

我国钾肥生产发展研究

张建刚

(青海盐湖工业集团股份有限公司青海盐湖钾肥销售公司市场部,青海格尔木816000)

摘要:介绍了国内外的钾肥资源现状,对我国钾肥生产发展和资源进行了分析研究,提出了发展对策。

关键词:钾肥;资源;生产发展;研究

中图分类号:TQ-9;TQ443

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2010)07-0007-04

Study on production & development of potashfertilizer in China

ZHANG Jian-gang

(Qinghai Salt Lake Potash Sales Company, Qinghai Salt Lake Industry Group Stock Ltd. Co., Golmud 816000, China)

Abstract: In this paper, the resource status of potashfertilizer is introduced both at home and abroad. And the production and resource of potashfertilizer in China are analyzed. The development strategy is also suggested.

Key words: potashfertilizer; resource; production & development; research

1 国内外钾肥资源现状

1.1 国外现状

世界钾矿资源丰富,但分布集中。世界钾盐矿石工业类型主要有钾石盐、光卤石、硫酸钾盐、混合钾盐及液态钾矿石5种类型,根据美国地质调查局的统计数据,全球钾矿资源总量达2 500亿t,绝大部分为地下固体钾盐,少部分为含钾卤水,按目前产量,其探明储量(83亿t)静态可保证250年左右,基础储量(180亿t)可保证500年左右。世界钾矿资源主要分布在加拿大、俄罗斯、白俄罗斯、德国和约旦等国,其中加拿大、俄罗斯和白俄罗斯的储量就占90%以上,而加拿大1个国家的储量就占到全球储量的一半以上。全球约有12个主要钾盐生产国,包括加拿大、俄罗斯、白俄罗斯、德国、以色列、美国、约旦、英国、西班牙、中国、巴西、智利等。其中加拿大、俄罗斯、白俄罗斯、德国、以色列5国的钾盐产量占世界总产量的84%以上。

资源分布的集中性决定了全球钾肥资源的垄断性,按国家分布来看,北美集中在加拿大的萨斯克省,中东地区集中在死海附近,俄罗斯的钾矿资源主要集中在乌拉尔的彼尔姆地区,谢尔维尼特也是在其边缘,白俄罗斯集中在索里戈尔斯克附近。加拿大钾盐储量为44亿t,占全球总储量的53%,位居第1位。萨斯喀彻温省钾盐产量占全加拿大总产量的95%以上。Potashcorp(PCS)是世界上最大的钾盐生产企业,该公司拥有加拿大钾盐一半以上的产能,占世界钾盐生产能力的23%。Mosaic公司是加

拿大第二大钾盐生产公司,总部位于美国明尼苏达州普利茅斯市,是一家美国公司,每年钾盐的产量在700万t左右。Agrium是加拿大第三大钾盐生产商,总部位于艾伯塔省的卡尔加里市,每年钾盐的产量约为170万t。

俄罗斯是第二大钾肥生产国,白俄罗斯位居第3。俄罗斯主要有Uralkali和Silvint 2家大的钾肥公司,Belaruskali是白俄罗斯唯一一家经营钾肥的公司,两国钾肥年产量合计为1 870万t,占全球产量的33.6%。欧洲钾肥生产主要是德国的K+S公司,钾肥年产量为730万t。ICL公司是以色列、西班牙及英国共同经营的公司,钾肥年产量为330万t。此外,约旦也是主要的钾肥生产国,APC公司是该国的主要钾肥公司,钾肥年产量为180万t。Intrepid公司是美国经营的钾肥公司,钾肥年产量为120万t。SQM是智利经营的钾肥公司,该公司主要经营无氯钾肥、硫酸钾和硝酸钾,智利的钾肥年产量约为60万t。

1.2 国内现状

我国是一个相对缺钾的国家。截至2009年底,全国7省区共发现钾盐产地37处,钾盐查明资源储量8.65亿t(KCl),比2007年净增2 931万t,增加3.5%。其中基础储量3.64亿t,占42%。另外我国钾资源有其自身的特点:一是我国钾资源以盐湖型钾盐矿床为主,与世界钾盐资源主要是固体钾石盐和光卤石为主相反,除云南勐野井钾盐矿床外,均为盐湖型钾盐矿床。盐湖型钾盐矿床以卤水钾矿为主,固体钾盐少。中国卤水钾矿占总量的98%

