

巴西低品位磷酸盐矿的选矿

E. W. Betz

巴西大部分肥料都是进口的。这给国家的支付平衡增加了很重的负担。由于缺少大的磷灰岩矿床，才促使专家对新技术进行了研究。这种新技术适合于前十年内所知道的仅有的矿石类型：矿石来源于碱性矿体。

同时，国家所属的矿产资源勘察公司（CPRM）开始了一项大的地质勘察计划，在这十年内成功地发现了帕托西（Patos）沉积矿床。

与碱性矿体有关的矿床大小是有限的，并且通常呈现复杂的矿物成分，这主要是由碳酸盐岩原生矿蚀变或其它碱性岩石产生的。

在脉石中常见氧化铁矿物（磁铁矿和褐铁矿）、云母（金云母和较多的蛭石）、钛矿物（钛铁矿、钛矿和钙钛矿）、重晶石、磁铁矿、烧绿石以及其它如：铀、钍、钽、铌、镧等元素的迹象。

表 1 巴 西 磷 酸 盐 矿 床

	矿 床	类型	储 量 1000吨	品位(%) P_2O_5	投产	生产能力 1000吨
1	查塔拉奥福 斯法戈	火成岩	85000	15	1979	500
2	查塔拉奥戈 亚斯费蒂尔	"	200000	5	1981	570
3	阿拉克萨	"	113000	13	1977	570
4	塔皮拉	"	250000	8	1979	900
5	帕托西	沉积岩	400000	11	1982	1000
6	贾库皮兰加	"	100000	5	1972	350
7	依帕尼马	"	40000	13		330
8	阿尼塔波利 斯	"		5		
9	奥林达	"	20000	20		

表 1 示出巴西勘察的主要磷酸盐岩。

贾库皮兰加（Jacupiranga）矿山

赛拉纳（SERRANA）采矿公司于 1943 年开始工作，仅开采下层碳酸盐淋滤而成的残积矿石。选矿作业仅包括破碎，洗矿和磁选。

当残积矿石采尽时，用一组浮选槽补充了原有设备，然后用这些设备处理以前不能选别

的老尾矿和蚀变岩石。

从富集在碳酸盐中的矿石里选别磷灰石的方法至今仍未研究。即使现在，我们仍认为，应大规模地利用 P_2O_5 含量低的矿石。

磷灰石与方解石和白云石相比，由于它们有类似的物理特性和相同的阳离子 (Ca)，所以，分选磷灰石就有很大困难。

在两年时间内，进行了小型浮选试验，试图为优先浮选选择一种药剂，并确定其它操作条件。这些试验证明：在狭小的碱性 pH 值范围内，用淀粉抑制含碳脉石，用脂肪酸浮选磷灰石是可能的。

为了以连续操作的形式对该方法进行试验，根据按比例扩大的三个阶段进行了中间性试验：

1. 按实验室规模 (80—100 公斤/小时) 进行连续试验，每小时产出 8—10 公斤浮选精矿。

2. 在半工业试验厂进行连续试验 (处理能力每小时为 300—400 公斤) 这种试验包括均匀矿石的堆存、磨矿、分级、脱泥、连续药剂制备、浮选和精矿干燥作业。

3. 最后，单独安装了一台半工业规模的设备，处理能力每小时 6—7 吨，产出 600—700 公斤精矿。选矿包括：粗碎和中碎、矿石的贮存和配矿、棒磨机磨矿、螺旋分级、脱泥药剂制备、浮选、精矿脱水、尾矿堆置、自动取样和利用可以用的实验室设备。

在这些连续试验中，都证实了这种方法的可行性并能按工业规模进行生产。还确定了由该方法所要求的非常严格的操作条件 (主要是 pH 值)。研究结果导致建立了一套每年生产 14.2 万吨含 35% P_2O_5 的磷灰石精矿的工业设施。(见表 2)

目前每年处理约 300 万吨原矿，生产 35 万吨精矿，将其送至安装在那里的溶解设备进行进一步处理。

含有碳酸盐的浮选尾矿送到该公司的一座水泥厂去脱磁，然后用来生产水泥 (每年 45 万吨)。当在生产中使用 MgO 含量高的矿石时，尾矿要单独堆存，并作为土壤调整剂销售。

