

# 矿物

教育部高等学校地矿学科教学指导委员会  
矿物加工工程专业规划教材

PLANNED TEXTBOOK FOR MINERAL PROCESSING ENGINEERING  
丛书主编 胡岳华

# 加工工程设计

主编 王毓华 王化军



中南大学出版社  
[www.csupress.com.cn](http://www.csupress.com.cn)

**ENGINEERING  
DESIGN OF MINERAL PROCESSING**

教育部高等学校地矿学科教学指导委员会  
矿物加工工程专业规划教材

# 矿物加工工程设计

主 编 王毓华 王化军  
副主编 邱廷省 牛福生



中南大学出版社  
[www.csupress.com.cn](http://www.csupress.com.cn)

---

图书在版编目(CIP)数据

矿物加工工程设计/王毓华,王化军主编. —长沙:中南大学出版社,  
2012.3

ISBN 978-7-5487-0269-6

I. 矿... II. ①王... ②王... III. 选矿 IV. TD9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 088062 号

---

矿物加工工程设计

主编 王毓华 王化军

---

责任编辑 胡业民

责任印制 文桂武

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

印 装 长沙超峰印刷有限公司

---

开 本 787×1092 1/16 印张 21.25 字数 524 千字 插页

版 次 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-0269-6

定 价 45.00 元

---

图书出现印装问题,请与出版社调换

# 总序

.....

“人口、发展与环境”是 21 世纪人类社会发 展过程中的重要问题，矿物资源是人类社会发展和国民经济建设的重要物质基础。从石器时代到青铜器、铁器时代，到煤、石油、天然气，到电能和原子能的利用，人类社会生产的每一次巨大进步，都与矿物资源利用水平的飞跃发展密切相关。

人类利用矿物资源已有数千年历史，但直到 19 世纪末至 20 世纪 20 年代，世界工业生产快速发展，使生产过程机械化和自动化成为现实，对矿物原料的需求也同步增大，造成了“矿物加工”技术从古代的手工作业向工业技术的真正转变，在处理天然矿物原料方面获得大规模工业应用。

特别是 20 世纪 90 年代以来，我国正进入快速工业化阶段，矿产资源的人均消费量及消费总量高速增长，未来发展的资源压力随之加大。我国金属矿产资源总量不少，但禀赋差、品位低、颗粒细、多金属共生复杂难处理，矿产资源和二次资源综合利用率都比较低。

矿物加工科学与技术的发展，需要解决以下问题。

(1) 复杂贫细矿物资源的综合回收：随着富矿和易选矿物资源不断开采利用而日趋减少，复杂、贫细、难处理矿产资源的开发利用成为当前的迫切需要。

(2) 废石及尾矿的加工利用：在选矿过程中，全部矿石经过碎磨，消耗了大量原材料和能源，通常只回收占总矿石质量 10% ~ 30% 的有用矿物，大量的伴生非金属矿不仅未能有效利用，并且当作“废石”和“尾矿”堆存成为环境和灾害的隐患。

(3) 二次资源：矿山、冶炼厂、化工厂等排出的废水、废渣、废气中的稀有、稀散和贵金属，废旧汽车、电缆、机器及废旧金属制品等都是仍然可以利用的宝贵的二次资源。由于一次资源逐步减少，二次资源的再生利用技术的开发无疑成了矿物加工领域的重要课题。

(4) 海洋资源：海洋锰结核、钴结壳是赋存于深海底的巨大矿产资源，除富含锰外，铜、钴、镍等金属的储量也十分丰富，此外，海水中含有的金属在未来陆地资源贫乏、枯竭时，也将成为人类的宝贵资源。

(5) 非矿物资源：城市垃圾、废纸、废塑料、城市污泥、油污土壤、石油开采油污水、内陆湖泊中的金属盐、重金属污泥等，也都是数量可观的能源资源，需要研发新的加工利用技术加以回收利用。

面对上述问题，矿物加工科技领域及相关学科的科技工作者不断进行新的探索和研究，矿物加工工程学与相邻学科的相互交叉、渗透、融合，如物理学、化学与化学工程、生物工程、数学、计算机科学、采矿工程、矿物学、材料科学与工程已大大促进了矿物加工学科的拓展，形成各种高效益、低能耗、无污染矿物资源加工新知识、新技术及新的研究领域。

