

中等专业学校教学用书

选 矿 机 械

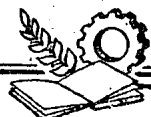
辽宁冶金学院机电教研组编



中国工业出版社

74.124
169

中等专业学校教学用书



选矿机械

辽宁冶金学院机电教研组编

34427/08

中国工业出版社

本书根据冶金工业部中等专业学校矿山机电专业四年制的“选矿机械”教学大纲编写的。书中重点讲述选矿厂破碎、筛分、磨矿和分级机械的工作原理、构造、计算以及安装、运转、维护、检修等方面的知识；对各种选矿方法、脱水方法及其机械设备的原理和构造也作了简要的阐述。

本书由冶金工业部教育司推荐作为中等专业学校矿山机电专业教材，也可供厂矿工程技术人员在工作中参考。

选 矿 机 械

辽宁冶金学院机电教研组编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙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

新华书店发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张5746·插页1·字数333,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数001—833·定价（9—4）1.50元

统一书号：15165·115（冶金—4）

前 言

解放以来我国选矿工业和选矿机械制造工业有了巨大的发展。不論在选矿机械的設計和制造方面，或在选矿厂中对各种选矿机械設備运转操作和维护检修方面都已經积累了丰富的經驗。

冶金工业部各中等专业学校矿山机电专业长期以来虽開設“选矿机械”这门課程，但却沒有一本符合我国生产实际情况并适应于学生水平和业务范围要求的教材；这就給我们的教学工作带来一定的困难。为了更好地贯彻党的“教育为无产阶级的政治服务、教育与生产劳动相结合”的方针，进一步提高教学质量，根据冶金工业部工业教育司的指示，在学院党委的领导下，我們組織了有关教师編写这本“选矿机械”試用教材。本书是根据1959年指导性教育計劃和教学大綱編写的。編写工作是在学习苏联先进經驗、結合我国生产实际情况、以及总结了几年来教学中积累的經驗的基础上进行的；同时我們在书中又尽量蒐集有关新技术发展情况的一些資料。为了帮助学生消化教学内容，主要計算部份穿插有例題，每章最后又有复习思考題。

本书的第一、二、三章由高明信同志編写；緒論部份、第四至九章由忻尙正同志編写；最后由忻尙正同志整理。

在編写过程中，得到很多厂矿、設計研究部門的领导人員，技术人員，工人以及本院历届毕业生提供宝贵的意見和大力协助，在此我們謹致以最真誠的謝意。

由于編写者水平所限，時間短促，資料收集不够全面，更缺乏深入細致的研究分析，因此书中錯誤之处在所难免，希望讀者給予批評和指正。

辽宁冶金学院矿山系机电教研組1961年3月

緒 論

§ 1 选矿的意义和任务

中国人民高举党的社会主义建設总路綫、大跃进和人民公社三面紅旗，連續三年取得了国民經济跃进的巨大胜利；1959年就已經提前三年完成了发展国民經济的第二个五年（1958至1962年）計劃所規定的各項主要指标。在此基础上，全国人民又满怀信心，乘胜前进，正在为爭取二十世紀六十年代持續大跃进而努力。1961年党的八屆九中全会又具体指出：“重工业方面，……一九六一年应当……在已有的胜利的 基础上，采取巩固、充实和提高的方針。”^①給全国人民进一步指引了方向。

要发展重工业，特别是其中的鋼鐵工业和有色、稀有金属工业，必須首先迅速发展选矿工业，提高对有用矿物的精选技术水平。

金属多数都是从矿石中提出的。所謂**矿石**，就是一种天然产出的矿产品，在現代技术經济水平下能以工业規模从其中提取所必需的金属或矿物产品。在自然界中除了少数金属是以单体元素存在而外，多数都是以化合物状态存在，例如鉄常与氧构成 Fe_2O_3 （赤鉄矿）或 Fe_3O_4 （磁鉄矿）等化合物而存在；像这样天然产出的化合物即称之为**矿物**。在矿石中除了上述有用的金属矿物以外，还有一些矿物是无用的，常称之为**脉石矿物**。矿石中常見的有用矿物是硫化矿物（如 CuS ）和氧化矿物（如 Fe_3O_4 ）。