以上,固体钾盐仅占2%左右;二是从钾盐资源品质情况来看,我国钾盐品位低,共伴生组分多,卤水钾盐一般含氯化钾质量浓度10~20 g/L,第四纪以前的固体钾盐含氯化钾质量分数5%~10%,钾盐一般与钠盐共生,盐湖钾盐共伴生镁、硼、锂、碘、石盐、芒硝等元素或矿产可供综合利用;三是钾资源分布不均衡且多分布在偏远地区,中国已探明的钾盐资源主要分布在青海和新疆,两省(区)钾盐查明资源储量占全国已查明资源储量的95.5%。青海柴达木盆地的察尔汗盐湖和新疆的罗布泊是我国已发现的2个特大型钾盐矿床,地处边远地区,远离用肥地域,且开发利用的外部条件较差。2002—2009年我国钾盐资源见表1。

表1 2002—2009年我国钾盐查明资源储量变化

		万 t (KCl)	
查明资源储量	其中:基础储量	查明资源储量	其中:基础储量
2002年	86565.10	27543.00	
2003年	86971.30	27323.20	
2004年	87331.80	27683.70	
2005年	88101.93	28891.56	
2006年	88108.23	27314.86	
2007年	83544.50	33752.04	
2008年	86475.43	36367.66	
2009年	86475.43	36400.68	

我国是农业大国,也是化肥生产和消费大国。钾肥生产受到国家的高度重视,改革开放以来,特别是最近十几年,钾肥生产得到了迅速的发展。截至2009年底,全国已利用钾盐矿26处,占用查明资源储量65 324.85万t,占总查明资源量的78.19%;可规划利用矿区11处,查明资源储量16 752.58万t,占总查明资源量的20.05%,我国的可溶性钾盐资源大部分得到开发利用。

另外,我国开发钾盐的矿山企业只有15家,年采钾盐原矿2 324.30万t。由于受资源条件的限制,我国钾资源利用盐湖晶间卤水为主,上规模的氯

(上接第6页)

建议煤制天然气项目建设伊始就要高度重视高峰问题,新建煤制天然气项目必须落实高峰方案。可采用的方案有贮气库建设、LNG、终端用户冷热电联产、化工装置高峰、调峰天然气电厂等。

(4) 试点煤制天然气的温室气体减排工作

煤制天然气项目规模大,二氧化碳排放量大,且均为新上项目,具有较好的二氧化碳捕集、净化和输送基础,国外煤制天然气项目都在开展二氧化碳减排和综合利用工作上具有较好的示范作用。建议国

化钾生产厂主要集中在青海察尔汗地区。青海盐湖工业集团股份有限公司是我国最大的钾肥生产企业,现实际年产量200万t以上,主要开采察尔汗盐湖达布逊区段和别勒滩区段的含钾晶间卤水。国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司是我国最近建成又一大型钾盐生产企业,2006年新疆罗布泊钾肥基地年产120万t钾肥项目开工建设,2008年底建成投产,目前已形成130万t/a硫酸钾生产能力。2002—2009年我国氯化钾产能及产量见表2。

表2 2002—2009年我国氯化钾产能产量表

		产能/产量	
		万 t·a ⁻¹	万 t
2002年	83.0	64.3	
2003年	133.0	101.2	
2004年	257.0	207.0	
2005年	300.0	280.0	
2006年	346.8	310.0	
2007年	330.8	295.0	
2008年	340.8	320.0	
2009年	350.8	363.0	

2 我国钾肥资源优势分析

2.1 优势方面

(1) 得天独厚的资源条件

我国的钾资源主要分布在青海、新疆等西部地区,其中大部分分布在享有“聚宝盆”之称的柴达木盆地中南部,察尔汗盐湖。察尔汗盐湖东西长168 km,南北宽20~40 km,总面积5 856 km²,是我国最大的可溶性钾镁盐矿床,也是世界上有名的内陆盐湖。它辐射能量大,空气含氧低,自然环境非常恶劣,但对盐田生产却又提供了得天独厚的自然条件。察尔汗盐湖属近代沉淀氯化物型矿产矿床依地质特征自东向西分为霍布逊、察尔汗、达布逊、别勒滩4个连续区段,除盐湖集团的察尔汗盐湖外,还有东、西台吉乃尔湖等小型盐湖。我国重要的3个钾盐资源现主要为青海盐湖工业集团有限公司、国投新疆

