

DOI:10.12119/j.yhj.2020030014

柴达木盐湖化工科学研究联合基金与盐湖产业耦合性分析

李积升^{1,2,3}

- (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. 青海省盐湖资源开发工程技术研究中心,青海 西宁 810008;
3. 青海中科盐湖科技创新有限公司,青海 西宁 810008)

摘要:NSFC-盐湖化工联合基金面向柴达木盐湖环境特点及资源高效、综合利用和发展循环经济的重大需求和关键基础科学问题,通过对联合基金实施期间所取得的成果进行系统分析,从系统耦合角度,分析联合基金基础研究取得成效与盐湖产业耦合性的基本内涵;运用资源经济学、产业经济学和可持续发展的理论和方法、盐湖资源供需关系变化、盐湖资源开发技术,兼顾盐湖资源开发的生态环境影响等因素,构建 NSFC-盐湖化工联合基金项目研究与盐湖产业关联性,重点总结盐湖化工企业基础研究对关键技术的支撑。

关键词:柴达木盐湖;联合基金;耦合性;效果分析

中图分类号:TS396;F426.7

文献标识码:A

文章编号:1008-858X(2020)03-0115-04

国家自然科学基金委和青海省于 2014 年 3 月 12 日共同设立国家自然科学基金委—青海省柴达木盐湖化工科学研究联合基金(简称“NSFC-盐湖化工联合基金”)。NSFC-盐湖化工联合基金实施项目重点研究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研究领域、盐湖资源与环境科学领域及其它相关领域^[1]。

NSFC-盐湖化工联合基金面向柴达木盐湖环境特点及资源高效、综合利用和发展循环经济的重大需求和关键基础科学问题^[2],通过对第一期(2014~2017 年)联合基金实施期间所取得的成果进行系统化分析,从系统耦合角度,分析盐湖化工联合基金基础研究取得成效与盐湖产业耦合性的基本内涵;构建盐湖化工联合基金项目研究—盐湖产业关联性。联合基金充分结合企业技术需求,促进盐湖产业转型升级,同时,盐湖资源的禀赋状态是在一个动态变化过程中,故联合基金的实施过程中不断需要引导和面向盐湖产业,充分结合盐湖企业需求,发现和解决企业需求的

技术中的关键科学问题、关键技术瓶颈。

1 联合基金项目类型

联合基金围绕青海柴达木盐湖环境特点及资源高效、综合利用和发展循环经济的重大需求和关键基础科学前瞻性问题的,通过资助支持开展基础及应用基础研究,推动青海省盐湖科技创新发展和基础研究人才培养,提升青海省基础研究整体水平,主要体现出培育项目、重点项目和集成项目三大类型。

培育项目涉及盐湖相平衡及其基础数据;面向盐湖资源有效利用的共性规律与分离新方法;面向盐湖资源高效分离的新技术与新方法;盐湖相平衡及其基础数据盐湖资源成盐化学及水盐动态研究。

重点项目涉及盐湖钾、锂、硼分布规律和成矿化学研究;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;盐湖资源分离提取的新技术与新方法以及盐湖资源特色与高值化利用

收稿日期:2020-04-29;修回日期:2020-05-21

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,硕士,高级工程师,研究方向:盐湖资源综合利用。Email:lijisheng2000@126.com。

的关键科学问题研究。

集成项目涉及柴达木盆地盐湖巨化学系统全组分、全浓度、多温热力学模型构建及模拟预测系统集成;盐湖锂资源绿色高效利用及高纯锂盐制备的科学基础;盐湖镁资源的有效利用与产品工程。

2 联合基金与盐湖产业耦合性分析

联合基金重点支持青海省强势学科,扶持基础学科,培育新兴学科,争取国家层面基础研究资源的竞争力,服务支撑省内实施盐湖科技创新驱动发展战略和盐湖产业转型升级。随着项目的实施对于以后开展项目管理、推动技术创新和研究成果应用成效十分突出,选择一些具有产业化推广价值的重点项目。优先支持有关盐湖支柱性产业、战略性新兴产业和社会经济发展密切相关的应用研究关键技术^[3],意在推动基础研究向技术开发、成果转化、产业发展的有效延伸衔接,破除创新链上各链条之间转化障碍,促进有机融合。

2.1 盐湖开放复杂巨系统的动态相平衡研究

盐湖存在盐的溶入、析出等自然演变,大量盐的提取、排入等会导致相组成持续变化,平衡不断移动,因此盐湖体系是介稳、开放、非平衡的复杂体系。现有的水盐体系相图在处理盐湖复杂体系时存在较多的局限性,非平衡态成盐相图不便在海水、盐湖体系和其它体系推广。因此针对盐湖开放复杂巨化学系统,需发展基于非平衡热力学、成盐动力学(或结晶动力学)、溶液结构化学,可适合于开放体系的非平衡态成盐相图理论,建立盐湖开放复杂巨化学系统的动态相平衡以及相转化模型,盐湖资源综合利用奠定科学基础。

