



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

选矿厂设计

主 编 魏德洲 王泽红

副主编 马锦黔 高淑玲



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

选矿厂设计

主 编 魏德洲 王泽红
副主编 马锦黔 高淑玲

北 京

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书系统介绍了选矿厂设计的步骤、内容和方法,主要包括工艺流程的设计和计算、主要工艺设备的选择和计算、辅助设备及设施的选择和计算、选矿厂总体布置和厂房设备配置等。此外,还介绍了选矿生产过程检测与控制、尾矿设施与环境保护、选矿工程概算与技术经济,以及计算机辅助设计在选矿工艺设计中的应用等内容。

本书为矿物加工工程专业本科生教材,也可供相关企业和设计单位的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

选矿厂设计/魏德洲,王泽红主编. —北京:冶金工业出版社,2017.3

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7437-9

I. ①选… II. ①魏… ②王… III. ①选矿厂—设计
—高等学校—教材 IV. ①TD928.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 040896 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 宋 良 刘晓飞 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 禹 蕊 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7437-9

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2017 年 3 月第 1 版,2017 年 3 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 20.5 印张; 490 千字; 312 页

40.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

本书是根据冶金行业高等学校教材出版规划的安排,按照高等院校矿物加工工程专业本科生培养目标、培养计划及选矿厂设计课程教学大纲的要求,从矿物加工工程学科发展及设计理论和方法不断扩大这一客观事实出发,为适应社会发展和科学技术进步,在参考原有多种教材的基础上编写而成的,可作为矿物加工工程专业本科生的教学用书,也可供相关企业和设计单位的工程技术人员参考。

在教材编写过程中,充分吸收了国内外同类教材的优点,注重理论联系实际,在重视矿物加工工程专业基础知识的同时,吸收了国内外近年来选矿厂设计的最新成果和设计观念,使教材内容与实际工程设计融为一体,既突出了系统性、实用性、重点和难点,又紧密结合实际工程设计,具有很强的可操作性和实践性,便于读者理解和掌握。

全书共分12章,其中第1、4、9章由魏德洲编写,第5、10章由王泽红编写,第7、11章由高淑玲编写,第2、3、6、8章由肖青波、马锦黔、张廷东、杨海龙、段伟伟、刘海洪、孟光栋、宫香涛等编写,第12章及附录由刘文刚编写,沈岩柏、韩聪、崔宝玉、朴正杰、张瑞洋、卢涛、李明阳、梁广泉等参加了资料收集工作。东北大学的魏德洲和王泽红担任主编、中冶北方工程技术有限公司的马锦黔和东北大学的高淑玲任副主编,魏德洲和王泽红对全书进行了统一整理、修改。

本书的编写和出版工作纳入了东北大学教材建设规划,学校在编写工作和出版经费方面给予了大力支持和资助。本书的编写工作还得到了东北大学资源与土木工程学院和中冶北方工程技术有限公司相关领导、教师和工程技术人员的支持和协助,在此一并致以诚挚的感谢!

由于编者水平所限,书中的缺点和错误,诚请读者批评指正。

编 者

2016年10月

目 录

1 绪论	1
1.1 选矿厂设计的目的和要求	1
1.2 选矿厂设计的任务和内容	1
1.3 选矿厂设计工作的阶段和步骤	2
1.4 选矿厂设计的发展趋势	3
2 选矿厂设计前期工作	6
2.1 选矿厂建设规划	6
2.2 项目建议书	6
2.3 项目(资金)申请报告	6
2.4 可行性研究	7
2.4.1 初步可行性研究	7
2.4.2 项目可行性研究	7
2.4.3 融资可行性研究	8
2.5 厂址选择	9
2.6 采样及选矿试验	10
2.6.1 矿样的代表性	10
2.6.2 选矿试验规模和内容	10
3 选矿厂初步设计和施工图设计	12
3.1 初步设计	12
3.1.1 初步设计应遵循的原则	12
3.1.2 初步设计所需的原始资料	12
3.1.3 初步设计的内容	13
3.2 施工图设计	14
3.2.1 施工图设计应具备的基本条件	14
3.2.2 施工图设计应达到的基本要求	14
3.2.3 施工图设计基础资料	15
3.2.4 施工图设计的内容	15
4 选矿厂规模划分与工作制度	16
4.1 选矿厂规模划分及其确定原则	16

