

题目编号：LY-202618

混酸资源化利用制备电池级锰盐工艺技术 比赛方案

一、发榜单位

企业名称：福建省龙德新能源有限公司

企业类型：民营企业

企业地址：福建省龙岩市上杭县蛟洋镇坪埔村工业路 30 号

二、题目名称

混酸资源化利用制备电池级锰盐工艺技术

三、题目介绍

（一）题目背景

在国家“双碳”战略与新能源产业高质量发展背景下，新能源汽车、新型储能、动力电池等战略性新兴产业进入高速扩张期，作为锂电池电解液核心关键原料的六氟磷酸锂，行业产能持续快速释放，已成为我国新能源产业链的重要支柱环节。伴随产能规模化提升，六氟磷酸锂生产过程中产生的副产混酸总量急剧增长，该类副产具有组分复杂、强腐蚀性、高毒性、处理难度大、环保风险高等突出特点，是精细氟化工领域公认的治理难题。

当前行业内普遍采用中和、填埋、简易蒸发等粗放式末端处理手段，不仅无法实现氟、磷、氯等有价值元素的高效回收，造成

大量战略资源流失，还极易引发土壤酸化、水体污染、大气酸雾等环境安全隐患，处置成本居高不下，已成为制约六氟磷酸锂产业绿色升级、可持续发展的“卡脖子”关键瓶颈。与此同时，以磷酸锰铁锂为代表的新一代锂电池技术快速产业化，带动电池级氟化锰、氯化锰、磷酸锰铁前驱体等高端锰盐材料需求呈爆发式增长，市场供给缺口持续扩大，且对产品纯度、杂质控制、批次稳定性提出严苛标准。在此双重背景下，以六氟磷酸锂副产混酸为原料，开发绿色高效资源化利用技术，定向制备高纯度电池级锰盐，实现“危废减量—资源回收—高值转化”一体化闭环，既契合国家资源循环利用政策导向，又精准匹配新能源材料产业刚性需求，具备重大技术突破价值与产业化落地前景。

（二）目标介绍

围绕六氟磷酸锂副产混酸资源化高值利用核心目标，突破复杂多离子共存体系下氟、氯、磷酸根离子定向分离、高效纯化、绿色转化关键技术，开发一套适配工业化生产、低成本、低能耗、无二次污染的成套工艺技术；实现副产混酸资源化利用率 $\geq 95\%$ 、电池级锰盐产品纯度 $\geq 99.9\%$ 、关键杂质指标满足电池级标准、三废近零排放；形成可直接工程化应用的工艺包、设备方案、操作规程与产业化实施路径，为六氟磷酸锂企业副产治理与锂电材料企业原料保供提供一体化解决方案。

（三）选题意义

1. 技术意义

攻克行业共性技术瓶颈。突破复杂强腐蚀性混酸中氟、氯、

磷酸根多组分精准分离、深度纯化难题，建立适用于工业化连续生产的多离子协同分离理论与控制方法，解决传统工艺分离效率低、能耗高、药剂消耗大、二次污染突出等痛点，形成具有完全自主知识产权的原创性技术路线。

构建绿色循环制造新体系。首创以六氟磷酸锂副产混酸为原料制备电池级锰盐的全链条工艺，实现从“末端治理”向“源头资源化、过程循环化、产品高值化”的技术范式转变，填补国内含氟含磷混酸高值化制备锂电关键材料的技术空白。

完善行业标准与评价体系。建立副产混酸组分精准检测、电池级锰盐纯度与痕量杂质控制、工艺安全与环保绩效评价等成套技术规范，推动精细氟化工与新能源材料制造向高效、低碳、安全、智能化方向升级。

提升产业链自主可控能力。摆脱高端电池级锰盐依赖进口、副产处理依赖第三方技术的被动局面，实现关键原料供给与核心环保工艺自主可控，显著提升我国在氟化工、锂电池材料领域的国际竞争力与技术话语权。

2.经济社会效益

经济效益：大幅降低六氟磷酸锂企业副产处置环保成本，万吨级产能企业每年可节约处置费用数千万元；将低值工业副产转化为高附加值电池级锰盐产品，直接形成新的利润增长极；稳定锂电材料本地供给，缓解市场供需矛盾，降低新能源电池产业链整体原料成本；带动氟化工、锂电材料、环保装备、资源循环利用等上下游产业协同增值，形成显著技术溢出与产业带动效应。

