

悬挂式中低速磁浮列控系统总体技术要求 (征求意见稿) 编制说明

标准起草组

2025年2月

目 录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人	3
二、制订标准的必要性和意义	3
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	5
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	6
六、重大意见分歧的处理依据及结果	12
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	12
八、贯彻标准的措施建议	12
九、其他应说明的事项	13

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“2023 年度第四批拟立项团体标准项目的公告”要求，由北京全路通信信号研究设计院集团有限公司联合江西理工大学、中铁第六勘察设计院集团有限公司、江西磁浮工程技术有限责任公司、华东交通大学作为起草单位，负责本规程的编制工作。

主要起草人：熊光华、崔俊锋、郑伟、杨斌、胡海林、李际胜、杨杰、李晓飞、刘鸿恩、樊宽刚、曾金成、石晶、王成、刘真、宋宝栋、刘天琦、周杰、齐含、胡翰篇、刘江、陈晓光、卢然、吴春晓、王晟、王岁儿、李翔宇、李金峰、杨明春、贾云光、王琦、郝瑞庭、蒙素勤、曹义斌、曾璐、苏彬彬、杨辉、周艳丽。

二、制订标准的必要性和意义

新型轨道交通一般是指轨道结构和车辆外型明显不同于标准铁路和常规列车的一类轨道交通工具（运输系统），一般是区别于传统地铁、铁路的轨道交通运输系统，而悬挂式中低速磁浮属于其中叠加悬挂式单轨及磁浮属性的一种特殊制式，其功能定位作为多层次轨道交通网络的重要组成部分，可与干线铁路、城际铁路、市域（郊）铁路、城市轨道交通相互协作、功能互补，优化城市区域功能，改善交通出行结构，是打造布局协调、层次清晰的多层次轨道交通的关键链环。悬挂式中低速磁浮一是可作为大城市轨道交通的加密线、延伸线，有效解决最后一公里出行问题；二是作为中小城市骨干交通线路；三是可作为园区配套线和特色旅游线，可串联丰富山区旅游资源，提升旅游资源品质，改善居民出游体验。

国内针对悬挂式中低速磁浮等新制式轨道交通进行了新一轮竞赛，各地政府、各企业提前布局，打造新产业增长极。目前已在线运营的相关项目包括武汉光谷空轨悬挂式单轨项目；已规划的相关项目包括渭南市规划了主城区与华山景区、韩城市、司马迁祠等主要交通枢纽、著名风景区的悬挂式线路，上海长宁区也规划建设空轨路线来打造构建“大运量轨道交通+中运量空轨+地面公交”公共交通体系，同步还有南昌梅岭、上饶三清山、江西景德镇等悬挂式中低速磁浮项目也处于前期研究阶段；同时针对低运量轨道交通方面，南宁、郑州、贵阳、江西赣江新区、天津、成都、济南、重庆、合肥、深圳、芜湖、西安、常州、益阳等 14 座城市完成了低运量轨道交通规划项目招标工作，涉及 15 个规划项目，新增规划线路超过 42 条，新增线路长度预计超过 697.03 公里等，

其中对于建设制式暂未明确。结合十四五国家重点研发计划低成本小运量磁浮客货运输系统科研目标，聚焦悬挂式磁浮低成本成熟应用，旨在为下一步工程化推广应用奠定坚实基础。

综上，对于国家政策、行业聚焦及地方规划而言，悬挂式中低速磁浮具有广阔市场前景。本标准的制订，是为了规范悬挂式中低速磁浮轨道交通列控系统的总体要求、系统技术要求、系统工作模式、系统运营场景、系统接口要求、系统性能要求。

鉴于悬挂式磁浮轨道交通形式不占用路面、环保的特点，不仅适用于城市、景区等环境，并可与地铁、轻轨互为补充，是一种导向运输系统新模式，为城市交通提供了一样新的解决方案。

对于列控系统而言，悬挂式磁浮轨道交通具有以下特点：

- 1、走行机构不再采用轮轨方式，列车的传统定位和测速方式需采用适应性升级方案；
- 2、悬挂箱梁结构决定了传统车地点式信息传输和定位设备不能采用传统应答器方案，需采用电子标签 RFID 辅以卫星定位方式；
- 3、鉴于车辆悬挂方式和与箱梁结合的结构，需引入光学检测装置实现列车占用检测功能；
- 4、开放运行环境，需引入主动防撞系统设备，提升列车运控安全性。

