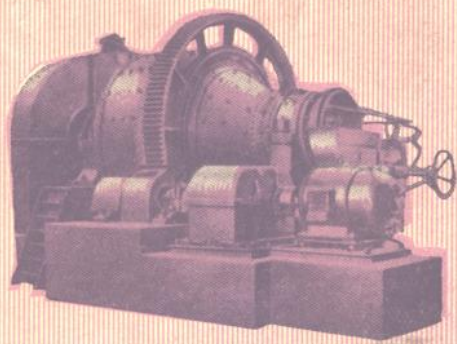




东北工学院有色金属系教研室 編

选矿常识

冶金工业出版社

选 矿 常 識

东北工学院有色金属系教研室 編

編輯: 彭蕴璠 設計: 周广、童照菴 校對: 吳研璠

1959 年 1 月第一版

1959 年 3 月北京第二次印刷 10,010 册

(累計 15,010 册)

850 × 1168 • 1/32 • 65,000 字 • 印張 $2\frac{22}{32}$ • 定價 0.30 元

民族印刷厂印

新华書店发行

書号 1329

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

序 言

在鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线的光辉照耀下，全国各地已经形成了一个全党、全民办工业的高潮。在工业的发展中，钢铁工业是一切工业的基础。党中央决定在1958年把钢铁的产量翻一番，使钢的产量达到1070万吨，以满足我国工农业大跃进中的需要。与此同时，党中央又提出必须大力发展铜铝生产，要求在1959年使铜铝的产量高出今年数倍，以适应我国机械制造业和电力工业的需要。

根据党中央提出的中央工业和地方工业、大型企业和中小型企业同时并举的方针，全国各地已经开办了很多中小型采、选、冶企业。在这些企业中多数都是采用土洋结合，先土后洋的办法，因而使企业的建设和开工生产达到了非常高的速度。

在发展冶金工业中，必须注意发展选矿工业。因为矿石经过选别不仅可以提高冶金设备的利用率，而且可以使无法冶炼的贫矿石得到利用。目前在全国各地已经创办了很多中小型机械化的及土法的选矿厂，这对提高钢铁以及有色金属的产量，并对有效地利用国家资源来说，都有重要的意义。

为了帮助在地方上从事选矿工作的同志们能对选矿有一个简单而系统的认识，我们特编辑了这本“选矿常识”一书。书中除了介绍一些现代的选矿方法和它的基本原理外，还本着土洋结合的精神，介绍了铁矿石和铜矿石的选矿方法。此外也列举了一些在选矿上常用的指标计算方法。

由于时间仓促，兼之在编写此书时所收集到的材料不多，书中内容难免有疏漏及欠妥之处，尚希阅及此书的读者，能多提出意见，以便日后补正。

——編 者——

目 录

序言

第一章	什么是选矿.....	1
第二章	选别前矿石的准备.....	5
第三章	重力选矿法.....	20
第四章	浮游选矿法.....	33
第五章	电磁选矿法及其他选矿法.....	46
第六章	选矿厂.....	54
第七章	铁矿石选矿.....	66
第八章	铜矿石选矿.....	74
結語		81

第一章 什么是选矿

为了说明什么是选矿的问题，现在先来谈一下金属、矿物、矿石和矿床的概念。

在日常生活中，常见有许多金属制品，例如铁锅、铜壶、铝盆等等。金属在工业上的用途尤其多。例如铁可以制造轮船、火车、汽车等；铜可以制造电线及各种工业用器具；铝则可以制造飞机及轻便的机械构件。像这样的金属在地壳中大约有 70 多种。一般金属的特点是不透明的，并且都具有金属光泽，有一定程度的延展性，易于导电和传热。金属一般又按颜色分为黑色金属（铁、锰、铬）及有色金属（铜、铅、锌、铝、金、银等共 64 种）。与金属相对的则是非金属，常见者有硫、磷、氧、碘等。

金属多数都是从矿石中提出的。所谓矿石，就是一种天然产出的矿产品。在自然界中除了少数金属是以单元素存在的而外，多数都是以化合物存在的，例如铁即是与氧构成赤铁矿(Fe_2O_3)或磁铁矿(Fe_3O_4)等化合物而存在。像这样天然产出的化合物，我们即称之为矿物。在矿石中除了有用的金属矿物之外，还有一些矿物是无用的，我们称这些无用的矿物为脉石矿物。金属矿物和脉石矿物有的组成为紧密的实体，有的则以疏散的混合物状态存在。所有这些，我们都称之为矿石。但有时为了清楚起见，又把后者称之为砂矿。

