ICS 45.020
CCS S09

T/CZGJ

团 体 标 准

T/CZGJ XXX—XXXX

基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求

Technical Requirements for BeiDou-Based Safety Protection System for Railway On-site Operating Personnel

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2026 年 11 月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中关村智联轨道交通运营产业联盟　　发 布

目　　次

前言 II
1 范围 3
2 规范性引用文件 3
3 术语和定义 3
4 缩略语 4
5 总体要求 4
5.1 系统组成 4
5.2 系统架构 5
6 北斗安全防护平台要求 6
6.1 平台功能 6
6.2 告警规则 7
7 北斗终端要求 8
7.1 北斗手持终端 8
7.2 北斗穿戴终端 8
7.3 北斗车载终端 10
7.4 北斗机具终端 10
8 铁路高精度电子地图要求 11
8.1 总体要求 11
8.2 数据采集要求 11
8.3 数据处理要求 11
8.4 地图发布要求 12
8.5 地图维护要求 12
9 高精度位置服务网要求 12
9.1 铁路北斗地基增强网 12
9.2 隧道内定位服务网 14
10 系统性能要求 14
11 系统接口要求 14
11.1 北斗终端与北斗安全防护平台之间接口 14
11.2 北斗终端与高精度位置服务网之间接口 14
11.3 北斗安全防护平台与铁路高精度电子地图之间接口 15
11.4 北斗安全防护平台与外部业务系统之间接口 15
12 系统安全要求 15
12.1 基础环境安全 15
12.2 信息安全要求 15
12.3 管理运维安全 15
参考文献 16

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。

本文件由中关村智联轨道交通运营产业联盟提出并归口。

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。

本文件起草单位：广州市中海达测绘仪器有限公司、中国铁路北京局集团有限公司北京通信段、国能运输技术研究院有限责任公司、北京铁路通信信号运维中心、北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、通号工程局集团北京研究设计实验中心有限公司、中国铁路上海局集团有限公司科学技术研究所、成都物朗科技有限公司、西安雷迪信息技术有限公司、中科智感科技（湖南）有限公司、福建省三联通信有限公司。

本文件主要起草人：刘军、张小东、王飞、张浩、雷雨晴、赵建国、李欢、蒋笑冰、张志韬、曹敬一、刘晶、张萼辉、张宏伟、马军、王锦辉、李翰。

基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求

1 范围

本文件规定了基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统（以下简称“作业人员安全防护系统”）的总体要求、北斗安全防护平台要求、北斗终端要求、铁路高精度电子地图要求、高精度位置服务网要求、系统性能要求、系统接口要求和系统安全要求。

本文件适用于运营铁路作业人员安全防护系统的设计、建设与运维，新建铁路可参照执行。

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 4208 外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
GB/T 25070 信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求
GB/T 30288 卫星导航定位坐标系统
GB 35650 国家基本比例尺地图测绘基本技术规定
GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语
GB/T 39772.1 北斗地基增强系统基准站建设和验收技术规范 第 1 部分：建设规范
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

3 术语和定义

GB/T 39267—2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

北斗地基增强系统 BeiDou ground-based augmentation system

通过在地面按一定间距布设若干基准站，接收卫星导航信号并传输至北斗地基增强系统数据处理中心（以下简称“数据处理中心”），经数据处理中心解算处理，生成轨道改正数、钟差改正数、电离层改正数、区域差分数据、后处理数据等产品信息，播发给用户提高其卫星导航精度的系统，主要由基准站网、通信网络系统、数据处理中心、运营服务平台、数据播发系统、用户终端、信息安全防护体系、备份系统等部分组成，是卫星导航定位精度增强的地面基础设施。

3.2

铁路北斗地基增强系统基准站 railway BeiDou ground-based augmentation system reference station

在铁路沿线或站场选择的点位上布设观测墩以及北斗接收机天线、北斗接收机等设备，具有基准坐标，用于长期连续观测、接收卫星导航信号，并将数据传输给数据处理中心，由数据处理中心处理后播发差分改正数据的卫星导航地面基础设施，简称基准站。

3.3

铁路北斗地基增强系统基准站网 railway BeiDou ground-based augmentation system reference station network

由若干铁路北斗地基增强系统基准站组成，具备精准站点坐标，可接收卫星导航信号并采集原始观测数据，实现铁路沿线区间及站场北斗高精度信号覆盖的基准站网络群，简称铁路北斗地基增强网。

3.4

铁路高精度电子地图 railway high-precision electronic map

通过现场采集、内业制图、数据发布形成的可识别铁路轨道、通道门、道岔、绝缘节、尽头线、信号机等设施要素及安全区域的厘米级精度铁路电子地图，为上线作业人员安全防护提供空间位置基准。

3.5

作业人员安全防护系统 safety protection system for railway operating personnel

基于北斗高精度定位等技术，精准识别施工作业计划，形成作业电子围栏安全区域，实现对上线违规作业行为、人车接近安全风险的实时告警等功能的铁路上线作业安全防护应用系统，包含北斗安全防护平台、北斗终端、铁路高精度电子地图以及高精度位置服务网组成部分。

3.6

北斗手持终端 BeiDou handheld terminal

具备厘米级定位能力，可实现实时定位、语音对讲、安全告警等功能的手持类北斗终端，主要由驻站防护员、现场防护员、现场负责人、巡检作业人员等配属。

3.7

北斗穿戴终端 BeiDou wearable terminal

具备厘米级定位能力，可实现实时定位、安全告警等功能的穿戴类北斗终端，主要供巡检作业人员佩戴，挂戴于胸前或臂膀处使用。终端分为穿戴式定位终端和穿戴式摄录终端两类，穿戴式定位终端用于人员位置实时跟踪，穿戴式摄录终端兼具定位、现场作业视频实时拍摄记录与回传功能。

