

中国磷矿资源现状分析及可持续发展建议

张苏江¹, 夏浩东¹, 唐文龙², 崔立伟¹

(1. 国土资源实物地质资料中心, 河北 三河 065201; 2. 天津地质调查中心, 天津 300170)

摘要: 磷矿是指在经济上能被利用的磷酸盐类矿物的总称, 是一种重要的工农业矿物原料。磷矿资源始终是中国粮食安全和经济运行安全的重要因素。本文在分析全国磷矿资源分布、储量、产量、需求、保障以及产业结构等形势的基础上, 指出当前磷矿产业中尚存在一些亟待解决的问题。对此, 提出充分利用国内外磷矿资源, 改进冶炼技术装备, 加强整顿和优化产业结构等对策和建议, 用以保障全国磷矿产业的健康可持续发展。

关键词: 磷矿资源; 磷矿产业; 问题和建议; 可持续发展

中图分类号: F416.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2014)S2-0008-06

Current status and sustainable development of phosphorite resources in China

ZHANG Su-jiang¹, XIA Hao-dong¹, TANG Wen-long², CUI li-wei¹

(1. Cores and Samples Center of Land and Resources, China Geological Survey, Sanhe 065201, China;
2. Tianjin Center of Geological Survey, Tianjin 300170, China)

Abstract: Phosphorite is a general term for all phosphate rock which are economically valuable and very important mineral raw materials in agricultural and industrial areas. Phosphorite resources has always been the national food supply security and the important factors of economic operation security. Based on the analysis of the distribution, reserve, yield, demand, security and the industry structure of the Phosphorite resources, the authors suggest that there are many problems in Chinese Phosphorite industry at present. In order to respond to the dilemma, the authors make some suggestions as follows: ① make full use of domestic and foreign Phosphorite resources; ② improve the smelting technology and equipment; ③ optimize the industrial structure, so that we can guarantee the healthy and sustainable development of Chinese Phosphorite industry.

Key words: phosphorite resources; phosphorite industry; problems and suggestions; sustainable development

磷是次要的造岩元素, 但它是生命物质的重要组成部分元素, 是组成生命中传递信息和调控细胞代谢的重要物质核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)的基本组成单位核苷酸的基本成分, 因此被称为“生命和思想的元素”^[1]。磷矿是指在经济上能被利用的磷酸盐类矿物的总称, 是一种重要的工农业矿物原料^[2]。磷矿资源用于制取磷肥, 也用于提

取黄磷、赤磷、磷酸和其他磷酸盐类及磷化合物, 广泛应用于医药、食品、火柴、染料、制糖、陶瓷、化工、冶金、军事等领域(舒国文, 2012)。世界上工业愈发达的国家, 所需要的磷制品的品种和数量愈多^[1]。因此, 保护磷矿资源, 实现其可持续开发和利用事关世界粮食安全和人类的生存和发展^[3]。

中国是世界上重要的磷矿资源生产大国, 也是磷矿资源消费大国, 由于中国磷肥产业的迅速发展, 磷矿石资源消耗速度加大, 据预测, 10年之后中国的富矿将耗尽, 形势十分严峻^[4]。本文从中国磷矿资源现状和产业发展入手, 结合世界磷矿资源的相关情况, 全面分析中国磷矿产业中存在的问题, 并提出建议与对策^[5], 用以保证磷矿资源供应, 促进中国磷矿资源的可持续开发与利用。

收稿日期: 2014-09-05

基金项目: 国家级岩芯标本采集及数字化项目资助(编号: 12120-11120404)

作者简介: 张苏江(1984—), 男, 硕士研究生, 矿产普查与勘探专业, 工程师, 从事实物地质资料汇交采集研究。E-mail: safei_271112891@qq.com。

1 中国磷矿资源概况

1.1 磷矿主要矿床类型及其分布

世界上最重要的磷矿资源主要为海相沉积型磷块岩,其分布广,储量大,产量高。海相磷块岩可分为地槽型和地台型,其中以地台型矿床工业意义最大。地台型海相磷块岩储量约占世界磷矿总储量的

60%以上^[2]。

中国磷矿矿床的类型有 4 类(夏学惠,2012,表 1),以海相沉积型磷块岩为主,占全国总储量的 85%,此外还有变质型磷灰石矿床和岩浆型磷灰石矿床储量占 14.6%。鸟类磷矿在中国南部沿海岛屿有少数分布,多已土法开采殆尽^[2]。

