

我国锂资源供需现状下西藏盐湖锂产业 现状及对策建议

姜贞贞^{1,2,3}, 刘高令^{1,2}, 卓玛曲西^{1,2}, 李明礼^{1,2}

(1. 西藏自治区地质矿产勘查开发局中心实验室, 西藏 拉萨 850033;

2. 国土资源部拉萨矿产资源监督检测中心, 西藏 拉萨 850033;

3. 天津科技大学, 天津市海洋资源与化学重点实验室, 天津 300457)

摘要:2017 年我国碳酸锂的消费量为 12.8 万吨, 成为世界上最大的碳酸锂消费国, 并于 2019 年达到 21.9 万吨, 占全球总消费量的 69%; 同年我国的锂盐产量为 25.7 万吨。我国利用自身锂资源加工的基础锂盐仅为 6.5 万吨, 锂盐生产很大程度依赖于从国外进口的锂辉石, 成本较盐湖提锂而言很高, 所以我国锂工业的发展必须从硬岩提锂尽快转变到盐湖卤水提锂这个大趋势中来。我国西藏盐湖锂资源储量丰富, 主要分布在扎布耶湖、班戈——杜佳里湖、扎仓茶卡等盐湖中, 虽然西藏锂资源储量丰富, 但供应能力弱, 文章从西藏盐湖锂资源分布特征和开发现状等方面分析了西藏锂产业现状, 提出亟待解决的几个主要问题, 并针对上述问题提出了几点建议。

关键词:西藏; 盐湖; 锂矿资源; 现状; 问题; 建议

中图分类号: O614.11

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2021)03-0104-07

锂资源作为重要的新兴产业资源和战略资源, 广泛应用于电池、润滑脂、玻璃陶瓷、医药、燃料及催化剂等领域, 特别是近几年来在新能源领域的应用, 颇受关注, 被誉为“21 世纪的能源金属”^[1]和“推动世界进步的能源金属”^[2]。锂首次成为举世瞩目的能源金属, 是用作核聚变武器的生产^[3], 随着纯电动汽车的进程和新能源储能的需要, 锂资源地位日益凸显。近年来, 随着我国经济转型、产业结构调整, 高新技术产业迅猛发展, 中国对锂资源的需求量呈现逐年上升态势, 2017 年我国碳酸锂的消费量为 12.8 万吨, 成为世界上最大的碳酸锂消费国, 且呈现逐年上升趋势, 2019 年我国碳酸锂消费量达到 21.9 万吨, 占全球总消费量的 69%。目前我国的锂产品加工很大程度依赖于澳大利亚进口的锂辉石^[4], 锂辉石提锂成本较盐湖提锂平均高 1.7 倍^[5], 造成我国锂矿产品的成本要高出市场的平均水平, 抵御市场价格

波动风险的能力较差。显然, 我国锂工业的发展必须从硬岩提锂尽快转变到从盐湖卤水提锂这个大趋势中来, 西藏地区盐湖资源量丰富, 加大对西藏盐湖锂产业的开发有利于缓解我国锂资源瓶颈, 从而切实保障我国的能源安全。

1 锂矿资源概况与西藏盐湖锂资源分布

1.1 锂矿资源概况

全球锂资源并不稀缺, 至少 20 个国家发现了锂矿床。根据美国地质调查局(USGS)2020 年公布的最新数据 2019 年全球探明锂矿资源量为 8 000 万吨, 中国位居第六位(450 万吨)。其中, 由玻利维亚、阿根廷和智利组成的南美洲“锂三角”拥有全球约 60% 的锂矿资源^[6]。

收稿日期: 2020-09-08; 修回日期: 2020-10-18

基金项目: 西藏自治区科技厅, 重大科技专项(XZ201801-GB-01), “西藏重点含锂地热活动区锂资源调查评估与提取试验研究”资助。

作者简介: 姜贞贞(1985-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事盐湖地热等新型资源开发工作。Email: 271652429@qq.com。

