

ICS 45 020
S73

团体标准

T/VSTR 2020-006

基于卫星定位技术的调车安全辅助防护 系统技术条件

**Technical specifications of shunting assisted protection system based on —
Satellite positioning technology**

2020-12-07 发布

2020-12-31 实施

中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟 发布

目 次

前 言.....	IIII
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	3
5 系统技术条件.....	3
5.1 系统适用条件.....	3
5.2 系统构成.....	3
5.3 系统控制模式及功能.....	4
5.4 系统性能.....	5
5.5 通信及接口.....	6
6 中心设备.....	7
6.1 中心设备构成.....	7
6.2 中心设备功能.....	7
6.3 中心设备性能.....	7
6.4 中心设备环境适应性.....	7
6.5 中心设备电磁兼容性.....	7
6.6 中心设备供电.....	7
7 站/段设备.....	8
7.1 站/段设备构成.....	8
7.2 站/段设备功能.....	8
7.3 站/段设备性能.....	8
7.4 站/段设备环境适应性.....	8
7.5 站/段设备电磁兼容性.....	8
7.6 站/段设备供电.....	8
8 基准站设备.....	8
8.1 基准站设备构成.....	8
8.2 基准站选址要求.....	9
8.3 基准站设备功能.....	9
8.4 基准站设备性能.....	10
8.5 基准站设备环境适应性.....	10
8.6 基准站设备电磁兼容性.....	10
8.7 基准站设备供电.....	10
9 车载设备.....	10
9.1 车载设备构成.....	10
9.2 车载主机.....	11
9.3 车载天线.....	11
9.4 人机界面.....	11
9.5 车载设备功能.....	11
9.6 车载设备性能.....	12

9.7 车载设备环境适应性和供电.....	12
9.8 车载设备电磁兼容性.....	13

前 言

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

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

本文件由中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟铁路卫星应用专委会提出并归口。

本文件起草单位：株洲太昌电子信息技术有限公司、北京交通大学、北京世纪东方通讯设备有限公司、卡斯柯信号有限公司、中铁电气化局集团有限公司智能交通技术分公司、北京合众思壮科技股份有限公司、南京泰通科技股份有限公司。

本文件主要起草人：李桦、王惠春、陆德彪、刘燕妮、程佳佳、李芝宏、张小林、刘鑫。

基于卫星定位技术的调车安全辅助防护系统技术条件

1 范围

本文件规定了基于卫星定位技术的调车安全辅助防护系统（以下简称“系统”）的系统技术要求（包括适用条件、构成、控制模式及功能、性能、通信及接口），以及中心设备、基准站设备、站/段设备和车载设备的技术要求。

本文件适用于防护系统设计和设备制造。

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不可缺少的条款。其中，注明日期的引用文件，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 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
- 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 24338.5 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 25119—2010 轨道交通 机车车辆电子装置
- TB/T 3505—2018 无线调车机车信号和监控系统技术条件
- BD 110001—2015 标准北斗卫星导航术语
- BD 440013—2017 北斗地基增强系统基准站建设技术规范
- RTCM 10403.3 差分数据服务标准-第三版（RTCM Standard 10403.3 Differential GNSS（Global Navigation Satellite Systems） Services Version 3）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

定位 positioning

利用测量信息确定用户位置的过程或技术。

[来源：BD 110001—2015，2.1]

3.2

定位精度 positioning accuracy

观测位置值与真实位置值之差的统计值。

[来源：BD 110001—2015，2.3]

3.3

允许解锁 unlocking permitted

允许司机通过人机界面“解锁”操作，解除对运行前方的限速或停车控制要求。

3.4

差分 differential

一种改进无线电导航系统定位精度的技术。通过确定已知位置的定位误差，随后将该误差或校正因子发送给在相同地理区域内使用同一个无线电导航系统信号源的用户。

[来源：BD 110001—2015，2.1.21]

3.5

基准站 reference station

在控制点上架设 GNSS 测量型接收机、通信终端等设备，在一定时间内连续观测、接收卫星信号，并将数据传输给中心设备处理后播发差分改正数据的设施，又称参考站。

[来源：BD 440013—2017，3.1.1，有修改]

