

团 体 标 准

中低速磁浮交通车辆 悬浮电源

（征求意见稿）

编制说明

2025-08-06

《中低速磁浮交通车辆 悬浮电源》
(征求意见稿) 编制说明

1 任务来源、协作单位

1.1 任务来源

2024 年 5 月 27 日，中国城市轨道交通协会下达 2024 年第一批团体标准制修订计划的通知（中城轨〔2024〕37 号），《中低速磁浮交通车辆 悬浮电源》正式立项，计划编号为：2024018—T—13，由中国城市轨道交通协会标准化技术委员会牵引电气设备与系统分技术委员会（SC13）管理，计划完成时间为 2025 年 4 月。

1.2 协作单位

牵头单位：中车株洲电力机车研究所有限公司

参编单位：中车株洲电力机车有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、湖南磁浮交通发展股份有限公司、北京磁浮交通发展有限公司、中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司。

2 编制工作组简况

2.1 编制工作组及其成员情况

参编单位中，设计及制造单位有：中车唐山机车车辆有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司；业主单位有：湖南磁浮交通发展股份有限公司、北京磁浮交通发展有限公司；检验认证机构有：中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司。

牵头主起草单位：中车株洲电力机车研究所有限公司是国内提供动车、机车、城轨牵引设备的主要供应商，也是国内中低速磁浮车辆供电全套设备的唯一供应商，在供电设备的设计、试验、运营积累了丰富经验。

2.2 标准主要起草人及其所做的工作

标准起草人及分工见表 1。

表 1 标准主要起草人及工作

序号	单位	姓名	职务/职称	分工
1	中车株洲电力机车研究所有 限公司	周帅	正高级工程师	技术负责人,负责第 1~8 章节编制
2		张庆	高级工程师	参与第 1~8 章节编制
3		易滔	高级工程师	参与第 1~7 章节编制
4		袁洪凯	高级工程师	技术把关、审定
5		李华	正高级工程师	总审定

6		何昊	工程师	标准化
7	中车株洲电力机车有限公司	曹芬	高级工程师	参与第 4~6 章编制
8		张文会	高级工程师	参与第 4~6 章编制
9		赵江农	正高级工程师	参与第 4~6 章编制
10	中车唐山机车车辆有限公司	李慧	工程师	参与第 4~6 章编制
11		赵峰	高级工程师	参与第 4~6 章编制
12	中车大连机车车辆有限公司	李铁	高级工程师	参与第 4~6 章编制
13		迟延迅	工程师	参与第 4~6 章编制
14	中车长春轨道客车股份有限公司	刘帅	高级工程师	参与第 4~6 章编制
15		刘奥	工程师	参与第 4~6 章编制
16	湖南磁浮交通发展股份有限公司	杨勇	高级工程师	参与第 4~6 章编制
17		肖双江	高级工程师	参与第 4~6 章编制
18	北京磁浮交通发展有限公司	张益晨	高级工程师	参与第 4~6 章编制
19		骆力	高级工程师	参与第 4~6 章编制
20	中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司	王长亮	工程师	参与第 6、7 章编制

3 起草阶段的主要工作内容

2024 年 7 月 25 日，中国城市轨道交通协会标准化技术委员会牵引电气设备与系统分技术委员会（SC13）秘书处组织召开标准工作组启动会。会议采用网络会议形式，参加会议的有中车株洲电力机车研究所有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、湖南磁浮交通发展股份有限公司、北京磁浮交通发展有限公司、中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司等 8 个单位的 19 位专家和代表。中车株洲电力机车研究所有限公司作为主编单位介绍了任务来源、编制的必要性、适用范围、章节组成、编制单位及分工、编制计划、工作经费预算与管理等方面的内容，经与会人员讨论研究，认为标准工作大纲内容全面、标准结构基本合理、编制组对于编写分工无异议、进度安排合理，并形成了以下意见：

1. 完善标准结构、各章节内容和顺序；
2. 考虑悬浮控制器之间的通信。

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

- 1) 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1—2020 要求。
- 2) 符合《中国城市轨道交通协会团体标准管理办法》的要求。

