

高等学校教学用书

选矿机械

东北工学院矿山机械教研室編著

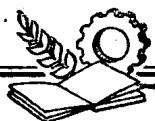
只限学校内部使用



中国工业出版社

74.124
164

高等学校教学用书



选 矿 机 械

东北工学院矿山机械教研室編著

只限学校内部使用

3K487/09

中国工业出版社

本书系根据矿山机械专业新修订的“选矿机械”课程的教学大纲编写的。

本书着重叙述各种主要选矿机械的构造及其设计计算的基本问题，也扼要叙述了选矿机械设计师与科学研究工作者所必须知道的有关选矿的基本原理和设备的维护与检修等知识。全书共分八篇，内容包括：选矿的基本知识；破碎机械；筛分机械；磨矿分级机械；重选、浮选及电磁选机械；以及脱水机械等。

本书经冶金工业部教育司推荐作为高等学校矿山机械专业的教学用书。

本书是由官荣章、閻邦椿、丁耀武、单人驄等编写，并经集体审校的。参加审校工作的除编写者外，还有江波等同志。

再版审校人为赵显东、官荣章、閻邦椿等。

选 矿 机 械

东北工学院矿山机械教研室编著

(根据冶金工业出版社纸型重印)

中国工业出版社出版(北京修睦路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

开本 787×1092 $\frac{1}{16}$ ·印张 36 $\frac{7}{8}$ ·插页 8·字数 690,000

1969年11月北京第一版

1961年8月北京新版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—1013·定价2.90元

统一书号: 15165·735(冶金—195)

目 录

再版說明.....	1
緒論	2

第一篇 选矿的基本知識

§ 1. 选矿的目的与任务	5
§ 2. 选矿作業的内容及选矿的基本方法	5
§ 3. 选矿的工艺流程	7

第二篇 破碎与破碎机械

第一章 总 論

§ 1. 破碎作業的意义	17
§ 2. 矿石的破碎方法及破碎过程的物理現象	17
§ 3. 破碎理論及其分析	19
§ 4. 破碎产品的粒度特性	25
§ 5. 破碎机械的分类	26
§ 6. 破碎机械設計的一般原則	27

第二章 顎式破碎机

§ 1. 顎式破碎机的概述	29
§ 2. 顎式破碎机的構造	32
§ 3. 顎式破碎机参数的选择与計算	39
§ 4. 顎式破碎机的結構設計	60
§ 5. 顎式破碎机某些零件計算	65
§ 6. 顎式破碎机的設計步驟	73
§ 7. 顎式破碎机的安裝、試車、維護和檢修要点	74

第三章 粗碎圓錐破碎机——旋迴破碎机

§ 1. 概述	81
§ 2. 旋迴破碎机的構造	85
§ 3. 粗碎圓錐破碎机参数的选择与計算	91
§ 4. 旋迴破碎机的結構設計	93
§ 5. 粗碎圓錐破碎机的安裝、試車、維護和檢修要点	100
§ 6. 旋迴破碎机与顎式破碎机的比較	106

第四章 中細碎圓錐破碎机——菌型破碎机

§ 1. 概述	107
§ 2. 齒型破碎机的構造	107
§ 3. 齒型破碎机的参数选择与計算	117
§ 4. 齒型破碎机主要零件的計算	126
§ 5. 圓錐破碎机的平衡	131
§ 6. 齒型破碎机的結構設計	135
§ 7. 齒型破碎机的安裝、試車、維護和檢修要点	142
第五章 輥式破碎机	149
§ 1. 概述	149
§ 2. 輥式破碎机的構造	150
§ 3. 輥式破碎机的計算	155
第六章 錘式破碎机	161
§ 1. 概述	161
§ 2. 錘式破碎机的構造	163
§ 3. 錘式破碎机的参数选择与計算	168
§ 4. 錘式破碎机的动力学	172
§ 5. 錘式破碎机部件和零件的結構与計算	176
第七章 簡易破碎机	180
§ 1. 吊弓飞錘粉碎机	180
§ 2. 矿石搗碎机	181