3.6

导航电子地图 electronic map for navigation

依据一定的数学法则，使用制图语言，通过制图综合，用数字化的计算机技术表达地球（或其他天体）上各种事物的空间分布、联系及时间中的发展变化状态的图形。

[来源：BD 110001—2015，4.8.3.5]

3.7

铁路导航电子地图 electronic map for railway navigation

应用于铁路调车安全辅助防护系统的导航电子地图（3.6），包括站场股道、区间线路和道岔、信号机、绝缘节、土档等防控要素地理信息，以及防控规则等信息。

3.8

地图匹配 Map Matching (MM)

把从定位模块获取到的位置（轨迹）与导航地图数据库所提供的地图位置（路径）进行匹配来确定车辆在地图上位置的一种技术。

[来源：BD 110001—2015，4.8.3.8]

3.9

无线调车机车信号 wireless shunting cab signal

采用无线通信方式将调车相关的信号、道岔、轨道电路区段信息传送到调车机车并在人机界面单元上反映车列、机车（单机）前方运行条件的信号显示。

[来源：TB/T 3505—2018，3.1，有修改]

3.10

自轮运转特种设备 self-propelled equipment

在铁路营业线上运行的铁路轨道车、救援起重机及铁路施工、维修专用车辆（包括架桥机、铺轨机、接触网作业车、大型养路机械等）。

注：参考中国铁路总公司 《铁路技术管理规程》（普速铁路部分）（铁总科技[2014]172号）第193条。

3.11

无信号控制模式 control mode without cab signal

铁路调车安全辅助防护系统中，无法接收站场信号信息但能够正常定位时的控制方式。

3.12

有信号控制模式 control mode with cab signal

铁路调车安全辅助防护系统中，能够接收到站场信号信息且能够正常定位时的控制方式。

3.13

故障降级控制模式 control mode on-sight

铁路调车安全辅助防护系统中，无法接收到站场信号信息且不能正常定位时的控制方式。

3.14

区间作业控制模式 control mode during section-work

铁路调车安全辅助防护系统中，自轮运转特种设备在区间作业且能够正常定位时的控制方式。

3.15

调车信号突变 shunting signal mutation

调车机车运行过程中，当机车前端距前方信号机的距离小于制动距离时，该信号突然关闭的情况。

[来源：TB/T 3505—2018，3.7]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

BDS：北斗卫星导航系统 (BeiDou navigation satellite System)

BINEX：二进制交换数据格式 (BINary EXchange format)

GLONASS：格洛纳斯 (GLObal NAVigation Satellite System)

GPS：全球定位系统 (Global Positioning System)

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

NTRIP：通过互联网进行RTCM网络传输的协议 (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)

RINEX：与接收机不相关的交换数据格式 (Receiver INdependent EXchange format)

RTK：实时动态测量 (Real-Time Kinematic survey)