- 3) 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 4) 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 5) 根据城市轨道交通的自身特点,充分考虑技术的先进性和经济上的合理性的相互适应,避免指标过剩,造成浪费。
- 6) 标准编制基于总结已有技术和经验的基础上,汇总分析现阶段城市轨道交通悬浮电源产品应用的实际情况,通过对设计、生产、检测、使用等各环节的调查研究,从而制定专门针对城市轨道交通悬浮电源的技术标准。

4.2 与国家法律法规和强制性标准及有关标准的关系

本文件符合相关法律法规、政策,无违反强制性标准的内容。

4.3 本文件与现行相关的国标、行标主要差异

目前没有有关中低速磁浮车辆悬浮电源的团体标准、国家标准以及国际标准。

5 标准主要技术内容的论据或依据;修订标准时,应增加新、旧标准水平的对比情况

5.1 标准主要技术内容的论据或依据

主要技术内容的依据见表2。

表2 主要技术内容确定依据

主要技术内容	确定依据和理由
1 范围	根据项目立项要求,明确本文件规范的内容为中低速磁浮交通车辆悬浮电源的使用条件、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。
2 规范性引用文件	根据正文中的规范性引用列出。
3 术语和定义	GB/T 2900.33、GB/T 2900.36、GB/T 25122.1—2018 和 T/CAMET 08012 界定的以及本文件界定的术语适用于本文件。
4 使用条件	结合既有悬浮电源的环境条件、电气条件进行规定
5.1 一般要求	结合机车车辆变流器相关国家标准和既有悬浮电源工程经验进行规定
5.2 功能要求	结合国家标准和既有悬浮电源工程经验,规定了悬浮电源的保护、故障隔离、故障记录功能
5.3.1 效率	结合既有悬浮电源工程经验进行规定
5.3.2 温升	根据 GB/T 21413.1—2018 中 9.2.2.2、9.2.2.3 进行规定
5.3.3 绝缘性能	根据 GB/T 32350.1 进行规定
5.3.4 电磁兼容性能	根据 GB/T 24338.4 进行规定
5.3.5 噪声	结合既有悬浮电源工程经验进行规定
5.3.6 输入电压跳变	结合既有悬浮电源工程经验进行规定
5.3.7 供电短时中断	结合既有悬浮电源工程经验进行规定
5.3.8 冷却	结合既有悬浮电源工程经验进行规定
5.3.9 输出性能	结合 GB/T 21413.1—2018 中 9.2.1.8 和既有悬浮电源工程经验进行规定
5.3.10 密封性能	结合 GB/T 4208—2017 和既有悬浮电源工程经验进行规定

5.3.11 交变湿热性能	结合 GB/T 2423.4 和既有悬浮电源工程经验进行规定
5.3.12 过载性能	结合既有悬浮电源工程经验进行规定
5.4 安全要求	结合 GB/T 21414-2021 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.1 目视检查	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.2 验证尺寸和公差	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.3 称重	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.4 标志检查	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.5 冷却系统性能试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.6 防护等级试验	基于 GB/T 4208—2017 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.7 绝缘电阻测量	基于 GB/T 25122.1—2018 的 4.5.3.8 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.8 介电强度试验	基于 GB/T 32350.1 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.9 机械、电气保护和测量设备的试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.10 轻载试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.11 换流试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.12 噪声测量	基于 GB/T 25122.1-2018 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.13 温升试验	基于 GB/T 25122.1-2018 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.14 功率损耗测定	基于 GB/T 25122.1-2018 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.15 供电过电压和瞬态能量试验	基于 GB/T 25122.1-2018 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.16 短路试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.17 负载中断试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.18 负载突变试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.19 安全性要求检查	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.20 冲击和振动试验	基于 GB/T 21563-2018 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.21 电磁兼容试验	基于 GB/T 24338.4 和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.22 输入电压跳变试验	基于既有悬浮电源工程经验进行规定
6.23 供电短时中断试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.24 输出特性试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.25 启动和重启动试验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
6.26 交变湿热试验	基于 GB/T 2423.4 和既有悬浮电源工程经验进行规定
7.1 检验分类	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
7.2 出厂检验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
7.3 型式检验	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
7.4 检验项目	基于 GB/T 25122.1-2018 和既有悬浮电源工程经验进行规定

