

中国盐湖锂资源的可持续开发

马培华* 张彭熹

(青海盐湖研究所 西宁 810008)

摘要 文章介绍了锂在科技、经济发展中日益增长的市场需求,锂盐生产的发展趋势以及中国丰富的盐湖锂资源与开发前景。认为盐湖锂资源的可持续开发应立足于资源综合利用,着眼于锂资源的高值化开发,并就建设盐湖锂盐开发、资源综合利用示范基地和发展锂电池发表了见解。

关键词 盐湖,锂资源,可持续开发,锂电池

锂是最轻的金属,具有高电极电位和高电化学当量,其电化学比能量密度也相当高。锂的这些独特的物理化学性质,决定了它在国民经济中的重要作用。

1 锂的应用领域和需求量正在迅速扩大

锂及其盐类的早期用量较少,仅局限于医药、玻璃、陶瓷和搪瓷工业。50 年代中期,美国原子能委员会急需大量氢氧化锂,锂盐工业获得了高速发展,1955—1960 年产量达 1 万吨。70 年代以来,国外锂的应用领域迅速扩大,不仅在热核、原子能、宇宙探测等尖端技术领域起着重要作用,成为军事工业上具有战略意义的材料之一,在国民经济各部门也获得了广泛的应用。目前,民用工业部门锂的消费主要集中在锂电池、铝电解、玻璃陶瓷、吸收式空调机和润滑脂等领域,全世界年消费量约 10 万吨。

随着信息技术、手持式机械和电动汽车的迅猛发展,对高效能电源的需求急剧增长,锂电池开发成为目前发展最为迅速的领域之一。由于锂离子电池的比能量密度和比功率密度均为镍镉电池的 4 倍以上,近年来,锂离子二次电池以年均 20% 的速度迅速发展。美国最近开发成功的新型聚合物锂离子电池具有体积小、安全可靠的特点,其价格仅为现锂离子电池的 1/5。目前世界各国正在开发质量比能量密度为 180 wh/kg,体积比能量密度为 360wh/L,充放电次数大于 500 次的高能量密度二次锂电池,用于电动汽车。预期在 2000 年以后,用于锂电池的碳酸锂将超过 2 万吨。与此同时,以锂盐作为电解质的熔融碳酸盐燃料电池,可望成为继磷酸盐型燃料电池后的第二代燃料电池,其发展引人注目。

* 青海盐湖研究所常务副所长,研究员

收稿日期:1999 年 3 月 25 日

90 年代以来,国际卫生环保组织决定停止使用氟利昂制冷机,使吸收式制冷机得到快速发展。溴化锂作为制冷剂,在吸收式空调机中的应用也随之迅速扩展。近年来,其用量以 15% 的速度递增,而我国的增长速度还要快得多。

由于在铝电解槽熔盐中加一定量的碳酸锂,可降低熔点 30°C ,提高电流效率 3%,降低电耗 8%—14%,降低氟气排放量 22%—38%,有显著的经济效益和社会效益,从 70 年代开始,锂盐便很快在电解铝工业中得到了应用,使之成为锂产品的主要消费市场之一。

锂基润滑脂具有使用温度范围宽(-30°C — 300°C),稳定性和抗水性能好,稠和剂用量少,使用寿命长等优点,在国外使用相当普遍。主要用于飞机、火车、汽车、冶金设备、机械设备、石化设备及军事技术等方面。美国和欧洲锂基脂的消费量占润滑脂总消费量的 50%—60%。随着汽车工业的迅速发展,我国对锂基润滑脂的消费量也将迅速增长。

玻璃陶瓷一直是锂的重要应用领域,其用量不断增长,目前已超过电解铝领域的用量。

铝锂合金作为未来的航天航空材料特别引人注目。美、英、日、法及前苏联均投入巨资进行研究开发,已实现工业化生产,并被应用于航空和航天飞机制造业。

锂在受控核聚变反应堆中的应用,可能是将来锂的最大应用领域。一座发电量为 10 万千瓦的核聚变反应堆需用锂多达 500 吨—1 000 吨,相当于目前锂消费量的 1/20。1991 年位于英国的欧洲联合核聚变环形装置首次进行了受控核聚变反应。一旦受控核聚变反应堆实现工业化,锂的消费量将成倍增长,使世界锂工业的发展进入一个全新的时代。