5 系统技术条件

5.1 系统适用条件

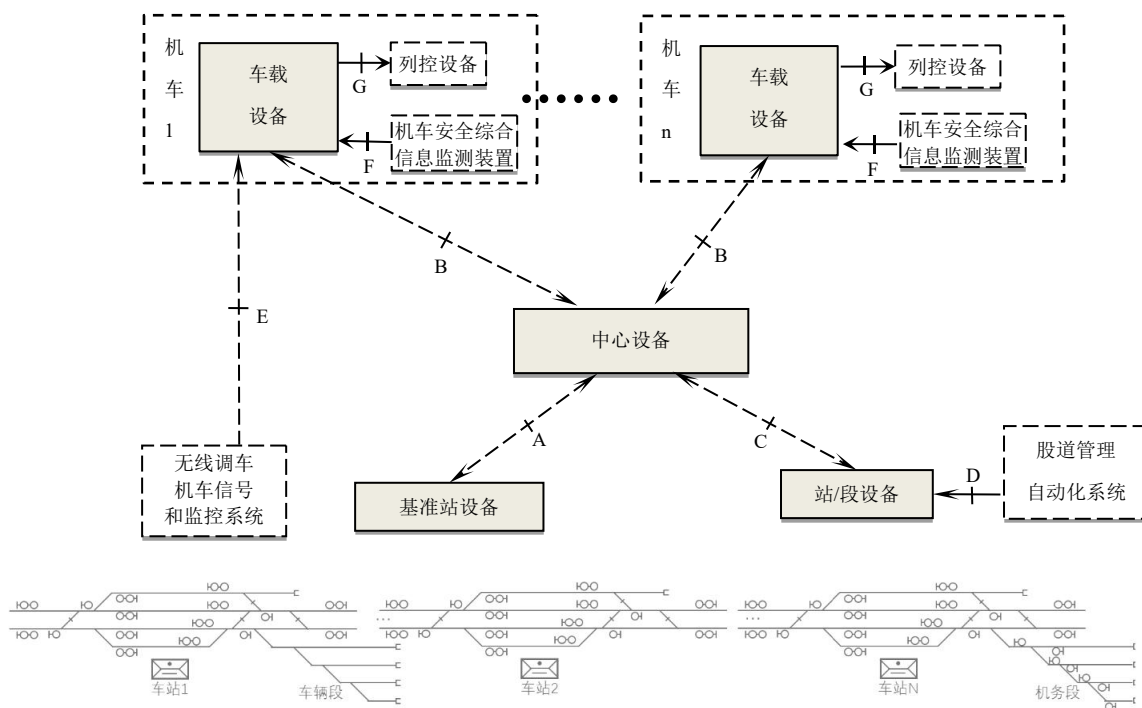
系统适用于在车站、区间、机务段、折返段、客运专线维修基地、铁路专用线等进行平面调车作业的机车和自轮运转特种设备。

5.2 系统构成

系统由中心设备、站/段设备、基准站设备和车载设备组成，如图1所示。其中：

a) 中心设备，部署在站/段等处所；

- b) 站/段设备，部署在具有股道管理自动化系统的机务段或机务折返段；
- c) 基准站设备，部署在车站或铁路沿线；
- d) 车载设备，安装在机车或自轮运转特种设备上。



说明：

- A——基准站设备与中心设备通信接口
- B——车载设备与中心设备通信接口
- C——站段设备与中心设备接口
- D——股道管理自动化系统采集接口
- E——无线调车机车信号和监控系统采集接口
- F——机车安全信息综合监测装置接口
- G——列控设备接口

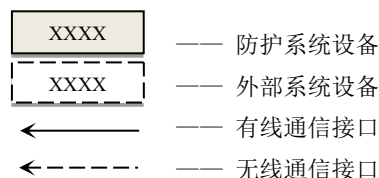


图 1 防护系统构成示意图

5.3 系统控制模式及功能

5.3.1 系统控制模式

系统包括四种控制模式：无信号控制模式、有信号控制模式、故障降级控制模式、区间作业控制模式。系统应根据卫星定位条件及信号接收条件自动选择四种控制模式之一。

5.3.2 系统功能

5.3.2.1 无信号控制模式

系统在无信号控制模式下，应具备下列功能：

- a) 防止机车未按规定越过车站站界；

- b) 防止机车未按规定越过尽头线安全距离停车点；
- c) 提示司机防止机车未按规定越过一度停车点；
- d) 提示司机防止电力机车越过接触网终点标；
- e) 提示司机防止机车运行速度超过调车作业允许的最高限速；
- f) 提示司机防止机车运行速度超过道岔允许的最高限速；
- g) 提示司机防止机车运行速度超过固定限速区段允许的最高限速；
- h) 当机车前端距尽头线的距离在设定的“允许解锁”范围内，且不超过设定的“允许解锁”速度时，提供解锁操作条件，解锁后提示司机以不超过规定的速度接近尽头线终点，接近过程应人工确认停车距离；
- i) 机车需要越出站界调车，且机车前端距越出站界的距离在设定的“允许解锁”范围内时，提供解锁操作条件，解锁后提示司机以不超过规定的调车作业速度越出站界调车；
- j) 在已获得初始定位的条件下，当卫星信号丢失时，可根据机车当前所在股道，实现机车在同一股道上（未越过道岔）推算机车位置；
- k) 车载人机界面单元实时显示站场平面示意图，以及机车位置、前方防护点类型、距离、实际速度、限速、运行方向等信息。