表 1 中国磷矿床分类

物源	类型	亚类	种类	地质地理分布地区	典型矿床
内源	岩浆岩型磷矿	超基性 碱性岩型	矾山式	华北地块北缘、燕辽沉降带	矾山、姚家庄、枣庄沙沟
		超基性 碳酸岩型	且干布拉克式	塔里木块北缘、华北地块北缘	且干布拉克、蓟县马伸桥
		碱性岩型		辽宁、山西	辽宁凤城施家堡、山西紫金山
		碳酸岩型	白云鄂博式	内蒙、新疆	白云鄂博、瓦吉尔特格
		超基性岩型	卡乌留克塔格式	塔里木地块北缘、华北地块北缘	小张家口、卡乌留克塔格、团结村北山、陕西凤县
		基性岩型	马营式	华北地块北缘、塔里木地块北缘	九子沟、青海上庄、栖霞观里
		伟晶岩型	右所堡式	华北地块河北、内蒙	马营、黑山、大庙、大西沟
			招兵沟式	华北古陆核、山东古陆核	内蒙古卓资、丰镇、河北右所堡、山西天镇
		绿岩带型	勿兰乌苏式	辽吉古陆核	丰宁招兵沟、茱萸雪野、掖县彭家、山西灵丘
			麻山式	佳木斯地块	建平勿兰乌苏
	变质型磷矿床	变质混合岩型	海州式	华北地块东缘	黑龙江鸡西麻山、林口余庆
		沉积变质型	布龙土式	华北地块北缘	海州、宿松、肥东、黄麦岭、甜水、浑江板石沟
			罗屯式	华北地块北缘	内蒙古布龙土
			开阳式	扬子地块西南缘	辽宁罗屯、仰山、河北东焦
			荆襄式	扬子地块南缘	贵州开阳、瓮安
内源	沉积型磷块岩矿床	震旦纪	石门式	扬子地块南缘	湖北荆襄、神农架、宜昌、保康、江西朝阳
		海相			湖北走马坪、白果坪、所坪、湖南大成湾、鼓罗坪、
		沉积	湘西式		杨家坪、清官渡、板桥、枫箱坡等
			昆阳式	扬子地块西缘	湖南古丈、沅陵、泸溪、辰溪、怀化
			马边式	扬子地块西缘	云南昆阳、海口、晋宁、尖山
			天台山式	扬子地块西缘北南两端	雷波牛牛寨、马颈子、卡哈咯、老河坝、六股水
		寒武纪	新华式	扬子陆块南部被动边缘	汉中天台山、金家河、迭部当多、康县青杠林、文县关家沟
		海相	辛集式	扬子地块东缘与西北缘	织金新华磷(稀土)矿
		沉积	平台山式	塔里木地块北缘	河南鲁山辛集、宁夏贺兰苏峪口、山西芮城水峪、甘肃马房子沟、安徽凤台、山西永济清华、陕西景福山
			汉源式	扬子地块东缘与西北缘	敦煌市方山口、哈密平台山、精河科古尔琴、尉犁西山布拉克、乌什县苏盖特布拉克、堡子梁
	次生磷矿床	泥盆纪海相沉积型	什邡式	龙门前陆逆冲带	汉源椅子山、水桶沟
		风化淋滤残积型	黄荆坪式		浙江东溪、夏禹桥、万市
		洞穴堆积型	天等式	浙江、江西及相邻地区	海南大茅
		鸟粪堆积型磷矿床	西沙群岛式	三亚被动陆缘	海南大茅
				南海岛屿	四川绵竹马槽滩、广西德保、都安、云南广南布达、西藏纳多俄玛、新疆五工河

中国磷矿资源丰富,是优势矿产之一。含磷层位较多,古中元古界、震旦系上统、寒武系下统及泥盆系上统是中国海相沉积型磷块岩和沉积变质磷灰岩矿床的主要含矿层位^[2]。其中以寒武系下统梅树村阶含磷最丰,可分为川滇、川陕及黔中 3 个成矿带。

