

高等学校教学用书

# 选矿厂设计

冶金工业出版社

.1

TD928.1

4

高等学校教学用书

# 选矿厂设计

中南矿冶学院 周忠尚 主编



冶金工业出版社

B 171877

高等学校教学用书

**选矿厂设计**

中南矿冶学院 周忠尚 主编

\*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

\*

787×1092 1/16 印张 16 1/4 字数 386 千字

1984年11月第一版 1984年11月第一次印刷

印数00,001~4,300册

统一书号: 15062·4182 定价1.70元



## 前 言

本书是根据冶金高等院校选矿工程专业的教学计划和“选矿厂设计”课程教学大纲编写的，可作为高等院校选矿工程专业教学用书，亦可供厂矿和设计单位的工程技术人员参考。

建国以来，我国选矿工业获得了蓬勃发展，设计和建设了一大批各类矿石的大、中、小型选矿厂，积累了大量的设计和生产实践经验。这些，为本书的编写提供了良好的条件。本书吸收了国内外选矿厂设计的先进方法和较新研究成果，增加了选矿厂自动化的设计、选矿厂的环境保护等内容，并附有主要设备性能表，可供学生进行课程设计和毕业设计时参考。

参加本书编写的有中南矿冶学院周忠尚（第一、二、三、十章）、昆明工学院杨德森（第四章§4-1、§4-6~§4-10）、江西冶金学院杜祖鹏（第四章§4-2~§4-5）、东北工学院陈丙辰（第八章）、武汉钢铁学院李云龙（第五、九章）和武汉建材学院曾宪滨（第六、七章）。周忠尚任主编，对全书作了统一整理和修改定稿，曾宪滨协助了这一工作。

本书在编写过程中，承蒙有关院校，设计、研究和厂矿等单位提供了资料，特别是长沙黑色金属矿山设计院熊志超、长沙有色冶金设计院宋善启、戴再生、蒋剑鸣、北京有色冶金设计总院刘广泌、南昌有色冶金设计院苏善桐、刘良仁、鞍山黑色金属矿山设计院王振山、黄连枢等同志，对本书进行了认真的审查，提出了许多宝贵意见，在此，谨致谢意。

由于我们水平有限，书中难免会有错误和遗漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

1982.9.

# 目 录

## 前言

第一章 绪论 .....	1
§ 1-1 选厂设计的目的和要求 .....	1
§ 1-2 选厂设计的内容和步骤 .....	1
§ 1-3 选厂设计的展望 .....	6
第二章 设计用的原始资料 .....	9
§ 2-1 选厂设计的原始资料 .....	9
§ 2-2 地质勘探工作和选矿试验工作的深度和内容 .....	10
§ 2-3 规范资料 .....	13
第三章 工艺流程的设计和计算 .....	15
§ 3-1 选厂规模的划分及生产能力的确定 .....	15
§ 3-2 影响工艺流程选择的因素 .....	17
§ 3-3 设计方案的技术经济比较 .....	18
§ 3-4 工艺指标确定的方法 .....	20
§ 3-5 破碎流程的设计 .....	23
§ 3-6 破碎流程的计算 .....	28
§ 3-7 磨矿流程的设计 .....	35
§ 3-8 磨矿流程的计算 .....	38
§ 3-9 选别流程的设计 .....	43
§ 3-10 选别流程的计算 .....	44
§ 3-11 矿浆流程的计算 .....	52
第四章 主要设备的选择和计算 .....	56
§ 4-1 设备选择和计算的一般原则 .....	56
§ 4-2 破碎设备的选择和计算 .....	57
§ 4-3 筛分设备的选择和计算 .....	65
§ 4-4 磨矿设备的选择和计算 .....	72
§ 4-5 分级设备的选择和计算 .....	85
§ 4-6 浮选设备的选择和计算 .....	94
§ 4-7 重选设备的选择和计算 .....	98
§ 4-8 磁选设备的选择和计算 .....	106
§ 4-9 电选设备的选择和计算 .....	107
§ 4-10 脱水设备的选择和计算 .....	108
第五章 辅助设备和设施的选择和计算 .....	113
§ 5-1 胶带输送机 .....	113
§ 5-2 给矿机 .....	129
§ 5-3 矿 仓 .....	132
§ 5-4 砂 泵 .....	138

第六章 厂址选择与总平面布置 .....	145
§ 6-1 厂址选择 .....	145
§ 6-2 总平面布置 .....	147
第七章 选矿厂设备配置 .....	151
§ 7-1 设备配置的一般原则 .....	151
§ 7-2 模型设计 .....	152
§ 7-3 生产车间的布置形式 .....	152
§ 7-4 破碎车间的设备配置 .....	154
§ 7-5 主厂房的设备配置 .....	173
§ 7-6 脱水车间的设备配置 .....	185
§ 7-7 选矿厂的通道与操作平台 .....	191
§ 7-8 选矿厂的检修设施 .....	193
§ 7-9 选矿厂的排水排污设施 .....	197
§ 7-10 选矿厂的辅助设施 .....	198
§ 7-11 选矿厂的工业卫生与安全技术 .....	202
第八章 选矿厂自动化的设计 .....	206
§ 8-1 选矿过程控制和自动化的特点 .....	206
§ 8-2 选矿工艺过程工艺参数的自动检测及常用检测仪表 .....	206
§ 8-3 选矿厂自动化设计的基本内容和要求 .....	210
第九章 选矿厂的尾矿设施 and 环境保护 .....	216
§ 9-1 尾矿设施设计 .....	216
§ 9-2 除尘系统设计 .....	221
§ 9-3 选矿厂的环境保护 .....	224
第十章 选矿厂设计的经济分析 .....	228
§ 10-1 基建投资费用的计算 .....	228
§ 10-2 精矿设计成本的计算 .....	230
§ 10-3 选矿厂的劳动定员 .....	232
§ 10-4 选矿厂设计的技术经济指标及经济分析 .....	233
附录 主要设备技术性能表 .....	237
参考文献 .....	253

