

中等專業學校教學用書

铁锰选矿学

上 冊

Г.И. 尤登尼奇教授 著

余 人 譯

冶金工业出版社

72.916
134
112

中等專業學校教學用書

鐵 錳 選 礦 學

上 冊

Г. И. 尤登尼奇教授 著

余 人 譯校

21586/20



74.918

134

22

苏联中等专业学校教学用书

鉄 錳 选 矿 学

下 册

Г.Н.尤登尼奇教授 著

余 人 译

2586/20



冶金工业出版社

本書根据苏联国立黑色及有色冶金科技書籍出版社1955年出版的尤登尼奇著「鉄錳选矿学」譯出。

本書經苏联黑色冶金工業部教育司审定为黑色冶金中等專業学校教科書；又經苏联部長會議劳动后备总局技术教育委员会审定为技工学校教学参考書；本書亦可供高等工業学校学生及企業的工程技术人员参考之用。

書中講到黑色金屬选矿过程的理論基础和实际所采用的各种选矿方法，如重选法、电磁选矿法、浮选法等。

作者以多年的科学研究工作为基础，又照顧到教科書的特点，叙述了黑色金屬矿石的矿物組成、化学組成和物理性質，並提出了黑色金屬矿石按其可选性的分类法。

書中叙述了选矿过程所采用的設備，並專章講到了矿石的可选性試驗和黑色金屬选矿厂的设计。

本書作者是苏联鉄錳选矿方面的权威。作者根据他丰富的科学研究工作经验和在黑色金屬选矿方面的淵博知識，总結出这部著作。通过这部著作，我們可以有系统地學習苏联黑色金屬选矿方面的先进科学技术。

中譯本暫分上下兩冊出版。上册为原書的第一篇到第五篇；下冊为第六篇到第十五篇。

Г. И. ЮДЕНИЧ

ОБОГАЩЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ И МАРГАНЦЕВЫХ РУД

Металлургиядат (Москва—1955)

鉄錳选矿学 (上册)

余人 譯校

編輯：徐敏时

設計：赵 荅

責任校对：任少模

1953年4月第一版 1953年4月北京第一次印刷 { 平裝 1,000 册
精裝 500 册

850×1168·1/32·205,800字·印張 $10\frac{18}{32}$ ·定价(10) 精裝2.30元
平裝1.80元

冶金工業出版社印刷厂印 新华書店發行 書号 0783

冶金工業出版社出版 (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

目 录

(上 册)

前言.....	6
---------	---

第一篇 概 論

第 一 章 矿石的物質組成	1
§ 1 矿物原料	1
§ 2 选矿	3
§ 3 主要的技术术语	10
§ 4 主要的选矿方法	13
§ 5 选矿过程的效率	17
§ 6 选矿工艺指标的相互关系	19
§ 7 铁矿石及錳矿石的矿化和矿物的碎解	23
§ 8 铁矿石及鉄精矿的矿物組成。它們需具备的条件	28
§ 9 錳矿石及錳精矿的矿物組成。它們需具备的条件	39
§ 10 矿石的冶煉价值	42
§ 11 矿石按可选性分类	45
§ 12 或然选矿指标	53

第二篇 矿石按粒度分級

第 二 章 篩分	56
§ 13 概論	56
§ 14 篩分过程	60
§ 15 篩子	67
第 三 章 水力(湿式)分級	92
§ 16 概論	92
§ 17 水力分級过程	92
§ 18 水力分級机	109
第 四 章 空气分級	138
§ 19 風力分級机(風力分离器)	138
第 五 章 篩析和水力(沉降)分析	140
§ 20 概論	140

1467722

§ 21	篩析	140
§ 22	物料的粒度特性	144
§ 23	水力(沉降)分析	148

第三篇 破碎和磨碎

第六章	破碎和磨碎过程	151
§ 24	概論	151
§ 25	矿石的破碎过程	153
第七章	破碎机及磨碎机	161
§ 26	破碎机的分类	161
§ 27	破碎机	161
§ 28	矿石的磨碎	201
§ 29	磨碎机	223

第四篇 洗选与手选

第八章	洗选	236
§ 30	概論	236
§ 31	洗选过程	236
§ 32	洗选设备的分类	239
§ 33	洗矿机	242
第九章	手选	253
§ 34	概論	253
§ 35	手选裝置	253

