、超速防护和车门监控等功能。

4. 2 ATP 车载设备应满足 24h 运营的要求，ATP 地面设备应满足每周 7 天每天 24h 不间断运营的要求。

4. 3 ATP 车载设备配置要求：每列车宜头尾两端各设一套 ATP 车载设备。当列车两端各设置一套三取二或二乘二取二安全计算机平台构成的 ATP 车载设备时，则车头、车尾可不考虑冗余，否则头尾两端车载设备应满足冗余的要求。

4. 4 在司机控制台上应设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，人机界面的显示器应采用 LCD 彩色显示屏，最低分辨率要求为 640*480。

4. 5 ATP 车载设备的开关、按钮及表示灯包括：

- a) 驾驶模式转换开关或按钮；
- b) 自动折返按钮及表示灯；
- c) 确认按钮；
- d) 车载设备切除开关。

4. 6 ATP 设备应适应不同方向运行编组长度固定的列车，包括：

- a) 单方向运行编组长度固定的列车；
- b) 双方向运行编组长度固定的列车。

4. 7 ATP 设备可适应不同方向运行编组长度可变的列车，包括：

- a) 单方向运行编组长度可变的列车；
- b) 双方向运行编组长度可变的列车；
- c) 不同编组长度的列车混合运行。

4. 8 ATP 设备应适应不同车辆性能的列车共线运行。

4. 9 ATP 地面设备宜采用列车位置报告和列车占用检测设备的冗余方式获得列车位置，以满足系统正常及降级运用的要求。

4. 10 ATP 车载设备在不同的 ATP 地面设备控制区域间切换应不影响列车正常运行。

4. 11 ATP 设备应满足连续通信的列车控制、点式列车控制、联锁控制三种级别的要求：

- a) 连续通信的列车控制级别（CBTC 级别）为信号系统的正常控制方式，应基于移动闭塞原理，采用连续速度曲线控制方式，实时监督列车运行；
- b) 点式列车控制级别（点式级别）为信号系统的降级控制方式，应基于固定闭塞原理，采用连续速度曲线控制方式，实时监督列车运行；
- c) 联锁控制级别（联锁级别）为信号系统的降级控制方式，ATP 车载设备应提供限制人工驾驶下的速度防护功能。

4.12 ATP 车载设备应至少支持限制人工驾驶模式（RM 模式）、ATP 防护下的人工驾驶模式（CM 模式），如果装备ATO设备的，还应支持列车自动驾驶模式（AM 模式）。

4.13 ATP 车载设备应与车辆电路一起提供设备切除功能（非限制人工驾驶模式），此时 ATP 自动防护设备被切除，ATP 车载设备不对列车运行进行监控，司机按操作规程驾驶列车运行。

4.14 ATP 设备宜具备无人自动折返功能。

4.15 在具有列车作业方式的车辆段/停车场，ATP 设备应提供超速防护功能。

4.16 车载 ATP/ATO 和 ATP 地面设备应具备与 ATS 校核时钟的能力。

4.17 ATP 车载设备严禁超出车辆限界，ATP 地面设备严禁侵入设备限界。

5 环境条件

5.1 车载 ATP/ATO 应满足 GB/T 25119 中第 4 章“环境条件”的要求。

5.2 车载 ATP/ATO 应满足 GB/T 21563 的要求。

5.3 车载 ATP/ATO 的 IP 防护等级要求分以下三类：

- a) 安装在车体内部设计了车载机柜的车载 ATP/ATO 设备 IP 防护等级应不低于 IP52；
- b) 安装在司机室驾驶台上的 MMI 设备 IP 防护等级应不低于 IP32；
- c) 安装在车体外部的车载 ATP/ATO 相关设备 IP 防护等级应不低于 IP65。

5.4 ATP 地面设备应不低于 TB/T 2953 中第 3 类产品的要求。

5.5 ATP 地面设备应满足 TB/T 2846 中的相关要求。

5.6 ATP 设备运用于特殊环境条件时，应保证 ATP 设备在相应地区的环境条件下安全可靠地运行，或采取必要的附加措施保证 ATP 设备安全可靠地运行。

6 性能要求

6.1 安全性要求

6.1.1 ATP 设备中完成与行车安全功能相关的设备应满足 SIL4 级要求。

6.1.2 ATP 设备应符合故障-安全原则。

6.1.3 ATP 设备应采用二乘二取二或三取二安全冗余结构，二乘二取二或三取二冗余结构的定义应符合 GB/T 20438.6 的要求。

6.1.4 与 ATP 子系统进行的安全信息传输应满足 GB/T 24339 的要求。

6.2 可靠性、可用性要求

6.2.1 ATP 车载设备平均故障间隔时间应满足： $MTBF \geq 10^5 h$ 。

6.2.2 ATP 地面设备平均故障间隔时间应满足： $MTBF \geq 10^5 h$ 。

6.2.3 ATP 设备可用性应不小于 99.99%。

6.2.4 ATP 设备的设计寿命为 15 年。

6.3 可维护性要求

6.3.1 ATP 设备应具有自诊断或远程诊断能力，以减少系统平均故障修复时间（MTTR）。

6.3.2 按照设备所在地点划分，平均故障修复时间要求为：

- a) 车载设备的平均故障修复时间： $MTTR \leq 30\text{min}$ ；
- b) 车站设备的平均故障修复时间： $MTTR \leq 45\text{min}$ ；
- c) 轨旁设备的平均故障修复时间： $MTTR \leq 4\text{h}$ 。