1.2 磷矿资源的主要特点

根据《全国矿产资源储量通报》(国土资源部储量司,2004)统计,中国磷矿资源十分丰富,全国磷矿

矿产地约 500 处,赋矿层位不少于 24 个^[2]。截止到 2010 年底,全国磷矿资源储量为 186.3 亿 t(基础储量,29.6 亿 t;储量,9.1 亿 t;资源量,156.7 亿 t),位居世界第二位(舒国文,2012)。但中国磷矿“丰而不富”,其中 P₂O₅ 含量大于等于 30% 的磷富矿资源储量矿石量 26.5 亿 t,P₂O₅ 含量小于 30% 的磷矿资源储量矿石量 159.8 亿 t,目前可供利用资源储量动态可供开采 35 年左右^[3]。

中国海相沉积型磷矿资源广泛分布在全国 27 个省(市或自治区),查明资源储量在 1 亿 t 以上的有 14 个省(自治区),列前 5 位的依次是云南、湖北、贵州、湖南及四川(舒国文,2012,表 2)。全国磷富矿($P_2O_5 > 30\%$)储量全部产于此类矿床中,而且集中在云、贵、鄂三省^[1]。总体来看,全国磷矿富矿少、胶磷矿多、采选难度大及地理分布极不均衡,大型磷矿高度集中在除西藏外的西南部地区。其中云、鄂、贵、湘和川是全国的主要磷矿富集区(云南滇池地区,贵州开阳、瓮福地区,四川金河-清平、马边地区,湖北宜昌、胡集、保康地区),5 省磷矿已查明资源储量(矿石量)144.7 亿 t,占全国 77.7%;按矿区矿石平均品位计算,5 省磷矿资源储量(P_2O_5 量)30.88 亿 t,占全国的 91% 以上(舒国文,2012;陈嘉甫,2006)。

正是由于中国磷矿资源分布过于集中及矿石质量的差异,造成全国“南磷北调”及“西磷东运”的局面。较长距离的运输给磷肥企业的原料供给带来较大的运输成本,同时也制约了现有矿山企业生产能力及云、贵、鄂等主要磷矿省份的资源开发^[1]。因此,今后这些方面的研究与解决,才能更加合理开发利用中国的磷矿资源^[2]。

表 2 2010 年底中国磷矿石资源储量分布表

省 (市或自治区)	磷矿石资源 储量/亿 t	P_2O_5 源 储量/亿 t	平均品位/ ($P_2O_5\%$)
云南	42.4	9.41	22.2
湖北	38.1	8.51	22.34
贵州	27.8	6.21	22.3
湖南	20.4	3.25	16
四川	16	3.5	21.2
其他省(市或自治区)	41.6	3.02	7.5
合计	186.3	33.9	18.2

2 中国磷矿资源开发利用现状

2.1 磷矿储量及产量

根据美国地质调查局(USGS)《2013 年矿产概要》的数据显示,全球磷矿储量已达到 670 亿 t,主要分布在摩洛哥、美国、俄罗斯、西撒哈拉、中国、阿尔及利亚、叙利亚、南非、约旦等 20 多个国家。其中,摩洛哥和西撒哈拉地区的储量最大,达 500 多亿 t,占世界总储量的 75%。中国的磷矿储量为 37 亿 t^[6]。

2003 年以来,随着我国地质勘探能力的不断提高,又发现了一批新的磷矿床。其中,在贵州开阳磷矿背斜东翼深部找矿靶区,探获富磷资源量(333+

334)7.82 亿 t,为新中国成立以来全国发现的单一矿区最大规模磷矿床^[7];在湖北宜昌远安杨柳找矿靶区,发现特大型磷矿床,初步探明资源量 4.29 亿 t;四川马边六股水、雷波卡哈洛(资源量 7810 万 t)、湖北荆襄放马山(资源量 8116 万 t)、江苏锦屏(-700m 深部资源量 846 万 t)、湖北宜昌黑山靶区(资源量 9650 万 t)^[7]、湖北保康马良镇段江一带等超大型隐伏磷矿床也于近年来被发现^[8],预计新增资源量可达 2 亿 t。另外,贵州福泉市大湾镍钼磷矿新增(333+334)磷矿石资源 42291 万 t,瓮安县玉华乡老虎洞磷矿新增(332+333)磷矿石资源 5000 万 t;四川雷波县西谷溪磷矿新增(333+334)磷矿石资源 8498 万 t;云南曲靖市马龙县马鸣-青沙坡矿区磷矿新增(332+333)磷矿石资源 6197 万 t^[9]。

