

泰国钾盐资源及其开发前景

黎明明^{1,2}, 郑绵平^{1,2*}, 王晨光², 丁涛^{1,2}, 李强³, 杜少荣²

1. 中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院, 北京 100083

2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 自然资源部盐湖资源与环境重点实验室, 北京 100037

3. 国际石油集团有限公司, 泰国曼谷 10310

摘要 钾是农作物生长所必需的三大营养元素之一。通过分析泰国钾盐资源禀赋、地理、基础设施等, 认为泰国具备较快规划发展为亚洲大型钾盐基地的物质条件。老挝钾盐资源开发的成功, 也证明具有相同资源类型的泰国钾盐资源具备开发的可行性。随着“一带一路”倡议深入开展, 泰国新矿产法的颁布、国际石油集团等公司的开发, 展现出建立泰国-老挝亚洲钾盐战略基地的前景。建议相关国家和企业及早谋划建立泰国-老挝亚洲大型钾盐基地, 为亚洲建立大型钾盐战略基地。

关键词 泰国; 钾盐资源; “一带一路”倡议

钾是农作物生长所必需的三大营养元素(氮、磷、钾)之一。植物体内钾含量一般占其总干质量的0.2%~4.1%, 仅次于氮^[1], 农作物对钾有较高的需求量。钾在农作物的整个生长发育周期中有着极其重要的作用, 能否有足够钾供给, 直接影响着农作物收成。地表土壤中, 全钾含量一般在0.1%~3.0%, 但其主体(90%左右)以不易被植物吸收的非水溶性钾(矿物钾)形式存在^[2]。钾肥是提高农业产量必不可少的一种农业肥料。

钾肥主要有氯化钾、硫酸钾和钾镁复合肥3种, 钾盐是生产钾肥的矿物原料。世界钾盐产量的

93%左右是由化肥工业消耗的^[3], 其余部分被其他行业用作化学原料及化学制品料。联合国经济和社会事务人口司预测2020年亚洲人口可达46.41亿, 占全球总人口的59.54%^[4]。联合国粮农组织2019年统计年鉴数据显示, 2017年全球耕地面积有14.24亿hm², 亚洲耕地面积有6.4亿hm², 印度和中国是世界耕地面积第1和第3的国家。亚洲耕地面积总量虽多, 但亚洲人均耕地占有量仅为0.14hm², 而全球人均耕地占有量为0.19hm²。2017年全球钾肥使用3763.6万t(K₂O), 亚洲钾肥使用1940.2万t(K₂O), 占全球需求量的51.55%。中国

收稿日期: 2020-04-02; 修回日期: 2020-05-11

基金项目: 国家自然科学基金-青海联合基金重点项目(U1407207); 中国地质调查局地质调查项目(DD20201115)

作者简介: 黎明明, 博士研究生, 研究方向为第四纪地质学、盐类矿床地质学, 电子信箱: testlmm@126.com; 郑绵平(通信作者), 中国工程院院士, 研究员, 研究方向为盐湖学与盐类矿床地质学, 电子信箱: zhengmp2010@126.com

引用格式: 黎明明, 郑绵平, 王晨光, 等. 泰国钾盐资源及其开发前景[J]. 科技导报, 2021, 39(9): 114-121; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.

2021.09.014

钾肥使用 1076.2 万 t(K_2O), 印度钾肥使用 278 万 t(K_2O), 泰国钾肥使用 56.9 万 t(K_2O)。对比全球各大洲, 亚洲是钾肥使用量最高的地区, 而且是最大的农产品和食品净进口地区^[5]。2017 年世界钾盐生产前 3 的国家分为加拿大、俄罗斯和白俄罗斯, 3 国共生产 2660 万 t(K_2O), 占全球年产量的 64.25%。亚洲国家只有中国和以色列分别生产 551 万、200 万 t(K_2O), 其他国家产量极少^[9]。民以食为天, 食以粮为先, 农业安全对亚洲各国的重要性不言而喻, 然而亚洲各国钾盐长期依赖域外进口。钾盐的高需求量和低生产量是亚洲相关国家必须解决的一个突出矛盾。

泰国位于亚洲中南半岛中南部, 东南临泰国湾(太平洋), 西南濒安达曼海(印度洋), 处在中国-东盟的中间枢纽位置。泰国在地缘政治上位于东盟地区的核心地带, 是东盟各国中第二大经济体, 中国是泰国的第一大贸易伙伴。泰国政府积极参与中国的“一带一路”建设, 是“一带一路”倡议的重要节点。泰国具有丰富的钾盐资源和健全的矿业投资环境, 梳理泰国钾盐资源分布及其开发前景, 不仅可以对中国钾盐产业的全球布局提供参考, 也可以对亚洲农业发展和亚洲钾盐基地建设提供信息。