6.3.3 ATP 设备应能提供数据记录功能，记录的数据应能反映系统运行状况。记录的内容包括事件的时间和日期，数据记录时间要求见附录 A。

6.3.4 ATP 设备的记录数据应可直接或通过外接 PC 实现图形或其它可读格式输出和打印，并可按要求传送至车站及控制中心 ATS 或其他子系统。

6.4 追踪间隔时间和旅行速度

6.4.1 对应特定线路与特定列车的设计追踪间隔时间和设计旅行速度应考虑下列因素：

- a) 线路参数，包括线路限速、线路坡度等；
- b) 线路配线；
- c) 列车参数，包括列车长度、列车最大加速度、最大常用制动、列车平均减速度、可保证的紧急制动力率等；
- d) 站停时间；
- e) 司机反应时间；
- f) 列车测速及定位精度；
- g) 移动授权分辨率；
- h) 定位报告及移动授权更新频率；
- i) 通信延迟时间，包括正常与最不利条件下车载及地面设备间命令或状态信息的传输时间；

- j) ATP 设备响应时间，包括位置报告更新后生成新的移动授权所需时间、对应联锁条件生成新的移动授权所需时间、移动授权更新后对应生成新的速度-距离曲线所需时间等。

6.5 性能指标

6.5.1 装备 ATP 车载设备的列车自动控制系统的主要响应时间要求:

- a) 控制命令的反应时间，即命令发出至被控系统开始执行的时间应小于或等于 1s；
- b) 车载信号设备自接收到地面信息至完成处理的时间应小于或等于 0.75s；
- 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，且延时应小于或等于 0.75s。

6.5.2 ATP 车载设备上电启动时间应小于 60s。

7 功能要求

7.1 列车速度和位置测定

7.1.1 ATP 设备在 CBTC 区域内应能够确定列车的速度、位置（包括列车两端的位置）和运行方向。

7.1.2 ATP 车载设备应采用冗余方式的测速系统，速度信息的输出应相互校验，并实行断路检查。

7.1.3 ATP 设备的测速分辨率和精度应满足本标准规定的性能和安全要求，分辨率和精度指标见附录 A。

7.1.4 列车进入 CBTC 区域或从故障状态恢复时，ATP 设备应能通过读取应答器信息来自动初始化定位。

7.1.5 ATP 车载设备应具有空转、打滑检测功能，及列车速度和位置测量误差修正功能。

7.1.6 应答器的配置应满足系统无故障时的以下要求：

- a) 在由转换轨进入正线前，ATP 车载设备应完成列车速度/列车位置的测定；
- b) 在由联络线进入本线路运营前，ATP 车载设备应完成列车速度/列车位置的测定；
- c) 在车站站台、正线停车线进入正线前，ATP 车载设备应完成列车速度/列车位置的测定；
- d) 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的一致；
- e) 在分歧线路处实现列车重定位。

7.1.7 采用车轮转动来测量列车速度/位置时，ATP 车载设备宜具备自动轮径补偿功能。

7.1.8 ATP 车载设备应具有零速度检测功能，零速度检测的标准值参见附录 A。

7.2 列车安全制动曲线计算

7.2.1 ATP 设备应采用连续的速度—距离曲线安全制动模型，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。

7.2.2 列车安全制动模型应包括下列因素：

- a) 前行列车位置及不确定性；

- b) 本车位置及不确定性;
- c) 列车长度;
- d) 列车编组;
- e) ATP 车载设备测速误差;
- f) ATP 车载设备响应时间;
- g) 设备间通信延迟;
- h) 列车的最大加速度;
- i) ATP 车载设备检测到超速时, 车辆从切除牵引到紧急制动施加并生效前的最大响应时间;
- j) 列车可保证的紧急制动力;
- k) 线路坡度。

7.2.3 列车安全制动模型的参数和接口形式应结合具体 ATP 设备应用工程确定, 应为不同列车结构、性能指标及运营管理模式配备不同的参数或接口形式。

7.2.4 采用 ATP 车载设备防护的列车应不超过限制速度和移动授权终点。

7.2.5 ATP 车载设备实施紧急制动时, 列车停车前中途不得缓解。

7.2.6 ATP 车载设备实施紧急制动停车后, 如果导致列车紧急制动的原因已解除, 则紧急制动宜能自动缓解。

7.3 管理临时限速

7.3.1 ATP 设备应支持 ATS 设置和取消临时限速, 并能够自动存储临时限速信息。

7.3.2 ATP 车载设备工作在 CBTC 级别时, 应保证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。

7.3.3 负责临时限速管理的 ATP 地面设备应保持与 ATS 连续通信。

7.3.4 负责临时限速管理的 ATP 地面设备重启后, 应与 ATS 通信, 要求人工在 ATS 上对设备存储的限速值或上电后默认设置的初始限速值进行确认后, 地面 ATP 设备的临时限速功能方可投入正常工作。

7.4 处理移动授权 (MA)

