

综合评述

我国盐湖资源及其开发利用^{*}

郑绵平, 齐文

(中国地质科学院矿产资源研究所 北京 100037)

摘要 介绍了我国盐湖的矿产资源、生物资源、自然环境资源概况, 提出了加强勘查、制定整体规划、加大科技投入、注重综合开发、走可持续发展之路等盐湖资源开发利用建议。

关键词 盐湖; 矿产资源; 生物资源; 自然环境资源; 开发利用; 中国

中图分类号: TD871⁺.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2006)05-0045-06

Saline Resources and its Development in China

ZHENG Mian-ping, QI Wen

(Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

Abstract : In this paper, saline resources including mineral resources, biotic resources and natural environmental resources in China are reviewed. In view to its development, enhancing geological exploration, establishing whole plan, increasing scientific investment, emphasizing comprehensive utilization and ensuring sustainable development are suggested.

Key words : saline; mineral resources; biotic resources; natural environmental resources; development; China

盐湖是一种咸化水体, 通常是指湖水含盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}}) > 3.5\%$ (大于海水平均盐度) 的湖泊, 也包括表面卤水干涸、由含盐沉积与晶间卤水组成的干盐湖(地下卤水湖)。

盐湖中沉积的盐类矿物约达 200 种。目前, 人类已经从盐湖中大量开采石盐、碱、芒硝和钾、锂、镁、硼、溴、硝石、石膏和医用淤泥等基本化工、农业、轻工、冶金、建筑和医疗等重要原料。盐湖中还赋存着具有工业意义的铷、铯、钨、锶、铀以及氯化钙、菱镁矿、沸石、锂蒙脱石等资源。

盐湖中还发育有大量具有重要经济价值与科学意义的嗜盐藻、盐卤虫、螺旋藻、轮虫等特异生物资源和耐旱、耐盐碱基因资源, 它们为人类获取蛋白

质、天然食物色素、能源、多种工业—科学材料和净化环境, 为变盐湖为“良田”开拓了良好的前景。同时盐湖又是重要的旅游资源和医疗淤泥资源。盐湖卤水的储热特点, 已开始用于“太阳能盐水池”发电。

盐湖也是自然环境信息和天然实验室, 盐湖还是“碳沉积池”(Carbon sinks)、“自然生物反应器”(nature bioreactors)。盐湖沉积占世界陆表面积相当大, 有大量碳酸盐沉积, 而能在一定程度上延迟与人类有关的温室效应。

我国是一个多盐湖国家, 据 2000 年最新统计, 我国有盐湖 1 500 多个, 主要分布于西部—北部干旱和半干旱地区, 其边界大致与 500 mm 等降水线相

* 收稿日期 2005-10-19

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(编号: 49833010)及科技部公益性基础研究课题(编号: 2001DIA10020)

作者简介: 郑绵平(1934-), 男, 福建漳州市人, 中国工程院院士, 中国地质科学院盐湖中心主任、国际盐湖学会执委、兼任西藏人民政府咨询委员, 矿床地质所研究员, 博士生导师, 主要从事盐湖学与矿床勘查工程研究。

当,即秦岭以北、大兴安岭—太行山一线以西,包括西藏、青海、新疆、甘肃、内蒙、陕西、山西、宁夏、河北、黑龙江、吉林、辽宁等地均有盐湖分布。

1 盐湖矿产资源

盐湖是特定自然地理与地质环境的产物,其基本形成条件是适宜的气候、地形与水盐补给。我国

盐湖发育区在气候、地貌等自然地理条件和地质背景上千差万别,因而各地形成的盐湖在地貌环境、卤水成分、盐类资源等方面各具特色。根据这些差别,可将我国盐湖分为四大盐湖分布区,即青藏高原盐湖区、西北盐湖区、东北盐湖区和东部分散盐湖区(表1)。

表1 中国盐湖类型及其分布

Table1 Chinese saline lakes and playas in China classified according to types of mineral deposits with potential commercial significance