社会效益：从源头削减高风险酸性废液排放，彻底消除环境污染与安全隐患，助力化工行业绿色低碳转型；实现氟、磷、氯、锰等战略资源高效循环利用，减少原生矿产开采消耗，提升国家资源安全保障水平；打造新能源与环保产业融合发展示范样板，形成可复制、可推广、可规模化的化工副产资源化模式；以赛事为纽带吸引青年人才投身科创攻关，培育一批兼具工程能力、创新思维与产业视野的复合型青年科技人才，夯实产业高质量发展人才根基。

产业推动效益：破解副产处理瓶颈，支撑六氟磷酸锂产业安全有序扩张，巩固我国全球氟化工制造领先地位；为磷酸锰铁锂等新一代锂电池技术提供稳定、低成本、高纯度原料供给，加速高端电池产业化进程与性能提升；推动新能源、新材料、节能环保三大领域深度融合，构建“氟化工—锂电材料—资源循环”一体化生态链，为我国制造业绿色转型与科技自立自强提供重要实践支撑。

四、参赛对象

学生赛道：2026年6月1日以前正式注册的国内全日制非成人教育普通高等学校在校本科生、硕士研究生、博士研究生（不含在职研究生）均可通过学生赛道申报参赛。

青年科技人才赛道：在高等院校、科研院所、企业等各类创新主体中，具备较高科研热情与较强技术攻关能力，1986年6月1日（含）以后出生、年龄40周岁以下的青年科技工作者，可通过青年科技人才赛道参赛。

参赛规则：高校青年教师可担任学生团队指导教师，不得作为参赛人员参与同题目竞赛；发榜单位及与发榜单位存在隶属、控股、管理关系的单位青年人员，不得参加本单位发榜选题竞赛。参赛可个人或团队形式，每支团队人数不超过 10 人，每件作品可配备不超过 3 名指导教师；支持跨专业、跨学校、跨单位、跨地域联合组队，同一团队所有成员须符合对应赛道身份与年龄要求，每件作品仅限 1 个高校、科研院所或企业作为参赛主体申报。

五、答题要求

参赛团队须围绕六氟磷酸锂副产混酸资源化利用、电池级锰盐绿色高效制备核心方向开展全流程技术攻关，提交真实、完整、可落地、可验证的全套电子技术成果，严禁空泛理论、抄袭造假与数据伪造，具体成果要求如下：

1.核心技术研究报告（PDF 格式）：正文不少于 10000 字，系统阐述研发思路、混酸特性、分离机理、工艺路线、转化条件、提纯精制、经济性与环保性核算；附实验原始数据、工艺流程图、物料平衡图、能量平衡图、检测谱图等佐证材料，明确刚性指标：混酸资源化利用率 $\geq 95\%$ 、电池级锰盐纯度 $\geq 99.9\%$ 、三废近零排放。

2.分离纯化与产物检测数据表（Excel 格式）：包含副产混酸组分全谱定性定量检测表、氟/氯/磷酸根离子分离效率对比表、电池级锰盐纯度及痕量杂质检测表；所有数据须标注检测设备、检测方法、执行标准，附第三方权威检测报告截图作为依据。

3.产业化工艺技术方案集（PDF 格式）：形成完整工程化方

案，含工艺流程 **PID** 图、核心设备选型与规格参数、物耗能耗详细核算、三废减量化与资源化协同处理方案、安全生产与职业健康防护措施、工程化设计方案、投资估算与效益分析，方案须适配企业现有生产条件，具备快速中试与工业化放大能力。

4.研发与验证演示视频（**MP4** 格式）：时长 **3–6** 分钟，分辨率 $\geq 1080P$ ，画面清晰、配音规范、配同步字幕；内容须包含混酸取样与成分检测、分离纯化关键实验操作、产物合成与结晶过程、纯度检测验证、产物实物与传统工艺对比效果。

5.辅助研究成果材料（**PDF** 格式，可选）：包括专利交底书、学术论文初稿、车间设备布局图、成本效益深度分析报告、产业化可行性论证报告、技术风险评估与应对方案等，作为核心成果补充支撑。

所有成果须聚焦本次攻关核心痛点，突出技术创新，不得使用行业成熟技术简单替换；材料排版规范、逻辑清晰、数据可追溯、无错别字与格式错乱；参赛团队对成果原创性、真实性、合法性负全部责任。

六、作品评选标准

评审遵循公平公正、量化为主、技术导向、落地优先原则，围绕五大维度综合评分，核心刚性指标未达标按规则扣分，关键指标不达标视为该维度无效：

（一）技术可行性与攻关成效（35 分）

1.分离纯化效果（20 分）：氟/氯/磷酸根定向分离效率 $\geq 95\%$ 、无交叉污染，以检测数据为依据量化评分，提供完整分离机理、

工艺参数、实验曲线，缺项酌情扣分。

2.电池级锰盐制备达标（10分）：纯度 $\geq 99.9\%$ 、杂质符合电池级行业标准，完全达标且稳定性优异计8-10分，基本达标计4-7分，不达标计0分。