第三篇 篩分机械

第一章 总 論	185
§ 1. 篩分的概念	183
§ 2. 篩分的任务及篩分順序	185
§ 3. 篩子工作的指标——篩分效率与比生产率	185
§ 4. 篩 面	187
§ 5. 篩子的分类及各种篩子的特点	190
第二章 格篩、滾軸篩与筒篩	191
§ 1. 格 篩	191
§ 2. 滾 軸 篩	192
§ 3. 筒 篩	195
第三章 摆动篩 (搖动篩)	203
§ 1. 概 述	200
§ 2. 摆动篩的構造	201
§ 3. 摆动篩工作参数的选择及生产率的計算	209
§ 4. 摆动篩机构参数选择及动力学計算	217

05120

第 4 章 半振动筛（陀螺筛）与振动筛	223
§ 1. 概 述	223
§ 2. 半振动筛与振动筛工作参数的选择及生产率计算	224
§ 3. 半振动筛的构造及动力学的计算	230
§ 4. 惯性振动筛的构造及其动力学计算	235
§ 5. 弹性连杆式振动筛（共振筛）的构造及动力学计算	253
§ 6. 其他类型的振动筛及筛子某些零件的计算	256
§ 7. 筛子的设计步骤及对设计所提出的要求	259
§ 8. 筛子检修与维护要点	260

第四篇 磨矿分级及其机械设备

第一章 球磨机与棒磨机	263
§ 1. 磨矿作业的意义	263
§ 2. 球磨机的概述	265
§ 3. 球磨机的构造	278
§ 4. 球磨机的主要参数	277
§ 5. 球磨机的结构设计、主要零件的材料选择和计算	292
§ 6. 球磨机的设计步骤	304
§ 7. 磨矿机的安装、试车、维护及检修的基本知识	305
第二章 无介质磨矿机、振动磨矿机、离心磨矿机	309
§ 1. 无介质磨矿机	309
§ 2. 振动磨矿机	312
§ 3. 离心式磨矿机	317
第三章 机械分级机	318
§ 1. 湿式分级作业的意义及其在磨矿流程中的作用	318
§ 2. 机械分级机的概述	318
§ 3. 耙式分级机和浮槽分级机	319
§ 4. 螺旋分级机	322

第五篇 重力选矿及其机械设备

第一章 重力选矿机械的理论基础	335
§ 1. 颗粒在介质中自由沉降的规律	333
§ 2. 在静止介质中球形矿粒的沉降	341
§ 3. 在等速上升流中球形矿粒的运动	344
§ 4. 在等速下降流中球形矿粒的运动	346
§ 5. 颗粒在介质中的干涉沉降	348
§ 6. 颗粒在沿斜面流动的水流中的运动	351

§ 7. 水在 U 形管或 U 形水槽中的振动	354
第二章 重力选矿的基本原理与设备	361
§ 1. 重力选矿的基本原理	361
§ 2. 重力选矿及其设备	362
第三章 跳汰机	363
§ 1. 跳汰机的工作原理	363
§ 2. 在跳汰机中矿粒分层的理论	363
§ 3. 跳汰机中的介质(水)的运动	371
§ 4. 跳汰机的参数选择与计算	376
§ 5. 跳汰机的构造	379
§ 6. 跳汰机的结构设计	383
第四章 摇床	402
§ 1. 摇床分选的原理	402
§ 2. 摇床的构造及参数选择	407
§ 3. 摇床的结构设计	410
第五章 溜槽	412
§ 1. 一般原理	413
§ 2. 溜槽的构造	416
第六章 洗槽(洗煤槽)	420
§ 1. 洗槽的工作原理	420
§ 2. 洗槽的分类与构造	421
第七章 重介质选矿机	422
§ 1. 重介质选矿的原理及重介质选矿机的分类	422
§ 2. 重介质选矿机的构造	424
§ 3. 重介质选矿机的设计概要	425
第八章 干式和湿式旋流器	434
§ 1. 旋流器的工作原理及在选矿过程中的应用	434
§ 2. 旋流器的理论概述	435
§ 3. 旋流器的构造	442
第九章 螺旋选矿机	458
§ 1. 概 述	458
§ 2. 螺旋选矿机的构造与设计	459
第十章 水力分级机	455
§ 1. 水力分级的概述	455
§ 2. 水力分级机	456