第五篇 重力选矿法

第十章	湿式跳汰	256
§ 36	概論	256
§ 37	跳汰过程	256
§ 38	跳汰机的分类	266
§ 39	跳汰机	271
第十一章	風力跳汰机	291
§ 40	概論	291
第十二章	重悬浮液选矿	292
§ 41	概論	292
§ 42	重悬浮液选矿过程	292
§ 43	重悬浮液选矿机	296

§ 44	重悬浮液选矿流程	299
第十三章	重力分析	302
§ 45	概論	302
第十四章	淘汰盤选矿	307
§ 46	概論	307
§ 47	淘汰盤选矿	308
§ 48	淘汰盤	314
第十五章	風力搖床	323
§ 49	概論	323
第十六章	溜槽选矿和洗槽选矿	325
§ 50	概論	325
§ 51	直綫式洗槽选矿	329
§ 52	螺旋选矿机选矿	330

目 录

(下册)

第六篇 磁选法及电选法

第十七章 磁选	333
§ 53 概論	333
§ 54 磁选过程	333
§ 55 磁选机的分类及其应用范围	348
§ 56 选别强磁性矿石用磁选机	353
§ 57 选别弱磁性矿石用磁选机	368
§ 58 磁力分級机	382
§ 59 吸鉄器	383
§ 60 磁力分析器	385
§ 61 退磁設備	386
第十八章 电力选矿法	388
§ 62 概論	388
第十九章 矿石的磁化焙烧	391
§ 63 概論	391
§ 64 磁化焙烧过程	391
§ 65 磁化焙烧爐	395

第七篇 浮 选 法

第二十章 浮选	401
§ 66 概論	401
§ 67 浮选过程	402
§ 68 浮选矿浆的性質及矿粒能吸附在气泡上的机理	403
§ 69 矿物的浮选性質	413
§ 70 浮选剂	415
§ 71 浮选机	420
§ 72 調和槽	432
§ 73 給药机	434
第二十一章 浮游重选	436

VI

§ 74 浮选摇床	436
-----------------	-----

第八篇 不常用的选矿法

第二十二章 选择破碎	438
------------------	-----

§ 75 概論	438
---------------	-----

第二十三章 热破碎	439
-----------------	-----

§ 76 概論	439
---------------	-----

第二十四章 摩擦选	440
-----------------	-----

§ 77 概論	440
---------------	-----

第九篇 脫水和收尘

第二十五章 脫水	442
----------------	-----

§ 78 概論	442
---------------	-----

§ 79 块状及粒状产品的脫水	442
-----------------------	-----

§ 80 浓缩	444
---------------	-----

§ 81 浓缩机	450
----------------	-----

§ 82 过滤	456
---------------	-----

§ 83 过滤机	460
----------------	-----

§ 84 干燥	474
---------------	-----

§ 85 干燥机	475
----------------	-----

第二十六章 收尘	479
----------------	-----

§ 86 概論	479
---------------	-----

第十篇 矿粉和精矿的造块

第二十七章 燒結	485
----------------	-----

§ 87 概論	485
---------------	-----

§ 88 燒結过程	486
-----------------	-----

§ 89 自熔性燒結矿、复合燒結矿和平爐燒結矿的生产	494
----------------------------------	-----

§ 90 燒結时有害雜質的去除	499
-----------------------	-----

§ 91 燒結矿的机械强度	500
---------------------	-----

§ 92 燒結机	502
----------------	-----

第二十八章 团矿	514
----------------	-----

§ 93 概論	514
---------------	-----

§ 94 团矿过程	514
-----------------	-----

§ 95 团矿方法	516
-----------------	-----

§ 96 团矿机械	519
-----------------	-----

§ 97 作为造块方法的燒結法和团矿法的评价	525
第十一篇 工艺研究	
第二十九章 矿石可选性試驗	527
§ 98 概論	527
§ 99 試样的采取及試样物質組成的研究	527
§ 100 可选性試驗	530
§ 101 选矿产品的分析和試驗結果的整理	543
第十二篇 选矿厂中矿石和矿浆的运输	
第三十章 运输的設備和裝置	546
§ 102 概論	546
§ 103 运输矿石和矿浆的設備和裝置	546
第十三篇 取样及选矿厂工作的检查和計算	
第三十一章 取样	556
§ 104 概論	556
第三十二章 选矿厂工作的检查和計算	561
§ 105 工作的检查	561
§ 106 工作的計算	565
第十四篇 选矿厂設計概論	
第三十三章 黑色冶金工业选矿厂的设计	567
§ 107 設計工作的內容	567
§ 108 选矿厂的組成	569
§ 109 选矿工艺流程和操作装备的选择	570
§ 110 厂址选择	571
§ 111 选矿厂設備的配置	573
§ 112 选矿厂的輔助設施	574
§ 113 尾矿設施和尾矿场	580
§ 114 矿石和精矿的混勻	583
§ 115 选矿經濟	584
第十五篇 鉄錳选矿工业流程	
第三十四章 选矿厂的流程	591
§ 116 破碎篩分厂	591
§ 117 洗选厂	593
§ 118 重力选矿厂	596

