

国家标准化指导性技术文件

《超导电动磁悬浮系统通用技术规范》

标准编制说明

（征求意见稿）

《超导电动悬浮系统通用技术规范》标准起草工作组

2025 年 6 月

国家标准化指导性技术文件

《超导电动悬浮系统通用技术规范》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1. 任务来源

本项目来源于国家标准制修订工作管理信息系统登记的国家标准化指导性技术文件，项目编号 20251525-Z-469，项目名称《超导电动磁悬浮系统通用技术规范》，项目周期 2025 年 5 月—2025 年 12 月，由全国磁悬浮动力技术基础与应用标准化工作组 SAC/SWG28（以下简称工作组）提出并归口，由中国航天科工飞航技术研究院牵头起草。

2. 标准制定背景

党的二十届三中全会通过《关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出“国家标准提升”事关“推动经济高质量发展、健全因地制宜发展新质生产力体制机制”。《国家标准化发展纲要行动计划（2024—2025）》提出“适度超前研制相关标准，以标准引领产业创新发展”。

超导电动磁悬浮技术具有被动自稳定、悬浮间隙大、承载能力强等突出技术特征，在高速/超高速领域具有广阔的应用前景，具有引领航空航天、高速磁浮、科学试验装置等产业创新发展作用。一是基于超导电动磁悬浮技术的磁悬浮电磁助推航天发射已经纳入《航天中长期科技发展及“十四五”规划研究》及《2035 航天发展战略研究》，利用该技术可大幅度降低运载器振动量级、消除摩擦阻力，变革现有发射形式，打造新一代商业航天发射系统，支撑我国“航天强国”发展战略。二是基于超导电动磁悬浮技术的高速磁浮列车于 2021 年纳入《国家综合立体交通网规划纲要》，利用该技术研究推进超大城市间高速磁浮通道布局和试验线路建设，满足国家重大战略需求，可引领超高速交通、运载领域重要变革，支撑我国“交通强国”发展战略。三是基于超导电动磁悬浮技术的电磁橇、磁浮峰洞等科学试验装置，可实现发射载荷的悬浮，能够将振动量级降低两个数量级，

能够实现载荷地面更高速度的实验考核，提升航空、航天领域军民装备的研发验证能力，支撑我国“科技强国”发展战略。

目前，国内尚无超导电动磁悬浮技术相关标准，亟需建立相关标准体系，填补技术空白，并指导超导电动磁悬浮系统的研制和生产，推动超导电动磁悬浮系统的工程化和产业化应用，引领相关产业高速发展。

3. 主要工作过程

（1）启动阶段

2024年6月，为推进国家标准化指导性技术文件《超导电动磁悬浮系统通用技术规范》的编制工作，中国航天科工飞航技术研究院成立了该国家标准的编制工作组。编制组成员有中国航天科工飞航技术研究院、中国铁道科学研究院集团有限公司、西南交通大学、同济大学等单位参加。

（2）标准调研及起草阶段

2024年7月—10月，起草组与业内同行企业或者研究超导电动磁悬浮技术的高校科研人员进行技术交流，形成了国家标准化指导性技术文件《超导电动磁悬浮系统通用技术规范》初稿。

2024年11月，中国航天科工飞航技术研究院在北京组织召开了标准初稿研讨会，与会专家对《超导电动磁悬浮系统通用技术规范》的标准初稿进行了内部评审和讨论，研究确定了标准架构，并给出了相关编写建议。

2024年12月，起草组对标准草案进行了研讨、论证，并结合讨论结果对标准文本进行了补充和完善。

2025年2月，起草组扩充后又对标准草案进行了研讨、论证，并结合讨论结果对标准文本作了进一步的补充和完善。。

2025年3月，中国航天科工飞航技术研究院对标准中的主要性能指标进行了充分的验证。

2025年6月，结合前期研究、调研、讨论的结果，形成标准征求意见稿，提交全国磁悬浮动力技术基础与应用标准化工作组（SAC/SWG28）秘书处面向全社会公开征求意见。