II	
4.2	选矿厂规模的划分 16
4.3	选矿厂服务年限 17
4.4	选矿厂工作制度和设备作业率 17
5	工艺流程设计与计算 19
5.1	工艺流程确定原则 19
5.2	破碎筛分流程的选择与计算 20
5.2.1	破碎筛分流程的选择 20
5.2.2	破碎筛分流程的计算 24
5.3	磨矿分级流程的选择与计算 29
5.3.1	磨矿分级流程选择 29
5.3.2	磨矿分级流程计算 34
5.4	选别流程的选择与计算 39
5.4.1	选别流程的选择 39
5.4.2	选别流程的计算 45
5.5	矿浆流程计算 62
5.5.1	矿浆流程计算原始指标的确定和选择 63
5.5.2	矿浆流程计算步骤 65
5.5.3	矿浆流程计算结果的表示方法 65
5.5.4	选矿厂总耗水量和单位耗水量计算 67
5.5.5	矿浆流程计算举例 67
5.6	工艺流程图的种类和作用 70
5.6.1	原则流程图 70
5.6.2	工艺流程图 70
5.6.3	取样和检查流程图 71
5.6.4	方框流程图和设备形象联系流程图 72
6	主要工艺设备的选择与计算 75
6.1	设备选择与计算的原则 75
6.2	破碎设备的选择与处理量计算 75
6.2.1	破碎设备的选择 75
6.2.2	破碎设备处理量的计算 76
6.2.3	破碎机台数计算 80
6.3	筛分设备的选择与计算 80
6.3.1	振动筛的选择与计算 80
6.3.2	固定筛的选择与计算 84
6.3.3	滚轴筛的选择与计算 84
6.3.4	圆筒筛的选择与计算 85
6.3.5	弧形筛的选择与计算 85

6.4 磨矿设备的选择与计算	86
6.4.1 磨矿设备的选择	86
6.4.2 棒磨机和球磨机的计算	87
6.4.3 自磨机和半自磨机的计算	96
6.4.4 砾磨机的处理量计算	98
6.5 分级设备的选择与计算	99
6.5.1 螺旋分级机的选择与计算	99
6.5.2 水力旋流器的选择与计算	101
6.5.3 细筛的选择	105
6.6 洗矿设备的选择与计算	105
6.6.1 圆筒洗矿机的处理量计算	106
6.6.2 槽式洗矿机的选择	107
6.6.3 水力洗矿机的选择	107
6.6.4 带筛擦洗机的选择	108
6.6.5 其他洗矿设备的选择	108
6.7 浮选设备的选择与计算	108
6.7.1 浮选设备类型及其特点	108
6.7.2 浮选设备的选择	110
6.7.3 浮选机台数计算	110
6.7.4 浮选柱的参数计算	111
6.7.5 搅拌槽的选择与计算	111
6.8 重选设备的选择与计算	112
6.8.1 重选设备的类型与特点	112
6.8.2 重介质选矿机的选择	113
6.8.3 跳汰机的选择	113
6.8.4 摇床的处理量计算	114
6.8.5 离心选矿机和圆锥选矿机的选择	115
6.8.6 溜槽的选择与计算	115
6.9 磁选设备的选择与计算	116
6.9.1 弱磁场磁选设备的选择与计算	116
6.9.2 强磁场磁选设备的选择与计算	119
6.9.3 辅助磁选设备的选择	122
6.10 电选机的选择与计算	123
6.11 氰化浸出和炭浆设备的选择与计算	124
6.11.1 浸出槽的选择与计算	124
6.11.2 洗涤设备的选择	125
6.11.3 贵液净化设备的选择	126
6.11.4 置换设备的选择	127
6.11.5 炭浆法提金设备的选择与计算	128