、矿物加工的主要学科方向有：

(1) 浮选化学：浮选电化学；浮选溶液化学；浮选表面及胶体化学。

(2) 复合物理场矿物分离加工：根据流变学、紊流力学、电磁学等研究重力场、电磁力场或复合物理场(重力+磁力+表面力)中，颗粒运动行为，确定细粒矿物的分级、分选条件等。

(3) 高效低毒药剂分子设计：根据量子化学、有机化学、表面化学研究药剂的结构与性能关系，针对特定的用途，设计新型高效矿物加工用药剂。

(4) 矿物资源的生化提取：用生物浸出、化学浸出、溶剂萃取、离子交换等处理复杂贫细矿物资源，如低品位铜矿、铀矿、金矿的提取，煤脱硫等。

(5) 直接还原与矿物原料造块：主要从事矿物原料造块与精加工方面的科学研究。

(6) 复杂贫细矿物资源综合利用：研究选-冶联合、选矿、多种选矿工艺(重、磁、浮)联合等处理一些大型复杂贫细多金属矿的工艺技术和基础理论，研究资源综合利用效益。

(7) 矿物精加工与矿物材料：通过提纯、超细粉碎、纳米材料制备、表面改性和材料复合制备等方法和技术，将矿物加工成可用的高科技材料。

现今的矿物加工工程科学技术与 20 世纪 90 年代以前相比，已有更新更广的大发展。为了适应矿业快速发展的形势，国家需要大批掌握现代相关前沿学科知识和广泛技术领域的矿物加工专业人才，因此，搞好教材建设，适度更新和拓宽教材内容对优秀专业人才的培养就显得至关重要。

矿物加工工程专业目前使用的教材，许多是在 20 世纪 90 年代前出版的教材基础上编写的，教材内容的进一步更新和提高已迫在眉睫。随着教育部专业教育规范及专业论证等有关文件的出台，编写系统的、符合矿物加工专业教育规范的全国统编教材，已成为各高校矿物加工专业教学改革的重要任务。2006 年 10 月

在中南大学召开的2006—2010年地矿学科教学指导委员会(以下简称地矿学科教指委)成立大会指出教材建设是教学指导委员会的重要任务之一。会上,矿物加工工程专业与会代表酝酿了矿物加工工程专业系列教材的编写拟题,之后,中南大学出版社主动承担该系列教材的出版工作,并积极协助地矿学科教指委于2007年6月在中南大学召开了“全国矿物加工工程专业学科发展与教材建设研讨会”,来自全国17所院校的矿物加工工程专业的领导及骨干教师代表参加了会议,拟定了矿物加工专业系列教材的选题和主编单位。此后分别在昆明和长沙又召开了两次矿物加工专业系列教材编写大纲的审定工作会议。系列教材参编高校开始了认真的编写工作,在大部分教材初稿完成的基础上,2009年10月在贵州大学召开了教材审稿会议,并最终定稿,交由中南大学出版社陆续出版。

本次矿物加工专业系列教材是在总结以往教学和教材编撰经验的基础上,以推动新世纪矿物加工工程专业教学改革和教材建设为宗旨,提出了矿物加工工程专业系列教材的编写原则和要求:①教材的体系、知识层次和结构要合理;②教材内容要体现科学性、系统性、新颖性和实用性;③重视矿物加工工程专业的基础知识,强调实践性和针对性;④体现时代特性和创新精神,反映矿物加工工程学科的新原理、新技术、新方法等。矿物加工科学技术在不断发展,矿物加工工程专业的教材需要不断完善和更新。本系列教材的出版对我国矿物加工工程专业高级人才的培养和矿物加工工程专业教育事业的发展将起到十分积极的推进作用。

形成一整套符合上述要求的教材,是一项有重要价值的艰巨的学术工程,决非一人一单位之力可以成就的,也并非一日之功即可造就的。许多科技教育发达的国家,将撰写出版了水平很高的、广泛应用的并产生了重要影响的教材,视为与高水平科学论文、高水平技术研发成果同等重要,具有同等学术价值的工作成果,并对获得此成果的人员给予的高度的评价,一些国家还把这类成果,作为评定科技人员水平和业绩和判据之一。我们认为这一做法在我国也应当接纳及给予足够的重视。

感谢所有参加矿物加工专业系列教材编写的老师,感谢中南大学出版社热情周到的出版服务。

王淀佐

2010年10月

# 序

---

---

.....