家在核准煤制天然气项目的同时,出台相应的经济政策,积极推动企业进行大规模二氧化碳的捕集和综合利用,并出面协调各利益方的关系。

参考文献

- [1] 中国石油石化产业经济研究报告2009[R].北京:石油石化出版社,2009.
- [2] 霍小丽.国外天然气定价机制及对我国的启示[J].中国物价,2008(1):46-48.
- [3] Statistical Review of World Energy 2009[EB/OL].http://www.bp.com/.

表3 我国3家主要钾肥生产企业的基本情况

公司名称	钾盐资源供给情况	钾肥生产装置建设情况
青海盐湖工业集团有限公司	公司所在地青海省格尔木市,察尔汗盐湖是我国最大的可溶性钾镁盐矿床,总面积达5 800多km ² ,各种盐的总储量达600多亿t,氯化钾储量为1.45亿t,占全国已探明储量的97%,为世界第二大盐湖	投资百余亿元的综合项目一期工程于2009年完成,二期工程已全面启动。公司目标2010年资产达300亿元,销售收入达150亿元。盐湖钾矿固液转化技术实现突破后,公司钾肥产能达到300万t/a,其中30万t/a为大颗粒氯化钾
国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司	罗布泊地区罗北凹地是以卤水钾矿为主的大型至超大型综合性盐类矿床,卤水钾盐资源孔隙度储量达2.99亿t,给水度储量达1.29亿t	产能120万t/a钾肥项目已于2008年11月11日正式投料试车,并于当年11月18日生产出合格产品。二期年产180万t钾肥项目正在规划实施,项目总投资达48亿元。2015年前该公司将发展到300万t/a钾肥生产能力,成为全球最大的钾肥生产基地之一
青海中信国安科技发展有限公司	西台吉乃尔盐湖是青海省两大极具开发价值的“富湖”之一,为硫酸镁亚型盐湖。盐湖的主要成分除钾外,还富含锂、硼、镁等重要元素。其液体储量氯化钾2 600万t,氯化镁18 597万t和氯化钠24 590万t,潜在经济价值达1 700亿元	公司盐湖开发项目建设计划用8~10年时间,分2期实施。一期工程投资10亿元,建设期为2.5年,设计生产能力为30万t/a硫酸钾镁肥。二期工程投资12亿元,建设周期为3年,设计生产能力为70万t/a硫酸钾镁肥。整个项目建成后,可达到100万t/a硫酸钾镁肥的生产能力

罗布泊钾盐有限责任公司和青海中信国安科技发展有限公司3家公司所拥有。见表3。

(2) 农业对钾肥的需求逐年增加

钾肥是一种很重要的农用肥料,在维持植物生命的几乎所有过程中必不可少。钾肥还能增强作物的抗虫害、抗冻害和抗不良土壤环境的能力。

我国钾肥需求逐年增加的主要原因是中国农村人口不断减少,城镇人口不断增长,同时伴随的也是一个农业用地不断城市化的过程,中国的种植面积在不断减少,这导致了单位农业用地的产量必须提高,这一要求刺激了包括钾肥在内的化肥需求量的上升。

我国是农业大国,对钾肥的需求在逐年增加,为了摆脱进口,我国钾肥企业的生产发展进入加速时期。我国钾肥生产从1990年到2009年的年均增长率达到31.5%;进口量平稳增长,1996—2008年年均增长率为7.6%。由于2009年进口量急剧下降,从1996年到2009年计算,年均增长率下降到1.7%;出口量呈逐年下降趋势,2009年出口量仅为39.5万t。

为了减少对进口的依赖,在未来几年我国将大力扶持国内钾肥生产企业的发展,目前已将罗布泊钾盐和青海柴达木盆地确定为国内两大钾肥生产基地。西部大开发步伐的加快也将促进我国钾肥生产能力的提高。钾肥行业发展空间巨大,企业将进入加速发展时期。

