



# 云南中低品位磷矿资源利用的必要性

卿黎<sup>1</sup>, 曾波<sup>2</sup>, 张宗华<sup>1</sup>, 张正清<sup>2</sup>

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093;

2. 云南省化工研究院, 云南 昆明 650041)

**摘要:**针对国内外磷矿资源的状况,特别是云南磷矿资源的利用现状,说明云南中、低品位磷矿资源利用的必要性。

**关键词:**中低品位磷矿资源;现状;必要性

**中图分类号:**TD871.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2005)06-0029-05

## 1 引言

我国的磷矿生产量在全球位居美国之后排名第二,但小型磷矿生产企业的产量就占总量的一半左右,这些企业普遍存在管理落后、技术薄弱、设备简陋等问题,为了追求企业的眼前利益,出现了“采易弃难”、“采富弃贫”、“富中选优”的状况,对矿山的破坏和资源的浪费十分严重;即使是大、中型磷矿生产企业,也还没有大规模利用中、低品位磷矿。如果在开采富矿的同时不对中、低品位磷矿进行综合利用,则今后利用的成本将更加昂贵,所以综合利用中、低品位磷矿是保护有限的磷矿资源最好的措施。

## 2 国内外磷矿资源简介

世界上几乎所有的国家都有磷矿床分布,但只有为数不多的国家拥有经济意义较大的磷矿资源。磷矿床主要集中在摩洛哥、美国、俄罗斯、中国、南非、南美等地(见表1)。

我国除青海、西藏等地区外,均有磷矿发现,磷矿主要分布在24个省、区的432处。截止到1998年底,中国磷矿资源总量达133亿t,通过矿区进一步划分和五万分之一普查后,我国预测资源总量将达380亿t。

云南省探明的磷矿资源总量占全国的22%,约为29.4亿t,平均地质品位22.40%( $P_2O_5$ ),磷资源总量位居全国首位,其中可采储量为3.90亿t( $P_2O_5$ 品位为27.49%),套改后的富矿( $P_2O_5 \geq 30.00\%$ )可采储量为1.70亿t。扣除大小矿山的采出矿石量和损失后,截止到2002年底,云南省探明的富矿可采储量约0.87亿t。安宁地区磷矿资源总量为5.27亿t,占全省资源总量的18%,其中低品位磷矿约占总量的82%,目前主要开采了富矿,因此必须对中、低品位磷矿进行综合利用。

## 3 我国磷矿资源的特点

我国磷矿一般分成三大类型:沉积岩型磷块岩,岩浆岩型磷灰石,沉积变质岩型磷灰岩。

收稿日期:2005-04-07

作者简介:卿黎(1969-),男,博士,讲师,研究方向:矿业。

表1 全世界磷矿主要资源地区  
储量及总资源量

序号	资源地名	储量		总资源量	
		数量/亿t	占世界的比例/%	数量/亿t	占世界的比例/%
01	摩洛哥	184	45	604	47
	其中, 胡里卜盖	10		210	
	梅卡拉			200	
	优素菲亚	0.6		10	
	西撒哈拉	16			
02	美国	47	11	172	13
	其中, 佛罗里达	16		116	
	西部各州			55	
03	中国	41	10	168	13
	其中, 云南			29	
	贵州			26	
	湖北			18	
	湖南			17	
	四川			8	
04	俄罗斯	45	11	120	9
	其中, 希宾	27			
	卡拉套	10		30	
05	南非	30	7	100	8
	其中, 帕拉博瓦	10			
06	南美	25	6	55	4
	全世界	410	100	1290	100

沉积岩型磷块岩是世界各国磷矿的主要类型,我国此类型矿石资源量约占总资源量的80%,云、贵、川、鄂、湘五省又占该类型资源量的93%,目前主要利用了I级品以上的磷矿,其特点是:

(1)磷灰石嵌布粒度细,呈均质胶体或隐晶、微晶质,磷矿集合体多为鲕粒、假鲕粒结构;在鲕粒之间,甚至于在鲕粒内部,常混入数量不等的碳酸盐、硅质等泥质矿物。选矿一般磨至-320目80%~90%方能单体解离。由于磨矿粒度细,增加了矿物表面能、非选择性团聚、药剂的非选择性吸附,使不同矿物之间的可浮性差别减小,因此给浮选分离带来困难。

