



中国有色金属产业技术创新战略联盟

China Industry Technology Innovation Alliance Of Nonferrous Met

中国锂资源状况及产业发展

· 调研报告 ·

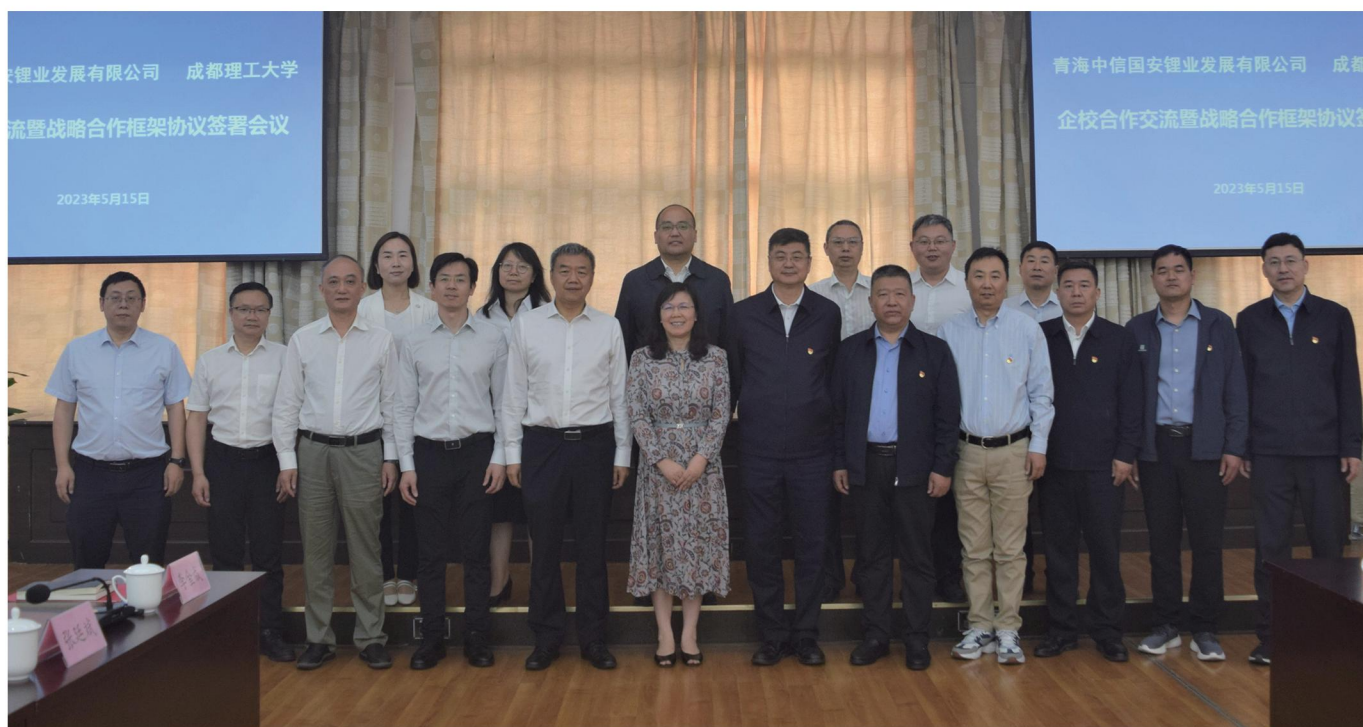
中国有色金属产业技术创新战略联盟

二〇二三年 编撰



成都理工大学
CHENGDU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

成都理工大学是国家首批“双一流”建设高校，现有成都和宜宾两个校区，占地面积 3487 亩。学校共设有 20 个教学学院、1 个沉积地质研究院、1 个地质调查研究院、1 个产业发展研究院。学校学科优势特色鲜明，以理工为主，地质、石油、资源、核技术、环境为优势，土木、化工、材料、电子、机械、信息、管理为特色，经管、文法、外语、艺术、体育等协调发展。现有 7 个一级学科博士学位授权点，1 个博士专业学位授权点，26 个一级学科硕士学位授权点，16 个专业硕士学位授权点，6 个博士后科研流动站，1 个四川省博士后创新实践基地。学校有 1 个一级国家重点学科、3 个二级国家重点学科、1 个国家重点（培育）学科、14 个省级重点学科。地质资源与地质工程进入国家第二轮“双一流”建设学科行列。有 4 个学科（地球科学、工程学、环境科学 / 生态学、化学）进入 ESI 全球排名前 1%。



团队负责人：曾英 教授，zengyster@163.com;

团队秘书：于旭东 副教授，13980499963，xwdlyxd@126.com



江苏苏青水处理工程集团有限公司

Jiangsu Suqing Water Treatment Engineering Group Co., Ltd

苏青集团创建于1970年(原江阴市有机化工厂),1997年成立集团公司,2001年转为民营股份制企业,是一家集研发、生产、销售、服务、EPC为一体的专业化技术型新材料企业。旗下拥有江阴市苏青树脂有限公司、江阴市苏青科技有限公司、江阴苏青新材料有限公司、江苏苏青电子材料股份有限公司、靖江天旺水处理工程有限公司以及蚌埠、十堰二个树脂生产基地。拥有员工520余名和多名博士、20余名高级技术人才的研发团队,占地235000平方米,研发场所3000余平方米,年生产离子交换树脂、吸附树脂60000立方,品种300余种、锂吸附剂9000立方产品性能超国内领先水平,达到国际先进水平,并具备年加工设备能力20000余吨。产品涉及电力、石油、化工、煤化工、环保、医药、生物医药、电子、新能源、钢铁、有色金属、盐湖井矿提锂、资源循环利用、食品发酵、饮用水、国防科技等行业领域。产品远销100多个国家和地区,多项产品填补了国内空白,多项产品获得了省科技成果转化,8项技术获得国家发明专利,32项技术获得国家实用新型专利。

