

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

加工实验技术

主 编 刘新星
副主编 蒋 昊



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

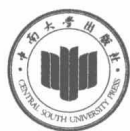
EXPERIMENTAL TECHNIQUES
FOR MINERAL PROCESSING

非外借

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

矿物加工实验技术

主 编 刘新星
副主编 蒋 昊



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

矿物加工实验技术 / 刘新星主编. --长沙:中南大学出版社,
2017.11

ISBN 978-7-5487-0715-8

I. ①矿… II. ①刘… III. ①选矿—实验 IV. ①TD9-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第259478号

矿物加工实验技术

KUANGWU JIAGONG SHIYAN JISHU

主 编 刘新星

副主编 蒋 昊

责任编辑 胡业民 李宗柏

责任印制 易红卫

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 长沙市宏发印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数 517千字

版 次 2017年11月第1版 2017年11月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5487-0715-8

定 价 56.00元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内 容 简 介



本书系统地介绍了矿物加工实验的主要方法以及常用大型仪器设备的应用。全书共 10 章, 以如何测定加工物料的基本特性为起点, 逐一详细介绍矿物加工各个分支的主要实验技术和实验手段, 包括粉碎与分级、物理分选、浮选、化学分离与生物浸出、铁矿造块、综合设计与研究性实验、现代大型仪器检测方法等。

本书是为矿物加工专业教学改革需要新编写的实验教材, 以适应新的教学规划中所确定的人才培养目标。在教学思路、教材的编排形式等方面作了一些探索与创新, 教材内容力求体现本学科实验技术的现状和新的发展方向。

本书可用作高等学校矿物加工专业学生的实验教材, 也可作为冶金、化工等专业的实验教学参考书, 对相关科研院所的科研人员和厂矿工程技术人员也有参考价值。

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

编 审 委 员 会

主 任 王淀佐

丛书主编 胡岳华

委 员 (按姓氏笔画排序)

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马少健 | 王化军 | 王毓华 | 文书明 | 冯其明 |
| 吕宪俊 | 刘炯天 | 刘新星 | 孙体昌 | 李世厚 |
| 邱廷省 | 张一敏 | 林 海 | 赵跃民 | 胡岳华 |
| 段希祥 | 顾帼华 | 陶秀祥 | 龚文琪 | 韩跃新 |
| 童 雄 | 雷绍民 | 魏德洲 | | |

矿物加工实验技术

编委会

- 主 编 刘新星
- 副 主 编 蒋 昊 罗仙平 印万忠
- 参 编 (按姓氏笔画排序)
- 卢清华 申 丽 印万忠 朱忠平
- 李 骞 肖庆飞 何东升 邹爱兰
- 武海艳 罗仙平 袁礼顺 聂珍媛
- 程海娜 焦 芬 童捷矢
- 主 编 单 位 中南大学
- 参 编 单 位 东北大学
- 江西理工大学
- 昆明理工大学
- 武汉工程大学

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，世界工业生产才快速发展，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了大规模工业应用。

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、化学与化学工程学、生物工程学、数学、计算机科学、采矿工程学、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在总结以往教学和教材编撰经验的基础上,以推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。

王定佐

2010年10月

前 言

《矿物加工实验技术》是教育部地矿类学科教学指导委员会的规划教材。该书是为适应矿物加工专业实验教学改革的需要重新编写的，可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，亦可供研究院所、厂矿企业工程技术人员参考。其创新特色主要体现在以下几个方面：

(1) 全新的实验教学理念

本教材贯穿的教学理念是：实验教学以学生为主体，强调学生的积极参与，注重学生的知识、能力、素质协调发展，培养具有实践创新能力和高素质的矿物加工人才。专业实验教学改革应完成五个转变，即培养目标由“专才”向“全面发展”转变；教学过程由“知识导向”向“能力为重”转变；教学方法由“单一封闭”向“多维开放”转变；教学管理由“刚性统一”向“柔性服务”转变；学业评价由“注重记忆”向“注重创新”转变。

(2) 多层次实验教学内容

本教材的实验教学内容分三个层次：一是基础实验，注重培养学生矿物加工实验基本操作与基本技能；二是综合设计型实验，注重培养学生的矿物加工工程科研能力；三是研究创新型实验，注重培养学生的创新能力，并将多项国家级科技奖的内容融入实验教材，转化成实验项目。三个层次实验由浅入深、循序渐进，形成了完整的有机整体，是实践认知层面的拓展。

(3) 系统的专业实验技能

建立系统的专业实验技能体系对于学生全面了解矿物加工专业知识、提高科学研究动手能力有着重要的作用。本教材着重让学生掌握的专业实验技能主要包括：基本实验操作技能、实验材料获取技能、实验仪器设备综合应用技能、实验设计技能、科学技术创新技能、实验结果处理技能等几个方面。