第十一章 壓力选矿机	462
§ 1. 風力选矿法的概述	462
§ 2. 風力跳汰机	462
§ 3. 風力搖床	464

第六篇 浮选及其机械設備

第一章 浮选的基本原理	466
§ 1. 浮选过程与浮选原理概述	466
§ 2. 潤湿現象	467
§ 3. 矿粒在气泡上的附着	471
§ 4. 浮选药剂	472
第二章 浮选机	474
§ 1. 浮选机概論	474
§ 2. 浮选机的構造	475
第三章 浮选机的設計	483
§ 1. 浮选机的类型比較	483
§ 2. 浮选机的設計方向	488
第四章 粒浮选矿及其設備	493
§ 1. 概 述	493
§ 2. 粒浮选矿設備及其操作情况	494
§ 3. 溜槽粒浮与搖床粒浮的比較	496

第七篇 电磁选矿法及其机械

第一章 磁选机	498
§ 1. 概 述	498
§ 2. 磁选机的構造	500
§ 3. 永久磁鉄磁选机	503
§ 4. 磁选机主要部件和参数	504
第二章 磁力脫水槽	506
第三章 靜电选及靜电选矿机	506
§ 1. 概 述	506
§ 2. 靜电选矿机	507

第八篇 脫水及其机械設備

第一章 总 論	516
§ 1. 脫水的基本任务	516

§ 2. 脫水的基本方法	516
§ 3. 水力采煤工作中的脫水作業	518
§ 4. 煤泥的回收与脫水	519
第二章 濃縮設備	520
§ 1. 概 述	520
§ 2. 濃縮机的工作原理与構造	523
§ 3. 濃縮机的計算	526
§ 4. 其他濃縮設備及濃縮設備發展的动向	528
第三章 過濾机	530
§ 1. 過濾的基本原理	530
§ 2. 压濾机的工作原理与構造	534
§ 3. 真空過濾机之工作原理与構造	536
§ 4. 真空過濾机参数的选择与計算	543
§ 5. 真空過濾机某些部件之構造与設計	547
§ 6. 真空過濾机的維護与检修要点	551
第四章 离心机	552
§ 1. 离心脫水的基本原理	552
§ 2. 沉降式离心机的構造及其参数的选择	556
§ 3. 過濾式离心机的構造及其参数的选择	561
§ 4. 离心机某些零件的計算	573
§ 5. 离心机的运轉和維護要点	575
第五章 干燥設備	576
§ 1. 干燥的基本过程	576
§ 2. 干燥器的工作原理与構造	578

再 版 說 明

本书是原冶金工业出版社1959年11月出版的东北工学院編“选矿机械”的修訂本。本书出版后，根据讀者反应，尚能适应选矿机械課程的教学需要。为了满足高等学校选矿专业师生对本书的需要，这次經過修訂再版供应。

在这次修訂中，重写了緒論，对个别不妥之处以及印刷錯誤作了修改，并且删去了部分不必要的內容。

由于時間仓促，以及审校者水平所限，不妥之处仍所难免，望讀者多提意見。

东北工学院矿山机械教研室

1961.5

緒 論

在党的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我国的社会主义建設事业得到了飞跃的发展，工农业生产水平提高，物质技术基础也大为加强。許多工业产品不仅在数量上有了很大的增加，而且产品质量也获得很大提高。

选矿与洗煤机械是生产矿石和精矿粉的主要設備。它对節約劳动力，改善劳动条件和不断提高劳动生产率有着很大的意义，而且它的发展也将使选矿、洗煤的生产工艺流程得以簡化和强化，从而促进选矿与洗煤技术的发展。