从 2002 年起,全球磷矿产量逐年递增,但增速变缓,年平均增幅约 3%^[8,10](表 3)。2002~2008 年,全球磷矿产量年均 1.46 亿 t,其中美国、中国、摩洛哥和西撒哈拉、俄罗斯四国产量约占全球总产量的 70.3% 以上^[8]。总体而言,目前全球磷矿处于供大于求的状态,但库存量逐年下降。

根据《2014~2018 年中国磷化工行业市场前瞻与投资战略规划分析报告》(前瞻产业研究院,2014)统计,随着中国磷化工产品需求的增长及磷肥产能的快速扩张,中国磷矿产量快速增长;2001~2011 年全国磷矿产量稳步上升,2006 年,磷矿产量 3896 万 t,同比增长 28%,为近年来的最大增速^[11];2012 年,磷矿产量 8900 万 t,居于全球首位^[6];2005~2013 年全国磷矿产量增速基本保持在 15% 以上^[11]。

2.2 磷矿需求及保障分析

全球磷矿产量的 90% 多用于生产磷肥(中国为 82%),3.3% 用于生产磷酸盐饲料,4% 用于生产洗涤剂,其余则用于化工、轻工及国防等工业^[12]。随着世界人口的不断增长,需要越来越多的磷肥保障全球粮食的供给能力。2012 年世界磷肥(P_2O_5)消费量为 4190 万 t,预计到 2016 年世界磷肥消费量将达到 4530 万 t。根据中国磷肥工业协会统计,2013 年中国磷肥总产量在 1650 万 t 左右,其中种植业磷肥消费约 1188 万 t^[6]。预计未来 5 年内全球磷肥的年平均增长率为 2% 左右,磷肥消费的增长主要来自于亚太地区,磷肥增长速度将直接转化为对磷矿石需求的增长^[12]。

目前,中国磷矿产量已跃居全球第一位,基本上能满足国内生产需求,但近年来高浓度磷复肥市场需求持续上升,产量迅速增加,含量在 30% 以上的

表 3 2002~2008 年世界磷矿石产量 ($\times 10^6 \text{ t}$)^[10]

国家	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	平均
美国	36.1	35	35.8	36.3	30.1	29.7	30.2	33.314
澳大利亚	2.025	2.29	2.01	2.05	2.3	2.2	2.8	2.239
巴西	4.85	5.6	5.4	6.1	5.8	6	6.2	5.707
加拿大	1	1	1	1	0.55	0.7	0.95	0.886
中国	23	24.5	25.5	30.4	30.7	45.4	50.7	32.886
埃及	1.5	2.14	2.22	2.73	2.2	2.2	3	2.284
以色列	3.5	3.21	2.95	2.9	2.95	3.1	3.09	3.1
约旦	7.18	6.76	6.22	6.23	5.87	5.54	6.27	6.296
摩洛哥和西撒哈拉	23	23	26.7	25.2	27	27	25	25.271
俄罗斯	10.7	11	11	11	11	11	10.4	10.871
塞内加尔	1.5	1.47	1.6	1.52	0.6	0.6	0.7	1.141
南非	2.91	2.64	2.74	2.58	2.6	2.56	2.29	2.617
叙利亚共和国	2.4	2.43	2.88	3.5	3.85	3.7	3.22	3.14
多哥	1.28	1.48	1.12	1.22	1	0.8	0.8	1.1
突尼斯	7.75	7.89	8.05	8	8	7.8	8	7.927
其他国家	4.85	5	4.82	6.5	7.74	8.11	7.44	6.351
全球总计	135	137	141	147	142	156	161	145.571

磷矿供应日趋紧张^[13]。为了满足农业生产对磷肥的需要,预计今后 20 年全国磷矿石消费量将从 2001 年的 3579 万 t 增长到 2020 年的 5711 万 t^[12]。按这样的需求,全国磷富矿资源只能满足到 2020 年。因此,保护磷矿资源,合理开发利用磷矿及寻找新的出路,对保障中国国民经济健康持续发展有着重要的作用和深远的战略意义^[14]。

3 中国磷矿资源开发利用中存在的问题

磷肥在全国粮食安全生产中占有举足轻重的地位,随着高浓度磷复肥需求的逐渐增加,磷矿资源在国民经济中的地位越来越重要。作为全球磷矿资源消费大国,中国磷矿资源供应形势十分严峻^[5],在开发利用过程中存在的问题主要表现为以下几个方面。