6.12 脱水设备的选择与计算	129
6.12.1 浓缩设备的选择与计算	129
6.12.2 过滤机及其附属设备的选择与计算	132
7 辅助设备及设施的选择与计算	135
7.1 胶带运输机的选择与计算	135
7.1.1 胶带运输机的类型及主要构件	135
7.1.2 胶带运输机的工艺参数计算	139
7.2 给矿机的选择与计算	143
7.2.1 板式给矿机的处理量计算	143
7.2.2 带式给矿机的处理量计算	144
7.2.3 槽式给矿机的处理量计算	144
7.2.4 电磁振动给矿机的处理量计算	144
7.2.5 圆盘给矿机的处理量计算	145
7.3 矿浆输送装置与设备的选择与计算	145
7.3.1 矿浆自流输送计算	146
7.3.2 矿浆压力输送计算及泵的选择	149
7.4 维修起重设备的选择与计算	153
7.4.1 起重设备的类型	153
7.4.2 起重设备的选择	154
7.4.3 桥式起重机的安装高度及服务区间宽度计算	156
7.5 矿仓设施的选择与计算	157
7.5.1 矿仓类型及形式选择	157
7.5.2 储矿时间的确定	159
7.5.3 矿仓有效容积和几何体积计算	160
8 选矿厂总体布置和厂房设备配置	161
8.1 选矿厂总体布置	161
8.1.1 选矿厂总体布置基本原则	161
8.1.2 选矿厂总体布置有关标准与规定	162
8.2 工艺厂房设备配置原则和基本要求	165
8.2.1 生产厂房布置形式	165
8.2.2 厂房设备配置的基本原则	165
8.2.3 生产厂房内通道及操作平台和检修场地的布置原则	166
8.2.4 厂房有关建筑要求和模数协调标准	167
8.3 破碎筛分系统配置	169
8.3.1 破碎筛分系统总体布置方案的选择与确定	170
8.3.2 两段开路碎矿系统的布置	170
8.3.3 两段一闭路破碎系统的布置	171

8.3.4	三段开路破碎厂房的设备配置	172
8.3.5	三段一闭路破碎系统的布置	175
8.3.6	粗碎厂房的设备配置	178
8.3.7	中碎和细碎及筛分厂房的设备配置	181
8.3.8	洗矿厂房设备配置	184
8.4	主厂房设备配置	186
8.4.1	磨矿跨间的设备配置	186
8.4.2	浮选跨间的设备配置	188
8.4.3	磁选跨间的设备配置	191
8.4.4	重选跨间的设备配置	193
8.5	精矿脱水车间的设备配置	196
8.5.1	脱水设备配置应考虑的问题	196
8.5.2	脱水设备配置举例	197
8.6	设备机组配置的基本做法和考虑的问题	198
9	选矿生产过程的检测与控制	199
9.1	在线检测和常用的检测仪表	199
9.1.1	干矿量和矿浆的计量与检测	199
9.1.2	物料粒度和选矿产品成分的检测	200
9.1.3	料位的检测	200
9.2	选矿生产过程自动控制	201
9.2.1	选矿过程控制的目的和原则	201
9.2.2	选矿厂自动化设计的基本内容和要求	202
9.2.3	选矿生产过程控制应用举例	208
10	选矿厂尾矿设施和环境保护	211
10.1	尾矿设施	211
10.1.1	尾矿库址选择的基本原则	211
10.1.2	细粒含水尾矿的输送和堆积	211
10.1.3	粗粒干尾矿的输送和堆积	214
10.2	选矿厂的通风除尘	215
10.2.1	通风除尘的主要措施	215
10.2.2	除尘系统	215
10.2.3	主厂房的通风设施	216
10.3	选矿厂的环境保护	216
11	选矿厂工程概算与技术经济	218
11.1	选矿厂工程概算	218
11.1.1	工程概算的结构形式和组成	218