此外，許多种选矿机械还广泛应用于化学、玻璃、陶瓷以及建筑和筑路等方面。随着这些工业的发展，选矿机械在国民經济中的作用也就更为重要。

解放以后，我国人民在党的正确领导下，在社会主义建設的各个方面都取得巨大成就。我国选矿机械工业和国民經济其他部門一样，发生了极其巨大的变化，产量获得迅速增长，根本改变了解放前的落后状态。

近几年来，随着貧矿石选矿量的增长、选矿工艺的进步，大大促进了选矿机械的发展，但是应该指出，目前选矿机械無論在生产数量，产品质量和生产品种方面均滿足不了高速度发展采掘工业的要求。为此我們必須努力提高选矿机械的产品质量，增加品种，加强生产中薄弱环节，繼續开展群众性技术革新运动，不断節約材料，降低成本，提高劳动生产率。在不断改革旧产品和創造新产品方面，既要发展高效率，高生产率的新型設備，同时也要努力发展有效的簡易选矿設備。

我們认为对岩石破碎过程的实质和破碎机力学方面的理論研究，今后需做更大的努力。同时应该指出，随着利用冲击和振动原理的破碎机的出現，有关这些設備具体在选矿厂的应用和理論的研究还需加强。磨矿机的发展趋向是采用大直径和高轉数来提高自磨效果，以及采用强制排矿方法来增大磨矿效率和产量。

篩分机械除了設計与推广构造简单，生产率高和篩分效率好的单軸慣性振动篩以外，对于节省劳动力，增加篩面面积和产量的共振篩，也应该予以足够的重視。

在重选机械方面，跳汰机目前正向着高频振动方向发展，对于应用离心力作用的跳汰机还没有最后研究成功，搖床向着小盘面多层搖床方向发展。

在浮选机械方面，应该努力研究提高浮选机吸气量和稳定液面的措施。

在洗煤机械方面，实践証明对可选性不好的原煤采用重介质选矿机更为經濟。

离心机除加强离心力作用外也向着高频振动方向发展。

选矿和洗煤机械不仅向提高产量与机械效率方向发展，而且还向着自动化方向发展。

第一篇 选矿的基本知識

§ 1. 选矿的目的与任务

从矿山开采出来的矿石称为原矿。原矿通常是由有价矿物和脉石所組成，含有价成分（如 Fe, Cu）的矿物称为有价矿物（如 CuS, Fe₂O₃），矿石中沒有使用价值的或不能被利用的部分叫作脉石（如 SiO₂）。

有价矿物在矿石中嵌佈粒度的大小，有的可用肉眼清楚地看到，而有的只有在显微镜下才能識別。在絕大多数矿石中，有价矿物只佔很少一部分。矿石中的有价矿物最常見的为硫化矿物（如 CuS）和氧化矿物（如 Fe₂O₃）。

矿石中不只含有一种金属，有时含有多种金属（有价成分），含一种金属的矿石叫單金属矿石；含两种或多种金属的矿石，称之为多金属矿石。矿石中有价成分的含量称为品位，通常以百分数表示。例如，某鉄矿石中含鉄 40%，其品位即为 40%。

从井下或露天采矿場开采出来的貧鉄矿和含有銅、鉛、鋅、錳、鎳、鉻、鉬、鎢等金属元素的矿石，由于品位很低，不能直接从这些矿石中煉出金属，或者需要化費很高的成本才能煉出金属，故在送往冶煉之前，通常是先把矿石的品位提高到冶煉技术可能达到的，或者是在經濟上最合算的某一标准。为此，就必须进行选矿。所謂选矿，就是指以获得含有原矿中大部分有价成分的精矿为目的的作業。选矿过程就是有价矿物的富集过程。

由于选矿过程的富集作用，获得了含有矿石中大部分有价成分的精矿。在选別有色金属时，精矿的品位比原矿品位提高几十倍，甚至几百倍；富集程度愈高，精矿的品位也愈高。在获得精矿的同时，还会得到含有大部分脉石的尾矿，尾矿通常是选矿厂的廢物（廢石）。在某些情况下，还得到品位不高的中矿，中矿則須繼續进行选別。