盐湖区	钾镁盐湖		特种盐湖		普通盐湖(盐、碱、芒硝等)		硝酸盐—石盐湖		合计	
	个数	比率(%)	个数	比率(%)	个数	比率(%)	个数	比率(%)	个数	比率(%)
(I)青藏高原盐湖区	6	50	80	93	248	28.2	/		334	34.1
(II)西北盐湖区	4	33.3	2	2.3	264	30.1	8	100	278	28.3
(III)内蒙—东北盐湖区	2	16.6	4	4.7	302	34.4	/		208	21.1
(IV)东部分散盐湖区	/	/	/	/	64	7.3	/		64 ^①	6.5
合计	12		86		878		8		984	

注:①未计地下孔隙卤水湖。钾镁盐湖 $u(\text{KCl}) \geq 1\%$ 、特种盐湖 $\mu(\text{KCl}) \geq 0.5\%$ 、 $u(\text{LiCl}) \geq 300 \text{ mg/L}$ 、 $u(\text{B}_2\text{O}_3) \geq 1\,000 \text{ mg/L}$ 。

2.1 青藏高原盐湖区

平均海拔4 000 m以上,构成中国地貌上最高的“一级台阶”。本区盐湖数量多,类型全,矿产丰富。各类盐湖约334个,总面积约22 000 km²,占该区湖泊总面积的近1/2。以丰富的钾、硼、锂、镁矿产而引人注目。

2.1.1 柴达木盆地盐湖

本区的柴达木盆地大型山间盆地,海拔在2 670~3 800 m左右。盆地中盐湖演化时间长,盐湖化学类型以氯化物型和硫酸盐型为主,盐类沉积厚度大,储量丰富:其中KCl储量达3.88亿吨,K₂SO₄约5.68亿吨(折合KCl 4.85亿吨),LiCl约1.8万吨,B₂O₃约1.67万吨。柴达木盆地盐湖钾、锂、硼资源有如下特点(1)钾盐资源丰富,约占全国盐湖钾资源量的60%。钾盐是我国的急缺矿产,农业需求量很大,目前每年进口达500多万吨。世界上钾盐主要为固体古盐矿,而我国则以第四纪盐湖固—液体钾盐矿为主,察尔汗盐湖面积达5 800 km²以上,是一个综合性的钾、硼、锂盐湖矿床,也是我国主要钾肥生产基地,青海钾盐二期工程投产后产量为150万t/a。(2)锂资源丰富,资源总量约和青藏高原盐湖相当,但卤水中镁/锂比很高。如东台吉乃尔、西台吉乃尔、一里坪盐湖均为大型锂、钾盐

湖矿床,察尔汗盐湖亦有巨量锂伴生。高镁/锂比卤水中锂的分离提取成本高,是世界性难题,目前该难题已有突破,西台吉乃尔盐湖大规模钾、锂、硼综合开发项目也正在进行之中,计划生产规模为碳酸锂3.5万吨、硼酸3.5万吨、硫酸钾100万吨。(3)镁盐资源丰富,达数十亿吨之多。作为耐火材料和镁合金原材料,具有广阔的市场。(4)石盐、芒硝储量惊人,石盐达数千亿吨之巨,芒硝亦达数十亿吨。(5)硼以卤水矿为主,资源总量约为西藏高原的1/3。本区盐湖资源开发历史较长,除上述盐湖外,茶卡、柯柯、大柴旦、马海、昆特依、察汉斯拉图、大浪滩和一里沟等也有小规模开发,产品主要有钾肥、石盐、芒硝、无水芒硝、硼砂、低钠盐、水氯镁石等。本区开发的外部条件较好,有青藏铁路从察尔汗盐湖跨越通过;“西气东输”管道从柴达木盆地贯穿,电力资源丰富,交通较为便利,盆地边缘的淡水资源相当丰富。

2.1.2 西藏高原盐湖

西藏高原面上的盐湖海拔多在4 000 m以上,湖盆地多为断裂控制的规模不一的断陷或断拗盆地,盐湖小者几平方公里,大者达数百平方公里。一般成盐时间短,盐层较薄。盐湖化学类型多为硫酸盐型、碳酸盐型。西藏盐湖资源表现出如下特点:

(1) 固体、卤水型硼矿资源均很丰富,集中了全国 2/3 以上硼资源,总量达数千万吨。固体硼矿除硼砂矿,还有库水硼镁石、多水硼镁石、柱硼镁石矿物等构成的新类型“镁硼矿”硼矿床以及钠硼解石硼矿床等,品位高(富矿品位 B_2O_3 30% 左右),埋藏浅(可人工露天开采),如扎仓茶卡镁硼矿、秋里南木硼砂矿、麻米错钠硼解石硼矿、聂耳错镁硼矿等。

(2) 锂资源丰富, $LiCl$ 资源量达数千万吨。富锂碳酸盐型盐湖形成了卤水锂矿与固体锂矿共存的新类型锂矿床。由于碳酸锂的溶解度特性,有利于利用太阳池技术直接从卤水中沉淀出碳酸锂工业产品(盐田混合盐中品位可达 70% 以上),大大降低了工艺复杂程度和开发成本。此外,西藏盐湖中还蕴藏有钾、石盐、芒硝、碱、水菱镁矿、石膏等矿产。该区盐湖数量多,勘查程度低,对盐湖资源总量还不完全清楚。本区大部分盐湖的交通、能源条件极差,人力与生活资源供给匮乏,开发的外部条件很差,但一般淡水丰富,开采的水文地质条件较好。受外部经济技术条件限制,本区盐湖只能以经济价值高的锂、硼为主要开发对象。石盐开采历史悠久,主要供当地使用。钾、碱、硝等虽然资源丰富,也只能综合利用。

2.2 西北盐湖区

西北盐湖区位于青藏高原以北、贺兰山以西,包括新疆塔里木盆地(海拔 800 ~ 1 000 m)、天山盆地(海拔 200 ~ 500 m)、准噶尔盆地(海拔 200 ~ 1 500 m)以及阿拉善高原沙漠带(海拔 1 000 ~ 2 000 m)。该区位于远离海洋的内陆,潮湿气流难以抵达,气候极端干旱。大型内陆盆地形成了宽广的戈壁、沙漠,盆地内盐湖多已干涸,仅在盆地与山麓的边缘形成现代卤水湖。本区盐湖以产石盐、芒硝的“普通盐湖”为主,但在阿拉善西部—罗布泊及玛纳斯湖卤水含钾镁较高,罗布泊干盐湖面积达 20 000 km^2 ,是我国最大的(干)盐湖, KCl 资源量达 3.5 亿吨,仅次于察尔汗盐湖,约占全国盐湖钾资源量的 1/4,属超大型钾矿床,目前大规模开发项目正在进行之中。在罗布泊北缘及天山盆地的吐鲁番—哈密盆地等处,还发现了分布范围较广的硝酸盐盐湖和裂隙充填型硝石矿。

2.3 内蒙—东北盐湖区及东部分散盐湖区

贺兰山以东、秦岭以北的半干旱—半潮湿气候区,包括内蒙、东北及华北广大地区。除内陆盐湖

外,亦有少量滨海盐湖。本区地质构造较稳定,盐湖面积小,卤水浅,盐类矿产资源以芒硝、碱、石盐为主,其天然碱储量占全国盐湖探明天然碱储量的 90% 以上。由于本区人口相对稠密,能源、交通等条件较好,因而石盐、芒硝、天然碱等普通盐类矿产均得到较好的开发利用。

3 盐湖生物资源

盐湖是极端环境的产物,从盐沼带到盐水域的含盐量很高,生物不易生存,一般盐度越高生物种类越少,但仍有一些生物适应了高盐环境,形成对盐度的耐受性和依赖性,这种生物称之为盐生生物。