金属（或者说是矿石）在地壳中的分布是不均匀的，由于地质的作用，而常把它们聚集在一起，在地壳中凡是有矿石积聚的地方，我们即称之为矿床。矿床按它的成因可分为内生矿床和表生矿床两大类。内生矿床是因地下含有有用矿物的岩浆活动而造成的。表生矿床乃是地表的有用矿物，经雨水冲洗沉积在洼地后形成的。另外有些矿床经地质的动力或热力作用，发生了变质，出现了新的矿物和矿石的构造，这时称为变质矿床。

我们在办冶金工业的时候，首先要到山上或河的下游找矿。

所謂找矿,就是指找矿床。找到矿床后常常还要查明矿体的大小,矿石的质量,埋藏的样式,像这样的工作一般称之为探矿。矿床探明后就可以編制开采設計,作采矿的准备了。采矿的方法是多种多样的,但大致来說不外有露天开采和地下开采两种。露天开采成本較低,作业安全,不过这只限于矿床埋藏深度較浅时才能应用,而且常常仍然需要剝去一层表土,因而要化費一定的資金和劳动力。地下开采需要很多設備,例如通风設備,支柱防护設備及提升設備等,而且生产不够安全。但当矿床埋藏地下較深时,还是采用地下开采为宜。

矿石探出后即須对矿石的质量进行評价。矿石的种类很多,除了有金屬与非金屬矿石之分外,在金屬矿石中还按金屬的存在形态分为硫化矿(金屬与硫組成的化合物)与氧化矿(金屬与氧化合的化合物)两大类。矿石又可以按它里面所含的金屬来命名,例如含鉄的矿石就称为鉄矿石,含銅鉛就称为銅鉛矿石。当矿石中只含有一种可用的金屬时,称之为单金屬矿石,当含有两种以上金屬时,称之为多金屬矿石。

矿石的质量是用它里面含有的金屬数量或金屬氧化物的数量来評定的,一般都用百分数表示。这个百分数称之为品位,例如品位为1%的銅矿石,意思就是矿石中按重量計銅金屬占百分之一。对于貴重的金屬(金、銀、鉑等),由于它們的数量都很少,則以每吨矿石中含有的克数来表示。

采出来的矿石是否能直接冶炼呢?这要看矿石的品位、冶炼的方法和矿石的种类来决定。冶炼对矿石品位的要求大致如下:

在鉄矿中鉄的品位最好高于45~50%;銅矿中銅应高于3~5%;鉛矿中鉛应高于20~30%;鋅矿中鋅应高于30%;錫矿中錫应高于45~50%。

在自然界中,品位达到这样高的富矿石是不多的。例如很多的鉄矿石含鉄只有20~30%,銅矿石含銅只有0.5~2%。像这样的矿石免强冶炼也是可以的,不过要耗費很多的冶炼焦炭,占用很大的冶金爐容积,并且損失也很大。何况有一些矿石在品位

低时，干脆就炼不出来金属。为了满足冶炼上的要求，对于品位低的贫矿石，在冶炼之前就需要选矿。所谓选矿主要就是用物理的方法，将矿石中的脉石去掉一部分，使金属品位提高起来，以达到冶炼的要求。此外，对于多金属矿石，将几种有用矿物互相分开，使之不因冶炼一种金属而使另一种金属损失掉，这也是选矿的任务之一。也有些时候，矿石经过选别之后，即可当作成品使用。像这样的情况在这里不谈了。

选矿的方法有许多种，大致来分不外有重力选矿、浮游选矿、磁力选矿及其他的选矿法等。这些选矿法都是根据矿石的比重、表面性质、磁性等来进行的。但不管应用哪种方法，要把金属矿物与脉石矿物分开，都必须先把矿石破碎，使各种矿物相互分离（像砂矿那样），然后再来选别。选别作业多数是在水中进行的，因此在选别之后，又必须对产品加以脱水。所以实际上的选矿作业是包括了破碎、选别、脱水三种作业的。

