

柴达木盐湖化工科学研究联合基金实施概况

李积升^{1,2}, 年洪恩¹

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 中国科学院盐湖资源综合高效利用重点实验室, 青海 西宁 810008;
2. 青海省盐湖资源化学重点实验室, 青海 西宁 810008)

摘 要:对 2014~2017 年国家自然科学基金委员会—青海省人民政府柴达木盐湖化工科学研究联合基金申报与资助项目进行分析, 重点研究联合基金实施概况, 指出实施成效及存在的问题, 并提出解决相关问题的发展建议, 通过对联合基金资助和实施结果进行探讨, 不断总结经验, 优化模式, 更好地为柴达木盐湖化工科学研究联合基金创新发展提供制度保障和参考依据。

关键词:盐湖化工; 联合基金; 成效; 建议

中图分类号: F426.7

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2018)02-0081-05

国家自然科学基金委员会通过柴达木盐湖化工科学研究联合基金(简称“NSFC—柴达木盐湖化工科学研究联合基金”)实施, 加快推进盐湖化工基础研究进程及关键技术突破, 实现盐湖化工产业集群建设, 打造中国盐湖航母巨无霸, 开启青海盐湖工业新篇章。柴达木盐湖化工科学研究联合基金的实施, 攻关了一系列盐湖科技领域关键科学问题, 培养了一批优秀人才。获得联合基金资助的单位和研究团队优势明显, 面向盐湖资源利用开展研究工作, 为生产企业提供了技术支撑, 有效解决了目前盐湖研究中存在的问题。

1 联合基金资助类型和数量

NSFC—柴达木盐湖化工科学研究联合基金经国家自然科学基金委员会学部初审、同行专家函评、专家组会议评审等环节后, 2014~2017 年联合基金共资助项目 102 项, 包括集成项目 3 项, 重点项目 10 项, 培育项目 89 项。2014 年资助 44 项, 其中重点 7 项, 培育 37 项; 2015 年资助 26 项,

其中重点 3 项, 培育 23 项; 2016 年资助 29 项培育项目; 2017 年资助 3 项集成项目。

2 联合基金资助情况

2.1 资助项目经费

直接经费共计 9 040.00 万元。2014 年总资助经费 4 000.00 万元, 平均资助额度为 90.91 万元; 其中, 重点项目经费共 1 800.00 万元, 平均资助额度为 257.14 万元; 培育项目总经费共 2 200.00 万元, 平均资助额度为 59.46 万元。2015 年总资助经费 1 680.00 万元, 平均资助额度为 64.62 万元; 其中, 重点项目经费共 600.00 万元, 平均资助额度为 200.00 万元; 培育项目经费共 1 080.00 万元, 平均资助额度为 46.96 万元。2016 年总资助经费 1 680.00 万元, 平均资助额度为 57.93 万元。2017 年总资助经费 1 680.00 万元, 平均资助额度为 560.00 万元。

收稿日期: 2018-04-23; 修回日期: 2018-05-14

基金项目: 青海省科学计划项目软课题项目(2017-ZJ-602)

作者简介: 李积升(1984-), 男, 工程师, 主要研究方向为盐湖资源综合利用。Email: lijisheng2000@126.com。

通信作者: 年洪恩(1984-), 男, 副研究员, 主要研究方向为盐湖化学。Email: nhe@isl.ac.cn。

2.2 资助单位和地区

联合基金资助涉及 18 个省/直辖市,共 43 家科研单位和高校。其中,科研单位 10 家,占 23%,获得资助经费 3 341.00 万元,占总经费 37%;高校

33 家,占 77%,获得资助经费 5 699.00 万元,占总经费的 63%。青海地区共资助项目 21 项,占 21%,获得资助经费 2 437.00 万元,占总经费的 27%;其他地区共资助项目 81 项,占 79%,获得资助经费 6 603.00 万元,占总经费的 73% (图 1)。

