

T/VSTR

团 体 标 准

T/VSTR 022—2024

适应 CTCS2+ATO 及 CBTC 跨线运行车载设备 技术要求

Technical requirements for on-board equipment adapted to CTCS2+ATO and CBTC
cross line operation

2024 - 12 - 26 发布

2025 - 01 - 01 实施

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 总体要求	2
6 系统构成及设备要求	2
7 功能要求	4
8 人机交互要求	7
9 接口要求	7
10 RAMS 要求	9
附 录 A （规范性） 切换区设计规则	10
附 录 B （规范性） 跨线车载设备之间通信协议	15

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟归口。

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

本文件起草单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、卡斯柯信号有限公司、北京交大微联科技有限公司、北京华铁信息技术有限公司、北京和利时系统工程股份有限公司、通号城市轨道交通技术有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司、湖南中车时代通信信号有限公司、中车长客轨道客车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、北京六捷科技有限公司、比亚迪通信信号有限公司。

本文件主要起草人：张友兵、陈志强、刘岭、王佳、包正堂、王硕、原野、刘江沙、徐杰、王猛、吴亮、王力、弓剑、曹美秋、冯雷、王璐、齐英华、李兰春、李兆龄、沈运强、李雪飞、杨丽丽、李莉、吴智利。

适应 CTCS2+ATO 及 CBTC 跨线运行车载设备技术要求

1 范围

本文件规定了适应CTCS2+ATO及CBTC跨线运行的车载设备（以下简称跨线车载设备）的总体要求、系统构成及设备要求、功能要求、人机交互要求、接口要求和RAMS要求等。

本文件适用于CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备独立设置的方案，适用于列控系统跨线车载设备产品研发、产品制造、检验检测和工程设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置

TB/T 3484 列控系统应答器应用原则

TB/T 3598.1 市域（郊）铁路列控系统技术要求 第1部分：CTCS2+ATO系统

TB/T 3598.2 市域（郊）铁路列控系统技术要求 第2部分：CBTC系统

T/CAMET 04011.1 城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通接口规范第1部分：应答器报文

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

控车车载设备 on-board equipment in control status

在由CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备组成的跨线车载设备中，处于控车状态的车载设备。

3.2

非控车车载设备 on-board equipment in uncontrol status

在由CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备组成的跨线车载设备中，处于非控车状态的车载设备。

3.3

切换区 switching area

适应CTCS2+ATO及CBTC跨线运行的跨线车载设备切换控车制式的区域。

3.4

自动换端 automatic end switching

列控车载设备自动完成列车两端车载设备换端。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATO：列车自动驾驶（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)
 CTC: 调度集中控制 (Centralized Traffic Control)
 CTCS: 中国列车运行控制系统 (Chinese Train Control System)
 DMI: 人机界面单元 (Driver-Machine Interface)
 DRU: 数据记录单元 (Data Recording Unit)
 GOA: 自动化等级 (Grade Of Automation)
 JRU: 司法记录单元 (Juridical Recording Unit)
 LTE: 长期演进 (Long Term Evolution)
 MVB: 多功能车辆总线 (Multifunction Vehicle Bus)
 PWM: 脉冲宽度调制 (Pulse Width Modulation)
 RAMS: 可靠性、可用性、可维护性、安全性 (Reliability, Availability, Maintainability, Safety)
 TCMS: 列车控制和管理系统 (Train Control and Management System)
 TCR: 轨道电路读取器 (Track Circuit Reader)
 TRDP: 列车实时数据通信协议 (Train Realtime Data Protocol)
 ZC: 区域控制器 (Zone Controller)

5 总体要求

- 5.1 跨线车载设备应满足列车在 CTCS2+ATO 线路和 CBTC 线路间跨线运行的要求。
- 5.2 CTCS2+ATO 车载设备的总体要求、技术要求、工作模式定义与转换、系统运营场景要求、系统性能要求、系统接口要求应符合 TB/T 3598.1, CBTC 车载设备的系统构成、系统功能、驾驶模式定义与转换、系统运营场景要求、通用数据格式、内部接口要求、外部接口要求、系统性能要求、人机接口要求、电磁兼容及防护要求、环境适用性要求应符合 TB/T 3598.2。
- 5.3 CTCS2+ATO 车载设备与 CBTC 车载设备应独立设置, 两套车载设备之间应增加接口并采用安全通信协议传输数据, 实现停车或不停车控车权切换。
- 5.4 在 CTCS2+ATO 线路和 CBTC 线路的切换区, 地面轨旁信号设备及车地通信系统应同时满足 CTCS2+ATO 与 CBTC 两种列车混合运行的要求。
- 5.5 在切换区, CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备宜分别从 CTC、ATS 接收运行计划, 分别向 CTC、ATS 发送列车实际运行状态信息。
- 5.6 跨线车载设备宜以 GOA2 级实现 CTCS2+ATO 线路和 CBTC 线路的跨线运行。
- 5.7 跨线车载设备宜统一和简化与车辆接口, 应增加输出切换单元, 由输出切换单元统一向车辆输出控车命令。跨线车载设备应支持优先手动切换控车制式。控车车载设备应负责监控列车运行安全, 并向列车输出控车命令。非控车车载设备故障时, 不应影响控车车载设备的正常控车。
- 5.8 跨线车载设备自动换端时, 非控车车载设备应随控车车载设备一起完成换端。跨线车载设备的自动换端时间不应大于 20s。
- 5.9 CTCS2+ATO 线路和 CBTC 线路的切换区可参考附录 A 进行设计。

