

《集成式微型液态金属电磁泵技术规范》团体标准编制说明

一、任务来源

2026年6月24日，中国西部开发促进会发布《集成式微型液态金属电磁泵技术规范》团体标准立项通知，开展团体标准的编制工作。

二、项目背景

1. 目的

制定本团体标准，旨在顺应芯片热控、精密流体输送、先进能源装备快速发展需求，推动集成式微型液态金属电磁泵技术向标准化、规范化、精密化方向升级。集成式微型液态金属电磁泵作为微小空间高效散热、微量流体精准输送的核心器件，在电子芯片热管理、新能源精密温控、微型化工流控系统中发挥着基础性作用。然而，当前行业在腔体结构设计、电磁驱动参数、密封防护方案、性能检测方法等方面缺乏统一规范，导致产品性能可比性差、装备应用隐患高、技术产业化转化效率低等问题。制定本团体标准，有助于统一技术要求与性能指标，推动设计生产流程与性能评价标准化，为器件研发、批量制造、装备配套等各环节提供明确技术依据，促进集成式微型液态金属电磁泵产业健康有序发展。

2. 意义

该团体标准的制定，有助于填补集成式微型液态金属电磁泵专项技术领域的标准空白，提升我国在微流控热控装备自主标准化体系中的话语权。通过明确装配流程、质控指标、流体输送性能评价方法等核心内容，能规范行业技术研发与应用流程，提升不同厂商产品性能的一致性与可靠性，降低精密装备温控失效风险，促进液态金属流控技术成果快速转化。同时，标准将建立统一的技术评价体系，提高装备厂商对国产微型电磁泵的信任度；此外，作为产业升级抓手，将引导企业聚焦电磁驱动优化、微型集成封装、防渗漏长效防护等关键技术突破，加快从“定制化试制”向“标准引领”转变，助力高端精密热控产业高质量发展。

3. 必要性

集成式微型液态金属电磁泵已成为高功率芯片散热、微型能源设备温控、精密实验室流控系统的核心部件，但缺乏统一规范导致行业应用乱象频发。不同企业的腔体结构、励磁参数、密封工艺差异造成产品性能不可比对，直接影响精密装备散热稳定性与运行可靠性；无统一质控标准增加渗漏、流量衰减、电磁干扰超标等故障风险，阻碍产品规模化配套推广。制定本标准是解决行业应用痛点、保障高端精密装备运行安全的迫切需求，也是推动我国微型液态金属泵技术自主创新、提升行业国际竞争力的关键支撑。

综上所述，制定《集成式微型液态金属电磁泵技术规范》团体标准对于促进精密热控装备产业健康发展、推动微型液态金属流体输送技术创新、保障高端电子与能源装备稳定运行及增强行业竞争力均具有重要意义。这将有助于提升企业在微型泵研发制造与精密温控配套领域的科技创新能力和市场竞争力，推动整个行业向更加规范化、精密化的方向发展。

三、起草单位和主要工作成员及其所作工作

1. 起草单位

本文件由中国西部开发促进会提出并归口。

本文件由XXXXXXXX有限公司等共同起草。

2. 主要工作成员及其所做工作

本文件主要主要工作及工作职责见表1。

表1 主要起草人及工作职责

起草单位	工作职责
XXXXXXXX有限公司等	项目主编单位主编人员，负责标准制定的统筹规划与安排，标准内容和试验方案编制与确定，标准水平的把握及标准编制运行的组织协调。人员中包括了本项标准行业的技术人员、管理人员。

四、标准的编制原则

标准编制小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

五、标准编制过程

5.1 标准调研

根据项目要求，于2026年6月组织开展起草工作，成立《集成式微型液态金属电磁泵技术规范》团体标准起草小组。

5.2. 标准立项

2026年6月24日团体标准正式立项。

5.3 形成标准草案

起草小组在资料分析和企业调研的基础上，确定《集成式微型液态金属电磁泵技术规范》的技术规范框架，并参考现有微型流体泵通用技术、不同封装结构下的测试方法及多工况配套中的技术要点，明确标准的主要技术内容，于2026年7月完成标准草案的编写。

六、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

1. 试验验证分析

本标准试验验证遵循“覆盖核心场景、兼顾技术差异”原则，组织精密装备科研院所、第三方检测机构及电磁泵生产企业开展联合验证。验证对象涵盖芯片散热、微型流体控制系统、精密能源装备等场景配套的集成式微型液态金属电磁泵，聚焦流量稳定性、电磁驱动效率、密封可靠性、工况适配性及长期运行耐久性关键指标。重点考察标准在不同工况环境、设备参数、生产工艺下的适配性，通过多轮验证有效规避传统产品测试中流量波动、渗漏隐患、性能衰减、检测结果偏差等问题。各参与单位均能通过规范操作获得稳定可靠结果，充分证明标准条款的科学性、可操作性及普适性，为行业内广泛落地提供坚实技术支撑。