21 世纪将是知识经济的时代,科学技术创新将推动世界经济向高质量、高效益的方向迅猛发展。锂及其化合物作为未来的能源材料和高性能合金材料得到越来越广泛的应用,将为新世纪经济的发展注入新的活力。

2 世界锂盐生产迅速转向盐湖提锂

世界上锂盐生产大国主要有美国、智利、加拿大和俄罗斯,总产量每年约 12 万吨,近 10 年以每年 6%—7% 的速度稳步增长。美国锂盐生产主要以锂辉石为原料,用硫酸锂法加工,FMC 和塞浦路斯-福特两大公司的锂盐总产量为 3 万多吨。俄罗斯以锂矿石为原料,年产锂盐(以碳酸锂计)8 000 多吨。由锂矿石(锂辉石、锂云母矿等)加工生产锂盐,因工艺比较成熟,其生产工艺流程未见有重大变革的报道。

自 90 年代开始,南美盐湖提锂工业发展迅速,智利从阿塔卡玛盐湖卤水中用复盐法生产碳酸锂,年产从 1.1 万吨增至 1.8 万吨。采用盐湖卤水生产锂盐使该公司获得了巨大的经济效益,其生产成本下降了一半,每磅碳酸锂 0.45 美分。目前世界主要锂盐生产国美国也将锂盐生产由锂矿石为原料逐步转向盐湖卤水提锂,塞浦路斯-福特公司在内华达州用银峰盐湖卤水,采用碱法生产碳酸锂,年产量 1.4 万多吨。FMC 公司正积极在阿根廷霍蒙热木尔托盐湖开发盐湖提锂的新技术。

目前世界锂盐总产量中的 80% 以上来自盐湖卤水。由于盐湖卤水提锂的生产成本比矿石法大大降低,矿石法生产工艺正在逐渐被淘汰。近来,美国及南美一些国家大举低价向我国出口锂盐,使我国的矿石法锂盐生产处于瘫痪状态。

3 中国丰富的盐湖锂资源和开发前景

根据美国矿物局、内政部矿物局和矿物情报局的统计,世界上已探明的锂资源约1 500万吨,其中盐湖卤水锂资源的储量超过70%以上。最有开发价值的盐湖锂资源为智利阿塔卡玛盐湖,锂的储量为400万吨,卤水中锂含量约1.2克/升,镁/锂比仅6:1。玻利维亚的乌尤尼盐湖锂的储量高达550万吨,可是卤水中锂含量仅约0.25克/升,镁/锂比为20:1。我国是盐湖卤水锂资源大国,盐湖锂资源占全国锂资源总量的80%以上,约占世界盐湖锂资源的1/3,初步估计锂盐的远景储量达数千万吨,主要分布于青藏高原诸盐湖卤水中。柴达木盆地是盐湖卤水锂资源集中的地区,其中以台吉乃尔—一里平盐湖区最为集中,卤水中锂的含量可达0.3—1克/升,储量约500万吨;与东台吉乃尔盐湖毗邻的别列滩区段氯化锂储量高达400万吨,锂的含量也相当高。这些盐湖具有很高的开发价值,在开发盐湖锂资源的同时,还可综合利用大量的钾、镁等资源。

我国盐湖锂资源储量虽大,但镁/锂比值高达40—1 500。国外生产锂盐的盐湖卤水镁/锂比值低,提锂工艺相对简单,迄今尚无从高镁/锂比值盐湖卤水中生产锂盐的先例。因而解决锂资源的高效分离提取技术,是开发我国盐湖锂资源的关键问题。最近,青海盐湖所在攻克高镁/锂比值盐湖卤水中锂资源回收的世界性难题中取得突破性进展,通过技术创新,高选择性、高效地分离出了锂。