(4) 实用的实验操作手册

本教材结合理论课程简单介绍了实验原理或仪器设备原理，重点介绍的是各类实验或各类仪器设备的操作程序和步骤，希望学生通过学习本教材内容后，能独立完成每一个实验，并掌握仪器设备的使用方法，学会通过实验数据分析实验结果。因此，本教材也可作为研究院所、厂矿企业工程技术人员的实验操作手册。

本教材由中南大学担任主编单位，参编的院校有东北大学、江西理工大学和昆明理工大学。本教材由刘新星任主编、蒋昊任副主编，负责拟定教材大纲、方向内容和编写框架。中南大学、东北大学、江西理工大学以及昆明理工大学等单位众多同志参加了编写工作。具体分工为：中南大学的刘新星(1.1节~1.3节，实验2-1~实验2-4，实验2-10，实验3-1~实验3-3，实验4-1~实验4-6，实验4-11)，蒋昊(1.4节，实验2-6~实验2-8，实验4-8，实验5-1~实验5-9，实验8-1~实验8-5，实验9-8~实验9-10，实验9-14)，焦芬(实验2-5，实验3-4，实验4-3)，申丽(实验6-1，实验6-2)，程海娜(实验6-3~

实验6-6),袁礼顺(实验7-1~实验7-4,实验8-6,实验8-8),朱忠平(实验7-5~实验7-6,实验8-7,实验9-1,实验9-3),邹爱兰(实验9-2),聂珍媛(实验9-4,实验9-6,实验9-7),卢清华(实验9-5,实验9-11),武海艳(实验9-12),李骞(实验9-13),童捷失(实验9-15),东北大学印万忠(实验2-9,实验2-11~实验2-14,实验3-5,实验3-6,实验4-9),江西理工大学罗仙平(实验4-7,实验4-10,实验5-10,实验5-11,实验6-7,实验8-9),昆明理工大学肖庆飞(实验3-7)。全书内容由刘新星、蒋昊审定和修改,刘新星、蒋昊和焦芬、何名飞负责各类字符的规范、插图清绘和统稿。

限于篇幅,本书参考文献主要列出了图书专著,大量的学术期刊文章和企业网页资料等未能全部罗列,在此向文献作者一并致谢!由于时间和水平有限,书中难免存在不当之处,敬请读者批评指正。

刘新星

2015年12月

| | |
|----------------------------------|------|
| <h1>目 录</h1> | |
| 第1章 绪 论 | (1) |
| 1.1 矿物加工实验的目的与要求 | (1) |
| 1.1.1 矿物加工实验的目的 | (1) |
| 1.1.2 矿物加工实验的要求 | (1) |
| 1.2 矿物加工实验的安全防护 | (3) |
| 1.2.1 实验室安全工作的重要性 | (3) |
| 1.2.2 实验室安全事故的成因 | (3) |
| 1.2.3 实验室安全事故的表现形式 | (4) |
| 1.2.4 实验室安全事故的危害类型 | (5) |
| 1.2.5 实验室人身安全防护要点 | (5) |
| 1.3 矿物加工实验数据处理及实验设计 | (6) |
| 1.3.1 实验数据误差分析 | (6) |
| 1.3.2 实验数据处理 | (8) |
| 1.3.3 实验结果评价 | (10) |
| 1.3.4 实验方案设计 | (13) |
| 1.3.5 实验报告编写 | (16) |
| 1.4 矿物加工常用实验技术 | (18) |
| 1.4.1 实验中常用的玻璃器皿及其清洗 | (18) |
| 1.4.2 温度测量与控制 | (23) |
| 1.4.3 真空技术 | (27) |
| 1.4.4 pH 测定 | (28) |
| 1.4.5 纯矿物制备 | (30) |
| 1.4.6 矿石分选样品制备 | (31) |
| 1.4.7 选矿过程流程考查 | (34) |
| 第2章 物料的基本特性测定实验 | (42) |
| 实验2-1 固体物料粒度分布测定——筛分分析法 | (42) |
| 实验2-2 固体物料粒度分布测定——淘析法 | (44) |
| 实验2-3 固体物料密度测定 | (46) |
| 实验2-4 矿物比磁化系数测定——比较法 | (48) |
| 实验2-5 矿物比磁化系数测定——古依法 | (50) |
| 实验2-6 矿物润湿性测定——接触角法 | (52) |
| 实验2-7 矿物 ζ 电位测定——电渗法 | (55) |