11.1.2 选矿专业单位工程概算的编制	219
11.2 选矿厂劳动定员	221
11.2.1 劳动定员	221
11.2.2 劳动生产率	221
11.3 精矿成本	222
11.3.1 精矿成本分类及其构成	222
11.3.2 各成本的计算	223
11.4 经济评价和技术经济指标	224
11.4.1 经济评价方法	224
11.4.2 技术经济指标	226
12 选矿工艺设计的计算机辅助设计	228
12.1 CAD 系统硬件及软件组成	228
12.1.1 CAD 系统的硬件组成	228
12.1.2 CAD 系统的软件组成	228
12.2 CAD 在工艺计算中的应用	229
12.2.1 CAD 在破碎筛分流程计算中的应用	229
12.2.2 CAD 在选别流程计算中的应用	234
12.2.3 CAD 在工艺设备选择计算中的应用	240
12.3 计算机绘图	244
12.3.1 AutoCAD 2010 的绘图环境	245
12.3.2 图形绘制与编辑	248
12.3.3 选矿设计图的绘制方法与技巧	262
12.4 选矿厂设计工程数据库管理	263
12.4.1 Visual FoxPro 9.0 简介	263
12.4.2 表和数据库	267
12.4.3 结构化程序设计	273
附录 I 碎矿资料数据	278
附录 II 主要设备技术性能	279
附表 1 颚式破碎机技术参数	279
附表 2 旋回破碎机技术参数	280
附表 3 圆锥破碎机技术参数	281
附表 4 辊式破碎机技术参数	282
附表 5 锤式破碎机技术参数	282
附表 6 反击式破碎机技术参数	283
附表 7 筛分机技术参数	283
附表 8 磨矿机技术参数	289

附表 9 螺旋分级机技术参数	292
附表 10 水力旋流器技术参数	293
附表 11 圆锥形分级机（分泥斗）技术参数	293
附表 12 圆锥水力分级机（YF 型）技术参数	294
附表 13 干涉沉降式分级机技术参数	294
附表 14 湿式弱磁场永磁筒式磁选机技术参数	294
附表 15 湿式中磁场和强磁场磁选机技术参数	296
附表 16 永磁磁滚筒技术参数	297
附表 17 干式磁力滚筒技术参数	297
附表 18 永磁磁力脱水槽技术参数	297
附表 19 广东 I 型跳汰机技术参数	298
附表 20 摇床技术参数	298
附表 21 螺旋选矿机技术参数	299
附表 22 螺旋溜槽技术参数	299
附表 23 搅拌槽技术参数	300
附表 24 机械搅拌式浮选机技术参数	301
附表 25 棒型浮选机技术参数	303
附表 26 环射式浮选机技术参数	303
附表 27 浓密机技术参数	303
附表 28 筒型内滤式真空过滤机技术参数	305
附表 29 筒型外滤式真空过滤机技术参数	305
附表 30 折带式真空过滤机技术参数	306
附表 31 盘式真空过滤机技术参数	307
附表 32 水平真空带式过滤机技术参数	308
附表 33 立式圆盘翻斗真空过滤机技术参数	308
附表 34 绳索卸料真空过滤机技术参数	308
附表 35 压滤机技术参数	308
附表 36 转筒干燥机技术参数	310
附表 37 螺旋干燥机技术参数	310
附表 38 水喷射泵技术参数	311
附表 39 水环式真空泵技术参数	311
参考文献	312