7.4.1 MA 应根据下列因素确定:

- a) 列车位置和运行方向;
- b) 进路状态、区段锁闭状态和锁闭方向、道岔状态、保护区段状态、信号机状态;
- c) 前方装备 ATP 车载设备列车的尾部最不利位置;
- d) 前方未装备 ATP 车载设备的列车或 ATP 车载设备失效的列车所占用区域的边界及最不利条件下的列车尾部位置;
- e) 固定闭塞和准移动闭塞下, 闭塞分区的边界;
- f) 站台紧急关闭状态和站台门状态;
- g) 车挡前端;

h) 封锁的轨道区段边界。

7.4.2 ATP 地面设备应周期性计算并向 ATP 车载设备发送 MA。

7.4.3 列车升级为 CBTC 级别前, ATP 地面设备应能确定列车前方移动授权范围内没有其他列车。

7.4.4 如果 ATP 车载设备接收到的 MA 突然回撤时, 列车速度超越了新的速度-距离曲线速度, 则 ATP 车载设备应立即采取制动措施。

7.4.5 点式列车控制级别下, 在列车运行过程中:

- a) 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;
- b) 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。

7.4.6 CBTC 列车控制级别下, 在列车运行过程中:

- a) ATP 车载设备应对接收到的来自 ATP 地面设备的包括移动授权的信息进行时效性判断, 如超过了所规定的时间, ATP 车载设备应采取导向安全的措施;
- b) ATP 地面设备应对接收到的来自 ATP 车载设备的包括位置汇报的信息进行时效性判断, 如超过了所规定的时间, ATP 地面设备应采取导向安全的措施。

7.5 超速防护

7.5.1 ATP 车载设备应根据安全制动模型和限制速度计算速度-距离曲线, 并实时监督列车运行。当测定的列车速度超过速度-距离曲线速度时, ATP 车载设备应立即实施制动, 以保证列车安全间隔。

7.5.2 ATP 限制速度应按下列因素中最严格的限制条件确定:

- a) 线路限速;
- b) 临时限速;
- c) 列车限制速度;
- d) 与 ATP 车载设备驾驶模式相关的限制速度;
- e) 保证列车前端进入限速区段时, 列车速度低于该区段的限制速度;
- f) 保证列车末端出清限速区段前, 列车速度低于该区段的限制速度;
- g) 保证列车在移动授权终点前安全停车。

7.5.3 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。

7.6 红灯误出发防护

7.6.1 当列车在信号机前停车点停车时，在确认前方信号开放前，ATP 车载设备应禁止列车移动。其中，CBTC 控制级别下，ATP 设备应自动确认前方信号状态；点式控制级别下，ATP 设备可自动或人工方式确认前方信号状态。

7.6.2 点式控制级别下，当列车在站台运营停车点停车时，ATP 车载设备宜能连续接收前方地面信号状态信息以保证列车安全。

7.6.3 点式控制级别下，对于无法通过连续通信获得前方地面信号状态信息的信号机前，列车可在人工确认前方信号开放后转到点式开口防护状态下运行。

7.7 安全间隔防护

7.7.1 对 CBTC 区域内的所有列车都应进行列车安全分隔。

7.7.2 ATP 设备应根据线路数据和 CI 子系统提供的列车进路等信息确定相应列车的运行权限，并保证前行列车和追踪列车间的安全间隔。

7.7.3 ATP 设备应连续、自动地对轨道占用/空闲状态及列车位置进行检测，保证系统对列车进路的安全控制和对列车运行速度及间隔的安全控制。

7.7.4 在 CBTC 级别下，应基于前行列车瞬时停车（撞硬墙）的原则实现装备 ATP 车载设备列车的安全分隔。

7.7.5 当正线上运行列车故障时，ATP 设备应允许后续列车以限制人工驾驶模式接近故障列车实施救援，ATP 地面设备应对后续追踪 CBTC 列车实施安全运营保护。

7.7.6 混合模式运行时安全间隔防护：

- a) 对于未装备 ATP 车载设备或 ATP 车载设备故障的列车，其安全间隔防护可通过地面列车占用检测设备或遵照由运营部门规定的操作程序来实现；
- b) 前方列车未安装 ATP 车载设备或 ATP 车载设备故障时，ATP 地面设备给后续 CBTC 级别列车的 MA 应至少限制到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，宜限制到与前方列车间隔一个占用检测设备空闲区段所在区域的边界处。

7.7.7 ATP 设备应防护列车在最大坡道及任何负载情况下的退行或后溜对列车造成的影响。

7.7.8 当设置站台扣车命令时，CI 子系统可关闭出站进路，此时 ATP 地面设备应保证不向列车发送允许列车出站运行的移动授权；列车在进站过程中设置扣车命令时，应不影响列车正常进站。

7.7.9 ATP 设备应按相关条件要求，仅在车站站台门关闭且锁闭、紧急停车按钮未按下时允许列车进入站台停车。

7.7.10 ATP 设备宜在 MA 满足列车完全出站的条件下才允许列车驶离站台。

7.8 退行防护

ATP 车载设备应监督实际列车行驶方向，当退行距离或退行速度超过容许量时，系统应产生报警并立即采取紧急制动。退行防护标准见附录 A。

7.9 列车完整性监督

7.9.1 ATP 设备应连续监督从车辆接口获得的列车完整性信息，当列车完整性丢失时，ATP 车载设备应实施紧急制动，并在车载人机界面上提示。

7.9.2 ATP 车载设备检测到列车完整性丢失后，在故障修复前应不允许列车继续运行。

7.10 CBTC 控制级别建立

7.10.1 在进入 CBTC 区域前，ATP 设备应获得 CBTC 区域边界信息。

7.10.2 列车进入 CBTC 区域应包含以下运行情形：

- a) 列车出段/场，从非设备区进入正线设备区转换轨；
- b) 列车从正线故障区域进入非故障区域；
- c) 列车从正线非设备区域进入设备区域；
- d) 列车进入试车线试车。