53年风雨兼程,23年砥砺前行。23年连续列为离子交换树脂行业冠军,江阴市百强重点骨干企业、长泾镇第一纳税户。2008年成为离子交换树脂国家标准工作组,先后组织制订和修订了27项国家标准,2项产品成为行业领跑者标准,并参与了2项国际标准制订,离子交换树脂纳入江苏省战略性新兴产业标准试点项目,2012年苏青商标获得中国驰名商标,相继获得了省高新技术企业、省专精特新企业、省企业技术中心、省民营科技企业、省离子交换树脂与吸附树脂工程研究中心、省研究生工作站、省科技副总、省重合同守信用企业、银行AAA级信誉企业等荣誉,并先后通过了质量管理体系认证、环境管理体系认证、职业健康安全管理体系认证、国家知识产权管理体系认证、两化融合管理体系认证,取得了食品卫生许可证和离子交换树脂涉水产品卫生许可批件、美国NSF、FDA等认证,为打造百年苏青奠定了坚实的基础。

苏青人将继续跟上新时代的步伐,风雨同舟,踔厉奋进,始终秉承“人有我优、人无我有”的创新思路;一切从零开始,一切为了明天的企业精神;敬业、爱家、明理的企业文化;小跑步、不停步、年年有进步的发展理念,全面进军大健康、生命科学、未来环保、电子产业、新材料、新能源、碳达峰、碳中和等领域,为用户创造更有价值的产品,为人类和社会创造更多的幸福和财富!



主要用于湿法冶金行业的部分树脂产品

- SQ-06LI 锂离子选择性吸附剂,在含锂卤水中高效吸附锂离子,饱和容量 $5.0 \geq g/l$,具有活性纳米粒不聚团,不失活,机械强度高,交换容量稳定等功能。
- SQD-413 磷选择性树脂,可以吸附活性阴离子磷,饱和容量达 $15g/l$ 。
- SQD-415 氟选择性树脂,在偏酸性条件下吸附氟离子,饱和容量在 $5g/l$ 。
- SQD-402 螯合树脂,主要用于各种体系溶液,废水中吸附镍,钴,铜,锰等二价金属离子。具有超强的耐渗磨强度,抗污染能力强,性能稳定,解析方便,使用寿命长。
- D403 硼选择性螯合树脂。可选择性从淡水,海水或卤水中吸附富集硼以用于环境保护或硼酸盐的生产。
- D405-II 贵金属吸附树脂。其硫脲功能团对金,铂,钯等有很强的吸附能力。
- D406 氟选择性树脂。可以选择性从饮用水卤水中吸附氟离子。
- D407 硝酸根选择性树脂。可以选择性从淡水或废水中吸附硝酸根和亚硝酸根离子。
- D409 镓吸附树脂。主要用于碱性溶液中提取镓。
- SQD-74 浓盐酸除铁树脂。主要用于20%浓度以上的盐酸中吸附3价铁离子。
- D411 铜选择性树脂。主要用于PH在2-7之间吸附铜离子,可实现铜铁分离,铜钴分离等。
- SQD-432 一种高饱和容量螯合树脂。可在PH2-5之间吸附镍,钴,铜离子,不吸附钙镁离子,饱和容量可在 $60g/l$ 。
- D301-G 树脂,主要用于氰化矿浆中提取金,机械强度高,交换容量高,稳定等功能。
- SQD-816, SQD-817 树脂,主要用于低品位钼,钨,酸浸出液中提取钼,钨。具有很高的吸附饱和容量。
- DA201-C 一种非极性吸附树脂。可用于吸附废水中或产品中的有机物,油类,苯酚类物质。

公司地址: 江苏省江阴市长泾镇河塘长青路89号

联系人: 何新

联系电话: 13584145145

中南大学关键金属冶金团队

关键金属冶金团队学科带头人为赵中伟教授，团队主要致力于战略关键金属冶金的新理论与新技术研究，获国家科技进步一等奖1项、国家发明二等奖2项、中国专利金奖1项。

近年来，团队面向国家对能源金属锂的重大需求，聚焦我国盐湖卤水、黏土型锂矿、伟晶岩锂矿、废旧锂电材料等战略性锂资源高效利用的基础科学问题与技术难题，开展了系统研究：（1）发明的电化学脱嵌法盐湖提锂技术（已实现重大科技成果转化）显著提高了高镁锂比盐湖卤水的锂综合回收率，并且成本和淡水用量大幅度降低，技术被列入颠覆性技术目录，也是目前全球唯一从盐湖原卤中直接提锂的产业化技术；（2）发明的电化学插层法黏土锂矿选择性提锂技术，为我国云贵等地新发现的、具有世界级储量的碳酸盐黏土型锂矿的高效提取提供了新的解决方案；（3）发明的锂辉石/锂云母“拟拜耳法”直接浸出技术，革除了高能耗的焙烧工序，实现了锂的高效浸出，为复杂共伴生混合锂矿资源的开发提供了新路径；（4）发明的废旧锂电材料电化学选择性分离提取方法，实现了杂质铜铝和有价金属锂/镍钴锰的高选择分离、提取和富集，采用同一方法、同一装置实现了不同（或混合）废旧锂电原料的高效处理，大幅度减轻了铜箔、铝箔的分选要求和后期净化、分离的负担和成本。



赵中伟 中南大学教授/博导、长江学者、学科带头人

- 国家科技进步一等奖（2011）
- 国家技术发明二等奖（2018）
- 国家技术发明二等奖（2001）
- 中国专利金奖（2016）



陈爱良
副院长、教授/博导



陈星宇
教授/博导



刘旭恒
教授/博导



李江涛
副教授/博导



何利华
青年科学家首席/博导



孙丰龙
副教授/硕导

联系人：何利华 特聘副教授/博导

联系电话：13467718264

通讯地址：湖南省长沙市麓山南路932号中南大学校本部物理楼403

中国地质科学院矿产资源研究所

中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心

中国地质科学院矿产资源研究所1956年始建于北京，为自然资源部中国地质调查局的直属事业单位。矿产资源研究所作为我国唯一专门从事矿产资源研究的社会公益类科研机构，内设机构包括6个职能处室、12个专业研究室、1个成果转化中心，2个国土资源部重点实验室分别为成矿作用与资源评价重点实验室和盐湖资源与环境重点实验室。矿产资源研究所主持或参加完成了千余项国家及部委有关矿产资源的重大科技项目，承担了我国重要成矿区带的成矿条件、成矿预测和远景评价等大量科研任务，取得了一批具有国际先进水平的科研成果，获得了国家科技进步奖、国家自然科学基金和国家科技发明奖等25项，为国家培养了一大批高水平的矿床学家、矿种专家、区带专家和矿物专家，为促进我国经济社会发展和地球科学理论发展做出了重要贡献。