矿石中如只含有一种金属时，称之为**单金属矿石**；当含有二种以上金属时，称之为**多金属矿石**。矿石的质量可用所含有的金属**含量**来評定，一般都用百分数表示，称之为**品位**；例如矿石中按重量計含銅金属百分之一，則可称为品位为1%的銅矿石。

自然界中品位很高的富矿石是不多的，例如鉄矿石常含鉄20~30%，銅矿石含銅只有0.5~2%。从冶炼技术的要求来看，最好鉄矿石中含鉄量不低于45~50%，銅矿石中含銅量不低于3~5%等等；为此必須进行选矿。所謂**选矿**，就是将矿石中的无用矿物去掉一部份，使金属品位提高的一种生产过程，或称为有用矿物的富集过程。对于多金属矿石，通过选矿作业可将几种有用矿物相互分离，使之不因冶炼一种金属而使另一种金属损失掉。

在冶炼以前，矿石事先經過选别，这就不仅滿足冶炼技术要求，有效地利用各种多金属矿石；而且将使矿产資源扩充，貧矿得以应用；冶炼时还可降低燃料消耗，延长冶金炉的寿命，增加金属产量，縮短冶炼時間，并可大大減少单位成本。

綜上所述，足以証明选矿工业和选矿技术的发展对于国民經济的利益是十分显著的，因而目前几乎95%以上的有色、稀有金属矿石都需經過选矿，才被作为冶炼之用。

§ 2 我国选矿工业、选矿机械工业的发展现状和今后方向

远在紀元年前二千到二千五百年时，据历史考証，我国已开始采銅。在銅器时代，銅

① 見中国共产党八屆九中全会公报，人民日报1961年1月26日

不仅在工业中，而且也已在民間被广泛应用；紀元前一千七百年的青銅鑄件至今还被保存于北京历史博物館和故宫博物館。最原始的簡單粉碎机械——石头的搗鎚和臼体，以及以后出現的人力、畜力或水力驅动的石磨也很早在我国古代出現。我国出錫的选矿已有五百多年的历史。

虽然我們的祖先有着光輝的貢獻，但是近百余年来在封建制度的束縛下，帝国主义蹂躪下，和国民党反动派統治下，使我国的生产技术处于落后状态，沒有独立的选矿工业和选矿机械制造工业。仅有的一些旧的选矿厂，其共同特点是：设备古老陈旧，效率低，技术落后，劳动条件恶劣，生产流程不合理。

我国地大物博，矿产資源尤为丰富。自中华人民共和国成立以来，党和政府不仅迅速恢复、改建旧的选矿厂，而且又重点改建、扩建和新建了很多破碎篩分厂、选矿厂和洗煤厂，用最新的技术装备，建設了新的基地。历年来选矿厂的各项主要生产指标迅速提高，选矿厂的处理量一般較原設計能力提高了50~100%；球磨机的運轉率在有的选矿厂已达到98%以上。

随着选矿工业发展的要求，我国选矿机械制造工业发展也极为迅速，各地建設了很多大的重型机械和矿山机械制造厂。目前我国已能生产全部选矿厂的各种主要设备，包括顎式破碎机、中間底部排矿旋迴破碎机、最新式的标准型和短头型圓錐破碎机、格子型球磨机、浮选机械、各种振动篩、过滤机、跳汰机等等。近年来我国又制定了破碎、篩分、磨矿、分級、浮选和脱水等设备的系列，向定型化和标准化发展。

选矿机械的設計和科学研究工作近年来也有着飞跃的发展，建立了許多專門的設計或研究机构。水力旋流器、螺旋选矿机、重悬浮液选矿等技术和设备在我国选矿厂很快地被采用，并取得了显著效果。矿山研究院、矿山机械研究所、各高等院校及有关工厂、設計部門自1958年以来通过广泛地共产主义大协作，正从事很多新的高效率机械的研究，其中不少已先后研究并試制成功。