8.1 标志	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
8.2 包装	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定
8.3 运输和贮存	基于轨道交通产品设计常规要求和既有悬浮电源工程经验进行规定

5.2 修订标准时，应增加新、旧标准水平的对比

不涉及，本标准为首次制定。

6 主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益

6.1 主要试验（验证）的分析

本标准规定的试验项点总体按照《机车车辆用电力变流器 第1部分：特性和试验方法》（GB/T 25122.1—2018）执行。绝缘试验按照《轨道交通 绝缘配合 第1部分：基本要求 电工电子设备的电气间隙和爬电距离》（GB/T 32350.1—2015）中相关章节的规定执行；电磁兼容性试验按照《轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备》（GB/T 24338.4—2018）的相关要求执行；交变湿热试验按照 GB/T 2423.4 中规定的方法进行。上述标准执行多年，试验方法均以得到验证。

表3 主要检验项目及对应试验报告

序号	试验项目	试验报告	备注
1	目视检查	图 1	
2	验证尺寸和公差	图 1	
3	称重	图 1	
4	标志检查	图 1	
5	冷却系统性能试验	图 3	包含在温升试验中
6	防护等级试验	图 4	
7	介电强度试验	图 1	
8	绝缘电阻测量	图 1	
9	机械、电气保护和测量设备的试验	图 2	
10	轻载试验	图 2	
11	换流试验	图 2	
12	噪声测量	图 2	
13	温升试验	图 3	
14	功率损耗测定	图 3	
15	供电过电压和瞬态能量试验	图 3	
16	短路试验	图 3	
17	负载中断试验	图 3	
18	负载突变试验	图 3	
19	安全性要求检查	图 3	

20	冲击和振动试验	图 5	
21	电磁兼容试验	图 4	
22	网压跳变试验	图 3	
23	供电短时中断试验	图 3	
24	输出特性试验	图 1	
25	启动和重启动试验	图 2	
26	交变湿热试验	图 4	

序号	检验项目	技术要求	单位	检验结果	备注
				2014-000131	
1	目检	检查柜体骨架焊点应牢固；表面油漆应均匀、平整、有光泽；电镀件应有光泽；电气与机械接口应完好；检查紧固件应无短缺、无松动；插头、接线端子及电缆线号等的标识应完整、清晰、准确；元器件及部件安装输入输出端子排列应完好。	/	合格	/
2	验证尺寸和公差	按照图 1 和图 2 检查柜体的相关尺寸，尺寸和公差应符合表 1 中要求。	/	合格	见图 1~2、见表 1
3	称重	将悬浮电源箱称重，总重量应满足 350kg(1±5%)。	kg	340	/
4	标志检查	检查箱体铭牌、高压警示标志和标牌应齐全、清晰、醒目。箱体的铭牌上应分别打印上型号、主要参数、出厂编号、重量、制造厂商等。	/	合格	见图 3
5	绝缘电阻试验	被试品分成 DC1500V 高压输入电路 (A)、DC330V 输出电路 (B)、DC110V 控制电路 (C) 三部分。要求用 1000V 兆欧表测量 A 对 B、C 接地，B 对 A、C 接地之间的绝缘电阻值应 $\geq 10M\Omega$ ，用 500V 兆欧表测量 C 对 A、B 接地之间的绝缘电阻值应 $\geq 5M\Omega$ ，各电路详细情况见说明 1。	/	合格	见表 2
6	介电强度试验	按表 3 要求对悬浮电源进行各电路之间规定承受电压的试验，确认应无闪络、击穿现象。介电试验前后要求用 1000V 兆欧表测量 A 对 B、C 接地，B 对 A、C 接地之间的绝缘电阻值应 $\geq 10M\Omega$ ，用 500V 兆欧表测量 C 对 A、B 接地之间的绝缘电阻值应 $\geq 5M\Omega$ 。	/	合格	见表 3
7	输出特性试验	直流输入 DC1500V $\pm 50V$ ，悬浮电源启动工作，XT1:4 和 XT1:5 之间的电压应为 DC330V(1 $\pm 3\%$)，把负载 R2 的阻值调小，直到 XT1:4 和 XT1:5 之间的电压小于 DC310V，测量负载 R2 电流应为 20A $\pm 2A$ 。	/	合格	/
		把负载 R1 的阻值调小，直流输入 DC1500V $\pm 50V$ ，负载 R1 电流值应为 240A $\pm 10A$ ，并保持 240A $\pm 10A$ 大约 10s 时间，负载 R1 电流应转换为 182A $\pm 10A$ ，此时 XT1:3 和 XT1:5 之间的电压应小于 DC310V。	/	合格	见图 4~6
		直流输入 DC1800V $\pm 50V$ ，使流过负载 R1 的电流为 180A $\pm 10A$ ，测量 XT1:3 和 XT1:5 之间的电压应为 DC330V(1 $\pm 3\%$)；测量 XT1:3 和 XT1:5 之间的纹波电压应低于 AC9.9V。	/	合格	/