1 泰国钾盐资源分布

泰国-老挝中生代钾盐巨型成矿带, 是亚洲乃至全世界钾盐资源最丰富的地区之一, 其主体分布在泰国。泰国钾盐预测 KCl 资源量就达 430 亿 t 以上, 老挝钾盐预测 KCl 资源量达 140 亿 t 以上^[6-7]。钾盐资源以光卤石为主, 局部钾石盐发育。

泰国钾盐资源分布于东北部的呵叻高原, 面积约 170000 km²。普潘隆起将其分成南北 2 个盆地: 北部沙空那空盆地, 其钾盐层分布面积约 9800 km²; 南部呵叻盆地, 其钾盐层面积约 15100 km²^[8-9]。呵叻盆地内有邦内那隆、孔敬、暖颂及亚索顿等钾盐矿床, 沙空那空盆地内有乌隆、廊开、哇仑农汉等钾盐矿床^[7]。沙空那空盆地部分处于老挝境内。

2 泰国钾盐地质背景

2.1 区域地质

呵叻高原位于东特提斯构造域印支地块之上, 与兰坪-思茅盆地钾盐矿同处于藏滇印支褶皱系, 受控于哀牢山和澜沧江两大断裂带内, 成矿地质背景及成盐演化相似。呵叻高原其南、西、北东 3 面分别被北柬埔寨、南乌江和湄公河断裂控制, 构成一个独特的、长期较稳定的、持续下降的拗陷。高原中部普潘隆起将高原分为 2 个盆地, 北面为沙空那空盆地, 南面为呵叻盆地^[8,10-11](图 1^[8,10])。

呵叻高原主要出露中生代地层, 广泛发育红色碎屑岩建造(图 2^[8])。本区中生代地层全区可对比, 地层厚度在空间存在一定的差异。白垩纪地层为普东组、普维汉组、少夸组、普潘组、呵葛组、马哈萨拉堪组、普陀组。马哈萨拉堪组在老挝万象盆地称为塔贡组, 在老挝甘蒙地区称为农波组, 目前被认为是呵叻高原内唯一的含钾地层。第四系在盆地内部分布广泛, 厚度数米到大于 50 m^[12]。

白垩纪前期, 呵叻高原内部构造简单, 普潘隆起还未发育, 在后期燕山运动影响下, 普潘隆起快速隆升, 将呵叻高原分割为北部的沙空那空盆地和南部的呵叻盆地。燕山运动致呵叻高原周缘隆起, 盆地中心则相对沉降, 原有的瀉湖条件或边缘海环境受到影响, 使拗陷内沿大断裂分布方向形成了一系列的凹陷和水下隆起, 严格地制约着本区中晚白垩世的盐盆展布。在白垩纪高温干旱环境中, 呵叻高原前期海侵的水体开始蒸发浓缩, 沉积了马哈萨拉堪组下段的蒸发岩矿物, 主要包括硬石膏、石盐、和钾镁盐以及最后阶段的溢晶石等矿物, 在钾镁盐沉积阶段, 盆地构造较稳定。钾镁盐沉积后期, 构造运动有所活跃, 盆地开始接受红色碎屑岩沉积, 将钾镁盐覆盖。第一沉积旋回完成后, 海侵再次开始进入高原盆地内, 发育其上沉积旋回。呵叻高原厚层的蒸发岩是多次海侵后, 逐渐蒸发浓缩的结果。白垩纪以后, 本区盐类沉积基本结束, 盆地边缘地区沉积地层也基本停止发育^[8,12-15]。

2.2 矿床地质

泰国钾盐矿床类型为陆源碎屑-化学岩型, 目



图1 泰国呵叻高原位置及构造纲要



图2 呵叻高原地质简图

前马哈萨拉堪组被认为是唯一的矿床赋存地层。钾盐成盐时代存在争议,不同研究方法(孢粉定年、同位素定年、古地磁定年)得出的年龄存在重叠和差距,主体为早白垩世晚期-晚白垩世^[12]。