5.3.2.2 有信号控制模式

系统在有信号控制模式下，应具备5.3.2.1的功能以及下列功能：

- a) 防止机车越过关闭的信号机；
- b) 车载人机界面单元实时显示站场平面示意图上的信息，包括进路和轨道电路区段占用、道岔定/反位表示、调车信号和列车信号状态信息；
- c) 在已获得初始定位的条件下，当卫星信号丢失时，可根据机车进路推算机车位置，并可越过道岔持续推算机车位置。

5.3.2.3 故障降级控制模式

系统在故障降级控制模式下，应具备下列功能：

- a) 有信号控制模式下，当防护系统无法接收到无线调车信号时，自动降级到无信号控制模式，车载人机界面上站场平面示意图所有道岔和信号表示消失，并提示司机；
- b) 有信号控制模式或无信号控制模式下，当防护系统检测到卫星定位丢失或定位精度不能达到股道级定位要求时，自动降级到故障降级控制模式并启动报警，车载人机界面上站场平面示意图上车辆位置表示消失，并提示司机。

5.3.2.4 区间作业控制模式

系统在区间作业控制模式下，应具备下列功能：

- a) 自轮运转特种设备由车站进入封锁作业区间后，系统自动切换到区间作业控制模式；
- b) 具备区间作业时间、公里标、作业防护点等作业参数输入并显示功能；
- c) 自轮运转特种设备由作业区间返回车站后，自动退出区间作业控制模式。

5.4 系统性能

系统性能应符合下列规定：

- a) 沿轨道方向定位精度误差不大于 1 m，99.99 %概率；
- b) 防护提示报警响应时间不大于 2 s；
- c) 车地通信时间间隔不大于 2 s；

- d) 差分数据播发的时间间隔为 1 s~5 s;
- e) 车载设备和中心设备通信周期不应大于 2 s, 无线通信中断 3 个通信周期时, 判定为通信故障。通信故障反应时间不应大于 6.5 s。

5.5 通信及接口

5.5.1 A 接口

A接口应符合下列规定:

- a) A口是基准站和中心设备之间的接口, 可采用有线或无线网络;
- b) 通信协议采用NTRIP。

5.5.2 B 接口

B接口应符合下列规定:

- a) B口是车载设备和中心设备之间的接口;
- b) 该接口采用无线网络通信接口。

5.5.3 C 接口

C接口应符合下列规定:

- a) C接口是站/段设备和中心设备之间的接口;
- b) 采用无线网络通信。

5.5.4 D 接口

D接口应符合下列规定:

- a) D接口是站/段设备和股道管理自动化系统之间的接口;
- b) 采用带隔离的串口通信;
- c) 接口及协议应符合有关标准的规定。

5.5.5 E 接口

E接口应符合下列规定:

- a) E接口是车载设备与无线调车机车信号和监控系统之间的接口;
- b) 车载主机通过无线数传电台, 单向接收联锁信息;
- c) 接口及协议应符合TB/T 3035 的有关规定。

5.5.6 F 接口

F接口应符合下列规定:

- a) F接口是车载设备与机车安全信息综合监测装置的接口;
- b) 采用带隔离的RS485串口通信;
- c) 接口及协议应符合有关标准的规定。

5.5.7 G 接口

G接口应符合下列规定:

- a) G接口是车载设备与列控设备之间的接口;
- b) 通过接口向列控设备发送防撞车档预警点或绝对停车点信息;