矿石经过选别之后，可得出两种产品，即精矿及尾矿（有时又可以得出中间产品即中矿）。相对地称被选别的矿石为原矿。所谓精矿，就是指富集着多量有用矿物的产品。尾矿即是选矿的废品，应予丢弃。在处理多金属矿石时，则可得出几种不同种类的精矿。由于在选矿过程中免不了要有一部份金属矿物损失在尾矿中，因此回收在精矿中的金属不会是百分之百的。回收在精矿中的金属百分数，称之为回收率。

选矿和冶金不同，矿石经过选别只能使有用矿物在矿石中所占的比例增加，而不能改变矿物的化学组成（即磁铁矿仍是 Fe_3O_4 ，未将其分解）。这属于物理的加工范围。但冶金则不同，冶金是要改变矿物的化学组成，磁铁矿经过冶炼就使铁和氧分离开来，炼出了铁。因此，这属于化学的加工范围。

选矿乃是采矿和冶金工业的一个中间环节。它在提高矿石品位使之符合冶炼要求以及合理利用国家资源方面，成为一个不可缺少的工业部门。解放前，我们的资源是被出卖给帝国主义的。帝国主义者以强盗式的开采方法，掠夺着我国的资源。他们尽量

挑富矿开采，选矿工业几乎一点没有发展。解放后，资源被人民自己掌握过来。在党和政府的领导下，冶金工业作为先行工业迅速地发展起来，选矿工业也相应地得到了发展。目前，在鞍山等地已大批地建立起现代化的日处理量达万吨以上的大型选矿厂。我們已經設立了許多选矿研究院及选矿設計院，在大学里開設了选矿专业，选矿工业正以嶄新的面貌出现在我国工业建設的行列里。

在党的大型企业与中小型企业同时并举的方針提出后，各地又如雨后春筍般建立起大量的中小型选矿厂。由于这些中小型选矿厂的建立，又丰富了选矿的工作内容，加速了冶金工业的发展，使我国的社会主义建設速度更加提高。經過全民整风及工农业大跃进，共产主义社会的到来已經是为期不远的事了。

第二章 选别前矿石的准备

一、概 述

由矿山采出的矿石块往往是很大的。目前露天开采所采出的矿石为 600 至 1500 毫米；井下开采采出的矿石一般为 300 至 600 毫米。但选分时所要求的粒度则小得多。选分过程所要求的粒度一方面取决于选别方法，另一方面还取决于矿石中有用矿物和脉石的嵌布情况，例如，利用重力选矿法所能处理的矿石的最大粒度一般为 25 至 50 毫米，利用浮选法所能处理的矿石最大粒度一般为 0.3~0.5 毫米。利用粒浮所能处理的矿石的最大粒度为 3~4 毫米。同时，矿物的浸染粒度愈细，其破碎的粒度也应愈细，否则有用矿物与脉石就不能达到单体分离的粒度。这样所获得的精矿就会夹有脉石，达不到冶炼的要求。由此可见，破碎乃是矿石选别前必须准备的（选别砂矿时例外）一项作业。

在生产实践中，并不希望将矿石破碎到其中有用矿物与脉石完全解离的程度。因为：第一，矿石破碎得愈细，所消耗的能量和原材料（例如机器的磨损）损耗就愈多，虽然这时能多获得一些有用矿物，但消耗的代价太多还是不合算的。第二，当将矿石破碎得很细时，同时将生成大量的泥质部份。这不仅作了无谓的消耗，且过粉碎的细泥部份本身也是难于回收的，有时还大大地影响选别的进行（例如浮选）。因此选别前必须正确地决定破碎的粒度，使其在技术上及经济上都是合理的。

由于目前的技术水平和破碎设备的性能限制，在现在的机械化选矿厂中，矿石的破碎作业分成两步来进行。第一步是利用破碎机将矿石进行破碎（狭义的破碎，上边所指的破碎是广义的破碎，包括磨碎）；第二步是将已经破碎的矿石在磨矿机中进行细磨，破碎和磨碎亦分若干阶段进行。现在概略分之如下：

