

《磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用技术规范》 解读

一、文件编制背景

锂离子电池（LIBs）具有高能量密度和长循环寿命，在智能电子、新能源汽车和大规模储能等领域得到广泛应用，预计到 2025 年全球锂离子电池的出货量将达到 1.5TWh。在商业化的锂离子电池中，磷酸铁锂（ LiFePO_4 ）电池因其出色的循环稳定性和高安全性已被广泛应用于电动汽车及大规模储能领域，出货量占据市场超 60%。然而， LiFePO_4 电池寿命仅有 8 年~12 年，因此预计到 2030 年，仅电动汽车退役的 LiFePO_4 电池就将达到 210 万吨。我国以深圳市为新能源汽车前沿试点，未来废旧电池产量将为全国之首。

由于废旧电池中含有金属元素和有毒有机电解质，因此必须进行无害化处理和回收，但目前锂电池回收存在成本高、工艺复杂、回收效率低等问题。开发高效、绿色的退役锂电池回收处理方式，必将有效避免新能源行业二次污染。其原因是废旧锂电池内部含有大量的易燃易爆物质以及危害环境的含氟物质。随意填埋或者燃烧退役锂电池将会严重危害自然环境。更重要的是，退役锂电池中含有宝贵的锂资源，有效回收策略能够维持锂电行业的健康、可持续发展。

废旧动力电池的回收利用技术水平直接关系到废弃物环保和资源再生利用两大问题。在工艺技术上，工业上以湿法和火法为主，国外的技术路线以火法为主，利用高温冶金法将动力电池直接高温还原，电池外壳、负极材料、塑料隔膜等组分提供还原剂和能量，最终以金属合金的方式回收，在回收过程中同时对气体进行净化。高温还原的金属合金将经过酸浸后经萃取得到金属盐，或通过高温还原回收金属单质。根据美国阿贡国家试验计算软件 Everbatt 的理论计算，火法每处理 1kg 电芯将会产生 3.1kg 废弃物，严重违背了可持续发展理念。而国内的回收策略多数采用湿法冶金方法，湿法工艺是把电池破碎，将电池粉体通过酸浸、萃取分离和纯化等步骤获得电池级原料。尽管湿法工艺流程较长，但材料回收率和回收经济效率较高，有助于锂电行业的循环经济的发展。另外，回收再利用非关键材料能够有效降低回收过程对环境的影响。

虽然各方都在积极探索有效的废旧电池回收方法，但磷酸铁锂电池湿法回收的标准领域尚处于空白。美、日、韩等国的电池回收利用技术标准，则更多是针

对钴酸锂电池和三元电池的回收。国内对于磷酸铁锂电池回收利用研究，正在从研发到产业化的技术转变。湿法回收磷酸铁锂废旧电池的过程缺乏统一的规范和准则来指导企业及相关机构的操作，这可能增加电池回收过程的不稳定性和不可靠性，难以确保回收产品的质量和安全性。同时，也可能使得不同企业之间的回收方法和流程存在较大差异，影响整个行业的健康发展。为推动磷酸铁锂废旧电池回收产业的可持续发展，需要尽快制定和完善磷酸铁锂电池湿法回收标准，为行业提供有力的支撑和保障。

本文件的制定，有助于解决迫在眉睫的磷酸铁锂动力电池的回收问题，主要包括磷酸铁锂废旧电池中电解液在拆解过程中的无害化处理和铜、铝、锂、铁等有价资源再生利用两个方面。

二、主要技术指标依据

（一）总体结构

《磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用技术规范》的编制，在于规范了磷酸铁锂废旧电池的湿法回收和回收后材料再生利用的技术要求，为磷酸铁锂废旧电池回收过程提供了明确的操作指南，涉及湿法回收工艺包括预处理、浸出、沉淀等各个环节。还对废旧电池再生利用产品要求与处置和回收过程中环境污染和监测的要求作出了明确的规范。

全文编排如下：前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求、试剂和仪器设备、湿法回收工艺、回收再生利用产品要求与处置、环境污染和监测。

（二）部分内容说明

1. 关于“范围”“规范性引用文件”“术语和定义”

“范围”是对本文件适用范围的界定，本文件规定了磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用的总体要求、试剂和仪器设备、湿法回收工艺、回收再生利用产品要求与处置、环境污染和监测等技术要求。本文件适用于各种类型和用途的磷酸铁锂废旧电池，不适用于磷酸锰铁锂电池。

“规范性引用文件”是指本文件规范性引用的标准和文件。

“术语和定义”是对本文件中出现的专业名词的解释。

2. 总体要求

规定了磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用过程中收集、分拣、运输和贮存的一般要求，以及回收过程对场地、人员、安全保障的要求。

3. 试剂和仪器设备

规定了磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用过程中所使用的相关化学试剂和仪器设备。

4. 湿法回收工艺

规定了磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用的工艺原理、工艺流程、主要控制条件及要求，对主要工序目的及要点作出了详细的描述。

5. 回收再生利用产品要求与处置

规定了磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用的再生利用产品回收率计算方法及纯度要求，对回收过程中副产品的处理方式和产品标识也作出了明确的规范。

6. 环境污染和监测

规定了磷酸铁锂废旧电池湿法回收利用过程中废气污染控制、废水污染控制、固体废物污染控制、噪声污染控制、监测及评估制度的要求。

三、附则

本标准由深圳市工业和信息化局提出并归口，其起草单位有深圳佳彬科技有限公司、深圳市环保科技集团股份有限公司、中汽研科技有限公司、深圳市清新电源研究院、深圳市环境科学工程技术中心有限公司、欣旺达电子股份有限公司、深圳市德方纳米科技股份有限公司、广东光华科技股份有限公司、清华大学深圳国际研究生院、深圳市电源技术学会、福建永安市永清石墨烯研究院有限公司、弗迪电池有限公司、格林美股份有限公司、生态环境部华南环境科学研究所（生态环境部生态环境应急研究所）、广东省循环经济和资源综合利用协会、深圳市标准技术研究院、安徽兴元新材料科技有限公司。