(3) 由于地处西部地区,受惠于西部大开发的优惠政策

随着中央西部大开发战略的制定与实施,我国

的察尔汗盐湖以其丰富的钾资源和潜在的开发价值愈来愈受到国家有关部委和青海省政府的高度重视。特别是盐湖集团经过50多年的发展,在积累了大量而丰富的实践经验的基础上,已成为盐湖开发的中坚力量,也将肩负着更加艰巨的历史重任。“十一五”期间,盐湖集团紧紧抓住西部大开发的有利时机,立足资源和技术优势,以发展国产氯化钾高科技产业化道路为出发点,不断加快盐湖资源的综合开发利用,努力做大做强。

2.2 劣势方面

(1) 由于国内钾肥资源的短缺,造成我国钾肥供应来源依旧有限

我国是钾肥消耗和进口依赖最大的国家之一,钾肥消耗量约占世界消耗总量的20%。国内钾肥供应主要来自3个部分:一是国产。国内自供能力较小,1990年仅为3.7万t,2009年达到了363万t,比2008年同期增长20%,可满足国内约30%的钾肥供应。二是进口。国内供应不足的部分均依靠进口,2009年的进口量约为198.33万t,现在我国已成为世界第二大钾肥进口国。三是国外新建厂供给。国内企业在国外有钾盐资源的国家和地区建厂,近几年显现出逐渐增长的势头,其新增能力将主要体现在加拿大、老挝、泰国、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦等国家。2008年12月19日,老挝万象产能5万t/a钾盐项目正式开工,中长期目标是建设百万吨级的钾肥项目。2010年在乌兹别克斯坦有可能建成30万t/a装置的生产能力,但当年估计很难有钾肥产品直接供应国内。

(2) 长期的进口钾肥,给我国钾肥生产企业带

来了极大的冲击和贸易风险

中国科学院的相关文章指出,从长远来看,我国钾肥消费的增长趋势在未来几十年将保持下去,预计到2010年将达到1 000万t以上,约占世界总产量的1/4,市场金额将超过14亿美元。如果我国大量的钾肥供应依然来自于国际市场,我国将承担巨大的贸易风险。一旦出现大的价格波动或极端事件,将给我国农业发展带来严重影响。同时如果这样巨大的钾肥市场都让给外国,对我国经济发展本身就是一种损失。

(3)钾肥产品的外运主要依靠铁路,使得运输成为制约企业发展的瓶颈

众所周知,我国上规模的钾肥生产企业,几乎都集中分布于自然环境条件复杂、山多、沙漠范围大、气候干燥、各项基础设施相对落后的地区。由于没有迅速、安全的运输条件,企业不能给用户提供的服务,没有运输的支持,企业无法将获取的订单及时转变为商品,并及时配送给用户。在网络经济时代的今天,订单是现代企业运作的驱动力,要执行订单,最重要的一个流程就是现代物流。铁路运输问题解决不好,生产出来的钾肥就是库存,根本运不出去,不仅丧失了产品利润,而且还给企业带来极大的被动,严重制约着企业的进一步发展。

3 发展对策

我国是一个钾资源匮乏的国家,资源保证程度小于30%,钾肥自给率不足30%。2009年我国生产钾肥363万t(折纯,下同),进口198.33万t,自给率达到47%左右,但这主要是需求受价格抑制造成的,不能完全反映农业对钾肥的需求实际。今后一个时期我国缺钾的局面仍将存在,仍需要通过进口来弥补国内的短缺。我国找钾前景十分广阔,据专家预测,我国8个含盐盆地中钾盐资源的预测量超过300亿t。2008年由国土资源部发布的《全国地质勘查规划》中明确在2010年预期查明2亿t(折算KCl)资源量,未来我国钾资源保障程度将会提高。近年来我国钾盐项目建设明显加快,资源利用率明显提高,利用国外钾盐资源在老挝取得突破,部分项目已开工建设,在国务院发布的《石化产业调整和振兴规划》中明确提出到2011年我国钾肥(折纯)生产能力要达到400万t/a,未来我国钾肥的自给率将提高。这也为加快国内钾盐资源开发提供了契机,并成为中国破解钾肥困局的长期战略。