精矿中有价成分（金属）的含量与原矿中有价成分的含量之比，称为富矿比。而原矿重量与精矿重量之比，称为选矿比。选矿比即为选出一吨精矿所需之原矿吨数。

精矿中有价成分（金属）的总重量常常小于原矿中有价成分的总重量。前者与后者之比称为采收率。采收率可利用下式計算：

$$\varepsilon = \frac{\gamma\beta}{\alpha} \times 100\%$$

式中 α ——原矿中有价成分含量的百分数；

β ——精矿中有低成分含量的百分数；

γ ——精矿重量与原矿重量之比的百分数（等于选矿比的倒数）。

在选矿过程中，在经济的条件下应力求提高金属的采收率。提高金属采收率对国民经济有着十分重大的意义。因为这意味着向自然界夺取更多的金属原料，也为增加金属产量创造了条件。

冶炼要求矿石含有一定量的金属，同时也要求有一定大小的粒度。送入高炉中冶炼的铁矿石，铁的含量不应小于45~50%，而其粒度应在30~100毫米范围内。因此，贫铁矿（30~40%）必须经过破碎与精选，粉状末的精矿还必须经过烧结或团压；而开采出来的富铁矿（45~65%）也必须进行破碎，以便得到所要求的粒度。

选矿不只是为了减少冶炼时燃料等的消耗，延长冶炼炉的寿命，增加金属的产量和降低冶炼成本等；而且，它还会大大节省矿石运输的费用，特别是对品位较低的矿石。选矿可以把矿石中有害的物质分离出去，从而提高冶炼产品的质量。

此外，由于应用了选矿，才有可能大量地利用贫矿作为冶炼金属的原料，使矿产资源大为扩充。

选矿可使多金属矿石得到合理的利用。通过选矿，人们有可能更好地回收多金属矿石中的各种有用金属矿物。

除了绝大多数的矿石要求选别外，开采出来的煤炭也常常要求选别。

原煤中夹杂物（矸石等）含量约佔15~30%，其粒度大小也很不一致。对于炼焦用煤，要求煤中之夹杂物（灰分）小于7~12%，粒度应小于3毫米；而人造汽油用煤，其灰分应低于5%。因此，选煤是炼焦与人造汽油工业中不可缺少的作业。

对于燃烧用煤，应尽可能减少它的灰分，而且时常要求把它分成粒度接近相等的几种级别。减少燃烧用煤中灰分的含量，这不仅能提高煤的燃烧效果，而且也大大地减少了运输费用。下面举出一个例子来说明这个道理。59年我国原煤产量要提高到33500万吨，如减少其中的矸石4%，就可以使1340万吨的矸石不必运输。运输这么多的矸石需要223300个容量为60吨的车厢。因此，选煤也是合理和经济地利用煤炭所必需的作业。

随着我国钢铁、有色金属和煤炭工业的发展，选矿与选煤工业也得到了相应的发展。在大力发展我国钢、铁和煤炭工业的今天，给选矿和选煤提出的任务已很明显的摆在我们面前。

§ 2. 选矿作业的内容及选矿的基本方法

如前所述，为了满足冶炼等方面的要求，绝大多数的矿石必须经过选别。选矿系由一系列作业所组成。每个作业都起着不同的作用。

选矿过程可以分为选前的准备、选别和选后的脱水三个阶段。

1. 选前的准备作业：为了进行选别，必须将矿石破碎，使其中的有价矿物得以分离。对于绝大多数的矿石，选前的准备作业可分两个阶段进行。

1) 破碎篩分作業：破碎是指將塊狀物料變成粒度大於1~5毫米產品的作業。粗嵌佈的礦石（有價礦物的粒度為幾毫米），經破碎後即可進行選別。破碎礦石通常是採用各種型式的破碎機。

從開山採出來的礦石，其塊度（粒度）大小很不一致，其中含有一定量的細粒礦石，在礦石破碎之前，時常要求將原礦中的細粒礦石分離出來，這些礦石就無需破碎。而破碎的產品中時常含有粒度过大的礦粒，因此，也要求將過大的礦粒從混合物料中分離出來，送回破碎機中繼續破碎。為達到上述目的，必須採用篩分，在選礦廠中，破碎與篩分為聯合的作業。