新编《矿物加工工程设计》一书，是根据教育部高等学校地矿学科教学指导委员会关于统一全国地矿类教学用书的精神和大纲要求，由中南大学、北京科技大学等高校多年从事矿物加工工程设计教学 and 实际工程设计的经验丰富的教师共同编写。根据矿物加工本科专业教育规范和教学大纲的要求，在使用的《选厂设计》(周龙廷主编)一书的基础上，结合当今矿物加工工程设计的新成果和新思想进行补充、修改编写而成。其主要特点是，博采了国内外同类教材之所长，在重视矿物加工专业基础知识的同时，特别重视吸收了国内外近年来矿物加工工程设计的最新研究成果和设计构思，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，又紧密地与实际工程设计接轨，具有很强的可操作性和实践性，使读者更容易理解和掌握，以达到融会贯通的效果。此外，从学科扩展角度出发，书中系统地编入了计算机辅助设计和工程项目咨询与设计管理，其中特别介绍了涉外工程设计的相关内容。这些内容既有现实可靠性，又是学科前沿的趋向。

全书共九章，前呼后应，构成有机的整体，论述既由浅入深，又深入浅出，每章附有适量的思考题和习题，以便巩固学习内容。该书文字精练、层次分明、图文并茂，确为目前国内少有的一本好的、有特色的矿物加工专业教学用书。在此，特向地矿类高等院校、设计和科研所以及地矿类生产厂矿等单位推荐使用。

周龙廷

2011年12月30日

# 前 言

---

《矿物加工工程设计》是根据教育部地矿类专业教学指导委员会制定的矿物加工工程专业教育规范，在周龙廷教授主编的《选矿厂设计》教材基础上编写的，作为全国地矿类高等院校矿物加工工程专业的教学统一用书，亦可供厂矿和设计单位工程技术人员参考。

本教材系统地介绍了矿物加工工程设计的步骤、内容及方法。其主要内容包括：工艺流程的选择和计算、主要工艺设备的选择和计算、工艺设备配置和计算机辅助设计等。此外，书中还适当叙述了与矿物加工工艺有关的辅助设备和设施等的选择和计算，以及工程设计管理等内容，并在各章末附有思考题和习题。

需说明的是“矿物加工工程设计”是一个较广义的名词，本教材的主要内容是选矿厂的设计，因此，书中提及的“矿物加工工程”即指“选矿厂”。

本教材由中南大学和北京科技大学担任主编单位，江西理工大学和河北理工大学担任副主编单位，参编院校有武汉理工大学、昆明理工大学、山东理工大学和贵州大学。

本教材由王毓华和王化军任主编，共同对全文进行了仔细的审核和修改工作。其中，第1章和附录部分由中南大学王毓华编写；第2、3章由中南大学易龙生编写；第4章由北京科技大学王化军(4.1~4.2)、中南大学王毓华(4.3~4.6)编写；第5章由河北理工大学牛福生(5.1~5.3)、高志明(5.4~5.5)、武汉理工大学高惠民(5.6)、中南大学王毓华(5.7~5.8)、江西理工大学邱廷省(5.9)、罗仙平和匡敬忠(5.10)、贵州大学刘志红和邱跃琴(5.11)编写；第6章由河北理工大学牛福生(6.2.5)、江西理工大学邱廷省(6.2.7、6.3)、武汉理工大学高惠民(6.4)、中南大学王毓华(6.1、6.2.1~6.2.4、6.2.6、6.5)编写；第7章由中南大学王毓华(7.1、7.3、7.5)和昆明理工大学周庆华(7.2、7.4)编写；第8章由北京科技大学王化军编写；第9章由中南大学王毓华编写。



周龙廷教授担任本教材编写顾问，并对教材内容进行了审查和修改。此外，本教材在编写过程中，还得到了教育部地矿类专业教学指导委员会、各高等院校和设计研究院的大力协助和支持。北京有色设计总院邓朝安和冯栓明、南昌有色设计研究院雷存友和长沙有色设计研究院马士强等同志为本教材提出了许多宝贵的修改意见，借此一并深表谢意。