粗碎 自1200毫米破碎至300毫米（或300毫米至175毫米）。

中碎 自300毫米破碎至75毫米（或75毫米至25毫米）。

細碎 自75毫米破碎至15毫米（或25毫米至5毫米）。

粗磨 給矿粒度为25~5毫米，磨到3~1毫米。

細磨 給矿粒度为3~1毫米，磨到0.074毫米或更細。

上述的划分只是相对的，就大致情况來說的。例如小型选矿厂，它的第一段破碎的給矿粒度为200~350毫米，但也称之为粗碎。上述破碎段数是根据目前使用的破碎机所能达到的破碎比划分的。所谓破碎比是指給入破碎机的矿石的最大块尺寸与从破碎机排出的矿石的最大块尺寸之比而言。即

$$i = \frac{D_{\text{最大}}}{d_{\text{最大}}}$$

i ——破碎比；

$D_{\text{最大}}$ ——給矿中最大块尺寸；

$d_{\text{最大}}$ ——排料中最大块尺寸。

例如： $D_{\text{最大}} = 300$ 毫米，

$d_{\text{最大}} = 75$ 毫米，

則破碎比 $i = \frac{300}{75} = 4$ 。

破碎过程中力的作用是很复杂的。根据实验証明，影响破碎过程的主要因素有矿石的硬度（确切言之为强度）、粒度、形状、尺寸、湿度、均一性、解理状况等。其中最主要的因素是硬度。矿石愈硬，愈难破碎，破碎时所需的能量也愈大；矿石块愈大，要求破碎产品的粒度愈細，則所需的能量也愈多。

矿石的硬度是各不相同的。矿石的硬度由各矿物的集合硬度表示，或由其抗压强度（每平方厘米面积上能承受的压力）表示。根据各种矿石的抗压强度，矿石也分为三級。

軟矿石 抗压强度小于100仟克/厘米² 例如煤、方鉛矿、菱鉄矿等。

中硬矿石 抗压强度大于100小于1000仟克/厘米²，例如大理石、石灰岩、硫化矿。

硬矿石 抗压强度大于1000仟克/厘米²，例如赤鉄矿、磁鉄矿、花岗岩。

当外力的作用大于矿石本身的强度时，矿石即发生破裂。根据破碎时作用力的特点，可分为以下四种破碎方式：

1. 压碎。如图 1—*a*。矿石置于两平板之间，外力施于一板或二板，将矿石压碎。
2. 劈开。如图 1—*b*。利用尖端或斜劈将矿石劈开。
3. 磨剥。如图 1—*c*。
4. 击碎。如图 1—*d*。利用重锤落下时的打击力将矿石击碎。

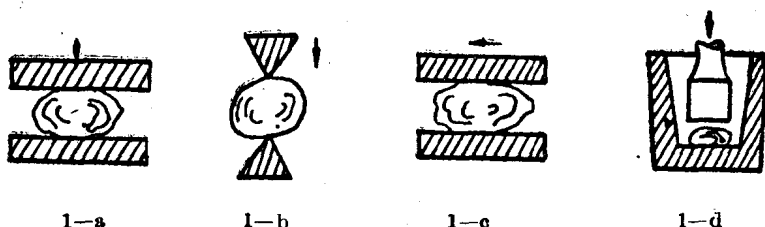


图 1 破碎作用力

在实际生产中，常常是上述几种破碎力的联合作用将矿石破碎。

破碎和磨碎过程虽然属于选别前的准备作业，但是在现代化的选矿厂中，破碎和磨碎的基建费用却几乎占选矿厂总基建费的一半以上。经营费用也占选矿总成本费用 30% 至 50%。故正确地选择和安装破碎和磨碎设备，改进其工作，提高其生产率，对减少基建费投资，降低选矿成本和改善选别指标都有重大意义。下边将分别介绍一下常用的破碎和磨碎设备以及与它们联合工作的筛分和分级设备。另外也介绍一下常见的破碎和磨碎流程。

二、破 碎

在机械化选矿厂中常用的破碎机有以下几种：

1. 颚式破碎机（俗称老虎口）：破碎作用主要为压碎，另有部分磨剥和折断作用。图 2 为常用的双肋板颚式破碎机的示意图。在偏心轴上安有飞轮及传动轮，由电动机带动传动轴使偏心

軸旋轉。當偏心距向上時，連杆亦向上運動，此時前後肋板與連杆所夾的角 α 近於 90° ，而推動可動顎板前進，這時給入的大塊礦石即被壓碎。偏心距向下時，連杆向下運動，肋板及可動顎板借彈簧及拉杆的力而向后退。這樣排料口即張大，被破碎的礦石乃從排料口落下。如果礦石能不斷地給入，則由於可動顎板的不斷前後運動，礦石亦被不斷地破碎並不斷地排出。