# 第一章 绪 论

## § 1-1 选矿厂设计的目的和要求

设计工作是实现国民经济建设计划的桥梁，是基本建设的重要组成部分。工业生产中的先进经验、先进技术以及科学研究中的最新成果，都将通过设计推广和应用到生产中去。

选矿厂设计的目的，在于根据矿石特性和选矿试验研究成果，设计合理的工艺流程；选择合适的工艺设备，进行合理的设备配置；设计合适的厂房结构，确保生产的正常进行；配备必要的劳动定员，以便满足正常生产的需要。新设计的选矿厂，必须作到技术上可靠，经济上合理，既能为未来的生产获得较高的技术经济指标创造条件，又要为生产工人提供良好的工作环境，使选矿厂建设的投资能够最大限度地发挥其投资效果。

为实现上述目的，保证设计的质量，新设计的选矿厂应当满足下列基本要求：

1. 设计原则和设计方案的确定，应当符合国家工业建设的方针和政策。
2. 设计的工艺流程应该既具有一定的先进性，又具有实现的可靠性；对矿产资源应该尽量做到综合利用；对产品方案应该贯彻精料方针。
3. 根据国内外机械制造业的生产水平，选择先进的、高效的工艺设备和简单而有效的控制仪表，使选矿厂具有较高的机械化和一定程度的自动化水平，借以节约劳动力和提高劳动生产率。
4. 选矿厂的设备配置应力求紧凑合理，生产车间应有足够的操作面积和保证物料畅通的运输设施，合理确定矿石储存设施，使生产能具有一定的灵活性和扩建的可能性，非生产性车间的面积和容积则应力求节省。
5. 选矿厂应该选用可靠而又易于维修的设备，配备必需的设备维修设施，以保证设备能够正常地和持续地进行运转。
6. 在选矿厂设计中，设备、结构原件和建筑构件应力求做到通用化和标准化，以减少基建投资和节省建设时间。
7. 选矿厂的供水、供电、运输、材料供应、修配业务、以及公共住宅等服务性的建筑物，应尽可能地与当地其他企业进行协作，共同投资解决。
8. 选矿厂应该具有必要的技术安全和劳动保护措施，要便于岗位的日常清扫，保证厂房的环境净化，噪音区间必须采取必要的消声措施，“三废”处理应符合国家的环保法规。
9. 设计应该考虑建厂地区的施工条件和力量，以保证选矿厂的建设能够按计划地进行。
10. 设计的选矿厂应能获得最佳的技术经济指标和最大的经济效益，使国家的建设投资能够发挥最大限度的效力，并能尽快地得到回收，以利国家建设资金的迅速周转。

## § 1-2 选矿厂设计的内容和步骤

### 一、选矿厂设计的内容

选矿厂设计是以选矿工艺为主体、其它有关专业相辅助的整体设计。在设计过程中要

解决一系列未来选矿厂的建设和生产问题，其中包括：1) 生产工艺问题；2) 建筑问题；3) 原料、材料、水、动力、劳动力的供应问题；4) 成品的销售；5) 原料及产品的运输；6) 住宅和文化福利设施的建设问题；7) 厂址选择确定；8) 检修问题；9) 环境保护及其它问题。因此选矿厂设计通常是分成以下几个部分来完成的。

### 1. 总论和技术经济部分

总论部分应简明扼要地论述主要设计依据、重大设计方案结论、企业建设综合效果、问题和建议等，各专业共同性的问题如规模、厂址、原材料、燃料供应和产品方案等也在总论部分综述。技术经济部分包括主要设计方案比较、劳动定员和劳动生产率、基建投资、流动资金、产品成本及盈利、投资贷款偿还能力、企业建设效果分析以及综合技术经济指标。

### 2. 工艺部分

这是选矿厂设计的主要部分。其中包括选矿厂所处理的原矿性质和矿石供应情况、选矿试验结果及其评述、设计所采用的工艺流程和指标、主要设备的选择和计算、设备配置的特点和厂内外运输的情况以及辅助设施等。

### 3. 总图运输部分

包括企业总体布置、工业场地总平面布置以及企业内外部运输等。

### 4. 土建部分

包括主要建筑物和构筑物的设计方案、行政和福利设施、职工住宅区规划以及建筑维修等。

### 5. 电力、自动化仪表和热工

电力部分包括供电、电力传动、照明以及自动化仪表。热工部分包括工业锅炉房、柴油机发电站等。

### 6. 给排水、尾矿和采暖通风

给排水部分包括水源、给排水系统以及河流改道等。尾矿设施部分包括尾矿池及其构筑物、尾矿输送系统、事故尾矿设施以及尾矿水和精矿溢流水的处理设施等。采暖通风部分包括主要生产车间、辅助生产车间及生活福利设施的采暖通风系统及其主要设施。

### 7. 机修设施

包括机电修理车间的组成、主要机修设备的选择和安装等。

### 8. 环境保护

包括废水、废气、废渣、废石、尾矿等的治理工艺过程和噪音振动防治措施，评价企业建设前的环境背景和建设后对环境的影响，说明选矿厂的环境保护管理机构、环境监测体制、手段、主要仪器及当地环保部门的意见等。