图 1

序号	检验项目	技术要求	单位	检验结果	备注
				2014-000131	
7	续上页 输出特性 试验	直流输入 $DC1500V \pm 50V$, 使流过负载 $R1$ 的电流为 $180A \pm 10A$, 测量 $XT1:3$ 和 $XT1:5$ 之间的电压应为 $DC330V(1 \pm 3\%)$; 测量 $XT1:3$ 和 $XT1:5$ 之间的纹波电压应低于 $AC9.9V$ 。	/	合格	/
8	启动和重 启动试验	在保证直流输入电压不低于 $DC1150V$ 情况下, 断开断路器 $QF2$ (启动信号), 则悬浮电源应停止工作。闭合断路器 $QF2$ (启动信号), 则悬浮电源应重新启动工作, 测量 $XT1:3$ 和 $XT1:5$ 之间的电压应为 $DC330V(1 \pm 3\%)$ 。	/	合格	见图 7~9
		在保证直流输入电压不高于 $DC1800V$ 情况下, 断开断路器 $QF2$ (启动信号), 则悬浮电源应停止工作; 闭合断路器 $QF2$ (启动信号), 则悬浮电源应重新启动工作, 测量 $XT1:3$ 和 $XT1:5$ 之间的电压应为 $DC330V(1 \pm 3\%)$ 。	/	合格	见图 10~12
9	机械、电 气保护和 测量设备 的试验	在空载工况下, 调节直流电源 $U1$ 至 $DC2000V \pm 50V$ 时, 在调节过程中悬浮电源应停机工作, 然后调节直流电源 $U1$ 至 $DC1500V \pm 50V$ 时, 在调节过程中悬浮电源应启动工作。	/	合格	见图 13
		在空载工况下, 调节直流电源 $U1$ 至 $DC950V \pm 50V$ 时, 在调节过程中悬浮电源应停机工作, 然后调节直流输入电压至 $DC1500V \pm 50V$ 时, 在调节过程中悬浮电源应启动工作。	/	合格	见图 14
10	轻载试验	直流输入 $DC1500V \pm 50V$, 调节负载 $R1$ 的阻值, 使流过负载 $R1$ 的电流为 $50A \pm 10A$, 测量 $XT1:3$ 和 $XT1:5$ 之间的电压应为 $DC330V(1 \pm 3\%)$, 测量 $XT1:3$ 和 $XT1:5$ 之间的直流纹波电压应低于 $AC9.9V$ 。	/	合格	见表 4
11	换流试验	直流输入 $DC1800V \pm 50V$, 减小负载 $R1$ 的阻值, 使得流过负载 $R1$ 电流应为 $240A \pm 10A$, 保持大约 10s 后, 负载 $R1$ 电流应变为 $182A \pm 10A$ 。整个工作过程中悬浮电源应没有保护动作。	/	合格	见图 15~17
12	噪声测量	给悬浮电源输入 $DC1500V \pm 50V$, 启动后, 使流过负载 $R1$ 的电流为 $180A \pm 10A$ 。在距离箱体 1m、箱体中心高度处测量平均声压级噪声, 要求在只开启逆变器某部分风机情况下噪声的等效 A 计权平均声压级 $< 72dB(A)$ 。	只启变压器风机	62.6	见图 18
			只启整流模块风机	70.1	/
			只启逆变模块风机	70.2	/