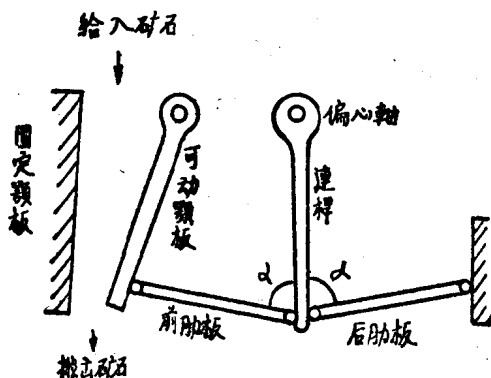


圖 2 顎式破碎機示意圖

顎式破碎機多用作粗碎，破碎硬的及中硬礦石。其規格以給礦口的寬及長來表示。這種機械的優點是生產率大，外形尺寸小，破碎含有粘土質的物料時不易被堵塞。缺點是有振動作用，安裝時它的基础與建築物的基础要相距 1 米以上。

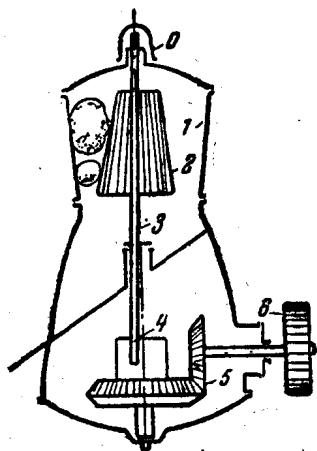


圖 3 粗碎圓錐碎礦機示意圖

2. 圓錐破碎機：圓錐破碎機種類很多，根據其用途可分為：

甲、粗碎用圓錐破碎機（俗稱旋迴破碎機）。其尺寸以上部給礦口寬度表示。根據排礦方式的不同又分為側面排礦式及中心排

矿式圆锥破碎机。根据中轴支持方式的不同，还分为悬挂中轴式和固定中轴式（上下端被固定）。后一种的尺寸都不很大，应用也不广。

乙、中碎用圆锥破碎机（俗称标准圆磨）。其尺寸以可动锥直径的尺寸表示。

丙、细碎用圆锥破碎机（俗称短头圆磨）。其尺寸的表示方法同上。

图3为侧面排矿悬挂中轴式旋迴破碎机的示意图。1为固定圆锥，2为固定于中轴3上的可动圆锥，中轴3挂于顶部O。固定锥与可动锥传动部分由偏心筒4，伞齿轮5和皮带轮6组成。电动机带动皮带轮6，使5和4转动，借此使中轴下端围绕破碎机体的机体中心而转动，可动锥在中間也随之转动。固定锥与可动锥之間构成环状破碎腔。矿石由上部給入，当中轴转动时，可动锥时而向固定锥接近，时而远距。在它接近固定锥时即进行碎矿，而在远离时即开始排矿。排下的矿石落到斜板上，然后溜出机体。这种破碎机的碎矿地点系連續地沿着圆周变动。由于不发生間歇，故生产率較顎式破碎机高，且沒有振动。但其高度大，构造复杂，检修及看管均較麻煩，处理粘性矿石时容易发生堵塞，故只有当生产率很大（日处理量大于1000吨），且处理不含粘土或其他粘性物質的矿石时才采用。

标准圆磨及短头圆磨的破碎作用与旋迴相同。唯可动锥及中轴的支持方式与旋迴不一样，中轴的下端是插在偏心套筒中，由下部来支持。标准圆磨与短头圆磨的构造基本上一致。惟后者的給矿口較小，且排矿口处固定锥与可动锥之間的平行带較长。这种机械的生产率大，工作可靠，故很多浮选厂和磁选厂都使用。

此外还有滚式破碎机、錐式破碎机等。这些破碎机与上述破碎机比較，生产率均較小，它們多用于小型选矿厂来破碎脆性物料或矿石，例如煤、鋁矿等。

前边所說的各种破碎机目前我国都能制造。但由于它們构造較复杂，需要大量鋼鉄，工作时需要电力，因之全国各地土法

选矿厂是不能馬上采用的。为此，应迅速創造出不用鋼鉄（或少用鋼鉄），不用电力，用畜力、水力、风力或人力，构造简单的破碎机械。目前，全国各地已出现不少土法破碎及土制破碎机。例如捣矿机，水泥座顎式破碎机等。这些經驗已有专書介紹，不再詳述。