构建盐湖溶液化学相化学数据、盐湖化工数据及化工模拟数据库,对盐湖卤水分离提取相关科研成果数据进行处理、分析、可视化、动态模拟等,建立盐湖化工数据及化工模拟数据库,实现研究成果的整合及共享。

2.2 盐湖锂资源高效分离的新技术开展

锂资源分离是常用萃取法、膜法、吸附法等产业化技术^[4],产业化的重点在于镁锂分离工艺机

理及其改进性研究。目前萃取体系酸耗过大,需发展新型环境友好萃取体系。萃取液在洗涤后段存在乳化现象,需优化萃取体系。提高萃取剂对锂离子的高选择性、提高锂收率、发展萃取体系;工业上膜法提锂技术需拓展到中低(1-15)和极高镁锂比(150-3000)卤水、高钙镁油田水、地热卤水等资源;吸附法提锂技术中的吸附效率、除镁浓缩效率提高方法和技术,降低水量、热量消耗,低锂离子浓度溶液对吸附过程的影响,吸附剂的结构对吸附过程的变化规律,造粒粒度的均匀性、降低或避免吸附剂膨胀导致吸附效率的降低。

最后,开展在低含量、低品位盐湖锂矿中高效分离提取锂资源的方法,分离提取卤水锂资源,采用高效定向溶采剂溶采盐湖固体锂矿中的锂资源,以延长盐湖锂资源服务年限。

2.3 盐湖镁资源开发利用中的技术开发

金属镁及镁合金 镁的合金化研究及镁合金强韧化及表面防腐涂层技术与抗盐碱腐蚀性能,金属镁电解工艺简单化应用研究,高强度锂镁合金材料研发,氯化镁脱水电解法制取金属镁关键技术,耐蚀、避震、抗疲劳高性能镁合金材料研发,高塑性镁合金材料研发。

高值氧化镁产品关键技术 盐湖氯镁石纯化、盐田结晶工艺关键工艺,盐湖氯化镁原料净化技术开发及产业化^[5],氯化镁可控热解创新工艺与设备,部分热解氯化镁制备新型镁质建材及其改性成型技术,完全热解氯化镁制备高品质氧化镁试制高纯镁砂^[6],完全热解氯化镁制备高品质氧化镁水化制备氢氧化镁。

氢氧化镁及其它衍生物开发 化学合成法制氢氧化镁过程中对氢氧化镁粒径控制和晶型可控的关键工艺参数开发,氢氧化镁发生团聚现象发生的机制研究,以及解决氢氧化镁团聚现象的新型技术工艺的开法;化学合成法制氢氧化镁对设备腐蚀性问题的研究;化学合成法制氢氧化镁后其他化工产品的开法技术研发,以及该产品的应用领域的延伸;高附加值氧化镁微晶材料的制备与工艺;煅烧法制氧化镁后尾气二氧化碳的回收利用技术开发。

盐湖镁资源开发应用于高寒、高盐渍地区工程材料关键技术 氯氧镁水泥水化产物在西部高

寒环境下的低温结晶形态与性能的研究,氯氧镁水泥在西部盐渍土地区的抗腐蚀性、长期耐久性与物相转变机理及其在公路及建设工程中的应用,氯氧镁水泥钢筋混凝土构件的结构设计理论与性能研究。

2.4 复杂巨系统中元素的高效清洁分离

盐湖富含多种阳离子和阴离子,并且多种元素具有“相似性”,这使盐湖中的元素分离成为多元、多层次、高选择性分离问题,是国际分离学科前沿的难题。现有分离方法在处理盐湖体系时尚具有一定的局限性,如反应结晶法颗粒的粒度分布和形态对后续工序影响很大,必须严格控制,吸附法难以解决相似性难题,萃取法对于盐湖卤水有价元素的分离还需深入的研究,膜分离应用于具有复杂多样离子环境及非高盐浓度的卤水存在局限性。因此需要针对盐湖开放复杂巨化学系统的特殊性,发展镁的高效分离方法学,围绕多组元、多子系统的复杂性难题,解决镁的化学属性和赋存状态使其与系统中其他共存元素具有诸多“相似性”难题,深入研究其中的科学本质和规律,发展高选择性、低能耗分离方法。

3 效果分析

NSFC-盐湖化工联合基金项目效果及影响包括人才培养、合作交流、创新成果,项目延伸等一级指标要素^[7]。效果及影响是从时间维度上来反映项目研究成果的内在价值^[8],考虑到项目研究有一定的期限,选取能在项目研究期限内尽量反映其研究内在价值的典型性指标。

培养人才 联合基金设立的重要使命是培养创新人才。创新人才的培养吸引了全国大部分科研单位和高校的参与,让国内的优势学科、研究团队、技术优势的融合和交叉;通过联合基金吸引、培养和集聚一批高层次科技人才,解决了柴达木盆地盐湖资源综合利用开发利用中的诸多基础性科研瓶颈问题,提升了盐湖领域科技创新水平。