- c) 接口及协议应符合有关标准的规定。

6 中心设备

6.1 中心设备构成

中心设备应包括服务器、管理终端及通信设备。

6.2 中心设备功能

中心设备应具备下列功能：

- a) 对接入的基准站设备和车载设备进行身份识别；
- b) 对操作人员登录认证，根据权限开放相应的操作功能；
- c) 实时接收基准站发送的卫星差分数据；
- d) 实时接收站/段设备发送的信息，包括站场调车信号状态、道岔位置、轨道电路区段状态等；
- e) 实时接收、显示、记录、回放、检索车载设备发送的信息，包括机车位置、运行方向、运行速度、距前方信号机距离等；
- f) 根据机车所在位置推送差分数据；
- g) 根据机车所在位置发送站防控点状态信息，包括场调车信号、道岔位置、轨道电路区段等；
- h) 根据机车所在位置发送铁路导航电子地图和站场平面示意图；
- i) 实时监测并记录存储各基准站设备、站/段设备和车载设备的运行状态，发生故障和异常时应通过管理终端告警；
- j) 可生成运行记录分析报表；
- k) 对铁路导航电子地图数据库管理，提供远程更新服务；
- l) 基准站远程升级；
- m) 服务器双机热备自动切换。

6.3 中心设备性能

中心设备性能应符合下列规定：

- a) 允许接入基准站数量不少于 1 000 个；
- b) 允许接入车载设备数量不少于 1 000 台；
- c) 允许接入站/段设备数量不少于 200 个；
- d) 中心设备转发差分数据延时不大于 500 ms。

6.4 中心设备环境适应性

中心设备在下列环境条件下应正常工作：

- a) 工作温度：-5 ℃～35 ℃；
- b) 贮存温度：-25 ℃～55 ℃；
- c) 相对湿度：95 % (40 ℃)；
- d) 大气压强：70 kPa～106 kPa(相当于海拔高度 3 000 m)。

6.5 中心设备电磁兼容性

设备的发射限值和抗扰度应符合 GB/T 24338.5 的有关规定。

6.6 中心设备供电

设备采用交流供电，在 $220\text{ V} \pm 44\text{ V}$ 范围内应正常工作。

7 站/段设备

7.1 站/段设备构成

站/段设备包括调车信号采集设备。

7.2 站/段设备功能

站/段设备功能应符合下列规定：

- a) 单向接收机务段股道自动化管理系统或有关系统的调车信号状态、道岔位置、轨道电路区段状态等信息；
- b) 向中心设备实时发送所采集的信息。

7.3 站/段设备性能

站/段设备性能应符合下列规定：

- a) 调车信号采集周期不大于 2 s ；
- b) 调车信号采集到转发至中心设备的时延不大于 300 ms 。

7.4 站/段设备环境适应性

站/段设备在下列环境条件下应正常工作：

- a) 工作温度： $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 贮存温度： $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 相对湿度： 95% ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$)；
- d) 大气压强： $70\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ (相当于海拔高度 $3\ 000\text{ m}$)。