由于编者水平的限制，书中错误、疏漏之处敬请批评指正，以便不断完善。

**编者**

2011年4月

## 目 录

第1章 绪论 .....	(1)
1.1 矿物加工工程设计的意义、目标和要求 .....	(1)
1.1.1 矿物加工工程设计的意义 .....	(1)
1.1.2 矿物加工工程设计的目标 .....	(2)
1.1.3 矿物加工工程设计的目标 .....	(2)
1.2 矿物加工工程设计的步骤和发展趋势 .....	(2)
1.2.1 矿物加工工程设计的步骤 .....	(2)
1.2.2 矿物加工工程设计的趋势 .....	(3)
1.3 选矿厂规模的确定 .....	(4)
1.3.1 选矿厂规模的确定原则 .....	(4)
1.3.2 选矿厂规模的划分 .....	(5)
1.3.3 选矿厂服务年限 .....	(6)
思考题 .....	(6)
第2章 设计的前期工作 .....	(7)
2.1 企业建设规划 .....	(8)
2.1.1 目的与任务 .....	(8)
2.1.2 选矿厂企业建设规划的内容 .....	(8)
2.2 项目建议书 .....	(8)
2.2.1 目的与任务 .....	(8)
2.2.2 项目建议书的内容 .....	(8)
2.3 可行性研究 .....	(9)
2.3.1 可行性研究的基本任务 .....	(9)
2.3.2 编制可行性研究所需的基础资料 .....	(9)
2.3.3 可行性研究的内容 .....	(9)
2.4 设计任务书 .....	(10)
2.4.1 设计任务书的作用 .....	(10)
2.4.2 设计任务书的编制 .....	(10)
2.5 厂址选择 .....	(11)
2.5.1 厂址选择的意义 .....	(11)
2.5.2 厂址选择的原则 .....	(11)
2.5.3 厂址选择的步骤 .....	(13)
2.6 采样和选矿试验要求 .....	(14)

2.6.1	采样要求	(14)
2.6.2	选矿试验规模	(15)
2.6.3	选矿试验要求	(16)
2.7	地质勘探的深度和要求	(16)
	思考题	(18)
<b>第3章</b>	<b>设计工作及设计后期工作</b>	<b>(19)</b>
3.1	设计工作	(19)
3.1.1	初步设计	(19)
3.1.2	施工图设计	(24)
3.2	设计后期工作	(25)
3.2.1	设计后期服务	(25)
3.2.2	竣工验收工作	(25)
	思考题	(25)
<b>第4章</b>	<b>工艺流程的选择和计算</b>	<b>(26)</b>
4.1	工作制度、设备作业率和处理量的确定	(26)
4.1.1	工作制度和设备作业率	(26)
4.1.2	处理量的计算	(27)
4.2	破碎流程的选择和计算	(28)
4.2.1	破碎流程选择	(28)
4.2.2	破碎流程计算	(36)
4.3	磨矿流程的选择和计算	(42)
4.3.1	磨矿流程选择	(42)
4.3.2	磨矿流程计算	(46)
4.4	选别流程的选择和计算	(53)
4.4.1	选别流程选择	(53)
4.4.2	选别流程计算	(61)
4.5	矿浆流程计算	(73)
4.5.1	计算的内容、目的及原理	(73)
4.5.2	计算所需原始指标	(73)
4.5.3	计算步骤	(75)
4.5.4	计算实例	(77)
4.6	脱水流程选择与计算	(80)
4.6.1	脱水流程	(80)
4.6.2	脱水流程的选择	(80)
4.6.3	脱水流程的计算	(81)
	思考题	(82)