在党的社会主义建設总路綫和一整套“两条腿走路”方針指导下，我国各地出現了无数个鋼鉄和有色、稀有金属的中小型企业，創造了各种各样的簡易机械。各地創造了鑄鉄顎式破碎机、手搖电动两用顎式破碎机、木制搗碎机、馬拉或脚踏球磨机、木壳球磨机、水碾、脚踏或手动振动篩、脚踏跳汰机、簡易搖床、叶片式浮选机……等等多种簡易破碎、磨碎和选矿设备。

随着整个工业新技术的发展要求和促进，使选矿工业的应用范围日益扩大，并要求設計和制造更多高生产率和高效率的新设备。新的破碎发展方向除生产大型机械外，目前各国正研究利用振动、冲击、高压气流、强化器、高温气体或电弧高温以及水电效应等方法进行最有效地粉碎。在磨矿方面，主要采取增大磨矿机直径、提高轉速等方法以强化磨矿，提高效率在篩分机械方面現多采用电热篩网，并設計和推广构造簡單、高生产率和高效率的单軸慣性振动篩以及可以节省动力的共振篩。分級除采用新的旋流器外，最近在国外还出現了振动浮槽分級机、梨形分級机等；强化器在分組作业中的应用也已有初步成效。重力选矿应进一步推广旋流器、螺旋选矿机和重悬浮液选矿方法；跳汰机向高頻率振动方向发展；搖床和溜槽則向多层方向发展。对于浮选机应着重研究提高吸气量和稳定液面的措施。在磁选方面近年来各国都开始广泛应用集中式磁极和感应磁筒的永久磁铁磁选机。由整个选矿厂来看，今后的发展方向首先应采取措施使流程簡化。

选矿机械是一门新发展起来的科学，理论研究是在十九世纪末期才开始的，俄国学者B.Л. 基尔皮切夫创造了破碎理论的体积假说，在此基础上苏联学者A.Б. 列文逊、З.Б. 康托罗维奇、B.A. 巴郎曼等创造了计算各种破碎机的理论方法。苏联科学家П.В. 利亚申科在重力选矿机械的研究方面以及B.A. 伦德克维斯特教授在浮选机械的研究方面都分别作出了贡献。总之这门科学的发展与苏联科学家的贡献是分不开的。对于这门科学的理论研究方面，我国过去没有基础只是在解放后，在党和政府关怀下才成立了专门研究机构，培养专业研究人员。我国人民有雄心大志，力争在短期内攻克这门科学堡垒，攀登科学高峰。

§3 选矿方法和选矿厂流程

选矿方法。如前所述，选矿作业对于国民经济具有重大的意义；选矿过程乃是使矿石中脉石矿物去掉而使金属品位提高的一种生产作业。

具体的选矿方法很多，归纳起来主要方法是：（1）利用矿物的色泽而进行选别的手选；（2）利用矿物和岩石比重不同而进行选别的重力选矿法；（3）利用各种矿物相互间表面性以及在水润湿性的差别而进行选别的浮游选矿法；（4）利用矿物和岩石的导磁性不同而进行选别的磁力选矿法；（5）其它选矿法，例如利用导电性的静电选矿法，利用摩擦系数的摩擦选矿法等等。

选矿厂作业。不论是那一种选矿方法的选别过程，都是由一系列的作业联合组成。准备过程和基本过程即选矿厂的全部作业可分为**主要作业**，**辅助作业**和**服务作业**。主要作业包括破碎、筛分、磨矿、分级、精选（选别）、和脱水（浓缩、过滤、干燥等）；其中分级以前的各工序都属选别前矿石的准备过程，精选和脱水是基本过程。辅助作业包括干料和湿料的卸运，按各台机器的给料分配，或给药、搅拌、尾矿和溢流的排出等等。服务作业则包括供电、供水、送风、抽真空、药剂供应以及技术操作过程的控制等等。在本书中只讨论主要作业中各工序所使用的设备。