6 系统构成及设备要求

- 6.1 跨线车载设备由 CTCS2+ATO 车载设备、CBTC 车载设备、输出切换单元、制式选择开关构成。跨线车载设备结构示意图如图 1 所示。

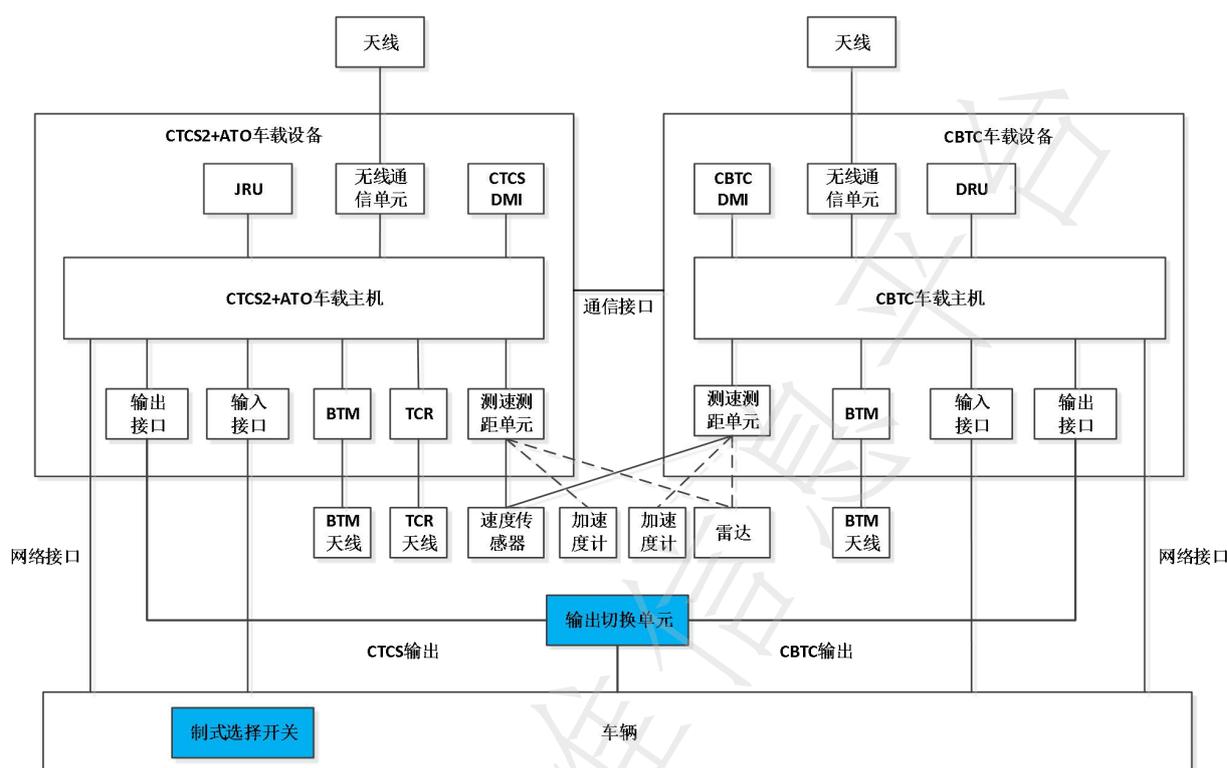


图 1 跨线车载设备结构示意图

6.2 两套车载设备之间应通过通信接口周期交互信息，支持控制权切换。两套车载设备同时工作，同时采集车辆信息，仅控车车载设备向车辆输出控制命令。

6.3 跨线车载设备应配置制式选择开关，制式选择开关应具有 CTCS-2、CBTC 和自动三个档位。制式选择开关只能在停车状态下操作。制式选择开关位于不同位置时，通过 DMI 选择 CTCS2+ATO 制式或 CBTC 制式应符合以下约束：

- 当制式选择开关位于自动位时，列车运动状态下，跨线车载设备支持在司机确认下的控车权自动切换；
- 当制式选择开关位于自动位时，列车静止状态下，如 DMI 界面配置制式按键，可通过 DMI 操作实现控车权手动切换；
- 当制式选择开关位于 CTCS-2 位时，CTCS2+ATO 车载设备 DMI 禁止选择 CBTC 制式；
- 当制式选择开关位于 CBTC 位时，CBTC 车载设备 DMI 禁止选择 CTCS2+ATO 制式；
- 当制式选择开关位于自动位且 CTCS2+ATO 车载设备控车时，若 CBTC 车载设备工作状态正常，CTCS2+ATO 车载设备 DMI 应支持选择 CBTC 制式；若 CBTC 车载设备工作状态异常，CTCS2+ATO 车载设备 DMI 应禁止选择 CBTC 制式；
- 当制式选择开关位于自动位且 CBTC 车载设备控车时，若 CTCS2+ATO 车载设备工作状态正常，CBTC 车载设备 DMI 应支持选择 CTCS2+ATO 制式；若 CTCS2+ATO 车载设备工作状态异常，CBTC 车载设备 DMI 应禁止选择 CTCS2+ATO 制式。

