

铁路货车自供电北斗定位运行管理系统
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组

2025 年9月

目 录

一、 任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人	1
二、 制订标准的必要性和意义	2
三、 主要工作过程	4
四、 制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	6
五、 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	7
六、 重大意见分歧的处理依据及结果	10
七、 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	10
八、 贯彻标准的措施建议	10
九、 其他应说明的事项	10

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

（一）任务来源

2024 年 1 月，国能铁路装备有限责任公司参加了中国交通运输协会第一次团体标准立项会议，提出《铁路货车自供电北斗定位运行管理系统》立项申请并汇报，经质询、讨论，通过立项申请。会议纪要号：（〔2024〕第 1 期（立审））。根据中国交通运输协会发布的“2024 年度第一批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2024〕19 号）要求进行后续标准编制工作。

（二）起草单位

本标准由中国交通运输协会牵头组织编制，国能铁路装备有限责任公司作为主要起草单位。邀请北京家梦科技有限公司，中车长江车辆有限公司等单位参与编制工作。

（三）主要起草人

惠舒清、帖立彬、王飞宽、边志宏、丁颖、焦杨、丁凤霞、高京、张国彪、方琪琦、孙泽君、任帅、瓮文之、曹旭、邓晓晓、韩峰、王蓓静、赵国华、宋新庆、唐定兴、陈君、史宇宸、杨征、郝盛达、杜美瑶、齐健兵。

起草人员工作任务如下表。

表 1 起草人员工作任务表

序号	工作内容	参与人员
1	总体策划，技术顾问	惠舒清，帖立彬，王飞宽，边志宏，丁凤霞，高京
2	前期技术调研与资料整理	丁颖，焦杨，孙泽君
3	标准正文内容编制与验证（1-3 章）	张国彪，方琪琦，任帅，瓮文之
4	标准正文内容编制与验证（4-5 章）	曹旭，邓晓晓，韩峰，杨征
5	标准正文内容编制与验证（6 章）	王蓓静，赵国华，宋新庆，郝盛达
6	标准正文内容编制与验证（7-8 章）	唐定兴，陈君，史宇宸
7	标准化审查与项目协调	杜美瑶，齐健兵

二、制订标准的必要性和意义

（一）背景及意义

当前，我国铁路货运正朝着重载、高效与智能化的方向快速发展，对货运装备的全

程状态可视、实时精准监控以及运营管理的精细化提出了前所未有的高要求。在这一背景下，利用全球卫星导航系统，特别是我国自主可控的北斗系统，实现对铁路货车的精准定位与智能管理，已成为构建现代智慧铁路货运体系的核心技术路径。

然而，该技术在铁路货车领域的规模化应用仍面临显著挑战。市场上终端设备的技术路线各异，在定位模式、供电方式、通信协议等方面缺乏统一规范，导致设备兼容性差、数据难以融合，无法支撑起大规模、标准化的铁路货车管理。同时，现有应用大多功能单一，未能与货运调度、效率分析、收益管理等核心业务流程深度结合，使得海量数据价值未被充分挖掘。此外，铁路货车运行环境苛刻，面临高强度振动、极端温度变化及长期无外部供电等严峻考验，而针对这些特殊工况的设备性能与可靠性要求一直处于缺失状态，直接影响着整个系统应用的稳定性和可靠性。

因此，制定本团体标准是响应国家北斗规模化应用战略、破解当前行业发展瓶颈的关键举措。标准通过确立统一的技术框架和明确的性能指标，旨在规范和引导铁路货车北斗定位运行管理系统的健康发展。它能够有效统一设备的技术形态与数据接口，为设备研发、测试认证和市场准入提供清晰依据，从而规范市场秩序，促进产业协同和高质量发展。

更为深远的意义在于，本标准将推动铁路货运管理模式的智能化升级。标准中规定的全方位管理功能以及与既有业务系统的深度融合要求，将促使定位数据从简单的轨迹回放，转变为支撑运营决策、提升运输效率、保障运行安全的核心生产要素。这不仅有助于提升铁路货运的整体效能和市场竞争力，也为构建更加安全、可靠、绿色的现代铁路物流系统奠定了坚实的技术基础。

