

文章编号:1674-2869(2011)03-0001-04

胶磷矿开发利用技术创新的回顾与展望

李耀基,欧志兵

(云南磷化集团有限公司,云南 昆明 650600)

摘 要:磷矿石,成因年代已久,地质结构复杂,虽广泛分布在地壳中,但丰而不富,可直接利用的高品位富矿很少.磷矿按成因分为岩浆岩型磷灰石、沉积岩型磷块岩和变质岩型磷灰石.其中,占磷矿总量 80% 以上的中低品位沉积磷块岩选矿属世界公认的难选矿种,云南为典型代表.本文从胶磷矿资源储量及开发利用状况出发,总结回顾了云南磷矿采选行业龙头企业——云南磷化集团胶磷矿开发利用的历程,在胶磷矿采选技术领域取得的创新成果和领先优势,系统分析了开发利用过程中存在的瓶颈制约因素,以建立胶磷矿采选及加工集成技术创新体系为导向,提出了胶磷矿采选及加工利用的技术路线、方向及实施科技产业战略的构想.

关键词:胶磷矿;开发利用;技术创新;展望

中图分类号:TD97

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2011.03.001

0 引 言

磷是工农业的重要原料,磷矿是一种不可再生资源,我国磷矿资源储量虽大,但富矿少,中低品位矿多.随着富矿资源开采的日渐枯竭,磷肥生产将不得不依赖杂质较多的贫矿资源,因此中低品位磷矿的开发将具有重要的现实意义.我国只有少数磷矿属于易选矿石,其中难选的海相沉积磷块岩即胶磷矿占 80% 以上.云南是“贫、细、杂”式胶磷矿的主要产地,选矿工艺复杂.湖北和贵州与云南虽同属沉积磷块岩矿床,但矿石结构相对简单^[1],通常采用单一正、反浮选工艺可获得高品质的磷精矿.因此,解决好云南胶磷矿高效开采技术和加工利用技术问题,不仅保证了云南国家级磷复肥基地生产原料的供应,而且也解决了我国磷资源开发利用领域关键性、共性技术问题.

1 胶磷矿资源状况

1.1 全国胶磷资源状况

中国已探明磷矿资源总量仅次于摩洛哥,位居世界第二位.据全国矿产储量通报报道,截止 2004 年底,全国共有矿产地 440 处,其中大型矿 72 处,中型矿 137 处,分布在全国 27 个省市自治区,查明资源储量 163.40 亿吨,其中基础储量 38.94 亿吨,资源量 124.46 亿吨,可采储量 18.92 亿吨.

1.2 云南胶磷资源状况

截止 2005 年底,云南省保有磷资源储量

38.26 亿吨,其中,基础储量 8.49 亿吨,占保有资源储量的 22.19%;可采储量 3.6 亿吨,占保有资源储量的 9.41%,占基础储量的 42.40%;资源量 29.77%,占保有资源储量的 77.81%.分布在 52 个矿区(段).云南省 74.98% 的磷矿资源主要分布在滇池周边地区.其中 80% 以上的磷资源是中低品位胶磷矿^[2-4].

1.3 胶磷矿资源主要特点

我国磷矿分布的区域主要为:云南滇池地区,贵州开阳地区、瓮福地区,湖北宜昌地区、保康地区,四川金河—清平地区、马边地区.从总体上看,中国磷矿资源分布极不平衡,探明储量南多北少、西多东少,大型磷矿及富矿高度集中在西南部地区,总体上呈现出以下特点:

一是储量较大,分布集中.中国探明的资源储量比较丰富,但大部分地区所需磷矿均依赖云、贵、川三省供应,从而造成了中国“南磷北运、西磷东调”的局面,给交通运输、企业原料供应、生产成本带来较大影响.

二是中低品位矿多,富矿少.磷矿品位较差, P_2O_5 平均含量在 17% 左右,富矿磷矿石只有 13.83 亿吨,占磷矿石总量的约 8.5%,并主要分布在云、贵、鄂三省.中国大部分的磷矿必须经过选矿富集后才能满足磷酸和高浓度磷复肥生产的需求.