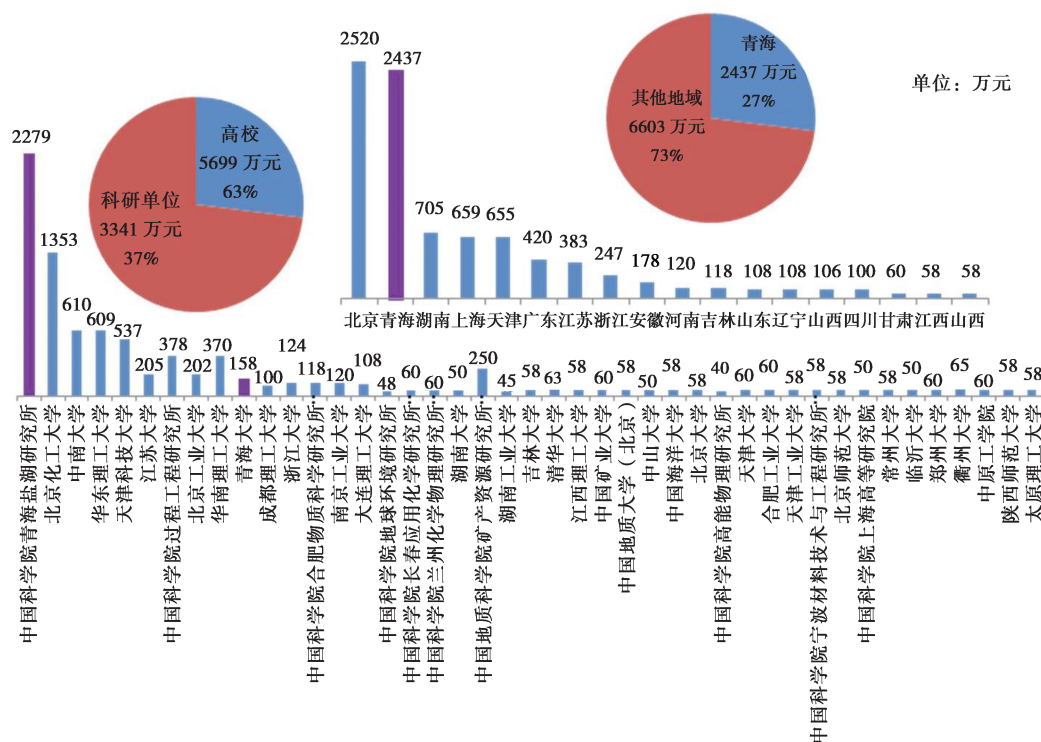


图 1 2014~2017 年联合基金资助项目地区与单位情况

Fig. 1 Areas and units of yearly united fund funded projects from 2014 to 2017

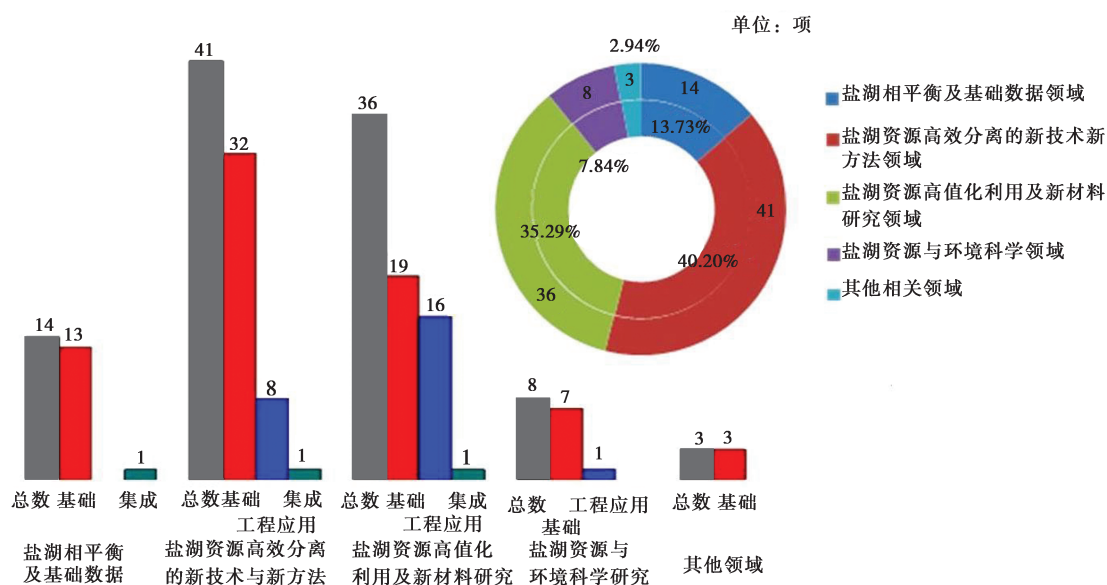


图 2 2014~2017 年联合基金资助研究领域情况

Fig. 2 The field of investigation of yearly united fund funded projects from 2014 to 2017