（二）必要性

1. 创新性

本标准的创新性主要体现在技术整合、架构设计及应用模式三个层面，是对现有技术标准体系的一次重要补充和提升。

在技术整合层面，本标准并非对单一技术的简单规范，而是首次将“北斗独立定位”、“振动能量收集”与“多传感器智能融合”三大关键技术进行系统性整合与标准化。它明确要求终端设备必须基于纯北斗芯片获取位置数据，确保技术自主可控；同时，将振动发电技术从一种可选方案提升为满足长期续航需求的强制性供电方式，解决了无外电场景下的能源瓶颈；此外，通过内置六轴惯性传感器并实现运动状态智能识别，构建了超越传统定位的车辆全域状态感知能力。

在系统架构层面，本标准创新性地定义了“终端装置 - 运行管理 - 地理信息”三位一体的系统架构。这一架构将前端的智能感知、云端的数据融通与后端的业务决策紧密耦合，打通了从位置数据采集到货运经营管理价值兑现的全链条。特别是在运行管理子系统中，标准创造性地定义了一系列基于位置服务的业务功能模块，如融合定位与货票的收益管理、基于大数据分析的效率与流向管理、以及面向安全与维修的预警管理等，实现了从“位置追踪”向“数据驱动的智慧运营”的应用范式转变。

在应用模式层面，本标准提出的自适应电源管理与可配置采样策略，体现了一种创新的低功耗设计理念。它要求设备能根据车辆运动/静止状态自动切换工作模式与数据上报频率，这并非简单的参数调整，而是一种基于场景感知的智能节能机制，确保了在苛刻环境下长达两年的续航能力，为设备的“免维护”运行提供了技术标准支撑。

1) 查重对比分析

通过对现行国家、行业及团体标准的广泛调研与查重分析，目前尚未发现专门针对“铁路货车自供电北斗定位运行管理系统”的综合性技术标准。现有相关标准多侧重于单一的定位终端性能、通用通信协议或部分管理功能，缺乏对“北斗独立定位+振动发电自供电+多源信息采集+智能化业务管理”这一完整技术体系的系统化规范。本标准首次将终端硬件技术、系统平台功能、业务应用模型与铁路货运特有的运营管理流程进行深度融合与标准化定义，填补了该细分领域的标准空白。

2) 查新验证

经中华人民共和国科学技术部查新：

检出文献中见有基于北斗系统的铁路货车自供电定位终端的文献报道。但涉及具备本项目所述技术特点，基于北斗定位实现对铁路货车各项状态信息（经纬度、速度、加速度、角速度、方向、第三方传感、温湿度等）的实时采集与上报、智能状态监控与轨迹跟踪。采用了振动发电，并采用振动动能回收系统和方法，振动动能回收系统包括：振动发电模块，用于对运行的铁路货车在多个方向上产生的振动动能进行采集并将采集的振动动能转化成电能，装置内部集成智能电池管理系统 BMS，包括：状态检测模块，用于检测铁路货车的运动状态；工作模式设定模块，根据铁路货车的运动状态设定铁路货车上功耗负载运行的工作模式：当铁路货车为运动状态时，设定为工作节电模式；当铁路货车为静止状态时，设定为休眠节电模式；在工作节电模式中，功耗负载运行的间隔周期小于在休眠节电模式中的间隔周期的“铁路货车自发电北斗定位装置”，在所检文献以及时限范围内，国内未见相同文献报道。

2. 实用性

本标准的所有条款均源于铁路货运管理的实际业务需求。标准中规定的数据缓存与补传功能，直接针对铁路隧道、偏远地区信号丢失的现实问题；运动与静止检测及可调上报周期策略，有效平衡了数据时效性与终端功耗，是实现长续航的关键；预留的无线通信接口则为未来功能扩展和物联网应用提供了技术准备。这些要求直击现场应用的痛点，能够有效指导研发、生产和验收，确保最终产品能够切实解决用户问题，提升运营管理效率。