盐湖生态系统包括盐沼带和盐水域两个亚系统。盐沼带生物资源主要是指多种盐生植物,如盐蒿、盐生藜科、田菁、红柳、紫穗槐、沙枣、沙柳、杞柳、沙拐柳、花棒以及沙棘、麻黄、沙冬青、甘草等。我国许多盐湖区的盐沼带往往就是重要的牧场,盐生植物多为牛羊喜吃的饲料,含有较高的盐分、矿物质和粗脂肪。如阿拉伯联合酋长国用盐地上 2 种藜科遍生性的肉质盐生植物喂养山羊、绵羊,结果羊的体重比一般干草饲养增长快,估计每公顷盐地的盐生植物可养 20 只羊。其次,盐生植物具有抗旱、抗盐特性,可作为沙漠、戈壁、盐碱地等特殊环境植被恢复的苗林,特别是有些盐生植物还有大量吸取盐碱、改良土质的效果。据测定,每 0.66 hm^2 生长 1 年的盐蒿,能吸取盐土中 72 kg 盐和 64 kg 粗碱。澳大利亚的一种 *ataciplea* 盐生植物亦有吸取土壤盐分的特性,在印度用于改造盐碱地。此外,生物学家应用现代基因工程技术,从抗盐植物中提取抗盐基因,将其转入普通的蔬菜等植物中,已经培养出抗盐西红柿等品种,不仅可改造盐碱地,还把盐碱地作为良田,直接种植出优质的食品。

盐水域生物资源则主要是一些耐盐或嗜盐的浮游节肢动物及菌藻,如盐藻、卤虫、螺旋藻、轮虫、嗜盐菌和嗜碱菌等,其中杜氏藻、卤虫和螺旋藻的开发已在国内外获得成功。(1) 杜氏藻是一种真核藻类,可在 20‰ ~ 390‰ 盐度的盐水中存活,盐度低于 2‰ 则细胞破裂死亡,它的最佳繁殖盐度为 120‰,宜于进行粗放式养殖。杜氏藻体内 β -胡萝卜素(均为干重)可高达 8% ~ 10%,并富含 30% 左右甘油和 30% ~ 40% 蛋白质以及脂肪酸、叶绿素和四烯油等, β -胡萝卜素营养价值高,国外已广泛用于医

药、食品和化妆品中。盐藻在化工、轻工和养殖业中都有应用,是一种重要的经济藻类和新的“农作物”。(2)卤虫是一种广盐性生物,通常在盐度 5%~22% 的卤水中均能生长,从幼体到成虫的生长周期约 2 周,适宜在盐湖或盐田中进行粗放式养殖。卤虫成虫有很高的营养价值,其成虫干重含蛋白质达 57%~60%,脂肪约 18%,有增加鱼虾抗病害、促进生长成熟的作用,是人工海产养殖(特别是对虾幼体)的优质饲料。(3)螺旋藻是一种广盐性生物,在淡水~海水~高盐水中均能生长,可在盐湖或工厂中养殖生产,由于其高效光合作用,产率较高,单位面积生产蛋白质的速度比大豆高 20 倍。螺旋藻对人的营养价值很高,含有丰富而均衡的优质蛋白质、氨基酸、叶绿素、矿物质和胡萝卜素等,还具有抗衰老的作用,1 kg 螺旋藻的营养成分相当于 100 kg 各种蔬菜的营养总和。(4)嗜盐菌是经过长期演化适应了高盐度的微生物,在工业生产中有一定的应用,如嗜碱菌产出的碱性蛋白酶可作洗涤剂添加剂,耐碱菌可用于处理碱法纸浆黑液等。嗜盐菌紫膜是一种比叶绿素简单得多的光合作用膜,对于光能转换与太阳能利用具有重要研究价值。嗜盐菌的特殊基因对于创建抗盐新生物品种等基因工程研究具有重要意义。此外,盐湖生态系统中还有轮虫、蒙古裸腹蚤、罗非鱼、火烈鸟等,均具有重要的科学与实用意义。

美国在 20 世纪 70 年代就已经开始重视盐湖生物开发与研究,政府和企业投入大量开发研究经费,使美国在盐生生物工程及其产品的专利技术与市场竞争方面处于世界领先地位。我国盐生生物资源的开发利用起步较国外晚,从沿海盐池到内陆盐湖,盐卤虫资源获得了充分的利用;有关企业在内蒙古兰泰、甘肃高台湖和新疆中泉子盐湖开展了盐藻利用的生产,螺旋藻已在全国有多处淡水或海水养殖基地,全国年产量在 600 t 以上;嗜盐菌研究与应用也有较大进展。国内盐生生物研究与开发的经费投入不足,产品科技含量低、质量差,总体水平远落后于国外,亟待加强研究与开发的经费投入,以形成一批源头与核心生物工程技术,开发出创新性的、有竞争力的产品。同时应将盐生生物资源纳入国家管理规划,积极推广相关技术,形成有序的、可持续发展的开发态势,推动盐生生物资源的开发。