2) 磨礦與分級作業：磨礦能使礦石粒度小於1毫米，最小達幾微米。細嵌佈的礦石（嵌佈粒度為0.05毫米左右）；將物料破碎之後，必須繼續磨碎，使有價礦物處於單體分離狀態，才能送去選別。

礦石的磨碎作業是在磨礦機中進行。

分級和磨礦的關係，類似篩分和破碎的關係。分級可控制磨礦產品的粒度，也能避免較小礦粒的過粉碎。

分級通常是採用各種型式的分級機，而篩分則是在篩分機械上進行的。

2. 選別作業：將礦石粉碎到一定大小的粒度以後，必須根據礦石的性質。用適當的方法選出礦石中的有價礦物。最常採用的方法有幾種：

1) 重力選礦法：是根據有價礦物和脈石的比重的差異及其在水中或氣流中沉降速度的不同而使它們分離的一種選礦方法。

在水選別礦石稱為水選，或稱洗選。洗選的方法有跳汰選、搖床精選、溜槽選礦、重液選和重介質（重懸浮液）選礦等。這些選礦過程是分別在跳汰機、搖床、溜槽和重介質選礦機中進行的。目前它們已廣泛地用來處理含金、錫、鎢和其它金屬的礦物，以及煤等非金屬礦物。

在空氣介質中選礦稱為氣選和風選。用於這種作業中的機器有風力跳汰機等。風選一般只用於缺水的地方。

2) 浮游選礦法：它是根據礦物表面不同的物理化學性質而使有價礦物與脈石相互分離的選礦方法。當水中有化學藥劑和氣泡存在時，有價礦物便附着在氣泡的表面上，然後隨氣泡上升到礦漿的表面。這樣便使有價礦物與脈石分离開來，從而獲得含有大部分有價成分的精礦。浮選是在浮選機中進行的。

3) 電磁選礦法：是根據有價礦物與脈石的透磁性的不同而使它們分離的一種選礦方法。例如，含鐵、錳的有價礦物有透磁性，而混於其中的脈石沒有這種性質，因此在磁場中，含鐵的有價礦物被吸引，這樣就可以使它与未被吸引的脈石分离。磁選的主要設備是磁選機。

4) 靜電選礦法：是根據礦物導電性強弱的不同而進行分离的一種選礦方法。導電

率高的矿粒遇到电极时，经过很短的时间便获得同性电荷而被排斥，而导电率低的矿物则需要較長的荷电时间，因而留在电极上的时间也就較長。根据这一原理，就可以使两种矿物分离开来。静电选矿机是用于这种作业中的机器。

除前述的选矿方法以外，还有根据两种矿物颜色和光泽的不同而进行选别的手选法，根据摩擦系数的差异进行选别的摩擦选矿法，以及根据矿物的粒度和形状而进行选别的粒度选矿法和形状选矿法等。

选后的脱水作业：湿式选矿所得的产品，常含有大量水分，在冶炼前，須將物料中的水分脫除。脱水是矿石选别后一項必需的輔助作业。

脱水通常按以下几个阶段进行：

1) 濃縮：是使液体中的固体粒子在重力或离心力作用下發生沉降的一种操作，利用此种操作可以使悬浮液（固体粒子与液体組成的呈悬浮状态的混合物）的濃度提高，或是使矿漿（微細矿粒与水組成的混合物）中的水分減少到某一定的数值。濃縮操作通常是在濃縮机中进行的。

2) 過濾：過濾通常是脱水的第二个阶段；由于濃縮的产品还含有一定量的水分，故需要用過濾方法繼續处理。過濾是使悬浮液通过多孔過濾隔板，而提高悬浮液濃度的操作。過濾机便是实现这种操作的机器。