中国地质科学院盐湖与热水资源研究发展中心（以下简称盐湖中心）是由中国地质科学院矿产资源研究所举办的事业性法人单位，成立于1993年。

盐湖中心现有在职人员31人（其中院士1人，研究员10人，副研究员及高级工程师13人，助理研究员及工程师7人；其中博士学位28人）。此外，还有在站博士后9人，外聘科研人员16人，博士及硕士研究生10多人。



目前，盐湖中心在西藏已经建立了三个盐湖野外科学观测站，成为盐湖及相关科学研究的野外平台，分别为当雄错站、扎布耶站和班戈湖站，另外，盐湖中心还建立了国土资源部科普基地一处。



盐湖中心先后承担了近50项国家和省部级项目，获得了国家科技进步一等奖1项、二等奖2项、全国科学大会奖2项、省部级科技进步一等奖3项、二等奖1项等多项奖励，形成专利技术多项，在国内外期刊发表论文200多篇，为我国盐湖资源的调查评价和开发利用做出了重要贡献。目前，盐湖中心正在进行青藏高原盐湖、全国钾盐和青海柴西地下卤水、油田水等资源调查评价及开发利用等研究工作，正在承担科技部深部专项一项，国土资源部公益行业专项1项，中国地质调查局地调二级项目四项，国家自然科学基金7项，社会项目5项。

盐湖中心主要研究方向与内容：以国家紧缺的钾、锂、硼资源为重点，进行盐湖资源及盐类矿产、盐湖生物资源调查评价、成矿模式研究和盐湖资源的高值化、综合开发为目标的工艺技术及产业化配套工程技术研究；进行盐湖全球变化与生态环境保护及其合理利用研究，阐明古气候变化和人与自然的相互作用；开展盐湖生态环境保护措施的工程化研究和盐湖农业研究，及其技术推广。

联系人：卮贞 电 话：13911089196 地 址：北京市西城区百万庄大街26号

中国科学院过程工程研究所 战略金属资源绿色循环利用国家工程研究中心 湿法冶金与先进材料课题组

课题组长：齐涛研究员，
国家杰出青年基金获得者、中国
科学院赣江创新研究院党委书
记、院长。

课题组简介：课题组针对国家
重大战略金属资源高效清洁利
用的迫切需求，在金属资源高效
综合利用、高纯及功能材料制
备，二次资源综合利用等方面，
将应用基础研究和清洁生产实践
相结合，形成基础-应用-工程化
研究的有效衔接，为重大战略金
属资源高效清洁利用提供技术支
撑与模式示范。

课题组研究人员构成：现有在职固定研究人员28人，其中研究员有：齐涛、王毅、朱兆武、王勇、王丽娜。返聘和项目聘任人员15人，博士后5人，博士生和硕士生约50人。

课题组的研究目标与方向：

关键能源金属高效提取技术与装备：钒钛磁铁矿资源综合利用、镍/钴资源清洁提取、盐湖卤水萃取提锂、锆资源综合利用技术及新型反应器与萃取设备的设计与开发；

二次资源无害化与高值利用：铝灰/钢铁烟尘/不锈钢酸洗渣、酸洗废水/高盐废水/含油铁泥、钙基固废等无害化及资源化综合利用；

新型功能材料制备：钒电解液、钛酸锂、三元前驱体、高纯金属及盐类、高纯磷铁合金、智能自修复材料、水性防火涂料、石墨烯、亚氧化钛及铅基新材料制备与应用。



烯草酮精制
内蒙古兰格



特戊酸废水
大庆兰泽



噻唑废水
河北佳诚



镍钴萃取
中冶瑞木



癸二酸生产含酚废水
法国Arkema



锆铪萃取
江西晶环



铀萃取
必和必拓



稀土萃取
南方稀土(友力)



预处理工序



萃取-洗涤工序



碳化反萃工序



热解工序



干燥包装工序

联系人：张健

电 话：13051862577

地 址：北京市海淀区中关村北二街1号



中国科学院青海盐湖研究所

Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences

膜分离与熔盐储能课题组；青海省盐湖资源化学重点实验室

团队简介

基本概况

课题组现有研究人员27人，其中研究员1人，副研究员9人，博士12人，硕士6人，组长王敏为中国科学院青海盐湖研究所学术委员会主任、盐湖资源化学实验室主任、博导、国务院特殊津贴专家、青海省自然科学技术学术带头人、中国专利审查技术专家、中国有色金属工业协会锂业分会专家、中国无机盐工业协会熔盐储能专业委员会副主任、中国无机盐工业协会功能材料专业委员会副主任、《化工矿物与加工》编委、《盐湖研究》副主编。课题组与多所大学、研究机构及大中型企业建立了合作与交流关系。

团队成员

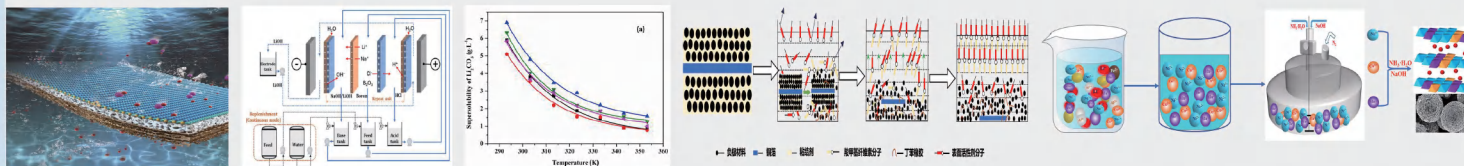


合作大学与企业



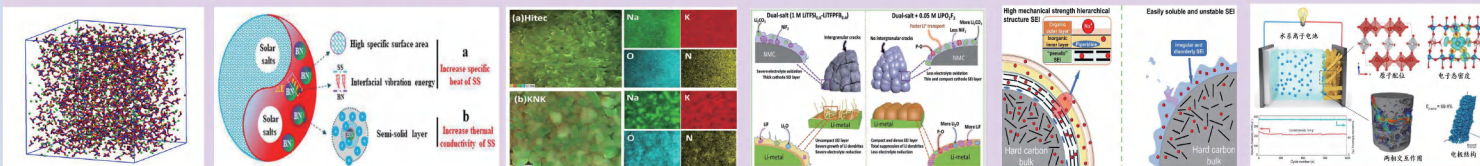
研究方向

◆锂资源膜分离、富集过程强化及机理



- ✓抗污染膜材料设计与合成
- ✓膜组件梯级设计及装置开发
- ✓废旧锂电自动拆解及剥离技术和系统
- ✓废旧锂电有益元素短流程再生及高值化
- ✓膜过程传质规律及理论模型
- ✓锂盐结晶过程控制及热/动力学
- ✓废旧锂电浸取-膜分离耦合工艺开发