3.8

北斗车载终端 BeiDou vehicle terminal

具备厘米级定位能力，安装部署于铁路机车等大型移动车辆设备上，可实现机车实时定位、沿线监测设施实时监控、人车接近安全风险实时告警等功能的北斗终端设备。

3.9

北斗机具终端 Beidou equipment terminal

具备厘米级定位能力，安装部署于平板小车等重要工机具上，实现对工机具的实时定位等功能的北斗终端设备。

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）

CGCS2000：2000国家大地坐标系（China Geodetic Coordinate System 2000）

CORS：连续运行参考站（Continuously Operating Reference Stations）

GNSS：全球卫星导航系统（GlobalNavigation SatelliteSystem）

OGC：开放地理空间信息联盟制定的国际开放标准（Open Geospatial Consortium）

PNT：可提供定位、导航和授时的综合系统（Positioning, Navigation, and Timing）

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

5 总体要求

5.1 系统组成

作业人员安全防护系统应包含北斗安全防护平台、北斗终端、铁路高精度电子地图以及高精度位置服务网，系统组成见图1。

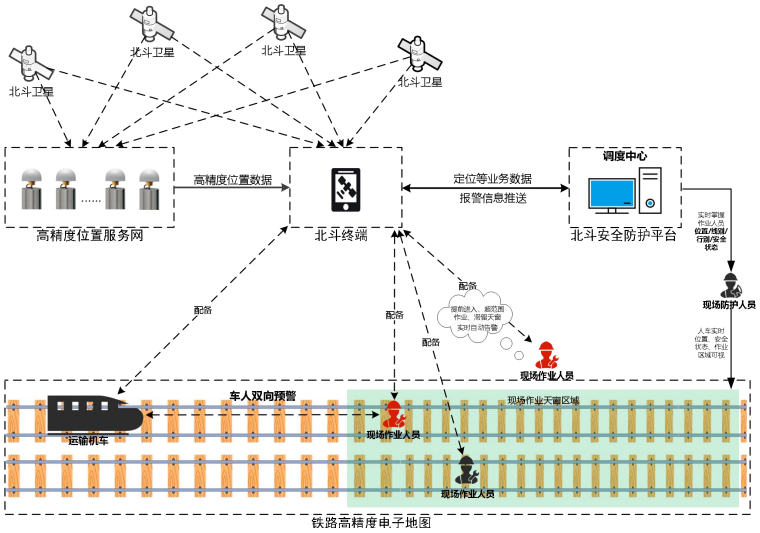


图 1　系统组成图

系统组成应满足下列要求：

a) 北斗安全防护平台包含监控中心、安全防护告警、作业计划管理、权限管理、运维管理等功能模块，支持路局、站段、车间三级部署，满足工区现场管控要求；

b) 北斗终端包括北斗手持终端、北斗穿戴终端、北斗车载终端、北斗机具终端；

c) 铁路高精度电子地图覆盖铁路场站及线路区间，平面精度达到厘米级，应根据国家有关规定进行有效安全加密处理；

d) 高精度位置服务网包括铁路沿线露天环境下由铁路北斗地基增强系统基准站构成的铁路北斗地基增强网以及在铁路沿线隧道内等非露天环境下由隧道定位基站构成的隧道内定位服务网。

5.2　系统架构

系统架构由感知层、网络层、服务层和应用层组成，系统架构见图2。



图 2　系统架构图

系统架构应满足下列要求：

a) 感知层通过北斗终端采集人员、车辆、工机具的实时精准位置等业务数据；

b) 网络层利用铁路有线/无线专用网络、天通卫星、北斗短报文等通信方式，为北斗终端与北斗安全防护平台之间提供数据传输服务；

c) 服务层汇集并管理铁路高精度电子地图数据、高精度位置服务网数据等，为系统应用提供高精度地图、高精度位置、基础公用组件等服务；

d) 应用层提供监控中心、安全防护告警、作业计划管理、权限管理、运维管理等功能服务。

6 北斗安全防护平台要求

6.1 平台功能

北斗安全防护平台应包含监控中心、安全防护、作业计划、权限管理、运维管理等功能模块，功能架构见图3。



图 3 平台功能架构图

北斗安全防护平台应具备下列功能。

a) 监控中心模块：
   1) 支持对人员、车辆、工机具精准位置的实时跟踪；
   2) 支持对在线数量、告警状态、作业信息以及组织架构信息的实时查看；
   3) 支持加载展示铁路高精度电子地图，实现地图平移、放大、缩小、漫游、线面量算等基础操作；
   4) 支持根据应用需求进行地图图层配置。
b) 安全防护告警模块：
   1) 支持集中展示人员作业状态信息；
   2) 支持根据作业计划显示天窗电子围栏区域，具备对提前上道、上错道、超范围作业、销点后滞留、脱离防护等违规作业行为及人车接近安全风险进行告警提醒的功能；
   3) 支持与在线人员进行语音或视频对讲；
   4) 支持查看作业人员作业计划、行动轨迹及告警记录；
   5) 支持手动操作远程触发作业人员佩戴北斗终端的告警状态。
c) 作业计划管理模块：
   1) 支持手动新增、删除、编辑和查询作业计划；
   2) 支持按照模版自动或手动导入作业计划文档；
   3) 支持识别作业计划信息并自动生成天窗区域；
   4) 支持手动绘制天窗区域并进行绘制区域预览。
d) 权限管理模块：
   1) 支持路局、站段、车间等多级组织架构配置；
   2) 支持针对不同用户配置不同登录账号、系统角色和用户权限；
   3) 具备系统登录账号的批量注册、编辑、删除、查询和密码修改等基础功能。
e) 平台运维模块：
   1) 支持对系统地图的底图、图层、视图、图标以及告警的状态、声音、颜色、阈值等参数进行配置；
   2) 具备北斗终端设备管理登记功能，终端登记后接入系统使用；
   3) 具备终端 CORS 服务配置功能，配置后接入高精度位置服务；
   4) 支持终端软件白名单配置；

5) 支持对北斗终端设备进行远程注册与远程升级；
6) 具备对终端对讲群组的管理配置等功能。

6.2 告警规则

6.2.1 总体要求

北斗安全防护平台告警规则应满足下列要求：

a) 平台具备基于作业计划、人员车辆机具位置、时间及电子围栏区域等多维度信息的综合告警能力；
b) 告警支持区分等级与类别，能在系统界面中以不同颜色、图标、声音及文字进行差异化提示；
c) 告警信息支持在平台端与移动端实时同步，支持语音播报、视觉闪烁及消息推送等多种提示方式；
d) 告警规则覆盖无作业计划、作业开始前、作业进行中及作业结束后等全作业流程场景；
e) 系统具备告警阈值参数配置功能，适应不同线路和作业环境需求。

