

题目编号：LY-202614

铝电解废渣提锂：含氟溶液中锂的绿色高效回收关键技术比赛方案

一、发榜单位

企业单位：福建省漳平市九鼎氟化工有限公司

企业类型：民营企业

企业地址：福建省漳平市芦芝镇华寮村华寮 1-2 号

二、题目名称

铝电解废渣提锂：含氟溶液中锂的绿色高效回收关键技术

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，锂作为锂电池核心关键原料，已成为保障国家能源安全与产业链自主可控的战略资源。我国是全球第一大电解铝生产国，也是第一大锂资源消费国，电解铝产业规模巨大，每年产生大量废铝电解质、电解槽大修渣等危险废物，其中锂含量显著高于国内低品位锂矿，是极具潜力的二次锂资源。

伴随电解铝行业绿色转型，废铝电解质提锂技术已实现千吨级工业化示范，形成“废渣处置—提锂—电解质再生返炉”的协同利用模式。然而，现有示范线聚焦于锂的主流程提取，对提锂副产含氟低锂溶液中微量锂的回收尚未形成有效技术路径，造成资源流失与环保治理的双重压力，已成为行业亟需补齐的短板。当前工艺产生的含氟溶液锂浓度仅约 0.1 g/L，属于超低浓度含锂体系，溶液中氟离子与铝离子优先形成稳定的氟铝络合物（ AlF_6^{3-} 、 AlF_2^+ 等），锂主要以游离态或微溶 LiF 形式分散，常规化学沉淀、溶剂萃取、离子交换、吸附材料等技术均难以实现锂的有效回收。行业目前普遍采用氟盐结晶、中和沉淀等方式处理，导致锂大量进入副产品流失，总锂回收率损失 10%-20%，既造成高价值战略资源浪费，又带来含氟废渣处置压力大、环保成本高、流程不闭环等问题。

与此同时，我国锂资源对外依存度高，低品位含锂体系资源化技术薄弱，废铝电解质提锂要实现规模化、高收益、可持续发展，必须突破高氟干扰、低浓度、难分离体系下锂的高效回收瓶颈。在此背景下，开发绿色、高效、可工业化的含氟低锂溶液提锂新工艺，实现锂回收率 $\geq 80\%$ ，打通废铝电解质提锂全流程闭环，既契合国家资源循环利用与废渣减量政策导向，又能显著提升锂资源自给率，具备重大技术突破价值与产业化前景。

（二）目标介绍

围绕铝电解槽废渣提锂过程含氟低锂溶液资源化高值利用核心目标，突破高氟干扰下低浓度锂高效捕获、氟-锂选择性分

离、锂深度富集关键技术，开发一套适配工业化生产、低成本、低能耗、无二次污染的成套绿色提锂工艺技术；实现从锂浓度约 0.1 g/L 的含氟溶液中锂的回收率 $\geq 80\%$ ，氟同步资源化回收，工艺废水近零排放，无新增危险废物，一般固废产生量最小化；形成可直接工程化应用的工艺包、操作规程与产业化实施路径；为铝电解废渣提锂行业补齐流程短板、提升总回收率、降低环保成本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。突破高氟络合、超低浓度、多杂质共存体系下锂难以回收的行业技术瓶颈，建立抗氟离子干扰、高选择性、高稳定性的提锂新方法，解决传统工艺回收率低、氟干扰严重、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。首创适用于铝电解废渣提锂副产含氟低锂溶液的绿色高效提锂工艺，实现从“末端流失”向“全流程资源化、高值化、闭环化”的技术范式转变，填补国内含氟低锂废液高效提锂领域的技术空白。

完善废渣资源化技术标准体系。建立含氟低锂溶液组分精准检测、低浓度锂富集纯化、氟锂协同回收、工艺安全与环保绩效评价等成套技术规范，推动铝行业、锂资源回收行业向高效、低碳、安全、智能化方向升级。

提升产业链自主可控能力。摆脱复杂二次资源提锂核心技术

受制于人的局面，解决低浓度锂回收总回收率偏低问题，实现铝电解废渣高值化利用与锂资源绿色回收核心技术自主可控，显著提升我国在二次锂资源回收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：大幅提升废铝电解质提锂全流程锂回收率，将流失的低浓度锂转化为高价值锂产品，万吨级提锂项目年综合效益可提高数百万元；显著降低含氟废液处置成本与环保投入；将废渣转化为战略资源，形成“铝厂降本+锂资源增收”双盈利模式；带动电解铝、锂回收、环保装备、新能源材料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：从源头削减含氟废渣排放，彻底消除氟污染风险，助力电解铝行业绿色低碳转型；实现锂、氟等战略资源高效循环利用，减少原生锂矿开采，提升国家资源安全保障水平；打造废渣资源化—新能源材料融合发展示范样板，形成可复制、可推广、可规模化的循环经济模式；培育一批跨领域创新人才与技术团队，夯实新能源与有色冶金行业高质量发展人才根基。

产业推动效益：破解废铝电解质提锂行业流程短板，支撑电解铝废渣资源化产业规模化扩张，巩固我国全球电解铝与锂资源回收领先地位；为锂电池产业提供低成本、本土化、可持续的二次锂资源供给，助力动力电池与储能产业降本增效；推动电解铝—锂资源—废渣资源化三大领域深度融合，构建绿色低碳循环产业生态链，为我国制造业高质量发展与科技自立自强提供重要实践支撑。