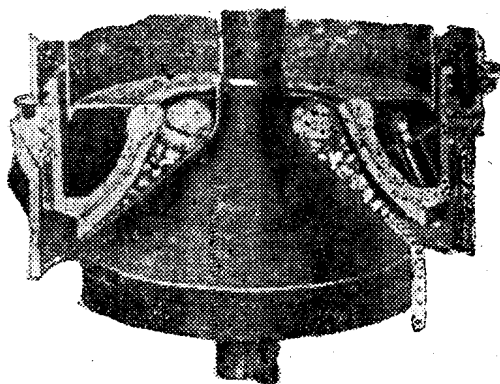


图 4 中碎圓錐破碎机

三、篩 分

由許多单个的粒子組成的矿石堆称为松散物料。一堆松散物料的粒子尺寸是不相同的。习惯上常在表示其最大及最小粒子尺寸的数字前标以 $L + \gamma$ 、 $L - \gamma$ 号，来表示其极限尺寸。例如某一松散物料，其中最大粒子的尺寸为 100 毫米，最小粒子的尺寸为 10 毫米，此时即以 $-100 + 10$ 毫米表示該級別粒子的尺寸，用某种方法將級別尺寸較宽的松散物料分成尺寸較窄的級別，这种作业叫作分粒。利用篩子进行分粒的作业叫作篩分。借粒子尺寸的不同，在水中（或空气中）沉降速度的不同（当比重相同时）而进行分粒的作业叫作分級。

根据篩分作业的目的，篩分作业可分为以下几种：

1) 独立篩分。篩分后所得到的产物为成品时，这种篩分叫作独立篩分。例如煤炭工业，利用篩分可获得不同品种的煤。

2) 标备篩分，在选別作业以前將矿石分成若干級別，以便

选别作业顺利进行，这时的筛分作业叫作准备筛分，例如，重力选矿厂在跳汰选别以前常将矿石分成若干级别，然后再选。

3) 辅助筛分。这是与破碎作业相伴进行的筛分作业。是在破碎或磨碎之前，从给矿中利用筛分方法分出细的级别，这样就可增加破碎机的处理能力，并避免矿石过粉碎。

4) 脱水筛分、利用筛面脱除物料中所含水份的作业。

筛分通常用于尺寸为3—300毫米矿石的分粒，有时也用于尺寸为0.1毫米或更细级别的分粒。

在筛分时，将欲筛分的矿石送到筛面上，由于筛面的运动（或矿石的流动）而使矿石在筛面上运动并分层。小于筛孔的粒子通过筛孔变成筛下产物，用负号（-）表示，例如-25毫米。大于筛孔的粒子自筛面的一端排除，变成筛上产物，

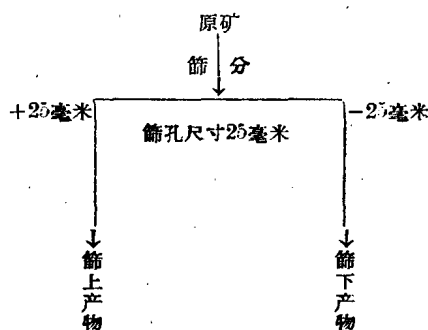


图 5 筛分作业

用正号（+）表示。例如+25毫米。筛分作业及所得产物的表示法如图5所示。

筛分作业的好坏，由两个主要指标衡量。一为筛分效率，其意义为已过筛的矿石重量（筛下产物重量）与原矿中应过筛的（小于筛孔的）矿石量之比的百分数。可以用下式表示：

$$E = \frac{Q_1}{Q_2} \times 100\%$$

式中 E —— 筛分效率；

Q_1 —— 筛下产物重量；

Q_2 —— 筛分给矿中尺寸小于筛孔部分的矿石重量。

在筛分过程中，尺寸小于筛孔的矿石粒子实际上并不能全部过筛，因之筛分效率 E 均小于100%。

衡量筛分作业的第二个指标为筛子的生产率。筛子的生产率

通常以每平方米篩面所能处理的矿石量計算。篩分效率和生产率在一定的范围内是两个相互矛盾的因素。要求的篩分效率高，則生产率都低。要提高篩子的生产率，則篩分效率就要降低。此外，矿石的物理性质（如湿度、粒子形状、比重、粒子尺寸等）、篩子的构造特性（篩孔尺寸、运动特性、篩孔形状、篩网的长宽比等），以及操作条件（給矿的均匀性、篩面的傾角、篩子的振幅大小及頻率的高低等）对篩分作业均发生不同程度的影响。