第5章 工艺设备(设施)的选择和计算 .....	(84)
5.1 工艺设备选择和计算原则 .....	(84)
5.2 破碎设备的选择和计算 .....	(85)
5.2.1 破碎设备的选择 .....	(85)
5.2.2 破碎设备生产能力的计算 .....	(86)
5.3 筛分设备的选择和计算 .....	(90)
5.3.1 筛分设备的选择 .....	(90)
5.3.2 筛分设备生产能力的计算 .....	(92)
5.4 磨矿设备的选择和计算 .....	(94)
5.4.1 磨矿机类型的选择 .....	(94)
5.4.2 磨矿设备生产能力的计算 .....	(95)
5.4.3 两段磨矿机生产能力的计算 .....	(100)
5.4.4 再磨机生产能力的计算 .....	(101)
5.4.5 自磨机生产能力的计算 .....	(102)
5.4.6 砾磨机生产能力的计算 .....	(102)
5.5 分级设备的选择和计算 .....	(103)
5.5.1 分级设备的选择 .....	(103)
5.5.2 分级设备生产能力的计算 .....	(104)
5.6 浮选设备的选择和计算 .....	(107)
5.6.1 浮选设备的选择 .....	(107)
5.6.2 浮选设备的计算 .....	(110)
5.7 重选设备的选择和计算 .....	(112)
5.7.1 洗矿设备 .....	(114)
5.7.2 重介质选矿设备 .....	(114)
5.7.3 跳汰机 .....	(116)
5.7.4 摇床 .....	(117)
5.7.5 溜槽 .....	(118)
5.7.6 离心选矿机 .....	(119)
5.8 磁电选矿设备的选择和计算 .....	(119)
5.8.1 弱磁场磁选设备 .....	(120)
5.8.2 强磁场磁选机 .....	(121)
5.8.3 电选机 .....	(122)
5.9 脱水设备的选择和计算 .....	(122)
5.9.1 浓缩设备的选择 .....	(123)
5.9.2 浓缩设备的计算 .....	(123)
5.9.3 过滤设备的选择 .....	(125)
5.9.4 过滤设备的计算 .....	(126)
5.9.5 干燥设备的选择 .....	(127)

5.9.6 干燥设备的计算 ..... (127)

5.10 主要辅助设备的选择和计算 ..... (128)

5.10.1 给矿设备的选择与计算 ..... (128)

5.10.2 带式输送机的选择与计算 ..... (130)

5.10.3 砂泵的选择与计算 ..... (134)

5.10.4 起重设备 ..... (138)

5.11 矿仓(矿堆)的类型、选择和计算 ..... (141)

5.11.1 矿仓(矿堆)的类型 ..... (141)

5.11.2 矿仓的选择 ..... (144)

5.11.3 矿仓容积的计算 ..... (145)

5.11.4 矿仓设计 ..... (149)

5.11.5 矿仓设计计算实例 ..... (151)

思考题 ..... (152)

**第6章 厂房总体布置与工艺设备配置** ..... (154)

6.1 厂房总体布置 ..... (154)

6.1.1 总体布置的原则及一般规定 ..... (154)

6.1.2 选矿厂总平面组成及厂房布置要求 ..... (158)

6.1.3 选矿厂厂房布置方案及建筑形式 ..... (158)

6.2 车间设备配置 ..... (159)

6.2.1 设备配置的主要原则 ..... (159)

6.2.2 设备配置方法 ..... (160)

6.2.3 破碎车间设备配置 ..... (164)

6.2.4 磨矿及浮选车间设备配置 ..... (173)

6.2.5 重选车间设备配置 ..... (183)

6.2.6 磁选厂房的设备配置 ..... (185)

6.2.7 脱水厂房的设备配置 ..... (187)

6.3 检修场地、通道平台和地面排污 ..... (192)

6.3.1 检修场地 ..... (192)

6.3.2 操作通道和平台 ..... (194)

6.3.3 厂内通风、除尘与排污 ..... (195)

6.4 选矿厂辅助设施 ..... (197)

6.4.1 药剂设施 ..... (197)

6.4.2 试验室与化验室 ..... (199)

6.4.3 工艺检测与控制 ..... (200)

6.4.4 机修设施 ..... (202)

6.4.5 备品、备件与材料仓库 ..... (202)

6.5 选矿厂的尾矿设施 ..... (203)

6.5.1 尾矿库 ..... (203)