6.4 跨线车载设备增加输出切换单元。输出切换单元用于切换两套车载设备与车辆的输出通道，确保任何时刻只有控车车载设备的控车指令可以输出到车辆。输出切换单元应至少包含控车权决策模块和输出模块。跨线车载设备输出信号切换原理如图 2 所示。输出信号切换方式应满足以下要求：

- 当制式选择开关位于 CTCS-2 位时，CTCS2+ATO 车载设备为控车车载设备，不支持自动切换控车权，CTCS2+ATO 车载设备向输出切换单元的控车权决策模块发送 CTCS 控车权有效信息；
- 当制式选择开关位于 CBTC 位时，CBTC 车载设备为控车车载设备，不支持自动切换控车权，CBTC 车载设备向输出切换单元的控车权决策模块发送 CBTC 控车权有效信息；
- 当制式选择开关位于自动位时，CTCS2+ATO 车载设备与 CBTC 车载设备支持自动切换控车权。当 CTCS2+ATO 车载设备为控车车载设备时，CTCS2+ATO 车载设备向输出切换单元的控车权决策

模块发送 CTCS 控车权有效信息。当 CBTC 车载设备为控车车载设备时，CBTC 车载设备向输出切换单元的控车权决策模块发送 CBTC 控车权有效信息；

- d) 输出切换单元的控车权决策模块应向 CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备反馈控车权状态；
- e) 当制式选择开关位于 CTCS-2 位，且 CTCS 控车权信息有效，输出切换单元的控车权决策模块向输出模块发送 CTCS2+ATO 车载设备拥有控车权信息；
- f) 当制式选择开关位于 CBTC 位时，且 CBTC 控车权信息有效，输出切换单元的控车权决策模块向输出模块发送 CBTC 车载设备拥有控车权信息；
- g) 当制式选择开关位于自动位时，CTCS 控车权信息有效且 CBTC 控车权信息无效，控车权决策模块向输出模块发送 CTCS2+ATO 车载设备拥有控车权信息；
- h) 当制式选择开关位于自动位时，CTCS 控车权信息无效且 CBTC 控车权信息有效，控车权决策模块向输出模块发送 CBTC 车载设备拥有控车权信息；
- i) CTCS2+ATO 车载设备应将 CTCS 输出信号发送给输出切换单元的输出模块；CBTC 车载设备应将 CBTC 输出信号发送给输出切换单元的输出模块；
- j) 当 CTCS2+ATO 车载设备拥有控车权时，输出切换单元的输出模块应将 CTCS2+ATO 车载设备的输出信号发送给车辆；
- k) 当 CBTC 车载设备拥有控车权时，输出切换单元的输出模块应将 CBTC 车载设备的输出信号发送给车辆。

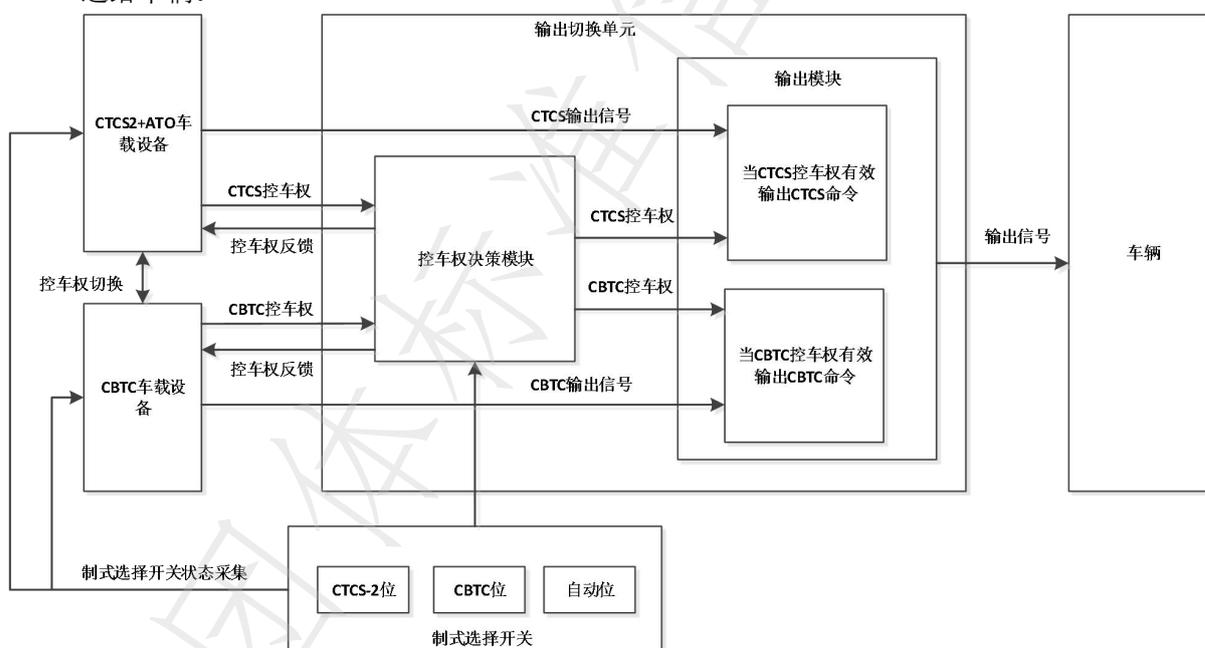


图 2 跨线车载设备输出信号切换原理图

6.5 CTCS2+ATO 车载设备采集 CTCS 输入信号，CBTC 车载设备采集 CBTC 输入信号，CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备同时采集 CTCS/CBTC 共用输入信号。

