

团 体 标 准

有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范

（征求意见稿）

编制说明

2025-06-18

《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》 (征求意见稿) 编制说明

1 任务来源、协作单位

1.1 任务来源

根据中国城市轨道交通协会发布的《关于下达中国城市轨道交通协会 2024 年第二批团体标准制修订计划项目的通知》(中城轨[2024]64 号),由中国城市轨道交通协会低运能系统分会提出,由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会归口,由江西华伍制动器股份有限公司牵头组织相关单位共同编制《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》,计划编号为 2024053—T—07,项目周期 1 年,计划完成时间 2025 年 12 月。

1.2 协作单位

本标准由江西华伍制动器股份有限公司牵头,联合华伍轨道交通装备(上海)有限责任公司、中车制动系统有限公司、南昌轨道交通集团有限公司、长春市轨道交通集团有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、长春中车轨道车辆有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司共同编制。

2 编制工作组简况

2.1 编制工作组及其成员情况

表 1 编制工作组成员情况

序号	编制单位名称	承担工作	单位构成
1	江西华伍制动器股份有限公司	主编单位	设计兼生产单位
2	华伍轨道交通装备(上海)有限责任公司	参编单位	设计兼生产单位
3	中车制动系统有限公司	参编单位	设计兼生产单位
4	南昌轨道交通集团有限公司	参编单位	业主单位
5	长春市轨道交通集团有限公司	参编单位	业主单位
6	中车长春轨道客车股份有限公司	参编单位	生产单位
7	长春中车轨道车辆有限公司	参编单位	生产单位
8	中车唐山机车车辆有限公司	参编单位	生产单位
9	中车青岛四方机车车辆股份有限公司	参编单位	生产单位
10	中车株洲电力机车有限公司	参编单位	设计兼生产单位

2.2 标准主要起草人及其所做的工作

表 2 起草人工作任务及单位

序号	姓名	职称/职务	工作任务	单位
1	裴玉春	高工/副总经理	5 章编制	江西华伍制动器股份有限公司
2	李 毅	教授级高工/总工程师	总负责	江西华伍制动器股份有限公司
3	杨 弘	教授级高工 副总工程师	编制组长 标准化	江西华伍制动器股份有限公司
4	邹耀平	工程师	1 章审核	江西华伍制动器股份有限公司
5	曾智聪	工程师	7 章编制	江西华伍制动器股份有限公司
6	刘 挺	工程师	6 章编制	华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司
7	张旦旦	工程师	5 章审核	华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司
8	刘佳楠	工程师	8 章编制	华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司
9	刘德学	高工	2 章审核	中车制动系统有限公司
10	孙 博	高工	3 章审核	中车制动系统有限公司
11	江现昌	高工	1 章编制	南昌轨道交通集团有限公司
12	邹庆春	工程师	2 章编制	南昌轨道交通集团有限公司
13	徐成章	高工	4 章审核	长春市轨道交通集团有限公司
14	阿栎德	高工	7 章审核	长春市轨道交通集团有限公司
15	周春梅	教授级高工	3 章编制	中车长春轨道客车股份有限公司
16	丁富昌	高工	4 章编制	中车长春轨道客车股份有限公司
17	姜 东	高工	4 章审核	中车长春轨道客车股份有限公司
18	谢春杰	教授级高工	5 章审核	中车唐山机车车辆有限公司
19	罗铁军	工程师	6 章审核	中车唐山机车车辆有限公司
20	王晓东	教授级高工	6 章审核	中车青岛四方机车车辆股份有限公司
21	梁德龙	高工	7 章审核	中车青岛四方机车车辆股份有限公司
22	周 博	高工	8 章审核	长春中车轨道车辆有限公司
23	周 晓	高工	3 章审核	长春中车轨道车辆有限公司
24	陈 林	高工	8 章审核	中车株洲电力机车有限公司
25	任得鹏	高工	5 章审核	中车株洲电力机车有限公司

3 起草阶段的主要工作内容

3.1 起草阶段（2024. 11—2025. 6）

（1）2024 年 11 月 4 日中城协发布了《关于下达中国城市轨道交通协会 2024 年第二批团体标准制修订计划项目的通知》（中城轨[2024]64 号）及 2024 年第二批团体标准制修订计划项目汇总表，其中将《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》列入计划表，编号为 2024053—T—07。

（2）2024 年 11 月 28 日华伍公司以邮件形式将《城市轨道交通车辆制动系统第 XX 部分：磁轨制动器 技术规范》草案 V1.1 版，发给全体参编单位的负责人，在编制组内部进行第一次内部征求意见。

（3）2024 年 12 月 2 日项目启动会和第一次工作组会议以线上视频会议形式召开，参加会议的有江西华伍制动器股份有限公司、华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司、中车制动公司、南昌轨道交通集团有限公司、长春市轨道交通集团有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、长春中车轨道车辆有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车株洲电力机车有限公司等 10 家单位的 16 位专家以及低运能系统分会各位领导参会。分会领导对讨论稿内容提出了建议意见，编制工作组对《有轨电车 制动系统用液压制动控制单元 技术规范》讨论稿 V1.0 版内容进行了认真细致的讨论，并决定由华伍公司根据会上的讨论意见进行修订。