1.1 选厂设计的目的和要求

选厂设计是矿山建设中不可或缺的组成部分，也是极其重要的关键环节。简而言之，选厂设计是指在选厂建设前所做出的具体建厂方案，通常包括文字方案和图纸方案，前者以设计说明书为主要提交方式，后者以设备配置图及施工图为主要提交形式。一方面，在矿山建设项目确定之前，通过选厂设计可以为项目决策提供科学依据；建设项目确定之后，为项目建设提供设计文件。另一方面，选厂设计也是将矿物加工领域的科研成果转化为生产力的纽带和桥梁。只有通过工程设计，科研上的新成果、新技术以及生产中的先进经验等才能在生产实践中得到推广和应用。因此，做好选厂设计工作，对矿山项目在建设中节约投资，在选厂建成投产后迅速达产、取得经济效益将起到决定性作用，对于提升矿物加工学科的整体技术水平也具有重要的实际意义。

总之，选厂设计的目的就是要通过一系列设计工作，使选厂的生产流程和设备最为合理，使选厂的技术经济指标最佳，以尽可能少的投资实现建设目标。

选厂设计的基本要求包括以下几个方面。

(1) 设计必须按国家相关政策规定的基本程序进行，所需条件必须完全具备，所需资料必须齐全，设计文件必须符合相应设计阶段的内容和深度要求。

(2) 设计原则和方案的确定必须符合国家工业建设有关方针、政策和规定，符合行业规程和规范等的要求，同时还应符合企业的发展规划。

(3) 设计的工艺流程、设备和指标应具有先进性和可靠性，并应注意矿产资源的综合回收利用。

(4) 尽可能采用高效率、低能耗、大型化的系列工艺设备，满足节能降耗的要求。

(5) 具有必要的生产安全、劳动保护以及环境保护措施，尽可能符合绿色生产的要求。

1.2 选厂设计的任务和内容

根据国家对矿产资源开发利用的相关方针和政策，结合矿山企业的发展规划，为了实现选厂设计的总体目标，选厂设计主要包括以下工作内容：

(1) 合理选择厂址。

(2) 确定破碎车间、主厂房等工段的工作制度。

(3) 确定适宜的碎磨、分选、脱水工艺流程以及计算各类技术指标。

- (4) 选择合适的碎磨、分选、脱水工艺设备及辅助设备与设施。
- (5) 进行合理的设备配置与工艺厂房设计。
- (6) 进行选厂总平面布置。
- (7) 进行必要的全厂劳动定员核编。
- (8) 确定原矿及产品输送方案。
- (9) 合理选择尾矿坝址。

应该指出的是,选矿厂设计是一项非常庞杂的系统工程,除了包括矿物加工专业的内容外,还涉及大量的土建、水暖、配电、环保和经济等其他专业的工作内容。在选矿厂设计过程中,各专业需要密切配合,综合运用各专业的理论与技术,将之转化为可指导建厂的文字及图纸设计方案,为拟建设或改扩建的选矿厂获得最佳技术经济指标奠定基础。

1.3 选矿厂设计工作的阶段和步骤

选矿厂设计工作是以选矿工艺专业为主体,其他相关专业为辅助,共同完成整体设计。根据国家对于项目建设程序的要求,选矿厂设计分为3个阶段,即设计前期工作阶段(主要包括建设规划、项目建议书、可行性研究及厂址选择等)、设计工作阶段(主要包括初步设计和施工图设计)、设计后期工作阶段(配合施工和试生产)。

选矿厂设计的前期工作是指从建设项目的酝酿提出到设计开始之前需要进行的一系列准备工作。按照工作程序和相关要求,此阶段需要完成建设规划书、项目建议书、项目可行性研究、设计任务书、采样和选矿试验研究、厂址选择等方面的内容。其中,对于厂址特别复杂的大型选矿厂,应在可行性研究之前单独进行厂址选择。为了做好设计前期阶段的工作,设计人员必须了解地质勘探情况,配合采样设计,提出选矿试验要求,配合厂区地形测量和工程地质勘探情况,参与签订有关协议,收集设计所需资料,了解和掌握采矿供矿情况等。具体的前期工作内容及要求详见第2章。