国内外相关标准中缺少针对悬挂式中低速磁浮轻量化、智能化、高安全、中低运量需求和特点下的列控系统相关技术要求，契合此种制式需求和特点的悬挂式中低速磁浮运控系统是支撑悬挂式磁浮轨道交通形式顺利推广的基础，使之具备较强的市场竞争力。现有标准无法完全指导此种制式列控系统的设备招标及供系统设计、工程设计、产品设计、工程验收等参考。因此，构建安全、集约、高效、便捷的悬挂式中低速磁浮列控系统 & 总体技术要求对推动磁浮标准体系建设、引领我国磁浮产业发展具有强烈的必要性和重要意义。

三、主要工作过程

本标准编制起止时间为 2024 年 1 月～2025 年 6 月，经中国交通运输协会立项通过后，标准编制组通过收集借鉴城市轨道交通信号系统技术标准和需求规范，深入分析结合悬挂式磁浮试验线项目应用总结，确定标准编制方向。期间充分调研凤凰磁浮、武汉光谷悬挂式单轨、西安云巴等中小运量轨道交通列控系统建设运营情况。标准编制组于

2024 年 3 月完成标准大纲及草案，2024 年 4 月～5 月开展组内研讨审查、修改并通过大纲和草案内部评审，2024 年 7 月在协会组织下开展标准大纲专家审查并顺利通过后，开展征求意见稿编制，并于 2024 年 11 月完成征求意见稿编制及组内内部评审，提交公司级评审，修订并形成本次专家评审文件《悬挂式中低速磁浮列控系统总体技术要求》征求意见稿草案。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

《中低速磁浮交通设计规范》（CJJ/T 262-2017）为住建部于 2017 年发布的设计规范，规范中侧重于对于工程设计标准的制定，缺少对于列控系统技术细节的规范，另外此设计规范是基于地面运行磁浮交通进行制定的，与悬挂式磁浮轨道交通系统存在较大差异，不能被悬挂式磁浮轨道交通列控系统所适用。《悬挂式单轨交通设计标准》（DBJ51/T099-2018）为四川省住建厅于 2018 年发布的地方设计标准，此设计标准针对于悬挂式单轨交通制定，走行部采用了橡胶轮胎，对于电磁环境的影响说明不充分，另外侧重于对于工程设计标准的制定，缺少对于列控系统总体要求的规范。《悬挂式单轨交通技术标准》（DBJ41/T217-2019）为河南省地方标准，对于技术要求有一定的局限性。

本标准制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家标准、行业标准及相关地方标准，针对总体要求、系统技术要求、系统工作模式、系统运营场景、系统接口要求、系统性能要求等方面提出的具体要求。

本规程编制过程中，查阅了相关规范、标准和技术规程，对于总体原则与要求、系统性能要求、系统技术要求、系统工作模式、系统接口要求主要参考 GB/T 12758-2023，并结合悬挂式中低速磁浮制式特点，参考其他关于悬挂式单轨及中低速磁浮标准针对列控系统特点和功能进行说明；对于系统工作模式、系统运营场景主要参考 T/CAMET 04010.1 关于全自动运行部分的描述，并结合悬挂式中低速磁浮灵活编组特点，参考其他全自动运行标准完善列控系统工作模式和系统运营场景部分的描述。具体查阅参考相关规范、标准和技术规程如下：

- 1、《中低速磁浮交通设计规范》（CJJ/T 262-2017）
- 2、《悬挂式单轨交通设计标准》（DBJ51/T099-2018）
- 3、《悬挂式单轨交通技术标准》（DBJ41/T217-2019）
- 4、《城市轨道交通 CBTC 信号系统行业技术规范-需求规范》
- 5、《城市轨道交通基于通信的列车运行控制系统（CBTC）互联互通系统规范第 1 部