6.6 CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备可共用速传、雷达（可选）、加速度计（可选）、车地通信天线等。

6.7 非控车车载设备不应输出控车命令，且不检查来自车辆的反馈信号。

7 功能要求

7.1 上电启动功能

7.1.1 跨线车载设备上电应进行自检，自检完成后，应通过人工选择方式分别与车辆进行制动测试。列车两端的跨线车载设备均需要进行上电自检和制动测试。上电自检和制动测试均成功后，方可使用跨线车载设备。

7.1.2 当制式选择开关位于 CTCS-2 位时，CTCS2+ATO 车载设备可单独上电，或两套车载设备均上电，

CTCS2+ATO 车载设备应执行启动流程，启动流程完成后，可以 CTCS2+ATO 制式驾驶列车运行。

7.1.3 当制式选择开关位于 CBTC 位时，CBTC 车载设备可单独上电，或两套车载设备均上电，CBTC 车载设备应执行启动流程，启动流程完成后，可以 CBTC 制式驾驶列车运行。

7.1.4 当制式选择开关位于自动位时，如果默认 CTCS2+ATO 车载设备具有控车权，跨线车载设备上电，CTCS2+ATO 车载设备应执行启动流程，并向 CBTC 车载设备反馈工作状态。司机手动切换到 CBTC 制式，CBTC 车载设备应执行启动流程，并向 CTCS2+ATO 车载设备反馈工作状态。默认制式为 CTCS2+ATO 的上电启动过程如图 3 所示。

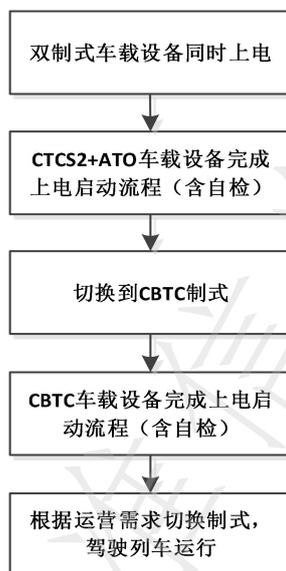


图 3 默认制式为 CTCS2+ATO 的上电启动过程

7.1.5 当制式选择开关位于自动位时，如果默认 CBTC 车载设备具有控车权，跨线车载设备上电，CBTC 车载设备应执行启动流程，并向 CTCS2+ATO 车载设备反馈工作状态。司机手动切换到 CTCS2+ATO 制式，CTCS2+ATO 车载设备应执行启动流程，并向 CBTC 车载设备反馈工作状态。默认制式为 CBTC 的上电启动过程如图 4 所示。

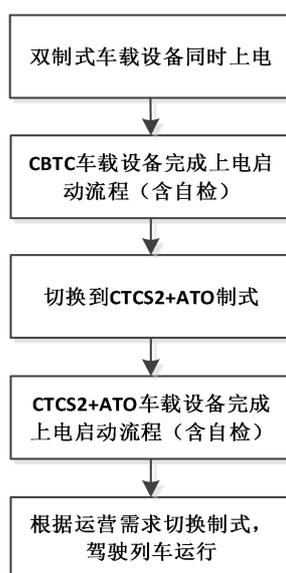


图 4 默认制式为 CBTC 的上电启动过程

7.1.6 当制式选择开关位于自动位时，CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备分别完成启动流程，工作状态均正常时，司机可根据运营需求人工切换控车权，选择以 CTCS2+ATO 车载设备或 CBTC 车载设备驾驶列车运行。

7.2 双制式切换通用功能

- 7.2.1 跨线车载设备应支持 ATP 控车时的不停车制式切换，还应支持 ATO 控车时的不停车制式切换。
- 7.2.2 跨线车载设备应具备不停车制式切换和停车手动制式切换功能。
- 7.2.3 两种制式不停车切换时，非控车车载设备需要向控车车载设备发送切换基准应答器、切换点位置、切换点限速、ATO 牵引制动状态、ATO 牵引制动控制量等信息。控车车载设备应将非控车车载设备在切换点限速等信息纳入速度曲线计算，控制列车平滑通过切换点，避免触发制动。
- 7.2.4 在进行制式切换时，切换预告、切换结果、切换失败原因等信息应在控车车载设备的 DMI 上进行显示，并给出语音提示或报警。
- 7.2.5 在制式切换车站进行停车状态下的制式切换时，应在进站停车控车制式下控制车门开关及站台门联动，待乘客完成换乘，车门及站台门正常关闭后，再进行制式切换，避免由于制式切换故障影响乘客换乘。
- 7.2.6 当制式选择开关处于自动位时，CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备应通过周期通信方式交互切换请求与切换应答，完成制式切换过程。当 CTCS2+ATO 车载设备与 CBTC 车载设备通信中断，或切换过程中发生切换失败或设备故障等情况时，控车车载设备应保持切换前的制式继续控车运行，在当前制式的切换区终点边界前正常停车，等待人工处理。