6.2.2 无作业计划告警

无作业计划告警应满足下列要求：

a) 人员在无当日作业计划的情况下进入护网区域、他人天窗危险区或安全区时，触发无计划侵限类告警，并列为高风险行为；
b) 系统实时向平台端与移动端发送告警信息，并禁止无计划人员进入与作业相关的任何区域。

6.2.3 作业开始前告警

作业开始前告警应满足下列要求：

a) 作业计划开始时，人员进入护网内安全区标记为“点前准备”状态；
b) 人员提前进入危险区时，立即触发“提前上道”告警；
c) 人员通过通道门进入护网时，记录为“进入通道门”状态，并作一般性提示。

6.2.4 作业进行中告警

作业进行中告警应满足下列要求：

a) 人员未在指定天窗区域内作业、超出作业范围或处于非本作业轨道时，触发“超范围作业”或“上错道”告警；
b) 作业时间已开始但人员未进入天窗区域，提示“未进天窗”状态；
c) 人员在作业中脱离天窗区域或超出现场防护范围时，触发“脱离天窗”或“脱离防护”告警；
d) 系统能识别点内/点外、上道/非上道等不同作业类型，并根据人员实际位置进行合规性判断与实时告警；
e) 当监测到人员与车辆接近或存在碰撞风险时，立即触发“注意来车，请下道避让”类告警；
f) 支持作业结束前设定时间（如 30min）提供剩余作业时间提醒；
g) 支持对非计划侵入正线/非正线危险区域等行为进行识别与告警。

6.2.5 作业结束后告警

作业结束后告警应满足下列要求：

a) 作业结束后人员仍停留在危险区或安全区内，触发“滞留天窗”告警；
b) 人员经通道门离开护网记录为“离开通道门”状态；
c) 人员返回护网外安全区域标记为“护网外安全”状态。

6.2.6 其他告警支持

其他辅助告警与系统功能满足下列要求：

a) 应支持由现场防护员通过移动端发起告警告警，告警信息实时推送至相关作业人员；
b) 应支持平台端手动触发告警，告警信息实时推送至指定人员或群组；
c) 应具备北斗终端设备离线检测与提示能力；
d) 宜支持与其他安全系统的告警信息对接与集成展示。

6.2.7 告警等级与分类

告警应按照风险程度进行分级分类管理：

a) 根据风险严重性将告警划分为紧急告警、危险告警、违规告警、告警通知等类别；

b) 告警类型支持设定相应等级，支持用户灵活配置，并在系统中实现差异化提示方式与处置流程；
c) 紧急告警与危险告警具备最高优先级，应立即响应并采取处置措施。

7 北斗终端要求

7.1 北斗手持终端

7.1.1 功能要求

北斗手持终端满足下列功能要求：

a) 精准定位：应内置一体化小型高精度天线，不可拆卸，在复杂作业环境下具备坚固耐用特性，支持 BDS 信号接收，具备厘米级高精度定位能力，定位信息实时自动上传；
b) 对讲通信：应具备对讲功能，支持物理按键一键呼叫，支持单呼、组呼、群呼对讲模式；
c) 拍照摄像：应配备前后置摄像头，支持拍照与录像功能，搭载高亮度闪光灯满足夜间拍摄需求。宜支持视频流星光夜视与红外夜视功能，进一步提升弱光环境下的成像效果；
d) 安全告警：应集成大音量喇叭，满足野外嘈杂环境下正常使用，当作业人员存在违规作业或安全风险时，能自动接收系统下发告警信息，并实现声音、闪烁与文字等形式告警提醒；
e) 作业计划查看：应具备作业计划查看功能，能够准确显示作业人员信息（含姓名、联系电话等）及作业计划内容（含作业号、作业范围、线别、行别、里程标、作业内容等）；
f) 作业实施管理：应具备作业任务的全过程管理功能，支持实时查看待开始、进行中、已完成及超期的作业施工内容与实施进度，并支持对作业流程进行相关操作处理。

7.1.2 性能要求

北斗手持终端满足下列性能要求：

a) 定位技术：具备北斗独立工作能力；
b) 首次定位时间（典型）：不大于 30s；
c) 数据更新频率：1Hz～10Hz；
d) 定位精度：单点定位精度不大于 3m（开阔度不小于 0.7，±2σ），RTK 测量精度不大于 0.05m（开阔度不小于 0.7，±2σ），隧道内定位精度不大于 1m（选配）；
e) 操作系统：不低于安卓系统 10.0；
f) 显示屏幕：尺寸不小于 3.0 英寸，支持触控；
g) 摄像功能：前置摄像头像素不低于 800 万，后置摄像头像素不低于 1300 万，宜支持视频流星光夜视与红外夜视功能；
h) 通讯制式：支持 4G 网络，支持铁路专用无线网络，宜支持 5G 网络；
i) 内存：不低于 2GB（RAM）+16GB（ROM），支持 TF 卡扩展；
j) 电池容量：不低于 3000mAh；
k) 工作时长：不低于 8h；
l) 工作温度：-30℃～+70℃；
m) 存储温度：-40℃～+80℃；
n) 防护等级：不低于 IP65；
o) 抗跌落：抗 1.2m 自由跌落。

7.2 北斗穿戴终端

7.2.1 穿戴式定位终端

7.2.1.1 功能要求

北斗穿戴式定位终端应满足下列功能要求：

a) 精准定位：内置一体化小型高精度天线，不可拆卸，在复杂作业环境下具备坚固耐用特性，支持 BDS 信号接收，具备厘米级高精度定位能力，定位信息实时自动上传；
b) 安全告警：集成大音量喇叭，满足野外嘈杂环境下正常使用，当作业人员发生违规作业或存在安全风险时，终端应能自动接收系统下发的告警信息，并实现语音告警提醒。