▶基于盐湖资源储能材料开发及应用



- ✓宽温域多元熔盐逆向设计
- ✓熔盐高温服役性能强化
- ✓电解液功能材料设计开发及作用机理
- ✓水系电池电极材料配位改性及电子结构调控
- ✓结构-组成-热物性关联机制
- ✓熔盐腐蚀机理及界面作用
- ✓电极/电解液界面稳定机制及分析方法
- ✓水系电解液与正极材料界面电化学反应

研究平台

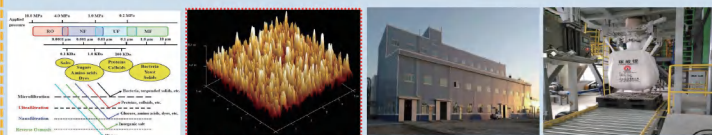




膜分离与熔盐储能课题组；青海省盐湖资源化学重点实验室

代表性研究成果一：高镁锂比盐湖锂资源的开发利用

成果1：梯度耦合膜分离提锂技术工程化与示范



膜分离原理

膜形貌表征

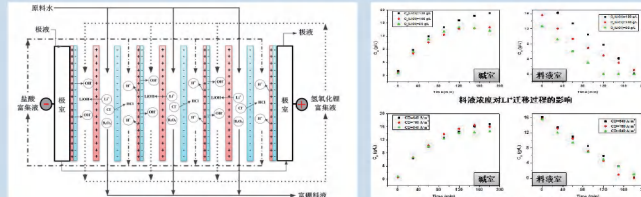
万吨碳酸锂厂房

产品下线

- 基于膜分离过程中膜对不同离子的截留效果特点，创新性提出“梯度耦合膜分离技术”，以盐田除钾后低锂浓度老卤为原料直接进行锂盐的开发；
- 梯度膜高效有机耦合实现卤水与淡水资源循环利用纯物理新工艺，大幅提高锂资源综合回收率；
- 在一里坪盐湖成功建成了万吨级碳酸锂生产线，目前已稳定运行。

发表文章: *Journal of Membrane Science*, 2022, 643:120012; *New Journal of Chemistry*, 2021, 45 (32):14381; *Desalination*, 2019, 468:114081; *Hydrometallurgy*, 2018, 175,:102; *Desalination and Water Treatment*, 2017, 97: 141-150; *J. Chem. Eng. Data*, 2018, 63 (5): 1429-14; *J. Chem. Eng. Data*, 2018, 63, 1300-1303;
授权专利: ZL201811180004.7; ZL201811179963.7; ZL201811178789.4; ZL201811178725.4; ZL201910167480.3; ZL20181117872.5; US11219862B2; US11219863B2; US11219864B2

成果2：双极膜电渗析制备氢氧化锂过程强化



双极膜电渗析原理

电流密度对迁移过程的影响

- 采用双极膜电渗析工艺可与多种膜分离方法-纳滤、反渗透/普通电渗析等工艺进行耦合，实现盐湖锂资源、淡水资源的高效利用
- 双极膜电渗析适用于从不同类型及不同锂离子浓度的盐湖卤水生产氢氧化锂产品，在盐湖提锂领域具有较强的技术优势和推广前景；
- 可获得更高浓度的氢氧化锂母液，显著降低氢氧化锂产品后续生产过程的能耗，产品具有非常突出的成本优势。

发表文章: *Desalination*, 2020, 493 :114620; *Desalination*, 2021, 512 :115126
申请专利: 201710972230.8; 201710972445.x

成果3：废旧锂电池回收技术研究



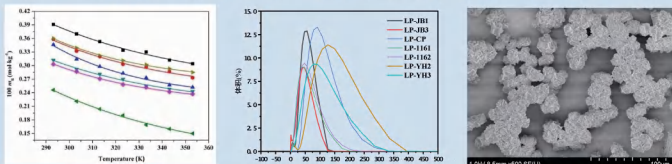
前处理产品

浸出液

沉锂转化

- 以湿法冶金+膜分离技术应用于废旧锂电池的回收；
 - 优先分离锂与高价金属元素，实现了锂、钴、镍、锰等元素的高效、绿色回收；
 - 其中锂转化、精制后得到电池级碳酸锂；镍钴锰金属离子采用共沉淀法制备三元前驱体。
- 授权专利: ZL201811093703.8; ZL201811093635.5; ZL201811093693.8; ZL201811093717.X; ZL201811093719.9; ZL201910547932.0; ZL201910547915.7;
标准: GB-T 41963-2022; GB-T 41963-2022; HG/T 6124-2022; T/DZJN 115-2022; T/DZJN 116-2022; T/DZJN 114-2022; T/CPCIF 0170-2021; T/CPCIF 0169-2021

成果4：碳酸锂/磷酸锂结晶过程控制及其热/动力学



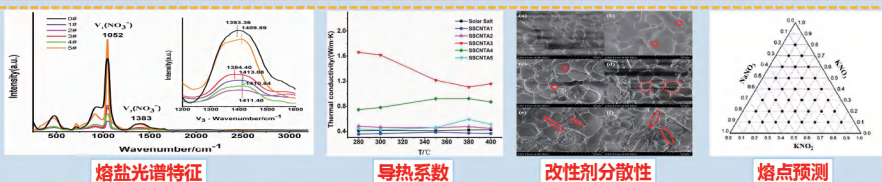
热力学性质

粒度分布

形貌控制

- 针对盐湖特有杂质，开展复杂卤水体系碳酸锂和磷酸锂结晶热力学和动力学研究；
 - 开发了碳酸锂/磷酸锂反应-结晶过程控制技术，可一步法制备电池级碳酸锂/磷酸锂；
 - 有效控制了产品中杂质离子含量，提高了产品品质及收率。
- 发表文章: *J. Chem. Eng. Data*, 2020,65 (11):5553-5558; *高效化学工程学报*, 2020, 4(34): 855-862; *Hydrometallurgy*, 2018, 175, 102; *J. Chem. Eng. Data*, 2018, 63 (5): 1429-14;
授权专利: ZL201910296092.5; ZL2019102965623.9; 申请专利: 201910292796.5; 201910292937.3; 201910292902.X; 201910292904.9; 201910293106.8;