7.3 CBTC 向 CTCS2+ATO 不停车制式切换功能

- 7.3.1 CBTC 车载设备在电子地图中配置预告点和切换点位置，列车经过预告点位置后，跨线车载设备启动制式切换流程，CBTC 车载设备与 CTCS2+ATO 车载设备通过内部信息交互检查切换条件。CBTC 车载设备也可结合 ATS 下发的运行计划中目标站的制式属性，确定列车是否在切换点进行制式切换。
- 7.3.2 在具备切换条件时，在切换点前一定距离（可配置）或一定时间（可配置），CBTC 车载设备 DMI 应提示司机进行制式切换确认。
- 7.3.3 如果司机确认制式切换，列车经过切换点位置，CBTC 车载设备未处于紧急制动状态，跨线车载设备切换为 CTCS2+ATO 制式，CBTC 车载设备转入后台非控车状态。
- 7.3.4 如果制式切换成功，CTCS2+ATO 车载设备应通过 DMI 向司机提示制式切换成功。CTCS2+ATO 车载设备控制列车运行，在列车未驶出切换区前，CBTC 车载设备正常接收轨旁 ZC、应答器数据，但是不控制列车。
- 7.3.5 如果制式切换不成功，CBTC 车载设备应通过 DMI 向司机提示制式切换失败并报警，列车按控车曲线停车。停车后，司机和调度确认后，由司机手动切换为 CTCS2+ATO 制式。

7.4 CBTC 向 CTCS2+ATO 停车制式切换功能

- 7.4.1 CBTC 车载设备收到包含制式切换信息的运行计划，控制列车在制式切换车站完成自动对位停车。对位停车后，CBTC 车载设备应自动联动开启车门和站台门。停站时间结束后，CBTC 车载设备应根据门控模式完成车门自动/人工关闭，并自动联动关闭站台门。车门关闭后，CBTC 车载设备应通过 DMI 提示司机进行制式切换。
- 7.4.2 司机手动完成制式切换后，CTCS2+ATO 车载设备进入前台控车状态，CBTC 车载设备进入后台非控车状态。
- 7.4.3 如果制式切换成功，出站信号开放，发车条件满足后，CTCS2+ATO 车载设备应控制发车指示灯闪烁提示司机发车，司机按压启动按钮，ATO 控制列车发车。
- 7.4.4 如果制式切换不成功，列车停在站台，司机和调度确认后，由司机手动切换为 CTCS2+ATO 制式。

7.5 CTCS2+ATO 向 CBTC 不停车制式切换功能

- 7.5.1 列车经过预告应答器组后，跨线车载设备启动制式切换流程，CTCS2+ATO 车载设备与 CBTC 车载设备通过内部信息交互检查切换条件。CTCS2+ATO 车载设备也可结合 CTC 下发的运行计划中下一站的制式属性，确定列车是否在切换点进行制式切换。
- 7.5.2 在具备切换条件时，在切换点前一定距离（可配置）或一定时间（可配置），CTCS2+ATO 车载设备 DMI 应提示司机进行制式切换确认。
- 7.5.3 如果司机确认制式切换，列车经过执行应答器组，CTCS2+ATO 车载设备未处于紧急制动状态，跨线车载设备切换为 CBTC 制式，CTCS2+ATO 车载设备转入后台非控车状态。
- 7.5.4 如果制式切换成功，CBTC 车载设备通过 DMI 向司机提示制式切换成功。CBTC 车载设备根据 ZC

发送的行车许可控制列车运行。在列车未驶出切换区前，CTCS2+ATO 车载设备正常接收轨道电路、应答器数据，但是不控制列车。

7.5.5 如果制式切换不成功，CTCS2+ATO 车载设备通过 DMI 向司机提示制式切换失败并报警，列车按控车曲线停车。停车后，司机和调度确认后，由司机手动切换为 CBTC 制式。

7.6 CTCS2+ATO 向 CBTC 停车制式切换功能

7.6.1 CTCS2+ATO 车载设备收到包含制式切换信息的运行计划，在制式切换车站完成自动对位停车。对位停车后，CTCS2+ATO 车载设备自动联动开启车门和站台门。停站时间结束后，CTCS2+ATO 车载设备根据门控模式完成车门自动/人工关闭，并自动联动关闭站台门。车门关闭后，CTCS2+ATO 车载设备通过 DMI 显示切换至 CBTC 控车的确认文本，提示司机进行制式切换。