合作交流:联合基金实施时承办国内外学术会议,增强了东西部学术交流和技术协作攻关,东部优势团队和科研力量带动了西部科研机构的发展,同时又能了解或熟悉国际前沿动态。项目合

作交流促进了盐湖研究的学科建设、人才队伍、科技创新全面融合发展。

创新成果 联合基金项目取得的成果不仅限于论文和专利的原始创新,而且注重于实际应用创新,更多的是体现了研究的影响力或价值。因此除各类政府奖励奖项外、行业学会奖励纳入评价范围,更多是要体现在创新成果产业化的价值。

项目延伸 项目完成绩效良好,争取后续项目支持,对其评价有积极的正面促进作用。项目延伸资助,可以从纵向提升和横向延伸两个维度来体现。纵向提升是指后续获得国家重点研发计划、国家科技重大专项和国家自然科学基金等国家级基础研究项目,横向延伸是指后续获得盐湖企业的资助和合作。

成果应用 通过相关基础研究工作,解决了盐湖相平衡热力学、溶液结构、盐湖锂资源、希散元素的分离提取、盐湖镁、锂基的结构、能源材料涉及到的上百个关键科学与技术问题。有效促进了以高效、绿色过程和方法提升以及盐湖钾、镁、氯等资源综合开发与有效利用水平;为盐湖资源开采与利用和可持续发展及环境保护提供了重要科学依据。

4 建议

第一期联合基金实施以来尽管成效显著,但是存在诸多制约盐湖产业发展的科学问题、诸多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。紧跟联合基金资助项目的实施情况,发挥联合基金平台作用,积极有效结合企业需求,发挥中间桥梁和纽带作用,结合联合基金实施情况与分析工作,推动联合基金项目结合企业生产情况,对联合基金资助项目实施过程中取得的成果及时汇总、分析、推介,有效衔接企业关键技术链条,推动成果转化。

为了NSFC-盐湖化工联合基金项目延续和发挥效果,建议建立“柴达木盐湖化工知识资源平台”。该平台能保证企业缺乏技术需求发布、盐湖化工研究成果及关键参考数据搜集统一出现在平台中,更好地服务本领域的科研创新。建立

基金项目滚动评价机制,完善项目结题后数据信息的补充更新,确保最佳的评价判断。加强项目评价结果的运用,特别是增强与项目评审立项之间的关联度,优先资助项目成果转化、创新成果优秀的项目负责人新的项目申请。

参考文献:

- [1] 李积升,年洪恩.柴达木盐湖化工科学研究联合基金实施概况[J].盐湖研究,2018,26(2):81-85.
- [2] 孙宏伟,张国俊.2017年度国家自然科学基金委员会化学科学部五处科学基金项目申请和评审工作综述[J].化工进展,2018,37(1):414-417.
- [3] 李积升,魏明.柴达木盐湖化工产业关键技术研究[J].无机盐工业,2019,51(9):7-11.
- [4] 邓小川,朱朝梁,史一飞.青海盐湖锂资源开发现状及对提锂产业发展建议[J].盐湖研究,2018,26(4):11-18.
- [5] 王孟雪,余晓平,郭亚飞,等.卤水中镁的分离提取研究进展[J].盐科学与化工,2017,46(7):4-8.
- [6] 陈昌林,侯光,崔曦文,等.高纯镁砂制备生产工艺[J].耐火与石灰,2017,42(1):5-8.
- [7] 刘玲,彭向阳.2011-2015年广东联合基金申报指南与资助项目问题分析及发展建议[J].中国基础科学,2017,(1):59-62.
- [8] 马卫华,薛永业.国家自然科学基金联合基金项目管理机制优化策略[J].科技管理研究,2017,(5):155-162.

Analysis on the Coupling between the NSFC-Qaidam Salt Lake Chemical Science Research Joint Fund

LI Ji-sheng^{1,2,3}

- (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. Qinghai Engineering and Technology Research Center of Salt Lake Resources Development, Xining, 810008, China;
3. Qinghai Zhongke Salt Lake Science and Technology Innovation Co. Ltd., Xining, 810008, China)

Abstract: The NSFC-Qaidam Salt Lake Chemical Joint Fund faces the environmental characteristics of Qaidam Salt Lake and major needs and key basic scientific issues of resource efficiency, comprehensive utilization and the development of circular economy. Through systematic analysis of the achievements made during the implementation of the joint fund, from the perspective of system coupling, we analysis the basic connotation of the achievements of the joint fund basic research and the coupling with the salt lake industry. Based on the theories and methods of resource economics, industrial economics and sustainable development, changes in the supply-demand relationship of salt lake resources, the technology of salt lake resource development, and the analysis of the ecological environment impact of salt lake resource development, this paper constructs the NSFC Salt Lake Chemical Industry joint fund project research and the relevance of the Salt Lake industry, and focuses on summarizing the support of key technologies by the basic research of Salt Lake chemical companies.

Key words: Qaidam Salt Lake; Joint Fund; Coupling; Effect Analysis; Suggestsetion