7.2.1.2 性能要求

北斗穿戴式定位终端应满足下列性能要求：

a) 定位技术：具备北斗独立工作能力；
b) 首次定位时间（典型）：不大于 30s；
c) 数据更新频率：1Hz～10Hz；
d) 定位精度：单点定位精度不大于 3m（开阔度不小于 0.7，±2σ），RTK 测量精度不大于 0.05m（开阔度不小于 0.7，±2σ），隧道内定位精度不大于 1m（选配）；
e) 通讯制式：支持 4G 网络，支持铁路专用无线网络；
f) 支持 WiFi、蓝牙数据通讯；
g) 内存：不低于 512M；
h) 电池容量：不低于 3000mAh；
i) 工作时长：不低于 8h；
j) 工作温度：-30℃～+70℃；
k) 存储温度：-40℃～+80℃；
l) 防护等级：不低于 IP65；
m) 抗跌落：抗 1.5m 自由跌落。

7.2.2 穿戴式摄录终端

7.2.2.1 功能要求

北斗穿戴式摄录终端应满足下列功能要求：

a) 精准定位：内置一体化小型高精度天线，不可拆卸，在复杂作业环境下具备坚固耐用特性，支持 BDS 信号接收，具备厘米级高精度定位能力，定位信息实时自动上传；
b) 对讲通信：具备对讲功能，支持物理按键一键呼叫，支持单呼、组呼、群呼对讲模式；
c) 拍照摄像：配备摄像头，支持拍照与录像功能，搭载高亮度闪光灯满足夜间拍摄需求。支持视频流星光夜视拍摄功能，进一步提升弱光环境下的成像效果；
d) 安全告警：应集成大音量喇叭，满足野外嘈杂环境下正常使用，当作业人员存在违规作业或安全风险时，能自动接收系统下发告警信息，并实现声音、闪烁与文字等形式告警提醒；
e) 作业计划查看：应具备作业计划查看功能，能够准确显示作业人员信息（含姓名、联系电话等）及作业计划内容（含作业号、作业范围、线别、行别、里程标、作业内容等）；
f) 作业实施管理：应具备作业任务的全过程管理功能，支持实时查看待开始、进行中、已完成及超期的作业施工内容与实施进度，并支持对作业流程进行相关操作处理。

7.2.2.2 性能要求

北斗穿戴式摄录终端应满足下列性能要求：

a) 定位技术：具备北斗独立工作能力；
b) 首次定位时间（典型）：不大于 30s；
c) 数据更新频率：1Hz～10Hz；
d) 定位精度：单点定位精度不大于 3m（开阔度不小于 0.7，±2σ），RTK 测量精度不大于 0.05m（开阔度不小于 0.7，±2σ），隧道内定位精度不大于 1m（选配）；
e) 操作系统：不低于安卓系统 10.0；
f) 显示屏幕：尺寸不小于 2.0 英寸，支持触控；
g) 摄像功能：摄像头像素不低于 200 万，水平视场角不低于 110°，垂直视场角不低于 75°，支持星光夜视拍摄。
h) 通讯制式：支持 4G 网络，支持铁路专用无线网络；
i) 内存：不低于 2GB（RAM）+16GB（ROM），支持 TF 卡扩展；
j) 电池容量：不低于 3000mAh；
k) 工作时长：不低于 8h；
l) 工作温度：-30℃～+70℃；
m) 存储温度：-40℃～+80℃；

n) 防护等级：不低于 IP65；
o) 抗跌落：抗 1.5m 自由跌落。

7.3 北斗车载终端

7.3.1 功能要求

北斗车载终端应满足下列功能要求：

a) 精准定位：支持 BDS 信号接收，具备厘米级高精度定位能力，定位信息实时自动上传，支持双天线精准定向，支持惯性导航定位；
b) 实时监控：支持通过显示平板查看沿线人员、机车及监测设施的实时监控数据，支持接收平台下发的告警信息，并向司乘人员发出提醒；
c) 车人互防：支持查看机车位置、行驶速度、前方违规侵线人员位置及预计驶达时间等信息，精准识别车人接近风险并实现提前告警。

7.3.2 性能要求

北斗车载终端应满足下列性能要求：

a) 定位技术：具备北斗独立工作能力；
b) 首次定位时间（典型）：不大于 30s；
c) 数据更新频率：1Hz～10Hz；
d) 定位精度：单点定位精度不大于 3m（开阔度不小于 0.7，±2σ），RTK 测量精度不大于 0.05m（开阔度不小于 0.7，±2σ），隧道内定位精度不大于 1m（选配）；
e) 速度精度：不大于 0.03m/s；
f) 定向精度：不大于 0.2° /1m；
g) 惯性导航精度：隧道或者全遮挡场景（0km/h≤速度≤160km/h），失锁水平位置漂移不大于 1%@200m，@2σ；失锁高程位置漂移不大于 1%@200m，@2σ；
h) 工作温度：-30℃～+70℃；
i) 存储温度：-40℃～+80℃；
j) 防护等级：不低于 IP55；
k) 抗跌落：抗 1.2m 自由跌落。

7.4 北斗机具终端

7.4.1 功能要求

北斗机具终端应满足下列功能要求：

a) 精准定位：内置一体化小型高精度天线，不可拆卸，在复杂作业环境下具备坚固耐用特性，支持 BDS 信号接收，具备厘米级高精度定位能力，定位信息实时自动上传；
b) 安全告警：集成大音量喇叭，满足野外嘈杂环境下正常使用，当存在安全风险时，终端应能自动接收系统告警信息，实现语音告警提醒。