盐生生物资源的研究与开发,孕育着新型盐水

养殖业和盐碱种植业的诞生,是传统农业活动范围的扩展,可称之为“盐湖农业”^[1]。我国盐湖众多,分布地域广阔,既有世界海拔最高的盐湖,也有海拔 -154 m 的内陆盐湖,水化学类型齐全,具备从高寒缺氧到高温干旱等各种极端环境,盐生生物种类多,基因资源丰富。同时我国人口众多,人均占有耕地面积有限,盐湖生物资源的开发对于干旱—半干旱区经济发展与生存环境的改善具有重要意义。

4 自然环境资源

4.1 卤水太阳池

人们较早就已经发现,自然界中有些深度较大的盐湖(通常大于 15 m 深)淡水补给使表层湖水盐度降低,而深部卤水盐度较高,上下层不能完全均一混合,形成天然盐度梯度。这种盐湖中会出现温度梯度,深层湖水温度较高,储集了大量日光照进来的能量—称为盐湖太阳池效应。西藏盐湖也发现了这种现象,如作者等在错尼湖发现,湖表盐度 1.5%~2.5%,水温 -3℃,最深部约 42.5 m 处盐度达 14%,水温为 12~13℃,中间部位 8℃,中下层达 18℃。

人们根据上述现象建造人工太阳池,使底层水温达到了 70~100℃,以色列、美国、日本等国应用这项技术,用来发电、供暖及盐田化工生产,已达到工业化实用阶段。我国西藏扎布耶盐湖锂资源开发中也应用了这项技术,大大降低了生产成本,使西藏盐湖锂资源的开发获得成功。

我国西部盐湖众多,日照强烈。在盐湖开发中因地制宜地发展和利用太阳池技术,是一项环保型产业,可用于发电、盐田化工生产、供暖、种植—养殖业及畜产品加工等,可弥补西部交通、能源条件较差的缺陷,具有广阔的发展前景。

4.2 特色旅游与医疗

盐湖常被视为死亡之海,是遥远而神秘的。湖水因含有很高的各类离子组分而呈现出美丽的湛蓝色或蓝绿色,湖中碧波荡漾,湖底白云倒映,积盐似雪,湖边常有大片湿地,水草丰美、生机盎然。盐湖或与雪山、草地相辉映,或与戈壁、沙漠相依伴,风景独特,是很好的景观资源。

由于湖水盐度高,比重大,不会游泳的人也可以轻松地漂浮于水面,享受轻于鸿毛、入水不沉的独

特感受。盐湖湖底淤泥也比普通淡水湖淤泥含有更多的盐类物质和微量元素,国外已将盐湖黑泥用于美容护肤品。目前已知氯、硫对人体皮肤具有增白、除脂、杀菌作用,可治疗某些皮肤病;溴、碘、锂等有镇静神经的作用;钾、钠、钙、镁等是人体必需的矿物质。因而卤水漂浮浴、盐湖泥疗等是具有盐湖特色的旅游项目。

此外,原生沉积石盐(粗盐)和母卤沉积石盐、光卤石等,往往含微量元素较高,可作为浴盐之用,也是近年来开发出来的盐类矿物的一种新用途。此外,由于盐地潮湿而不会发热,即使在炎热的夏天,盐地的表面也可以阻止轮胎过热,基于这一特性,盐滩区碾平的盐地,也是火爆速度赛车场的最佳选择,这必将会吸引越来越多的人关注。

国外如以色列死海、美国大盐湖等在盐湖旅游开发上起步很早,我国最近几年也开始出现专门的盐湖旅游项目,如运城盐湖2002年开发了盐水漂浮与黑泥洗浴休闲度假中心和盐文化旅游中心,新疆2003年实施建设具有盐文化和度假休闲文化的盐湖城旅游景区。