7.10.3 在进入 CBTC 区域前，应对 ATP 设备及相应的轨旁设备进行检查，以验证是否满足进入 CBTC 区域的条件，并为操作维护人员提供检查结果信息。检查的条件包括：

- a) ATP 车载设备工作正常；
- b) 车载设备与车辆接口正常；
- c) ATP 控制制动、牵引、车门逻辑正常；
- d) 列车完整；
- e) 车地通信正常。

7.10.4 以调车作业方式出车辆段/停车场时，列车应在出车辆段/停车场的转换轨处进行驾驶模式的转换，车载设备应自动或人工转换为 CM 驾驶模式或 AM 驾驶模式。

7.10.5 以列车作业方式出车辆段/停车场时，若为开通 ATP 防护功能的车辆段/停车场，列车可在由车辆段/停车场停车库线运行至车辆段/停车场前进行驾驶模式的转换，车载设备应自动或人工转换为 CM 驾驶模式或 AM 驾驶模式。

7.10.6 列车自转换轨区段进入正线作业时，ATP 车载设备应能立即建立和完成列车进入 ATC 监控区的工作，ATP 车载设备升级 CBTC 控制级别的条件应包括但不限于：

- a) ATP 车载设备识别并确认列车位置；
- b) 已预设或人工选择 CBTC 控制级别；
- c) ATP 车载设备从 ATP 地面设备接收到 MA。

7.10.7 装备 ATP 车载设备的列车在进入 CBTC 区域时可不停车升级 CBTC 控制级别。

7.11 列车退出 CBTC 区域

7.11.1 退出 CBTC 区域之前（如进入车辆段/停车场前），ATP 设备应获得 CBTC 区域边界信息，并提前给出相应的指示。

7.11.2 满足退出 CBTC 区域条件时，经司机确认后，ATP 车载设备可转入 RM 模式运行。

7.11.3 装备 ATP 车载设备的列车在退出 CBTC 区域时可不停车在人工确认后退出 CBTC 控制级别。

7.12 开门防护

7.12.1 CM 模式和 AM 模式下，ATP 车载设备应检查下面的条件全部满足后才能允许打开规定侧的车门：

- a) 列车以规定停车精度在车站内指定的停车点停车；
- b) 检测到零速度信息。

7.12.2 CM 模式和 AM 模式下，ATP 车载设备宜检查列车处于制动状态（含保持制动或紧急制动）后才允许打开规定侧车门。

7.13 车门状态监控

7.13.1 ATP 车载设备应监控车门的开启和关闭状态。

7.13.2 CM 模式和 AM 模式下，列车运行过程中，若检测到车门不为关闭且锁闭状态，ATP 可采取下列措施之一：

- a) 实施紧急制动；
- b) 切除牵引，但不实施制动；
- c) 不切除牵引，也不实施制动，列车运行至下一站。

7.13.3 CM 模式和 AM 模式下，车门关闭且锁闭后才允许列车自车站启动发车（车门旁路时除外）。

7.13.4 RM 模式列车运行过程中，应对车门状态进行监督防护。若检测到车门不为关闭且锁闭状态，ATP 车载设备应切除列车牵引或实施紧急制动。

7.14 站台门监控

7.14.1 如果在安装有站台门的车站停车时，ATP 设备应持续检查站台门是否处于关闭且锁闭状态（站台门互锁解除时除外）：

- a) 当站台门未正常关闭且锁闭时，ATP 设备应禁止列车进入、在站台内移动和驶出站台，必要时应实施紧急制动；
- b) 站台门正常的开关动作，不得导致已正常停车的列车实施紧急制动。

7.14.2 CBTC 级别下，ATP 车载设备应提供站台门与列车车门的联动功能；点式级别下，ATP 车载设备宜提供站台门与列车车门的联动功能。

7.14.3 ATP 车载设备应仅打开与站台规定侧的车门相对应的站台门。

7.15 站台紧急停车按钮防护

7.15.1 ATP 设备应监督站台紧急停车按钮的状态。

7.15.2 当 ATP 地面设备接收到站台紧急停车按钮被按下的信息时,应通过车地通信设备向列车发送相应的列车控制命令信息,ATP 车载设备应禁止列车进入、在站台内移动和驶出站台,必要时应实施紧急制动。

7.16 列车准备

7.16.1 ATP 设备应具有必要的自动检测能力及报警和表示装置。列车的非预期移动、ATP 地面设备故障、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。

7.16.2 车载 ATP/ATO 应具有日检功能,日检应包含紧急制动测试,宜包含无线状态检测,并宜提供车载广播测试信号。

7.17 驾驶模式管理

7.17.1 ATP 车载设备应至少支持限制人工驾驶模式(RM 模式)、ATP 防护下的人工驾驶模式(CM 模式),如果装备ATO设备的,还应支持列车自动驾驶模式(AM 模式):

- a) AM: 司机监控下的列车自动运行模式;
- b) CM: 司机在列车自动防护设备监控下驾驶列车运行;
- c) RM: 在地面设备故障或未设地面信息设备的线路,列车按规定限速运行,超速时实施制动,直至停车。

