

不可抗拒的趋势——从盐湖中提取锂资源

□ 戴自希 李树枝

1997 年随着南美两个大盐湖矿床的投产,使世界传统锂资源的供求型式发生了重大变化,地域上,从以北美供应为主转移到以南美为主,资源来源上,以开采高成本的伟晶岩矿石为主转向从卤水中提取低成本的锂资源。这种变化说明,从盐湖中提取锂资源已成为不可抗拒的趋势。

锂的应用领域在不断扩大

锂是一种最轻的金属,具有极强的电化学反应性,其金属和化合物广泛应用于国民经济

的各个领域。尤其是在陶瓷、玻璃制造业、炼铝业以及合成橡胶、塑料、药品业中,占其总消费量的 70% 以上。在锂电池和核聚变发电领域中,锂的应用潜力会得到快速的发展,有“21 世纪新能源”之称。锂的最新应用领域是用一水氢氧化锂添加到水泥混凝土中,有助于阻止使混凝土过早出现裂纹的硅碱反应。说明锂的应用领域在不断扩大,因而其需求也在相应增加。

80% 锂资源赋存在盐湖卤水中

据美国地调所 1997 年统计报道,全球已查明的锂资源为 1276 万吨,其中储量 200 万吨,储量基础 810 万吨。储量基础较多的国家有智利(140 万吨)、阿根廷、玻利维亚(54 万吨)、美国(41 万吨)、加拿大(36 万吨)、澳大利亚(16 万吨)、刚果(民)(32 万吨)、津巴布韦(2.7 万吨)、纳米比亚、巴西、葡萄牙、俄罗斯和中国等。

锂资源主要赋存在盐湖和花岗伟晶岩型矿床中。其中盐湖卤水中的锂占世界锂储量和储量基础的 66% 和 80% 以上。美国、加拿大、澳大利亚、津巴布韦、纳米比亚、俄罗斯和我国等主要从花岗伟晶岩型矿床中开采锂辉石、透锂长石、锂云母和磷铝锂石等,智利、阿根廷主要从盐湖卤水中提取锂化合物,美国也从盐湖中提取部分锂。

锂盐的开发从硬岩转向盐湖,从北美转向南美

90 年代中期以前开采利用的多是硬岩矿石,以后,由于智利、阿根廷两大盐湖的锂产品投放市场,逐渐取代来自硬岩矿石的锂产品,美国甚至关闭了其北卡罗来纳州的一个伟晶岩锂矿山,而集中开采阿根廷的盐湖。

几十年来,美国一直是世界最大的锂生产国,从北卡罗来纳州的金斯山和贝瑟默矿山开采锂矿石,也在内华达州的“银峰”盐湖提取卤

水锂。80年代初占世界锂生产能力的70%,90年代初也占世界锂产能的47%。但随着智利和阿根廷低成本盐湖锂的开发,已使美国逐渐关闭高成本从硬岩中开采的矿山,1991年已关闭了北卡罗来纳州的金斯矿山,致使其在世界上锂的生产能力大大下降,1996年美国仅占世界锂产能的25%,预计到2000年将下降到只占世界产能的5%。而智利已替代美国,1997年已成为世界最大的碳酸锂生产国,产量达2.2万吨,到2000年,它的产能将占世界29%。阿根廷由于开采其巨大的盐湖锂矿床,已成为新兴的锂生产国,产能将占世界的17%,列居澳大利亚(产能占世界18%)之后,成为世界第三大锂生产国。仅智、阿两国从盐湖中提锂的产能就占世界锂生产能力的46%,可见,盐湖锂的生产已越来越引人注目,与此同时,锂盐的生产中心也已从北美向南美转移。