由于中国缺钾土壤面积不断扩大,农业部门已

认识到缺钾的严重性,已在全国推广“补钾工程”,钾肥需求量快速增长,给钾肥产业发展提供了良好的机遇。另外,随着中国农业及世界生物燃料的发展,中国农作物种植结构将发生较大变化。根据我国“十一五”规划目标,中国钾盐供应能力2010年估计可达350万t/a以上(加国外建厂部分),2015年和2020年有望达到500万t/a和680万t/a。根据中国石油和化学工业协会预测,2010年中国钾盐总需求量将达到930万t,缺口总量为580万t。2020年中国钾盐总需求量为1 300万t,缺口总量为620万t。即中国未来10多年钾盐进口有望保持在600万t左右。2020年中国将形成国内生产、国外建厂及进口三大供应体系。通过以上的情况可以看出,我国的钾肥生产发展还需采取如下对策。

3.1 加大国内钾肥企业生产力度

近年来我国加大了对钾矿资源的勘探开发力度,启动了数个50万t/a以上的大型钾肥建设项目。继青海盐湖钾肥、新疆罗布泊等百万吨钾肥基地后,目前在建和规划中的钾肥项目还有新疆罗布泊二期170万t/a硫酸钾(若加上10万t/a实验装置总计为180万t/a)、青海盐湖工业集团有限公司100万t/a氯化钾、青海中信国安科技发展有限公司100万t/a硫酸钾镁肥、四川鸿丰钾肥有限公司100万t/a氯化钾、亚泰集团50万t/a钾镁肥、青海滨地钾肥有限公司78万t/a钾镁肥等,累计钾肥年产能达到800万t/a。

3.2 加速国内钾肥资源开发进程

由北京鸿丰投资股份有限公司和中石油四川华油集团有限责任公司出资组建的邛崃市鸿丰钾肥有限责任公司,目前该公司正在开发位于邛崃市道佐乡的迄今为止在四川发现的最大的钾盐矿,据保守估计,该钾盐矿储量在1亿t左右,而国内最大的盐湖含钾量为1.45亿t。根据已有的勘探资料表明,这个钾盐矿可开采100年。整个项目投资在100亿元左右,项目分为3期完成,一期工程占地182亩(1亩=666.7m²),拟投资3亿~5亿元,建设3万~5万t/a优质氯化钾及附属产品项目,年产值约2亿元;二期工程将在一期的基础上再扩大300亩,投资7亿~10亿元,建设20万t/a优质氯化钾及附属产品项目;三期工程拟投资80亿~100亿元,建设100万t/a优质氯化钾及附属产品项目,计划在2015年完成整个工程建设。届时,鸿丰钾肥公司年产值将超过100亿元,同时也使邛崃市成为西南地区最大的氯化钾和钾盐生产基地。

(下转第12页)

反应平衡常数巨大,如,227℃时, $k_p = 3.8292 \times 10^{23}$,也就说甘油基本上可以完全转化为气态产物,这一点在实验过程中也得到验证。热力学研究结果也表明,对于不同条件下的重整以及为获得不同目的产物,所需的反应最佳条件也有所差别。Adhikari等^[6]对甘油蒸汽重整制氢的热力学研究结果表明,甘油蒸汽重整制氢的最佳反应条件是反应温度高于627℃,水/甘油的摩尔比为9:1,在该反应条件下,副产甲烷最少,副反应受热力学抑制。Wang等^[7]补充了甘油蒸汽重整制备合成气热力学最佳条件:温度高于762℃、水/甘油摩尔比为2~3、压力在2.0~5.0 MPa时,比较适合生成合成气,但是此时生成的合成气中氢气含量较低,因而需要补充部分氢气或进行脱碳后,才能用来进行FT合成。