马哈萨拉堪组为一套紫红色碎屑岩系和蒸发岩类构成,地层厚度平均250 m,最厚可达1100 m。膏盐层与陆源碎屑岩组成3个明显的蒸发岩沉积旋回,可分为上、中、下3个盐段,盐段之间呈整合接触。单一旋回的沉积层序为:石盐-硬石膏-碎屑岩(图3^[12-13])。矿物组成可大致分为:盐类矿物和碎屑矿物两大类。盐类矿物主要有光卤石、钾石

盐、水氯镁石、溢晶石、石盐,偶见方硼石、白硼钙石、硬石膏、石膏;碎屑矿物相对简单,主要是一些铁泥质、白云石和少量的菱镁矿、极少量的黑色有机质等,其含量多在1%以下^[18-13]。

上段分布最不稳定,厚度也相对较小,呈透镜体状产出,主要分布于盆地中部,盆地边缘仅见含盐泥岩层和硬石膏层;中段较上盐层分布较稳定,呈盆地中部较厚而边缘较薄的似层状;下段分布最为稳定,厚度也最大。盐岩层的这种分布特征与沉积盆地的成长、萎缩演化大体相一致。钾盐主矿层产于下段中上部,多属单层结构类型,部分地段在钾盐矿层的顶部或中部夹一层或数层石盐岩,有时在钾盐矿层的顶部形成钾镁盐矿与石盐岩薄层互层,单层厚0.5~4 m。钾盐矿层埋藏浅,沙空那空盆地矿层埋藏在地下100~350 m内,呵叻盆地矿层埋藏在地下100~600 m内(图4^[8])。矿石类型简单,以光卤石矿石为主,含量最高在90%以上;其次为钾石盐矿石;局部地段夹水氯镁石光卤矿石、溢晶石光卤石矿石、含光卤石钾石盐等类型^[8]。

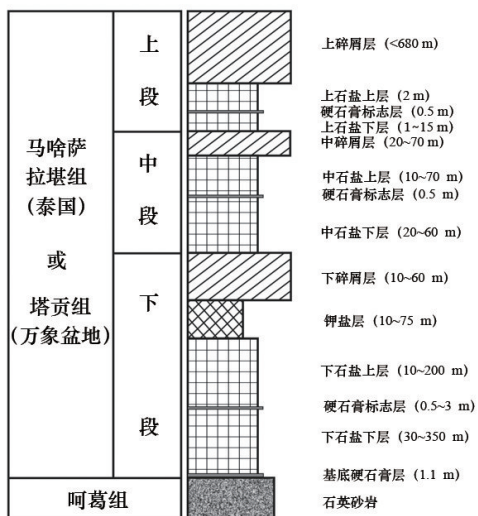


图3 马哈萨拉堪组岩性柱状图

3 泰国钾盐开发现状

3.1 开发历史

20世纪50年代泰国地质学家在该地区寻找地下饮用水时,在岩心中发现了厚岩盐;20世纪70年

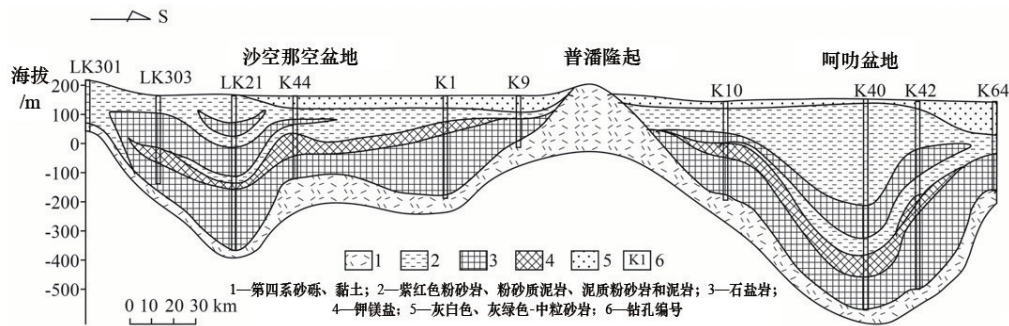


图4 呵叻高原含盐岩系剖面

代分析岩盐中溴值变化规律,在乌隆他尼部署了第1口探钾井,于250 m深处首次发现钾盐和巨厚含钾岩层,随后在距乌隆他尼以北50 km处,泰国与老挝边境附近的廊升也在相同层位上发现了巨厚钾盐和含钾岩层。至1982年,泰国相继完成了覆盖呵叻盆地和沙空那空盆地(泰国境内)的118个调查钻孔,证实了两个盆地赋存着厚大的钾盐矿床。泰国政府为加速钾盐矿产勘查与开发于20世纪70年代末颁布法令,准许在泰国东北部3块特许区内实行对外竞标招商开发矿业。20世纪80年代初法国利用国际银行贷款试作水采试验,后遭水淹而停止。美国曾计划在此开采,鉴于高原缺水以及以光卤石为主的钾矿石开采困难,进展不大^[16-21]。