代表性研究成果二：基于盐湖钾钠镁资源的储能材料热物性及传热机理研究

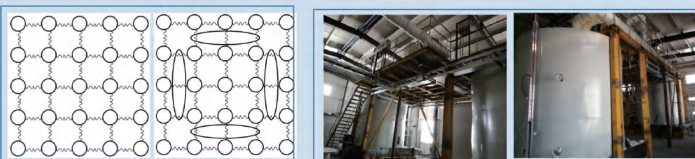


熔盐光谱特征

导热系数

改性剂分散性

熔点预测



熔盐热量传递机理

1MW光热储能系统工程示范—德令哈中控基地

- 开发了新型三元硝酸盐体系(NKM)储能材料；
 - 发展了二氧化硅、碳纳米管掺杂Solar Salt的复合材料；
 - 建立了储能材料制备、纯化、分析检测、物性测试平台。
- 发表文章: *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 2021, 232 :111378; *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 2020, 216 :110727; *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 2021, 227 :111075; *J. Chem. Eng. Data*, 2020, 65, 3420-3427; *Calphad*, 2020, 71 :102202; *RSC Advances*, 2018, 8, 19251; *High Temperature Materials and Processes*, 2015,34(8):839; *Materials Science Forum*, 2015,814:60; *太阳能学报*, 2018, 39(10), 2767; *材料导报*, 2017, 31(9), 1; *盐湖研究*, 2018, 26(2), 1; *应用化工*, 2017, 46(2): 213-21; *无机盐工业*, 2017, (5): 42; *材料导报 A*, 2015,29(01):54; *材料科学与工程学报*, 2014,32(1): 79;
授权专利: ZL201711298463.0; ZL201410306984.6; CH715755B1; CH715547B1;
标准: GB/T 36376-2018; T/CPCIF0005-2017

代表性研究成果三：低品位固体钾矿开发利用关键技术研究及示范



离子含量变化

相图计算

旋流-分解实验平台

- 开发了低品位固体钾矿经济开发的新工艺；
- 发展了尾矿尾液中钾的综合利用新方法；
- 建立了旋流-分解-浮选耦合新流程。

发表文章: *应用化工*, 2016,45 (2):260; *化工矿物与加工*, 2014,(7),43; *磷复肥与新型肥料*, 2014,29(5),19;
授权专利: ZL 201610996729.8; ZL 201610996761.6; ZL 201610996730.0; ZL 201410493375.6; ZL 201410493486.7;
申请专利: 201711296403.5; 201711295098.0; 201611022444.0; 201611005033.0; 2016110048963.6; 201611004778.5;



中国有色金属产业技术创新平台

(中国有色金属产业技术创新战略联盟)

■ 简介

中国有色金属产业技术创新平台(原:中国有色金属产业技术创新战略平台,以下简称:平台)是根据科学技术部等六部门联合发布的《关于推动产业技术创新战略平台构建的指导意见》(国科发政[2008]770号)文件精神。经中国产学研合作促进会批复,在有色金属行业相关社会组织支持下,由中南大学、中南京华(北京)冶金技术研究院等70多家在行业有代表性地位的高等院校、科研院所、企事业单位等按照自愿、平等、合作、发展原则,共同发起成立的技术创新合作组织。

平台以有色金属产业技术创新需求为纽带,有效整合“产、学、研、用”各方资源,充分发挥自身优势,形成产业技术创新链,共同致力于解决有色金属产业发展的关键和共性技术问题,提升产业核心竞争力,促进产业结构优化升级。同时,通过构建有效的合作方式,加速科技创新及成果应用,促进平台成员的共同进步,实现有色金属产业可持续发展。

平台以推进我国有色金属产业的技术创新和科研成果产业化为目标,形成有色金属产业信息、技术、成果等资源共享机制,建立与政府及行业主管部门有效沟通的渠道,构建人才培养、技术交流、成果转化、产业发展、国际合作的平台,促进平台成员单位的发展,提高技术进步在产业升级发展中的显示度,提升我国有色金属产业整体竞争力。

平台成立秘书处地址设在北京,中南京华(北京)冶金技术研究院作为秘书处单位负责平台发起和会员单位之间日常事务及成员单位之间联络、协调、管理等工作。



■ 主要服务项目

分支机构

分支机构是重要组成部分,为了整合政府、产业园区、企业的资源和科技优势,实现地方可持续发展需求,加快建设区域及地方创新新体系,积极探索科技服务新模式,将联合地方政府、园区(高新区、开发区、大学科技园、特色产业基地等)和相关企业单位,成立区域分支机构或合作分盟及研究院。

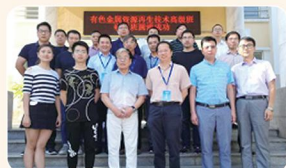
工作站建设

院校工作站
专家工作站
服务工作站



活动组织

学术会议
技术培训
专题报告会



技术需求对接

专家走访调研
专家行
院校行
企业行



基地建设

培训基地
中试基地
工程示范基地
产业技术经济研究院



协同创新平台

产学研合作平台
绿色工厂
环保管家



整合有色创新资源
推动产业协同发展

中南京华(北京)冶金技术研究院

地址:北京市石景山区西井路19号
邮编:100041
电话:010-68807352
手机:13901069431
传真:010-88796961
网址:www.chinanfmi.com
邮箱:bfzy@china-mcc.com