通信作者: 李明礼(1973-), 博士, 教授级高级工程师, 主要从事盐湖地热等新型资源开发研究工作。Email: 309296896@qq.com。

锂矿床主要分为硬岩矿床和卤水矿床两种类型。目前全球开采的硬岩锂矿主要为花岗岩型和伟晶岩型锂矿床;开采的卤水锂矿主要为大陆盐湖型矿床。不久的将来还可能开采黏土型锂矿、湖相沉积型 Adarite 锂硼矿、地热卤水型锂矿和气田卤水型锂矿。

1.2 西藏盐湖锂资源分布

就盐湖锂资源而言,盐湖资源约占全球锂资源的 64% (USGS 2013),主要分布在南美洲安第斯山脉的玻利维亚、智利、阿根廷等国家,占世界总储量的 52.46%^[7];全球最为著名的四个特大型盐湖卤水型锂矿为玻利维亚的乌尤尼盐湖、智利的阿塔卡玛盐湖、阿根廷的翁布雷穆埃尔托盐

湖、中国西藏的扎布耶盐湖^[8-9]。

我国的盐湖资源中西藏盐湖锂资源量占 33%,根据西藏目前的勘察报告,西藏拥有盐湖近 500 个,有 11 个盐湖查明了锂资源储量,包括:龙木错、结则茶卡、扎仓茶卡、查波错、鄂雅错、班戈湖、当雄错、扎布耶、拉果错、麻米错、捌仟错,这些盐湖的氯化锂资源量总计 1381 万吨。西藏富锂盐湖(Li⁺含量>81.4mg/L)61 个,碳酸盐型约占 53.6%;其次是硫酸钠亚型,约占 26.6%;硫酸镁型约占 16%。西藏的盐湖锂资源具有锂含量高、镁锂比低、资源量中等的特点(表 1);同时西藏盐湖除锂外还富含硼、钾、铷、铯、溴等有用组分,具有极高的开发价值^[10-13]。

表 1 西藏重要盐湖与国内外的对比

Table 1 Comparison of important salt lakes between Tibet and those at home and abroad

国家或地区	湖 泊	Li/%	Mg/Li	LiCl 储量/万吨
玻利维亚	乌尤尼	0.05	8.0	/
智利	阿塔卡玛	0.15	18.3	280
美国	银峰	0.02	1.5	/
美国	大盐湖	0.004	200	322
以色列、约旦	死海	0.002	2 000	1 700
中国西藏	扎布耶	0.12	0.008	211
	当雄错	0.045	0.26	86
	麻米错	0.11	3.97	250
	西台吉乃尔	0.021	61	178.4
中国青海	东台吉乃尔	0.012~0.06	37	55.3
	大柴旦	0.02	65	24.3
	一里坪	0.021 6	93	267.7
	别勒滩	0.01	517	/
	察尔汗	0.001 3	1 824	995

2 我国锂矿资源供需现状

全球仅十几个国家生产锂矿产品,阿根廷、智利、中国和美国是碳酸锂主要生产国;澳大利亚、巴西、加拿大、葡萄牙和津巴布韦是锂精矿(生产碳酸锂和氢氧化锂的主要原材料)主要生产国。锂矿产品的消费主要应用在电池、润滑脂、玻璃陶

瓷等行业^[14]。

2.1 我国锂矿产产量变化

根据 USGS 的数据,2010~2019 年间,全球锂矿产品产量(以金属锂计)总体呈上升趋势(图 1),2019 年产量为 7.7 万吨,其中澳大利亚占 54.55%(4.20 万吨),居第一位;智利占 23.38%(1.80 万吨),居第二位;中国占 9.74%