3. 适用性

本标准具备广泛的适用性。其技术要求和性能指标充分考虑了国家铁路、地方铁路及工矿企业专用铁路等不同运营主体的共性需求。标准内容既适用于新造货车的出厂前装，也兼顾了在役货车的技术改造与加装。此外，标准对装置的工作温度、湿度、海拔、防护等级及振动冲击适应性的严格要求，确保了其能够在我国幅员辽阔、地理气候条件多样的线路环境下稳定可靠运行，满足了不同地域、不同工况下的应用需求。

4. 紧迫性

当前，铁路货车领域对北斗技术的应用正处于从试点示范向规模化推广的关键阶段。市场上各类产品功能性能不一、质量参差不齐，已对行业的规范化和互联互通构成了潜在阻碍。亟需一部权威、统一的标准来规范技术路线，保障产品质量，引导市场有序竞争。同时，随着铁路货运智能化转型的加速，对车辆精准管控、状态实时感知和运营效率提升的需求日益迫切。本标准的确立，能够为整个行业的规模化应用和高质量发展提供及时、关键的技术支撑，避免因标准缺失导致的技术路线分化与重复投资，其制定和发布具有显著的时代紧迫性。

三、主要工作过程

（一）起草组工作概述

根据要求，中国交通运输协会于2024年上半年开始着手成立标准编制工作起草小组，组织标准编制的相关工作。作为主要起草单位，国能铁路装备有限责任公司积极收集有关本标准的各类信息，并组织相关的调研和试验验证工作，联络参编单位，最终明确了标准起草工作组的成员单位，成立了标准起草工作组。制定项目章程，每月定期组织召开例会，按计划推进，完成了标准前期调研，大纲评审，征求意见稿草案评审等各项工作。

（二）历次审查会专家审查意见及结论

标准起草工作组经过技术调研、咨询，收集、消化有关资料，并结合结合设计、材料、施工工艺和应用技术发展趋势，在充分总结国内外技术研究与应用基础上，于 2023 年 10 月编写完成了团体标准《铁路货车自供电北斗定位运行管理系统》的立项申请材料。2025 年 1 月 2 日，协会组织行业专家在北京召开立项审查会议（（2024）第 1 期（立审）），对标准立项报告进行审核，通过了标准项目的编制申请。

立项申请获批后，起草小组加快标准编制工作节奏，着手编制标准工作大纲和编制意见草稿的相关工作。编制工作大纲草案稿通过微信、邮件等方式提交给参编单位和协会专家分别审核，综合了多方意见，确定了标准起草编制的总体计划内容，形成了正式的标准工作大纲文件。

标准起草工作组按照立项审查会议内容，结合编制工作大纲进行认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求意见稿的编制以及试验项目的实施工作，于 2024 年 12 月完成了国内外调研和试验验证工作，2025 年 2 月编写完成了团体标准《铁路货车自供电北斗定位运行管理系统》的工作大纲与征求意见稿初稿。4 月 14 日，协会组织行业专家在北京召开大纲审查会议（（2025）第 128 期（纲审）），形成以下审查意见：

1. 标准名称修改为《铁路货车自供电北斗定位运营管理系统》；
2. 调节章节结构，“4 使用条件”“5 系统组成”“6 系统功能”“7 系统性能”“8 试验方法”“9 检验规则”“10 标志、包装、仓储和运输”；
3. 增加有代表性的参编单位。

根据评审意见，标准起草工作组对工作大纲进行了调整，邀请了中车长江车辆有限公司参与标准编制。

2025 年 6 月，根据项目分工，结合大纲评审意见，完成标准各章节条文的编写，汇总形成征求意见稿草案。

2025 年 7 月 11 日，协会组织行业专家在北京召开征求意见稿草案评审会议（（2025）第 312 期（征审）），形成以下审查意见：

1. 标准名称修改为《铁路货车自供电北斗定位运行管理系统》；
2. 调整章节结构，7.5 管理系统安全要求单独成章；删除 6.2、6.4、7.4，保留相关内容纳入其他章节；
3. 编制说明中增加有关参数取值的条文说明。