2 甘油蒸汽重整

蒸汽重整制氢气是化学工业中最普遍使用的方法,在这个过程中,反应物在催化剂存在下转变成 H_2 、CO、 CO_2 等产物。甘油蒸汽重整(SR)一般在400~600℃、常压下进行,整个反应过程需要的动力能耗较低,最近几年得到较为广泛的研究。Dupont等^[8]开发的甘油转化为富氢气体的工艺技术就是甘油蒸汽重整方法。马新宾等^[9]申请了以生产生物柴油的副产物甘油蒸汽重整制氢气的方法。甘油重整的催化剂是该反应能否实现的关键因素,因此,目前的研究热点是甘油蒸汽重整的催化剂研究,主要活性组分有铂、钨、铈、镍、铈等过渡金属,其中铂金最好,其反应条件相对温和,400℃时仍然表现出高活性。Zhang等^[10]制备了Ir/CeO₂、Co/CeO₂和Ni/CeO₂等催化剂用于甘油蒸汽重整,在这些催化剂催化下,甘油完全转化需要的温度分别是400、425、450℃。Hirai等^[11]制备的Ru/Y₂O₃催化剂,甘油完全转化需要的温度是600℃,H₂的选择性在90%以上。Adhikari等^[12]制备的Ni/Al₂O₃和Rh/CeO₂/Al₂O₃催化剂具有良好的催化性能,甘油的转

化率和氢气选择性都很好,并且发现随着水/甘油摩尔比的增加,H₂的选择性和甘油的转化率升高。在水/甘油摩尔比=9:1、900℃、进料0.15 mL/min下,Ni/Al₂O₃的氢气选择性约为80%,Rh/CeO₂/Al₂O₃的氢气选择性约为71%。后来,Adhikari等^[13]又制备了一些其他载体的镍系催化剂,相对于Ni/MgO和Ni/TiO₂而言,Ni/CeO₂是性能较好的甘油重整催化剂,在最佳工艺条件:水/甘油摩尔比=12:1、600℃、进料0.15 mL/min、Ni/CeO₂催化下,氢气的最大选择性约为74.7%,而Ni/TiO₂催化剂的氢气选择性只有28.3%。Czernik等^[14]直接使用商业的镍基重整催化剂重整甘油,也表现出一定的活性。Iriando等^[15]研究了助催化剂对镍系列催化剂的影响,当加入Ce、Mg、Zr和La等助剂后,氢气的选择性显著提高。尽管目前报道的部分非贵金属催化剂具有优良的催化性能,但是该类催化剂比较容易失活,因而解决非贵金属催化剂寿命或稳定性问题是该类催化剂应用的前提和基础。最近Cui等^[16]发现La_{0.3}Ce_{0.7}NiO₃氧化物具有活性高、稳定性好、结碳少等优点,其催化效率基本上接近贵金属铂系列催化剂,而且该催化剂经过10 h的连续测试,其结构没有发生改变,催化活性基本稳定。如果该类催化剂能够在工业中应用,将显著降低甘油重整制氢的成本。

3 甘油水相重整

相对于甘油蒸汽重整而言,甘油水相重整具有较温和的反应温度(100~300℃),但是需要的压力较高,一般在1.5 MPa以上。不过,甘油水相重整制氢具有一些显著的优势:①该过程反应物都是液态,不需要气化甘油,因而比较节省能耗;②在该反应温度和压力条件下,比较利于水气变换(WGS)反应,因而能在一个反应器生成的产品中CO含量低(300 μL/L),产品气中主要是H₂和CO₂,比较容易制得纯氢;③该反应过程的压力一般在1.5~5.0 MPa,

(上接第10页)

3.3 加快国外寻矿与投资步伐

加快海外寻找钾资源的步伐,通过与国外的投资合作,增加国内钾肥供应量和产量。目前在老挝投资的4家中国企业中,3家产能分别为5万、10万、12万t/a的试验工程已开工建设,最终将形成600万t/a的钾肥产能。其中老挝嘉西钾盐公司2009年4月9日刚刚获得一期产能100万t/a采矿

证,随后将分3期建设300万t/a项目,将于2017年全部建成投产。加上其他企业在境外建设的钾肥项目,累计产能将达800万t/a,这些项目将在10年内建成。届时,中国境内钾肥年供给量将达到1250万t左右。到2017年,我国的钾肥将实现自给。2019年前后,国内外累计2000万t/a左右的产能完全释放后,我国将成为全球钾肥主要出口国。■