(0.75 万吨),居第三位。

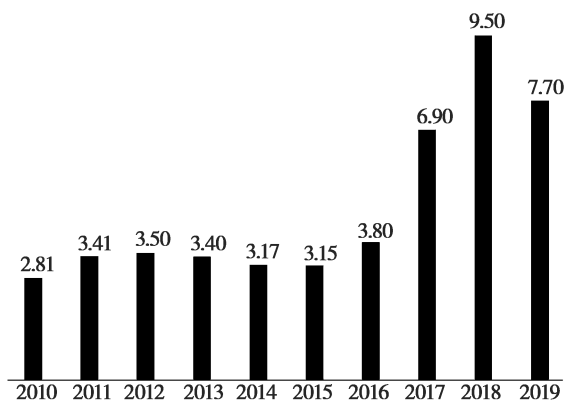


图 1 近十年全球锂矿产量变化趋势

Fig. 1 Trends of global lithium production in the past 10 years

(数据来源:USGS,Mineral Commodity Summaries, January 2011 – 2020)

1958 年,新疆锂盐厂的建设标志着我国锂行业正式进入产业化发展阶段^[15]。当下,我国锂产品以矿石、卤水提锂为基础,覆盖碳酸锂、氯化锂、氢氧化锂、金属锂等产品。我国盐湖锂资源生产公司主要为青海锂业、青海五矿盐湖、中信国安、蓝科锂业和西藏矿业等;矿石锂资源生产公司主要为天齐锂业、南氏锂电、永兴特钢、宜春银锂和江特电机等。2010–2019 年,我国锂矿产品产量保持快速增长的态势(图 2)。2019 年我国碳酸锂的产量为 15.4 万吨,同年全球锂矿产品产量折合碳酸锂 40.96 万吨,我国约占世界的 37.60%。

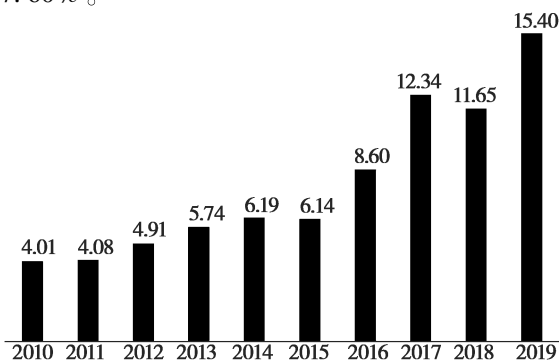


图 2 近十年中国锂矿产量变化趋势

Fig. 2 Trends of lithium production of China in the past 10 years

(数据来源:上海有色,2020 年)

就西藏盐湖锂产业而言,西藏城投和西藏矿业分布针对结则茶卡和扎布耶盐湖开展了提锂工艺并有一定的产出,但年产量较低,约为 0.52 万吨(以碳酸锂计)。

2.2 我国锂矿产品的消费及变化趋势

自 2010 年以来,全球锂矿产品消费结构中,电池行业整体保持逐年上升趋势;其次是玻璃和陶瓷行业。2019 年电池行业的占比达到了 65% (Mineral Commodity Summaries,2020)。

随着新能源汽车的迅猛发展,在 2010–2017 年我国锂矿产品消费结构中,电池消费占比明显上升,从 2010 年的 21% 提高至 2017 年的 42%。近年来我国碳酸锂消费量保持较快增速,从 2010 年的 3.5 万吨增长到 2017 年的 12.8 万吨(中国有色金属工业协会锂业分会),同年全球碳酸锂消费量为 21.13 万吨(USGS 2018),我国锂资源消费占全球 60% 以上,成为全球碳酸锂第一大消费国^[16];2019 年我国碳酸锂消费量达到 21.9 万吨(中国有色金属工业协会锂业分会),同年全球碳酸锂消费量为 31.5 万吨(USGS 2020),占全球总消费量的 69%,我国已成为名副其实的锂消费大国。