(2)我国磷矿主要属碳氟磷灰石系列。磷灰石晶格中的 $PO_3^{2-}$ 被 $CO_3^{2-}$ 部分取代,不

仅使 $P_2O_5$ 理论值下降,而且使磷矿物晶胞参数 $\alpha$ 变小、结晶程度差,因而可浮选性逐渐下降。

(3)矿石中一般都含有钙质和硅质矿物,当二者均存在时,选矿程度更难。因方解石、白云石与磷灰石都含有同名离子 $Ca^{2+}$ ,二者可浮性接近,当用脂肪酸类捕收剂时较难分选。

岩浆岩型磷灰石资源量约占总资源量的16%,主要分布在我国北方地区。其特点是磷矿品位低,一般小于10%。由于结晶较粗、嵌布粒度较粗,属易选磷矿,其选矿工艺简单,伴生的钒、钛、钴等稀有元素可综合回收利用,从而提高资源的经济价值。

沉积变质岩型磷灰岩资源量约占总资源量的3%,主要分布在江苏、安徽、湖北等省。一般情况下,由于风化,矿石松散、含泥量高,采用擦洗、脱泥工艺即可获得合格磷精矿,有时也加上浮选工艺。

此外尚有风化残积及洞穴堆积型磷矿石。

由于我国磷矿资源的上述特点,所以不能按统一的标准划分磷矿工业指标(见表2);而 $P_2O_5$ 含量是评价磷矿质量好坏的重要指标,根据磷矿性质不同,在不同地区,磷矿的经济品位是不同的(见表3)。

表2 磷矿床一般工业指标

矿床类型	磷块岩	磷灰石及磷灰岩
边界品位( $P_2O_5$ )/%	8~12	5~6
最低工业品位( $P_2O_5$ )/%	12~15	10~11
最低可采厚度/m	0.7~2	0.7~2
夹石剔除厚度/m	1~2	1~2

表3 磷矿石品级划分

矿石品级	$P_2O_5$ 含量/%	选矿	所占比例/%
I	$\geq 30$	不需选矿	6.4
II	24~30	不需选矿或仅需简单选矿	7.4
III	14~24	需选矿	72.9
IV	3~14	需选矿	13.3

云南省磷矿的主要类型是早寒武纪梅树村期浅海相沉积磷块岩,它是被若干群岛、古陆、水下隆起所环抱,而封闭条件较好的海湾泻湖形成磷酸盐盆地,形成时间距今约500万年以上。主要分布在南起玉溪的华宁,北经晋宁、海口、安宁、寻甸、曲靖、东川、会泽至昭通永善,长近500km,宽50~100km的4万余平方公里范围内;除滇池周围已经进行了详勘等级以上的地质工作外,大部分只进行了普查。滇池周围磷资源总量占全省总量的50%以上,磷矿石产量占全省的98%,而且全部是露天开采。

云南省磷矿主要为胶磷矿,据统计,胶磷矿平均含量62.68%,此外还有少量的细晶磷灰石及次生的银星石、磷铝石等,胶磷矿在磷矿石中呈颗粒和胶结物两种形式存在,其中,以颗粒和胶结物存在的比例分别占53.31%和9.37%;此外,在胶磷矿中都有不同程度地混入的脉石矿物。磷矿石资源中 $P_2O_5$ 含量在20%以下占了一半以上,主要是硅钙型磷块岩,普遍赋存于下矿层和埋藏于深部。伴生的脉石矿物主要为白云石、方解

石、玉髓、石英、粘土矿物,还有少量的海绿石、黄铁矿及碳质物等,有害杂质的含量特点一般是镁高,铁铝较低。

#### 4 磷矿需求简介

目前全世界磷矿石产量约1.40亿t,磷肥消费量约3300万t,预计2005年磷肥消费量为3800万t。摩洛哥是磷矿的主要出口国,其主要生产企业是摩洛哥国家磷酸盐公司(OCP, Office Cherifiene des Phosphate Group),磷矿生产能力约3100万t/a,产量约2300万t/a。美国是磷矿的生产大国,最高年产量达6000多万t,近年来产量约4500万t/a。目前国际磷矿价廉,为了保护国内资源,美国每年进口部分磷矿石。俄罗斯西北部的科拉半岛是俄罗斯重要的磷矿基地,由于前苏联的解体,磷化工产业受到重创,大多数企业已停止生产,俄罗斯磷矿生产能力约5000万t/a,产量约1800万t/a。