《中国锂资源状况及产业发展调研报告》

编撰单位

主编单位

中国有色金属产业技术创新战略联盟

联合主编单位

中南大学

成都理工大学

中国地质科学院矿产资源研究所

中国科学院过程工程研究所

中国科学院青海盐湖研究所

新疆维吾尔自治区有色金属学会

参编单位

核工业北京化工冶金研究院

江西赣锋锂业集团股份有限公司

青海盐湖工业股份有限公司

江苏容汇通用锂业股份有限公司

国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司

新疆有色金属工业集团稀有金属有限责任公司

新疆昆仑蓝钻矿业开发有限责任公司

叶城县临钢矿业开发有限公司

新疆护翼新材料科技有限公司

新疆志存新能源材料有限公司

新疆亚欧稀有金属股份有限公司

《中国锂资源状况及产业发展调研报告》

编委会

指导委员会

主 任：郭学益
副主任：马世光 田庆华

编撰委员会：

编 委（按姓氏笔画排列）

卜令忠	乜 贞	于旭东	马世光	王 勇	王 敏
王本力	王丽娜	朱兆武	伍 倩	向 伟	苏 慧
何利华	张 健	周 堃	赵有璟	侯献华	黄旭苗
彭正军	程 波	舒朝著	曾 英	潘存翔	魏国生

责 编：程 波

前言

锂，是人类实现低碳绿色发展的重要战略、能源金属；在全球双碳目标达成方面正发挥积极作用。当今全球锂电产业链也处在超常规发展阶段，在产业宽度与技术深度方面都取得了长足进步。即便如此，锂电产业链仍处于大发展的初期，未来还有更长的路要走，需要更前沿的提取与制备技术等待实现产业化。

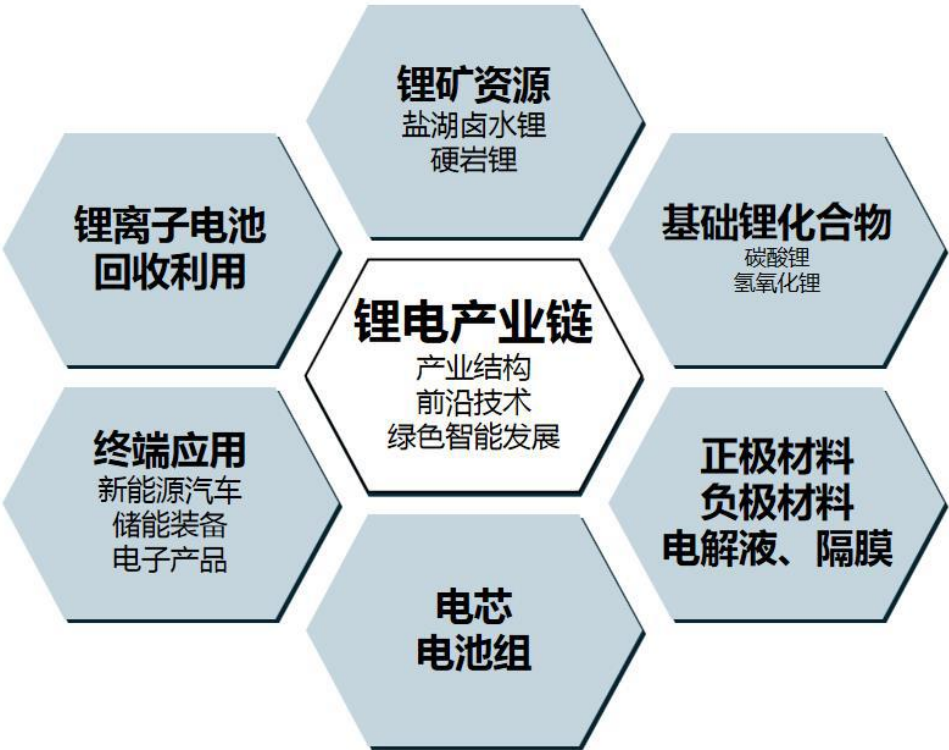
为揭示产业发展趋势，助力锂电产业链绿色智能发展，中国有色金属产业技术创新战略联盟联合中南大学、成都理工大学、中国地质科学院矿产资源研究所、中国科学院过程工程研究所、中国科学院青海盐湖研究所、新疆维吾尔自治区有色金属学会等多家单位，共同编撰完成了《中国锂资源状况及产业发展调研报告》。报告汇聚众多专家智慧，也得到了江西赣锋锂业集团股份有限公司、青海盐湖工业股份有限公司等诸多锂盐生产企业的大力支持。

本报告共 4 章 17 节，从全球锂资源分布到产业链企业的资源布局；从锂资源提取工艺到基础锂化合物的生产技术、标准及专利；从锂电产业链的基本供需关系到相关产业政策；都进行了梳理与分析。本报告还特别对锂资源的绿色、智能、可持续开发进行了系统性论述，并提出一些前瞻性的参考意见。

本报告更认为：锂是全人类的宝贵资源，需在可持续及合作共赢基础上，摒弃各种非产业性干扰因素，大力合作开发锂资源。特别是要同锂资源储量占比超 50% 的南美国家一道，在保证合理的“资源溢价”基础上，大规模建设南美“锂三角”地区锂电产业链。在锂资源提取及锂化合物制备方面，需要持续不断地探索更绿色、更智能、更集约化的高技术与新技术。