矿石经选别以后，可得出两种产品：精矿和尾矿，有时还可以得出中间产品称为**中矿**。被选别的原始矿石称为**原矿**。**精矿**是指富集有较多量的有用矿物的最终产品；**尾矿**则指选别后被排弃的废品。由于在尾矿中难免会含有极少量的金属矿物被损失，因而原矿中的金属含量不可能百分之百被回收。被回收在精矿中的金属百分数称为**回收率**或**采收率**。

选矿厂流程。在研究各种选矿机械时，必须首先熟悉选矿厂的生产过程，以便对所采用的机械在整个工艺过程中的作用、要求和前后各工序相互间的联系能有更清楚的概念。

各种矿石的选别流程并不完全相同，流程的选择主要根据下列因素：矿物的组成、性质和粒度、选矿厂所在地的自然条件以及冶炼技术所提出的要求等等。选矿方法和流程的选定应是最有效，生产率最高，同时又是最经济的。

浮选是最常见的一种选别方法，技术上也较复杂。图1和图2就分别示出铁矿浮选和斑铜矿的浮选基本流程图；图3则是器械流程图的表示方法。

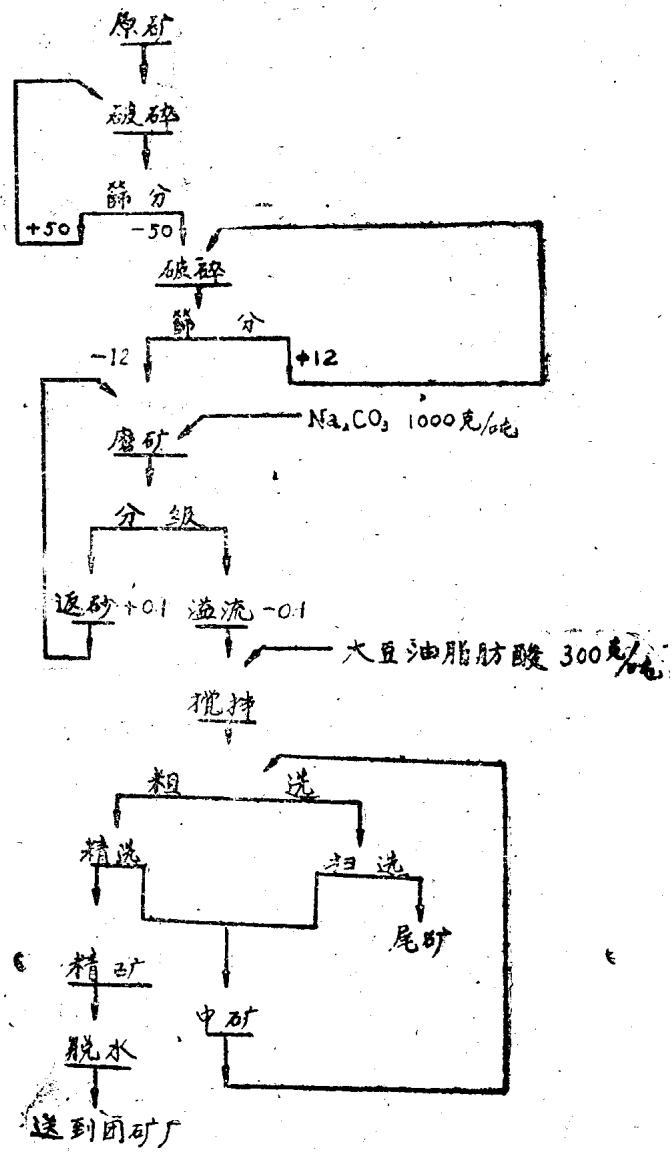


图 1 铁矿石浮选基本流程

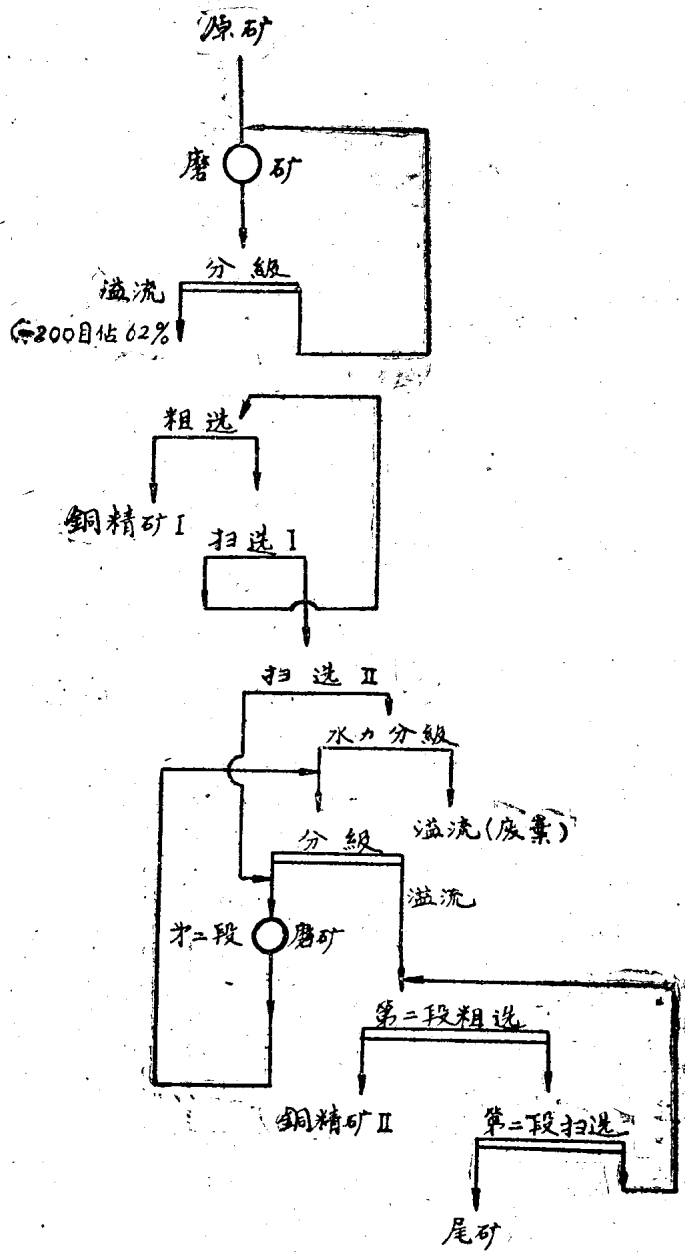


图 2 斑铜矿的浮选流程

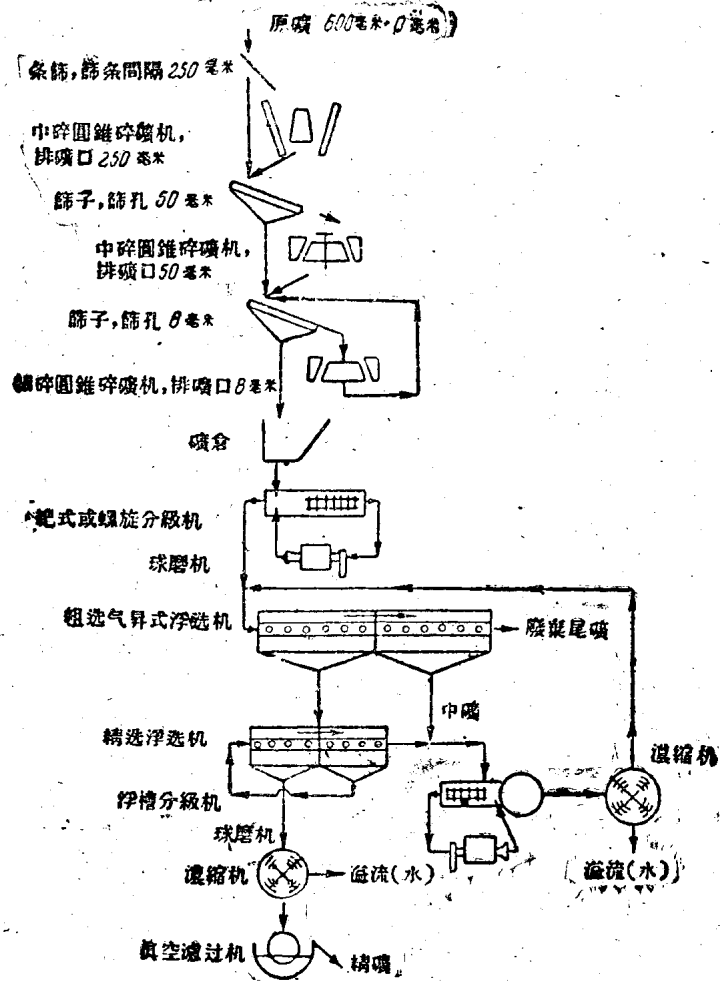


图 3 器械流程图

目 录

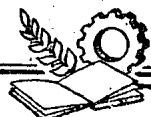