6.5.2	尾矿输送系统 .....	(205)
6.5.3	回水输送系统 .....	(205)
6.5.4	尾矿水净化系统 .....	(206)
	思考题 .....	(206)
<b>第7章</b>	<b>计算机辅助设计 .....</b>	<b>(207)</b>
7.1	概述 .....	(207)
7.1.1	计算机辅助设计概述 .....	(207)
7.1.2	计算机辅助设计系统的硬件及软件 .....	(207)
7.1.3	选矿厂计算机辅助设计的现状与发展趋势 .....	(208)
7.2	程序设计基础 .....	(209)
7.2.1	程序设计基本过程及要求 .....	(209)
7.2.2	方程组求解 .....	(210)
7.2.3	实验数据处理 .....	(213)
7.2.4	曲线处理 .....	(216)
7.3	选矿工艺计算编程基础 .....	(216)
7.3.1	破碎及磨矿流程计算 .....	(216)
7.3.2	浮选流程计算 .....	(217)
7.3.3	工艺设备选择计算 .....	(225)
7.4	计算机绘图基础 .....	(229)
7.4.1	图形程序设计的基本方法 .....	(229)
7.4.2	AutoCAD 绘图软件包简介 .....	(231)
7.5	选矿工程图设计基础 .....	(238)
7.5.1	常用的基于 AutoCAD 的绘图函数 .....	(238)
7.5.2	典型工艺流程图的绘制 .....	(238)
7.5.3	设备配置图形绘制 .....	(243)
	思考题 .....	(248)
<b>第8章</b>	<b>工程概算与财务分析 .....</b>	<b>(249)</b>
8.1	工程概算 .....	(249)
8.1.1	工程概算结构形式与组成 .....	(249)
8.1.2	矿物加工专业单位工程概算编制 .....	(251)
8.2	生产总成本、销售收入和税金 .....	(253)
8.2.1	生产总成本 .....	(253)
8.2.2	选矿精矿设计成本 .....	(254)
8.2.3	销售收入和利润 .....	(255)
8.2.4	税金 .....	(255)
8.3	选矿厂劳动定员 .....	(255)
8.3.1	劳动定员 .....	(255)

8.3.2	劳动生产率	(256)
8.4	资金来源与融资方案	(257)
8.4.1	融资方案	(257)
8.4.2	资金来源可靠性分析	(257)
8.4.3	资金结构合理性分析	(258)
8.4.4	资金成本分析	(258)
8.5	财务分析和技术经济指标	(259)
8.5.1	财务分析	(259)
8.5.2	财务效果不确定性分析	(262)
8.5.3	选矿技术经济指标	(264)
	思考题	(266)
<b>第9章</b>	<b>工程项目咨询与设计管理</b>	<b>(267)</b>
9.1	项目与工程项目	(267)
9.2	工程咨询	(268)
9.2.1	概述	(268)
9.2.2	工程咨询服务对象与方式	(269)
9.2.3	工程咨询公司概述	(270)
9.3	工程项目设计管理	(271)
9.3.1	项目经理与专业室的关系	(271)
9.3.2	项目经理的主要职责	(272)
9.3.3	对项目经理的要求	(273)
9.3.4	项目设计的管理要点	(274)
9.4	工程设计招标和投标	(276)
9.4.1	招标和投标简介	(276)
9.4.2	设计招标的准备工作	(278)
9.4.3	投标阶段的工作程序	(279)
9.4.4	国际工程的招标与投标	(281)
9.5	涉外工程设计	(285)
9.5.1	工程建设基本程序	(285)
9.5.2	涉外工程项目组织机构	(285)
9.5.3	设计前期的准备工作	(286)
9.5.4	工程项目设计文件及要求	(287)
9.5.5	涉外工程项目设计管理	(288)
	思考题	(290)
<b>附录一</b>	<b>常用 AutoCAD 的 DXF 接口函数 HTHSK.C</b>	<b>(291)</b>
<b>附录二</b>	<b>主要工艺设备技术性能参数表</b>	<b>(295)</b>
<b>6</b>	<b>参考文献</b>	<b>(321)</b>

# 第1章 绪 论

**内容提要** 本章内容包括：矿物加工工程设计的目的和任务、设计的工作步骤、选矿厂规模划分和服务年限。

社会经济的迅速发展也促进了矿物加工工业的发展和进步。为了更好地满足矿物加工工业发展的需要，矿物加工工程设计的内容、任务和方法也在不断地改进和完善。

随着全球矿产资源开发利用程度的不断深入，20世纪60年代末以来，人们就已发现矿产资源的特性逐步向贫、细、杂等方面转变。到了21世纪，许多矿产资源类型已接近枯竭，可供开采利用的金属品位也迅速降低，这一趋势不仅给矿物加工工业提出了新的课题，而且也是矿物加工工业所面临的严峻挑战。