3.1 技术装备落后,矿企负担较重

与其他国家开采技术与装备水平相比,全国磷矿企业除国有大型企业基本实现机械化、微机程序控制化外,中小型企业特别是地方小型及集体企业,开采技术仍以人工为主,并配备少数的铲、装、运设备^[15]。而目前新建设的矿山,除少数大型矿山能引进大马力推土机裂矿-前装机装载、井下锚杆护顶无轨分段空场采矿、长距离管道输送及原矿长距离高强度胶带机运输等多项达到国际水平的先进技术外,绝大多数中小型及地方集体矿山尚未实现最低标准化的机械化生产^[15]。

由于体制和历史的原因,且矿山多地处偏

僻^[15],全国大中型国有矿山企业承担着办社会和人员多的重负^[16]。近年来国家对磷矿地质勘查的投入有限,磷矿石后备力量不足且开采成本高,加上缺乏统筹管理和整体规划,难以形成规模效应^[16],许多作为全国磷矿生产基地的国有大中型企业生产难以为继。与此同时又倍受周边对磷矿资源利用、环境保护不承担责任的个体及部分乡镇企业对矿山资源的蚕食,产品销售市场被挤占^[15]。为了降低成本,一些大中型国有矿山企业采取收购地方矿石的办法维持生产经营,由此助长和加剧了乱采滥挖,致使磷矿无序开采,优质矿产低价外流,加剧了优质富矿的消耗速度^[16]。

3.2 优矿劣用加剧,资源浪费严重

由于中国磷矿床未按等级档次分级与区分价格^[15],在普钙(SSP)、钙镁(FMP)和黄磷等低浓度磷肥和初级产品的生产中,全国磷矿山(尤其是小型企业)由于技术装备陈旧落后,生产水平低,采矿工艺原始,资源开采损失贫化严重^[5],不能满足规模化、集约化开采的需要^[17]。在磷矿采选冶回收率尚未达到国家标准的情况下^[18],为了保持较高的经济效益,矿企普遍使用品位大于 30% 的优质磷富矿^[16]。加上民间开采过程中存在磷富矿“优矿劣用”“高质低用”的资源破坏和浪费严重的情况^[18],导致中小型矿企采富弃贫,采易弃难,甚至已开发磷矿区中部分Ⅲ品级的磷矿石($15\% < \text{P}_2\text{O}_5 < 25\%$)

被倾弃在废石中。另外,磷矿本身伴生有氟、稀土、锶、钒、铀等有用元素,但由于当前的科研开发滞后及实际生产冶炼水平低,未能对磷矿最大限度地挖掘其潜在价值及综合利用,造成了资源的浪费。

3.3 安全问题突出,环境污染严重

磷矿开采分为露天与井下开采。有些磷矿由于露天边坡稳定性问题,直接影响了露采的安全生产与经济效益。全国磷矿开采约60%以上采用井下开采,井下开采易形成大量的采空区,引起覆岩移动、顶板冒落。当岩层移动后,引起地温增高、地压加剧、通风困难等安全隐患。同时,井下开采引起的地表塌陷,使地下水位上升到地表标高以上,形成积水坑、沼泽地或地表盐碱化,破坏土地的耕种使用价值与经济效益^[3]。另外,采矿引起的植被破坏、水土流失、河床淤塞等现象增多使本已十分脆弱的生态环境遭到进一步的破坏^[18]。因此,当前磷矿开采面临严峻的安全形势,重点攻关磷矿安全科技关键问题、努力提升磷矿安全技术生产已迫在眉睫。

中国磷矿资源富矿少、中低品位矿居多、难选矿多、易选矿少的特点,决定了磷矿开采过程中会产生大量的尾矿^[3]。由于中小型矿企的技术水平低、环保意识淡薄、政府监管力度不够,导致在尾矿堆放、剥离岩土排放及地表地下水排污等环境保护方便出现了很多的问题。例如磷矿开采影响地下水的疏干与排泄,使得地下水位大面积大幅度下降,引起地表自然景观破坏及农业产量的减少;被雨水淋溶后从剥离岩土中析出的微量有害元素等^[3]。这些磷污染源经过土壤中某些媒介质的迁移、富集作用,极大地危害了人体及生物体的身体健康。