设计工作又可划分为初步设计和施工图设计两个阶段。初步设计在可行性研究报告经审批或下达设计任务书后进行,初步设计一般不能变动被批准的可行性研究报告确定的原则和方案。但因设计基础资料或某些重要条件发生较大变化,导致原定的原则和方案不能成立或出入甚大,或概算超出批准的可行性研究报告投资估算的允许限额时,应在技术经济论证的基础上将拟变动的内容呈报审批部门,只有经过审批后方可在初步设计中予以变更。

施工图设计是在初步设计经上级主管部门审批后,对初步设计遗留问题和审查初步设计时提出的重大问题已经解决,所需的地形、水文、工程地质详勘资料已经具备,主要设备订货也基本落实,供水、供电、外部运输、机修协作、征地等协议已经签订,施工方及其装备情况掌握之后进行的。一般来讲,施工图设计不得违反初步设计的原则方案,如果确因设备订货或其他条件变化而需要对初步设计原则方案进行更改,必须呈报给原初步设计的审批单位,批准后方可变更,同时要相应地编制修改设计说明书。

设计后期工作主要围绕配合施工和生产调试两方面进行。包括向建设单位和施工单位

说明设计意图、解释设计文件、及时解决施工中出现的有关设计问题、监督施工质量, 参加工程验收、试运转、处理遗留问题等工作。

在配合施工方面, 需要进行以下具体工作:

(1) 施工图设计交底。在项目施工前由项目经理组织各专业人员向业主、施工单位、非标准设备制造单位等进行施工图设计介绍, 介绍设计内容和设计意图, 重点讲清在施工、安装、非标准设备制造中的特殊技术要求和必须充分重视的问题, 并负责解释和解决施工图中存在的不清楚或不合理的问题。

(2) 配合施工, 及时解决施工过程中出现的有关设计问题、监督工程质量及施工安装等方面的问题。

(3) 处理施工图设计中遗漏的、错误的部分, 对于重大问题变更应履行有关规定程序。

在生产调试阶段, 设计单位需要参加试车, 即单机运转调试和连续生产调试, 在生产技术指标稳定时长达规定时间后方可进行投产、交工, 以及后续的竣工验收等程序。

设计单位在竣工验收工作中的主要任务包括了解施工、安装、非标准设备制造中对设计文件的执行情况, 施工、安装和非标准设备加工的质量, 并在交工验收文件上签署意见, 履行必要的手续。因此, 项目经理或驻现场工作组代表, 应充分掌握设计原则, 清楚设计意图, 熟悉技术要求及某些特殊要求, 通晓全部设计文件和资料, 参加施工过程中的有关技术协调会议, 协助做好竣工验收工作。

1.4 选矿厂设计的发展趋势

随着我国经济的不断发展, 工业生产对基础原料的需求日益增长, 作为基础行业, 选矿厂设计正面临着矿产资源日趋复杂、产能不断扩大、选矿生产技术需适时更新的任务和要求。为了适应矿产资源的变化, 贯彻节能减排的宗旨, 以及最大限度地降低投资和生产成本, 选矿厂设计技术不断发展与进步。其中, 设备大型化、工艺与设备高效节能化、生产过程检测与控制自动化、设计过程计算机辅助化, 是选矿厂设计发展的总体趋势与重点。

设备大型化是适应矿产资源日益贫、细、杂, 以及选矿厂规模不断大型化的必然趋势。自 20 世纪 60 年代以来, 选矿厂设备的选择与设计始终朝着大型化发展, 其中在 20 世纪 70 年代末, 由于世界能源价格上涨, 对于磨矿设备的设计不仅追求大型化, 还须综合考虑设备的节能特点, 改善磨机结构和性能, 提高设备的工作可靠性和耐久性。