前言	5
緒論	6
§1 选矿的意义和任务	6
§2 我国选矿工业、选矿机械工业的发展现状和今后方向	6
§3 选矿方法和选矿厂流程	8
第一篇 破碎机械与筛分机械	
第一章 粉碎与粉碎机械总論	12
§1 概述	12
§2 粉碎机械的分类	15
§3 破碎理論	16
第二章 顎式破碎机	21
§1 顎式破碎机概論	21
§2 顎式破碎机的构造及其結構設計	24
§3 顎式破碎机主要参数的选择与計算	36
§4 顎式破碎机主要零件的計算	46
§5 顎式破碎机的安装、运轉、潤滑和維修	60
第三章 圓錐破碎机	74
§1 概述	74
§2 圓錐破碎机的构造及其結構設計	78
§3 圓錐破碎机主要参数的选择与計算	99
§4 圓錐破碎机主要零件的計算	112
§5 圓錐破碎机的安装、运轉、潤滑和維修	120
第四章 其它破碎机	133
§1 輓式破碎机	133
§2 錘式破碎机	139
§3 新式冲击破碎机	143
§4 簡易破碎机	147
第五章 筛分机械	148
§1 概述	148
§2 筛子的分类	151
§3 振动筛的工作原理和构造	153
§4 振动筛生产能力計算和选择	161
§5 振动筛的維護和使用	163
第二篇 磨矿机械与分級机械	
第六章 磨矿机械	167
§1 概述	167
§2 球磨机的构造	173

04952

§3 球磨机的运动理论及主要参数计算	181