图 2

序号	检验项目	技术要求	单位	检验结果	备注
				2014-000131	
13	功率损耗测定	在负载 R1 的电流为 $180A \pm 10A$ ，输入电压为 $DC1500V \pm 50V$ ，输出为 $DC330V (1 \pm 3\%)$ 的工况下，效率 (η) 通过下列二次测量来计算：输入功率 P_i 和输出功率 P_o 。 P_i 为 XT1:1 与 XT1:2 的电压 (U_i) 和流过 XT1:1 电流 (I_i) 的乘积； P_o 为 XT1:3 与 XT1:5 的电压 (U_o) 和流过负载 R1 电流 (I_o) 的乘积。计算公式： $\eta = P_o / P_i$ 。要求： $\eta \geq 90\%$ 。	%	91.3	/
14	供电过电压和瞬态能量试验	在流过负载 R1 的电流为 $180A \pm 10A$ 的工况下，悬浮电源在输入电压为 $DC1900V \pm 20V$ 下分合主断，悬浮电源应无部件损坏。	/	合格	见图 19~21
15	负载突变试验	直流输入 $DC1500V \pm 50V$ ，使流过负载 R1 的电流由 $180A \pm 10A$ 突变至 $30A \pm 10A$ ，悬浮电源应正常工作，无任何器件损坏，然后突变负载 R1 的阻值，使流过负载 R1 的电流由 $30A \pm 10A$ 突变为 $180A \pm 10A$ ，悬浮电源应正常工作，无任何器件损坏。	/	合格	见图 22~24
		短接 XT1:4 和 XT1:5 两点，输入 $DC1500V \pm 50V$ ，悬浮电源启动后应能正常保护，无任何器件损坏。解除短接后，悬浮电源应能正常启动。	/	合格	见图 25~27
16	安全性要求检查	直流输入 $DC1500V \pm 50V$ ，待悬浮电源启动工作输出正常后，断开直流输入，测量悬浮电源柜体内电容 C1:1 与 C1:3 的电压下降到 $DC50V$ 的时间，要求该时间 $\leq 300s$ 。	s	32.7	见图 28
17	网压跳变试验	在额定负载工况下，把直流输入电压由 $DC1500V \pm 50V$ 跳变至 $DC1800V \pm 50V$ ，悬浮电源应能正常工作；把直流输入电压由 $DC1500V \pm 50V$ 跳变至 $DC1200V \pm 50V$ ，悬浮电源应能正常工作。	/	合格	见图 29~34
18	供电短时中断试验	直流输入 $DC1500V \pm 50V$ ，在悬浮电源正常工作的情况下，瞬间断开直流输入电源，悬浮电源应停止工作，无任何器件损坏。	/	合格	见图 35~37
19	温升试验	在输入电压为 $DC1500V \pm 50V$ ，流过负载 R1 的电流为 $180A \pm 10A$ 工况下，悬浮电源持续工作至温升稳定，测量悬浮电源	K	43.6	/
		逆变模块 U1 散热器 整流模块 U2 散热器 温升		23.5	
20	射频场感应的传导骚扰抗扰度	射频场感应的传导骚扰抗扰度： 10Vrms (载波电压)，150kHz~80MHz，1kHz，80%AM，源阻抗：150Ω； 试验端口：DC110V 控制电源端。 性能判据：A 级。	/	合格	见附件 1~2 见图 38~39