盐湖锂生产耗能小、成本低廉

从伟晶岩矿床中提取锂需要强能化学回收工艺。采矿之后,把矿石压碾碎,经过浮选生产精矿,把精矿加热到1075~1100℃,其矿物的分子结构发生变化,使之更易与硫酸起反应。把这种精矿与硫酸混合加热到250℃,就形成硫酸盐,加水溶解硫酸盐,过滤分开不溶物,提纯的硫酸锂溶液用苏打粉处理,沉淀出碳酸锂,经干燥,其产品即可投放市场。这种产品由于耗能大,因而其成本较高。而从盐湖卤水中提锂的成本要低于开采硬岩石的成本。原因是从卤水中生产碳酸锂耗能较小。其主要流程是用井泵抽吸卤水,由管道通到一连串衬有地膜的太阳蒸发池浓缩,把盐和钾盐分离,残留的卤水进一步浓缩到约含锂6%(38%LiCl),再用泵抽送到回收碳酸锂工厂,用苏打粉处理,沉淀出碳酸锂。利用太阳能作为主要能源,成本自然降低。

锂市场供过于求,价格趋降

锂市场总体为供过于求,但过去几年锂产

品的市场价格变化并不大。在伦敦市场上,1997年至今碳酸锂价格一直为1.97~2.03美元/磅。然而1997年南美从盐湖提取的碳酸锂进入市场,已使碳酸锂价格趋降。主要从智利阿塔卡马盐湖生产锂盐的南美阿塔卡马盐湖采矿公司(Minsal)为抢占市场的份额,采取了低价战略,1997年底,该公司宣布其碳酸锂价格为0.9美元/磅,大大低于现在的国际市场价格,因而其产品很容易进入各国市场。1997年12月,该公司首次装运碳酸锂到俄罗斯,一家俄公司同意购买Minsal公司全年碳酸锂产量的30%。另据该公司总经理费利佩安格尼塔(Felipe Angnita)说,中国的新疆公司将购买该公司碳酸锂产量的20%。该公司还与美国争夺海外顾客,美国锂化合物主要出口到加拿大、德国、日本和英国,占其总出口量的62%,而1997年出口到这些国家的碳酸锂已减少了40%。Minsal公司之所以敢于以最低的价格闯入供应过剩的市场,进而成为占领世界锂市场的主要生产者,原因是该公司现已成为世界上最低成本的锂生产者。当然该公司的低成本生产除从盐湖提锂本身就从硬岩中提锂的成本要低外,还有一个原因是它是从阿塔卡马盐湖中综合提取一系列商业产品,除碳酸锂外,还提取钾盐、硫酸钾、硼酸等,从卤水提锂的成本已计入提钾成本中,因此其生产成本十分低廉,在市场上具有强烈的竞争力,也说明来自盐湖的锂已是当前锂资源的最重要来源了。

我国盐湖提锂业该启动了

世界上已知重要的含锂盐湖矿床有智利的阿塔卡马、阿根廷的翁布雷穆埃尔托、玻利维亚的乌尤尼、美国的“银峰”、西尔斯和“大盐湖”、中东的“死海”、中国青海柴达木及西藏扎布耶盐湖等。目前正在开发和生产的有智利阿塔卡马、阿根廷翁布雷穆埃尔托、美国“银峰”盐湖等;还未开发的重要盐湖有玻利维亚乌尤尼和中国青海及西藏的盐湖等。

智利阿塔卡马盐湖是一个干盐盆, 含有富矿物的孔隙卤水, 海拔 2300m, 面积 2900Km²。是散布于智利北部、玻利维亚西部和阿根廷西北部的许多盐湖之一。在盐湖的孔隙卤水中富含 Na、K、B、Mg、Li、Cs 和 Rb, 以及氯化物和硫酸盐, 卤水中主要成分的含量为: Na 7.6%、K 1.8%、Li 0.16%、Mg 0.96%、Ca 0.03%、SO₄ 1.78%、Cl 16%、B 0.06%。现正由智利的南美阿塔卡马盐湖采矿公司(Minsal)在进行开发。Minsal 公司开采区平均含 Li 0.34%, 该公司专有开采权的盆地面积 1586Km², 计算到 40m 深度, 其矿物资源有 K 2600 万吨(相当于 5000 万吨 KCl)、Li 180 万吨(相当于 Li₂CO₃ 950 万吨)、硫酸盐 2200 万吨(K₂SO₄ 3900 万吨)和 B 70 万吨(H₃BO₃ 400 万吨)。现估计年产钾盐 30 万吨、碳酸锂 1.8 万吨、硫酸钾 25 万吨和硼酸 1.6 万吨。