§ 119 电磁选矿厂	601
§ 120 浮选厂	607
§ 121 联合流程选矿厂	612
§ 122 具有选别复合矿石流程的选矿厂	616
§ 123 黑色金属选矿的发展远景	622
附录	625
参考文献	631

第一篇

概 論

第一章 矿石的物質組成

§ 1 矿物原料

地下埋藏的並待开采出来以供工業应用的有用矿物，通常是各种矿物的集合体（комплекс）。矿床中埋藏的有用矿物，一般是由能在工業生产中利用的有用的矿物，和在現代技术水平下暫还不能合理使用的矿物所組成的。

例如，在某种情况下，矿床中的矿物集合体是磁鉄矿、石英和角閃石；而在另一种情况下，則是方鉛矿、閃鋅矿和石英。在前一种情况下，有用的矿物就是供煉鉄和煉鋼用的磁鉄矿；而在后一种情况下，有用的矿物就是能从中熔煉出鉛和鋅的方鉛矿和閃鋅矿。石英和角閃石則通常不加以利用。假若矿床中含有大量对该种生产無用的矿物，則这些無用的矿物便会造成强烈地貧化，即在有用的矿物含量方面使矿床变貧，从而降低矿床的价值。

凡是能从中熔煉出黑色金屬、有色金屬和稀有金屬的矿物，都叫做金屬矿物。凡是不含有金屬的矿物，或是金屬含量不大且金屬与其他元素結成化合物的矿物，叫做非金屬矿物或脈石（石

英、石灰石、角閃石、粘土等)。

某些非金屬矿物用于或能够用于其他工業部門及冶金生产，这並不是为了直接从这种矿物中提煉金屬，而是为了輔助的目的。例如，作为在熔煉时使造渣易于进行的熔剂，生产硅磚，等等。有时，用化学方法能从中获得个别元素的矿物，也叫做金屬矿物。

工業价值决定于其中含有的金屬矿物的有用矿物，通常以其中含有的主要矿物命名。例如，黑色金屬矿石称为鉄矿石、錳矿石、鉻矿石；有色金屬矿石称为銅矿石、鉛矿石、鋅矿石、鉛鋅矿石、銅鋁矿石、等等；稀有金屬矿石称为黑鎢矿石、錫矿石、銻矿石、鉬矿石、鈷矿石、鉍矿石、白鎢矿石、等等。

工業价值决定于其中含有的非金屬矿物的有用矿物，在大多数情况下，照例按其主要的有用非金屬矿物命名（例如煤、石油）；有时也把它叫做矿石（例如把磷灰石叫做磷灰矿石，把石棉叫做石棉矿石）。

作为黑色和有色冶金工業熔剂用的有：石灰石，白云石，螢石；作为陶瓷、耐火材料、耐酸制品、玻璃等原料用的有：粘土，高嶺土，偉晶岩，水鉛石，石英和石英岩，菱鎂矿，白云石，滑石；作为肥料和化学生产原料用的有：磷灰石，磷鈣土，鉀石鹽，光鹵石，硫，食鹽，重晶石，方硼石；作为建筑材料用的有：花崗石，正長岩，砂岩，粘土，石灰石（大理石），石棉；作为各种不同技术目的原料用的有：金剛石，石墨，剛玉，純綠寶石，云母，瑪瑙，等等。

在有用矿物中，应当指出下列矿物是动力的来源：煤（烟煤、褐煤、無煙煤），石油，油頁岩，可燃气体和放射性元素。

含有几种有用矿物並能从中分別提煉出黑色金屬、有色金屬、稀有金屬或貴金屬的矿石，以及含有能被各种不同工業部門应用的矿物的矿石，叫做复合矿石（комплексная руда）。例如，含有磁鉄矿和磷矿物（磷灰石）的矿石（二者同时具有供工業上应用的足够数量），就叫做磁鉄矿磷灰石复合矿石。含有几