2.3 我国锂矿资源供需现状

尽管我国拥有庞大的锂资源储备,但受限于锂资源的存在形式及锂资源的品质,供应能力较弱,对外依存度高^[17]。2017 年 80% 的锂资源供应依赖进口(图 3)。2017 年,全球锂资源贸易总额为 11.77 万吨,主要进口国为中国、韩国、日本、美国、比利时和俄罗斯等,中国进口量为 3.07 万吨,是全球锂资源第一进口大国(United Nations Comtrade Database 2018)。2019 年我国的锂盐产量为 25.7 万吨,但利用自身锂资源加工的基础锂盐仅为 6.5 万吨(中国有色金属工业协会锂业分会),对外依存度高达 75%。根据中国地质科学院矿产资源研究所的报告预测,到 2025 年,我国的锂资源需求量将达到 43.38 万吨碳酸锂当量,本土供应能力仅为 18 万吨,还有 25.38 万吨的缺口,不考虑出口所需的锂资源,需求的对外依存度高达 58.5%。

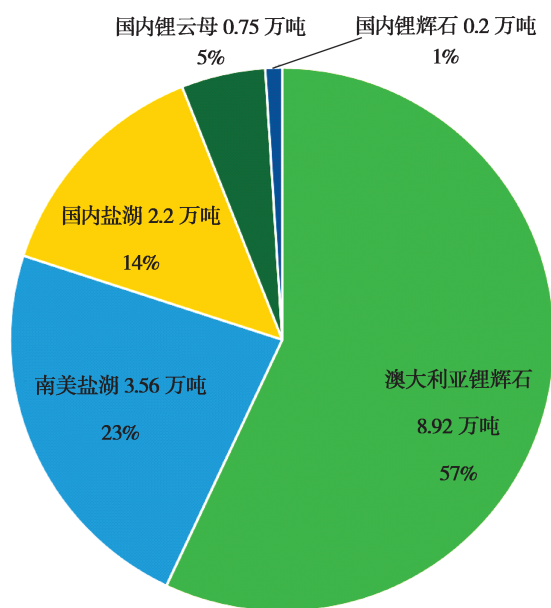


图3 中国2017年锂资源供应体系结构

Fig. 3 Lithium resource supply system structure of China in 2017

3 西藏盐湖锂资源开发现状与开发利用前景

3.1 西藏盐湖锂资源开发现状

西藏虽然盐湖众多,锂资源储量丰富,但到目前为止只有扎布耶盐湖正在生产碳酸锂产品。1980年开始,中国地质科学院盐湖中心的科研人员对扎布耶盐湖持续进行了多学科研究和开发试验并于2006年成功建立提锂工厂。梯度太阳池法是扎布耶盐湖提锂工艺的核心技术,此工艺充分利用西藏独特的冷资源和太阳能,通过盐田进行多级冷冻、日晒、分离、富集以及升温结晶,可直接获得品位达50~80%的碳酸锂产品,再经进一步提纯,碳酸锂纯度可达到99.6%^[18]。

西藏盐湖具有很好的资源优势,但是受恶劣的地理气候和交通条件制约,在形成盐湖资源的综合利用方面有一定困难。目前在产盐湖只有单一锂产品,生产锂产品的过程中浪费了钾、硼等资源,不仅造成了资源浪费,还造成了环境问题。

3.2 西藏盐湖锂资源开发利用前景

从资源条件来看,青藏高原地区是中国盐湖分布最多的地区,同时也是世界上重要的盐湖分布区之一,西藏地区拥有众多低镁锂比的优质盐湖资源,同时西藏盐湖除锂外还富含硼、钾、铷、铯、溴等有用组分,具有极高的开发价值。

但是从气候条件看,西藏地区气候干燥、寒冷、空气稀薄、低压、缺氧严重,冬长无夏,多风少雨,日温差大,野外常有极端气候出现,高寒缺氧,工作条件较为艰苦,气候条件会增大矿山开发成本。

