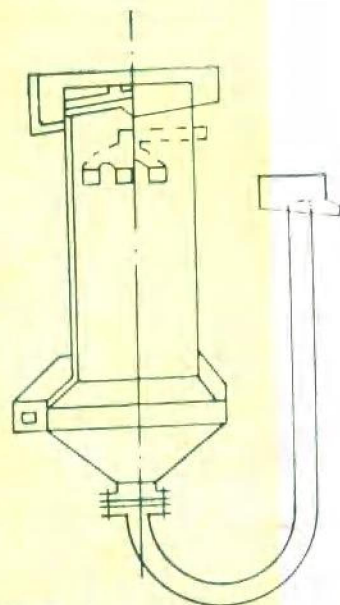


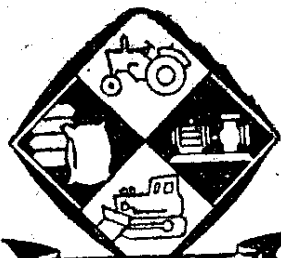
农业机械化丛书

低品位磷矿选矿

辽宁省地质局中心实验室编



石油化学工业出版社



7297
33
农业机械化丛书

低品位磷矿选矿

辽宁省地质局中心实验室编



石油化学工业出版社

A593555

内 容 提 要

书中较系统地介绍了低品位磷矿选矿工艺过程、原理及其有关基本知识，并结合县、公社两级小型磷矿选矿的生产实践，介绍了选矿操作调整、生产控制检验及选矿厂的基建要求等。

本书可供县、公社两级小型磷矿选矿厂工人、技术人员和领导干部参考。

农业机械化丛书

低品位磷矿选矿

辽宁省地质局中心实验室编

*

石油化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $6^{3/4}$ 字数146千字 印数1—7,250

1978年11月北京第1版 1978年11月北京第1次印刷

书号15063·化267 定价0.48元

《农业机械化丛书》

出 版 说 明

在全国人民高举毛主席的伟大旗帜，贯彻执行以华主席为首的党中央抓纲治国的战略决策，团结战斗的大好形势下，为了大力宣传毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的教导，普及农业机械化知识，提高农业机械化队伍的思想、技术水平，发挥亿万群众的积极性和创造性，大搞农业技术改革，加快农业机械化的步伐，以适应普及大寨县和一九八〇年基本上实现农业机械化的需要，中央和地方有关出版社联合出版这套《农业机械化丛书》。

《农业机械化丛书》包括耕作机械、农田基本建设机械、排灌机械、植物保护机械、运输机械、收获机械、农副产品加工机械、化肥、农药、塑料薄膜、林业机械、牧业机械、渔业机械、农村小型电站、半机械化农具、农用动力、农机培训、农机管理、农机修理、农机制造等二十类。可供在生产队、公社、县从事农业机械化工作的贫下中农、工人、干部、知识青年和技术人员参考。

本书属于《农业机械化丛书》化肥类。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 磷的用途	1
第二节 矿物和矿石	1
第三节 选矿的任务	2
第四节 选矿方法及选矿过程	3
一、选矿方法	3
二、选矿过程	4
第五节 选矿的主要工艺指标	4
第二章 磷矿石的破碎与磨矿	7
第一节 概述	7
一、破碎与磨矿的目的	7
二、破碎和磨矿阶段	8
三、破碎比	8
第二节 磷矿石的破碎	9
一、颚式破碎机	10
二、圆锥破碎机	12
三、对辊破碎机	19
第三节 筛分	21
一、棒条筛	22
二、振动筛	24
三、共振筛	26
第四节 破碎流程	27
第五节 磨矿	29
一、磨矿机的工作原理	29

二、球磨机的构造	30
三、影响球磨机生产的主要因素	34
四、球磨机的操作及维护	39
第六节 分级	40
一、螺旋分级机	40
二、水力旋流器	44
第七节 磨矿流程	50
第三章 磷矿的浮选工艺	53
第一节 浮选的基本原理	53
一、浮选过程	53
二、矿物表面的润湿性	54
三、矿粒向气泡上的附着	55
四、矿粒与气泡附着时间的影响因素	56
五、矿化气泡的上浮速度	57
六、浮选速度	57
第二节 浮选药剂	58
一、捕收剂	58
二、起泡剂	61
三、调整剂	61
第三节 磷矿浮选的工艺条件	64
一、磨矿细度	64
二、矿浆浓度	67
三、药剂制度	68
四、充气和搅拌	71
五、浮选时间	71
六、水的质量	72
七、矿浆温度	73
八、浮选流程	73
九、低品位磷矿浮选流程及评述	80