7.4.2 性能要求

北斗机具终端应满足下列性能要求：

a) 定位技术：具备北斗独立工作能力；
b) 首次定位时间（典型）：不大于 30s；
c) 数据更新频率：1Hz～10Hz；
d) 定位精度：单点定位精度不大于 3m（开阔度不小于 0.7，±2σ），RTK 测量精度不大于 0.05m（开阔度不小于 0.7，±2σ），隧道内定位精度不大于 1m（选配）；
e) 通讯制式：支持 4G 网络，支持铁路专用无线网络；
f) 支持 WiFi、蓝牙数据通讯；
g) 内存：不低于 512M；
h) 电池容量：不低于 3000mAh；
i) 工作时长：不低于 8h；
j) 工作温度：-30℃～+70℃；
k) 存储温度：-40℃～+80℃；

l） 防护等级：不低于 IP65；
m） 抗跌落：抗 1.5m 自由跌落。

8 铁路高精度电子地图要求

8.1 总体要求

铁路高精度电子地图应满足下列总体要求：
a） 地图基础测绘工作应符合 GB 35650 的规定；
b） 地图应包含铁路矢量电子地图和区域影像电子底图；
c） 地图包含站场、轨道、道岔、信号机、转辙机、警冲标、公里标、绝缘节、脱轨器、护网、通道门、尽头线、桥梁、涵洞、隧道、沿线环境监测点等要素，其他铁路专业的设施要素如接触网杆、变电所等根据应用场景需求进行采集；
d） 地图支持按车站、区间数据进行切割，可按工种段、车间管辖范围制作专题地图；
e） 地图支持二维、三维联动，构建三维可视化时空基准；
f） 地图覆盖需管控的铁路站场及线路区间；
g） 地图比例尺不低于 1:500，地图平面精度不低于 5cm、高程精度不低于 10cm；
h） 地图采用 CGCS2000 坐标系，符合 GB/T 30288 的规定。

8.2 数据采集要求

铁路高精度电子地图的数据采集满足下列要求：
a） 铁路矢量电子地图应采用人工手持测绘仪器现场采集、无人机航测或轨道车搭载测绘设备移动测量等方式进行采集，区域影像电子底图应采用遥感卫星影像或无人机航测方式采集获取；
b） 根据不同区域和环境特点，选用对应采集方法，区间线路宜采用车载移动测量或无人机航测方式采集，站场区域宜采用人工手持测绘仪器现场采集或无人机航测方式采集，受遮挡区域可采用地面测绘仪器补测，特殊区段可根据既有资料进行绘制；
c） 数据采集内容应涵盖铁路基础设施中的各类空间要素，主要包括：
   1） 轨道数据：包括双轨、道岔、尽头线等；
   2） 信号设备：包括信号机、转辙机、警冲标、绝缘节、脱轨器等；
   3） 线路标识：包括公里标等；
   4） 安全设施：包括护网、通道门、沿线环境监测点等；
   5） 构筑物：包括桥梁、涵洞、隧道、站场等；
   6） 专业设施：包括接触网杆、变电所等。
d） 应选用厘米级高精度专业采集设备，采集时确保采集终端位置准确、设备水平、定位解算状态达到固定解；
e） 应及时完整准确记录要素属性信息，采集数据在当天完成上传和备份，不合格数据及时重测；
f） 采集作业应遵守铁路安全管理规定，上线采集设置专人防护，采集设备避免触碰接触网等带电设备。

8.3 数据处理要求

铁路高精度电子地图的数据处理满足下列要求：
a） 数据处理前应建立规范的多级目录结构进行存储，可按数据归属（如 XX 局/XX 段/XX 站）、数据阶段（如原始数据/过程数据/成果数据）方式进行分类；
b） 数据处理前应对原始采集数据进行质量检验，剔除定位解算状态为非固定解、轨道点间距不符合要求等的不合格数据；
c） 数据绘制前，应根据电子地图成果的坐标系统要求，正确设置坐标转换参数，并完成所有矢量数据的坐标转换；
d） 核心要素制作，应依据配线图、股道表等专业底图和外业采集数据，准确绘制下列要素：
   1） 信号机、转辙机、警冲标、公里标、绝缘节、脱轨器、接触网杆、沿线环境监测点等数据，应按点要素绘制，并正确规范填写对应属性信息；

2) 轨道、道岔、护网、通道门、尽头线、应按线要素绘制，应依据实际走向和几何特征连接，避免出现悬挂点、自相交和零长度情况，并正确规范填写对应属性信息；
3) 桥梁、涵洞、隧道、站场、变电所等应按面要素绘制，应依据实际走向和几何特征绘制，避免出现自相交、未闭合和零面积情况，并正确规范填写对应属性信息。

e) 数据处理完成后，应使用专用工具进行全面的拓扑质量检查，包括几何正确性检查、拓扑关系检查和属性完整性检查等，对质检发现问题应逐一修正，修正后重新质检直至所有问题闭合；
f) 质检合格数据成果应统一归档至指定的数据目录，完成数据处理流程。

8.4 地图发布要求

铁路高精度电子地图的数据发布满足下列要求：
a) 发布的地图成果遵循 OGC 标准提供服务，数据格式满足系统集成应用要求，宜采用 SHP 或 DXF 通用格式；
b) 地图数据发布前，进行有效安全加密处理，确保数据内容的保密性，防止未授权获取或使用；
c) 使用配套的专用地图发布软件进行地图数据的发布，为北斗安全防护平台提供地图服务。

8.5 地图维护要求

铁路高精度电子地图的数据维护应满足下列要求：
a) 配备专业的地图维护软件工具，支持对地图要素进行更新、删除、插入等编辑操作；
b) 建立数据维护机制，结合铁路基础设施的实际变化情况，定期开展数据更新维护工作；
c) 数据更新维护完成后进行质量检验，验证更新内容的正确性和完整性；
d) 建立完善的数据版本管理制度，对每次更新维护形成新的数据版本，保留历史版本数据。

9 高精度位置服务网要求

9.1 铁路北斗地基增强网

9.1.1 功能要求

9.1.1.1 总体功能

基准站应具备原始观测数据数据采集、数据传输、数据整理与存储、运行状态远程监控、维护保障以及安全防护等功能，符合GB/T 39772.1的规定。

9.1.1.2 原始观测数据采集功能

能够全天候24h连续实时采集BDS系统的导航信号的伪距、载波相位、多普勒、导航电文、载噪比等数据。

9.1.1.3 数据传输功能

能够对观测数据、运行状态数据、告警及故障信息、数据文件按标准规定的传输协议与数据格式传输。

9.1.1.4 数据整理与存储功能

数据整理与存储功能应满足下列要求：
a) 具备对观测数据的本地数据整理功能；
b) 具有对观测数据的本地存储功能，观测数据文件支持按天、小时或自定义时间间隔存储；
c) 具有将下载的观测数据转换为 RINEX 格式，以及实现单点定位解算与文件暂存的能力。