目前, 世界上正在安装的球磨机的最大规格为 $\phi 8.53\text{m} \times 13.41\text{m}$, 用于中铝秘鲁矿业公司的 Toromocho 铜矿, 共两台, 单机装机功率为 22000kW。其他大型化碎磨设备还包括中信重工设计制造、澳大利亚 SINO 铁矿生产用 $\phi 7.93\text{m} \times 13.6\text{m}$ 溢流型球磨机; 美卓制造的 C200 型颚式破碎机, 其处理能力在排矿口宽度为 175mm 时可达 630 ~ 890t/h; $\phi 1.83\text{m}$ 旋回破碎机, 其处理能力在排矿口宽度为 200mm 时可达 5000t/h; $\phi 3.1\text{m}$ 圆锥破碎机, 其处理能力可达 3000t/h。此外, 单槽容积大于 160m^3 的大型浮选设备也不断投入工业应用,

当前浮选机的最大单槽容积已达 350m^3 。

工艺与设备高效节能化是国民经济实现可持续发展的必然要求。选矿厂是矿山企业中能耗较大的生产部门之一,尤其是破碎和磨矿设备的能耗最大。根据对国内外多个选矿厂的生产能耗进行统计,发现采用常规碎磨流程时,破碎能耗约占选矿厂总能耗的 $5\%\sim 12\%$,而磨矿能耗则高达 $45\%\sim 70\%$,因此降低磨矿能耗成为研究和设计的重点,也因此出现了“多碎少磨”的主张及其设计原则。为了有效地降低碎磨能耗,可通过改进破碎机结构、调整给矿方式、强化功率控制及缩小检查筛分的孔径等措施,使得破碎回路最终产物的粒度显著降低,有效地提高磨机效率。这种策略的典型实例为我国德兴铜矿大山选矿厂。此外,随着高压辊磨机应用技术的成熟及其独特优势,它被越来越多地用于金属矿山。采用高压辊磨机替代常规破碎流程中的第3段圆锥破碎机,或将第3段破碎产物给入高压辊磨机作为第4段破碎,可使破碎最终产物粒度降至 $-5\sim -6\text{mm}$ 。

从20世纪70年代开始,出现了不同于常规碎磨流程的另一种流程,即自磨(半自磨)流程,其流程特点是将自磨机(半自磨机)直接用于粗碎之后,取代了中碎、细碎,甚至球磨作业,因此流程更短,配置方便,易于管理。在20世纪80年代以前,国外建成的有色金属选矿厂以自磨流程为主,而80年代以后建成的则基本上均为半自磨流程,比如美国的Copperton矿山、澳大利亚的Cadial Hill矿山、我国的冬瓜山铜矿、袁家村铁矿等。

生产过程检测与控制自动化是提高生产技术经济指标和管理水平的必由途径。在选矿厂生产过程中,采用自动化仪表、装置以及计算机代替人工,对生产设备及工艺参数进行自动控制,对于改善作业条件、保证生产稳定、提高选矿技术指标、减轻劳动强度具有重要作用。从某种意义上说,选矿厂的自动化水平是体现选矿厂先进性的重要标志。随着自动检测与控制、信息处理,以及计算机等技术的发展,选矿过程和设备的自动控制系统不断更新换代,其发展历程经历了从对破碎、磨矿、浮选等单车间的控制到整个工艺流程的控制;从单一控制某个参数到多个参数协调控制,再到优化控制;从单参数单回路控制到多参数多回路控制,并发展到集中管理和分散控制。

进入21世纪以后,美国、南非、澳大利亚等矿业大国的大中型选矿厂普遍采用过程控制技术,其应用范围已覆盖从破碎到脱水的各作业环节,测控参数包括各段产物的品位、粒度、浓度,以及从破碎机到浓密机各类设备的工作参数。在控制方案上已从单参数、单机、单作业段控制向全流程、全车间、全厂范围的多级控制和管控一体化方向发展。一些基于专家系统、模糊控制和神经网络理论的智能控制技术已进入实用阶段,芬兰奥托昆普、南非明太克、美国Ksedscape等公司推出了适于选矿过程控制的软硬件技术,如PROSCON系统、Ksedscape系统、OCR系统等。我国选矿厂的自动化起步较晚,目前大多选矿厂都采用分散控制和局部集中控制的策略,如对破碎车间进行集中监控以减少空转和节能降耗,对磨矿与分级系统进行分布式控制,对浮选设备液位及充气量进行检测与自动控制等。自动化水平较高的选矿厂有太钢袁家村选矿厂、凤凰山铜矿选矿厂、德兴铜矿大山选矿厂等。