第四节 浮选机械	81
一、浮选柱	81
二、机械搅拌式(XJK 型)浮选机	84
第五节 选矿产品处理	87
一、浓缩	88
二、过滤	93
第四章 磷矿的选矿实践	97
第一节 硅质磷灰石矿的选矿实例	97
一、辽宁省某磷铁矿	97
二、河北省马营磷矿	100
三、辽宁省城山磷矿	102
四、福建省洋墩磷矿	105
五、山东省寨里磷矿	109
六、山东省某中学磷矿	110
七、山东省雪野磷矿	111
第二节 硅钙质磷灰石矿的选矿实例	113
第三节 硅质胶磷矿的选矿实例	115
第四节 硅钙质胶磷矿的选矿实例	118
第五节 选矿厂生产成本的核算	122
第六节 低品位磷矿选矿的几点体会	124
第五章 磷矿选矿厂的生产控制检验	129
第一节 碎矿工段的检验与调整	129
一、碎矿工段的检验及操作方法	129
二、碎矿流程的调整	132
第二节 磨矿分级的检验	135
一、球磨机处理矿量的检验	135
二、磨矿浓度的检验	136
三、磨矿细度的测定	137
四、分级返砂量的测定	140

五、分级效率的测定	142
六、磨矿分级流程的调整	143
第三节 浮选作业的检验	144
一、浮选浓度的检验	144
二、矿浆温度的检验	144
三、矿浆酸碱度(pH 值)的测定	144
四、加药量的测定	145
五、充气量的测定	145
六、搅拌时间的测定	146
七、浮选时间的测定	146
八、浮选作业的调整与操作	147
第四节 流程考察与计算	148
一、流程考察的目的	148
二、流程考察前的准备工作	149
三、流程考察的方法	149
四、结果计算	149
第六章 磷矿选矿厂的建设	157
第一节 选矿厂建设前的准备	157
一、矿山采样的目的要求	157
二、矿石可选性试验	159
三、选矿厂生产能力的确定	160
四、选矿厂厂址选择	160
第二节 选矿厂工艺流程与设备的选择及计算	161
一、破碎筛分流程的选择及计算	161
二、磨矿分级流程的选择及计算	173
三、浮选工艺流程的选择及计算	185
第三节 尾矿设施	197
一、选择尾矿场的一般原则	197
二、尾矿的运输	198

三、尾矿的堆置	198
四、尾矿池的构成形式	198
五、尾矿池的结构	199
六、尾矿池容积的计算	200
七、尾矿在池内的排放方式	200
第四节 总平面布置	201
第五节 选矿厂设备配置实例	202

第一章 绪 论

第一节 磷 的 用 途

磷矿石的用途较多，可以制取磷肥，也可以制取纯磷（黄磷、赤磷）、磷酸及其它化工原料。含氟的磷矿石，在制肥过程中，还可以回收氟。赤磷可做火柴的原料。黄磷有剧毒，可以制造农药。磷酸是制取高效磷肥及各种磷酸盐的原料。磷酸盐用于制糖、陶瓷、玻璃、纺织等工业上。如磷酸钠（ $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ）、磷酸二氢钠（ $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ）可做净化锅炉用水的净化剂，后者还可以制造人造丝。六聚偏磷酸钠（ $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ ）可做水的软化剂和金属防腐剂。磷的有机衍生物用于医药工业。此外，在冶金工业中炼制磷青铜等都要用磷。

第二节 矿物和矿石

地球的外壳是由各种岩石组成的，不同的岩石又是由各种不同矿物组成的。矿物就是地壳中具有固定化学成分和物理性质的天然化合物或自然元素。

能够为人类利用的矿物，叫做有用矿物。含有有用矿物的矿物集合体、如其中有用成分的含量在现代经济技术条件下能够回收加以利用时，这个矿物集合体叫做矿石。矿石的概念是发展的，随着工业技术的不断发展和国民经济日益增长的需要，过去由于有用成分含量低，而被认为

是废石的，现在可做矿石进行利用。例如磷矿，过去的工业指标把磷矿石的品位(五氧化二磷的含量)定为百分之八，低于百分之八的都被当做废石。现在各地把含五氧化二磷 3~4% 的低品位磷矿都利用了，就变成了矿石。

矿石的种类很多，划分种类的方法也较多，大致可分为金属矿石和非金属矿石。磷矿石就是属于非金属矿石中的一种，它的分类方法也较多，从选矿加工的角度大致可按两种方法划分。(1)按矿石中有用矿物的结构特点，可分为晶质磷灰石矿和胶质磷矿两种。(2)按矿石中脉石矿物的化学成分及含量，磷矿石又分为硅质、钙质和硅钙质三类。