二、标准编制原则和主要内容

1. 标准编制原则

本标准规范类指导性技术文件，编制过程秉承指导性、通用性、规范性原则，旨在指导超导电动磁悬浮系统的研制和生产，推动超导电动磁悬浮系统的工程化和产业化应用。

2. 主要内容及编制依据

本标准界定了超导电动磁悬浮系统的术语和定义，规定了使用环境条件、一般要求、技术要求、贮存和运输，描述了试验方法。

本标准适用于电磁发射、磁浮火箭橇、磁浮风洞等磁浮载运领域涉及的超导电动磁悬浮系统的设计、生产、验收等。

（1）第1章“范围”规定了本标准的主要内容和适用范围。

（2）第2章“规范性引用文件”列出了本标准所引用的标准。

（3）第3章“术语和定义”，界定了本标准的相关术语的定义

（4）第4章“使用环境条件”，对超导电动磁悬浮系统的使用环境做了规定，包括工作环境温度、日平均相对湿度、降水量、雪和冰雹以及太阳辐射。

（5）第5章“一般要要求”，规定了超导电动磁悬浮系统的系统组成与系统功能。

（6）第6章“技术要求”，对超导电动磁悬浮系统的技术要求做了规定，包括系统性能要求、超导磁体性能要求、感应装置性能要求、环境适应性要求以及防护性能要求。

（7）第7章“试验方法”，对超导电动磁悬浮系统的性能试验的方法做了规定，包括系统性能试验、超导磁体性能试验、感应装置性能试验、环境适应性试验以及防护性能试验。

（8）第8章“贮存、运输”，规定了超导电动磁悬浮系统产品的贮存以及运输要求项目。

3. 关于标准草案中相关参数的说明

本标准草案中涉及到参数的重点集中在第6章“技术要求”中，主要说明如下：

（1）系统性能参数：起浮速度、悬浮力波动、导向力波动、悬浮刚度、导向刚度、浮阻比和浮重比，这些参数要求同时兼顾了板式超导电动磁悬浮系统及线圈式超导电动磁悬浮系统，参数要求依据公开文献、报告及相应试验测试结果。

(2) 超导磁体性能参数：密封性、临界电流安全系数及结构安全系数等，这些参数要求制定主要从提高超导磁体安全性角度出发。

(3) 感应装置性能参数：电导率、绝缘电阻、绝缘耐压及结构安全系数等，这些参数制定主要也是从提高感应装置安全性角度出发。

(4) 环境适应性参数：机械环境、电磁环境、温度环境、湿热环境、盐雾环境、粉尘环境以及淋雨环境，均依据已有国标制定，对国标中没有约束了给予了特殊说明。

(5) 防护性能参数：阻燃性能和外壳防护，均依据已有国标制定。

4. 解决的主要问题

超导电动磁悬浮技术具有被动自稳定、悬浮间隙大、承载能力强等突出技术特征，在高速/超高速领域具有广阔的应用前景。

本标准的制定填补了国内超导电动磁悬浮技术相关标准的空白，指导超导电动磁悬浮系统的研制和生产，推动超导电动磁悬浮系统的工程化和产业化应用。本标准所述超导电动悬浮技术，应用于航空航天、磁浮交通、科学试验等领域后，有力支撑我国“航天强国”“交通强国”和“科技强国”发展战略，并对我国“双碳”战略目标的实现具有积极推动作用。

从技术创新方面，本标准首次全面、详细地规定了我国超导电动磁悬浮系统的使用环境条件、一般要求、技术要求、试验方法等通用技术规范，可以依据本标准进行超导电动磁悬浮系统的理论分析、方案设计、设备研制和试验测试等，对提高超导电动磁悬浮系统的安全性和可靠性具有重要意义。

本标准的发布实施，将带动相关产业的健康发展、快速进步，从而对我国经济建设和繁荣发展起到有利的促进作用，带来良好的社会效益和经济效益。

三、主要试验（或验证）情况

以中国航天科工飞航技术研究院为代表的相关单位，完成了本标准涉及的超导电动悬浮系统的原理验证及工程验证。

2021 年 11 月，中国航天科工飞航技术研究院采用板式超导电动磁悬浮技术路线，建设了 400 m 长超高速超导电动磁悬浮电磁推进试验线，并完成了最高速度 623 km/h 的悬浮演示验证，试验线系统及试验结果如图 1 所示，创造了当时国内外最高超导磁悬浮电磁推进速度记录，完成了板式超导电动磁悬浮系统的原

理验证,形成了一套板式超高速超导电动磁悬浮系统的设计方法和稳定性评价方法,解决了在超高速、复杂电磁和气动环境下悬浮姿态的高精度计算与预测难题,实现了超导电动磁悬浮系统的高稳定性悬浮。