三是难选矿多,易选矿少.在中国磷矿探明储量中,沉积型磷块岩(胶磷矿)多,占全国总储量的

80%以上,其大部分为中低品位矿.同时中国磷矿90%是高镁磷矿,其矿石中有用矿物的粒度细,和脉石结合紧密,不易解离,一般需要磨细到200目颗粒占90%以上才能单体解离.因此,中国磷矿是世界上难选的磷矿石之一.

四是矿床开采难度大.中国磷矿床大部分成矿时代久远,埋藏深,岩化作用强,矿石胶结致密,且约有75%以上的矿层为薄至中厚层分布,通过倾斜至缓倾斜方式采出.这种特征给磷矿开采带来一系列技术难题,往往造成损失率高、贫化率高和资源回收率低等问题.

2 云南胶磷矿开发利用历史沿革

2.1 历史简述

1939年,王学海、陈裕琪在帮助昆明炼铜厂寻找耐火材料时,在云南晋宁昆阳中邑村歪头山发现了昆阳磷矿.伴随新中国农业发展对磷肥的需求,拉开了磷矿资源开发利用的序幕,先后在磷矿资源储量最集中和最丰富的滇池周边地区建设了昆阳磷矿、海口磷矿、晋宁磷矿.

依据化工部化工矿山设计研究院1996年提交的昆阳磷矿、海口磷矿、晋宁磷矿酸评报告,滇池周边地区的磷矿因活性好、重金属、氟等有害杂质含量低、是生产磷肥和磷酸盐产品的理想原料等特点而倍受青睐.同时,位于晋宁县古城镇梅树村地界、昆阳磷矿矿区内的梅树村地质层型剖面,因是研究震旦系—寒武系界限的重要地点和全球唯一的前寒武系—寒武系梅界限层型剖面,而倍受世界地质学界的关注.

2.2 开发利用状况

云南磷矿资源优势在全国闻名.1980年以前,云南的磷矿资源主要是以云南磷化集团为首的少数几个国有大中型企业在开采,由于开采设计规范,对资源开发利用起到了强有力的保护作用.但是,从上世纪80年代开始,众多无正规设计的小矿加入开采行列,导致云南磷矿资源开采加工处于“三低两严重”的状态.即规模化集约化水平低,开采加工技术水平低,资源利用系数低和资源浪费严重,环境破坏严重,全省55%以上的磷矿石产量来自众多无正规设计的小矿.同时,一些磷资源所在的市、县、乡无序引进磷化工项目,加剧了对磷资源的无序开采和消耗.不少小矿普遍采取采富弃贫、采易弃难、采块丢粉等掠夺性方式开采,甚至将部分高品位富矿和中低品位矿石当废石排弃或掩埋,破坏矿体,造成磷资源的极大浪费.加之没有建设固定的排土场,加剧了矿区生态环境

的恶化和水土流失.

云南磷矿资源历经近50年的开发利用,高品位富矿大量消耗急剧减少,如按目前开采状况和速度计算,富矿开采年限大致仅能维持6年左右.从我国磷矿资源开发利用状况看,依据相关资料,我国磷矿品位大于30%的富矿仅为8.57亿吨,每年采出的富矿占总开采量60%以上.尽管我国磷矿产量是世界第一,基本上能满足国内需求,但近两年来由于高浓度磷复肥产量的增加,含量在30%以上的磷矿日趋紧张.按照国家发改委对磷肥工业的发展要求,“十一五”末我国磷肥产量将达到1500万吨,预计磷矿的总需求要达到6500万吨.按这样的需求,我国高品位磷矿只能开采到2013年.国土资源部已将磷矿列为2010年后不能满足中国国民经济发展要求的20个矿种之一.