阿根廷翁布雷穆埃尔托盐湖, 海拔 4300m, 盐湖卤水中平均含 Li 0.065%, 现由美国福特汽车公司锂分部(FMC)在进行开发。自 1991 年以来, 该公司已投资 6500 万美元, 从卤水中回收锂。由于高海拔的积雪和寒冷, 其日光蒸发量比智利阿塔卡马盐湖少。智利阿塔卡马盐湖区年蒸发量 3300mm, 年平均降雨量仅 10~30mm; 而阿根廷盐湖区, 年蒸发量估计在 2300mm, 由于雪多, 其平均年降水量为 70mm。所以该公司已于 1998 年完成一个专利的吸附工艺来提取锂, 减少了从卤水中提取氯化锂所需的一些步骤, 与其它提锂工艺相比, 降低了生产成本, 计划于 1998 年开始生产氯化锂产品, 预计每年能生产锂盐 9000 吨~18000 吨, 按目前设计的产能, 该盐湖储量至少可持续开采 70 多年。

玻利维亚乌尤尼盐湖位于其西部科迪勒拉山区, 1976 年发现, 面积 900Km², 含锂较高, 达 0.057%, 含 K 1.1%, Mg 0.96%, Na 7.75%, B₂O₃ 0.09% 等。计有碳酸锂储量 550 万吨。美国福特汽车公司(FMC)曾与玻政府就勘探开

发乌尤尼盐湖计划(包括建一座年产 1 万吨碳酸锂工厂)进行多年谈判, 但由于各方所提条件的差距太大而未能达成协议。后来, 美国公司决定放弃开发乌尤尼盐湖, 转向勘查开发阿根廷北部的翁布雷穆埃尔托盐湖。

美国“银峰”盐湖, 位于内华达州, 为一地下湖卤水矿。1961 年发现, 1966 年开始工业开采。面积 52Km²。卤水中 Na、K、Mg、Rb、Cs、Li 含量均较高, 含 K 0.77%~1.06%, Li 0.44%, 锂可采储量 36 万吨, 由美国塞浦路斯福特矿产公司开采, 年产碳酸锂 5700 吨, 也生产氢氧化锂。

中国的青海柴达木盆地盐湖和西藏扎布耶盐湖均待开发。

柴达木盆地盐湖分布于干旱气候的高山深盆中, 由 18 个主要盐湖组成, 卤水中富含 Li、B、K、Mg、Na 等元素。其中卤水中含锂较高的有一里坪湖(含 Li 0.052%)、东台吉乃尔湖(Li 0.02%)、涩聂湖(Li 0.04%)和大柴旦湖(Li 0.018%)等。

西藏扎布耶盐湖, 位于藏北高原南部, 是世界上三个锂资源量超过百万吨级的矿床(其余两个是玻利维亚的乌尤尼和智利的阿塔卡马)之一。海拔 4000m 以上, 是一个无外流的封闭盆地。盐湖分南北两区, 北湖为卤水湖, 面积 98Km², 南湖为半干盐湖, 表卤面积 52Km², 盐滩面积 93Km², 卤水主要分布在东北部, 卤水矿化度甚高, 总含盐量达 33.33%, 含 Na、K、Li、Rb、Cs 和 B, 是一个综合性的盐湖矿床。据水化学分析, 卤水含 Na 10.66%、K 3.83%、Br 0.074%、I 0.0009%、Li 0.066%、Rb 0.007%、Cs 0.003%、B 0.45%

我国丰富的盐湖锂矿床该提到开发的议事日程上了, 把资源优势转化为经济优势, 为西部经济发展注入新的活力, 为 21 世纪高科技的发展提供理想的材料。

(中国地质矿产信息研究院)