据统计,我国近六年磷矿的产量和消费量如表4所示,预计到2005年,统计内的磷矿产量为3600万t。

表4 近几年我国磷矿产量和消费量

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003
磷矿总消费量/万t	3177	3157	3492	4050	4282	4718
统计产量/万t	2709	2076	1937	2101	2301	2447
统计外产量/万t	468	1081	1555	1949	1981	2271
统计外产量占/%	15	34	45	48	46	48

据统计,2002年和2003年云南省磷矿产量分别为1280万t和1180万t,同期省内消耗磷矿量875万t和920万t。据预测,2005年和2010年云南省将需磷矿1456万t和1818万t,目前磷矿生产无法满足市场需求,并且按此推算,富矿储量仅能维持6年。

2005年和2010年后,云天化集团需磷精矿将达320万t/a和440万t/a以上,仅安宁地区所需磷精矿将达280万t/a以上,因此需对安宁地区的磷矿进行研究,目前安宁

地区磷矿生产能力如表5所示。

目前安宁地区磷矿生产能力大于实际需求,但云天化集团60万t/a磷酸二铵装置建成后,磷矿生产能力满足不了需求,第二期60万t/a磷酸二铵装置投产后缺口更大,预计远期安宁地区磷矿生产能力将达800万t/a以上。

安宁地区现主要开采的是I级品磷矿,当擦洗脱泥精矿要求 $P_2O_5 \geq 31.00\%$ 时,其人选磷矿 $P_2O_5 \geq 29.50\%$ ;据统计,即使I+

表 5 安宁地区主要磷矿生产情况/(万 t/a)

序号	矿区名称	原 矿		擦洗精矿	备 注
		能力	产量		
01	县街磷矿	120	100	50	主要供给云峰和红磷
02	云龙山磷矿	40	40	15	主要供给湛江、鹿寨、贵溪等
03	成杰物质公司	40		40	
04	安宁 安宁市磷矿高山擦洗厂			30	
05	云磷集团擦洗厂			30	
06	安宁市磷矿擦洗厂			30	
07	中山磷矿	30	20		主要供给云峰和红磷
08	柳树磷矿	30	5		适于电热法用矿
09	草铺 松坪磷矿	25	5		适于电热法用矿
10	龙山磷矿	40	5		
11	鸣矣河 耳目磷矿	30	20	30	主要供给贵溪及省内等
	合 计	355	195	225	

II级品的磷矿全部能用于擦洗入选矿,安宁地区 I + II级品磷矿储量的服务年限仅为 6 年。

据了解,我国磷矿资源已被国土资源部列为 2010 年后不能满足国民经济发展需求的 20 个矿种之一,所以合理利用中、低品位磷矿资源是很重要的。

目前安宁地区磷矿开采能力较大的有:县街磷矿、成杰物质公司、云龙山磷矿,主要分布在背阴山、云龙山和菠萝湾,总的开采范围不到 2 平方公里,其他矿区的开采能力一般在 30 万 t/a 以下,无论哪个矿山都未对总体矿山进行过规划,目前只开采 28%  $P_2O_5$  以上品位的磷矿,无论是开采能力还是磷矿品位都无法满足云天化集团对磷矿的长远需求。

## 5 结 语

我国磷资源虽然丰富,但中、低品位磷矿约占资源总量的 92%,磷资源的可持续发展只有通过中、低品位磷矿的富集才能进行大规模的综合利用。

云南省磷矿资源的工业性生产富集技术普遍采用擦洗脱泥技术,该技术只能将磷矿的品位提高 3% 左右,而且要求磷矿为风化石,该类磷矿在云南省为数不多,所以必须采用其他方法对中、低品位磷矿进行富集利用,以满足磷复肥产业对磷矿的需求;根据云南省胶质型磷矿资源的特点和国内外中、低品位磷矿富集利用技术状况,目前对中、低品位磷矿进行浮选富集是较为可靠的方法。