（4）2024 年 12 月 20 日下午，编制组召开了线上全体参编单位的工作会议，与会人员对《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》草案 V1.1 版进行了评审，请各参编单位填写团体标准《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》征求意见回函表。

（5）截至 2025 年 1 月 14 日，我们陆续收到中车制动、长客股份、四方股份等 6 个参编单位 7 份对《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》征求意见回函表，涉及建议、澄清等问题共 33 条。

针对参编单位的反馈的 33 条建议，编制组长组织华伍公司的专家，逐条研究分析，查询相关的资料，经过 5 次专题评审后，初步决定：采纳 17 条；部分采纳 8 条，不采纳 5 条，澄清问题 3 条。

华伍公司于 2025 年 3 月末，将采纳情况反馈给各参编单位，至今未收到参编单位不同意见的反馈。

（6）2025 年 4 月，我们将决定采纳的建议，纳入到《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》征求意见稿 V1.0 版，并于 2025 年 4 月 3 日发给分会。

（7）从 2025 年 4 月 8 日起，分会对《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》及编织说明的征求意见稿进行了形式审查，内容包括技术、标准格式、参编人员的分工及数量等方面。编制组 5 次收到分会的形式审查意见，目前均已按照分会所有审查意见完成了修改，并于 2025 年 6 月 9 日提交了《有轨电

车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》征求意见稿。

4 标准编制原则及与国家法律法规和强制性标准及有关标准的关系

4.1 编制原则

国内有轨电车市场发展形势越来越好，建设模式多样、技术制式不一，迄今为止国内尚未形成国家标准、行业标准或团体标准予以统一指导，严重影响着有轨电车市场的健康、可持续发展。因此，依据“先进性”、“适用性”、“经济性”的原则，本标准的编制以适应市场和设计生产的需要，推动城市轨道交通有轨电车产业的稳步发展。具体要求如下：

- (1) 符合并遵守国家、相关行业及地方的政策、法令和法规；
- (2) 接受行业协会指导，把握编制方向；
- (3) 借鉴同类先进国际标准和先进国家标准；
- (4) 标准具有广泛代表性，既考虑客户系统需求和运营需求，又兼顾有轨电车磁轨制动器供应商现状；
- (5) 标准结合有轨电车运营特点，既体现系统先进性，又具备可执行性；
- (6) 符合《中国城市轨道交通协会团体标准管理办法》要求；
- (7) 充分考虑与相关现行各级标准相协调；
- (8) 标准编制格式符合 GB/T 1.1—2020 规定；
- (9) 标准具有一定的前瞻性，既考虑当前市场和技术现状，也为后续市场和技术发展保留空间。

4.2 与国家法律法规和强制性标准及有关标准的关系

本标准与国家相关法律法规相符，符合国家强制性标准、国家推荐性标准、行业标准、地方标准要求。

4.3 与上位标准或其他相关标准相比较

- (1) 《有轨电车 制动系统用磁轨制动器 技术规范》无上位标准。
- (2) 相关标准：T/CAMET 07007—2021《有轨电车电液制动系统技术》标准主要是描述制动系统的常用制动、紧急制动、安全制动、防滑控制等功能要求，以及制动减速度、坡道停放能力等性能要求，其中也涉及到对部件如磁轨制动器概括性要求，例：“磁轨制动器由电磁铁和悬挂装置组成，电磁铁能够耐受冲击，确保提供所要求的非黏着制动力；悬挂装置易于调节高度；电磁铁可单独吊挂，也可做成整体框架式吊挂。
- (3) 相关标准：EN 16207:2014《铁路应用制动铁路车辆使用的磁轨制动器系统的功能及性能标准》。主要对高位悬挂式磁轨制动器的功能、位置、限制条件和控制等进行规定，该制动系统可用于紧急制动以及干线列车速度达到

280km/h 的低粘附条件下，它只包含高悬浮型的磁轨制动器，不包含有轨电车用低悬浮类型的磁轨制动器。

(4) 相关标准：EN 13452-1《铁路应用制动公共运输制动系统 第一部分 性能要求》标准主要描述了制动系统的设计原则、负载标准、减速度性能要求以及制动系统配置组成，并区分了有轨电车、轻轨、胶轮车的制动性能。涉及磁轨制动器的定义，例：“利用制动磁块和铁轨的摩擦的制动”。

5 标准主要技术内容的论据、依据

5.1 材料要求

论据：电磁铁本体等导磁材料应选用高导磁率的电工用纯铁或含碳量小于 0.22% 的优质碳素钢等软磁材料

理论依据：根据材料学相关技术可知电工用纯铁或含碳量小于 0.22% 的碳素钢导磁性好，符合设计要求。

实践依据：经过多型产品在长春、沈阳、长沙、成都、文山等地装载车辆应用，材料满足实际应用需求。

5.2 响应试验

论据：磁轨制动器制动响应时间不应大于 0.7s，特殊情况下可由供需双方协商确定。

数据依据论据：磁轨制动一般在紧急制动或安全制动时使用，T/CAMET 07007—2021《有轨电车电液制动系统技术规范》中紧急制动 3 的最大响应时间 0.85s（含磁轨制动），磁轨制动器制动响应时间不应大于 0.7s，满足要求。