表 2 赛拉纳采矿公司贾库皮兰加矿选厂选别结果

产 品	吨/小时	% 品 位 P_2O_5	P_2O_5 吨/小时	% P_2O_5 回 收 率
给料	300	5.0	15	100
细泥	54	3.5	1.89	12.6
底流	246	5.33	13.11	87.4
浮选尾矿	213	0.6	1.31	8.7
磷灰石精矿	33	35.7	11.8	78.7
工业损失	0.5	35.7	0.2	1.3
工业生产	32.5	35.7	11.6	77.4

赛拉纳方法在阿拉克萨的应用

从四十年代就知道在阿拉克萨埋藏有磷酸盐矿。由于矿石中的磷灰石、重晶石、磁铁矿和褐铁矿矿物的共生，没有一种已知方法可获得一种适用于化学工业的矿石品位。

1972年,由赛拉纳和依托两家公司建立了阿拉克萨化肥和化工产品合资经营公司 (AR-AFERTIL)。该公司立即开始建一座处理能力 6 吨/小时的试验厂,该厂装有全套设备,并具有在工业条件下检验工艺方法可行性的必要灵活性。

这个选矿厂由粗碎和中碎、配矿、自动给矿、磨矿、分级、去磁、脱泥、搅拌、重晶石浮选、磷灰石浮选、再磨、过滤、干燥、矿泥浓密以及其它现场作业。

对这种矿石的主要要求如下:

(1) 获得一种 Fe_2O_3 含量低的精矿; (2) 获得 P_2O_5 含量高的精矿; (3) 达到适宜的回收率。

1. 第一项是最重要的,因为要使用这些精矿生产磷酸。根据赛拉纳方法,对铁矿石采用专门的抑制剂—胶状玉米淀粉是非常有效的而且必不可少,但是需要很严格的条件,要花大量时间来确定诸如浮选槽中固体百分数, pH 值以及药剂用量等条件。

2. 矿石中的重晶石在磷灰石浮选时一起被脂肪酸捕收,因此降低了磷精矿品位。

根据米纳斯磷矿分选法,只有先浮选重晶石,采用专门的捕收剂(十六烷基硬脂硫酸盐),才能获得高于 34% P_2O_5 的精矿,虽然研究出了在脂肪酸浮选中获得混合精矿在用柠檬酸解除捕收作用之后的重晶石浮选方法,但是,最终恢复的精矿品位还是低的, Fe_2O_3 含量也比较高。

后来,由于地质研究和储量 (BaO 含量低) 评价的进展,这样就不用先浮选重晶石,而可以直接浮选磷灰石。这一方法目前正在工业选厂中应用,但只有当给矿中 BaO 含量低于临界值 (3 % BaO) 时才能应用。

3. 要证明能使一个工业规模的企业投产,最关键的问题是能够充分恢复地质品位。

脱过泥的颗粒表面活性小,有时外敷一层褐铁矿薄膜,不易浮游,这种颗粒主要存在于粗粒级部分中。因此,决定采用粗磨,后面继以脱泥、浮选,粗粒级 (+200 目) 尾矿再磨。而后,由于尾矿中存在有轻矿物和象磁铁矿和重晶石那样的重矿物,所以要对尾矿分级。

应用这种方法,最终的磷灰石回收率高于 50% P_2O_5 , 认为这种结果足以证明建设这样的厂是可行的。(见表 3)

后来,微细筛用于工业选厂,但在工业流程建设期间已经建好的旋流器仍在继续使用。

重晶石浮选系列还未使用,现有浮选槽用于擦洗调浆前的脱泥产物。

该选厂从 1977 年 9 月就已投产,生产能力为每年 57 万吨磷灰石精矿。

表 3 阿拉克萨化肥和化工产品公司阿拉克萨矿选别结果

产品	吨/年	%	品 位		吨/年		回收率	
			P_2O_5	CaO	P_2O_5	CaO	P_2O_5	CaO
给矿	2800000	100	15.7	18.0	440500	504000	100	100
细泥	896000	32	12.3	12.0	110125	107520	25	21.3
底泥	1904000	68	17.3	20.8	330375	396480	75	78.7
尾矿	1301300	46.5	9.1	8.5	118925	110800	27.0	22.0
工业损失	32700	1.2	35.0	47.4	11450	15500	2.6	3.1
精矿	570000	20.3	35.0	47.4	200000	270180	45.4	53.6