2. 综述报告

国内集成式微型液态金属电磁泵技术已进入科研成果产业化、精密装备规模化配套关键阶段，获国家高端装备、电子热控产业政策支持，多家企业推出成套产品解决方案，相关器件广泛应用于高功率芯片散热、精密仪器温控、微型流体输送等领域。但行业存在突出痛点：产品设计与制造技术路线不统一，器件与终端装备适配无规范，性能评价缺乏统一标准，质量控制体系不完善，导致产品性能数据可比性不足。结合国内行业调研，产业对全流程标准化技术文件需求迫切。本标准立足国内实践，参考相关国标框架，针对性解决核心痛点，填补国内集成式微型液态金属电磁泵技术统一规范空白。

3. 技术经济论证

技术层面，标准统一核心结构参数、驱动适配要求及质控标准，降低研发生产技术门槛，缩短企业产线调试与人员培训周期，减少产品试制失败与资源浪费。经济层面，标准化生产优化加工装配流程，降低

人力、物料及检测时间成本，实现行业综合成本节约。同时，标准为国内企业提供研发生产导向，推动液态金属电磁泵技术迭代与产业化升级，提升国产器件核心竞争力，降低高端微型流体泵进口依赖度，形成“技术规范 - 产业升级 - 效益提升”良性循环，技术可行性与经济合理性均经充分论证。

4. 预期的经济效益

标准实施将推动集成式微型液态金属电磁泵在电子信息、精密装备、新能源温控等领域规模化应用，带动上下游产业稳步增长。对生产企业而言，可减少不合格产品产出，提升产品合格率，降低生产与售后运维成本，增强市场核心竞争力。对产业端，明确标准将引导企业优化产品结构，加速国产器件市场认可，提升国产化替代率，降低高端产品进口依赖成本。同时，标准化体系将促进产业链协同，催生性能检测、方案适配、技术维保等衍生业态，拓展行业经济发展空间。

5. 社会效益和生态效益

社会效益方面，标准统一生产检测规范与性能评价标准，实现不同企业产品数据互认，缩小行业技术差距，保障高端精密装备运行稳定性。提升微型电磁泵产品质量与适配性能，为我国高端电子装备、精密温控产业发展提供可靠支撑，同时为行业技术人才培养提供统一指导，推动行业可持续发展。生态效益方面，标准明确绿色生产与检测要求，优化生产流程减少物料损耗与能耗，规范液态金属材料使用与回收流程，降低材料浪费与环境风险，助力精密制造产业绿色低碳转型，推动生态友好型高端装备配套产业体系建设。

七、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况。

国际上 ISO、IEC 等组织的微型流体泵相关标准侧重通用结构框架与基础性能原则，对液态金属介质适配、微电磁驱动控制等细节规定较宽泛。本标准在参考其核心设计与质控理念基础上，更贴合国内实践：补充国产主流液态金属介质、微型驱动设备的适配要求，解决进口标准“水土不服”问题；针对国内电子散热、精密流控等常见应用场景，细化电磁参数、密封防护、微流量输送等关键技术指标；新增集成式微型结构专项技术规范，填补国际标准在液态金属电磁泵细分领域的空白。同时，核心技术指标与 IEC、ASTM 相关标准保持一致，确保产品性能的国际可比性。

八、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

无。本文件自主制定。

九、标准主要内容

1. 范围

本文件规定了集成式微型液态金属电磁泵的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于以镓基、铋锡基等低熔点导电液态金属为工作介质的集成式微型液态金属电磁泵（以下简称“电磁泵”）的设计、制造与检验。

2. 规范性引用文件

GB/T 191 包装储运图形符号标志

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.50 电工术语 发电、输电及配电 通用术语

GB/T 3048.5 电线电缆电性能试验方法 第5部分：绝缘电阻试验

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 5959.1 电热和电磁处理装置的安全 第1部分：通用要求

GB/T 5959.11 电热装置的安全 第11部分：对液态金属电磁力作用装置的特殊要求

GB/T 11026.1 电气绝缘材料 耐热性 第1部分：老化程序和试验结果的评定

GB/T 12350 小功率电动机的安全要求

GB/T 13560 烧结钕铁硼永磁材料

GB/T 21067 工业机械电气设备 电磁兼容 通用抗扰度要求

3. 术语和定义

明确了集成式微型液态金属电磁泵的术语定义。

4. 技术要求

包括了集成式微型液态金属电磁泵的各项技术要求。

5. 试验方法

包括了集成式微型液态金属电磁泵的试验方法。

6. 检验规则

包括了集成式微型液态金属电磁泵的检验规则。

7. 标志、包装、运输和贮存

包括了集成式微型液态金属电磁泵的标志、包装、运输和贮存。

十、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件的制定过程等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

十一、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

十二、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

十三、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）

由于本文件首次制定，没有特殊要求。

十四、废止现有有关标准的建议

无。

团体标准工作组
2026 年 7 月