图 3

序号	检验项目	技术要求	单位	检验结果	备注
				2014-000131	
21	电快速瞬变脉冲群抗扰度	电快速瞬变脉冲群抗扰度： 试验等级：±2000V； 试验端口：控制电源端； 性能判据：A级。	/	合格	见附件 3~4 见图 40~41
22	浪涌（冲击）抗扰度	浪涌（冲击）抗扰度： 试验等级：线-线±1000V，线-地±2000V； 试验端口：控制电源端； 性能判据：B级。	/	合格*	见附件 5 见图 42 见说明 2
23	射频电磁场辐射抗扰度	射频电磁场辐射抗扰度： 20V/m, 80~1000 MHz; 10V/m, 1.4~2.1GHz; 5V/m, 2.1~2.5GHz; 1kHz, 80%AM; 性能判据：A 级。	/	合格	见附件 6~11 见图 43~44
24	静电放电抗扰度	静电放电抗扰度： 试验等级：接触放电 ±6kV，空气放电 ±8kV； 性能判据：B级。	/	合格	见图 45
25	电磁辐射骚扰	电磁辐射骚扰： 在30MHz~230MHz范围内低于40dB μV/m，在 230MHz~1GHz范围内低于47dB μV/m；步长 为60kHz，带宽120kHz，测量时间10ms。	/	合格	见附件 12~13 见图 46
26	电源端骚扰电压	电源端骚扰电压： 电源端口的骚扰电平（准峰值）在0.15MHz~ 0.5MHz应小于99dB μV，在0.5MHz~30MHz 应小于93dB μV；试验扫描范围为150kHz~ 30MHz，步长5kHz，测量时间10ms，带宽9kHz。	/	合格	见附件 14 见图 47
27	交变湿热试验	对悬浮电源进行 2×24 小时（48 小时）的 交变湿热试验，元器件应无损坏。恢复至正 常环境后，对悬浮电源重新进行介电试验 （按介电试验电压的 85%进行试验），悬浮 电源应满足介电试验要求。将悬浮电源恢复 至初始试验状态，闭合 DC110V 控制电，控 制单元应能正常工作。输入 DC1500V±50V， 闭合启动信号断路器 QF2，悬浮电源应能正 常启动工作，输出正常。	/	合格	见图 48
28	防护等级试验	IPX5防水试验：样品模拟实际情况密封后置 于水试验箱有效空间内，静置大于4h，试验 用水为过滤自来水，水与试验样品的温差不 超过5K，使用直径为6.3mm的喷嘴，喷水距 离为2.5m~3m，调节水压以满足喷水量12.5 L/min±0.625L/min，按按1min/m²（至少 3min）的严酷等级考核样品，恢复后检查样 品密封区应无进水。	/	合格	见图 49~50

图 4

序号	检验项目	技术要求		单位	检验结果	备注	
					2014-000131		
28	续上页 防护等级 试验	IP5X防尘试验：样品模拟实际情况密封后置于沙尘试验箱有效空间内，静置大于4h，试验用尘颗粒为直径 $\leq 75\mu\text{m}$ 的滑石粉，尘用量为每立方试验箱容积2kg，在外壳内气压与周围气压相同的情况下连续试验8h，恢复后目测样品密封区应无进尘。		/	合格	见图 51	
29	冲击和振 动试验	样品按正常位置安装，分别在相应于机车的垂向、横向、纵向按IEC 61373: 1999的1类A级要求进行提高随机振动量级的模拟长寿命试验和冲击试验。		/	/	/	
		提高 随机 振动 量级 的模 拟长 寿命 试验	试验后目测样品外壳及内部元器件无裂纹、紧固件无松动。	垂向： 1.034 (m/s ²)/Hz， 5.0Hz~150.0Hz， 5.9m/s ² (r.m.s.)，5h	/	合格	见图 52~54
				横向： 0.250 (m/s ²)/Hz， 5.0Hz~150.0Hz， 2.9m/s ² (r.m.s.)，5h	/	合格	
				纵向： 0.452 (m/s ²)/Hz， 5.0Hz~150.0Hz， 3.9m/s ² (r.m.s.)，5h	/	合格	
		冲击 试验	试验后目测样品外壳及内部元器件无裂纹、紧固件无松动。	垂向：30m/s ² (0-P)， 30ms， 正反方向各3次	/	合格	
				横向：30m/s ² (0-P)， 30ms， 正反方向各3次	/	合格	
纵向：50m/s ² (0-P)， 30ms， 正反方向各3次	/			合格			
冲击和振动试验后，在直流电源 U1 电压为DC1500V \pm 50V 的工况下启动悬浮电源，使流过负载 R1 的电流为 180A \pm 10A，悬浮电源应能正常工作。		/	合格	/			
说 明	1：电路 A：断开滤波器 Z1 所有连接线并短接；电抗器 L1：1、2 短接；接触器 KM1 和 KM2：L1、T1 短接；电容 C1：1、2、3 点短接；逆变模块 U1：1~4 点短接；上述所有线应短接到一起；断开驱动板 A1:XP1 插头，断开驱动板 A2:XP1 插头。电路 B：接线端子 XT1：3、4、5 短接；断开滤波器 Z2 所有连接线并短接；二极管 VD17：1、3 短接；电抗器 L2 和 L3：1、2 短接；整流模块 U2：1、2、3、4、5、6、7、8、1+、-、2+等点短接；上述所有线应短接到一起。电路 C：连接器 XS1 的所有接线插针短接；控制箱的所有插头拔掉；闭合柜体内断路器 QF1；断开滤波器 Z3 所有连接线并短接，GND 线不短接；逆变模块 U1 的 XS1:3、4 点短接；整流模块 U2 的 XC1:1、2 点短接；接触器 KM1 和 KM2：A1、A2、3、4 点短接。 2：*表示整改后复试合格。						

