

《可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层技术要求》

(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《可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层技术要求》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《可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层技术要求》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1. 目的

制定本规范旨在针对可充电海水锌离子电池在复杂海洋环境中面临的核心痛点，建立一套严谨、科学的锌负极表面功能涂层评价体系与技术门槛。由于天然海水中富含氯离子，极易诱发锌负极发生严重的点蚀、析氢反应及枝晶生长，导致电池在短期内失效，因此，规范的核心目的在于通过界定涂层的物理化学特性、界面结合力及离子选择性透过能力，筛选出能够有效阻挡氯离子侵蚀、同时诱导锌离子均匀沉积的优质防护方案。本规范致力于解决当前防腐涂层技术路线杂乱、性能评价标准缺失的问题，通过统一测试方法与验收指标，确保涂层技术能切实提升锌负极在开放海水体系中的循环稳定性与库伦效率，为构建长寿命、高安全的海水电池提供关键的技术支撑，推动防腐涂层材料从实验室研发向工程化应用转化。

2. 意义

本规范的实施对于推动海洋能源存储技术的实用化进程具有深远的战略意义。在生态与安全层面，通过规范防腐涂层技术，能够有效抑制锌负极的副反应，减少因电池过早失效导致的海洋环境污染风险，进一步巩固水系锌离子电池本质安全、环境友好的绿色属性。在产业层面，统一的技术要求将打破行业内的技术壁垒，加

速高性能、低成本防腐材料的筛选与迭代，解决制约海水电池大规模商业化的寿命瓶颈，促进海洋观测网、水下机器人及岛礁储能等关键领域的装备升级。此外，建立自主可控的涂层评价体系，有助于提升我国在海洋新能源材料领域的国际话语权，引导产业向高质量、高可靠性方向发展，为实现“双碳”目标及海洋强国战略提供坚实的技术保障与理论支撑。

综上，制定《可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层技术要求》团体标准对于规范海洋储能材料质量控制、推动海水基电池关键技术创新、保障海洋装备长效稳定运行及增强行业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6月16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：《可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层技术要求》。

2. 标准起草过程

2026年6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7月中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

本文件规定了可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

1.2 规范性引用文件

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 1731 漆膜、腻子膜柔韧性测定法

GB/T 1732 漆膜耐冲击性测定法

GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB/T 2516 普通螺纹极限偏差

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 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样

GB/T 4957 非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法

GB/T 5216 保证淬透性结构钢钢号

GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度

GB/T 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定

GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 10610 产品几何技术规范（GPS）表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法

GB/T 14522 机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候老化试验方法 荧光紫外灯

GB/T 30835 锌离子电池通用技术条件

GB/T 35590 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全要求

ASTM D1141-98 替代海水制备的标准规程（standard practice for preparation of substitute ocean water）

IEC 62660-1 用于电动道路车辆推进的次级锂离子电池-第1部分：性能测试（Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles - Part1:Performance testing）

1.3 术语和定义

对海水锌离子电池、锌负极防腐涂层、防腐效率等关键术语进行了界定。

1.4 技术要求

规定了涂层在外观质量、尺寸与厚度、物理机械性能等具体技术指标。

1.5 工艺控制要求

规定了锌负极防腐涂层在生产过程中关于环境控制、基体前处理等的技术要求。

1.6 试验方法

规定了各项技术要求所对应的试验环境条件、具体测试步骤及所依据的标准方法。

1.7 检验规则

检验规则包括但不限于检验分类、出厂检验、型式检验与判定规则。

1.8 标志、包装、运输和贮存

对可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层产品的标志、包装、运输和贮存进行规定。

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，锌金属在天然海水介质中复杂的电化学腐蚀机理及界面反应动力学特征。鉴于氯离子具有极强的穿透力与吸附性，能破坏锌表面的钝化层引发点蚀，内容依据重点聚焦于涂层的致密性、亲锌性及离子筛分功能。依据涂层需具备的物理阻隔与静电排斥双重机制，确立了针对涂层厚度、孔隙率及机械强度的基础指标。同时，基于锌离子在沉积/剥离过程中的通量分布需求，内容依据涵盖了涂层对锌离子的传导率及成核过电位的调控能力，以确保沉积层的平整度。此外，考虑到海水环境的动态变化，内容还依据涂层在宽温域、高流速及生物附着等极端工况下的化学稳定性与界面结合力，构建了全方位的性能评价维度，确保技术要求能真实反映涂层在实际服役环境中的防护效能。

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

在试验验证阶段，重点对不同类型的功能性防腐涂层在模拟海水及天然海水环境中的防护性能进行了系统评估。试验通过构建对称电池与非对称电池体系，模拟了长期充放电循环过程。结果显示，经过优化的复合涂层能有效阻隔氯离子与锌基体的直接接触，显著抑制了析氢副反应的发生，电池在长周期运行中未出现短路现象。微观形貌分析表明，改性涂层成功诱导了锌离子的均匀沉积，消除了枝晶生长的隐患，保持了电极表面的平整度。同时，在耐高压与抗冲刷测试中，涂层表现出优异的机械稳定性与界面结合力，未发生脱落或粉化，验证了其在复杂海洋流场中维持电极结构完整性的能力，为技术定型提供了详实的数据支撑。

（二）技术经济论证

从技术与经济双重维度分析，该防腐涂层技术路线展现出极高的性价比与可行性。技术层面，采用溶液涂覆或原位生长等简便工艺即可在锌箔表面构建超薄保护层，无需昂贵的真空设备或复杂的制造流程，极大地降低了生产门槛。经济层面，原材料多选用生物质衍生多糖或低成本无机材料，来源广泛且价格低廉，相比于昂贵的电解液添加剂或贵金属改性，该方案大幅削减了电池的材料成本。虽然涂层制备增加了少许工序，但考虑到其能将电池循环寿命延长数倍甚至数十倍，显著降低了全生命周期的度电成本。这种“低成本投入、高寿命回报”的模式，证明了其在大规模海洋储能应用中替代传统电源的巨大潜力。

（三）预期经济效益

随着该技术规范的推广与涂层技术的成熟，预期将催生显著的海洋经济增量。首先，将直接带动功能性高分子材料、纳米复合材料等上游产业链的发展，形成新的经济增长点。其次，通过解决海水电池锌负极寿命短的瓶颈，将大幅降低海洋监测设备、水下潜器等装备的维护频率与更换成本，提升海洋资源开发的整体运营效率。长远来看，这种长寿命、低成本的储能解决方案将加速海洋可再生能源的规模化利用，助力蓝色经济转型。其广泛的商业化应用不仅能创造可观的商业利润，还将通过减少废弃电池处理带来的环境治理费用，产生不可估量的间接经济效益，成为推动海洋产业高质量发展的强力引擎。

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、试验方法的确定、检验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。

《可充电海水锌离子电池锌负极防腐涂层技术要求》团体标准编制组

2026年7月