9.1.1.5 运行状态远程监控功能

基准站接收机的运行状态应能被远程自动监控，基准站的原始观测数据采集、数据存储、传输、重启等应能远程设置、控制。

9.1.1.6 维护保障功能

基准站能自主运行，可实现长期无人值守；全年运行间断累计时间应不大于 120h，次数一般不超过 5 次。

9.1.1.7 安全防护功能

安全防护功能应满足下列要求：

a) 物理安全：具有防盗、防火、防尘、防水、防鼠和防雷等防护能力，防雷应符合 GB50057、GB50343 规定；
b) 数据安全：基准站按标准的数据格式与传输协议传输数据，具有对数据窃取、非法入侵的自动告警功能。

9.1.2 性能要求

9.1.2.1 基准站接收机

基准站接收机性能指标应满足下列要求：

a) 观测信号：应能接收 BDS 信号，具备北斗独立工作能力；
b) 原始观测数据：应包含伪距、载波相位、多普勒、导航电文、载噪比等；
c) 信号通道：不小于 400 个（并行通道）；
d) 观测值测量精度：伪距不大于 10cm（1σ）；载波相位不大于 1mm（1σ）；
e) 信号接收灵敏度：不大于-136dBm；
f) 采样频率：1Hz、5Hz、10Hz、20Hz 可调；
g) 时间同步精度：不大于 50ns（基准站接收机输出的 1PPS 与北斗系统时间秒的同步精度）；
h) 端口：应至少具有 GNSS 天线接口 1 个、电源接口 1 个、LAN 网口（RJ45）1 个、外接频标接口 1 个（可配 5MHz 或 10MHz 的外接频标）、1PPS 接口 1 个、USB 接口 1 个、RS232 和 RS485 串口各 1 个、TF 卡槽 1 个、SIM 卡接口 1 个、网络天线接口 1 个，支持提供本地调试端口；
i) 内部数据存储能力：不小于 30 天（1s 采样间隔）；
j) 远程控制：应支持远程升级、远程复位、远程参数设置；
k) 平均寿命：不小于 5 年；
l) MTBF：不小于 60000h；
m) MTTR：不大于 30min；
n) 外壳防护等级：不应低于 GB/T 4208 规定的 IP65 等级；
o) 电池：应内置高容量电池，在正常工作温度下基准站接收机正常工作不小于 20h。

9.1.2.2 基准站接收机天线

基准站接收机天线性能指标应满足下列要求：

a) 观测信号：能接收 BDS 信号；
b) 抗多路径效应：天线配备扼流圈及其他抑制多路径信号设备；
c) 相位中心改正模型：具有天线相位中心改正模型；
d) 天线相位中心偏差：小于 1.0mm；
e) MTBF：不小于 22000h。

9.1.3 布设要求

针对铁路线路带状分布特点，为保障铁路北斗地基增强网实现提供实时厘米级、后处理毫米级高精度位置服务，基准站布设满足下列要求：

a) 基准站在铁路沿线布设，相邻站点间距原则上不超过 50km，为满足精测精捣等业务的较高精度需求，特定作业区域内的站间距可缩小至 30km；
b) 基准站优先布设于铁路沿线车站站场、通信机房等相对稳定的铁路产权场所，具备稳定供电、交通便利与铁路通信专用网络接入条件；
c) 基准站选址以覆盖铁路沿线应用为目标，结构设计上具备抗铁路震动能力；
d) 有 10° 以上地平高度角的卫星通视条件；困难环境条件下，高度角可放宽至 25°，遮挡物水平投影范围应低于 60°；

e) 基准站布设地点具备地平高度角 10°以上的卫星通视条件，困难环境条件下，高度角可放宽至 25°，遮挡物水平投影范围应低于 60°；
f) 基准站不应在军事管辖区、严重信号干扰区等敏感区域内布设。

9.2 隧道内定位服务网

9.2.1 功能要求

隧道内定位服务网应满足下列功能要求：
a) 隧道位置服务网能为人员、车辆、机具等提供隧道内高精度实时定位服务，既能独立组网提供高精度定位服务，又能与北斗系统协同组网实现隧道内外连续定位服务；
b) 隧道位置服务网与北斗系统保持统一的时间基准和空间基准；
c) 隧道高精度位置服务网系统由隧道外北斗卫星接收天线、隧道定位基站、时间同步天线、信号播发天线和隧道位置服务网络管理系统等组成；
d) 隧道定位基站之间借助铁路专网光纤以及微波通信链路实现高精度时间同步，且光纤通信链路与微波通信链路互为热备份；
e) 隧道定位基站通过微波以广播方式播发导航电文；
f) 隧道定位基站导航电文的播发功率支持在 0dBm～30dBm 的范围内进行调节，隧道直线段的最大覆盖距离不少于 2000m，隧道曲线段需适当提高部署密度；
g) 隧道定位基站具备隧道内信号冗余覆盖功能，若单台基站出现故障，定位服务不受影响；
h) 隧道定位基站具备对信号质量与完好性进行实时监测功能，并将采集到的监测数据上报至网络管理系统；
i) 网络管理系统具备通过铁路专网对隧道定位基站进行远程操作、管理、维护以及监视的功能。

9.2.2 性能要求

隧道内定位服务网应满足下列性能要求：
a) 隧道位置服务网系统可用性不低于 99%；
b) 隧道位置服务网支持的用户数量不受限制；
c) 隧道定位基站间的时间同步准确度小于 2ns；
d) 隧道位置服务网定位精度小于 1m。

10 系统性能要求

系统性能应满足下列要求：
a) 系统容量：支持不少于 10000 台北斗终端同时在线，支持不少于 2000 台北斗终端并发操作，在额定容量下，系统各项功能应运行正常，无数据丢失或阻塞，并支持升级扩容；
b) 响应性能：系统告警延迟时间不大于 3s，系统数据处理时间不大于 3s，系统查询响应时间不大于 3s；
c) 运行可靠性：系统稳定性不低于 99%，告警准确率不低于 98%，系统支持 7×24h 持续稳定运行；
d) 数据管理：系统应能存储不少于 90 天的系统运行数据、人员轨迹数据及告警历史数据，并具备完善的数据备份与恢复机制，确保数据安全；
e) 扩展能力：系统具备良好的扩展能力，支持通过增加硬件资源或优化软件架构实现性能提升，满足业务发展需求。