2.3 资助项目所涉及的研究领域情况

盐湖相平衡及基础数据领域共资助项目14项(基础研究项目13项,集成项目1项),占总项目数的13.73%;盐湖资源高效分离新技术新方法领域共资助项目41项(基础研究项目32项,具有工程应用前景项目8项,集成项目1项),占总项目数的40.20%;盐湖资源高值化利用及新材料研究领域共资助项目36项(基础研究项目19项,具有工程应用前景项目16项,集成项目1项),占总项目数的35.29%;盐湖资源与环境科学领域共资助项目8项(基础研究项目7项,具有工程应用前景项目1项),占总项目数的7.84%;其他相关领域共资助3项(均为基础研究项目),占总项目数的2.94%(图2)。

3 联合基金实施成效

NSFC—柴达木盐湖化工科学研究联合基金立足青海省经济社会发展重大需求,围绕自主创新发展中的重大科技问题和战略性新兴产业发展的关键核心问题,整合全国优秀科技资源,在柴达木盆地盐湖相平衡及基础数据领域、盐湖资源高效分离的新技术新方法、盐湖资源高值化利用及新材料、盐湖资源与环境科学等方面取得了显著成效。

3.1 立足盐湖科技前沿,发现和解决诸多科学问题

根据柴达木盆地盐湖资源禀赋状态、开发条件,结合其典型的盐湖水盐体系化学特征,开展相平衡热力学、溶液结构等关键科学问题研究,发现和解决了溶液结构和热力学、电化学领域的多个科学问题;瞄准盐湖资源化学工程前沿,基于重大技术开发需求,在盐湖资源高效分离的新技术新方法方面,解决了单盐分离提取、新型萃取体系萃取锂的构效关系、锂同位素分离提取、稀散元素分离提取等涉及的科学问题。在盐湖高值化及新材料开发领域解决了盐湖镁、锂基本功能、结构、能源材料涉及到的相关关键科学与技术问题,有效促进了其高效、绿色工艺和方法的研发,提升了盐湖钾、镁、氯等资源的综合开发与利用水平;针对

柴达木盐湖资源特色,探索发现柴达木盆地成盐元素时空分布规律,获得了“陆相成钾”理论的新进展,为盐湖资源开采、利用和可持续发展及环境保护提供了重要科学依据。

3.2 整合全国学科、科研和人才优势,东西部融合创新

NSFC—柴达木盐湖化工科学研究联合基金实施期间,吸引了全国大部分科研单位和高校的参与,资源评价、分离提取、高值化利用等各个环节的研究过程涉及了化学、化工等学科领域,随之带来的是全国范围内的优势学科、研究团队、技术优势的融合和交叉;同时,联合基金在申报和实施中鼓励东西部联合申报,通过联合申报,与东部清华大学、华东理工大学、中国科学院过程工程研究所等20余所高校、研究机构建立了良好的合作关系,并通过柔性引进内地优秀人才、联合培养研究生等方式,有效促进了重点学科、研究领域、人才团队、所企合作、校企合作的全面融合发展,增强了东西部学术交流和科技协作攻关,东部优势团队和科研力量有效带动了西部内陆科研机构的发展。新学科、新领域、新技术、新团队的产生和引入有效促进了盐湖研究的学科建设、人才队伍、科技创新的发展。

3.3 充分面向盐湖企业技术需求和盐湖产业可持续发展

在NSFC—柴达木盐湖化工科学研究联合基金的实施中,通过前期调研、企业技术需求征集、充分发挥专家评议咨询作用,针对企业技术需求,科学合理地制定指南,充分发挥指南的导向作用,引导和开展了盐湖资源综合利用工程化化工过程中的若干重大关键共性基础及应用基础研究。

