《微型核电池性能评价规程》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会2026年团体标准制定计划，项目名称为《微型核电池性能评价规程》的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《微型核电池性能评价规程》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1.目的

制定该规程旨在建立微型核电池性能评价的统一方法，明确电输出、能量转换、环境适应、寿命衰减、辐射安全、封装完整性和可靠性验证等评价内容与程序。通过规范测试条件、评价流程和结果表达方式，可减少不同技术路线之间的比较障碍，提高产品性能表述的一致性和可信度。该规程有助于推动微型核电池从原理验证、样机研制走向工程应用，支撑微机电系统、传感器、特种装备及长寿命电源等场景的选型与验证，促进上下游在材料、器件、封装、测试和应用环节的协同，提升行业整体研发效率和质量水平。

2. 意义

该规程的实施有利于引导微型核电池产业健康发展，避免仅凭单一指标或未经充分验证的宣传造成市场误判。通过建立科学、可重复的性能评价框架，可促进企业围绕真实应用场景优化设计，提高产品安全性、可靠性和一致性。同时，规程能够增强用户、检测机构、应用方和监管相关方对微型核电池性能的认知基础，降低技术交流和采购验证成本，推动形成良性竞争秩序。对推动高端能源器件技术创新、提升产业链协同能力、支撑绿色低碳和长寿命能源应用发展具有积极意义。

综上，制定《微型核电池性能评价规程》团体标准对于促进企业绿色低碳转型与产

业升级、推动可持续管理与信息披露技术创新、保障经济社会高质量发展及增强企业可持续核心竞争力等方面都具有重要意义。

（四）主要工作过程

1.前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 10 月 21 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《微型核电池性能评价规程》。

2.标准起草过程

2026 年 10 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 10 月末完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草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。

（二）标准主要内容与确定依据

1.标准主要内容

1.1 范围

本文件规定了微型核电池的符号和缩略语、分类与代号、评价总体原则、技术要求、电性能评价方法、安全性能评价方法、环境适应性与寿命评价方法、评价报告。

1.2 规范性引用文件

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A： 低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.5 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.22 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 N：温度变化

GB/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池

GB/T 6495.1 光伏器件 第 1 部分：光伏电流-电压特性的测量

GB/T 6495.2 光伏器件 第 2 部分：标准光伏器件的要求

GB/T 6495.3 光伏器件 第3部分：基于标准光谱辐照度数据的地面光伏器件测量原理

GB/T 8897.2 原电池 第2部分：外形尺寸和电性能

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJG 1009 X、γ辐射个人剂量当量HP(10)监测仪检定规程

1.3 术语和定义

界定微型核电池、辐射伏特效应、性能设计寿命和比活度等术语。

1.4 符号和缩略语

规定相关缩略语等符号及其单位。

1.5 分类与代号

按换能材料、放射源类型和封装结构对产品分类，并规定产品代号构成。

1.6 评价总体原则

评价应遵循可溯源、环境一致性、长时序、安全优先、技术前瞻和数据完整性六项原则。

1.7 技术要求

规定微型核电池电性能、安全性能和环境适应性技术要求。

1.8 电性能评价方法

规定电性能测试的装置仪器、测试条件及VOC、ISC、I-V/P-V、效率、质量能量密度和体积功率密度的测定方法。

1.9 安全性能评价方法

规定表面剂量当量率、表面污染、封装泄漏率和耐事故能力的评价方法。

1.10 环境适应性与寿命评价方法

规定环境试验、加速老化与寿命预测方法。

1.11 评价报告

规定评价报告的基本要求、内容和保存追溯要求。

2.确定标准主要内容的依据

本标准的主要内容依据GB/T 1.1《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，规程内容主要依据微型核电池的技术原理、应用场景和现有相关技术文件。微型核电池通常利用放射性同位素衰变能，通过热电转换、辐射伏特转换等方式输出电能，其性能评价需覆盖输出能力、转换效率、环境适应性、寿命特性、辐射防护和封装可靠性等方面。相关内容参考了同位素衰变能源发电装置、核电池通用技术要求、安全操作指南等文件的技术框架，并结合微功率、长寿命、免维护等特点进行适配。在安全评价方面，借鉴辐射防护、密封源完整性、环境试验和可靠性验证等通用

原则，确保评价方法既符合核安全要求，又适用于微型化器件。同时，结合半导体材料、换能器结构、封装工艺和测试条件的差异，对评价项目、试验条件和判定思路进行细化，使规程能够兼容不同同位素体系、不同转换机制和不同应用环境，保持科学性和可操作性。

三、主要试验情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

试验情况分析主要围绕微型核电池在实际使用中的关键性能展开。电性能试验关注开路电压、短路电流、输出功率、负载匹配能力和输出稳定性；转换效率试验关注衰变能到电能的转化能力；环境试验考察温度、湿度、振动、冲击、真空或高压等条件对性能的影响；寿命与衰减试验关注长期输出变化规律；安全试验重点验证封装完整性、辐射泄漏风险和异常工况下的防护能力。现有研究和产品验证表明，微型核电池在低功耗、长寿命场景中具备优势，但在不同材料体系、封装结构和测试条件下，性能差异较大，需要通过统一评价方法提高结果可比性。

（二）技术经济论证

技术经济论证方面，微型核电池初期研发、材料制备和安全管控投入较高，但其长寿命、免维护和高环境适应性可降低长期使用成本。对于难以频繁更换电源或维护成本较高的场景，其全生命周期价值较为突出。随着同位素材料制备、半导体换能器、精密封装和测试能力逐步成熟，单位功能成本有望下降。规程的实施可减少重复测试和无效验证，提高研发与检测效率，降低产业化过程中的不确定性，为产品进入特定应用场景提供技术基础。

（三）预期经济效果

预期经济效果方面，该规程有助于提升微型核电池产品评价的透明度和一致性，促进检测机构、研发机构和生产企业形成共同技术语言。通过规范性能表述，可增强下游应用方对产品能力的判断依据，降低选型风险，推动微型核电池在传感器、特种装备、极端环境监测等场景中稳步应用。长期看，规程将带动半导体材料、换能器件、封装测试、辐射监测和电源管理等配套环节发展，培育高附加值产业链，增强我国在微型核能器件领域的技术积累和产业竞争力。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、评价方法的确定、评价项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、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。

九、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）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《冷热水用智能节能型双流道输配系统技术规范》团体标准编制组

2026 年 11 月