设计过程计算机辅助化是提高设计工作效率、降低设计工作者劳动强度的关键措施。

在选厂设计过程中以计算机为辅助工具,通过高级语言编程、CAD 制图等手段来进行工艺流程的选择与计算、主要设备的选型计算、车间配置图与施工图等图纸绘制等工作。借助于计算机应用程序及其接口,可以大幅度提高工作效率和质量。

将计算机用于选矿工艺流程的计算和绘图始于 20 世纪 70 年代末和 80 年代初,由于计算机辅助设计具有速度快、质量高、可使设计内容深化等特点,全国各家设计院、高等院校等相继开发出了用于选厂设计方面的软件,包括破碎、磨矿、选别等数质量流程和矿浆流程的计算程序,以及各生产车间设备配置的绘图软件等。目前,国内各大设计院的设计过程已基本实现了计算机辅助化,近年研发的专家系统及设计模块化方法也正逐步推向设计过程。随着计算机与信息技术的快速发展,计算机辅助手段在选厂设计过程中必将发挥越来越重要的作用,进行相关的技术开发工作势在必行。

选矿厂设计的前期工作指从建设项目的酝酿提出到设计开始之前需要进行的工作，其内容包括选矿厂建设规划、项目建议书、项目（资金）申请报告、可行性研究、厂址选择、采样及选矿试验、矿产资源开发利用方案等。

2.1 选矿厂建设规划

选矿厂建设规划的主要目的是为国家、地区、部门的发展规划以及可行性研究提供依据，其实质就是在基本探明资源及初步摸清建设条件的情况下，根据矿石储量、矿石类型和性质、可能的开采方案、可选性试验成果、外部条件，初步提出建设规模、生产年限、选别方法、原则流程、产品方案和用户、集中或分散建厂、一次或分期建设以及相应厂址等的可能方案；初步估算建设投资，并对建厂经济效益做出初步评价。

2.2 项目建议书

项目建议书是项目建设筹建单位或项目法人，对拟建项目提出的框架性的总体设想。一般是在项目早期，由于项目条件还不够成熟，仅有规划意见书，对项目的具体建设方案还不明晰，市政、环保、交通等专业咨询意见尚未办理。项目建议书要从宏观上论述项目设立的必要性和可能性，把项目投资的设想变为概略的投资建议。建设方案和投资估算也比较粗，投资误差控制在 30% 左右。

企业投资建设实行核准制的项目，不再经过批准项目建议书程序；政府投资项目，采用直接投资和资本金注入方式的，从投资决策角度只审批项目建议书。对于大中型项目，有的工艺技术复杂、涉及面广、协调量大的项目，还要编制预可行性研究报告，作为项目建议书的主要附件之一。

项目建议书是通过调查研究对拟建项目的资源情况、市场需求、建设规模、产品方案、外部条件、基建投资、建设效果、存在问题等做出初步论证和评价，借以说明项目建设的必要性，同时对项目建设的可行性进行初步分析，为项目的初步决策提供依据，以减少项目选择的盲目性；批准的项目建议书亦为可行性研究工作的依据。

对引进技术和进口设备的项目，还需要对国内外技术概况和差距、进口理由、利用外资的可能性及偿还能力，以及引进国别和设备生产商做出初步分析。

2.3 项目（资金）申请报告

项目申请报告是企业投资建设报政府核准项目时，为获得项目核准机关对拟建项目的