§4 球磨机的安装、试车、运转、维护和检修	194
§5 新式磨矿机和简易磨矿机	199
第七章 分级机械	206
§1 分级基本原理	206
§2 机械分级机	207
§3 水力分级机	217
§4 水力旋流器	220
第三篇 选矿机械和脱水机械设备	
第八章 选矿机械	224
§1 概述	224
§2 浮选机械	224
§3 重力选矿机械	232
§4 磁选机械	239
第九章 脱水机械设备	243
§1 概述	243
§2 浓缩机	243
§3 过滤机	245
§4 干燥设备	250
主要参考文献	252

74.124
169

中等专业学校教学用书



选矿机械

辽宁冶金学院机电教研组编

34427/08

中国工业出版社

本书根据冶金工业部中等专业学校矿山机电专业四年制的“选矿机械”教学大纲编写的。书中重点讲述选矿厂破碎、筛分、磨矿和分级机械的工作原理、构造、计算以及安装、运转、维护、检修等方面的知识；对各种选矿方法、脱水方法及其机械设备的原理和构造也作了简要的阐述。

本书由冶金工业部教育司推荐作为中等专业学校矿山机电专业教材，也可供厂矿工程技术人员在工作中参考。

选 矿 机 械

辽宁冶金学院机电教研组编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙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