5 我国盐湖资源开发

我国西部地区受自然条件制约,社会经济发展相对落后,但这些地区盐湖分布广,数量多,盐湖的矿产、生物、环境等资源丰富,潜在经济价值极大。盐湖资源开发成本低,建设周期较短,可以进行多元化综合性开发,形成盐湖开发产业链,从而走出一条具有地方特色的经济发展之路。盐湖资源的开发不仅可满足国家建设对资源的需求,特别对西部地区经济发展、社会稳定具有重要的意义。

5.1 加强资源勘查和基础性研究和观测,查清可利用资源量及其开采条件

我国西部盐湖资源的勘查程度很低。在西藏高原,大部分盐湖只有零星的水化学分析数据,部分盐湖至今人迹罕至。在青海柴达木盆地,虽然经过了几十年的地质勘查,但各盐湖矿床的勘查程度不同,部分矿床勘查程度低,能够利用的矿产储量及工程地质、水文地质条件不够清楚。新疆盐湖区多数盐湖都没有开展长期观察和系统盐湖科学研究,地质勘查程度也很低。特别是对卤水型矿床(包括地表卤水和潜卤水),无论是勘查理论还是实际勘查程

度,都不能满足对矿床评价的需要。因此,有必要对青藏高原盐湖锂、硼、钾、镁矿床,以及蒙新地区具备开发条件的石盐、天然碱、芒硝、钠硝石等矿床,根据各区盐湖资源的特色优势与市场需求,展开新一轮盐湖资源勘查,尽快查清盐湖资源家底。同时,由于盐湖常为固液矿并存,因受气候和水文地质条件变化,而使固液矿随年份和季节不断变化,也有必要开展相应基础地质、湖面监测和水文、气象观测,建立盐湖野外科学观察站,从而为投资者提供决策依据,为盐湖合理、有序开发提供科学基础数据。

5.2 重视制定盐湖科技和产业化整体规划

盐湖既是一种固液相动态矿产(可谓“活矿”),又是多矿种、共生生物资源的“复合型”资源,必须采取综合调查研究和综合利用、统一开发,才能合理和充分利用盐湖资源。它涉及到地质学、生物学、化学、物理学和工程技术等多学科交叉(盐湖学)和跨部门产业,是一种复杂的系统工程。1963年国家科委成立了直属的“盐湖勘查与综合利用组”,组织地质、勘探工程、化学、化工和采矿等专业和部门,制定了十年规划(1965~1973年),它对我国、特别是青藏高原盐湖事业的发展起了重大推动作用,并培养了大量盐湖专业人才。目前由于我国经济的飞速发展,在柴达木、新疆已出现“盐湖热”,一些有实力企业已开始介入盐湖开发。但由于规划工作滞后,多数盐湖矿区缺乏整体规划,有些盐湖无序开发,如一湖多个厂家开采、就地排放老卤(如察尔汗铁路以东的某些民营企业),无序开发、采富弃贫(如西藏扎仓茶卡)等等。为了促使我国盐湖优势更有效地转化为经济优势,当务之急,亟需强调统一规划,整体开发,重视和加强制定不同层次的全国盐湖中长期科研、产业化规划,省区的总体规划和各个盐湖的开发规划。顺应新形势下的有利契机,将盐湖资源研究与产业化作为一个“西部开发”的重点来抓、将科研—勘查—产业一体化作为一项系统工程通盘规划,克服以往科研与生产“两张皮”的弊病,将会大大促进我国盐湖学与大盐湖产业的飞速发展。

5.3 加强科技投入,大力培养人才,突破开发的技术瓶颈

我国盐湖资源十分丰富,但盐湖矿产资源的开发却停留在低层次的水平上。例如,西藏盐湖硼矿仅开采 B_2O_3 品位28%~30%以上的固体富矿;大

量含 B_2O_3 28% ~ 9% 左右的中等富矿在开采中被废弃,青海柴旦盐湖富硼矿开采完以后,固体贫矿和卤水矿无法开采,约占全国硼资源量 40% 的液体矿提硼技术尚未成功;青海硫酸盐型锂盐湖卤水 Mg/Li 比很高,从中经济有效地提锂是世界性难题,目前对该类型提锂虽有所突破,但离卤水提锂产业化还有相当距离。已经有大量科研基础和多年生产经验的氯化钾生产工艺流程虽然较为成熟,青海盐湖集团已可产优质钾肥,并自行研制出先进采盐船等,但大量民营企业的产品质量较差(含 KCl 仅 80% ~ 85%),综合利用程度和高值化程度与国外仍有相当大差距。出现这些现象的原因是多方面的,科研投入不足、科研成果转化率低和专业人才不足也是根本原因之一。国外盐湖工业化开发有上百年的历史,有雄厚的基础研究和技術积累,而且科研与产业化也十分密切,特别是大企业设有相关的高水平研发机构等,这些经验值得我国借鉴。