2025 年 9 月，结合征求意见稿草案评审意见，完成征求意见稿修订。

（三）征求意见及意见处理情况

征求意见阶段尚未开展。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）标准编制原则

1. 统一性

统一铁路货车自供电北斗定位运行管理系统在系统架构、功能定义、接口协议与性能指标方面的技术要求，消除不同设备供应商、不同运营主体之间的技术壁垒，为实现系统的互联互通、数据共享与规模化应用奠定基础。例如，在数据传输协议（6.1.2）上严格引用 JT/T 808-2019《道路运输车辆卫星定位系统终端通讯协议及数据格式》这一成熟行业标准，确保了与现有监管体系的兼容性及产业链上下游的协同性。

2. 协调性

本标准在编制过程中，高度重视与现行国家及行业标准的协调统一。在“规范性引用文件”（第2章）中，明确列出了所依据的关键标准，确保技术要求有据可依。例如，装置的振动冲击性能要求符合 GB/T 21563《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》这一轨道交通核心标准；外壳防护等级直接引用 GB/T 4208 的通用要求；电池安全遵循 GB 8897.4 的国家规定。通过系统性引用，本标准的技术指标与基础通用标准、行业专用标准有效对齐，避免了与现行标准体系发生冲突。

3. 适用性

本标准充分考虑了技术的普适性与不同应用场景的差异性，具备广泛的适用性。在“范围”（第1章）中明确指出，本标准适用于系统的设计、开发和使用，其技术要求和性能指标能够覆盖国家铁路、地方铁路及企业专用线等多种运营环境下的货车管理需求。系统功能设计（第6章）兼顾了新造货车出厂集成与既有货车加装改造两种应用模式。性能指标（第7章）的设定，如环境适应性（第4章）、续航时间（7.1.9）、数据上报周期可调（6.1.8）等，均基于对铁路货车实际运行中可能遇到的装卸作业、编组站调车、长途正线运行等复杂工况的充分考量，确保了标准在不同场景下的适用性与指导价值。

4. 一致性

应用环境与 GB/T 32347.1-2015（轨道交通 设备环境条件）国家标准理念一致。

5. 规范性

严格遵循 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则》的起草规则。文件结构（前言、范围、术语等）完全按导则要求编排。

6. 目标性

以提升系统可靠性、安全性、智能化水平为核心目标。系统功能（第 6 章）围绕“全方位感知、高可靠传输、智能化管理”进行设计，系统性能（第 7 章）对定位精度、系统性能及电源续航等关键性能进行了量化规定。

（二）技术要素确定原则

1. 目的性原则

规范重载铁路货车北斗定位运营管理智能化、自动化设计与应用，指导货车自供电北斗定位装置及系统设计、开发、生产及测试。

2. 性能特性原则

以可量化性能指标替代过程描述，确保结果客观可比。系统性能（第 7 章）定义具体阈值。

3. 可证实性原则

所有技术要求需通过标准化方法验证，确保结果可复现、可审计。

（三）与现行法律、法规、标准的关系

无。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

（一）主要条款的说明

1. 确定标准主要内容的论据：

1) 应用环境（第 4 章）

参照 GB/T 25119-2021 环境适应性，明确货车自供电北斗定位装置子系统的应用环境。

2) 关键系统功能（第 6 章）

数据缓存及数据补传功能（6.1.5）

本条功能要求旨在确保产品在网络不稳定或中断的恶劣工况下，仍能保证状态监测数据的完整性、连续性和可靠性。该要求的设定基于对行业实际应用痛点、数据价值及技术可行性的综合考量。

假设监测数据的采集周期为 10 分钟/次。150 条数据可覆盖的连续无网络时长为： $150 \text{ 条} \times 10 \text{ 分钟/条} = 1500 \text{ 分钟} = 25 \text{ 小时}$ 。此时长足以应对绝大多数因恶劣天气、临时基站故障、设备移动至信号盲区（如车辆进入隧道）等导致的信号中断场景。