7.17.2 在 RM 驾驶模式下,ATP 车载设备限制列车在固定的低速之下运行,司机根据调度命令和地面信号显示驾驶列车,列车运行超过该固定的速度时,ATP 车载设备对列车实施紧急制动,强迫列车停车。

7.17.3 驾驶模式转换应符合下列规定:

- a) 车辆段(场)未全部纳入 ATP 设备监控时,应在 ATP 设备监控区域与非监控区域的分界处,设驾驶模式转换区。根据信号系统的性能特点和运营需要,驾驶模式转换可自动或手动完成。转换区的信号设备应与监控区域的信号设备一致;
- b) 在驾驶模式转换区域,ATP 设备人机界面上宜提供驾驶模式转换的提示;
- c) 驾驶模式由低向高转换时,列车可不停车转换驾驶模式;
- d) AM 模式下,ATP 车载设备应监督ATO设备的运行状态,当不满足自动驾驶条件时应自动退出 AM 模式并进行提示,必要时实施紧急制动;
- e) 由 AM/CM 模式向 RM 模式转换时,应在列车停车,由司机确认后转换驾驶模式;但在退出 CBTC 区域时,除非运营需要,可不停车由司机确认后转换为 RM 模式。

7.17.4 驾驶模式转换应予记录或表示。

7.18 通信状态监督和故障处理

7.18.1 ATP 设备应具有通信状态监督功能,在通信故障后,应产生报警并保证导向安全侧:

- a) ATP 车载设备与 ATP 地面设备互相监督之间的通信状态；
- b) ATP 地面设备应监督其与 CI 的通信状态；
- c) ATP 地面设备应监督其与相邻 ATP 地面设备的通信状态。

7.18.2 当采用计轴设备作为列车占用检测设备时，计轴设备故障或计轴数据传输发生错误时，ATP 设备能确定的计轴设备故障应不影响 CBTC 级别列车的正常运营。

7.18.3 当某一区域的 ATP 地面设备故障时，ATP 车载设备应产生报警、并紧急制动列车，司机应将驾驶模式转换为 RM 驾驶模式，并按地面信号显示人工驾驶列车运行。

7.18.4 当列车越过车地通信故障区段后，通过车地通信设备收到可靠的 MA 信息，且列车测速/定位功能正常，ATP 车载设备应提示司机，司机可在停车/不停车的情况下将列车升级到 CBTC 级别以 CM 模式或 AM 模式运行。

7.18.5 ATP 车载设备故障时，应产生报警并紧急制动停车。司机应根据地面信号显示驾驶列车，以限制人工或非限制人工驾驶等驾驶模式执行故障运行，联锁设备保证列车运行进路的安全。ATP 地面设备应识别非通信列车和通信列车，实现二者的共线混跑。

7.19 列车折返

7.19.1 ATP 设备在 CM 和 AM 模式下应支持在定义的折返区域完成列车的自动换端，不得导致列车降级。

7.19.2 站后折返时，由站台运行至折返区域的过程，可由司机驾驶或ATO 自动驾驶完成。

7.19.3 站前折返时，列车运行到折返站的过程，可由司机驾驶或ATO 自动驾驶完成。

7.19.4 ATP 车载设备宜跟车辆配合提供开门换端功能，在 ATP 车载设备换端过程中不会使打开状态的车门误关闭。

7.19.5 ATP 设备宜具备无人自动折返功能。列车在规定的无人自动折返进入地点停车，司机完成相应的确认操作后，列车可在无人驾驶的情况下，自动从到达站台进入和折出折返线，最后进入发车股道定点停车后，自动打开车门和站台门。

7.20 界面显示

7.20.1 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。

7.20.2 车载人机交互界面（MMI）上应至少提供下列信息的显示：

- a) 列车速度
- b) 速度-距离曲线速度
- c) 控制级别和驾驶模式
- d) ATP 车载设备工作状态
- e) ATO 设备工作状态（如果装备 ATO）
- f) 超速报警

7.20.3 车载人机交互界面上宜提供下列信息的显示：

- a) 目标速度
- b) 目标距离
- c) 推荐速度
- d) 车次号
- e) 目的地名
- f) 乘务人员的身份识别号
- g) 停准指示
- h) 发车提示
- i) 关车门提示
- j) 车门和站台门状态
- k) ATO 牵引、制动、惰行状态信息
- l) 空转/打滑状态表示
- m) 列车制动力状态
- n) ATP 车载设备头尾设备状态
- o) 跳停、扣车状态
- p) 日期和时间信息
- q) 列车完整性
- r) 折返提示
- s) 转换区提示

7.20.4 车载人机交互界面上宜允许司机输入下列信息:

- a) 乘务人员的身份识别号;
- b) ATP 设备检测指令。

8 接口与通道

8.1 车载 ATP/ATO 与车辆接口要求

- 8.1.1 车载 ATP/ATO 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。
- 8.1.2 车载 ATP/ATO 与车辆的接口分为开关量、模拟量、通信接口三种。
- 8.1.3 涉及行车安全的电气接口应采用安全输入/输出接口方式。
- 8.1.4 车载 ATP/ATO 应能够通过安全或非安全接口采集表 1 中的开关量信息。