工业上常用的篩子有很多种。选矿厂常用的篩子有以下几种：

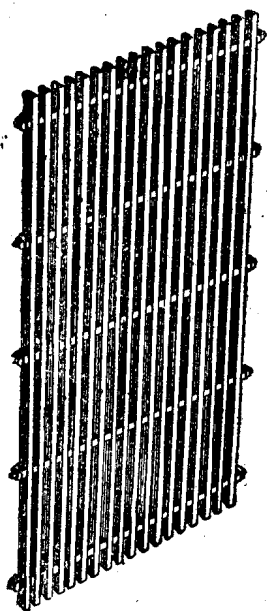


图 6 固定条篩

1. 固定条篩（图 6）。由一些縱长的棒条用螺栓橫貫起来固定于外框作成。两根棒条的間距决定于所要篩出的矿石尺寸。在选矿厂中常用小的旧鋼軌来制造。一般鋼軌均为压硬鋼，故特別坚固。固定条篩多用在粗碎以前，篩出細粒矿石。为了使矿石沿篩面流动，篩子在安装时要保持 $35 \sim 55^\circ$ 的傾角，角度的大小取决于矿石的性质。处理有粘性的潮湿的矿石，角度应大些。固定条篩的优点是构造簡單、工作可靠、操作容易、不需要动力。

2. 振动篩。振动篩有偏心振动篩、慣性振动篩和电磁振动篩等許多种。选矿厂常用的为前二种，特别是慣性振动篩。慣性振动篩的构造如图 7 所示，1 和 6 为励振器，2 为篩框，3 为篩网，4 为板簧，5 为支撑角铁，7 为电动机，8 是传动皮带。当电动机带动励振器旋轉时，由于励振器能产生慣性力，故可使整个篩子发生振动。振动作用能促使給到篩面上的矿石很好地分散，因之細粒乃易于过篩。慣性振动篩篩分效率高，

可达98%，生产率也大，构造较简单，操作方便，调整容易。为最先进的筛分机构。其缺点是矿石在筛面上强烈跳动，有粉碎作用，不适于处理脆性物料（如煤等）；且易产生矿尘。

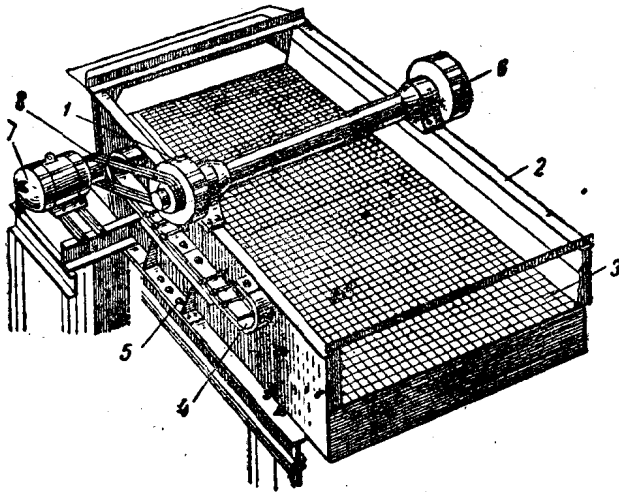


图 7 单筛网惯性振动筛

此外还有摇动筛，圆筒筛等。前者多用于选煤厂，后者由于体积大，单位面积的生产率小，筛分效率低，故已被振动筛所代替。但在洗矿上还要采用。

四、磨 矿

选别矿石所要求的粒度很细，利用破碎机常不能达到要求，因此还要采用磨矿的方法进行粉碎。在湿式磁选厂和有色金属浮选厂，都广泛地采用磨矿作业。破碎和磨矿作业的区别是：（1）前者的产品粒度粗，后者的粒度细；（2）前者多用干法破碎，后者加水粉碎（也有干磨矿的，但很少）；（3）前者利用破碎机破碎，部件直接施力于矿石将其破碎，后者则往往用运动的介质（例如钢球、钢棒），借其冲击力和磨剥力粉碎矿石。

用于磨矿的设备叫磨矿机。磨矿机的躯体常为中空圆筒或