新华书店发行所发行·各地新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张5 7/8·插页1·字数333,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数001—833·定价（9—4）1.50元

统一书号：15165·115（冶金—4）

目 录

前言	5
緒論	6
§1 选矿的意义和任务	6
§2 我国选矿工业、选矿机械工业的发展现状和今后方向	6
§3 选矿方法和选矿厂流程	8
第一篇 破碎机械与筛分机械	
第一章 粉碎与粉碎机械总論	12
§1 概述	12
§2 粉碎机械的分类	15
§3 破碎理論	16
第二章 顎式破碎机	21
§1 顎式破碎机概論	21
§2 顎式破碎机的构造及其結構設計	24
§3 顎式破碎机主要参数的选择与計算	36
§4 顎式破碎机主要零件的計算	46
§5 顎式破碎机的安装、运轉、潤滑和維修	60
第三章 圓錐破碎机	74
§1 概述	74
§2 圓錐破碎机的构造及其結構設計	78
§3 圓錐破碎机主要参数的选择与計算	99
§4 圓錐破碎机主要零件的計算	112
§5 圓錐破碎机的安装、运轉、潤滑和維修	120
第四章 其它破碎机	133
§1 輓式破碎机	133
§2 錘式破碎机	139
§3 新式冲击破碎机	143
§4 簡易破碎机	147
第五章 筛分机械	148
§1 概述	148
§2 筛子的分类	151
§3 振动筛的工作原理和构造	153
§4 振动筛生产能力計算和选择	161
§5 振动筛的維護和使用	163
第二篇 磨矿机械与分級机械	
第六章 磨矿机械	167
§1 概述	167
§2 球磨机的构造	173

§3 球磨机的运动理论及主要参数计算	181
§4 球磨机的安装、试车、运转、维护和检修	194
§5 新式磨矿机和简易磨矿机	199
第七章 分级机械	206
§1 分级基本原理	206
§2 机械分级机	207
§3 水力分级机	217
§4 水力旋流器	220
第三篇 选矿机械和脱水机械设备	
第八章 选矿机械	224
§1 概述	224
§2 浮选机械	224
§3 重力选矿机械	232
§4 磁选机械	239
第九章 脱水机械设备	243
§1 概述	243
§2 浓缩机	243
§3 过滤机	245
§4 干燥设备	250
主要参考文献	252

前 言

解放以来我国选矿工业和选矿机械制造工业有了巨大的发展。不論在选矿机械的設計和制造方面，或在选矿厂中对各种选矿机械設備运转操作和维护检修方面都已经积累了丰富的經驗。

冶金工业部各中等专业学校矿山机电专业长期以来虽开设“选矿机械”这门課程，但却沒有一本符合我国生产实际情况并适应于学生水平和业务范围要求的教材；这就給我们的教学工作带来一定的困难。为了更好地贯彻党的“教育为无产阶级的政治服务、教育与生产劳动相结合”的方针，进一步提高教学质量，根据冶金工业部工业教育司的指示，在学院党委的领导下，我們組織了有关教师編写这本“选矿机械”試用教材。本书是根据1959年指导性教育计划和教学大綱編写的。編写工作是在学习苏联先进經驗、結合我国生产实际情况、以及总结了几年来教学中积累的經驗的基础上进行的；同时我們在书中又尽量蒐集有关新技术发展情况的一些資料。为了帮助学生消化教学内容，主要計算部份穿插有例題，每章最后又有复习思考題。

本书的第一、二、三章由高明信同志編写；緒論部份、第四至九章由忻尙正同志編写；最后由忻尙正同志整理。

在編写过程中，得到很多厂矿、設計研究部門的领导人員，技術人員，工人以及本院历届毕业生提供宝贵的意見和大力协助，在此我們謹致以最真誠的謝意。

由于編写者水平所限，時間短促，資料收集不够全面，更缺乏深入細致的研究分析，因此书中錯誤之处在所难免，希望讀者給予批評和指正。

辽宁冶金学院矿山系机电教研組1961年3月