表1

车载 ATP/ATO 输入信号	安全接口
驾驶室激活	是
列车完整性	是
列车车门关闭且锁闭	是

车辆牵引已切除	是
车辆已实施紧急制动	是
牵引制动手柄在零位且方向手柄向前	是
ATO 启动按钮	/
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	/
门控方式	/
注： “/” 表示“对是否安全接口不做要求”	

8.1.5 车载 ATP/ATO 宜能够通过安全或非安全接口采集表 2 中开关量信息。

表2

车载 ATP/ATO 输入信号	安全接口
ATP 已切除	/
车辆保持制动已施加	是
注： “/” 表示“对是否安全接口不做要求”	

8.1.6 车载 ATP/ATO 应能够通过安全或非安全接口输出表 3 中的开关量信息。

表3

车载 ATP/ATO 输出信号	安全接口
紧急制动	是
牵引切除	是
左门开门允许	是
右门开门允许	是
自动折返 (AR) 灯	/
ATO 已激活	/
ATO 牵引输出	/
ATO 制动输出	/
保持制动输出命令	/
开左门命令	/
开右门命令	/
关左门命令	/
右关门命令	/
ATO 启动灯	/
注： “/” 表示“对是否安全接口不做要求”	

8.1.7 车载 ATP/ATO 可通过安全或非安全接口输出表 4 中的开关量信息。

表4

车载 ATP/ATO 输出信号	安全接口
最大常用制动	/
注：“/”表示“对是否安全接口不做要求”	

8.1.8 车载 ATP/ATO 可通过电压或电流或通信输出或者继电器级位编码方式输出期望的牵引/制动加速度值。

8.1.9 车载 ATP/ATO 应能与列车管理系统（TMS）实现信息交换。

8.1.10 车载 ATP/ATO 宜能向 TMS 提供时钟信号，以满足 TMS 时钟与 CBTC 系统时钟同步的需要。

8.2 ATS 与地面 ATP 接口要求

8.2.1 本规范定义了 ATS 与地面 ATP 间应用层交互信息。

8.2.2 ATS 与地面 ATP 间的数据传输宜基于 IP 协议。

8.2.3 ATS 与地面 ATP 间信息交换采用周期通信和/或事件触发通信的方式。

8.2.4 从 ATS 到地面 ATP 的信息

- a) ATS 传送给地面 ATP 的信息包括以下内容：
 - 1) 首次上电临时限速确认信息
 - 2) 临时限速一次设置/取消信息
 - 3) 临时限速二次设置/取消信息
 - 4) 校时信息
- b) 首次上电临时限速确认信息指 ATS 在地面 ATP 首次上电申请时，确认地面 ATP 的临时限速信息；
- c) 临时限速一次设置/取消信息指 ATS 采用“二次确认”方式设置/取消临时限速信息时的第一次命令下达；
- d) 临时限速二次设置/取消信息指 ATS 采用“二次确认”方式设置/取消临时限速信息时的第二次命令下达；
- e) 校时信息指 ATS 与地面 ATP 之间的时钟同步信息。

8.2.5 从地面 ATP 到 ATS 的信息

- a) 地面 ATP 传送给 ATS 的信息包括以下内容：
 - 1) 首次上电临时限速确认申请信息
 - 2) 临时限速一次确认信息
 - 3) 临时限速二次确认信息
 - 4) 全线临时限速状态信息

- 5) 校时信息
- b) 首次上电临时限速确认申请信息指地面 ATP 首次上电时向 ATS 汇报上电，并上传存储或初始设置的临时限速，请 ATS 确认的申请信息；
- c) 临时限速一次确认信息指 ATS 采用“二次确认”方式设置/取消临时限速信息时，地面 ATP 对第一次命令的确认；
- d) 临时限速二次确认信息指 ATS 采用“二次确认”方式设置/取消临时限速信息时，地面 ATP 对第二次命令的确认；
- e) 全线临时限速状态信息指全部线路上已经设置的临时限速信息，含限速区段和限速值；
- f) 校时信息指 ATS 与地面 ATP 之间的时钟同步信息。

8.3 ATS 与车载 ATP/ATO 接口要求

8.3.1 本规范定义了 ATS 与车载 ATP/ATO 间应用层交互信息。

8.3.2 ATS 与车载 ATP/ATO 间的数据传输宜基于 IP 协议。

8.3.3 ATS 与车载 ATP/ATO 间信息交换采用周期通信和/或事件触发通信的方式。

8.3.4 从 ATS 到车载 ATP/ATO 的信息：

- a) ATS 传送给车载 ATP/ATO 的信息包括以下内容：
 - 1) 列车运营识别信息
 - 2) 目的地
 - 3) 下一站
 - 4) 运营调整命令
 - 5) 校时信息
- b) 列车运营识别信息指对不同行驶方向、不同车种、不同运行时刻的列车编订的标示码，含车次号和表号等信息；
- c) 目的地指本次列车运行所要到达的终点站；
- d) 下一站指本次列车运行所要到达的前方站台；
- e) 运营调整命令指 ATS 或人工根据列车实际运营与计划的偏差情况，对在线运营的列车所做的调整策略，包括扣车、跳停、调整站停时间、调整列车在区间运行时间（或区间运行等级）等方式；
- f) 校时信息指 ATS 与车载 ATP/ATO 之间的时钟同步信息。