### 9. 概算

包括选矿厂各项工程的概算，综合概算以及总概算书。

## 二、选矿厂设计的步骤

选矿厂设计就其基本过程来说，分为建厂调查、可行性研究、设计任务书、初步设计、施工图设计和竣工总结等。为了提高设计质量，工艺设计人员还要参加采样、矿石试验研究及现厂试生产等项工作。

**可行性研究** 可行性研究是基本建设前期工作的主要内容之一。进行可行性研究就是



对新建、改建、扩建工程的一些主要问题，如市场需求、资源条件、工业布局、产品品种、工艺流程、建设规模、外部条件、基建投资、建设进度、经济效果、竞争能力等，从技术和经济两方面进行必要的调查研究，通过分析计算和方案比较，对建设项目进行科学论证和综合评价，为投资决策提供可靠的依据。

可行性研究报告经主管部门审查批准后，一般应起到如下的作用：

(1) 作为平衡国民经济建设计划、确定工程建设项目、下达设计任务书并开始工程设计的依据。

(2) 作为筹措建设资金的依据。

(3) 作为与建设项目有关的各部门签订协议的依据。

(4) 作为编制新技术、新设备研制计划的依据。

(5) 作为补充勘探、地质工作和补充工业试验的依据。

编制可行性研究报告时，在技术上要求全面研究一切可行的技术方案，做到工艺选择合理，生产可靠。当采用新技术、新工艺、新设备、新材料时，必须占有可信资料。对辅助生产设施，应做到三通畅达，维修可靠，以保证主体工程的正常运转。根据我国实行计划经济和市场调节相结合的经济方针，在经济上要求区别情况研究国家计划安排和国内外市场资料。在计划要求、市场供需、价格变化的预测基础上，论证企业最佳建设规模、产品品种和产品质量。并根据建设资金、生产成本、财务分析、资金收益、建设周期、竞争能力等因素，对拟建工程项目是否应该投资建设以及如何建设做出结论和评价。可行性研究报告提出的建设投资估算，允许误差范围应控制在20%左右。

可行性研究一般可分为初步可行性研究、技术经济可行性研究和最终可行性研究。可行性研究报告是编制建设项目设计任务书的主要依据。设计任务书经审查批准下达后，可作为它的附件。可行性研究原则上不能代替初步设计，但在条件具备、委托单位或上级领导部门有特殊要求时，则根据具体情况可考虑做到初步设计的深度。当基础资料欠缺，条件不具备，作不出确切的综合经济评价，难以得出完全符合实际的结论时，则不能开展可行性研究工作，此时，可根据具体条件开展建厂调查、方案研究或初步可行性研究等工作。

可行性研究报告的内容和深度可参考国家的有关规定。一般包括总论、资源、市场供需及建设规模、建设条件和厂址方案、主体工艺流程及主体设备选型、总图运输、公用辅助设施及土木建筑、环境保护评价及综合利用、企业组织、劳动定员及培训、实施计划及建设进度、建设投资及流动资金估算、产品成本、财务计算、经济效果评价等。

**设计任务书** 设计任务书的编制是在建厂调查和可行性研究的基础上进行的，由设计单位的主管部门组织编制，设计部门参加。有时则完全由设计部门受建设单位主管部门的委托代行编制。经审查批准后，向设计部门正式下达设计任务书，作为编制初步设计的依据。

在设计任务书中，一般包括建厂规模、产品方案、建厂地点、供矿方式、回收方法、生产流程、车间组成、产品销售、投资估算、建设原则（分期或一次建成）、建设进度、主要工艺设备与装备水平的推荐意见以及资源、交通运输、供水、供电、机修和其它问题的简要说明。对于拟采用的新工艺、新设备和存在问题，也在设计任务书中同时予以提出。并规定需要开展的试验研究项目的具体安排和进度，提出解决问题的措施。

**初步设计** 初步设计在正式下达设计任务书后进行，是将任务书规定的内容进行具体

设计的工作步骤。因此，它有比较详细的设计说明书，有标注数量和质量的流程图，有反映车间布置和设备配置的平断面图，有供订货用的设备清单和材料清单，还有全厂组织机构及劳动定员表等。

整个初步设计，由各专业共同完成，各自分篇编写其专业设计说明书和绘制设计图纸。

选矿专业负责编写选矿工艺篇，是整个设计的主体部分。其主要内容包括：

(1) 绪论：主要说明选矿厂设计的依据、规模和服务年限；简述选矿厂处理的矿石工业类型、储量和储量等级；选矿厂的生产系统和建设顺序，对扩建的意见；厂址的特点；原矿和产品的运输、供电、供水、原矿及“三废”处理的条件；采样和选矿试验的工作单位及其工作评价；工艺流程的设计依据和流程概述；指标及产品数量；设计中需要特别说明的问题以及设计中存在的问题和解决问题的建议。

(2) 原矿性质和矿石供应情况：概述矿石类型、有用矿物分布情况和围岩脉石性质；原矿最大块度、矿石地质品位和入选品位；有用矿物物理化学性质、嵌布特性；含泥、含水情况；围岩和脉石性质，废石混入率；矿石和矿物分析以及矿石类型和逐年供矿计划。

(3) 选矿试验：试样的采取及其代表性；选矿方法；流程和主要指标；有用矿物综合回收情况；选矿产品（精矿、半成品、尾矿）的化学分析、物相分析及物理性质；扼要说明试验建议流程及结论。