不过由于编撰时间较为紧张，本报告所述内容难免挂一漏万；若有不当或谬误之处，还请业内读者批评指正！

锂电产业链研究架构



目 录

第一章 锂资源及锂化合物供给.....1	源对比.....10
第一节 全球及中国锂资源分布概况及特点.....2	（一）南美“锂三角”锂资源特点.....10
一、全球锂资源分布概况.....2	1. 已发现的锂资源“量大质优”.....10
（一）世界锂资源现状.....2	2. 未发现的锂资源找矿潜力巨大.....10
（二）锂资源潜力.....3	3. 伴生的钾硼铷铯等关键矿产资源丰富 综合利用价值高.....10
（三）中国锂资源概况.....3	4. 生产工艺较为成熟 价格优势明显 开发程度低10
二、南美“锂三角”锂资源分布概况及特点.....3	（二）南美“锂三角”锂资源与西藏盐湖锂矿对比10
（一）南美“锂三角”锂资源分布概况.....3	1. 成矿地质背景.....10
（二）锂矿分布.....4	2. 盐湖规模.....11
（三）典型锂矿.....5	3. 卤水类型.....11
1. 阿根廷霍姆布雷托（Hombre Muerto）盐湖锂矿.....5	4. 资源特征.....11
2. 高查理－奥拉鲁兹（Cauchari-Olaroz）盐湖锂矿.....5	5. 开发现状.....11
3. 玻利维亚乌尤尼（Uyuni）盐湖锂矿.....6	6. 环境影响.....11
4. 智利阿塔卡玛盐湖锂矿床.....6	第二节 中国企业锂资源开发概况.....12
5. 智利马里贡加盐湖型锂矿床.....7	一、锂资源开发企业类型.....12
三、澳大利亚锂资源概况及特点.....7	二、A类大型锂盐生产企业.....12
四、中国锂资源概况及特点.....7	（一）江西赣锋锂业集团股份有限公司.....12
（一）卤水型锂资源.....8	（二）志存锂业集团有限公司.....13
1. 盐湖卤水型锂资源.....8	（三）天齐锂业股份有限公司.....14
2. 地下卤水型锂矿.....9	三、B类大型锂盐生产企业锂资源开发概况.....15
3. 地热型锂资源.....9	（一）雅化集团.....15
（二）硬岩型锂资源.....9	（二）盛新锂能集团股份有限公司.....15
（三）中国锂资源特点.....9	（三）美国雅宝（ALB）中国生产基地.....16
1. 资源分布较集中.....9	（四）苏州天华超净科技股份有限公司.....16
2. 卤水锂资源占绝对优势.....9	四、C类大型锂盐生产企业锂资源开发概况.....16
3. 锂资源禀赋不佳，开发 成本高.....9	
五、专题：中国青藏地区与南美“锂三角”地区锂资	

（一）青海盐湖工业股份有限公司.....	16
（二）江苏容汇通用锂业股份有限公司.....	16
（三）江西特种电机股份有限公司.....	17
（四）山东瑞福锂业有限公司.....	17
（五）中矿资源集团股份有限公司.....	17
（六）江西永兴特钢新能源科技有限公司.....	18
（七）江西九岭锂业股份有限公司.....	18
（八）融捷投资控股集团有限公司.....	18
五、其他新进入大型锂盐生产企业锂资源开发概况.....	19
（一）紫金矿业集团股份有限公司.....	19
（二）新疆有色金属工业（集团）有限责任公司.....	19
（三）金圆控股集团.....	20
（四）国城控股集团有限公司.....	20
（六）内蒙古大中矿业股份有限公司.....	21
（七）海南矿业股份有限公司.....	21
六、大型锂电池生产企业锂资源开发概况.....	22
（一）宁德时代新能源科技股份有限公司.....	22
（二）比亚迪股份有限公司.....	23
（三）中创新航科技集团股份有限公司.....	23
（四）国轩高科股份有限公司.....	23
（五）欣旺达电子股份有限公司.....	24
（六）惠州亿纬锂能股份有限公司.....	24
（七）瑞浦兰钧能源股份有限公司.....	24
第三节 中国部分锂产品进出口概况.....	25
一、锂矿石进口概况.....	25
二、主要锂化合物进出口概况.....	25
（一）碳酸锂的进出口概况.....	25
（二）氢氧化锂的进出口概况.....	27
第四节 中国锂盐生产企业产能现状及扩展计划.....	28
一、中国锂盐生产企业产能概况及扩产计划.....	28

（一）中国锂盐生产企业产能概况.....	28
（二）未来 3-5 年中国锂盐企业产能扩张展望概况.....	29
二、中国锂盐生产企业加速开发锂资源.....	30
第五节 中国锂盐生产企业主要工艺路线概览.....	30
一、江西、四川锂盐生产企业工艺路线概览.....	30
（一）矿石提锂技术.....	30
1. 硫酸焙烧法.....	30
2. 硫酸盐焙烧法.....	31
3. 石灰烧结法.....	31
（二）电池级碳酸锂和氢氧化锂的制备.....	31
二、青藏锂业生产企业工艺路线概览.....	32
（一）青海盐湖锂盐生产企业工艺路线.....	32
1. 察尔汗盐湖.....	32
2. 一里坪盐湖.....	32
3. 东台吉乃尔盐湖.....	32
4. 西台吉乃尔盐湖.....	32
5. 巴伦马海盐湖.....	32
6. 大柴旦盐湖.....	32
（二）西藏盐湖锂盐生产企业工艺路线.....	33
三、新疆锂盐生产企业工艺路线概览.....	33
（一）新疆锂矿石资源发展状况.....	33
（二）锂盐生产企业工艺路线概览.....	34
第二章 锂化合物需求.....	37
第一节 锂需求现状.....	38
一、主要锂化合物的基本特性及用途.....	38
（一）基本特性.....	38
（二）主要用途.....	38
1. 碳酸锂.....	38
2. 氢氧化锂和氯化锂.....	38
二、锂供需概况.....	38

（一）锂供给概况	38	二、吸附法	49
1. 锂供给	38	（一）铝基吸附剂	49
2. 锂需求	38	（二）锂离子筛型氧化物吸附剂	49
（二）锂下游产业概况	39	（三）层状吸附剂	50
1. 锂离子电池产业	39	三、萃取法	50
2. 锂在其他新兴产业领域的应用	40	四、膜分离方法	51
3. 锂在传统工业领域的应用	40	（一）用于镁锂分离的膜分离方法	51
第二节 下游需求行业展望	41	1. 纳滤	51
第三章 提锂技术	42	2. 离子选择性电渗析	51
第一节 矿石提锂重大科研成果与实用技术	43	3. 支撑液膜萃取法	52
一、江西锂矿石提取科研成果与实用技术	43	4. 电纳滤	52
（一）硫酸法	43	（二）用于富锂溶液浓缩的膜分离方法	52
（二）氢氟酸法	43	1. 反渗透	52
二、四川锂矿石提取科研成果与实用技术	43	2. 普通电渗析	52
（一）锂辉石制备碳酸锂研究内容及方法	43	（三）用于锂盐产品制备的膜分离方法	53
（二）研究结果	44	1. 离子膜电解	53
（三）总结及研究展望	44	2. 双极膜电渗析	53
三、新疆锂矿石提取科研成果与实用技术	44	（四）膜分离技术集成	53
（一）新疆锂矿石选矿科研成果与实用技术	44	1. 吸附-膜耦合	53
（二）新疆锂矿石冶炼科研成果与实用技术	45	2. 全膜法耦合	53
1. 石灰石焙烧法提锂	45	五、其他方法	53
2. 硫酸法提锂	45	（一）煅烧法	53
3. 硫酸盐助剂焙烧法提锂	46	（二）反应-分离耦合法	54
4. 碳酸钠加压浸出法提锂	46	（三）电化学法	54
5. “拟拜耳法”加压浸出法提锂	47	（四）离子筛膜法	54
6. 锂辉石流态化焙烧转型	47	第三节 锂盐提取相关技术标准	55
第二节 盐湖卤水提锂重大科研成果与实用技术	48	一、《碳酸锂》（GB/T11075-2013）	55
一、沉淀法和太阳池法	48	（一）产品分类	55
（一）沉淀法	48	（二）质量要求	55
（二）太阳池法	48	（三）试验方法	55