从经济价值方面看,2018年中国新能源汽车产量为129.6万辆,同比增长40.1%,随着新能源汽车产业的快速发展,碳酸锂的需求也不断飙升,锂更成为炙手可热的金属。但近几年随着产能过剩和经济下行的影响,碳酸锂的价格波动较大。2014年,国内电池级碳酸锂均价为4万元/吨。同年随着国家出台新能源汽车政策,锂电下游市场需求量激增,国内电池级碳酸锂价格由2014年6月的3.9万元/吨,上涨到2015年10月的5.45万元/吨,并呈现上升趋势。2017年,国内电池级碳酸锂价格从年初的12.6万元/吨上涨至10月的17.1万元/吨,最大涨幅47.54%,达到历史最高峰。在经历了一段时间的上涨之后,受下游动力电池企业去库存以及澳洲锂原矿、锂精矿供给充足,供需矛盾得到缓解,碳酸锂价格开始回调。自2018年4月起,碳酸锂价格开始一路下行,截至当年10月底,碳酸锂价格较之4月初的15万元/吨,下跌至7.8万元/吨,跌幅近50%。2019年碳酸锂价格整体呈现下行趋势,于10月中旬跌破6万元/吨,12月跌破5万元/吨。2020年新冠肺炎疫情席卷全球,受疫情影响,锂产品价格呈现下跌趋势,上海有色网数据显示,10月份电池级碳酸锂均价为4.08万元/吨,虽然目前锂产品价格较低,但从长远来看,一方面,各大锂矿企业在实施扩产和新建项目的同时,也在根据市场供需等情况调整生产计划,控制锂产能出现严重过剩;另一方面,各国都在积极出台新能源汽车政策,支持新能源汽车市场发展,从长期来看,锂价格将出现稳步增长。

总之,西藏地区盐湖良好的锂资源禀赋,势必

会为企业和地方带来巨大的经济价值和社会效益。

4 西藏盐湖锂产业存在的问题与对策建议

4.1 西藏盐湖锂产业存在的问题

西藏盐湖锂矿资源量达世界级,且锂矿资源属于罕见的低镁锂比优质资源,但迄今为止西藏的盐湖锂资源都没有形成产业化的开发,存在的问题如下。

1) 矿业政策不稳,影响企业信心。矿业投资属于高投入、高回报、高风险行业;管理部门缺乏长远的规划,造成环保、收益金等政策变动大,影响企业大规模投资信心。

2) 资源储量不清,家底不明。西藏除扎布耶、当雄错、结则茶卡等少数盐湖进行过较为系统地质和开发利用工作外,其余盐湖地质工作停留在上世纪 80 年代,对于盐湖锂资源储量及锂含量的部分数据存疑,需进一步加强资源调查工作。

3) 选矿工艺不成熟。目前西藏盐湖提锂工艺主要是梯度太阳池法,该工艺存在流程长、所需盐田多的缺点,每一个盐田都会导致锂流失,收率低;同时卤水直接暴露,受天气影响大。

4) 产能低,没有形成规模。目前西藏盐湖锂矿年产量只有约 0.52 万吨,产能低,没有形成规模,经济效益低。

5) 产业链短、产品单一。西藏盐湖卤水除了锂之外,还富含硼、钾、铷、铯等有用元素。但是,目前已开始生产的盐湖也只开采锂,而没有综合利用硼、钾、铷、铯等元素;富含大量有用元素的矿渣没有被利用,长期堆放,反而会破坏周围环境。

6) 自然条件恶劣、基础设施薄弱。西藏盐湖海拔高,工作条件极为艰苦,同时由于交通、电力等条件制约造成西藏盐湖的开发进度缓慢、难以规模化、集约化生产。

4.2 对策与建议

盐湖是重要的战略性资源,应制定正确的勘探战略,在保护生态环境的前提下做好开发利用。面对现状,西藏盐湖锂产业发展面临诸多问题,为

尽快改变现状,落实国家资源开发和环境保护战略,要立足于生态保护优先,着眼于推动高质量发展,完成从“锂资源大区”向“锂产业发展强区”的转变,实现“技术创新、经济增长、环境保护”三位一体的协同发展,在全球同行业差异化、规模化竞争中持续提升竞争力和盈利能力。