(4) 设计流程和指标：说明设计所采用的工艺流程和指标，以及流程方案比较的有关情况；选择和调整试验流程和指标的说明以及对改建或扩建选矿厂原有生产流程的评述；详细说明生产过程中所采用的新工艺、新技术、新设备、新药剂的可靠性、合理性和特殊要求。

(5) 工作制度和生产能力：原矿运输工作制度；选矿厂年工作天数，各车间每天工作班次及每班工作小时数；选矿厂的生产能力及按工作制度计算的各车间（工段）的生产能力。

(6) 主要设备的选择和计算：设备选择的原则和计算方法，主要设备选择方案比较结果的说明；选择设备所确定的定额、指标和主要技术数据及有关参数的说明；选矿厂机械化装备水平的说明；列出主要设备的规格和作业指标。

(7) 设备配置：按地形和运输条件考虑的各车间布置关系的特点及厂内外物料运输方案、运输系统的说明；配置方案的特点和技术经济比较情况的说明；厂内外运输情况的说明；关于新建、扩建和远近结合问题的说明。

(8) 技术检查和自动化控制：选矿厂的自动化水平；计量取样的系统、方法和设备；技术检查站；选矿厂的信号和联络装置。

(9) 辅助设施：1) 矿仓及仓库设施；2) 安全保护设施（包括除铁设施等）；3) 药剂设施，包括药剂运输和储存、药剂制备方法、药剂制度、给药方法和设备、药剂用量控制和给药点；4) 矿浆输送设施；5) 空压站；6) 排污设施；7) 精矿设施（装卸和包装）；8) 检修设施。

(10) 试验室和化验室：试验室和化验室的装备水平、工作任务和工作制度；试验室和化验室的设备和仪表选型的原则；化验方法、按元素计算的化验工作量和化验定额。

(11) 设计中存在的主要问题。

在初步设计文件中，还应附有设备清单和材料清单（包括金属材料 and 木材），提交建

设单位作为订货的依据；附有全厂组织机构及劳动定员表作为建设单位向国家申请配备干部和工人的依据。

有关设计的各种图纸，包括选矿厂工业场地总平面图、工艺流程的数、质量图、矿浆及水量平衡图、设备联系图、设备配置图、建筑物联系图及皮带表等，作为设计文件的附件，也是设计文件的重要组成部分。它也是编制工程概算的基本依据。

施工图设计是在初步设计报请上级机关审查批准后进行的。在开展施工图设计之前，必须认真研究和落实上级机关对初步设计的审批意见，落实建设单位对设备订货的具体情况，了解施工单位的技术力量和装备水平。然后根据建设进度的要求，详细编制施工图设计进度计划表。

在一般情况下，施工图设计不得违反初步设计的原则方案。如果因设备订货情况或其他条件发生变化，涉及到更改初步设计原则方案时，必须呈报原初步设计审批单位批准后方得变更，同时应相应编制修改说明书。

关于施工图设计的内容，在正常情况下，整个设计阶段的成品主要是施工图纸。对图纸深度的要求，以满足施工或制作要求为原则，同时应满足概算专业能够编制详细的工程概算的要求。选矿工艺部分的施工图纸包括：

(1) 设备联系图：按工艺流程的顺序，采用典型的设备形象图，通过指示线清晰地表示出全厂各车间工艺设备（如破碎、筛分、磨矿、分级、选别、脱水等）的相互关系；全厂工艺过程中的辅助设备（如砂泵、运输机、生产或检修用吊车等）以及与工艺过程有关的构筑物（如矿仓、沉淀池、储矿槽等），也应形象地绘于相应的车间位置。同时列出总设备明细表，进行统一的设备编号，详细列出设备的名称、规格、数量、功率、重量、制造厂名和特殊订货要求。

(2) 药剂添加系统图：应表示药剂制备、贮存、运输以及药剂添加和添加地点等的关系。

(3) 配置图：配置图应按工艺要求，正确地表示全厂的工艺设备、辅助设备和安装部件等在厂内的布置关系，并确定设备之间及设备与建（构）筑物的关系。配置图应有足够的剖视图及分层平面图，图中一般应表示出：工艺设备、辅助设备和安装部件的外形轮廓、设备基础的外形、建（构）筑物的外形轮廓及建筑物柱网间距的编号；厂内的动力设施，如电动机控制柜和车间变电所等；厂内通风设施，如通风机及断面图上影响操作的通风管路等；厂内的尾矿、供水、排污设施，如尾矿暂时贮存池、砂泵、加压水泵、地面和各层楼面的流砂排放系统及排水排污沟坡度等；厂内的检修设施，如球（棒）的储仓及其添加机构、检修吊车的运行线路及范围、安装孔（活动盖板）、检修场地的位置及检修设备；工具柜、材料柜和主要备品配件的存放位置等；厂内交通和安全保护设施，如楼梯、扶手、通道、安全栏杆和安全罩等；标注工艺设备、辅助设备与建（构）筑物的关系尺寸，某些设备和安装部件的主要外形尺寸，地面、沟池、各层楼面、设备基础平面或设备主中心线，房屋檐高、轨顶（矿车的轨道，梁式和桥式吊车的轨道）、轨底（单轨吊车）等的标高，地面、楼面坡度等；必要的说明和附注，如相对标高和绝对标高的关系，与扩建或改建的关系，将来调整流程和增换设备及其它有关问题的说明；设备明细表中注明设备名称、规格、数量、重量、制造厂家及特殊订货要求等。