分：系统总体要求》（T/CAMET 04010.1-2018）

6、《城市轨道交通基于通信的列车自动控制系统技术要求》（CJ/T 407-2012）

7、《城市轨道交通信号系统通用技术条件》（GB/T 12758-2023）

8、《城市轨道交通全自动运行系统规范》（T/CAMET 04017-2019）

9、《悬挂式单轨交通技术标准》（CJJ/T 320-2024）

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1、范围

本文件规定了悬挂式中低速磁浮列控系统总体原则与要求、系统架构和功能、系统性能要求、系统技术要求、系统工作模式、系统运营场景、系统接口要求，使得悬挂式中低速磁浮列控系统更加适配国家政策及市场需求导向下的低成本小运量轨道交通。

本文件适用于悬挂式中低速磁浮列控系统的设计及运用。

2、规范性引用文件

本文件主要在系统冗余结构要求、通信管理要求、环境条件要求、电磁兼容防护要求等方面引用了下列国家标准。

GB/T 12758 城市轨道交通信号系统通用技术条件

GB/T 17626.29 电磁兼容试验和测量技术直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

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 21563 轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验

GB/T 24338.2 轨道交通 电磁兼容 第2部分：整个轨道系统对外界的发射

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 24339 轨道交通 通信、信号和处理系统 传输系统中的安全相关通信

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置

3、术语和定义

本文件在引用规范性文件内容的基础上补充描述内容包括：

3.8 领头列车单元 leader train unit

在由多组(含两组)列车单元重联构成的列车中，按照列车运行方向，位于最前方的

列车单元。

3.9 跟随列车单元 follower train unit

在由多组(含两组)列车单元重联构成的列车中，除领头列车以外的其他列车单元。

3.10 列车安全控制中心 safety train-control center

具备联锁和区域控制器的全部功能，以安全计算机技术和电子控制技术为主要手段实现一体化控制功能的地面信号设备。

3.11 轨道交通5G公网 rail transit 5G public-private network

基于运营商5G公网，通过资源隔离等技术手段，提供专属网络能力，承载轨道交通相关数据业务，覆盖轨道交通全场景，从而实现5G公网专用的技术。

4、缩略语

本文件在引用规范性文件内容的基础上补充描述内容包括：

STC：列车安全控制中心（Safety Train-control Center）

5、总体原则与要求

本章主要对悬挂式中低速磁浮运控系统的总体原则与要求进行说明，主要包括以下几方面的要求内容。

5.1 系统应安全可靠、经济合理，各子系统设备应能协同工作，完成列车运行控制的整体目标。应具有行车安全防护、提高运行效率、提高列车运行自动化水平的作用。

从GB/T 12758 5.1直接引用。

5.2 系统应具有高可靠性、高可用性。涉及行车安全的系统、设备、电路应符合故障-安全原则。

从GB/T 12758 5.2直接引用。

5.3 系统自动化等级应满足GOA2级，宜满足GOA4级。

明确悬挂式中低速磁浮列控系统至少应满足GOA2等级要求，并可根据工程需求推荐选用GOA4级。

5.4 系统应适应不同编组长度列车的混合运行，可支持列车在线联挂和解编。

从GB/T 12758 5.11直接引用。

5.5 系统宜具备与有接驳需求的其他轨道交通线路、铁路、公路交通和与沿线旅游景区等的区域协同运输和运能匹配调整能力。

强调由悬挂式中低速磁浮制式功能定位特点带来的对于列控系统区域协同运输和运能匹配调整能力的要求。

5.6 系统应满足最高运行速度120km/h的要求。

针对系统处理能力，对系统的运行速度要求进行定义。

5.7 系统应满足最小追踪间隔2min的要求。

针对系统处理能力，对系统的追踪间隔要求进行定义。

5.8 系统的车载设备不应超出车辆限界,系统的地面设备不应侵入设备限界。

从GB/T 12758 5.15直接引用。

5.9 系统设备应符合城市轨道交通使用环境与运用条件，设于高架线路或地面线路的信号设备应与城市景观相协调。

从GB/T 12758 5.16直接引用。

6、系统架构和功能

6.1 系统架构

本节主要对系统架构进行规定。

6.1.1 系统宜采用联锁列控一体化、全电子化的架构。

强调悬挂式中低速磁浮小运量运输市场需求及成本要求下列控系统更加适配的系统架构。

6.1.2 系统可由行车指挥控制子系统、列车安全控制中心子系统、综合维护监测子系统、数据通信子系统、列控车载子系统和信号机、次级列车占用检查、信标、电源、轨旁执行单元（根据需要配置）、其它基础设备等组成。