7.5 站/段设备电磁兼容性

设备的发射限值和抗扰度应符合 GB/T 24338.5 的有关规定。

7.6 站/段设备供电

设备采用交流供电，在 $220\text{ V} \pm 44\text{ V}$ 范围内应正常工作。

8 基准站设备

8.1 基准站设备构成

基准站设备应包括GNSS接收机、GNSS天线、通信模块、通信天线、电源模块等，如图2所示。

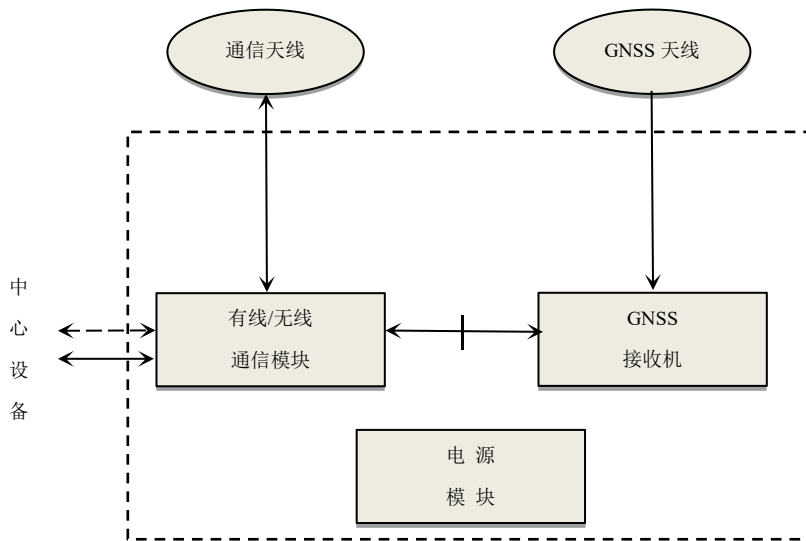


图2 基准站设备组成示意图

8.2 基准站选址要求

基准站选址应符合下列要求：

- 地质稳定，有利于设备安装；
- 对空条件良好，视场内高度角 15°范围内无遮挡；
- 宜避开容易对接收卫星信号产生干扰的位置；
- 供电和通信条件良好。

8.3 基准站设备功能

基准站应具备下列功能：

- 实时接收、存储 BDS 定位数据，并至少同时接收、存储 GPS、GLONASS 和 GALILEO 其中一种系统的相关数据；
- 定时或实时上传原始观测数据到中心设备，支持输出 CMR, CMR+, RTCM(2.0、2.3、3.0、3.X) 差分数据；
- 支持网络远程查看基准站设备运行状态、跟踪参数、网络参数以及远程升级。

8.4 基准站设备性能

基准站GNSS接收机设备性能应符合表1的规定。

表1 基准站GNSS接收机技术要求

序号	性能指标	参数要求
1	工作频点	应能支持 BDS (B1/B2/B3) 频点, 并同时至少支持 GPS (L1/L2/L5) 或 GLONASS (L1/L2)、GALILEO (E1/E5) 中的一种系统的频点
2	信号接收灵敏度	不低于-130 dBm
3	首次定位时间(冷启动)	不大于 50 s
4	静态定位测量精度(RMS)	平面不大于 $\pm(2.5+1\times 10^{-6}\times D)$ mm 垂直不大于 $\pm(5.0+1\times 10^{-6}\times D)$ mm
5	单点定位测量精度(RMS)	水平不大于 3.0 m, 垂直不大于 5.0 m
6	存储	容量不小于 32G, 支持 RINEX、BINEX 存储格式
7	数据更新频率	支持 1Hz、5Hz、10Hz、20Hz、50Hz
8	功耗	不大于 5 W
9	MTBF	不小于 1×10^4 h
注: D为基线长度, 单位为km。		

8.5 基准站设备环境适应性

基准站设备在下列环境条件下应正常工作:

- a) 工作温度: $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 贮存温度: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 相对湿度: 95 % ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- d) 大气压强: 70 kPa \sim 160 kPa(相当于海拔高度 3 000 m)。