由于矿石的品位不同，工业上处理方法也不同，所以习惯上，根据矿石中有用成分的含量不同，又分为富矿石和贫矿石。富矿可直接为工业利用，而贫矿一般要进行选矿处理，提高品位后，再利用。

第三节 选矿的任务

目前从矿山开采出来的低品位磷矿，含五氧化二磷(P_2O_5)，一般在 2~5%。这样的矿石一般要进行选矿处理，将矿石中的脉石与有用矿物分开，使磷富集后(即提高品位)再为工业利用。

矿石中往往含有多种有用成分(如磷矿石中常含有铁、钛、钒和稀土元素等)。为了充分利用国家矿产资源，满足社会主义建设的需要，必须尽可能地将它们分别选出、回收，合理地利用矿石中的各种有用成分。这就叫做综合利用。

此外，矿石中除了主要有用成分外，常常含有影响有

用成分利用的有害杂质。例如在磷矿石中的铁和铝或在铁矿石中的硫和磷等。这些杂质一般需要在制肥和冶炼之前用选矿的办法除去。

因此，选矿的任务就是分离有用矿物和脉石，把共生的有用矿物尽可能地相互分离成为单独精矿，除去有害杂质，充分地经济地最合理地利用国家的矿产资源。

第四节 选矿方法及选矿过程

选矿是根据矿石中各种矿物的物理性质和物理化学性质的不同而采用不同的选矿方法，将它们彼此分开。例如矿物的粒度、形状、颜色、光泽、比重、摩擦系数、磁性、电性、发光性以及矿物表面的润湿性等。根据不同的性质，选择不同的选矿方法，以达到选分的目的。

一、选矿方法

最常用的选矿方法有：浮选、重选及磁选等。

(一)重力选矿法(或叫重选法)是根据矿物比重的不同及在介质(水，空气或其它比重较大介质)中具有不同的沉降速度进行分选的方法。重选法广泛地用来选别锡、钨、金和钛及其它矿物。

(二)磁选法是根据矿物的导磁性的不同来进行选矿的方法。主要用来处理黑色金属矿石(如铁、锰等)和稀有金属矿石。

(三)浮游选矿法(或叫浮选法)是根据矿物表面的润湿性的不同来选分矿物的方法，浮选法的应用极为广泛，可用来处理绝大多数的矿石。例如，磷矿石就是采用这种方法选别的。

除上述三种主要方法外，还有电选法、光电选矿法、

手选、摩擦选矿等。这些选矿方法是使有用矿物与脉石进行机械的分离，因为用这些方法选矿的结果，并不改变矿物本身的物理、化学性质，因此习惯上叫做机械选矿法。为了处理多种有用成分及复杂难选的磷矿石，经常采用多种选矿方法的联合流程，回收磷矿石中的磷、钛、铁、钒等矿物。

二、选矿过程

为了把有用矿物和脉石矿物分开，首先必须把磷矿石破碎，使磷矿物达到单体分离的程度，这叫做“单体分离度”。只有在磷矿物从矿石中单体解离出来的情况下，才能把磷矿物选出来，因此，进入选矿厂的矿石(习惯上叫做原矿)，通常先要经过破碎、磨矿等准备作业，然后，再经过选分即可得到含磷较高的最终产品，这叫做磷精矿。磷精矿选出后，剩下的产品，其中磷矿物的含量很低，这种产品通常叫做尾矿。在选分过程中，有时分出一部分半成品，需要进一步处理的叫做中矿。

选出的磷精矿含有大量水分，为了使用及运输上的方便，需要脱水和干燥。

因此，整个选矿过程通常包括破碎、磨矿、选分、产品脱水等几个环节。

第五节 选矿的主要工艺指标

为了评定选矿的效果，通常采用一些指标来表示。

(一)品位 是指矿石中或产品中含五氧化二磷的重量与矿石或产品重量之比。品位用化学分析(或其它方法)方法测定，以百分数(%)表示。例如磷精矿品位为30%，就是说，一百吨干的精矿中含有五氧化二磷三十吨。

产品的品位常用希腊字母表示。 α (读阿尔法)表示原矿品位； β (读贝他)表示精矿品位； θ (读西塔)表示尾矿品位。

(二)产率 产品重量与原矿重量之比叫做该产品的产率。产率常以百分数(%)表示。用希腊字母 γ (读伽马)代表。例如在选磷厂中每昼夜处理二百吨矿石，获得三十吨磷精矿，磷精矿产率即为：

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{精矿}} &= \frac{\text{精矿重量}}{\text{原矿重量}} \times 100\% = \frac{Q_{\text{精矿}}}{Q_{\text{原矿}}} \times 100\% \\ &= \frac{30}{200} \times 100\% = 15\%\end{aligned}$$