8.3.5 从车载 ATP/ATO 到 ATS 的信息

- a) 车载 ATP/ATO 传送给 ATS 的信息包括以下内容：
 - 1) 列车运行速度和方向
 - 2) 列车控制级别和驾驶模式
 - 3) 车门状态
 - 4) 停稳信息

- 5) 列车报警信息
- 6) 校时信息
- b) 列车运行速度和方向指车载 ATP/ATO 测量的实际列车速度信息，含速度值和运行方向；
- c) 列车控制级别和驾驶模式指车载 ATP/ATO 当前的控制级别和驾驶模式信息；
- d) 车门状态指车载 ATP/ATO 采集到的列车车门的实际状态，反应列车车门是否处于关闭且锁闭状态；
- e) 停稳信息指列车在规定区域停车，满足零速条件的信息；
- f) 列车报警信息指列车在运行过程中所产生的各种异常报警信息，包括设备运行状态告警、列车紧急制动告警等内容；
- g) 校时信息指 ATS 与车载 ATP/ATO 之间的时钟同步信息。

8.4 车载 ATP/ATO 与地面 ATP 接口要求

- 8.4.1 本规范定义了车载 ATP/ATO 与地面 ATP 间应用层交互信息。
- 8.4.2 车载 ATP/ATO 与地面 ATP 间的数据传输宜基于 IP 协议，应保证数据传输的安全性。
- 8.4.3 车载 ATP/ATO 与地面 ATP 间信息交换采用周期通信和/或事件触发通信的方式。
- 8.4.4 从车载 ATP/ATO 到地面 ATP 的信息：
 - a) 车载 ATP/ATO 传送给地面 ATP 的信息包括以下内容：
 - 1) 列车位置信息
 - 2) 列车运行速度和方向
 - 3) 停稳信息
 - 4) 列车控制级别和驾驶模式
 - 5) 列车完整性
 - 6) 无人折返状态指示信息
 - b) 列车位置信息指车载 ATP/ATO 自主测量的列车实际位置信息，以及可能存在的误差信息；
 - c) 列车运行速度和方向指列车测量的实际速度信息，含速度值和方向信息；
 - d) 停稳信息指列车在规定区域停车，满足零速条件的信息；
 - e) 列车控制级别和驾驶模式指车载 ATP/ATO 当前的控制级别和驾驶模式信息；
 - f) 列车完整性指车载 ATP/ATO 采集到的列车编组完整的信息；
 - g) 无人折返状态指示信息指车载 ATP/ATO 对无人自动折返状态的指示信息。

8.4.5 从地面 ATP 到车载 ATP/ATO 的信息：

- a) 地面 ATP 传送给车载 ATP/ATO 的信息包括以下内容：
 - 1) CBTC 级别移动授权信息
 - 2) 临时限速信息
 - 3) 无人折返按钮信息

- b) CBTC 级别移动授权信息指为保证列车安全运行, 地面 ATP 计算并向列车发送的对列车运行位置和速度的许可信息;
- c) 临时限速信息指 ATS 根据运营需要, 设置并下发的临时速度限制信息;
- d) 无人折返按钮信息是指办理无人自动折返的按钮状态信息。

8.5 CI 与地面 ATP 接口要求

- 8.5.1 本规范定义了 CI 与地面 ATP 间应用层交互信息。
- 8.5.2 CI 与地面 ATP 间的数据传输宜基于 IP 协议, 应保证数据传输的安全性。
- 8.5.3 CI 与地面 ATP 间信息交换采用周期通信和/或事件触发通信的方式。
- 8.5.4 从 CI 到地面 ATP 的信息:
 - a) CI 传送给地面 ATP 的信息包括以下内容:
 - 1) 区段状态
 - 2) 无人折返按钮信息
 - 3) 站台门状态
 - 4) 站台紧急关闭状态
 - 5) 进路信息
 - b) 区段状态是指物理区段检测设备检测到的区段状态信息;
 - c) 无人折返按钮信息指办理无人自动折返的按钮状态信息;
 - d) 站台门状态指站台门的状态信息, 反应站台门是否处于关闭且锁闭状态;
 - e) 站台紧急关闭状态是指站台的紧急停车按钮是否按下的状态;
 - f) 进路信息指联锁的进路信息, 包括进路状态、信号机状态、区段锁闭状态, 道岔信息和保护区段状态。

8.5.5 从地面 ATP 到 CI 的信息

- a) 地面 ATP 传送给 CI 的信息包括以下内容:
 - 1) 信号机的列车接近信息
 - 2) 逻辑区段信息
 - 3) 停稳信息
 - 4) 跨压信息
 - 5) 无人折返状态指示信息
- b) 信号机的列车接近信息是指地面 ATP 根据列车的属性信息控制对应的信号机接近信息, 联锁可利用该信息作为信号机的强制命令, 控制信号机开关灯显示;
- c) 逻辑区段信息是指地面 ATP 传递给 CI 系统的逻辑区段状态信息, 联锁可利用该信息追踪列车的位置;
- d) 停稳信息是地面 ATP 送给联锁的列车停稳信息, 联锁可用来解锁保护区段;