3.工艺路线合理性（5分）：路线科学、匹配混酸特性、无明显技术障碍、可重复稳定验证计5分，存在明显缺陷酌情扣分。

（二）技术创新性（25分）

1.原创性与先进性（10分）：分离/制备方法为行业首创、改进幅度大、解决核心瓶颈计7-10分；有一定改进、解决部分痛点计4-6分；常规思路无创新计1-3分。

2.绿色节能降耗创新（8分）：能耗、物耗显著优于行业平均、三废近零排放、资源化利用率高计6-8分；有优化但不突出计3-5分；无优化计1-2分。

3.装备/流程创新（7分）：提出新型专用设备、耦合集成工艺、数字化智能控制等创新点计5-7分；小幅优化计2-4分；无创新计0-1分。

（三）经济性与环保性（20分）

1.成本可控性（8分）：原料、能耗、运行成本低于行业平均，具备规模化盈利空间计6-8分；成本合理但优势一般计3-5分；成本过高计0-2分。

2.能耗物耗水平（6分）：显著优于同行计5-6分；优于平均计3-4分；持平或偏高计0-2分。

3.环保与安全（6分）：三废近零排放、无二次污染、安全风

险低、符合绿色制造要求计 5—6 分；达标但无亮点计 3—4 分；存在环保隐患计 0—2 分。

（四）成果完整性与规范性（10 分）

1.材料齐全性（5 分）：核心报告、检测数据表、工艺方案、演示视频、第三方检测报告齐全计 5 分；缺 1 项扣 2 分，缺 2 项及以上计 0 分。

2.格式与原创性（5 分）：格式规范、命名正确、逻辑清晰、无抄袭造假计 5 分；格式错误/少量非核心抄袭扣 2—3 分；大面积抄袭或造假直接判定不合格。

（五）产业化前景（10 分）

1.落地适配性（5 分）：可直接对接企业现有产线、中试条件成熟、放大风险低计 5 分；需小幅改造计 3—4 分；改造难度大、投资过高计 0—2 分。

2.工艺包完整性（5 分）：形成完整可交付产业化工艺包（含工艺参数、设备清单、操作规范、培训体系）计 5 分；内容不全酌情扣分。

七、作品提交时间

2026 年 5 月至 9 月上旬，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，各高校、企业、科研机构等组织协调机构应组织学生和青年科技工作者参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2026 年 9 月 15 日前，各参赛团队要向发榜单位完成作品提交，具体要求详见本方案第八点第（二）款，并严格遵照发榜单

位明确的提交规范执行。

2026 年 9 月 30 日前，由发榜单位完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2026 年 10 月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品。

2026 年 11 月，组织终审擂台赛，角逐“擂主”。

八、参赛报名及作品提交方式

（一）报名方式

（1）参赛选手登录“挑战杯”官网 www.tiaozhanbei.net，在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号，登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后，下载打印系统生成的报名表。

（2）申报人在报名表对应位置加盖所在学校或所在单位公章。

（3）将盖章版报名表扫描件上传至报名系统，等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。

（4）系统开放报名时间为 2026 年 5 月 30 日—6 月 30 日，逾期后系统将自动关闭报名功能。

（二）作品提交方式

材料打包：所有电子成果整理为一个 ZIP/RAR 压缩包，文件命名严格执行：负责人-队伍名称-参赛单位-选题名称，大小建议 ≤200MB；超大文件使用网盘分享，将下载链接+提取码存入 TXT 文档一并打包。

邮箱提交：压缩包发送至指定邮箱：

Zhanxiuling0114@163.com。

邮件主题格式：揭榜挂帅-混酸资源化利用制备电池级锰盐工艺技术-单位/学校-负责人姓名；正文注明团队成员名单、联系电话、常用电子邮箱，方便赛事对接。

纸质材料与样品（可选）：可邮寄至：福建省龙岩市上杭县蛟洋镇坪埔村工业路 30 号福建省龙德新能源有限公司，詹秀玲（收），联系电话：15159083201。

提交作品时须同步报送 1 份经报名系统审核通过的参赛报名表，报名表信息须与系统内完全一致。

九、赛事保障

发榜单位以全周期、全要素、全流程支撑为原则，为参赛团队提供一站式科研保障与专业化技术服务：

1.科研场景与原料保障：开放企业工业化生产现场、DCS 中控系统、副产收集与储存单元等真实应用场景，提供足量、稳定、批次均匀的六氟磷酸锂副产混酸样品；同步开放企业检测中心与专用实验室，配备离子色谱仪、原子吸收分光光度计、反应釜、分离纯化装置等全套设备，满足参赛团队小试、检测、验证全流程研发需求。