二. 《卤水碳酸锂》(GB/T 23853-2022)	55	一. 《一种熔盐电解制备金属锂的方法》	60
(一) 产品分类	55	(一) 申请人与发明人	60
(二) 质量要求	56	(二) 法律状态	60
(三) 试验方法	56	(三) 图示	60
(四) 包装、运输与贮存要求	56	(四) 权利要求	60
三. 《电池级碳酸锂》(YS/T 582-2013)	56	二. 《一种以锂辉石为原料硫酸—气氨联合制备碳酸锂的方法》	61
(一) 质量要求	56	(一) 申请人与发明人	61
(二) 其他要求	56	(二) 法律状态	61
(三) 试验方法	57	(三) 权利要求	61
四. 《高纯碳酸锂》(YS/T 546-2021)	57	三. 《一种提锂太阳池及提锂方法》	62
(一) 产品分类	57	(一) 申请人与发明人	62
(二) 质量要求	57	(二) 法律状态	62
(三) 试验方法	57	(三) 图示	62
五. 《单水氢氧化锂》(GB/T 8766-2013)	58	(四) 权利要求	62
(一) 产品分类	58	四. 《一种从含锂卤水中提取锂的复合萃取体系及其萃取方法》	63
(二) 质量要求	58	(一) 申请人与发明人	63
(三) 试验方法	58	(二) 法律状态	63
(四) 包装、运输与贮存要求	58	(三) 权利要求	63
六. 《电池级单水氢氧化锂》(GB/T 26008-2020)	58	五. 《从含锂卤水萃取后的负载有机相中反萃锂的方法》	63
(一) 产品分类	59	(一) 申请人与发明人	63
(二) 质量要求	59	(二) 法律状态	63
(三) 其他要求	59	(三) 附图	63
(四) 试验方法	59	(四) 权利要求	64
(五) 包装、运输与贮存要求	59	六. 《一种萃取—反萃分离纯化提取锂的方法》	64
七. 《无水氯化锂》(GB/T 10575-2007)	59	(一) 申请人与发明人	64
(一) 产品分类	60	(二) 法律状态	64
(二) 质量要求	60	(四) 权利要求	64
(三) 试验方法	60	七. 《一种镁锂分离并富集锂的方法》	65
(四) 包装、运输与贮存要求	60		
第四节 锂盐提取相关技术专利概览	60		

(一) 申请人与发明人.....	65	一. 郑州天一萃取科技有限公司.....	72
(二) 图示.....	65	二. 新疆有色金属研究所.....	73
(三) 法律状态.....	66	(一) 单位介绍.....	73
(四) 权利要求.....	66	(二) 创新性需求.....	74
八. 《一种利用锂云母制备电池级碳酸锂的方法》.....	67	(三) 联系方式.....	74
(一) 申请人与发明人.....	67	第六节 锂资源提取企业绿色智能生产案例.....	74
(二) 法律状态.....	67	一. 江西赣锋锂业集团股份有限公司.....	74
(三) 权利要求.....	67	(一) 公司基本简介.....	74
九. 《通过强化洗涤从锂云母浸出液制备电池级碳酸锂的方法》.....	68	(二) 基础锂化合物生产技术.....	74
(一) 申请人与发明人.....	68	(三) 最大限度利用有限资源.....	74
(二) 法律状态.....	68	二. 青海盐湖工业股份有限公司.....	76
(三) 图示.....	68	(一) 企业产能现状及扩展计划.....	76
(四) 权利要求.....	68	(二) 企业主要工艺路线.....	76
十. 《一种工业生产无水氢氧化锂球的方法》.....	69	(三) 重大科研成果与实用技术.....	77
(一) 申请人与发明人.....	69	(四) 相关技术标准与专利概览.....	77
(二) 法律状态.....	69	第四章 中国锂电产业链政策.....	79
(三) 图示.....	69	第一节 新能源汽车科技创新政策.....	80
(四) 权利要求.....	69	一. 新能源汽车科技创新政策(2001-2015年).....	80
十一. 《一种机械活化锂云母提锂制备碳酸锂的方法》.....	70	(一) 863 计划专项强力推动新能源汽车技术发展.....	80
(一) 申请人与发明人.....	70	(二) 电动汽车科技发展“十二五”专项规划.....	80
(二) 法律状态.....	70	二. 政策重点由技术研发向示范推广、大规模消费阶段过渡.....	80
(三) 权利要求.....	70	第二节 碳达峰碳中和政策.....	81
十二. 《吸附法利用老卤制备高锂母液的方法和装置》.....	70	一. 新能源产业.....	81
(一) 申请人与发明人.....	70	二. 新能源汽车产业.....	81
(二) 图示.....	70	三. 其他政策要求.....	81
(三) 法律状态.....	70	(一) 完善投资政策.....	81
(四) 权利要求.....	70	(二) 推进绿色“一带一路”建设.....	81
第五节 绿色智能提锂技术创新性需求.....	72	第三节 与锂电相关的产业政策.....	82
		一. 《新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)》.....	

.....	82	(二) 政策要点	85
(一) 出台背景	82	(三) 发展前景	86
(二) 政策要点	83	第四节 产业调控政策	87
(三) 锂资源需求成为刚需	83	一、《两部门关于做好锂离子电池产业链供应链协同	
二、《“十四五”原材料工业发展规划》	83	稳定发展工作的通知》	87
(一) 出台背景	83	(一) 出台背景	87
(二) 政策要点	83	(二) 政策要点	87
(三) 警惕锂资源无序开发	85	(三) 政策效果	87
三、《“十四五”新型储能发展实施方案》	85	后记	88
(一) 出台背景	85		