试验依据：实验室模拟实际装车接口，额定电压下响应时间小于 0.3s，满足要求，同类产品供应商如克诺尔等在实验室中的理论响应时间也不大于 0.3s。
实践依据：经过多型产品在长春、沈阳、长沙、成都、文山等地装载车辆应用，考虑产品实际应用过程中部分结构磨损，响应时间增加，同时对装车 10 年产品进行响应时间测试，满足不应大于 0.7s 的要求。

5.3 电阻

论据：电磁铁本体的电磁铁线圈绕组电阻值应符合图样要求，其允许误差为 $\pm 5\%$ 。

实践依据：经过多型产品在长春、沈阳、长沙、成都、文山等地装载车辆应用，磁轨电阻误差控制在 $\pm 5\%$ 的产品性能参数满足车辆使用要求。

5.4 气密性检查

论据：磁轨制动器密封线圈的钢板在焊接后或二次加工后应对磁轨制动器

进行气密性检查。

实践依据：在产品装车后静态调试、线路动态调试以及日常维护工作验证获得经验。

5.5 疲劳试验

论据：磁轨制动器定型时应进行应不少于 3×10^4 次的疲劳试验。

试验论据：正常情况下，磁轨制动极少使用，假设每天一次应用。当磁轨制动器频繁使用时（极端天气），可假设每天进行 3 次的应用。因此，在 30 年的期间里可获得 10000 到 30000 数目间的制动器应用。

实践依据：经过多型产品在长春、沈阳、长沙、成都、文山等地装载车辆应用，磁轨制动在 10 年内使用次数不超过 1000 次。

5.6 工作间隙

论据：磁轨制动器极靴与钢轨面的额定工作间隙宜为 6 mm~9 mm，特殊情况下由供需双方协商确定。

理论论据：间隙过小易导致极靴与轨道摩擦非正常损耗，间隙过大则电磁吸力衰减（吸力与间隙平方成反比），因此间隙需要在合理的范围

实践依据：经过多型产品在长春、沈阳、长沙、成都、文山等地装载车辆应用，磁轨工作间隙控制在 6 mm~9 mm 可以保证磁轨功能及车辆安全使用要求。

6 主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

6.1 主要试验（验证）的分析

（1）响应时间在型式试验保证中可见，满足技术条件要求。

及日常维护工作验证获得验证，满足客户使用要求。

6.3 技术经济论证

(1) 从系统技术路线来看，本标准的编制有利于规范磁轨制动器的部件的研发、制造，有利于产品的轻量化、模块化。

(2) 材料替代：允许使用国产优质碳素钢（含碳量 $<0.22\%$ ）替代进口纯铁，成本降低。

(3) 试验效率：型式试验项目精简，减少重复测试（如磁通量检测改为研究性试验），研发周期缩短 40%。

(4) 国际接轨：兼容等效的国际标准，帮助国内企业通过（欧盟铁路互联互通规范）认证，出口壁垒降低。

(5) 故障率下降：采用符合标准的磁轨制动器后，可以减少新产品的年均故障次数，维护成本减少。

(6) 长寿命设计：长寿命设计（疲劳试验 $\geq 3 \times 10^4$ 次）降低维护频率和备件成本。

(7) 重复设计：统一标准减少重复研发，降低企业测试成本（如共享 EN/GB/T 标准）。

6.4 预期的经济效果

(1) 产业拉动

推动磁轨制动器国产化，降低进口依赖；促进上下游产业链（如铸造、电磁材料）协同发展。

(2) 经济效益

1) 预计减少故障率，延长设备寿命。

2) 标准化生产可降低制造成本。

(3) 本标准的编制有利于统一有轨电车磁轨制动器研发的技术要求，降低研发及用户的使用及维护成本。

7 采用国际标准的程度及水平的简要说明

未采用国际标准。国际标准仅用于参考。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

目前阶段无重大分歧意见。

9 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

本标准发布后，江西华伍制动器股份有限公司安排技术和标准化工程师做好宣贯本标准的技术文件，积极组织标准宣贯活动，做好推广执行的相关工作。

10 其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等

在标准的编制过程中，因参编单位人员工作调整及名额等原因，原申报书中的华伍轨道交通装备（上海）有限责任公司、中车制动系统有限公司、南昌轨道交通集团有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司的江磊、冷旦、曾春军、余军、曲志及、许红梅不再参加编制工作，经编制组一致同意，将以上人员移出编制组；因中车制动系统有限公司的孙博参与了第7章审核工作、长春轨道交通集团的阿栎德参与了第7章审核及草案修订编制工作、中车唐山机车车辆有限公司的罗铁军参与了第6章及草案修订编制工作，经编制组一致同意，将孙博、阿栎德、罗铁军纳入编制组。