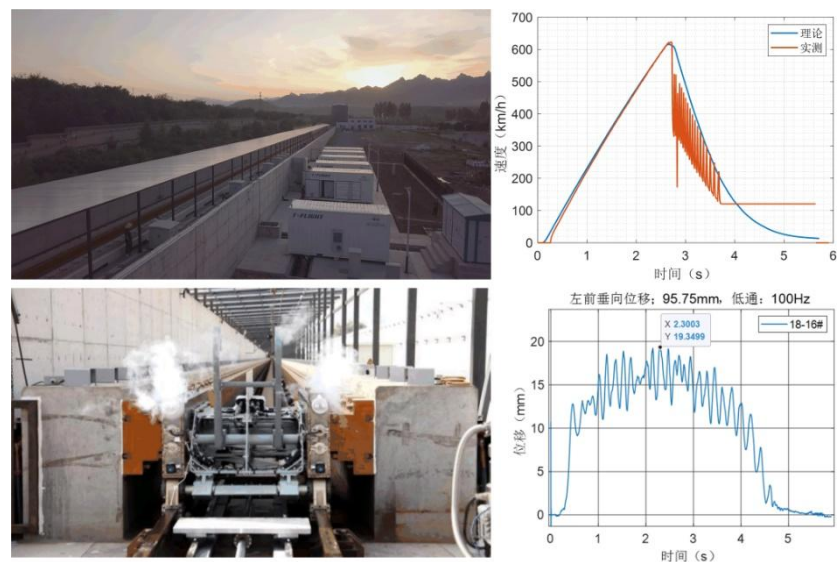


图 1 板式超导电动磁悬浮系统及其试验验证

2024 年 3 月,山西省与中国航天科工集团联合建成超高速低真空管道磁浮交通系统全尺寸试验线,试验线全长 2 km,采用线圈式超导电动磁悬浮技术路线,完成了超导电动磁悬浮系统的集成演示验证,试验线系统及试验结果如图 2 所示。国内首次实现了试验车级别的稳定悬浮试验,最高悬浮试验速度达 150 km/h,试验车悬浮姿态与理论仿真吻合较好,系统验证了线圈式超导电动磁悬浮系统的设计理论与方法,积累了工程化经验。

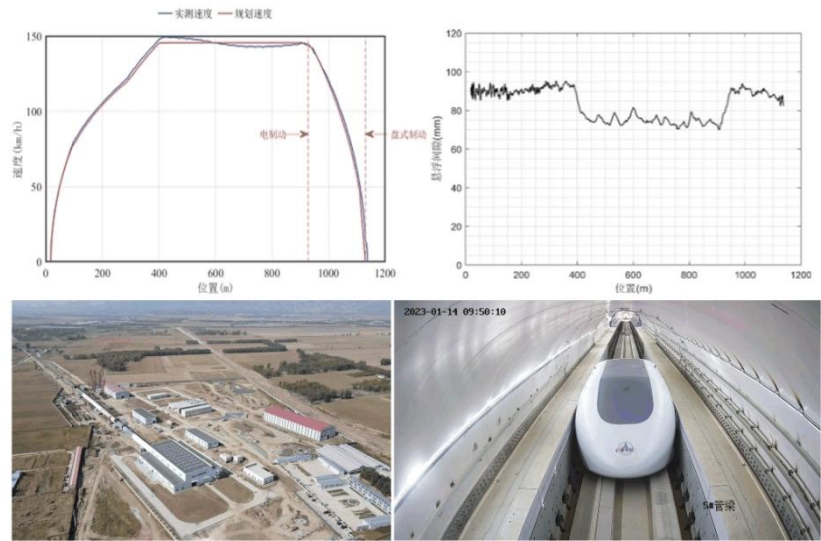


图 2 线圈式超导电动磁悬浮系统及其试验验证

此外，国内以西南交大、国防科大、中科院电工所为代表的研究所和高校也开展了大量基础理论研究工作，近五年来发表多篇高水平文章，搭建了各型原理验证平台，验证了理论模型、仿真建模等的正确性，超导电动磁悬浮系统基础理论日趋完善。中车长客也完成了原理试验线建设与悬浮试验样车研制，工程技术研究具备了一定基础。