我国盐湖生物资源的开发利用更是刚刚起步,技术含量低。盐湖卤虫资源开发局限于捕捞,在卤虫品系改良、卤虫卵高值化产品的开发上还有很大的发展空间。在盐藻、盐菌以及抗盐基因等研究中,美国每年有成千上万的专利,而我国从科研队伍到科研成果,都还处于开创阶段。

总之,亟待加强盐湖科研投入,加快对制约盐湖资源综合利用的重大科技问题的攻关,为资源开发注入后劲。

5.4 注重综合开发,发展大盐湖产业

然而传统的盐湖资源开发仅限于盐类矿产开采利用,并且常常是单一产品的开采。国外盐湖企业十分重视综合利用与产品高值化开发,如美国大盐湖矿物化学品公司产品达 70 余种,而我国盐化工初级产品不足 15 种,差距十分明显。由于产品单一,造成经济效益低、资源浪费严重,尾矿(老卤)处理及资源与环境的保护因此而成为沉重负担,企业规模也得不到有效发展。因此,必须重视多矿种综合利用、高值新产品开发、生物资源与环境资源的综合开发,实现盐湖资源的物尽其用和良性开发,大力发

展大盐湖产业。

5.5 加强管理,采取切实有效措施,走可持续发展之路

我国西部地区自然条件恶劣,生态环境脆弱,国家在推动盐湖资源开发的同时,必须加强监管,注意资源与环境的双重保护,走可持续发展之路。青海察尔汗盐湖、西藏扎仓茶卡盐湖都曾有余家单位同时开采,不合理竞争会造成采富弃贫;对于固、液态共存的盐湖矿床,不科学的开采还会加速液体矿的消亡,缩短盐湖矿床服务寿命,更谈不上综合利用与可持续发展。企业在追求经济效益的同时,还必须注意环境保护,合理利用淡水、排放老卤,积极应用太阳池等绿色环保新技术。例如,青海察尔汗盐湖仅生产 KCl ,兼产小部分 Na ,而该湖还赋存有 $LiCl$ 资源量达 995 万吨和 B_2O_3 达 549 万吨, $MgCl_2$ 达 5.5 亿吨,其潜在价值仅折合 $LiCl$ 、硼砂、水氯镁石计,约达 2 900 亿元以上,较 KCl 资源潜在价值(约 528 亿元)大 5 倍以上。目前察尔汗盐湖每生产 1 t KCl 约排放老卤 40 t,根据目前的 KCl 生产量,每年排放老卤约 5 000 万吨,老卤就地排放会破坏盐湖资源与环境,必须加强老卤排放管理,国家有关部门和科技界也应重视该湖宝贵资源综合利用的立项研究和试验,而企业也应摒弃以往只顾 KCl 生产的“单打一”思路和做法,切实采取措施,下大力气加强大宗氯化镁和锂硼(察尔汗西段别勒滩)的综合利用研究与试验,使察尔汗成为名符其实的“聚宝盆”,也能使企业取得更大效益。

同时应将盐生生物资源纳入国家管理范畴,从资源勘察到开发与管理,制定规范,做到科学、有序的开发,并保护特异盐湖生物基因资源,保护国家长远利益,推动盐生生物资源的开发。参考文献:

- [1] 郑绵平. 论盐湖农业[J]. 地球学报, 1995, 16(4): 404 - 418.
- [2] 郑绵平. 论中国盐湖[J]. 矿床地质, 2001, 20(2): 181 - 189.
- [3] 郑绵平. 论盐湖学[J]. 地球学报, 1999, 20(4): 395 - 401.