所谓“贫”，即指原矿品位日益降低。大部分矿产资源的品位已降低至工业边界品位或以下，导致大量矿石都需要进行分选才能满足后续冶炼对原料(精矿)质量的要求。同时，矿物加工的技术难度也越来越大。比如我国氧化铝工业在20世纪90年代以前，可供开采利用的铝土矿的原矿铝硅比均在9以上，直接开采就可作为拜耳法生产氧化铝的原料。仅仅在短暂的十几年时间内，由于氧化铝工业的迅速发展，导致铝土矿的原矿铝硅比迅速降低至5左右(或以下)，从而必须采用矿物加工工艺，得到高铝硅比的选精矿产品，才能供后续氧化铝工业使用，因此，在氧化铝行业也出现了新兴的矿物加工工艺。钨矿资源经过几十年的开采利用，原矿 $WO_3$ 含量由0.5%~0.7%降到了0.1%~0.27%。铁矿原矿品位则由40.65%降到25%，甚至更低。所谓“细”，即指原矿中有用矿物的嵌布粒度越来越细。比如我国一些尚待开采的赤铁矿资源，需要细磨至100%小于40 $\mu m$ 才能基本解离。美国铁燧岩的絮凝浮选也要细磨至80%小于25 $\mu m$ ，才基本单体解离。所谓“杂”，即矿床矿物组成复杂，多金属复合矿和难分选矿愈来愈多，要求综合回收的金属种类也越来越多。虽然我国矿产资源相对较丰富，但贫矿多、富矿少、嵌布粒度细、伴生元素多、矿床类型复杂、资源开发利用难度大。由此可见，矿产资源的“贫、细、杂”给矿物加工工程设计和建设也提出了更高的要求。

## 1.1 矿物加工工程设计的意义、目标和要求

### 1.1.1 矿物加工工程设计的意义

矿物加工工程设计是矿山建设中极其重要的关键环节和组成部分。矿山建设项目确定之前，它为项目决策提供科学依据。建设项目确定之后，它又为建设项目提供设计文件。同时，矿物加工工程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。生产中的先进经验和先进技术，以及科研的新成果，都需要通过工程设计来推广应用到生产实践中。因此，做好设计工作，对项目在建设节约投资，在建成投产后迅速达到设计规模和指



标, 迅速取得经济效益将起着决定性的作用, 对提高矿物加工学科整体的技术水平也有着重要的现实意义。

### 1.1.2 矿物加工工程设计的目标

矿物加工工程设计总体目标是: 设计出体现国家对矿产资源开发利用的有关方针和政策, 体现企业的发展规划, 切合生产实际, 技术和设备先进可靠, 经济效益好的选矿厂。具体而言, 根据待处理矿石特性和选矿试验成果, 做好以下工作:

- 1) 确定合理的工艺流程和指标;
- 2) 选择合适的工艺设备;
- 3) 进行合理的设备配置;
- 4) 设计合理的工艺厂房;
- 5) 配备必要的劳动定员。

这几项既是设计的目标, 也是设计的任务和主要内容。此外, 对矿产资源综合回收、环境保护、安全生产、辅助设施和厂房结构等也要进行精心设计, 使选矿厂的基建投资发挥最大的经济效益, 并为未来选矿厂的生产获得最佳技术经济指标奠定基础。

### 1.1.3 矿物加工工程设计的要求

矿物加工工程设计的基本要求是:

- 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) 设计的工艺流程和指标应具有很好的先进性和可靠性, 并应注重矿产资源的综合利用。
- 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) 注意环境保护和生产安全, 尽可能符合绿色生产的要求。

## 1.2 矿物加工工程设计的步骤和发展趋势

### 1.2.1 矿物加工工程设计的步骤

改革开放以来, 我国对原有投资体制进行了一系列的改革, 打破了计划经济体制下高度集中的投资管理模式, 初步形成了投资主体多元化、资金来源多渠道、投资方式多样化、项目建设市场化的新格局。为此, 矿物加工工程设计的具体步骤在不同情况下也相应有所不同。

对于国家(政府)投资的工程项目, 设计按工作步骤仍分为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。

按我国现行基本建设程序, 设计工作阶段又可划分为两步设计和三步设计。两步设计指