四、预期经济效益、社会效益

本标准的实施有利于带动我国超导磁体、电机和新型材料等产业成为新的经济增长点；有利于提升相关产业技术创新水平，为科技创新提供依据，构建创新成果产业化、市场化应用的桥梁，进而提升产业竞争力；有利于增强产业稳定性，有效避免技术风险和安全风险，提高运行层面操作效率，降低经济层面生产成本，进而获得产业发展的最佳秩序，保障产业可持续发展；有利于促进产业相互融通，在产业链上、中、下游配套协作及产业间融合发展中起到润滑剂作用，提高产业自主性和可控性；有利于推动产业国际化发展，推动中外标准协调兼容，突破技术性贸易壁垒，有助于我国产品和服务进入国际市场，提高产业国际影响力。

五、与国际、国外同类标准对比情况

本标准属于对超导电动悬浮系统通用技术规范的标准，目前国内外尚未有相应的标准。

在国内，目前已经掌握了中低速和高速电磁磁浮技术并实现了商业化运行。中低速和交通运载已经具备了相对完善的设计规范和标准，包括 CJT 375—2011《中低速磁浮交通车辆通用技术条件》、GB/T 39902-2021《城市轨道交通中低速磁浮车辆悬浮控制系统技术条件》、CJT 367—2011《交通运载设计标准》、TB 10630—2019《磁浮铁路技术标准》、GB 55033—2022《城市轨道交通工程项目规范》、GB/T 39902—2021《城市轨道交通中低速磁浮车辆悬浮控制系统技术条件》、GB/T 21413.2—2021《轨道交通 机车车辆电气设备 第2部分：电工器件 通用规则》、GB/T 32383—2020《城市轨道交通直线电机车辆通用技术条件》等，以上标准均未涉及超导电动磁悬浮系统的通用技术规范。

在国外，日本研究成果最为丰富且技术最为先进，但尚未有相关标准公布。IRIS 国际铁路行业标准是由欧洲铁路行业协会制定的，IRIS 基于国际质量标准 ISO 9001，是 ISO 9001 的延展，也暂无超导电动磁悬浮系统相关标准。国际标

准化组织颁布了相关标准，具体包括 ISO 14839-1: 2002《机械振动—装备主动磁悬浮轴承的旋转机械的振动—第 1 部分：词汇》、ISO 14839-2: 2004《机械振动—装备主动磁悬浮轴承的旋转机械的振动—第 2 部分：振动的评估》、ISO 14839-3: 2006《机械振动—装备主动磁悬浮轴承的旋转机械的振动—第 3 部分：稳定性边际评估》和 ISO 14839-4: 2012《机械振动—装备主动磁悬浮轴承的旋转机械的振动—第 4 部分：技术指南》等，也未涉及超导电动磁悬浮技术。

六、在标准体系中的位置，与现行相关法律、行政法规及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准位于标准体系中“磁悬浮动力技术应用”大类中“磁悬浮导轨动力系统”中类中“磁悬浮导轨系统”小类中的标准。

本标准与相关强制性标准、法律法规配套，与现行相关国家标准和行业标准协调一致，无矛盾、无冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。

八、标准中涉及的专利、知识产权说明

不涉及。

九、采用国际标准和国外先进标准情况

目前无论是国内还是国外暂无与超导电动磁悬浮系统直接有关的技术标准。本标准没有可采用的国际标准。

十、标准性质的建议说明

建议本标准性质为规范类指导性技术文件。超导电动磁悬浮系统的工程化在国内起步较晚，工程化技术能力得到初步验证，标准化工作更是一片空白，而本标准界定了超导电动磁悬浮系统的术语和定义，规定了使用环境条件、一般要求、技术要求，描述了试验方法，规定了贮存、运输等内容，对超导电动磁悬浮系统的工程化和产业化应用具有技术指导作用与实践建议作用，适用于推动产业快速发展。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

本标准发布实施后，应加强其宣传，促进其应用，使全社会充分认识到实施该标准的重要意义，尽快掌握、运用本标准，积极引导相关机构和人员按标准要

求进行规范化操作。本标准批准发布后，由工作组组织、主要起草单位配合进行标准宣贯。

十二、其他应当说明的事项

根据《公平竞争审查条例》《公平竞争审查条例实施办法》相关规定，对国家标准化指导性技术文件《超导电动磁悬浮系统通用技术规范》（征求意见稿）全文进行了公平竞争审查，未发现存在设定歧视性技术门槛、限制市场主体准入或强制指定单一供应商等排除、限制竞争的内容，符合公平竞争审查要求。

标准起草小组

2025 年 6 月 5 日