尾矿产率为：

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{尾矿}} &= \frac{\text{原矿重量} - \text{精矿重量}}{\text{原矿重量}} \times 100\% \\ &= \frac{Q_{\text{原矿}} - Q_{\text{精矿}}}{Q_{\text{原矿}}} \times 100\% \\ &= \frac{200 - 30}{200} \times 100\% = 85\%\end{aligned}$$

$$\text{或 } \gamma_{\text{尾矿}} = 100\% - \gamma_{\text{精矿}}$$

式中 γ ——产品产率，%；

Q ——重量，吨。

(三)选矿比 原矿重量与精矿重量之比值叫做选矿比。用它可决定获得一吨精矿所需处理原矿石的吨数。

$$\text{选矿比} = \frac{\text{原矿重量(吨)}}{\text{精矿重量(吨)}} = \frac{200}{30} = 6.67(\text{倍})$$

(四)富矿比 精矿品位(β)与原矿品位(α)的比值叫富矿比(或叫富集比)。这个比值表示精矿中 useful 成分的含量比在原矿中有用成分的含量增加多少倍。如磷矿，原矿

品位为 3%，精矿品位为 30%，其富矿比为：

$$\text{富矿比} = \frac{\text{精矿品位}(\%)}{\text{原矿品位}(\%)} = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{30}{3} = 10$$

(五)回收率 选矿作业的目的是把原矿中含磷矿物，最大限度的选入精矿中回收，这个选分过程的完成程度用精矿中五氧化二磷的重量与原矿中五氧化二磷重量的比来评定。这个比值叫做回收率。常用希腊字母 ε (读艾普西隆)代表，用百分数(%)来表示。回收率的计算方法将在第五章详细叙述。

第二章 磷矿石的破碎与磨矿

第一节 概 述

一、破碎与磨矿的目的

矿山采出的矿石，矿块很大，最大的粒度一般为 500 毫米左右。而磷矿物的浸染粒度较细，并且与共生的矿物及脉石紧密结合。所以选别之前，矿石必须经破碎和磨矿，使磷矿物充分解离。破碎和磨矿所要达到的粒度，主要取决于磷矿物的浸染粒度和所采用的选矿方法，磷矿一般都采用浮选法。晶质磷灰石的浸染粒度一般在 0.5~0.1 毫米，胶质磷矿浸染粒度更细，一般都在 0.1 毫米以下。浸染粒度愈细，其磨矿粒度也应愈细，否则含磷矿物与脉石矿物不能达到单体分离，直接影响选分的质量。因此，破碎、磨矿是矿石选分前必须进行的准备作业。

但是在生产实践中，并不是将矿石破碎得愈细愈好。因为，第一，矿石破碎得愈细，动力消耗和材料的磨损就愈大，加工费用就增加。第二，将矿石破碎得过细，势必生成大量的细泥，造成过粉碎，这种细泥影响选分过程的进行，降低选分效果。因此选分前必须正确决定破碎粒度，使其在技术上和经济上合理。

目前各地初期开采的片麻岩硅质磷灰石矿，基本上都在地表风化层进行，所采出矿石较软，粒度一般都比较小，有的矿区甚至不经破碎直接进入磨矿或磨矿前先进入筛

子，将大块筛出，进行人工破碎，然后送入磨矿机。

二、破碎和磨矿阶段

由于目前技术和经济条件的限制，不能把从矿山采出的大块矿石一次直接破碎到选分前所要求的粒度，因此破碎(或磨矿)是分阶段进行的。

破碎、磨矿通常分为以下几个阶段：

破(磨)碎阶段	给矿粒度(毫米)	产品粒度(毫米)
粗 碎	1000~300	350~100
中 碎	350~100	100~40
细 碎	100~40	25~12
粗 磨	25~12	12~0.3
细 磨	12~0.3	-0.1

上述阶段的划分是一个大致的范围，要根据具体情况而定，不是所有矿石都要经过上述几个破碎和磨矿阶段。

三、破碎比

在各个破(磨)碎阶段，给矿中最大粒度与排矿中最大粒度的比值叫做破(磨)碎比。各个阶段破碎比的乘积，叫做总破碎比。例如，在粗碎阶段，给矿最大粒度为1000毫米，经过破碎后，其排矿最大粒度为350毫米，再经过中碎与细碎，其排矿最大粒度分别为100毫米和20毫米，则每个阶段的破碎比分别为3、3.5和5，其总破碎比则为 $3 \times 3.5 \times 5 = 52.5$ 。在计算破碎比时，通常用给矿中有95%的矿石能通过的筛孔尺寸(代表最大粒度)与排矿中95%的矿石都能通过的筛孔尺寸(代表排矿中最大粒度)之比值计算。

在磨矿阶段也是这样，只不过磨矿比，要比破碎比大的多。