为此,对西藏盐湖锂产业发展建议如下。

1) 成立“盐湖锂产业发展领导小组”。专门研究制定西藏盐湖锂产业绿色发展政策措施并推动实施,优化布局、调整结构、转型升级;指导协调盐湖锂产业发展中的重大问题,推动体制改革和管理创新;研究制定盐湖锂产业发展政策和行业标准,完善产业链条;统筹协调盐湖锂产业发展要素保障、运行调度和银行业金融机构金融支持。

2) 制定西藏锂盐湖综合产业中长期发展规划。在“盐湖锂产业发展领导小组”指挥下,制定西藏锂盐湖综合产业中长期发展规划,落实稳定的矿业政策,真正将资源优势转化为产业优势,进一步夯实自治区“东铜西锂”资源开发战略布局。

3) 进一步加大资源勘探力度。长期以来我国锂资源对外依存度高达 70%,国家提出“内循环”,开发西藏盐湖锂矿极为重要,符合西藏是我国重要的战略资源储备基地的定位,这就要求西藏地区必须进一步加大资源勘探力度,针对重点矿种,开展相应的资源勘查评价工作;同时应加强对盐湖深部探矿新技术、新方法的研究力度。

4) 学习青海盐湖开发经验。目前青海的盐湖锂产业取得了很好的成绩,中国科学院青海盐湖研究所开创一种从多元水盐体系高浓卤水高效浓缩锂的提锂模式——选择性离子迁移的新型分离方法。该过程基本上是无化学反应、无相变的物理过程,试剂消耗量低,能耗低,选择性高;操作简便,易于放大,稳定可靠,环境友好,清洁生产,适用于西藏高海拔生态脆弱地区盐湖锂资源开发。

5) 加强盐湖锂产业的基础研究。西藏盐湖卤水类型多样、成分复杂,湖区气候条件也稍有区别,每种提锂技术适用范围不同;应加大对提锂新工艺、新技术、新材料攻关力度,客观评价每种提锂工艺、技术和材料的优缺点,确定其最优适用范围;除了实验室研究之外,一定要进行现场试验,确认可行性。

6)加快产业布局实现规模化发展。尽快建立西藏盐湖锂产业可持续发展体系,实现“生态环境相容、技术经济可行、社会经济效益显著”的产业布局。我国锂电的中下游产业主要分布在江苏等东部省市,大部分生产企业依靠进口锂辉石精矿、碳酸锂和富锂卤水,来保证原材料的需求;西藏应充分发挥锂资源优势,联合东部加工技术的优势,强强联合,实现西藏盐湖锂产业的规模化发展。

7)加大综合利用研究力度。由于卤水锂资源是综合性的宝贵资源,在完善锂提取工艺的同时,切实落实综合利用共生资源的举措,尤其是盐湖型的钾、硼、镁、溴、碘、锶、铷、铯等资源,既可大幅度提高经济效益,又是合理利用资源、建设绿色矿山的需要。

8)多管齐下筹措经费、加大科技创新投入。西藏应设立西藏盐湖绿色发展科技攻关专项;同时应与国家层面的战略规划对接和联动,布局盐湖产业中具有前瞻性、探索性的重大科技攻关项目。

参考文献:

- [1] 张明杰,郭富清. 21 世纪的能源金属——锂的冶金现状及发展[J]. 盐湖研究,2001,9(3):52-60.
- [2] 钟辉,周燕芳,殷辉安. 卤水锂资源开发技术进展[J]. 矿产资源综合利用,2003,(1):23-28.
- [3] 刘丽君,王登红,刘喜方,等. 国内外锂矿主要类型、分布特点及勘查开发现状[J]. 中国地质,2017,44(2):263-278.
- [4] 刘舒飞,陈德稳,李会谦. 中国锂资源产业现状及对策建议[J]. 资源与产业,2016,18(2):12-15.
- [5] 彭建忠. 国内碳酸锂生产工艺和效益分析[J]. 盐科学与化工,2019,(10):18-21.
- [6] Kesler S E, Gruber P W, Medina P A, et al. Global lithium resources; Relative importance of pegmatite, brine and other deposits[J]. Ore Geology Reviews, 2012, 48(5):55-69.
- [7] 李法强. 世界锂资源提取技术述评与碳酸锂产业现状及发展趋势[J]. 世界有色金属,2015,(5):17-23.
- [8] 申军,戴斌联. 盐湖卤水锂矿资源开发利用及其展望[J]. 化工矿物与加工,2009,38(4):1-4.
- [9] 宋彭生,李武,孙柏,等. 盐湖资源开发利用进展[J]. 无机化学学报,2011,27(5):801-815.
- [10] 李建康,刘喜方,王登红. 中国锂矿成矿规律概要[J]. 地质学报,2014,88(12):2269-2283.
- [11] 郑绵平,刘喜方. 中国的锂资源[J]. 新材料产业,2007,(8):13-16.
- [12] 王学评,柴新夏,崔文娟. 全球锂资源开发利用的现状与思考[J]. 中国矿业,2014,(6):10-13.
- [13] 郑绵平,王向东,彭齐鸣,等. 中国盐湖锂资源开发趋势[J]. 中国有色金属学报,2001,11(增刊):17-20.
- [14] 杨卉芑,柳林,丁国峰. 全球锂矿资源现状及发展趋势[J]. 矿产保护与利用,2019,(5):26-40.
- [15] 游清治. 锂在玻璃陶瓷工业中的应用[J]. 世界有色金属,2000,(2):26-31.
- [16] 马哲,李建武. 中国锂资源供应体系研究:现状、问题与建议[J]. 中国矿业,2018,27(10):1-7.
- [17] 郑人瑞,唐金荣,周平,等. 我国锂资源供应风险评估[J]. 中国矿业,2016,25(12):30-37.
- [18] 余疆江. 热水太阳池在西藏当雄错盐湖卤水提锂中的应用研究[D]. 成都:成都理工大学,2013.

Present Situation and Suggestions of Saline Lake Lithium Resource in Tibet under the Current Situation of Supply and Demand of Lithium Resources in China

JIANG Zhen-zhen^{1,2,3}, LIU Gao-ling^{1,2}, ZHUOMA Qu-xi^{1,2}, LI Ming-li^{1,2}

(1. Central Laboratory of Geology and Exploration Bureau of Tibet Autonomous Region, Lhasa, 850033, China;

2. Lhasa Supervision and Inspection Center of Mineral Resources, Ministry of Natural Resources,

Lhasa, 850033, China; 3. Tianjin Key Laboratory of Marine Resources and Chemistry,

Tianjin University of Science and Technology, Tianjin, 300457, China)

Abstract: Since 2017, the consumption of lithium carbonate was 12.8×10^4 tons in China, becoming the world's largest consumer of lithium carbonate, and reached 21.9×10^4 tons in 2019, accounting for 69% of the

total global consumption. In 2019, the production of the lithium salt was 25.7×10^4 tons in China, but the basic lithium salt processed by own lithium resources was only 6.5×10^4 tons. The production of lithium in China largely depends on the imports of lithium from spodumene imported. Compared with the lithium extraction from salt lakes, the cost is extremely high. The development of China's lithium industry must change from extracting lithium from hard rock to extracting lithium from saline lake as soon as possible. Saline lithium resources in Tibet are abundant and exists mainly in northern area, such as Zabuye, Bangkog Co-Dujali and Zancang lakes. Although the lithium resources in Tibet are rich, the supply capacity is weak. This paper, based on saline lithium resources distribution and development status, analyzes the current situation of lithium industry in Tibet, and puts forward several major problems to be solved, in order to solve the above problems some suggestions are put forward.

Key words: Tibet; Lithium; Saline Lake; Present situation; Issues; Suggestions