目前泰国钾盐资源预测KCl资源量达430亿t以上^[6-7]。呵叻盆地内现已圈定出6个矿(相当于独立矿床):中部南丘克矿段、东部亚索顿矿段、北部孔敬西矿段、东北部加拉信矿段、西部邦内那隆矿段、西南部暖颂矿段。沙空那空盆地内现已圈定出3个矿段:中部哇伦-农汉矿段、西北部廊开矿段和西南部的乌隆矿段^[19]。泰国工业部最早勘查的矿床有乌隆矿床和邦内那隆矿床,近些年在其他地方也陆续开展钾盐项目。

3.2 典型项目及现状

乌隆矿床位于沙空那空盆地,行政隶属于乌隆府乌隆直辖县。该矿由泰国、加拿大合资组建的亚太钾盐有限公司承担开发建设。加拿大占62.5%股份,泰国占37.5%^[17-18]。1984年亚太钾盐有限公司与泰国政府签署了以勘探、开发和销售钾盐岩型商业矿床为目标的乌隆钾盐特许协议。最初的钾

肥开采权占地2330 km²,之后1993年开始一项更广泛的勘探计划,在泰国东北部乌登塔尼省发现并圈定了2个相邻的钾盐型钾盐矿床分别被称为南乌隆和北乌隆。这2个矿床被认为是世界上少有的高品位钾盐矿床。1993—1998年,亚太钾盐有限公司开展了一项勘探和资源圈定计划,其中包括钻探169个钻孔和500 km的二维地震,地质建模、地层和构造解释由符合加拿大NI43-101标准的技术人员在内部进行。随后进行了3项可行性研究,并申请了南乌隆的采矿许可证。亚太钾盐有限公司于2006年被意泰工程公司(ITD)收购。2011年,亚太钾盐有限公司委托进行了南乌隆钾盐矿床的银行可行性研究,钾盐的探明和可能可采储量为108.48 Mt,平均矿石品位为23.62%(K₂O)。南乌隆矿床钾盐项目将位于乌隆东南约15 km处。采矿权面积为42.3 km²。矿山设计年限为21年,计划年产量为200万t KCl产品。2013年,亚太钾盐有限公司对北乌隆矿床进行了加拿大NI43-101标准的资源研究,资源估算研究概述了推断、指示和测量的钾盐资源量为558.2 Mt,平均品位为17.8%(K₂O),相当于157.25 Mt KCl。光卤石矿资源量为616.53 Mt, K₂O含量为12.55%,相当于122.5 Mt KCl^[22]。意泰工程公司(ITD)由于债权问题,目前并未取得采矿权,开发进展受阻。

邦内那隆矿床位于呵叻盆地,行政隶属猜也蓬府那隆县。1989年3月,泰国经济部批准开发邦内那隆钾盐矿。1991年,东盟6国文莱、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、新加坡和泰国签署了亚洲钾盐开发项目(泰国)合资协议。在此协议下,东盟6国

组建东盟钾盐矿业公司,其中泰国占71%的股份,马来西亚、印尼各占13%,新加坡、菲律宾、文莱各占1%。随后东盟钾盐矿业公司完成了地质勘探、采矿试验、选矿试验、可行性研究和加工厂的初步设计,之后东盟钾盐矿业公司一直没有获得采矿证^[16-20]。2004年,公司身份变更为由新投资者组成的上市有限公司。2011年泰国自然资源和环境部宣布,东盟钾盐矿业公司提供了相关勘测、环评报告等资料,并举行多次公开听证会,最终在2015年2月获得采矿权。光卤石矿层埋深100~250 m,矿体平均厚度超过15 m,光卤石矿资源量4.3亿t,预计可采储量约1.58亿t,矿山寿命25年以上^[23]。产能为每年KCl 100万t,开采方法采用房柱法,生产工艺为热结晶法。2019年4月盐井发生透水事故,目前尚未恢复生产。