数据上报周期（6.1.8）

本条对数据采集策略和能源续航能力提出了核心要求，旨在确保装置既能满足不同应用场景下的数据时效性需求，又能实现长期免维护运行，是平衡性能与功耗的关键设计准则。

运动时（不高于 5-15 分钟间隔）：货车在行驶中状态量变化频繁，采用较高的采样频率可以确保满足定位和状态追踪的时效性需求，为实时安全监控提供数据支撑。

静止时（不高于 2-4 小时间隔）：车辆静止时位置不变化，环境温度等参数变化极其缓慢。数小时的间隔足以监控数据势性变化，无需频繁采集。

3) 关键系统性能（第 7 章）

单点定位精度（7.1.4）

本条规定了货车自供电北斗定位装置在无任何地面增强措施（即单点定位模式）下应达到的基本定位性能。该指标是综合考虑铁路运输安全监控的实际需求，在开阔环境下，民用 GNSS 单点定位精度通常可达水平 3-5 米（CEP50）。然而，在铁路典型复杂场景下，多路径效应和卫星可见数下降是主要误差源，定位误差会显著增大。通过对大量铁路现场（尤其是山区线路）测试数据的统计分析，水平定位误差在多数时间内可落在 6 米范围内。将水平精度阈值定为 6 米（CEP50）。

装置续航时间（7.1.9）

本条规定了产品在无需外部人工干预（如更换电池、充电）的情况下，依靠内置电源独立、连续工作的最低时间要求。该要求的设定是基于产品实际应用场景、运维经济性、技术可行性及行业最佳实践的综合考量，是衡量产品实用性和可靠性的关键指标。

本产品通常部署于铁路货车上，数量庞大且分布广泛。频繁的电池更换或充电将产生高昂的人工、物料和物流成本，并可能导致设备停机，造成数据缺失。2 年的续航要求能有效确保设备在至少一个常规检修周期内稳定运行，极大降低了全生命周期的运维复杂度与总成本。

2. 标准中通用内容的编写要求：

无。

（二）主要技术指标、参数、实验验证的论述

1. 关键指标来源与验证框架

关键指标来源与验证框架如下表。

表 2 关键指标来源与验证框架

指标类	验证方法	数据来源
使用环境	实验室测试	第三方检测机构报告
系统功能	实车上道测试+用户调查问卷	实车测试数据记录
系统性能	实车上道测试+用户调查问卷	功能测试用例及结果记录
系统安全	等保测评	系统安全设计方案、风险评估报告

2. 核心指标来源详述

1) 数据缓存（6.1.5）

数据依据：国能铁路山区路线长度 187 公里，平均单次通过无移动信号地区时长 3.1 小时，车站平均停留时长 5 小时。

故设定阈值 150 条。

2) 上报周期（6.1.8）

实验依据：在国能线路进行 2 年试车运行，结果显示：

货车运动时平均上报间隔 11 分钟

货车运动时平均上报间隔 2.5 小时

3) 单点定位精度（7.1.4）

实验依据：在国能线路进行 2 年试车运行，结果显示：

单点定位水平平均精度（CEP50）：5.5m

单点定位高程平均精度（CEP50）：8.5m

故设定阈值水平 $\leq 6m$ ，高程 $\leq 10m$ 。

4) 启动时间（7.1.5）

实验依据：在国能朔黄铁路进行 100 次启动测试，结果显示：

平均冷启动时间 42s

平均热启动时间 4s

平均重新捕获时间 2s

故设定阈值冷启动时间 $\leq 45s$ ；热启动时间 $\leq 5s$ ；重新捕获时间 $\leq 3s$ 。

5) 装置续航时间（7.1.9）

数据依据：货车段修时长 2 年

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准没有涉及到相关国际标准。

本标准的总体技术水平属于国内领先水平。

八、贯彻标准的措施建议

1. 精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对重载铁路货车自供电北斗定位装置及系统的技术标准、运营场景、系统功能提出技术要求，指导终端及系统设计、开发、生产及测试。明确铁路货车北斗定位装置的设计技术指标、材料性能要求、施工工艺、检测方法、质量验收、养护管理等方面的具体要求，指导铁路货车北斗定位运营管理系统的实施，有效推动贯标工作的开展及落实。

2. 组织相关人员到实施现场参观学习，直观展示铁路货车自供电北斗定位装置运行效果及具体施工工艺；

3. 定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，不断对铁路货车自供电北斗定位装置及系统进行改进，保持技术领先、性能优化。

九、其他应说明的事项

（一）涉及专利等应说明的事项

无。

（二）变更信息

无。