种金屬（通常是有色金屬）的矿石，叫做多金屬矿石。

在开采有用矿物的矿床时，有用矿物中常常会混入进一些或是圍岩，或是底岩，或是岩屑和頂板岩石，並随着有用矿物一同运到地面上来。在这种情况下，这样采掘出的物料就叫做采出物；应当着重指出，采出物与矿床中埋藏的矿石是不同的。

在有色金屬矿石和稀有金屬矿石中，非金屬部分在数量上通常大大多于金屬部分；而在黑色金屬矿石中，金屬部分在数量上則通常多于非金屬部分。但是由于这类黑色金屬矿石的儲量有限，随着黑色金屬生产的增長，每年就必须要有愈来愈多的貧矿被开采利用，而这种貧矿石中非金屬矿物的数量等于或是大于金屬矿物的数量。

§ 2 选 矿

过程的定义 从矿石中熔煉出金屬的过程，是一个成本比較昂貴的过程。这个过程需要耗用大量的热来熔化进入过程的全部矿石。因此，矿石中的非金屬部分数量愈少，用来熔化非金屬部分而無謂消耗的热量就愈少，从被熔化的矿石中获得金屬的过程就愈易于实现。

如果从采出物或矿石中預先除去非金屬部分，我們就能把它們利用得更經濟。选矿过程就是帮助解决这个任务的。借助于在特殊的机器和設備中进行的选矿过程，从采出物或矿石中把不能利用的矿物除去，也包括把对以后的过程有害的雜質矿物除去，使某种或某組金屬矿物以它的自然形态富集，成为叫做精矿的产品。

所有选矿过程都是以利用組成矿石的各个矿物的差別为基础的。这些差別决定于矿物的物理性質和机械性質。例如，各个矿物在比重、磁性和其他性質方面彼此互不相同，这便使我們能够在选矿机中把它們分离开来，分別选成比重大的和比重輕的产品，具有磁性的和不具有磁性的产品；並且其中每一种产品中都富集着有用矿物或無用矿物。

选矿还解决在下列情况下精选各个矿物的任务，即：当从貧

矿中除去对以后过程無用的非金属矿物后，还必须分离金属矿物，使之分为单独的、富集了的产品。

选矿过程在技术上应了解为使矿物以天然的即原来的形态分离而不改变其化学组成的过程。改变矿物化学组成的过程，且在这过程中加以精选的不是矿物，而是矿物中所含的金属，这种过程有它自己的特殊名称，不可以与按矿物加以精选的过程混为一谈。

例如，从由磁铁矿和石英组成的铁矿石中分离出两种产品，其中之一主要是由磁铁矿组成，而另一种则主要是由石英组成；又如从由闪锌矿、方铅矿和石英组成的矿石中分离出三种产品，其中的一种产品主要是闪锌矿，第二种产品主要是方铅矿，第三种产品主要是石英；那末，这种分离是靠应用机械选矿过程而实现的。又例如，从铅矿石中熔炼出铅，那末这种过程就是冶金（热力）过程，即改变着原料化学组成的过程。单用化学方法或湿法冶金也同样可以从矿石中分离出许多有价金属；在这种情况下进行的化学的和湿法冶金的矿石处理方法，也使金属富集，并改变着矿物的化学组成；实质上，也就是将矿物分解成化学元素。

有用矿物机械精选的一般定义可表述如下：有用矿物机械精选是从矿石或任何原料中使有用矿物分离开来并精选成为精矿（按照其中富集的矿物或可利用的化学元素命名）、并自该矿石或原料中除去目前無用的矿物使之成为叫做尾矿的废矿（Отбросы）的工序。

假若被精选的矿石或任何有用矿物中不含有对目前無用的矿物，那末，在精选时，就只分离出供各个不同工业部门应用的精矿。例如，特别是在精选实际上不含有石英和硅酸盐的钛磁铁矿时，就可以分离出供炼铁用的铁精矿，和供提炼钛和钛的其他化合物的钛精矿。