基于生存发展的压力和保护环境、节约资源的责任,云南磷化集团从80年代开始,在一无成熟磷矿浮选工艺技术成果支撑,二无经验借鉴的情况下,系统化、规模化实施了矿山地质环境恢复治理、磷资源高效安全开采、中低品位胶磷矿选矿、浮选试剂研发等的基础试验研究,取得了阶段性的系列成果.其中,组织实施完成的《云南滇池地区磷资源开发利用研究》、《滇池地区中低品位磷矿石开发利用研究》、《中低品位胶磷矿选矿技术研究及产业化开发》、《云南海口磷矿I、II采区硅钙质磷块岩矿石选矿试验》等重大课题,一定程度上对中低品位胶磷矿选矿技术工艺、路线和工业化方向进行了系统全面的试验研究和探索,为后续工程化、产业化应用研究奠定了理论基础.实施完成的“我国主要磷矿开采新方法”、“昆阳磷矿露天长壁式采矿方法工业性试验研究”,针对缓倾斜薄矿体、软硬夹层矿体开采工艺具有独创性,技术达到国际先进水平.组织实施的《昆阳磷矿采空区复土植被试验研究》,对矿山采空区、排土场的内排工艺、内排稳定性、植被恢复技术、环境变化规律等内容进行试验研究,奠定了磷矿采掘、复土、植被一体化工艺技术路线理论和实践基础.

3 胶磷矿开发利用的瓶颈和制约因素

总结回顾磷矿资源开发利用状况,整体呈现出以下技术瓶颈和制约因素.

3.1 开采条件越来越差

由于磷矿床多呈缓倾斜、多薄层、软夹层的赋存状态,通过近50年开采,采矿作业由山坡露天转化为凹陷露天,生产剥离和原矿运输重车上坡,运距延伸,剥采比增大,采剥成本大幅上升.除云

南磷化集团等少数国有企业在全程开采过程中将中低品位磷矿单独堆存作为浮选原料矿使用外,众多小矿采富弃贫现象严重,贫化率、损失率高,采矿回收率越来越低,对资源造成了巨大浪费。据统计,2005 年我国磷矿消耗量为 5 189 万吨,而 2005 年我国国有大矿山磷矿产量只有 3 000 万吨,2 000 多万吨需求量是由开采秩序比较乱的小矿点补充的,如采矿回收率按 24% 计算,我国每年损失的中低品位磷矿储量高达 1.5 亿吨。

3.2 环境压力大

露天开采,必然会使地表和生态环境遭到破坏,如何处置剥离废弃物和治理采空区、排土场,落实保护环境、节约资源的基本国策,实现环境影响最小化和生态再造最优化是露天开采型矿山实现可持续发展的最大难题。

3.3 胶磷矿选矿是国内外公认的难选磷矿

通过企业、科研院所、大学院校的共同努力,虽然在胶磷矿加工利用技术方面取得了重要突破和进展,但选择性高、专属性强、环境友好的高效浮选药剂亟待开发;分选效果好、能耗低、占地面积小的浮选成套设备还没有广泛用于工业化生产;大型化、自动化、智能化与国外相比还存在差距。

3.4 湿法磷酸净化技术及磷石膏综合利用仍然是制约磷化工发展的瓶颈

以黄磷为原料生产热法磷酸工艺路线,存在能耗高、排放量大等问题,是国家准入条件审批严格和限制产能的行业。湿法磷酸中的杂质含量较多,给分离提纯带来了难度,净化率不高;萃取剂对阴、阳离子的选择性较差,增加了后续净化难度;萃取成套设备存在着占地面积较大、能耗较高、溶剂损失较多、自动化与连续化程度低等问题。此外磷石膏综合利用和无害化处理技术仍是业内重点研究的难题,进一步研发湿法磷酸净化技术,获得成本低的高品质磷酸替代热法磷酸,是磷化工行业发展急需解决的问题。