(4) 安装图：分为机组安装图和单一设备安装图两种。机组安装图按工艺要求和设

备配置图准确地表示出车间（或厂房）内部某部分的设备和构（零）件安装关系的图样。并正确确定安装部件的形式、结构和材料，固定设备和安装部件的安装位置与固定方式等。机组安装图应有足够的视图和必要的安装大样图。在图中一般应表示出：工艺设备或辅助设备和安装部件的外形轮廓；有关的建（构）筑物和设备基础；设备和安装部件的定位及其主要外形尺寸、固定方式等；必要的说明和附注，如安装的技术要求、参考图纸的说明或其它说明等。设备明细表应注明图上的设备名称、规格、数量和重量；安装部件明细表和安装零件明细表应注明图上所有的安装件、固定件的名称、规格、材料、数量和重量。单一设备安装图包括运输设备（如胶带运输机、螺旋运输机、斗式提升机等）、工艺设备（如破碎机）和辅助设备、（如板式给矿机、砂泵等）安装图。

（5）管路图（槽路图）：管路图是表示输送各种矿浆、药剂、空气等管道和设备及安装部件（溜槽等）的关系以及管道的安装位置等。管路图一般可分为矿浆管路图（槽路图）、药剂管路图、压缩空气和真空管路图以及润滑油管路图等几种类型。在管路图中，一般应表示出和管路有关的工艺设备、辅助设备和安装部件等的简略外形尺寸；与管路有关部分的建（构）筑物的外形轮廓；管路的起点、终点及中间部分弯曲处的安装标高、管径及其安装坡度与物料的运动方向；以及闸门的安装位置等。药剂管路图还应附有药剂系统图。若给药系统比较复杂时，可另行单独绘制。区别压力管路、自流管路及各种不同药剂管路的管路线型图例。必要的说明和附注，如弯管允许的最小曲率半径、管道的连结方法和要求、管道的安装方式及压力管的承压要求等。管路明细表应注明每条管路的安装起点和终点、安装允许的最小坡度、管径、管长和管材等。材料明细表中还应注明管路图中全部管路所用材料的名称、规格、数量和重量等。

（6）构（零）件制造和安装图：构（零）件制造和安装图是表明选矿厂内所安装的漏斗、溜槽、闸门、支架、容器、皮带轮等非标准化产品的结构形状、加工要求及其安装关系的图纸。安装部件及零件制造图，应有部件制造总图及其零件图。铸件、锻件、焊件及经车、刨、磨等方法加工的零件，均需绘制零件图。凡属下列情况，可不绘制零件图：1）国家标准、部颁标准或产品样品中已有的产品，只需写出其规格、尺寸或标记代号即可购到的零件；2）由型材锤击、切断或由板材制成的零件，在部件总图上能清楚地看出实物形状及尺寸的零件。安装部件（零件）制造图应符合单体设备制图规定，一般应表示出：完整的外形轮廓及其尺寸；必要的表面光洁度、加工符号、公差配合、尺寸极限偏差、焊接等符号和代号的表示；必要的说明和附注，如加工方法、技术要求、质量要求等；零件明细表应注明每个零件的标号、名称规格、材料标号、数量和重量等。

除上述一般采用的初步设计和施工图设计两段设计外，对于矿石性质特别复杂、设计规模属于特大型的选矿厂设计，或者拟采用新工艺、新设备尚有待于试验的新设计以及某些援外工程，为了针对性地解决初步设计所遗留下来的问题或某种特殊需要，允许在施工图设计前增加一段技术设计。而对于矿石性质特别简单的小型选矿厂，则可采用扩大初步设计的办法，一次作出施工图纸。对于老厂的扩建、改建工程，则多数是直接作施工图设计。

### § 1-3 选矿厂设计的展望

随着现代科学技术的不断发展及矿产资源的日益开发，矿物加工工业面临着一系列新的课题：大型贫矿和海底资源的开发利用，矿产资源综合利用程度的不断提高，国际能源

危机的日益加深，环境保护法规的日趋完善，都要求新设计的选矿厂能够适应这种新的形势。由于矿物加工工业的生产已日益完善和成熟，预计未来的选矿厂设计仍将沿着目前的发展趋势进展，不会出现惊人的技术突破。

(1) 由于处理贫矿的大型选矿厂日益增多，要求采用大型工艺设备与之相适应，因此选矿设备大型化是近20年来的主要设计动向。粗碎车间的设计要适应接收从大型采矿和运输设备运来的大块给矿，有些露天采矿场就直接在采场进行粗碎，预计将来会更多地采用采场内破碎，然后用胶带输送机自采场内运走矿石和脉石。目前旋回破碎机的最大规格已达1.83米(72英寸)，从长远看，还可能采用2米或者更大的破碎机。由于磨矿车间的基建投资很大，大型选矿厂更显得突出，因此，磨矿设备大型化是近20年来的主要研究成果。除棒磨机有人认为已达到极限尺寸外，有资料表明，国外已制造出直径为12.2米(40英尺)~15.2米(50英尺)的自磨机和直径为6.1米(20英尺)的球磨机。磨矿设备的大型化，必然引起选别设备的大型化，特别是浮选设备。尽管工业实践中已经采用了最大的浮选机，如马克思韦尔浮选机(MX-14)的最大容积为56.6米<sup>3</sup>(2000英尺<sup>3</sup>)，丹佛型浮选机(D-R72-600号)的最大容积为17米<sup>3</sup>(600英尺<sup>3</sup>)，维姆科浮选机(N<sub>2</sub>144型)的最大容积为14米<sup>3</sup>(500英尺<sup>3</sup>)，但是相对说来，浮选机的大型化还是比较保守的，还有待于进一步研究。湿式圆筒永磁磁选机的最大规格为1.22米(4英尺)×3米(10英尺)。采用大型工艺设备的结果，势必要求辅助设备和设施(如运输机、矿仓等)与之相适应，才能保证生产正常、协调地进行。