我国盐湖的锂资源含量高、储量大,盐田水氯镁纯度高、提取镁的成本低,开发利用价值远高于生产钾肥。盐湖锂、镁资源开发与青海丰富的电力资源、柴达木盆地丰富的天然气资源相结合,更是珠联璧合、相得益彰,具有与世界锂、镁生产强国争雄的得天独厚的条件。

4 建设盐湖锂盐开发和资源综合利用示范基地

盐湖锂资源可持续开发要立足于盐湖资源的综合利用,着眼于锂资源的高值化开发。在努力加快盐湖提锂科技成果产业化进程的基础上,加大技术创新的力度,逐步发展精加工产业和高新技术产业。把资源开发落实到不断增加经济效益,提高经济质量上,这应当成为跨世纪加快盐湖资源开发的侧重点。

为了解决我国盐湖锂盐资源的分离提取和共生资源的综合开发利用,加速产业化进程,有必要在柴达木盆地东台吉乃尔盐湖建设千吨级的盐湖锂盐开发和资源综合利用示范基地。

东台吉乃尔盐湖是一个大型锂矿盐湖,位于台吉乃尔—一里平锂矿型盐湖区东部。涩-格公路距湖区仅有15公里,交通尚属便利。由东台吉乃尔盐湖往西北与西台吉乃尔盐湖相接,往东南又可与别勒滩盐湖相连,具有向东、西方向进一步发展,大规模开发盐湖锂资源的潜力。该湖区自成水文地质单元,对采矿、周边水补给方便易行,有利于采矿和环境保护。台吉乃尔河与乌突美仁河水可用做工业用水。该盐湖距我国第四大天然气田涩北气田10公里,可方便地获得廉价的能源。东台吉乃尔盐湖面积380平方公里,蕴藏着丰富的氯化锂资源,卤水中锂含量为0.4—1.2克/升。同时伴生有三氧化二硼33万吨,氯化钾320万吨,氯化镁1 204万吨。该盐湖卤水体系为典型的硫酸镁亚型,富含锂、硼等元素,与青藏高原许多有开发价值的锂硼盐湖

卤水体系相同,有广泛的代表性,是建设盐湖锂盐开发和资源综合利用示范基地的合适区域。

示范基地的宗旨是以开发盐湖锂资源为龙头,探索从青海盐湖回收锂资源的新方法,回收盐湖硼资源的实用技术,由青海盐湖盐田水氯镁石脱水和制取金属镁的新技术,采用绿色化学原则,对盐湖钾、锂、镁、硼资源进行综合开发利用,做到物尽其用,实现资源的良性开发和环境整治。同时利用基地完整的盐湖资源综合开发技术,在柴达木盆地台吉乃尔盐湖区尽快建设两万吨级锂盐生产基地,为西部地区的经济振兴做出贡献。届时,我国盐湖锂盐生产将以低成本优势在国际锂盐市场占据重要地位。

5 加速发展锂电池

在知识经济时代,锂作为信息、能源金属,是推动信息产业、电动车产业和储能产业发展的关键材料。近年来,锂离子二次电池的快速发展带动了手持式电器,如移动电话、笔记本电脑、电动机械等产业的迅猛发展。大容量二次锂电池的技术进步,可能使汽车产业发生第二次革命,从根本上改变都市空气的污浊状况,使人类进入梦寐以求的电动车时代。熔融碳酸盐锂电池的发展将会使人类更加经济、合理地使用电能。可以预期,锂电池产业将成为知识经济时代的主导产业之一。因而,集中我院的智力优势,加强从锂电池电解质、电极材料和锂电池整体性能的协同攻关,加快产业化进程,将会为我院的知识创新工程增添光彩。

参考文献

- 1 Harben P. and Edwards G. Metamorphosis for lithium. *Industrial Minerals*, 1997, 25.
- 2 Owen J. R. Rechargeable lithium batteries. *Chem. Soc. Rev.*, 1997, 26: 259.
- 3 Anguita F. Set fair for the future. *Phosphorus and Potassium*, 1997, 212: 16.
- 4 员玺. 世界锂工业的回顾与展望. 第九届锂铷铯学术技术交流会, 1995.