7.6.2 司机手动完成制式切换后，CBTC 车载设备进入前台控车状态，CTCS2+ATO 车载设备进入后台非控车状态。

7.6.3 如果制式切换成功，出站信号开放，发车条件满足后，由 CBTC 车载设备控制发车指示灯闪烁提示司机发车，司机按压启动按钮，ATO 控制列车发车。

7.6.4 如果制式切换不成功，列车停在站台，司机和调度确认后，由司机手动切换为 CBTC 制式。

8 人机交互要求

8.1 CBTC 车载设备 DMI 界面显示

CBTC 车载设备控车时，CBTC 车载设备 DMI 显示及操作应符合 TB/T 3598.2 的规定。

CTCS2+ATO 车载设备控车时，CBTC 车载设备 DMI 界面显示为未激活状态，通过文字显示当前处于 CTCS2 控车状态。

8.2 CTCS2+ATO 车载设备 DMI 界面显示

CTCS2+ATO 车载设备控车时，CTCS2+ATO 车载设备 DMI 显示及操作应符合 TB/T 3598.1 的规定。

CBTC 车载设备控车时，CTCS2+ATO 车载设备 DMI 界面显示为未激活状态，通过文字显示当前处于 CBTC 控车状态。

8.3 制式切换时的界面操作

8.3.1 CTCS2+ATO 制式切换 CBTC 制式

在运行过程中，列车接近从 CTCS2+ATO 向 CBTC 切换的制式切换点时，CTCS2+ATO 车载设备 DMI 应弹出切换至 CBTC 控车的确认文本，提示司机确认。

在制式切换车站停车，完成乘降作业且车门关闭后，CTCS2+ATO 车载设备 DMI 弹出切换至 CBTC 控车的确认文本，司机确认后，切换至 CBTC 车载设备控车。

若 CTCS2+ATO 车载设备 DMI 界面设置有制式按键，在完成上电启动后的其他停车状态下，司机可按压“制式”键，在制式菜单下选择 CBTC 制式，切换至 CBTC 车载设备控车。

8.3.2 CBTC 制式切换 CTCS2+ATO 制式

在运行过程中，列车接近从 CBTC 向 CTCS2+ATO 切换的制式切换点时，CBTC 车载设备 DMI 应弹出切换至 CTCS2+ATO 控车的确认文本，提示司机确认。

在制式切换车站停车，完成乘降作业且车门关闭后，CBTC 车载设备 DMI 弹出切换至 CTCS2+ATO 控车的确认文本，司机确认后，切换至 CTCS2+ATO 车载设备控车。

若 CBTC 车载设备 DMI 界面设置有制式按键，在完成上电启动后的其他停车状态下，司机可按压“制式”键，在制式菜单下选择 CTCS2 制式，切换至 CTCS2+ATO 车载设备控车。

8.4 安装要求

CTCS2+ATO 车载设备 DMI 和 CBTC 车载设备 DMI 宜安装在便于司机查看和操作的位置。

9 接口要求

9.1 电源接口

9.1.1 车辆应向跨线车载设备提供工作电源，电压满足DC110V（-30%~25%），设备功耗、电源断路器设置根据具体项目确定。跨线车载设备电源可直接采用车辆110V蓄电池电源，电源电气要求遵循GB/T 25119中5.1规定。跨线车载设备的功率不大于1000W。

9.1.2 车辆应向跨线车载设备提供总电源开关，车辆通过总电源开关可向CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备同时供电或断电。

9.1.3 车辆应向跨线车载设备提供CTCS2+ATO车载设备电源开关和CBTC车载设备电源开关，通过CTCS2+ATO车载设备电源开关可单独向CTCS2+ATO车载设备的供电或断电，通过CBTC车载设备电源开关可单独向CBTC车载设备的供电或断电。

9.2 列车电气接口

9.2.1 跨线车载设备与车辆的硬线接口可采用干接点接口、电平接口、PWM或电流环等方式。

9.2.2 列车正常运行时，跨线车载设备控制输出切换单元，自动接通或断开CTCS2+ATO车载设备或CBTC车载设备与车辆的硬线接口。

9.2.3 当制式选择开关位于自动位时，CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备同时在线工作，且同时采集车辆相关输入信息，但同一时刻只有控车车载设备通过车辆接口向车辆输出控车命令，跨线车载设备通过输出切换单元切换与车辆的输出通道。

9.2.4 跨线车载设备同时向车辆TCMS系统发送信息，车辆应只使用控车车载设备的信息。

9.2.5 CTCS2+ATO车载设备输入、输出信号应符合TB/T 3598.1的规定。

9.2.6 CBTC车载设备输入、输出信号应符合TB/T 3598.2的规定。

9.3 列车通信接口

9.3.1 跨线车载设备和车辆系统通信接口应采用TRDP以太网或MVB总线方式接口。

9.3.2 列车单端的CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备应向车辆报告本设备为控车车载设备或非控车车载设备，且同一时刻只能有一套车载设备向车辆报告本设备为控车车载设备。

9.3.3 两套车载设备与车辆TCMS系统网络接口各节点均同时在线，同一时刻车辆应只响应控车车载设备的指令。

9.4 车地无线通信接口

9.4.1 车地无线接口应符合TB/T 3598.1和TB/T 3598.2的规定。

9.4.2 当CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备共用车地通信天线时，应安装多模通信天线。