2010—2014年,泰国卡利有限公司在呵叻盆地的呵叻府丹坤通区进行了一系列钻探,其探矿权面积为64 km²。2015年泰国卡利有限公司获得面积约30 km²的采矿权,设计产能为10万t KCl。开采方法采用常规地下房柱采矿法和冷结晶/浮选选矿工艺,尾矿和老卤处理方式均为地下掩埋。开发过程中,当地村民反映其生产用水盗用大量农田灌溉用水,产生矛盾。2019年4月盐井发生透水事故,目前尚未恢复生产。

2015年,中国明达钾盐(泰国)有限公司获得沙功那空盆地内沙功那空府万纳腊尼哇县的192 km²钾盐矿勘探权。由于位于自然保护区等原因,目前勘探受阻。

2012年1月,国际石油集团有限公司成为泰国采矿业委员会成员,2015年2月获得呵叻府13个区块(208 km²)的探矿权,是迄今为止泰国政府审批的面积最大的特殊勘探许可。此后为了支持中泰高铁建设,主动向工业部矿业厅归还3个区块,确保中泰高铁和车站的顺利建设。勘探区国际石油集团有限公司行政隶属呵叻府暖颂县、暖泰县和呵叻府直辖县。国际石油集团有限公司在区内展开了包括地震、电阻率和钻探在内的初步勘探,预测KCl储量10亿t。矿区紧邻呵叻府客货运火车站,该站点为“中泰高铁”线路(在建中)一个重要站点,

交通便利,运输便捷^[24]。该公司为矿区周边社区儿童进行教育捐款、修建学校等改善民生的举措,受到社区居民支持,项目进展顺利。目前国际石油集团有限公司已获得暖颂钾盐矿的采矿权。

4 泰国钾盐前景分析

4.1 客观条件

从20世纪70年代直至如今,除邦内那隆矿床和乌隆矿床等矿床和局部地区外,泰国整体钾盐地质工作程度不高。至1982年,泰国相继完成了覆盖呵叻盆地和沙空那空盆地(泰国境内)的118个调查钻孔,初步反映了钾盐矿存在的大致分布情况,但钾盐矿的具体分布面积、厚度、品位和资源储量等详细资料需进一步勘查予以查明。泰国钾盐资源成矿地质条件良好,勘探开发前景可观。现有的地质资料显示,泰国东北部所赋存的钾盐矿完全能够满足建立一个海外钾肥生产基地的资源量需求^[21-25]。对于光卤石型钾盐矿床,中国拥有一定的盐类矿床成因、地质勘查、选矿、采矿方法与技术^[26-28]。

泰国钾盐矿区属热带季风气候区,年平均温度约为28℃,全年可分为3季:热季、雨季和凉季。矿层埋深较浅,呵叻盆地与沙空那空盆地地形平坦,地表变化较小,钾盐赋存稳定,适宜用竖井或斜井进行地下开采,开采难度较低。泰国供水、供电条件较好,可基本满足建厂需要。泰国交通条件好,经过几十年的高速发展,其交通运输基础设施相当完善,几乎都是公路直通矿区,道路平坦,运输方便^[25,29]。随着“一带一路”的建设,铁路更加畅通。泰国具备公路、铁路、海运全面的运输条件。

4.2 社会政策条件

泰国社会经济稳定,有健全透明的法律法规。2008年金融危机以来,泰国经济总体仍保持增长态势,加之政府经济刺激计划的推行,其失业率得以保持在较低水平。

泰国的矿业主管部门是工业部,矿权分为探矿权和采矿权,而探矿权又分为一般探矿权、专属探矿权和特殊探矿权。任何公司或个人在进行矿勘

查和开发活动之前,必须先得到政府颁发的矿权。泰国投资促进委员会(BOI)是泰国主管投资促进的部门。泰国法律规定,外资企业是不能申请探矿权的(外资企业持有股份不能超过51%),探矿权只能由泰国本土企业持有。如果外资企业要在泰国从事钾盐矿业,需先保持股份在49%以下,完成勘探阶段后由本土企业取得采矿权证,然后向泰国投资促进委员会(BOI)提出申请由外资企业持有采矿权,泰国投资促进委员会审批通过以后合资公司的外资持股比例才能超过51%。外资企业想在泰国申请探矿权,几乎只能采用与泰国本土企业合作的方式^[25,29]。

2011年政府为了更好地开发本国资源,工业部下专门成立了洞采司,以更好地配合钾盐等相关项目工作的开展^[29]。2014年泰国政府重新修订矿产法,这使得沉寂已久的泰国钾盐资源的开采成为可能^[7]。2017年泰国政府颁布新的矿产法,简化了审批矿权的申请和降低了审批难度,对如何开采低于地下100 m处的矿产做出了明确可行的规定。新矿业法的实施有力保障和促进了泰国钾盐资源的开发。