(2) 干式自磨和湿式自磨成功地应用于工业实践的结果，已经引起碎磨流程和车间设计的重大变革。目前自磨机给矿粒度的极限可达400毫米，但较多的人比较倾向于主张采用粗碎后自磨的流程。因此破碎和磨矿分段的概念已发生变化，设计时应该对总的碎磨系统进行评价，即将两者的基建投资和生产费用看作一个整体作为设计的依据。全自磨和半自磨流程的应用，不仅简化了碎磨流程，而且节省基建投资，能省去全部或大部钢球的消耗，以节省生产费用，湿磨时还可大大改善工作环境，不需要除尘设施。对原来设计的选矿厂进行改建或扩建时，则多数采用棒磨——砾磨的流程方案。

(3) 重选法由于设备占地面积大、效率低，特别是受矿石性质(如嵌布粒度、比重差等)的限制，被人们看作是一种古老的方法。近年来，由于离心力场、综合力场在重选设备上的应用，以及重选法在环境保护方面的突出优点，越来越受到人们的重新重视。正在研制的新型、高效、大生产率的设备，已取得了一定成效，例如螺旋选矿机和离心选矿机不仅在稀有金属砂矿得到广泛应用，而且已大规模地应用于铁矿精选的预选作业。莱克特圆锥选矿机是近年来广泛采用的一种重选设备，其富集比高达100:1~1000:1，对低品位砂矿、海滨砂矿、砂锡矿、砂铁矿等已显示出明显的适应性，并已具有从浮选尾矿中回收有用矿物的潜力。可以看出，重选作为一种选矿方法，仍将受到更大的重视。

(4) 由于现代科学技术的不断发展，加工工业(特别是材料工业)对矿物原料提出了更多更高的要求，而地下矿产资源的日益减少，也要求人们最大限度地综合利用矿产资源。因此新设计的矿物加工厂除了主要处理原矿外，还面临着从冶金废渣中回收有用成分、使冶金中间产品分离、从废水中提取有用成分、尾矿再选等加工任务，单一的选矿方法已经不能满足要求，必须采用多种选矿方法的联合流程或者选矿、冶金、化工的联合方法，这就给设计带来了许多复杂问题。

(5) 由于世界面临着能源危机，因此除应加强能源资源的科学研究和开发利用外，

在新设计的选矿厂中，还应尽可能采取节能的措施，如采用重介质选矿、光电选矿法从原矿中选出部分脉石，以提高选矿厂入选矿石的品位，减少进入选矿厂的矿石量，从而节约大量的能量；另外采用有效的措施，选出高品位的精矿，可以节省精矿运输和冶炼的能量等。研究高效、耐磨和节能的工艺设备，则是当前研究新设备和新材料的主要方向。

(6) 选矿过程的控制和自动化，是设计现代化选矿厂的重要标志，对于改进选矿作业条件，保持生产稳定最佳化，提高各项技术经济指标，起着十分重要的作用。从国外情况看，选矿厂自动化的发展比较慢，落后于其他工业部门。近10年来由于各种检测和分析仪表的不断完善，电子计算机的发展和应用，选矿设备的改进和大型化，选矿过程的控制和自动化才达到了新的水平。但是目前大多数选矿厂尚处于生产过程监督控制（或稳定化控制）的阶段，采用计算机的分级控制以实现选矿过程全盘自动化和最佳化的选矿厂还为数不多。因此选矿厂设计时仍然以建立集中控制室(控制中心)为主，即使测量的工艺参数，可以从工艺设备和流程的各个位置，传输到安装有显示与控制仪表的控制中心，以便操作人员进行控制和调整。采用数字电子计算机取代选矿厂控制室的传统模拟装置，正日益增多，其原因是：1) 用数字电子计算机控制能够处理诸如选矿厂中许多缓慢的相互作用过程，其方法要优于传统的模拟控制；2) 除一定数量的控制回路外，用可靠而又直接的数字控制，要比采用模拟控制所花的费用低；3) 可用来对那些无法直接测量但能由其他参数的测量结果计算出的工艺参数进行控制；4) 对于破碎、磨矿、浮选等过程采用更复杂、更完整的控制方案进行控制，可以使选矿厂的设备在更接近最大能力的情况下运行；5) 操作工信息联系简单，通过安装的有功能盘的阴极射线管(CRT)显示器就能把所测数据与控制情况通知操作人员。但自动化仪表和电子计算机价格昂贵，仍然是阻碍选矿厂实现全盘自动化的主要原因之一。近年来，分散控制的原理又被广泛采用，这是由于价格低廉的微处理机技术的发展，可以采用带CRT显示的直接数字控制。实际上是把数据收集和控制功能分散到厂区各地，并成为连接操作显示和控制设备的中心。显然，微处理机将越来越广泛地在选矿厂中得到运用。