11 系统接口要求

11.1 北斗终端与北斗安全防护平台之间接口

北斗终端与北斗安全防护平台之间的接口应满足下列要求：
a) 物理层采用铁路专用无线网络传输，协议层根据业务场景选用标准传输协议；
b) 支持实现终端实时位置、状态信息、业务信息等数据的上报，以及平台侧告警指令、参数配置等信息的下发。

11.2 北斗终端与高精度位置服务网之间接口

北斗终端与高精度位置服务网之间的接口应满足下列要求：

a) 物理层采用铁路专用无线网络传输，协议层采用 NTRIP、TCP/IP、UDP、HTTP 等标准协议；
b) 支持实现终端实时接收北斗差分修正数据，以实现实时厘米级定位。

11.3 北斗安全防护平台与铁路高精度电子地图之间接口

北斗安全防护平台与铁路高精度电子地图之间的接口应满足下列要求：

a) 物理层采用铁路专用有线网络传输，协议层采用 HTTP/HTTPS 等标准协议；
b) 支持实现北斗安全防护平台调用铁路高精度电子地图，实现地图显示、空间查询、电子围栏管理等功能。

11.4 北斗安全防护平台与外部业务系统之间接口

北斗安全防护平台与外部业务系统之间的接口应满足下列要求：

a) 物理层采用铁路专用有线网络传输，协议层采用 TCP/IP 等标准协议；
b) 支持实现与铁路既有信息系统（如 TDCS 调度指挥系统、施工管理系统、微机监测系统和视频监控系统等）的数据共享与业务联动。

12 系统安全要求

12.1 基础环境安全

系统满足下列基础环境安全要求：

a) 物理环境：系统应部署于符合国家及铁路行业相关标准的信息机房；
b) 通信网络：应采用铁路专用网络进行网络通信，北斗基准站数据宜采用铁路有线专用网络传输，北斗终端数据宜采用铁路无线专用网络传输；
c) 区域边界：应在互联网边界部署防火墙、入侵检测等安全设备，配置访问控制、入侵检测、日志审计等安全策略，铁路内网横向边界应实施有效的访问控制和隔离措施。

12.2 信息安全要求

系统应满足下列信息安全要求：

a) 身份与访问安全：建立统一身份鉴别与访问控制机制，确保用户身份真实、唯一，依据安全策略和用户角色，严格控制系统功能及数据访问权限；
b) 数据与通信安全：采用铁路专网，保障业务数据存储与传输过程中的保密性、完整性，对敏感信息开展脱敏处理，并建立数据备份与灾备机制，保障业务连续；
c) 通信与隐私安全：确保系统各组件间通信安全可靠，采取有效隐私保护措施，防止敏感信息被非法获取及泄露；
d) 软件与审计安全：系统软件开发遵循安全编码规范，建立安全审计机制，记录并保护重要操作与安全事件日志，实现操作行为可追溯；
e) 合规与认证安全：系统按照 GB/T 22240 和 GB/T 25070 的要求完成定级备案与安全建设，并通过信息系统安全等保测评。

12.3 管理运维安全

系统应满足下列管理运维安全要求：

a) 建立完善的安全管理制度体系；
b) 部署防病毒软件，提供全面的病毒防护能力，并定期进行安全漏洞扫描和风险评估；
c) 建立系统操作日志记录和分析机制以及信息安全事件应急响应机制。

参 考 文 献

[1] GB/T 39399 北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范
[2] GB/T 39723 北斗地基增强系统通信网络系统技术规范
[3] TB 10006-2016 铁路通信设计规范
[4] TB 10180-2016 铁路防雷及接地工程技术规范
[5] Q/CR 520-2016 铁路地理信息分类与编码
[6] Q/CR 728-2020 铁路地理信息数据交换技术规范
[7] Q/CR 783.1-2021 铁路通信网络安全技术要求 第1部分：总体技术要求
[8] QC/R 854-2021 铁路网络安全扩展要求 铁路云平台安全防护
[9] TJ/DW 223-2019 北斗铁路地基增强系统基准站暂行技术要求
[10] TJ/QT 007-2020 融合北斗的铁路上道作业人员辅助防护应用暂行技术要求
[11] 工电线路函〔2021〕4号 国铁集团工电部关于印发《运营普速铁路轨道精测精捣指导意见》的通知

中关村智联轨道交通运营产业联盟

团　体　标　准

《基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求》编制说明

（征求意见稿）

起草单位：广州市中海达测绘仪器有限公司、中国铁路北京局集团有限公司北京通信段、国能运输技术研究院有限责任公司、北京铁路通信信号运维中心、北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、通号工程局集团北京研究设计实验中心有限公司、中国铁路上海局集团有限公司科学技术研究所、成都物朗科技有限公司、西安雷迪信息技术有限公司、中科智感科技（湖南）有限公司、福建省三联通信有限公司

2026 年 11 月

中关村智联轨道交通运营产业联盟团体标准
《基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求》
（征求意见稿）
编 制 说 明

1 任务来源

按照中关村智联轨道交通运营产业联盟发布的“关于批准《基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求》团体标准立项的通知”（中关村智联轨交[2025] 13 号），制定本文件。

本文件为首次制定。

2 起草单位及起草人

本文件起草单位：广州市中海达测绘仪器有限公司、中国铁路北京局集团有限公司北京通信段、国能运输技术研究院有限责任公司、北京铁路通信信号运维中心、北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、通号工程局集团北京研究设计实验中心有限公司、中国铁路上海局集团有限公司科学技术研究所、成都物朗科技有限公司、西安雷迪信息技术有限公司、中科智感科技（湖南）有限公司、福建省三联通信有限公司。

本文件主要起草人：刘军、张小东、王飞、张浩、雷雨晴、赵建国、李欢、蒋笑冰、张志韬、曹敬一、刘晶、张萼辉、张宏伟、马军、王锦辉、李翰。

3 制定背景

铁路运输安全是国家经济发展与社会民生保障的重要基石。随着铁路运营规模的持续扩大，线路维护、现场施工等上线作业任务日趋繁重，人员作业安全风险日益突出。目前，铁路上线作业人员的安全防护主要依赖人工调度、现场盯控等传统方式，存在监控实时性不足、位置感知精度低、安全告警滞后等问题，在夜间、雨雪、大雾等恶劣环境下更为突出。