泰国对于投资项目的环保评估标准极高。所有在泰国的投资项目必须根据1992年《国家环境质量促进和保护法》第46条环境影响评估的强制要求进行评估。2017年泰国宪法第58条规定,关于国家从事或国家允许任何人开展可能严重影响自然资源、环境质量、健康、卫生、生活质量或其他民众或环境基本利益的活动,国家应对环境质量及民众或社区健康的影响进行研究和评估,并事先安排利益相关方、民众和社区参加公开听证会,将其意见纳入实施考虑或根据法律规定获得许可^[25]。在开发泰国钾盐矿时,必须合理地处理钾肥制取过程中产生的 $MgCl_2$ 溶液和 $NaCl$ 等尾矿,加强环保措施,承担社会责任。

社区民众及个别非政府组织对于投资项目的影响力也较大,有时甚至会产生决定性的影响。调研所得信息显示,泰国当地农民大多对钾盐矿开发是存在担忧的,而且在呵叻府和沙功那空府都出现有非政府组织进行游行反对钾盐矿开发的情况^[25]。

目前情况好转,随着“一带一路”的建设给当地带来了更多的惠民政策,改善了开发者与当地居民的关系。而且诸如国际石油集团有限公司等开发企业越来越重视当地民生需求,帮助当地建立学校,为儿童教育捐款等改善民生的举措,得到了当地居民的欢迎,与社区的关系得到了改善,项目进展顺利。

目前泰国政府尚无大规模开发域内钾盐资源的计划,仅规划开放呵叻盆地部分地区的钾盐项目。

4.3 中国企业优势

中泰两国长期保持友好建交关系,两国互利互惠,关系稳固。长期以来,泰国和中国在政治、经济、教育、文化等多个领域的交流与合作都十分顺利,在国际事务中保持着良好的协调与配合。在1997年和1998年泰国总理2次访华期间,两国政府就已经就合作开发钾盐和生产钾肥项目签署了备忘录,双方同意中国企业可以通过购买股权的方式参与泰国已有钾矿开采项目,也可以在其他矿床建立新项目。近几年泰国积极参与中国的“一带一路”建设,中国企业参与泰国钾盐资源的勘探开发工作有着良好的基础^[25,29-30]。

4.4 老挝钾盐开发示范

老挝与泰国相邻,其中部与泰国以湄公河为界。钾盐资源是老挝的优势矿产资源,其预测KCl资源量达140亿t以上。老挝钾盐资源分布在2个区域:沙空那空盆地北缘的万象地区和地东缘的甘蒙地区。老挝钾盐资源开发目前已经形成一定规模,有中国、越南等国企业已在老挝投建项目。2015—2016年,矿业领域为老挝GDP贡献了1.36亿美元^[7,9,31]。

20世纪60年代,苏联国家科学院钾盐研究所最早对老挝万象地区钾盐矿资源进行普查,确认老挝万象盆地含有钾盐矿床。20世纪90年代中期,越南国家化学研究所对苏联的老挝钾盐矿地质资料进行核实。2000年,中老两国政府在万象正式签署了《中老两国合作开发老挝万象钾盐地区钾盐的原则协议》。截至2016年4月,有10家中国企业已经(拟)在该区域进行钾盐矿勘查和开发,其中老挝开元矿业有限公司、中寮矿业钾盐有限公司、中国水电(老挝)钾盐有限公司、中农钾肥有限公司等

4家企业已经取得采矿证并建厂开发^[9,31-33]。

老挝开元矿业有限公司成立于2008年10月,其在老挝甘蒙省和沙湾拿吉省拥有面积达141 km²的钾盐矿区,分龙湖、广财、文泰3个矿区,探明氯化钾总储量在4亿t左右,为特大型钾盐矿。项目总体生产规模为300万t氯化钾。2011年,一期50万吨项目正式开工,2014年3月,矿山工程与地面加工厂建设工程全面完成,全系统生产贯通,2015年,一期项目实现全面达产达标。2014年8月,第一船老挝开元海外自产钾肥运抵中国港口,标志着中国境外采钾企业首度成功实现产品反哺。2015年12月,青岛东方铁塔股份有限公司以40亿元收购其100%股权。老挝开元产能为年产50万t氯化钾,为老挝境内现存产能最大的氯化钾生产企业,产品主要销往中国、印度、越南、泰国、马来西亚、新加坡等东南亚国家,2018年实现氯化钾销量近55万t。二期工程正在建设实施中^[9,34]。