3) 干燥：是脱水操作的最后阶段。它是根据加热蒸發的原理减少物料中水分的作业。干燥机是用于这种作业中的机器。

选矿厂中，矿石的选别过程是由前述作业所組成的。只有在某些设备比較齐全的选矿厂中，才包括前述各种作业。

煤的选别过程也是由前述三个阶段所組成。煤炭在粒度較大的情况下即可进行选别，因此，在选煤厂中往往沒有磨碎作业。

选煤厂中最常采用的选煤方法为重力选和浮选两种。

在湿式选煤厂中，脱水是不可缺少的作业，除了前述几种脱水方法以外，还有利用煤粒表面水分自重作用而进行脱水的自然脱水法，以及在作迴轉的轉筒中进行脱水的离心脱水法。

自然脱水通常是在篩子、杓斗和脱水倉中进行的。而离心脱水則采用离心脱水机。

§ 3. 选矿的工艺流程

矿石和其它有用矿物的选别过程，由一系列作业組成。选矿的工艺流程就是由这些作业所組成的矿石連續加工的工艺过程。

各种矿石或有用矿物的选别流程并不完全相同，它們取决于矿石的性质、选矿厂所在地的自然条件以及冶炼所提出的要求等一系列因素。

选矿厂中的作业可以分为主要作业、輔助作业和服务作业。主要作业包括破碎、篩

分、磨矿、分級、精选和脱水；輔助作業是，矿石或有用矿物的卸出与运输，往各台机器上分配物料，以及廢棄物（尾矿等）的排除等。服务作業为供水、供电、压气、葯剂供应及技术操作过程的控制等。

在选矿流程圖中表示出的仅为选矿厂中的主要作業。选矿流程是由选前的破碎磨矿流程、选別流程与选后脱水流程所組成。

1. 破碎磨矿流程

如前所述，为使有价矿物体單分离，矿石須經破碎。破碎作業分为破碎与磨矿两个阶段。

破碎产品最适宜的粒度是根据选矿厂的产量及矿石加工的經濟性决定的。破碎产品过大，会显著增高磨矿的成本；产品过小，則須增加大量的破碎設備。根据經驗資料，日产量 500、2500、10000 和 40000 吨的选矿厂，其破碎产品最适宜的粒度分别为 10~15、6~12、5~10 和 4~8 毫米。

磨矿产品的粒度通常是根據有价矿物的嵌佈粒度决定的。有的矿石須磨至 0.074 毫米以下，才能进行选別。

原矿粒度之大小决定于采矿的方法。露天开采的矿石，其最大塊尺寸可达 1200 毫米；而井下开采的則为 300~500 毫米。

根据这些数据，可以确定选矿厂总破碎比及磨矿比之大小。破碎比即为給矿之最大粒度与破碎产品最大粒度之比值。例如，給矿最大塊度 $D_{\max}$ 为 1200 毫米，最終产品之最大粒度 $d_{\max}$ 为 12 毫米，則破碎比为，

$$i = \frac{D_{\max}}{d_{\max}} = \frac{1200}{12} = 100$$

在选矿厂中，总破碎比为 12~25 时，通常采用兩段破碎。而当破碎比为 25~200，采用三段破碎。在大型选矿厂中，苏联曾采用四段破碎。

由于破碎机結構的限制，其破碎比的数值一般为 3~8。当总破碎比大于 3~8 时，破碎工作須分段进行，例如要將 -500 毫米的矿石破碎至 -20 毫米，第一次可先由 -500 毫米破碎至 -125 毫米，第二次由 -125 毫米破碎至 -20 毫米。

破碎作業与篩分作業通常是組成一个联合的系统。当采用篩分机控制破碎产品的粒度以后，可相对地增加破碎比的数值。

下面我们举出两个最典型的破碎篩分流程，并說明篩分在破碎作業中的作用。

圖 1-1 a 为兩段破碎流程。粒度小于 300 毫米（用 -300+0 毫米表示）的原矿，先經第一次篩分，粒度小于 75 毫米的矿石可不进行第一次破碎，而只將 300~75 毫米的矿粒送入破碎机中。这种篩分称为預先篩分。第一次破碎之产品与第一次篩分之細粒級（-75 毫米）混合在一起，送去进行第二次預先篩分，將矿石分成 -15 毫米和 -75