8.6 基准站设备电磁兼容性

设备的发射限值和抗扰度应符合 GB/T 24338.5 的有关规定。

8.7 基准站设备供电

设备采用交流供电, 在 220 V \pm 44 V 范围内应正常工作。

9 车载设备

9.1 车载设备构成

车载设备应包括车载主机、车载天线和人机界面单元, 如图3所示。

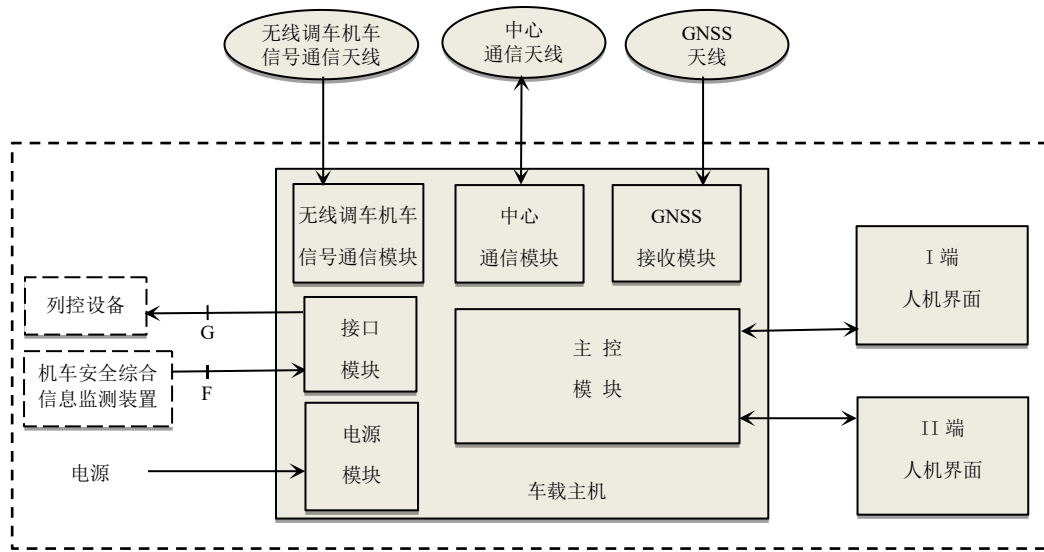


图3 车载设备组成示意图

9.2 车载主机

车载主机应符合下列规定：

- 车载主机应包括无线调车机车信号通信模块、中心通信模块、GNSS接收模块、控制模块、接口模块、电源模块、主控模块等；
- 每台机车配置1个车载主机，安装在机车司机室或电器间、设备间；
- 采用工业级控制设备，符合控制实时性、可靠性要求。

9.3 车载天线

车载天线应符合下列规定：

- 车载天线应包括GNSS天线、无线调车机车信号通信天线、中心通信天线；
- GNSS天线宜安装在机车车顶纵向中心线上；
- 天线高度安装后应不超过机车车辆限界。

9.4 人机界面

人机界面应符合下列规定：

- 人机界面应包括显示屏幕、喇叭和按键等；
- 屏幕尺寸不宜小于10 in，屏幕比率4：3，分辨率不小于1024 x 768；
- 双控制室机车在I/II端司机室分别安装1台。

9.5 车载设备功能

9.5.1 动态定位功能

通过接收卫星原始观测数据、差分数据、铁路导航电子地图和站场平面示意图，实时计算并显示机车动态位置。

9.5.2 监控信息采集功能

从TAX箱单向接收机车车型、车次、速度、工况等信息。

9.5.3 辅助防护功能

根据机车相对防控点距离，车速等计算限速值，在超过限速值时向列控设备发送减速或制动信号，列控设备控制机车进行限速和制动。

9.5.4 人机界面功能

人机界面功能应符合下列规定：

- a) 实时显示站场平面示意图和机车当前运行状态，包括当前位置、速度、限速、距前方防控点距离等；
- b) 有信号控制模式下，实时显示和记录站场的调车信号、道岔位置、轨道区段占用/出清等状态；
- c) 具备语音提示功能；
- d) 具备按键输入功能。

9.5.5 记录存储功能

车载设备的记录存储功能应符合下列规定：

- a) 存储机车位置信息，包括原始经纬度坐标、地图匹配结果、航位推算结果、平面示意图位置、前方防护点类型、距防护点距离、速度和方向信息等；
- b) 存储告警信息，包括系统向司机发出警示信息的时间、位置、内容；
- c) 存储司机操作信息；

9.5.6 远程升级管理功能

支持设备软件远程升级和数据远程管理。

9.6 车载设备性能

车载设备性能应符合下列规定：

- a) 卫星捕获时间不大于 30 s（冷启动）；
- b) RTK 收敛时间不大于 10 s（大气条件、基线长度、多径条件、卫星能见度和几何形状良好条件下）；
- c) 定位数据输出频率不小于 5 Hz；
- d) 车载设备和机车安全综合信息监测装置通信周期不应大于 300 ms，通信中断超过 20 个通信周期，判定为通信故障，通信故障反应时间不应大于 8 s；
- e) 车载设备的 MTBF 不小于 4 000 h；
- f) 车载记录存储时长不小于 3 月。

9.7 车载设备环境适应性和供电

车载设备环境适应性和供电应符合下列规定：

- a) 工作温度：-40 ℃~+70 ℃；
- b) 贮存温度：-40 ℃~+60 ℃；
- c) 相对湿度：不大于 95 %（不冷凝）；
- d) 冲击和振动满足 GB/T 25119—2010 中 4.1.3 的要求；
- e) 供电满足 GB/T 25119—2010 中 5.1 和 5.2 的要求；
- f) 车载天线外壳防护等级满足 GB/T 4208—2017 中 IP65 的要求。

9.8 车载设备电磁兼容性

车载设备电磁兼容应符合 GB/T 24338.4 有关规定。