5 结论

纵观泰国钾盐资源禀赋、地理、经济、基础设施等条件,不仅是亚洲乃至全球钾盐资源最为丰富也是埋藏最浅的地区之一,而且具备较快规划发展为大型钾盐基地的条件。具备相同地质条件的老挝,已经成为亚洲钾盐资源的一个战略支点。老挝钾盐资源开发的成功也证明具有相同资源类型的泰国钾盐资源具备开发的可行性。随着“一带一路”倡议的深入开展,泰国新矿产法的修订,国际石油集团等公司的开拓,展现出泰国-老挝建立亚洲大型钾盐战略基地的前景,谋划建立泰国-老挝亚洲大型钾盐战略基地势将提到相关国家议事日程上。

泰国钾盐资源对于亚洲各国,尤其对于中国钾盐产业是一个重要的机会。未来开发泰国钾盐资源的各方政府和企业之间应加强双边或多边的合作,力求优势互补,提高效率,认真分析老挝和泰国钾盐资源开发中存在的经验教训,重视基础地质调查工作,重视勘查和开发过程中各项协作和科技课题。各方应密切协同、惠顾当地、携手开拓泰国钾

盐资源,为亚洲建立大型钾盐战略基地,为亚洲民生福祉作出应有贡献。

参考文献 (References)

- [1] 白任. 中国钾盐产业发展环境分析与发展战略研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2015.
- [2] 邹文辉. 钾肥的分类、施用效果的影响因素及作用[J]. 养殖技术顾问, 2013(4): 208.
- [3] U. S. Geological Survey. Mineral commodity summaries 2019[EB/OL]. [2020-03-28]. http://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mcs2019_all.pdf.
- [4] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population prospects 2019: Highlights[EB/OL]. [2020-04-05]. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf.
- [5] United Nations, Food and Agriculture Organization. World food and agriculture—statistical pocketbook 2019 [EB/OL]. [2020-04-05]. <http://www.fao.org/3/ca6463en/CA6463EN.pdf>.
- [6] 曹焯, 郑厚义, 要梅娟, 等. 世界钾盐资源成矿区带划分初步研究[J]. 矿产勘查, 2015, 6(6): 775-780.
- [7] 郑厚义, 陆渝霞, 焦森, 等. “一带一路”沿线地区钾盐资源分布与战略选区分析[J]. 中国矿业, 2017, 26(11): 42-46, 52.
- [8] 钟维敷, 李志伟, 单卫国. 呵叻盆地钾镁盐矿沉积特征及成因探讨[J]. 云南地质, 2003(2): 142-151.
- [9] 李建业. 浅析老挝钾矿资源开发现状[J]. 盐业与化工, 2016, 45(10): 5-9.
- [10] 王猛, 韦昌山, 王敏. 呵叻盆地与兰坪-思茅盆地钾盐成矿特征分析及找矿启示[J]. 矿产勘查, 2015, 6(2): 149-153.
- [11] 张西营, 马海州, 韩元红. 泰国-老挝呵叻高原钾盐矿床研究现状及展望[J]. 地球科学进展, 2012, 27(5): 549-556.
- [12] 秦占杰. 呵叻高原钾盐矿床物源及其沉积演化的地球化学研究[D]. 西宁: 中国科学院青海盐湖研究所, 2019.
- [13] Tabakh M E, Utha-Aroon C, Schreiber B C. Sedimentology of the Cretaceous Maha Sarakham evaporites in the Khorat Plateau of Northeastern Thailand[J]. Sedimentary Geology, 1999, 123(1): 31-62.
- [14] Cooper M A, Herbert R, Hill G S. The structural evolution of Triassic intermontane basins in Northeastern Thailand[C]//Proceedings International Symposium on In-