9.5 制式间通信接口

9.5.1 CTCS2+ATO车载设备与CBTC车载设备间应采用安全通信协议进行数据传输。

9.5.2 CTCS2+ATO车载设备与CBTC车载设备间可采用串口、网络接口等通信方式，交互信息可包含以下内容：

- a) 切换命令；
- b) 切换命令确认；
- c) 切换基准应答器；
- d) 切换点位置；
- e) 切换点限速；
- f) ATO牵引制动状态；
- g) ATO牵引制动控制量；
- h) ATO推荐速度；
- i) ATP允许速度；
- j) 车次号；
- k) 司机号；
- l) 工作状态；
- m) 控车模式；
- n) 文本信息；
- o) 心跳信息。

9.5.3 CTCS2+ATO 车载设备与 CBTC 车载设备间数据通信协议应符合附录 B 的规定。

9.6 数据记录接口

CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备应配置数据记录单元，该单元用于记录本车载设备的工作状态及各种输入输出信息，以及来自对方车载设备的输入数据。CTCS2+ATO 车载设备和 CBTC 车载设备记录单元宜分别设置。

10 RAMS 要求

- 10.1 输出切换单元应符合故障-安全原则。
- 10.2 双制式切换功能应符合故障-安全原则。
- 10.3 CTCS2+ATO 车载设备 RAMS 要求应符合 TB/T 3598.1 的规定。
- 10.4 CBTC 车载设备 RAMS 要求应符合 TB/T 3598.2 的规定。

附录 A (规范性) 切换区设计规则

A.1 总体设计规则

A.1.1 根据切换地点不同，切换区分为两类：

- a) 站内切换区，针对停车切换场景；
- b) 区间切换区，针对不停车切换场景。

A.1.2 站内切换区为车站范围，包括股道、接近区段和离去区段，应综合考虑运行速度、线路条件、车辆条件、无线通信建立时间等信息，确定切换区的具体范围。

A.1.3 区间切换区应避开分相区。

A.1.4 切换区内布置ZPW-2000轨道电路、应答器、计轴、信号机、转辙机等地面设备。

A.1.5 切换区范围应同时覆盖CTCS2+ATO线路和CBTC线路的无线通信制式，目前常用的制式为LTE-M、GSM-R和5G。

A.1.6 切换区内的ZPW-2000轨道电路应遵照CTCS-2规范进行发码。

A.1.7 切换区内的应答器应遵照CTCS-2规范发送报文。

A.1.8 CBTC电子地图和CTCS-2数据应包含切换区。

A.1.9 切换区边界前应设置制式转换标志牌。

A.1.10 在切换区内，跨线车载设备应遵循最限制速度曲线的计算原则，即考虑线路的固定限速、临时限速、列车构造限速及当前各自驾驶模式限速等，CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备在各自ATP防护下均不可突破最限制速度。在切换区切换过程中，切换速度应低于CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备中较低的允许速度，防止切换过程中由于超速触发制动。

A.1.11 在工程设计中，可以将切换区CTCS紧急制动触发速度定义为CBTC不可突破速度，CBTC车载设备根据不可突破速度计算允许速度。在控车制式切换过程中，CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备应周期交换其允许速度，控车车载设备将车速降低至CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备中较低的允许速度，完成制式切换。切换区不宜设置降速区。

A.1.12 切换区预告应答器与执行应答器之间的距离，应大于跨线车载设备最高允许速度下走行5s的距离。

A.1.13 切换区长度计算应充分考虑无线通信建立期间列车走行距离、预告应答器与执行应答器之间的距离、切换失败后列车以常用制动控制停车的距离、停车点与切换区边界的保护距离等条件。

A.2 应答器布置规则

A.2.1 CTCS-2应答器报文与CBTC应答器报文分别有对应的标准规范进行定义：CTCS-2应答器报文遵循T/B/T 3484，CBTC应答器报文定义遵循T/CAMET 04011.1，两者在报文信息帧结构方面基本相同。

A.2.2 独立设置的CTCS2+ATO车载设备和CBTC车载设备对CTCS-2应答器信息包和CBTC应答器信息包均能接收和识别。在切换区域，CTCS-2车载设备接收并丢失（不使用）CBTC应答器信息包，CBTC车载设备仅将含有CTCS-2特殊报文的应答器作为列车重定位应答器使用。可合并设置站台精确停车应答器及区间定位应答器，避免由于两种不同制式信号系统应答器在站台及区间安装位置重叠产生的问题。