在盐湖资源工程化利用过程中的化工热力学、化学反应动力学、化工过程控制基础及理论、反应器模型化等领域颇具成效;在盐湖资源战略元素分离提取、研发各种高值材料产业化进程中所需解决的关键科学技术问题,着力布局和实施高效、绿色的高新技术研发各类高品位盐湖材料的重要项目,为实现盐湖钾、镁、锂、硼等丰产元素的高值化应用提供了有力的技术支撑。

1) 针对企业开发中的盐湖开展基础化学问

题研究

基于盐湖企业正在开发中的盐湖水盐体系特征,围绕盐湖相化学、溶液结构基础学科领域开展了深入研究。例如,“典型盐湖卤水环境温度稳态相平衡与成盐动态的集成相图及模型化”、“柴达木盆地盐湖卤水体系多温热力学性质及其相平衡动态预测研究”等项目成果,形成了稳态相平衡与成盐动态的可视化集成表达,提出盐湖资源高值、高效、有序利用的原则,提供了科学、详实、可靠的基础数据和理论依据,其中 Li^+ , $\text{Mg}^{2+}/\text{Cl}^-$, $\text{SO}_4^{2-}-\text{H}_2\text{O}$ 体系多温相图研究,获得了盐湖卤水高效提取硫酸锂的工艺技术,并申请了专利,与青海锂业签订了“东台吉乃尔盐湖资源高值高效有序利用相关技术研发协议”。

2) 针对柴达木盆地盐湖战略元素分离产业化技术开展研究

盐湖战略元素分离产业化技术研究中,盐湖卤水提锂相关研究占主导地位,有效促进了青海省“千亿元锂电产业”发展布局。硼及稀散元素提取占三分之一,而柴达木盆地提锂主要以应用三大(膜法、吸附、萃取)产业化技术为主流,占提锂技术的 80% 以上;针对在这三大技术领域中的关键科学问题开展了具体研究工作,突破了高镁锂比盐湖卤水低成本提取电池级碳酸锂的生产工艺的关键技术。例如,“高镁锂比盐湖卤水中锂资源高效利用和绿色分离的科学基础”“面向盐湖镁锂分离的吸附—膜分离耦合技术基础研究”“电渗析用锂离子选择透过膜微结构调控与传递过程强化”等项目研究成果,为青海盐湖佛照蓝科锂业 3×10^4 t/a 碳酸锂、五矿盐湖 1×10^4 t/a 碳酸锂项目提供了强有力的技术保障。另外,这些项目成功推广应用后,为低品位卤水中的高效、清洁提锂提供了技术支撑;涌现出 5 种(电化学、电沉积、超重力、离子印迹等)新型提锂工艺研究,以期填补技术缺陷、提高收率,有效促进盐湖战略元素分离提取产业化技术革新升级。

此外,“离子液体—冠醚体系萃取分离锂同位素及机理的研究”“多级孔 MOF 材料用于柴达木盐湖水提取铀的基础研究”等项目所取得的成果在我国国防、能源体系建设中至关重要。

3) 面向产业和市场需求,促进盐湖资源高值化利用

针对目前盐湖产业中盐湖资源的利用研发各种高值材料、社会经济发展中需要的高品质材料。充分发挥核心企业的产业扩散作用,产学研相结合,攻克了盐湖镁资源高值化利用的关键难题。例如,“反应—分离耦合新工艺生产镁基功能材料联产电池级碳酸锂的应用基础研究”“金属镁及镁合金大电流低能耗熔盐电解技术基础研究”“ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - \text{Mg}(\text{OH})_2 - \text{MgO}$ 技术路线制备高纯镁砂过程基础研究”等项目成果可在青海盐湖集团、青海西部镁业科技发展有限责任公司开展以氯化镁到金属镁、高纯氢氧化镁、高纯氧化镁、特级高纯镁砂等深加工的划时代转变提供技术保障。企业生产出的氢氧化镁产品纯度达 99% 以上,可满足氢氧化镁、氧化镁下游所有工业化产品的品质要求,同时也为青海盐湖集团在境外开发多种盐类的综合利用提供技术储备及示范样板。