- termontane Basins: Geology and Resources. Chiang Mai: Chiang Mai University, 1989: 231-242.
- [15] 马海州, 李永寿, 程怀德, 等. 昌都-兰坪-呵叻成盐带白垩纪成盐成钾过程[J]. 盐湖研究, 2019, 27(1): 1-11.
- [16] 钱自强, 曲懿华, 刘群. 钾盐矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [17] 李文光. 开发泰国、老挝钾矿资源[J]. 现代化工, 2000(2): 50-51.
- [18] 王春宁, 余俊清, 陈良, 等. 钾盐资源全球分布和我国找钾实践及方法探究[J]. 盐湖研究, 2007(3): 56-72.
- [19] 吴良士. 泰国地质构造基本特征与矿产资源(二)[J]. 矿床地质, 2011, 30(4): 765-767.
- [20] 李仰景, 孙鹰翔, 李慧英, 等. 我国周边国家钾盐资源的分布及开发情况[J]. 磷肥与复肥, 2013, 28(4): 12-15.
- [21] Japakasetr T, Suwanich P. Potash and rocksalt in Thailand[R]. Bangkok, Thailand: Nonmetallic Minerals Bulletin No.2 Department of Mineral Resources, 1982.
- [22] Asia Pacific Potash Corporation Limited. Company overview[EB/OL]. [2020-03-29]. http://www.apoc.co.th/en/company_overview.html.
- [23] ASEAN Potash Chaiyaphum Public Company Limited. Bamnet narong potash deposit[EB/OL]. [2020-03-29] <http://apot.co.th/2015/project.php?id=0000029>.
- [24] 国际石油集团有限公司. 钾盐项目[EB/OL]. [2020-04-05]. http://ipggroup.cn/project_list.php.
- [25] 何俊宏. 泰国钾盐矿投资环境分析[J]. 中氮肥, 2019(5): 75-78.
- [26] 郑绵平, 侯献华, 于常青, 等. 成盐理论引领我国找钾取得重要进展[J]. 地球学报, 2015, 36(2): 129-139.
- [27] 郑绵平, 张永生, 刘喜方, 等. 中国盐湖科学技术研究的若干进展与展望[J]. 地质学报, 2016, 90(9): 2123-2166.
- [28] 白仟, 张寿庭, 袁俊宏, 等. 钾盐开采—加工技术及其对产业发展的影响[J]. 资源与产业, 2015, 17(3): 79-88.
- [29] 崔晓寰, 杨云松. 泰国钾盐资源的分布特点及开发环境分析[J]. 中国金属通报, 2018(2): 252-253.
- [30] 程慧. 加强中泰钾矿资源合作有效促进双边互利共赢[J]. 中国经贸导刊, 2011(15): 56-57.
- [31] 杨卓龙, 王利, 邢佳韵, 等. 老挝矿业投资现状及投资建议[J]. 中国矿业, 2017, 26(11): 70-73.
- [32] 梁光河. 老挝超大型钾盐矿勘探方法[J]. 化肥工业, 2016, 43(3): 72-76.
- [33] 朱明松. 老挝钾盐矿资源规模化开发的总体思路[J]. 云南化工, 2013, 40(6): 1-4.
- [34] 青岛东方铁塔股份有限公司. 青岛东方铁塔股份有限公司2018年年度报告[EB/OL]. [2020-04-20]. https://notice.eastmoney.com/pdf/web/H2_AN201904241321-966509_1.pdf.

Potash resources and development prospect in Thailand

LI Mingming^{1,2}, ZHENG Mianping^{1,2*}, WANG Chenguang², DING Tao^{1,2}, LI Qiang³, DU Shaorong²

1. College of Geoscience and Surveying Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China
2. MNR Key Laboratory of Saline Lake Resources and Environments, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China
3. International Petroleum Group Co., Ltd., Bangkok 10310, Thailand

Abstract Potassium is one of the three essential nutrients for crop growth. In 2020 the population of Asia reached 4.641 billion, accounting for 59.54% of the global population. Asia has long relied on importing potash fertilizer from Europe and the US. Thailand-Laos Mesozoic potash giant metallogenic belt has a predicted KCl prospect resource of more than 57 billion tons, of which Thailand's predicted KCl prospect resource is more than 43 billion tons. This article analyzes the Thailand's potash resource endowment, geography, infrastructure and other aspects, and believes that Thailand has the material condition for rapid development of a large potash base in Asia. With the in-depth development of the "Belt and Road", the promulgation of Thailand's new mineral law and the development of companies such as International Petroleum Corporation have shown the prospect for Thailand-Laos to establish a strategic potassium base in Asia. It is suggested that relevant countries and enterprises should plan to build a large-scale potash base in Thailand-Laos Asia as soon as possible, establish a large-scale potash base for Asia, and make contributions to the well-being of Asian people.

Keywords Thailand; potash resources; the "Belt and Road" initiative ●



(责任编辑 刘志远)