图 5

6.2 综述报告

本标准对于中低速磁浮交通车辆悬浮电源的系统构成、技术要求、试验方法、检验规则等进行了详细规定。在生产和应用过程中，中低速磁浮交通车辆悬浮电源参照现有的基础国家标准进行了项目的试验、检验，积累了大量的数据，但并未规范。本标准编制过程中，在性能参数的制定、试验项目的确定上，参考了各单位的试验检验数据，并进行了归纳、总结、规范。

6.3 技术经济论证

本标准的制定根据中低速磁浮交通车辆的特点，充分考虑技术、经济间匹配性，确定先进合理的性能指标，避免指标过剩造成浪费，实现技术先进、经济合理性的目标。

6.4 预期的经济效果

中低速磁浮交通具有振动噪音小、爬坡能力强，转弯半径小等优势，在城市轨道交通的发展中重要作用。中低速磁浮列车运行时速在 200 km/h 以下，更适合城市、城郊、城际和旅游区的轨道交通。

2016 年 5 月，湖南长沙机场线已进入试运营，验证了中低速磁浮交通系统的新型交通制式。

2017 年 12 月，北京市中低速磁浮交通示范线（S1）的磁浮列车投入运营，该线是迄今为止世界上首条进入城市轨道交通系统的中大运量中低速磁浮交通运营线。

2020 年 8 月 20 日，广东清远磁浮列车圆满完成整车静态调试，开始运营。该线为国

内首条中低速磁浮旅游专线，车辆采用通用架构的悬浮电源，常导电磁悬浮和短定子直线电机牵引技术，设计时速 120 公里。

2021 年 3 月 10 日，凤凰磁浮列车完成整车厂内静态调试，2022 年投入运行。该线为国内中低速磁浮旅游专线，车辆采用通用架构的悬浮电源。

目前，国内长沙、武汉、乌鲁木齐、成都、徐州、张家口、太原、张家界、浙江丽水等地均已规划建设中低速磁浮交通，标志着我国中低速磁浮交通系统产业化即将形成。

通过本标准的制定，规范了中低速磁浮交通车辆悬浮电源的系统构成、功能要求和性能指标，指导中低速磁浮交通车辆悬浮电源的设计、生产制造、检验检测各环节，有助于保障系统的规范性，提升中低速磁浮交通车辆的质量水平，保证列车的安全性具有重要意义，促进轨道交通科学、健康发展，社会经济效益显著。

7 采用国际标准的程度及水平的简要说明

无。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

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）

本文件为新制定，为进一步推进标准的执行及宣贯，主要采取如下措施：

1) 联合各起草单位积极推广本文件，向中低速磁浮车辆生产方、使用方进行新标准规范的宣讲，深入阐述规范的优越性和合理性，进一步说明本文件对于悬浮电源的设计、制造、试验等所起的规范效用。

2) 根据中低速磁浮车辆的发展进一步优化、完善本文件，对于新增技术需求进行讨论研究并最终确定合理方案。

3) 制作相关宣传片和设定应用反馈机制，在实际工程应用中同步优化，同步提升标准的先进性和合理性。

10 其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等

无。