## 参考文献:

- [1] 陈明元. 美国磷酸盐原料的生产与消费[J]. 贵州化工, 1998(1): 50~52.
- [2] 陈腊山, 黄文雄. 摩洛哥国家磷酸盐公司磷肥生产简介[J]. 磷肥与复肥, 1998(2): 72~74.
- [3] 陈良琨. 云南省磷矿资源开发面临的问题及建议[J]. 化工矿物与加工, 2000(5): 1~4.
- [4] 赵增泰. 摩洛哥硫酸、磷肥工业概况[J]. 硫酸工业, 2002(3): 1~5.
- [5] 王学买, 常振球. 云南省磷矿资源开发利用现状与初步建议[J]. 化工矿物与加工, 2004(1): 1~4.

## The Necessity of Utilizing Mid-and Low-grade Phosphate Rock Resources in Yunnan Province

QING Li<sup>1</sup>, ZENG Bo<sup>2</sup>, ZHANG Zong-hua<sup>1</sup>, ZHANG Zheng-qing<sup>2</sup>

# 凤阳石英尾砂的综合利用

徐天勇

(南京大学环境学院, 江苏 南京 210093)

**摘要:**通过对石英尾砂综合利用技术的研究,将石英尾砂加工成符合工业部门要求的石英粉产品,解决了长期困扰当地的石英尾砂堆放造成的环境污染问题。而且石英尾砂综合利用产生的废水经处理可做到循环使用,尾泥可作为新型干法水泥生产线的原料。

**关键词:**石英尾砂;综合利用;环境保护

**中图分类号:**TD985 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-6532(2005)06-0033-03

石英因其具有耐酸、耐磨、抗风化等特性而在工业部门得到广泛应用。以石英岩为原料可以生产石英砂、石英粉、石英研磨介质和水处理过滤材料等。石英砂是玻璃、陶瓷、铸造、耐火材料、冶金等行业的主要原料,而石英粉可用于无碱玻璃纤维、电子塑封填料、耐火涂层、铸模涂层、高技术陶瓷等行业。

## 1 凤阳县石英岩的开发利用现状

滁州市凤阳县境内石英岩储量大、质量稳定、二氧化硅含量高,是国内少有的优质大型石英岩矿床,目前已经成为我国优质的硅质原料基地。凤阳石英岩系沉积—变质矿床,成矿时代为元古代,距今约10亿年,矿石成份简单,  $\text{SiO}_2 > 98\%$ , 含有少量Fe、Al杂质。

凤阳县石英岩的开发利用是随着我国玻璃工业的发展而发展的,1970年建立了石英

矿,开始主要为蚌埠平板玻璃厂提供块状石英岩原矿。1979年建立了以石英岩为原料加工型砂的企业,产品主要用于铸造行业。1980年我国推广浮法玻璃技术的时候,也是改革开放的初期,从这时起凤阳的石英砂加工开始进入了快车道。经过30多年的发展,凤阳现在已经建成200多家石英砂加工企业,年生产玻璃用石英砂400万t以上。

凤阳石英岩开发利用从技术水平发展来看,可以分为两个阶段:

第一阶段:采用石轮碾(水碾式)破碎—加水冲洗—简单筛分的流程。矿物进入石轮碾破碎,用水冲到沟中流到筛上筛分,筛上物重返轮碾破碎,筛下物中细粉随水流出,粗粒则作为产品。由于生产较简单,设备较原始,因而产量小,产品的成分和粒度难以保证,产生的过粉碎细粉较多,矿产资源浪费大,环境

•••••

- (1. Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China;
- 2. Yunnan Chemical Institute, Kunming, Yunnan, China)

**Abstract:** Aimed at the condition of phosphate rock resources at home and abroad, especially the present situation of utilizing phosphate rock resources in Yunnan Province, the necessity of utilization of the mid-and low-grade phosphate rock resources is expounded in this article.

**Key words:** Mid-and low-grade phosphate rock resources; Present situation; Necessity

收稿日期:2005-02-21

作者简介:徐天勇(1966-),男,在读硕士生,高级工程师,主要从事污染治理技术的研究。