在选矿（例如浮选）时，矿物表面层的化学组成可能發生極細微的变化，但是整个矿物的化学组成仍然沒有發生变化。

在选矿前，矿物的化学组成可以加以改变（例如焙烧），使

之具有一定的物理性質。在這種情況下，焙燒工序只是一道輔助工序，它不應當與選礦工序相混淆起來；前面已經說過，只有不使礦物化學組成發生變化的工序，才是選礦工序。

選礦所要達到的目的，是使對其進一步利用所必需的礦物富集，以提高礦石原料的質量。除極少數情況外，選礦總是由有用礦物采掘到冶煉或其他某種加工工序這一工藝過程的中間階段。因此，與應用選礦的有效程度有關的全部經濟問題，是與礦石采掘和金屬熔煉或獲得其他最終工業產品的經濟相緊密關聯着的。

鐵礦和錳礦中的絕大部分被用來熔煉生鐵、熟鐵、鋼、各種合金（例如錳鐵）、等等。從不含有雜質、其中含有的鐵或錳實際上為任何數量的礦石中，也可以熔煉出金屬和合金來。但是礦石的質量愈低，熔煉出一噸金屬的價值就愈高。

進行選礦，便降低了冶煉時的燃料和熔劑消耗；由於預先把脈石排為尾礦，便減少了把礦石運送至工廠所需的運費；由於工廠使用精礦時提高了爐子單位容積的生產能力，便節省了工廠的建築費用。

採用選礦過程，就會同時引起支付額外的運輸費用和選礦費用（經營及基本建設方面）；如果原料和中間產品要經過磨碎，則還要支付精礦的造塊費用。

比較所有這些因素後，並考慮到國家和地方的利益，以及礦床充分利用和選礦廢料利用的可能性，就能確定出採用選礦過程的合理性，和提高有用的礦物的含量即精礦質量的經濟限度。

在選鐵礦和錳礦時所獲得的最終產品中，在大多數情況下，其中含有的礦粉數量增高，而有時完全都是細粒物料。在高爐中熔煉這樣的細粒物料時，就會大量吹走礦粒成為爐灰。因此，礦粉在送入高爐前，要用經燒結料的抽風燒結法使之成塊，然後再把所得的塊狀燒結礦送進高爐中去。在很少的情況下，也用團礦法來使之成塊。為了使團礦具有較高的強度和透氣性，有時在熔煉前還加以焙燒。

燒結是一種熱力過程。在這種過程中，被燒結顆粒的表面熔

化，並相互粘結在一起，形成一种多孔的塊狀物，即燒結矿。

团矿是一种机械过程。在团矿时，制造团矿的矿粒在很大的压力下被压挤，由此便得到一定形狀的团矿。为了强化这种过程，采用着各种不同的附加剂。

鉄錳选矿技术的发展 有用矿物的精选在上古时候就已经开始了。

用来精选有用矿物的第一台比較机械化的設備，主要是洗选設備，产生于 18 世紀。

19 世紀，选矿設備的机械化程度大大提高了；到 19 世紀末叶，在俄罗斯已经有数量众多但生产能力不大的选金厂、破碎厂、篩分厂和洗选厂开工生产。

第一座生产能力对当时說来是十分强大的精选砂鉄矿的工厂，在 20 世紀初期(1904 年)建成于烏拉尔的布拉戈达特 (Благодать) 矿区。这个工厂最初使用的洗选設備与螺旋分級机相类似；其后，又采用了多孔洗矿筒。在很短的时期內，又在烏拉尔[維索卡雅山 (Высокая гора) 和列比亞日卡 (Лебяжка)] 建成了几个洗选厂。

在精选錳矿方面，第一座比較大的采用洗选和跳汰选的选矿厂，在 1901 年建成于高加索的奇阿圖拉 (Чиатора) 矿区。在同一时期內，还建成了洗选尼科波尔 (Никополь) 矿床錳矿石的洗选厂。

1904 年，馬里烏波尔 (Мариуполь) 的工厂第一次采用了浮选法，用来粗陋地进行石墨的精选。

假若不算許多不大的破碎篩分厂和个别的錳矿磁选厂，那末，在沙俄时代黑色金屬矿石精选的規模也就限于上述这些工厂而已。在沙皇俄罗斯，选矿厂生产的全部产品不超过冶金工厂熔煉用的全部黑色金屬商品矿石的 3 %。

沙俄时代黑色金屬矿石精选業發展緩慢的原因，一方面是熔煉金屬的規模小，而另一方面，是当时具有不靠广泛应用选矿过程也能煉出金屬的富矿儲备。