- e) 跨压信息是地面 ATP 送给联锁的列车跨压进路始端信号机信息，作为联锁开始解锁进路的条件之一；
- f) 无人折返状态指示信息是地面 ATP 传递给联锁的无人自动折返状态的指示信息。

8.6 CI 与车载 ATP/ATO 接口要求

- 8.6.1 本规范定义了 CI 与车载 ATP/ATO 间应用层交互信息。
- 8.6.2 CI 与车载 ATP/ATO 间的数据传输宜基于 IP 协议，应保证数据传输的安全性。
- 8.6.3 CI 与车载 ATP/ATO 间信息交换采用周期通信和/或事件触发通信的方式。
- 8.6.4 从 CI 到车载 ATP/ATO 的信息：
 - a) CI 传送给车载 ATP/ATO 的信息包括以下内容：站台门状态；
 - b) 站台门状态指站台门是否处于关闭且锁闭的状态信息。
- 8.6.5 从车载 ATP/ATO 到 CI 的信息：
 - a) 车载 ATP/ATO 传送给 CI 的信息包括以下内容：站台门命令；
 - b) 站台门命令指车载 ATP/ATO 发出的站台门控制命令，CI 可利用该信息控制站台门开/关。

9 电磁兼容防护

9.1 电磁发射和抗扰

- 9.1.1 ATP 设备的设计、研发、制造和安装及运用过程中，应通过技术措施抑制自身产生的电磁骚扰和来自外界的电磁骚扰。
- 9.1.2 ATP 车载设备的电磁兼容性的发射与抗扰度应满足 GB/T 24338.4 的要求。
- 9.1.3 ATP 地面设备的电磁兼容性的发射与抗扰度应满足 GB/T 24338.5 的要求。

9.2 ATP 设备室内设备的防雷

ATP 设备室内设备的防雷应满足 GB 50343 的要求。

9.3 接地

- 9.3.1 ATP 设备室外设备的金属箱、盒壳体应通过接地系统接地。严禁用钢轨代替地线。
- 9.3.2 ATP 车载设备的保护接地应与车体可靠连接，并考虑连接面的电化学相容性，连接导体的横截面积不小于 4mm^2 。
- 9.3.3 ATP 车载设备的地线应经车辆的接地装置接地。

10 供电及电源设备

10.1 ATP 地面设备供电

10.1.1 ATP 地面设备供电应属于一级负荷，应设两路独立电源供电。

10.1.2 ATP 地面设备应采用专用的电源屏及配电屏供电，应选用不间断电源（UPS）。

10.2 ATP 车载设备供电

ATP 车载设备电源可直接采用车辆 110V 蓄电池电源或经稳压变流设备变换后供电，并应设过压和过流保护。

附录 A

(规范性附录)
附录 A 系统参数值

系统参数值见表 A. 1。

表 A. 1 系统参数值

参数	取值范围
车载、地面设备数据记录时间	$\geq 168\text{h}$
单个CBTC地面设备可以处理的列车数量	$\geq 30\text{列}$
列车位置最大测量误差	$\leq 2\%$
用于ATP功能的列车测速分辨率	$\leq 2\text{km/h}$
用于ATP功能的列车测速误差	$\leq 2\text{km/h}$
列车速度命令的分辨率	$\pm 0.5\text{km/h} \sim \pm 5\text{km/h}$
车载设备至地面设备的信息传输延时	$\leq 2\text{s}$
地面设备至车载设备的信息传输延时	$\leq 2\text{s}$
零速度检测标准	速度值处于 $\leq 1\text{km/h}$ 的范围且持续时间不小于 2s
退行防护标准	$0.5\text{m} \sim 5\text{m}$ 或 $\geq 5\text{km/h}$

参 考 文 献

- [1] IEEE Std1474. 1TM-2004 基于通信的列车自动控制系统性能和功能需求 (IEEE Standard for Communications-Based Train Control Performance and Functional Requirements)
 - [2] IEEE Std1474. 2TM-2003 基于通信的列车自动控制系统用户接口需求 (IEEE Standard for User Interface Requirements in Communications- Based Train Control (CBTC) Systems)
 - [3] IEE Std1474. 3TM-2008 基于通信的列车自动控制系统设计和功能分配 (IEEE Recommended Practice for Communications-Based Train Control (CBTC) System Design and Functional Allocations)
 - [4] IEEE 1483-2000 有轨车辆运输控制用处理机系统主要功能的验证标准 (IEEE Standard for the Verification of Vital Functions in Processor-Based Systems Used in Rail Transit Control)
 - [5] IEEE 1478-2001 铁路运行车辆电子设备的环境条件标准 (IEEE standard for environmental conditions for transit rail car electronic equipment)
 - [6] IEC62278 铁路应用可靠性、可用性、可维护性和安全性技术条件和验证 (IEC62278 Railway applications-The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS))
 - [7] IEC62279 铁路应用一通信、信号和处理系统一铁路控制和防护系统软件 (IEC62279 Railway applications-Communication, signalling and processing systems-software for Railway Control and Protection systems)
 - [8] IEC62425 铁路应用一通信、信号和处理系统一安全相关电子信号系统 (IEC62425 Railway applications-Communication, signalling and processing systems-Safety related electronic systems for signalling)
 - [9] GB 9254-2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
-