通过以上瓶颈制约因素的分析,得出的结论是:谁先掌控磷资源开发利用领域关键技术和共性技术,谁就先获得经济持续发展能力及磷矿开发和磷化工产业的核心竞争力。

4 技术创新体系的初步建立

为有利于掌控磷资源开发利用领域关键技术和共性技术,有利于提高经济持续发展能力以及磷矿开发和磷化工产业的核心竞争力,着力解决好中低品位硅钙质胶磷矿开发利用问题,延长矿

山服务年限,提高资源综合利用率,为磷肥及磷化工行业可持续发展与国家粮食安全,建立稳定可靠的资源保障,云南磷化集团依托实验研究和应用研究系列成果,走以矿石特性、分层分品级开采、浮选工艺选择、浮选药剂适应性、尾矿处理、尾矿水循环利用为一体的工艺矿相、高效开采、配矿、选矿工艺、浮选药剂、尾矿干堆制硅肥等的集成技术创新道路,实施了一系列技术创新工程。

4.1 组建研发中心打造研发平台

在完成云南省磷矿采选工程技术研究中心建设基础上,向国家申报立项建设了磷资源开发利用工程技术研究中心。通过磷矿工艺矿物学研究室、磷矿开采安全监测实验室、磷矿选矿实验室、浮选药剂研究实验室、矿物分析检测中心、磷石膏综合利用实验室及磷矿选矿和磷化工中试生产线等的硬实力建设,提升技术装备水平,继续保持在磷资源开发利用领域关键技术和共性技术的领先优势。

4.2 创新管理体制构建四大开放平台

基于中低品位胶磷矿浮选技术、试剂技术、浮选柱设备开发、磷石膏综合利用技术和产业化应用已成为潜在的巨大技术市场,为以一流的工程化、产业化水平,一流的工程技术人才,一流的工程试验条件,一流的管理运行水平,抢占国内国际磷资源开发利用领域技术市场的制高点,提升企业核心竞争力和行业影响力。同时出于围绕主营业务扩大经营规模、延伸产业链、调整产品结构,以创新的管理体制激活运行机制等的战略考虑,构建了项目开放、人员开放、科研资金开放、科技活动开放四个开放式平台。

a. 项目开放。经审议批准的年度研发课题,实行研发课题招投标制、研发课题负责人制和工作团队管理制。即通过研发课题招投标,优选确定研发课题负责人,研发课题负责人可打破部门界限,面向社会自由组合研发人员,形成工作团队开展研发工作。

b. 人员开放。研发人员报酬打破工资界限,实行研发成果报酬制,报酬与研发成果紧密挂钩,按研发成果支付报酬,由研发课题负责人自主考核分配,据此建立优胜劣汰的人才激励机制。同时,为有利于高技术人才的引进,通过技术入股分红、提供住房、解决配偶和子女就业就读、提供安家费等优厚的福利待遇政策,吸收、接纳国内外高技术人才参与研发工作或携带科研成果进行工程化研究开发及实验。

c. 科研资金开放。对有志于从事磷资源开发利用领域技术研究的高技术人才,经考评聘用后,

依据其研究重点和意愿配套建立实验室、配备相应实验仪器设备、配备助手、拨付资金、创造有利条件,保证其研发工作有序进行。

d. 科技活动开放. 定期或不定期开展学术活动、举办学术会议,吸引国内国际知名专家、学者进行学术交流与合作,吸引国内、国际社会团体、经济组织、科研院所和个人投资。

5 技术创新取得的成果和突破

通过多年的努力,以中低品位胶磷矿浮选工艺、浮选柱设备开发、选矿试剂为重点的技术研发成果,已成为大型浮选装置设计依据,实现了胶磷矿浮选产业化应用。特别是针对海口、安宁两套各 200 万吨/年采选装置中槽式浮选机占地面积大、能耗高等不足,自主研发并作为晋宁 450 万吨/年采选项目设计依据的胶磷矿浮选柱技术和设备,其工程化和产业化属国内首创,国际上也无产业化成功运用的实例报道。海口、安宁两套各 200 万吨/年采选装置应用其研发的浮选工艺技术和选矿试剂,经达产达标考核,主要技术经济指标均达到或超过设计水平,胶磷矿选矿技术开发与产业化处于国际领先水平;以矿山地质环境恢复治理项目为基础的绿色矿山建设成果成为全国矿山行业的典范,被国土资源部推广为示范基地。