参考GB/T 12758 6.2.1对于悬挂式中低速磁浮列控系统构成进行明确，与系统架构对应。

6.1.3 行车指挥控制子系统宜与机电系统中心级设备集成，构建以行车为核心的机电一体化系统。

强调悬挂式中低速磁浮适用于构建以行车为核心的机电一体化系统，其中列控系统的行车指挥控制子系统宜支持与机电系统中心级设备集成。

6.1.4 列控车载子系统宜采用单套车载列控核心设备（包括列车自动防护单元、列车自动驾驶单元、车辆接口单元、休眠唤醒单元（若有）等）控制列车双方向运行，并实现双端车载外围设备（包括测速单元、定位读取及传输单元、无线通信处理单元、人机界面、主动感知单元等）的冗余接入。

强调悬挂式中低速磁浮列控系统车载轻量化设计，宜采用单套车载列控核心设备控制列车双方向运行。

6.1.5 全自动运行等级下，列控车载子系统应配置休眠唤醒单元及主动感知单元。

强调悬挂式中低速磁浮列控系统在全自动运行等级要求下，由于全自动无人化需新增的配置，包括休眠唤醒单元及主动感知单元。

6.1.6 当采用轨道交通5G公网承载时，无线网络接入网关设备宜设置于控制中心。

明确采用5G公网承载列控数据的无线通信方式时，列控系统与无线通信网络的接口界面。

6.2 系统功能

本节主要对系统功能进行规定，并体现出悬挂式中低速磁浮的特点。

6.2.1 设置于控制中心的行车指挥控制子系统应实现对正线、配线范围内列车运行的监督和控制功能，车辆基地内线路宜纳入控制中心的监控范围。

体现悬挂式中低速磁浮中心化统一监控的建设需求。

6.2.2 行车指挥控制应采用列车自动监控系统技术方式实现。

参考GB/T 12758 7.1.1.2明确悬挂式中低速磁浮列控系统行车指挥控制方式。

6.2.3 系统宜具备多级控制能力，可具有下列控制等级：

- a) 中心自动控制；
- b) 中心调度员人工控制；
- c) 车辆基地自动控制；
- d) 车辆基地值班员人工控制。

旨在弱化/取消站级控制模式，适配工程建设及运营阶段的系统复杂度。

6.2.4 STC应兼容联锁和区域列车管理功能。

强调悬挂式中低速磁浮列控系统联锁列控一体化特点，对列车安全控制中心设备功能要求进行说明。

6.2.7 系统应满足控制中心实现设备集中监测和报警功能的要求，各子系统应具备自检、自诊断的维护管理功能。

参考GB/T 12758 5.13强调悬挂式中低速磁浮列控系统中心集中监测报警功能。

6.2.9 全自动运行等级下，系统宜实现人工或自动控制列车联挂或解编，并能对列车联挂或解编作业安全防护，对联挂及解编状态进行监督。

参考GB/T 12758 7.1.2.2.16强调全自动运行等级下宜具备联挂和解编功能。

6.2.10 全自动运行等级下，系统应具备车挡、行人、障碍物等影响行车安全的主

动识别及防护功能。

强调悬挂式中低速磁浮半开放运行环境全自动运行等级下对于障碍物主动识别及防护功能要求。

6.2.11 系统应具备与道岔系统接口功能。

悬挂式中低速磁浮一般设有道岔系统，列控系统与传统通过转辙机方式直接控制道岔动作方式不同，强调与道岔系统进行接口。

6.2.14 当系统自身设备故障时，应具有降级运行模式和应急措施。系统宜采取有效的技术措施提升降级运行的安全和效率。

从GB/T 12758 5.14直接引用。

6.2.15 系统应具备列车最高运行速度和列车牵引制动最大级位等调整措施，实现在特殊环境工况下列车运行控制。

强调悬挂式中低速磁浮半开放运行环境下特殊环境影响带来对列控系统特殊环境工况下列车运行控制的要求。

6.2.16 车地无线网络通信宜采用轨道交通5G公网承载，可采用城市轨道交通专用频段承载。

参考GB/T 12758 5.12提出悬挂式中低速磁浮车地无线网络推荐采用更加灵活低成本的5G公网承载方式。

7、系统性能要求

本节主要对悬挂式中低速磁浮列控系统的RAMS性能指标、电磁兼容防护要求内容进行描述，结合悬挂式中低速磁浮列控系统架构及设备，对于其性能要求进行规定。