(7) 由于选矿设备大型化的发展，选矿工艺的不断更新，因此选矿厂的设备配置也出现了不少的新方案。总的原则是要求整个选矿厂尽可能采用最大型的设备，以简化配置，节约基本建设投资。这些配置方案的主要特点是：采用机动灵活的重型移动式吊车或悬臂式吊车以代替重型桥式起重机，可以省去昂贵而笨重的吊车支柱和梁架，这就使得破碎、磨矿、浮选厂房的结构大大简化，从而可以采用轻便的预制板，根据需要可以随时迅速拆装；破碎、磨矿车间则采用地面式矿堆，以省去昂贵而复杂的中间矿仓和粉矿仓；建筑结构由封闭式改为敞开式，在多雨地区也只采用简易厂房，节省了大量的土建投资；采用新型的材料代替原有的材料，例如采用超硬陶瓷作为旋流器的排砂嘴、泵的内衬和叶轮，采用橡胶、弹性材料和塑料制作各种容器或衬板。但是，应该指出，设备配置方案的合理性，在很大程度上取决于设计人员的丰富知识以及生产现厂的经验总结。

(8) 选矿厂设计的发展趋势之一是要要求采用更高的卫生和安全标准。选矿厂要求有良好的工作条件，包括生产和维修用的适宜通道、良好的清理装置、合理的通风、以及噪音处理和照明水平等。这些措施能够改善选矿厂的生产水平。选矿厂环境保护的主要项目是土地利用、尾矿处理及废水的防止渗漏和加工处理。特别是对农牧业生产的影响，要有长远的考虑，以防发生无法挽救的后患。

## 第二章 设计用的原始资料

### § 2-1 选矿厂设计的原始资料

设计工作是在占有充足而又可靠的原始资料的基础上进行的。如果设计前资料收集得不充分,某些问题不能得到及时解决,则将拖延设计的完成期限;如果收集的资料不可靠,则又可能作出错误的决定,影响设计的质量。因此,在开展设计工作之前,设计人员必须深入现场,进行深入的调查研究,并亲自参加采样和选矿试验工作,以便收集充足而可靠的原始资料,然后加以审慎地鉴定和选取,作为设计的依据。

选矿厂设计用的原始资料包括:

(1) 经过上级机关审批的设计任务书或有关文件,如选矿厂规模、建设原则、产品方案、用户对产品质量的要求、建设进度、设备供应条件等。

(2) 建厂调查、厂址选择报告、可行性研究报告以及与选矿厂建设有关的协作关系或协议书。

(3) 经储委批准的矿产储量及地质勘探资料。矿石选矿试验报告以及岩矿鉴定等有关资料,对伴生稀有元素也必须有选矿试验资料。

(4) 矿床及矿石性质:矿床类型、矿体产状、矿石物理性质和嵌布特性、围岩和脉石变化情况。矿物组成、矿石品位、氧化程度等的自然分类(如氧化矿、原生矿、混合矿的存在和分布情况)。设计总储量、各级和各中段工业储量、储量比例及分布情况、矿床远景储量。主要矿物和有工业价值的伴生组分的种类、品位、存在形态和含有稀散元素的单矿物分析、伴生元素的品位变化曲线和矿点分布图及其与主要成分的关系。

(5) 矿床的开拓方案及采矿方法。

(6) 出窿(露天)矿石种类、块度及品位,逐年出矿量、服务年限、原矿运输方式、运输设备及工作制度、车辆往返一次的时间、矿山与选矿厂的距离、出矿坑口的标高等。

(7) 原矿供应:矿山投产至达到设计规模时的出矿能力和时间、平均品位和中段平均品位、全矿总平均品位。原矿供应类型、平均比例,贫化率。矿石比重、安息角、硬度、含水量、含泥量及原矿最大块度。

(8) 选矿试验报告:详细内容在§ 2-2中介绍。

(9) 精矿产品用户及产品方案:上级机关明确的各精矿产品的用户、产品方案以及精矿质量要求(包括水分及包装的具体要求)。

(10) 精矿运输:运输方式和距离、每次装车数量、车辆规格和轮廓尺寸以及最长停留时间、运输周期和精矿储存时间。

(11) 精矿用户对精矿水分、质量、粒度等的要求。

(12) 企业区域气候。

(13) 设备和原材料单价表。

(14) 地形图:初步设计阶段需1/2000~1/1000地形图,施工图设计阶段需1/500地

形图。

(15) 选矿药剂及生产用的原材料、燃料等的来源及其性能分析资料等。

对于扩建或改建的选矿厂，除必须获得上列的某些原始资料外，还应取得原有选矿厂的工艺流程、设备、厂房配置图，生产的技术经济指标和材料消耗定额，辅助设施的能力，生产厂矿的意见和经验，以及必要的实例资料等。

## § 2-2 地质勘探工作和选矿试验工作的深度和内容

经过上级领导机关鉴定和审查批准后的地质勘探报告和选矿试验报告是进行选矿厂设计的主要依据。

### 一、地质勘探工作的深度和要求

矿山设计必须根据上级领导机关批准的地质详细勘探报告进行。地质详细勘探报告的内容应符合国家有关规范的要求，并须有规定数量的储量。

在编制设计任务书时设计人员应该认真检查和分析地质勘探报告，如发现地质勘探工作的深度不符合设计工作的要求时，可以提请地质勘探部门进行补充勘探。

地质勘探工作的深度最终表现在提供的储量等级上。矿石的储量根据勘探工作的深度和工业用途，划分为以下几个等级：1) 开采储量——A级；2) 设计储量——B级、C级；3) 远景储量——D级；4) 预测储量。开采储量和设计储量合称为工业储量。