矿石储量为 11,300 万吨,含 13.3% P_2O_5 。

还建有一座每小时处理 60—100 公斤的半工业试验厂,为使该方法更完善化,以及回收

尾矿中的铌、钽、重晶石等其它矿物继续进行研究。

塔皮拉 (Tapira) 低品位矿石的工业应用

塔皮拉是碱性矿体, 开始是勘探钽矿。根据这个区域存在有磷酸盐的迹象, 再加上当时这种矿石销售前景很可观。因此, 主要勘探目标就转移了。

为了节省工艺试验的时间, 巴拉那伊巴河各公司租借了阿拉克萨的试验厂。

在 4 个月内处理了 5 万吨矿石, 使得能够确定全部工程的基本参数。开始采用了阿拉克萨矿石的现有工艺流程 (无重晶石浮选)。后来, 由于矿石的物理和矿物学特性不同, 在选厂中进行了一系列改造:

- 去除了再磨回路;
- 去除了预先去磁部分;
- 添加苏打以加强矿浆分散作用;

—在按半工业规模进行试验的浮选作业中, 对于乳状塔尔油做了选择, 这不仅为了少量药剂的较好控制, 而且还为了对磷灰石和铁矿物有更强的选择性。

—发现矿浆的 pH 值大大低于这类矿石通常所用的 pH 值 (介于 9.3—9.5 之间)。若高于这个值, 药剂虽对 TiO_2 矿物有选择性, 但蛭石也同时丢失了。

—由于给矿中 P_2O_5 含量低, 而又要求获得好的回收率和 P_2O_5 含量低的尾矿, 所以扫选槽交错排列证明是非常有效的。

—获得的总回收率约 60%, 因此高于类似矿石的回收率。

根据 1975 年研究的工艺方法, 因此在塔皮拉地区设计了一座磷酸盐选厂, 初步生产能力为每年 90 万吨磷灰石精矿。计划选厂于 1979 年初开工, 选厂每年需要约 1000 万吨含 8% P_2O_5 矿石。探明的资源为 25000 万吨。该矿为露天开采。

每年需开采 100 万吨左右钽矿石, 单独堆存以待后用, 此外还要剥离 500 万吨盖覆层。

查塔拉奥 (CATALAO) ——戈亚斯磷肥公司 (FOSFAGO)

磁铁矿含量高的矿石降低了投资费用。

由碱性岩岩的风化所形成的磁铁矿和磷灰石为这种矿石的主要矿物。此外还有少量重晶石、蛭石、褐铁矿、锐钛矿。 P_2O_5 含量为 15% 左右。

由于赛拉纳方法中用作抑制剂的玉米淀粉已经成为专利, 这样, 公司的专家们便考虑了其它可供选择的方案, 采用不同的抑制剂, 包括从经济观点考虑问题来作为更优越的方案。

取得了很好的研究结果, 精矿含 P_2O_5 38—39%, 回收率约 70%, 因而建了一套处理能力为 200 万吨矿石, 生产 50 万吨精矿的设施。

这个选厂是国内所建的选厂中投资最少的一家典型厂。为实现这一点, 除了好的矿石质量外, 还采用了几种设想的解决办法:

—将签定一个采矿合同, 因此就不需在设备上投资了。

—起初, 总是无视运输距离的加长, 因此剥离量不要太大,

—由于矿石中存在有高达 30% 的磁铁矿, 采用磁选粗选是减少以后选矿本身分选量的主要因素。脱泥损失和矿石浮选中所获得的结果是很好的, 因此, 无需进行扫选和再磨。

—设想出一个不同标高的平面布置图, 这样就最大程度地减少了岩浆的泵送量。

王丹译自《第十三届国际选矿会议文集》王念华校