A.2.3 典型的站内切换区设计如图A.1所示：

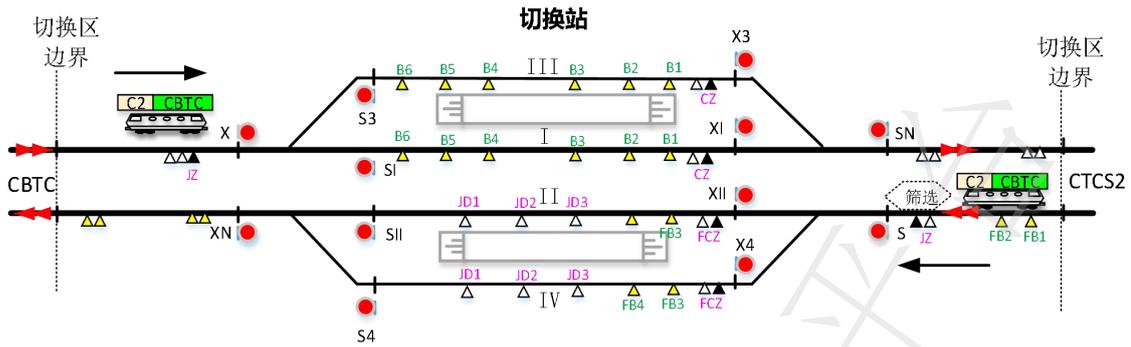


图 A.1 站内切换区设计

其中I、III股道CBTC站台精确定位应答器按头尾冗余布置，距离应答器天线停车点如表A.1所示，分别为：

表 A.1 CBTC 停车应答器距离停车点位置

序号	名称	应答器间距
1	B1 至头车天线停车点	1.3 米至 3.5 米
2	B2 至头车天线停车点	25 米至 35 米
3	B3 至头车天线停车点	70 至 100 米
4	B4 至尾车天线停车点	70 至 100 米
5	B5 至尾车天线停车点	25 米至 35 米
6	B6 至尾车天线停车点	1.3 米至 3.5 米

II、IV股道CTCS2+ATO站台精确定位应答器按单端布置，距离停车点如表A.2所示，分别为：

表 A.2 CTCS2+ATO 停车应答器距离停车点位置

序号	名称	应答器间距
1	JD1 至头车停车定位基准点	10 米
2	JD2 至头车停车定位基准点	40 米
3	JD3 位置	站台中间

上述应答器布置仅考虑单向运行场景，如果是双向运行场景，同理布置即可。在应答器布置应满足应答器间最小间隔要求，不满足间隔要求时可共用设置。

A.2.4 典型的区间切换区设计如图A.2所示：

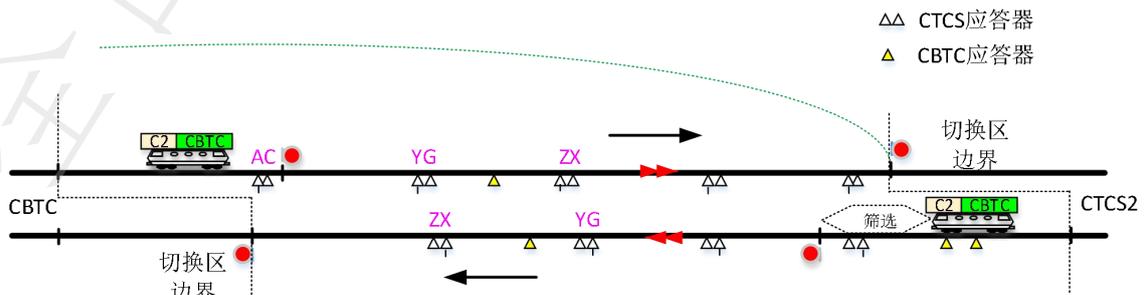


图 A.2 区间切换区设计

附录 B
(规范性)
跨线车载设备之间通信协议

B.1 通信协议格式

跨线车载设备之间通信协议应符合表B.1要求。

表 B.1 跨线车载设备之间通信协议

字段名称	大小 (BYTE)	说明
数据包类型	1	1: CTCS2+ATO 向 CBTC 发送 2: CBTC 向 CTCS2+ATO 发送
数据包长度	1	包含数据包类型在内的所有数据内容总长度
序列号	1	1-255 循环递增
切换命令	1	0xAA: 切换命令有效 0x55: 切换命令无效 其他: 无效值
切换命令确认	1	0xAA: 切换命令确认有效 0x55: 切换命令确认无效 其他: 无效值
切换基准应答器	4	应答器编号
切换点位置	4	单位: dm 有效值: 0-0xFFFFFFFFE 最大值: 0xFFFFFFFFE 默认值: 0xFFFFFFFFF
切换点限速	2	分辨率: 0.01km/h 有效值: 0-65534 默认值: 65535
ATO 牵引制动状态	1	0xAA: 牵引 0x55: 制动 0xA5: 惰行 0x00: 无命令 其他: 无效值
ATO 牵引控制量	2	0-16384: 0-100% 16384-32767: 100%-200% 其他: 无效值
ATO 制动控制量	2	0-16384: 0-100% 其他: 无效值
ATP 允许速度	2	分辨率: 0.01km/h 有效值: 0-65534 默认值: 65535
ATO 推荐速度	2	分辨率: 0.01km/h 有效值: 0-65534 默认值: 65535
车次号	4	
司机号	8	
工作状态	1	0xAA: 工作状态正常 0x55: 工作状态异常 其他: 无效值

表 B.1 跨线车载设备之间通信协议（续）

字段名称	大小 (BYTE)	说明
控车模式	1	CTCS2+ATO 车载设备模式： 0: FS 1: CO 2: OS 3: SH 5: SL 6: SB 7: TR 8: PT 10: IS 11: AM 其他：无效 CBTC 车载设备模式： 1: FAM 2: CAM 3: AM 4: CM 5: RM 6: RRM 7: EUM 其他：无效
文本信息	1	预定义文本编号
预留	5	
CRC 校验码	4	CRC32 校验包括从数据包类型到文本信息在内的所有数据

B.2 通信协议说明

- B.2.1 多字节变量按大端模式发送。
- B.2.2 数据接收方应检查信息帧中各字段是否合法，如果数据不合法，应丢弃该数据包。
- B.2.3 应周期发送数据。