四、参赛对象

1. 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的普通高等学校在校专科生、本科生、硕士和博士研究生（不含在职研究生），以及全日制职业教育本科、高职高专在校学生，可通过学生赛道申报作品参赛。

2. 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有较高科研热情和较强科研能力的青年科技工作者可通过青年科技人才赛道申报作品参赛。参赛人员年龄在40周岁以下，即1986年6月1日（含）以后出生。

高校青年教师在指导学生参赛的同时不得以参赛人员身份参加同一选题比赛。发榜单位及同发榜单位有相关隶属关系单位的青年不得参加本单位选题比赛。

各赛道参赛对象可以团队或个人形式参赛，每个团队不超过10人，每件作品可由不超过3名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队，但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由1所高等院校、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

1. 提交完整研究成果，包括：核心报告、检测数据表、工艺方案、第三方检测报告及可选辅助材料（验证演示视频、专利、论文、布局图、效益报告、风险方案等）。报告需涵盖分离机理、

工艺路线、提纯精制、经济与环保核算，并附原始数据、工艺流程图、检测谱图等佐证材料。

2.核心工艺指标须满足：从锂浓度约 0.1 g/L 的含氟溶液中锂回收率 $\geq 80\%$ ，氟锂分离效果稳定，产品纯度与杂质控制达标，性能重现性好，可提供实验检测数据与验证结果作为支撑。

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.低浓度锂提取达标（25 分）：锂浓度约 0.1 g/L 含氟溶液中锂回收率 $\geq 80\%$ 、氟锂分离效果稳定，产品纯度与杂质完全控制达标计 20-25 分，基本达标计 10-20 分，不达标计 0 分。

2.工艺路线合理性（10 分）：路线科学、匹配含氟低锂体系特性、无明显技术障碍、可重复稳定验证计 10 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（17 分）：含氟溶液提锂方法为行业首创、改进幅度大、解决核心瓶颈计 13-17 分；有一定改进、解决部分痛点计 7-12 分；常规思路无创新计 1-6 分。

2.工艺与装备创新性（8 分）：工艺流程、反应装置、分离单元等具备明显创新，耦合度高、自动化程度强、适于工业化放大计 6-8 分；有小幅优化但创新一般计 3-5 分；无创新计 1-2 分。

（三）经济性与环保性（20 分）

1.成本可控性（10 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 7-10 分；成本合理但优势一般计 3-6 分；成本过高计 0-2 分。

2.能耗物耗水平（5 分）：显著优于同行计 4-5 分；优于平均计 2-3 分；持平或偏高计 0-1 分。

3.环保与安全（5 分）：三废近零排放、无氟污染隐患、安全风险低、符合绿色制造要求计 4-5 分；达标但无亮点计 2-3 分；存在环保隐患计 0-1 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、第三方检测报告及可选辅助材料（验证演示视频、专利、论文、布局图、效益报告、风险方案等）等齐全计 5 分；缺 1 项扣 1 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提锂产线、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。

邮箱提交：压缩包发送至指定邮箱：1025944779@qq.com。

邮件主题格式：揭榜挂帅-铝电解废渣提锂：含氟溶液中锂的绿色高效回收关键技术-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：福建省龙岩市漳平市芦芝镇华寮村华寮 1-2 号福建省漳平市九鼎氟化工有限公司，林金山（收），联系电话：18959224205。

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：开放企业工业化提锂生产现场、中控系统、含氟废液收集与储存单元等真实应用场景，提供足量、稳定、批次均匀的含氟低锂废液样品；同步开放企业检测中心与专用实验室。

2.专家专班与全程指导保障：组建由冶金化工、锂资源回收、分离纯化、环保工程、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：喻鼎辉老师，联系电话：13860263699

顾问专家：廖志辉老师，联系电话：13332511096

2.赛事服务团队

联络专员：林金山老师，联系电话：18959224205

联络专员：廖敏老师，联系电话：13548605605

3.联系时间

比赛期间工作日（9:00-17:00）

4.申报联系人

姓名：林金山

职务：行政助理

联系电话：18959224205

邮箱：1025944779@qq.com

附：发榜单位简介

福建省漳平市九鼎氟化工有限公司成立于 2005 年，位于漳平市华寮化工集中区，注册资金 3000 万元，现有员工 160 余人，占地 80 亩。是一家长期致力于含氟材料和铝中间合金产品研发与生产的科技型企业，是国家级高新技术企业、福建省知识产权优势企业、福建省科技小巨人领军企业、福建省专精特新企业、福建省单项冠军产品企业、中国氟化工行业专家成员单位、漳平市 2019 年度、2021 年度民营经济贡献“十佳企业”、2020 年度龙岩市高质量发展工作突出贡献企业。公司产品涉及铝加工、磨锯材料、润滑材料、稀土材料、光学材料、新能源材料、陶瓷材料、电子化学品、半导体材料等制备及应用。产品远销美国、英国、欧盟及东南亚国家。

公司拥有行业专家和归国博士后等组成的研发团队，携手厦门大学、中南大学等科研院校合作，依托多年在行业树立的良好信誉，打造好的氟材料产业平台，筑巢引凤。公司以氟聚九鼎、匠铸氟材、科技引领、顾客至上、诚信致远、合作共赢的理念，为实现企业专、精、特、强、持续的发展不懈努力！