各级储量的级别条件规定如下：

#### 1. 开采储量——A级

开采储量是矿山生产期间准备采出的储量，它是由矿山生产部门在B级储量的基础上，经生产勘探进一步探明的储量。在一般情况下，A级储量是作为生产部门编制开采计划所依据的储量。其条件是：1) 矿体的产状、形态、厚度、构造、内部结构及空间位置等均已准确确定；2) 矿石的物质组成、结构、构造、有用和有害组分含量变化、自然类型、工业类型和技术品级及其空间分布均已精确查明；3) 矿石加工技术条件、矿床开采技术条件和水文地质条件均已详细查明；4) 矿体已由矿山采准工程和生产勘探工程完全圈定，其储量的绝对误差不超过 $\pm 10\%$ 。

#### 2. 设计储量——B级、C级

设计储量是地质勘探期间所探获的主要储量，它是矿山企业设计和建设所依据的储量。设计储量又划分为如下两级：

B级储量——地质勘探期间所探获的高级储量。一般要求分布在矿体的浅部，即矿山初期开采地段，作为矿山初期采准设计的依据，并验证C级储量的可靠程度。其条件是：

1) 矿体的产状、形态、厚度、空间位置等已经查明，并能根据矿床地质规律特征正确地圈定其连接矿体；2) 对折皱、断层和破碎带构造的性质、特征、分布情况及其对主要矿体的影响和破坏程度已查明。对影响或破坏矿体较大的地质构造已有工业控制；3) 矿石的物质组成、结构、构造、有用和有害组分含量变化、自然类型、工业品级的空间分布和数量、夹石的种类和分布规律等均已查明。在需要分采和地质条件可能情况下，圈定矿体的主要工业品级，并在相邻剖面 and 相邻工程之间能基本对应相连；4) 矿体已用较密的勘探工程系统控制和圈定，其储量的绝对误差不超过 $\pm 20\%$ 。

C级储量——地质勘探期间探获的基本储量，主要分布在设计开采范围内，是作为矿



山设计和建设依据的主要储量。其条件是：1) 基本查明矿体的产状、形态、厚度、空间位置和分布情况，主要矿体根据矿床地质规律和特征，能够正确相连；2) 对影响和破坏矿体的主要折皱、断层和破碎带等构造的性质、特征和分布情况已基本查明，对主要矿体破坏较大的地质构造，已有工程控制；3) 基本查明矿石的物质组成、结构、构造、自然类型、工业品级及其空间分布；基本查明矿石中有益、有害及伴生组分的含量及其变化规律；基本查明矿体边界、夹石种类及其大致分布规律；对矿石主要类型和品级在相邻剖面间能大致对应相连；4) 是用勘探工程系统控制的储量，或由品级储量块段作有限推断的储量。其储量的绝对误差不超过 $\pm 40\%$ 。

### 3. 远景储量——D级

远景储量是作为进一步布置地质勘探工作和矿山建设远景总体规划所依据的储量。其条件是：1) 大致查明矿体的产状、形态、厚度及其分布范围；2) 大致查明与矿体有关的主要构造的分布情况；3) 对矿石的物质组成、自然类型、工业品级和质量特征已有初步了解；4) 用较稀的勘探控制的储量；或根据物化探异常并经工程验证所推算的储量；或虽经较密的工程控制，但由于矿体变化复杂或其他原因仍达不到C级储量要求的储量；以及由C级储量外推或配合少量工程控制的储量。其储量的绝对误差一般不作限制。

### 4. 预测储量

预测储量或称地质储量。它是根据区域地质测量、矿床分布规律、或根据区域构造单元结合已知矿产地的成矿规律进行预测储量。它只能作为编制普查工作远景设计时的参考，或作为地质普查找矿设计之用。

在地质勘探期间，要求探获一定比例的高级储量，其目的在于满足矿山初期开采的需要，同时也是为了对低级储量的可靠程度进行必要的验证。高级储量的比例，应根据矿床地质条件、矿床规模、矿山建设规模和开采技术条件等综合考虑。大、中型黑色金属和辅助原料矿山的高级储量比例，一般应占设计储量的15~25%，大、中型有色金属矿山应占5~10%，而且应分布在矿体上部的先期开采地段。小型黑色、有色金属和辅助原料矿山，其高级储量比例可略低于大中型矿山。某些小型矿床由于地质条件特别复杂，无法探求高级储量时，可只勘探到C级储量。在个别情况下对于极其复杂的小型矿床也可允许勘探到C+D级储量。对于上述只探求C级或C+D级储量的矿床，其C级储量的控制程度均应在初期开采地段用更密的勘探工程予以检查和验证。

## 二、选矿试验工作的深度和内容

选矿试验资料是编制选矿工艺流程的主要依据。试验结果的可靠程度除取决于试验工作本身的质量外，还与矿样的代表性和试验的规模有密切关系。

试样的代表性，就是试验所用试样和设计的选矿厂投产后所处理的矿石的符合程度。试样应具有充分的代表性，就是要求试样在化学组成、矿物组成、矿物结构构造、有用矿物嵌布粒度和嵌布特性、原矿含泥等方面均具有代表性。因此，采样前必须编制详细的采样设计，采样时必须按规定的程序进行，采样后试样不要再受氧化和混入外来物质。矿石类型不同且在将来生产有可能分别处理时，则每种类型矿石应分别采样并分别试验。如果不同类型的矿石在将来生产有可能混合处理时，则试验用的混合试样的混合比例必须与将来选矿厂入选的原矿比例大致相同。如果矿石储量很大，且矿体从上到下或平面各部位主要组分的平均品位及品位变化的特征明显，一般可根据开采条件，着重采取代表选矿厂投