8、系统技术要求

本节主要对悬挂式中低速磁浮列控系统采用的关键技术进行规定，包括：

8.1 行车指挥控制

8.1.2 系统宜根据交通运输网络的运输需求实现行车计划动态调整功能。

对于悬挂式中低速磁浮列控系统宜具备的协同运输组织功能进行说明。

8.1.3 行车指挥中心应实现本线运行列车的统一指挥调度和运行控制管理，宜实现对车辆基地范围内运行列车的统一指挥调度和运行控制管理。

参考GB/T 12758 5.8强调悬挂式中低速磁浮中心化统一管控的建设需求。

8.2 列车安全控制中心

对于联锁列控一体化后的列车安全控制中心其技术要求进行说明，包括基础联锁关

系描述、列车管理和监控描述、工作范围的描述。

8.4 测速定位

8.4.5 测速单元和定位传感器应能适配车辆转向架及轨道梁条件。

由于悬挂式中低速磁浮制式特点，对于测速单元和定位传感器安装应能适配外部安装条件。

8.5 次级列车占用检查

8.5.2 次级列车占用检查可采用电磁计轴、光纤光栅计轴、光学计轴等方式实现。

由于悬挂式中低速磁浮制式特点，次级列车占用检查与传统地铁轮轨不完全一致，方式更加多样，包括电磁计轴、光纤光栅计轴、光学计轴等。

8.5.3 次级列车占用检查传感器的安装应与轨道梁结构相匹配，根据需要可在车辆上安装计轴模拟板等相应模拟装置。

由于悬挂式中低速磁浮制式特点，对于次级列车占用检查传感器安装应能适配外部安装条件，为确保占用检查可靠根据需要可安装计轴模拟板结合占用检查传感器模拟列车占用，实现可靠占用空闲检查。

8.5.4 当磁浮渡线道岔侧线不具备安装占用检查传感器条件时，次级列车占用检查设备应可靠实现道岔区段的列车空闲/占用检查并满足运营要求。

由于悬挂式中低速磁浮制式特点，磁浮道岔部分道岔形式在侧线不具备安装占用检查传感器条件，要求次级列车占用检查装置应通过安全可靠方式实现功能要求。

8.6 车载人机界面

8.6.3 每个驾驶室中均应配置列控车载显示屏，根据需要可与车辆显示屏合并设置。

结合悬挂式中低速磁浮低成本轻量化要求，列控车载显示屏可与车辆显示屏合设。

8.7 通信管理

8.7.4 在车车无线通信会话中应经STC确认在线列车状态后，由后车车载设备向前车车载设备发起连接建立请求，条件满足时允许前后车建立车车通信连接。

对于悬挂式中低速磁浮列控系统车车通信功能通信管理进行要求，满足条件后方可发起建立，并允许建立。

8.8 主动感知防护

对于全自动运行等级下主动感知防护功能技术要求进行明确，包括障碍物识别、距离检测等主动感知防护功能。

8.9 区域协同运输

强调悬挂式中低速磁浮区域协同运输功能特点技术要求，包括运能匹配调整、与其他轨道交通协同运输等功能。

8.10 特殊环境工况管理

悬挂式中低速磁浮半开放运行环境下容易受大风等特殊环境影响，列控系统需具备特殊环境工况管理运行功能。

9、系统工作模式

本节主要对悬挂式中低速磁浮列控系统的控制等级、驾驶模式和模式间转化条件进行规定，其中驾驶模式包括全自动等级下的FAM和CAM模式。

10、系统运营场景

本节主要对悬挂式中低速磁浮系统运营场景进行描述，主要包括灵活编组下的全自动运行。

11、系统接口要求

本节主要对悬挂式中低速磁浮列控系统的地面设备接口、车载设备接口、车-地接口及其他接口内容进行规定。

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

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、贯彻标准的措施建议

(1) 精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业相关部门统筹协调，开展标准实施培训和宣贯普及，推动贯标工作的开展及落实。

(2) 定期组织研发、应用、评估等各环节人员进行技术交流和研讨，巩固深化对标准的理解，共同推进标准在行业内的实施开展。

九、其他应说明的事项

暂无。