4 可持续发展对策

磷是一种不可再生的非金属矿产,也是保证全国粮食战略安全的重要物质基础。为保障国内磷肥长期稳定的生产及磷化工行业的可持续发展,提出以下4点对策。

4.1 加强矿产勘查,参与境外投资

根据磷矿地质构造背景与成矿时空分布规律,加强公益性地质勘探投入,规范矿业权市场,引导和推动商业性矿产资源勘查活动^[19],发掘新的磷矿资源潜力。加强磷矿重要成矿区带矿产资源远景调查,特别是云贵川湘鄂富磷成矿带、危机磷矿深部与外围、北方内生磷矿、东部沉积变质磷矿找矿靶区等区域开展矿产资源勘查,发掘新的磷矿资源,用以满足农业生产所需的高质磷复肥对优质磷矿的需求、延长危机磷矿山的生产服务年限及减轻南磷北

调、西磷东运的交通运输压力^[12]。另外,国家应当鼓励和引导大型磷矿企业通过投资、合资、兼并等资本输出方式组建大型跨国磷矿业集团,积极参与境外磷矿资源调查研究和勘查开发,逐步建立磷矿资源的周边国家供应圈和境外磷矿资源供应基地^[19]。

4.2 综合利用资源,发展循环经济

磷为大宗矿产,本身伴生有大量有用元素,故对其中有用组份的综合利用和三废的治理,具有重要的现实意义^[2]。首先,磷矿石中常共、伴生其它矿产资源,应注意它们的综合利用。如海相沉积型磷块岩矿中伴生碘资源的利用、变质型黄麦岭磷灰岩矿中硫铁矿资源的回收、岩浆岩型矾山磷灰石矿中铁矿资源的提取、织金磷矿中伴生稀土资源的回收利用^[3]。其次,中低品位磷矿、富磷矿必须兼用。对富磷矿实行限量开采,鼓励开采品质不佳及低品位磷矿床^[18]。再次,尾矿的利用。通过一些磷矿山的探索,磷尾矿可以用来生产硫酸铵、硫酸、元素硅、微晶玻璃板材和水泥,避免尾矿渣覆盖土地,污染环境^[3]。因此,磷矿企业要依靠科技创新,加强与其它矿产共(伴)生的磷矿资源的综合开发利用研究,鼓励中低品位、难选冶磷矿的选冶试验,引进推广磷矿山固体废弃物无害化充填技术^[3],推进磷矿资源集约利用及磷矿企业发展循环经济,促进全国磷矿行业的可持续发展^[18]。

4.3 优化资源配置,创新整合模式

借鉴一些发达国家的经验,今后磷矿资源开发利用将以“一矿一主一权”、有序统一的原则,以优化磷矿资源配置、提倡矿产规模开采、创新矿企整合模式为主线,以磷矿-磷肥-磷化工结合为方向,以矿业权产业链为纽带,多途径实现磷矿企业规模化、集约化整合^[18]。积极引进国外先进生产技术和装备^[12],努力改造现有生产工艺和方法。加强研究湿法磷酸、窑法磷酸、浮选磷酸等生产工艺,推广云南昆阳、贵州开阳露天陡帮开采与重介质选矿等技术,提高矿石开采回采率、选矿回收率,加速磷矿资源科技成果商品化、产业化进程^[12],实现合理采、集中选、定点炼,资源相对集中开发,采、选、冶合理配套的开发建设新模式。

政府部门应综合运用法律法规、经济、行政等手段,鼓励具有资金足、技术硬、管理佳、安全好的国企集团和地方优势企业为主体参与资源整合,培育大型优强企业,实现采选加工集中、一体化发展,淘汰经济规模小、技术含量低、资源浪费大的产能,逐步形成以大型企业为主体、大中小型企业协调发展的磷矿产业经济发展新格局^[18]。

4.4 降低环境污染,恢复生态平衡

磷矿开发利用过程中会产生大量的废渣、废水及废气等,造成矿山周围土地破坏、植被退化,增加水土流失的危险,并可能诱发泥石流等次生地质灾害^[16]。因此,矿山企业应树立保护自然、构建友好环境的意识,按照“谁开发、谁保护,谁破坏、谁恢复,谁污染、谁治理,谁受益、谁补偿”的原则^[18],转变以往高耗能、高污染的发展模式,引入降低能耗、循环利用的生产方式^[5],完善矿山环境保护与恢复治理机制和环境污染补偿机制,确保受损矿山生态环境得到治理和恢复,努力打造绿色矿山^[18]。