北斗卫星导航系统作为我国自主可控的空间信息基础设施，具备高精度定位能力，为实时掌握人员、车辆、工机具等的精准位置，实现动态监控与主动安全告警提供了有效的技术途径。为规范基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统在设计、建设与验收阶段的技术要求，提升系统整体性能、安全性与互联互通能力，有必要制定本文件。

本文件适用于运营铁路作业人员安全防护系统的设计、建设与运维，新建铁路可参照执行。

4 起草过程

（1）项目立项及工作大纲阶段：

2025 年 6 月，联盟组织召开团体标准《基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求》立项及工作大纲审查会，与会专家听取了申报单位的汇报，经认真讨论，同意该标准立项，并通过工作大纲审查。会议形成评审意见如下：

- 明确标准定位与引用文件规范；
- 强化北斗定位核心地位与系统架构的完整性；
- 优化终端分类与关键技术指标的合理性。

（2）征求意见稿形成阶段：

起草组根据工作大纲及专家审查意见，开展标准起草工作。2025 年 6 月至 7 月，起草组前往多个铁路局、站段及施工现场开展调研，针对上线作业安全防护的业务流程、北斗终端使用环境、高精度电子地图采集方法等关键问题进行实地考察，并向铁路行业专家、北斗应用专家进行技术咨询。2025 年 8 月 8 日，起草组召开了技术交流会，邀请地方铁路、设计院、设备厂家等单位专家参会，起草组汇报调研成果与标准编制进展情况，并与行业专家进行了充分交流。2026 年 5 月 28 日，联盟邀请行业专家对本标准征求意见稿初稿进行审查，会议形成评审意见如下：

- 规范引用文件和术语定义的表述；
- 统一全文条款表述方式；
- 根据专家具体技术意见进行完善。

起草组根据专家意见对初稿进行修改，2026 年 11 月形成了本文件的征求意见稿。

5 编制原则

5.1 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》的规则起草；

5.2 符合国家有关法律法规、强制性标准及相关产业政策；

5.3 坚持自主可控技术路线，优先采用北斗卫星导航系统及相关标准；

5.4 充分考虑铁路上线作业实际场景，兼顾普速铁路、重载铁路等不同应用环境；

5.5 注重系统的可扩展性、互联互通性和安全性。

6 主要内容

6.1 本文件规定了基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统的总体要求、北斗安全防护平台要求、北斗终端要求、铁路高精度电子地图要求、高精度位置服务网要求、系统性能要求、系统接口要求和系统安全要求。适用于运营铁路作业人员安全防护系统的设计、建设与运维，新建铁路可参照执行。

6.2 本文件在编制过程中，参考了《北斗铁路地基增强系统基准站暂行技术要求》（TJ/DW 223-2019）、《融合北斗的铁路上道作业人员辅助防护应用暂行技术要求》（TJ/QT 007-2020）等标准，并结合铁路实际需求和相关实践经验编写。

7 与有关法律、行政法规及相关标准的关系

标准内容符合国家现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

8 关键技术说明

8.1 系统总体架构

系统采用感知层、网络层、服务层、应用层四层架构，实现数据采集、传输、处理和应用。感知层通过北斗终端采集人员、车辆、工机具的实时精准位置；网络层依托铁路有线/无线专用网络、天通卫星、北斗短报文等通信方式；服务层提供高精度地图、高精度位置等公用组件服务；应用层实现监控中心、安全防护告警、作业计划管理等功能。

8.2 告警规则设计

基于作业计划、电子围栏、人员车辆位置和时间等多维信息，建立覆盖作业全流程的告警规则体系。告警按风险程度分为紧急告警、危险告警、违规告警、告警通知等，支持差异化提示和处置流程。主要

告警包括无计划侵限、提前上道、超范围作业、上错道、脱离天窗、脱离防护、滞留天窗、人车接近等，告警延迟不大于 3s。

8.3 高精度定位实现

露天环境：依托铁路北斗地基增强网，相邻基准站间距原则上不超过 50km（特定作业区域可缩小至 30km），提供实时厘米级定位服务。

隧道环境：隧道定位基站可独立组网或与北斗协同组网，通过光纤与微波链路互备实现高精度时间同步（同步准确度＜2ns），隧道内定位精度小于 1m，单基站覆盖直线段不少于 2000m。

终端定位性能：各类型终端均具备北斗独立工作能力，RTK 测量精度不大于 0.05m，数据更新频率 1Hz～10Hz。

8.4 高精度电子地图

地图比例尺不低于 1:500，平面精度不低于 5cm、高程精度不低于 10cm，采用 CGCS2000 坐标系。数据采集综合采用人工手持测绘、无人机航测、车载移动测量等方式，覆盖轨道、道岔、信号机、护网、通道门等要素。地图发布前进行安全加密处理，并建立定期更新和版本管理机制。

8.5 系统安全

按照网络安全等级保护要求设计，采用铁路专用网络传输，部署安全设备，建立统一身份鉴别和访问控制机制，并按 GB/T 22240、GB/T 25070 完成定级备案与等保测评，建立完善的安全管理运维制度。

9 采纳的创新成果

本标准在编制过程中，吸纳了以下创新成果：

- 基于作业计划的动态电子围栏生成与预警技术；
- 隧道内 HAAPH 高精度自主 PNT 系统定位技术；
- 铁路北斗地基增强网基准站针对铁路带状分布特点的优化布设与组网方案；
- 多类型终端（手持、穿戴、车载、机具）定位与安全预警集成设计。

10 采用国际标准情况

无。

11 有无重大分歧意见

无。

12 涉及专利的有关说明

本文件未识别出相关专利。

13 其他应当说明的事项

无。

团体标准《基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求》起草组

2026年11月

中关村智联轨道交通运营产业联盟团体标准征求意见表

年　　月　　日　　共　页　　第　页

标准名称		《基于北斗的铁路上线作业人员安全防护系统技术要求》（征求意见稿）		
序号	章 条 编 号	意　见　内　容		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
提出意见单位（盖章）			承办人	
			电 话	