6 展 望

当今世界,和平、发展、合作仍是时代潮流,资源环境仍然是时代主题,相随世界多极化、经济全球化深入发展,科技创新孕育新突破。面对日趋强化的资源环境约束,从联想公然向苹果叫板的案例启示,企业要想成为受人尊敬、产业报国、国际化经营的公司,必须坚持自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来的方针,增强共性、核心技术突破能力,促进科技成果向现实生产力转化。同时,增强危机意识,树立绿色、低碳发展理念。

由此,云南磷化集团以突破影响和制约公司可持续发展面临的资源、环境瓶颈问题为切入点,以造福子孙后代为己任,以实现企业发展方式和经济增长方式由传统矿业向新型绿色矿业的根本性转变为目的,以实现资源、环境、社会、企业经济效益“四效并举”一体化的绿色矿业循环经济为核心,围绕战略目标定位,致力实施中低品位胶磷矿的技术创新工作。

a. 以浮选柱设备和自动控制系统工业化试验及设计、制造、安装、调试,环保、经济、新型浮选试剂配方研发和改良,边坡、排土场地质环境恢复治

理技术,磷资源高效安全开采技术,地采技术,矿物工艺学研究,磷矿选矿工艺环节解决磷肥、磷化工下游产品生产中的有害杂质剔除,利用尾矿生产硅肥工艺技术等为重点主攻方向,开展课题研究工作,实现研发技术成果的工业化、产业化转化。

b. 将浮选柱设备和新型浮选试剂推广到全国磷矿采选企业,带动行业浮选技术发展;解决地采技术应用中实际问题,开展湿法磷酸净化技术、磷石膏综合利用技术和产业化应用研究,实施利用尾矿生产硅肥工艺技术的产业化试验,实施涉外合作课题的研发,打通磷资源开发利用产业链,提升行业影响力。以行业领先的技术优势辐射云、贵、川、湘、鄂五省磷矿主产区企业,全面提升我国中低品位磷矿开发利用水平。

c. 发展科技产业. 依托国家磷资源开发利用工程技术研究中心,围绕磷资源综合利用、磷矿地质勘探、磷矿采选、磷肥及磷化工、环境保护及循环经济实施等技术方向,研究开发具有工程化、产业化意义和自主知识产权的新技术、新工艺、新方法、新设备、新产品,发展科技产业,实现技术研发公司化运营管理。在此基础上,引进战略合作伙伴和战略投资者,实施股份制改造,实现股权多元化。

d. 与剥离—采矿—复垦一体化关键技术相配套,以业已形成 733.3 公顷生态林为基础,继续实施好采空区、排土场、边坡、开拓运输道路两旁经济林复垦植被工作。配合政府探索采矿用地的三种进入退出机制:一是对采空区、排土场土地进行二次开发利用,从生态林向经济林转变,最终达到以林养林的目的。二是将后续采矿用地由征用转为租用,资源开采完后,按政府土地资源管理部门的相关要求和标准进行复土植被,验收通过后移交地方政府退出。三是以目前 733.3 公顷的生态林和拟将实施的经济林置换新增采矿用地。

参考文献:

- [1] 黄志良,刘羽,石和彬,等. 磷灰石矿物材料[M]. 北京:化学工业出版社,2008.
- [2] 滇池地区中低品位磷矿开发利用研究所. 昆阳磷矿中低品位磷块岩矿物工艺学研究报告[R]. 昆明:昆明冶金研究院,1995.
- [3] 中低品位磷矿浮选技术开发[R]. 昆明:云南磷化集团,2007.
- [4] 昆阳磷矿志[R]. 昆明:昆阳磷矿矿务局昆阳磷矿,1990.