具体措施如下:磷废渣变废为宝,烧制水泥熟料与做磷石膏砌块等;通过洒水、喷雾、除尘等积极有效的措施,尽可能使磷矿产业链中的废气、粉尘浓度降至规定数值;根据废水来源、污染程度及其性质采取有针对性的措施(自然沉降、二次混凝沉降和生物降磷等)加以治理,不断提高矿坑水、选矿回水的综合利用率,实现废水闭路循环,从而达到排放标准;在对土质科学分析、土壤改良实验测定及详细种植播种计划的基础上,采用土地复垦方法对矿区破坏的土地利用价值进行修复,保持矿区生态环境的平衡,为矿山企业生产创造一个良好的外部环境,实现矿山开采、土地利用、植被恢复、经济与生态的可持续发展。

参考文献

- [1] 冯本智,兰心俨,周裕文,等. 非金属矿产地质学[M]. 北京:地质出版社,2007:232-255.
- [2] 温婧. 中国磷矿资源类型和潜力分析[D]. 北京:中国地质大

- 学(北京),2011.
- [3] 龙涛,余斌,胡建军. 磷矿开采对粮食安全的保障及其对策分析[J]. 中国矿业,2009,18(5):88-90.
- [4] 王邵东,张红映. 中国磷矿资源和磷肥生产与消费[J]. 化工矿物与加工,2007(9):30-32.
- [5] 李春风,柳振江,王建平,等. 我国铝矿资源现状分析及可持续发展建议[J]. 中国矿业,2014,23(8):5-10.
- [6] 万连步. 合理利用磷矿资源迫在眉睫[N]. 中国化工报,2014-03-10.
- [7] 夏学惠,袁俊宏,杜家海,等. 中国沉积磷矿床分布特征及资源潜力[J]. 武汉工程大学学报,2011,33(2):6-11.
- [8] 常苏娟,朱杰勇,刘益,等. 世界磷矿资源形式分析[J]. 化工矿物与加工,2010(9):1-5.
- [9] 王琼杰. 地质勘查的“拐点”真的来临了吗?——关于我国地质勘查形势的分析与展望[N]. 中国矿业报,2013-11-02.
- [10] U. S. Geological Survey. Phosphate Rock Statistics and Information[EB/OL]. <http://minerals.usgs.gov>.
- [11] 朱茜. 磷矿石产量保持增长势头,还有多少留给我们的后代[EB/OL](2014-06-12)<http://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/140612-b20284b0.html>.
- [12] 中国化学矿业协会. 我国磷矿供需分析及对策建议[J]. 化工矿物与加工,2004(5):1-3.
- [13] 朗望,裴正广,刘天寿,等. 利用低位热能降低选矿能耗[J]. 磷肥与复肥,2007,22(6):77-78.
- [14] 胡慧蓉,郭安,王海龙. 我国磷资源利用现状与可持续利用的建议[J]. 磷肥与复肥,2007,22(2):1-5.
- [15] 顾莹. 中国磷矿资源分布特征与利用现状[R]. 2010.
- [16] 熊巍然. 云南省磷矿资源的利用现状、发展趋势与对策[D]. 昆明:云南财经大学,2010.
- [17] 陈蓉,杨瑞东. 贵州省矿产资源形势及对策研究[J]. 资源调查与评价,2007(24):10-13.
- [18] 宋生琼,夏清波,冉后洋. 贵州省矿产资源及其勘查开发现状、存在问题与建议[J]. 国土资源情报,2012(10):49-53.
- [19] 梅燕雄,杨德凤,叶锦华,等. 中国矿产资源战略问题[J]. 中国矿业,2008,17(6):11-13.

国土资源部公益性地质资料信息服务产品发布

12月4日,国土资源部发布《关于提供公益性地质资料信息服务产品(2014年)的公告》,向社会提供包括全国重要地质钻孔数据库、整装勘查区文献专题数据库等在内的一批公益性地质资料信息服务产品。

本次向社会公众提供的全国重要地质钻孔数据库,包含95万个钻孔的基础信息、5万个钻孔的全方位信息。社会公众可登陆中国实物地质资料信息网(<http://www.cgsi.cn>)查询,或凭有效身份证件到国土资源实物地质资料中心进行查询利用。整装勘查区文献专题数据库提供的整装勘查区文献专题数据库附有文献题录,涵盖全国109片整装勘查区相关期刊文献7269篇,馆藏专著181本,英文文献32篇。社会公众可登陆中国地质调查局网站(<http://www.cgs.gov.cn>)或中国地质图书馆网站(<http://www.cgl.org.cn/>)查询利用。