2.专家专班与全程指导保障：组建由氟化工工艺、锂电材料制备、环保工程、分离纯化、工程化设计等领域资深专家构成的技术指导专班，指定研发工程师詹秀玲为专职对接人，建立常态化线上答疑、定期线下指导、节点评审推进机制，及时破解研发技术卡点与难点。

3.中试验证与工程化支持：进入复评阶段的优秀方案，优先提供企业中试平台、放大实验条件与产业化配套资源，承担验证所需主要原料、耗材与第三方检测费用；协助完成工艺放大、设备匹配、能耗核算、安全评估、工程设计等转化工作，推动实验室成果快速走向产业化。

4.产教融合与人才培养保障：深化校企协同，为高校参赛团队提供实习实训、联合培养、课题共研机会，共建研究生实践基地与青年科创实践平台；优先吸纳优秀参赛人才进入企业研发体系，提供研发工程师岗位、博士后联合培养、项目合作等成长通道，实现“以赛引才、以研育才、以用留才”。

5.赛务组织与服务保障：设立专项赛务对接小组，提供作品提交咨询、材料规范指导、研发进度提醒、评审沟通对接等一站式服务；严格落实知识产权保护、信息保密与奖励承诺，保障参赛团队合法权益与创新积极性。

十、设奖情况及奖励措施

（一）设奖情况

学生赛道：擂主 1 个、特等奖 5 个、一等奖 5 个、二等奖 5 个、三等奖 5 个

青年科技人才赛道：擂主 1 个、特等奖 5 个、一等奖 5 个、二等奖 5 个、三等奖 5 个

最终授奖数量可根据作品申报数量和质量，报大赛组委会同意后动态调整。

（二）奖励措施

学生赛道：擂主 100000 元；特等奖 20000 元；一等奖 10000 元；二等奖 5000 元；三等奖 2000 元。

青年科技人才赛道：擂主 100000 元；特等奖 20000 元；一等奖 10000 元；二等奖 5000 元；三等奖 2000 元。

其他配套奖励：擂主团队可获得企业优先实习机会、优先录用为研发工程师或纳入博士后联合培养；特等奖及以上团队可优先与企业开展成果转化合作，共享后续产业化收益；所有获奖团队均可获得企业开放日参观、高端技术交流会特邀资格。

（三）奖金发放方式

终审擂台赛结束并公示无异议后，比赛专班工作人员在 15 个工作日内与获奖团队逐一对接，收集获奖团队银行卡信息与收款账户确认材料，审核无误后 30 个工作日内将奖金一次性足额发放至指定银行账户，不拖延、不折扣。

十一、比赛专班联系方式

1.专家指导团队

顾问专家：赖育河老师，联系电话：15659762280

顾问专家：华辉老师，联系电话：13799768601

2.赛事服务团队

联络专员：詹秀玲老师，联系电话：15159083201

联络专员：袁剑英老师，联系电话：18359816852

3.联系时间

比赛期间工作日（9:00-17:00）

4.申报联系人

姓名：詹秀玲

职务：研发工程师

联系电话：15159083201

邮箱：zhanxiuling0114@163.com

附：发榜单位简介

福建省龙德新能源有限公司成立于 2017 年 6 月，注册资本 1 亿元，是专注于六氟磷酸锂及高端精细氟化工产品研发、生产、销售于一体的国家高新技术企业，致力于打造国际知名的高性能、高安全性含氟锂盐专业制造商。公司坚持自主创新驱动，已掌握六氟磷酸锂生产全流程核心技术，包括电子级高纯氟气、高纯五氟化磷、高纯氟化锂制备技术、高效动态结晶技术、高效气液反应技术、先进节能降耗技术，以及国内唯一采用数字化工程技术的三废回收及综合循环使用技术，产品物耗、能耗指标显著优于国内外同行，具备显著技术优势与成本优势。

公司建有标准化研发中心、专业检测实验室与中试产业化平台，配备国际先进分析检测设备与实验装置，具备开展氟化工、锂电材料、环保治理等领域技术研发、小试、中试与工程化验证的完整条件。公司深耕新能源与精细氟化工融合领域，聚焦绿色制造与循环经济，技术实力雄厚、产业场景明确、保障条件完善，愿以开放共享姿态，携手广大青年科技人才共同攻克行业关键技术，推动我国新能源产业高质量发展。