另外,碳酸锂、锂离子电池关键材料等相关项目取得的成果,为青海加快发展锂电等新能源、新材料产业、培育中国锂产业的青海系提供了关键技术和配套技术,促进了锂资源产业链条的延伸。

3.4 科研产出显著,成果转化导向趋势凸显

2017 年 7 月 12 ~ 13 日柴达木盐湖化工科学研究联合基金中期交流会统计结果显示,联合基金资助项目共产生科技论文 302 篇,其中 SCI 收录 257 篇。基础研究项目所占比例近 3/4,具有工程应用前景项目占 1/4,针对项目在执行中发现和提出的关键科学问题,明确了技术瓶颈和解决方案,并且 70% 以上已初步具备自主知识产权和专有技术,52 项资助项目明确了应用前景,14 项资助项目具有对接企业/工程中心的意向性,成果转化导向趋势显现。同时,具有应用前景项目与盐湖企业/工程中心进行积极对接,必定会促进成果产出有效落地。

4 存在问题

基金分析、考察调研、专家咨询等结果表明,联合基金在盐湖科技前沿、盐湖资源综合利用的若干重大、关键及共性科学技术、盐湖产业发展、培养高端科技人才等方面所取得的成效显著,但

也存在盐湖资源所含战略元素种类多、储量大,盐湖的发展中需要不断开发新工艺、新产品、新材料,盐湖研究涉及学科多、覆盖研究领域广,以及诸多制约盐湖产业发展的科学问题,若干关键技术问题还需要联合基金的进一步支持来解决和突破,而成果走下书架、融入产业更需要一定的路程。联合基金资助项目成果更需要进一步推广和应用,其延续性也需要深入考验。

5 发展建议

柴达木盐湖化工科学研究联合基金实施中要进一步加强青海省内外科技人员的合作,基于国家战略需求,面向青海省盐湖产业发展需求科学制定联合基金的项目指南,有效布局实施项目。实现东部带动西部科技发展和加快人才培养等,需充分发挥柴达木盐湖化工联合基金的优势和作用。通过瞄准盐湖产业需求,以经济效益、环境效益和社会效益为目标,运用已取得的核心技术突破,以技术和资源集成促进相关重大战略产品研发、关键共性技术和重大工程突破。经由推动盐

湖产业绿色发展的技术体系和自主创新能力的形成,为真正意义上实现“循环经济”、“生态经济”和“新能源经济”提供关键技术支撑。

结 语

经过近四年的发展,盐湖化工研究虽已经形成了较完整的体系,但从学科的创新和现实的发展来看,盐湖化工研究体系的构建和结构调整仍要与时代的需求密切关联,需要根据科技发展和人才培养的需要,不断拓展盐湖化工研究的内涵和外延。当前随着全球经济、社会的快速发展带来的环境污染、资源短缺和可持续发展等一系列问题越来越突出,盐湖化工科学研究始终面临新的机遇和挑战。盐湖化工科学研究涉及的研究对象越来越复杂,探讨的科学问题也越来越深入,一系列新的问题与领域不时出现,新的科学问题也会出现在了新的盐湖科技前沿研究之中。

参考文献:(略)

Implementation and Achievement of NSFC-Qaidam Saline Lake Chemical Science Research United Found

LI Ji-sheng^{1,2}, NIAN Hong-en¹

(1. Key Laboratory of Comprehensive and Highly Efficient Utilization of Salt Lake Resources,
Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining, 810008, China;

2. Key Laboratory of Salt Lake Resources Chemistry of Qinghai Province, Xining, 810008, China)

Abstract: This paper analyzes the project application and project screening of National Natural Science Foundation of China-Qaidam Saline Lake Chemical Science Research United Found of The People's Government of Qinghai Province (NSFC-Qaidam Saline Lake Chemical Science Research United Found) from 2014 to 2017. It focuses on the overview of the implementation of the Joint Research Fund, indicates the effectiveness of implementation and the existing problems, and suggestions of related issues are given. By constantly summing up the experience and optimizing the model through discussing the results of the funding and implementation of the Joint Fund, thus providing institutional safeguards and reference basis for the innovative development of Chemical Science Research in Qaidam Salt Lake.

Key words: Salt Lake Chemical Engineering; NSFC-Qaidam Saline Lake Chemical Science Research United Found; Achievement; Suggestion