| | | |
|----------------------|----------------------|-------|
| 实验 2-8 | 矿物 ζ 电位测定——电泳法 | (57) |
| 实验 2-9 | 矿浆黏度测定 | (61) |
| 实验 2-10 | 矿浆浓度测定 | (64) |
| 实验 2-11 | 物料水分测定 | (67) |
| 实验 2-12 | 物料白度测定 | (69) |
| 实验 2-13 | 矿石摩擦角测定 | (71) |
| 实验 2-14 | 矿石堆积角测定 | (73) |
| 第 3 章 粉碎与分级实验 | | (75) |
| 实验 3-1 | 颚式破碎机产品粒度特性测定 | (75) |
| 实验 3-2 | 磨矿影响因素实验 | (77) |
| 实验 3-3 | 振动筛筛分效率的测定 | (79) |
| 实验 3-4 | 水力旋流器分级效率的测定 | (81) |
| 实验 3-5 | 邦德(Bond)破碎功指数的测定 | (84) |
| 实验 3-6 | 邦德(Bond)球磨功指数的测定 | (86) |
| 实验 3-7 | 测定矿石的可磨性并验证磨矿动力学 | (89) |
| 第 4 章 物理分选实验 | | (92) |
| 实验 4-1 | 跳汰机冲程对跳汰机分选指标的影响 | (92) |
| 实验 4-2 | 摇床分选实验 | (94) |
| 实验 4-3 | 磁场强度的测定 | (96) |
| 实验 4-4 | 湿式磁选管分选实验 | (99) |
| 实验 4-5 | 高梯度磁选机分选实验 | (101) |
| 实验 4-6 | 干式强磁选机分选实验 | (103) |
| 实验 4-7 | 弱磁性铁矿石的磁化焙烧-磁选实验 | (105) |
| 实验 4-8 | 矿粒的沉降实验 | (107) |
| 实验 4-9 | 干涉沉降实验 | (110) |
| 实验 4-10 | 螺旋溜槽分选实验 | (113) |
| 实验 4-11 | 电选机分选实验 | (116) |
| 第 5 章 浮选实验 | | (118) |
| 实验 5-1 | 电导法测定水溶性表面活性剂的临界胶束浓度 | (118) |
| 实验 5-2 | 全自动表面张力仪测定表面张力 | (120) |
| 实验 5-3 | 最大气泡压力法测定溶液表面张力 | (123) |
| 实验 5-4 | 起泡剂起泡性能测定 | (125) |
| 实验 5-5 | 矿物表面浮选药剂吸附量测定 | (127) |
| 实验 5-6 | 浮选药剂在矿物表面吸附性能测定 | (129) |
| 实验 5-7 | 捕收剂对矿物浮选行为的作用 | (131) |
| 实验 5-8 | 调整剂对矿物浮选行为的影响 | (133) |

| | |
|--|--------------|
| 实验 5-9 矿石浮选分离实验 | (135) |
| 实验 5-10 单泡浮选管浮选实验 | (138) |
| 实验 5-11 过滤实验 | (140) |
| 第 6 章 化学分离与生物浸出实验 | (143) |
| 实验 6-1 萃取法分离 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 混合溶液 | (143) |
| 实验 6-2 离子交换法分离 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 混合溶液 | (146) |
| 实验 6-3 从含铜生物浸出液中萃取铜 | (148) |
| 实验 6-4 黄铜矿的生物浸出 | (150) |
| 实验 6-5 辉铜矿的生物浸出 | (152) |
| 实验 6-6 铁闪锌矿的生物浸出 | (154) |
| 实验 6-7 含金氧化矿全泥氰化浸出 | (157) |
| 第 7 章 铁矿造块实验 | (160) |
| 实验 7-1 烧结料混合、制粒与透气性测定 | (160) |
| 实验 7-2 抽风烧结实验 | (163) |
| 实验 7-3 烧结矿物理性能检测实验 | (166) |
| 实验 7-4 铁精矿静态成球性指数测定 | (169) |
| 实验 7-5 造球实验 | (173) |
| 实验 7-6 氧化球团焙烧实验 | (177) |
| 第 8 章 综合设计与研究性实验 | (180) |
| 实验 8-1 矿石浮选分离综合实验 | (180) |
| 实验 8-2 矿石重选分离综合实验 | (188) |
| 实验 8-3 矿石磁选分离综合实验 | (190) |
| 实验 8-4 一水硬铝石型铝土矿浮选脱硅实验 | (193) |
| 实验 8-5 硫化矿电位调控浮选实验 | (195) |
| 实验 8-6 均热烧结综合实验 | (198) |
| 实验 8-7 熔剂性球团矿综合实验 | (200) |
| 实验 8-8 铁精矿球团直接还原综合实验 | (202) |
| 实验 8-9 化学分选法制取铋精矿实验 | (204) |
| 第 9 章 大型仪器 | (207) |
| 实验 9-1 X 射线荧光光谱仪测试技术 | (207) |
| 实验 9-2 原子吸收分光光度计测试技术 | (214) |
| 实验 9-3 碳硫分析仪测试技术 | (218) |
| 实验 9-4 动电位仪测试与实验技术 | (222) |
| 实验 9-5 全自动比表面积及孔隙测定仪测试与实验技术 | (231) |
| 实验 9-6 激光粒度仪测试技术 | (235) |

| | | |
|---------|------------------|-------|
| 实验 9-7 | 纳米粒度仪测试技术 | (242) |
| 实验 9-8 | 紫外可见分光光度计测试与实验技术 | (249) |
| 实验 9-9 | 总有机碳分析仪测试与实验技术 | (255) |
| 实验 9-10 | 傅立叶变换红外光谱仪测试技术 | (259) |
| 实验 9-11 | 同步热分析仪测试技术 | (265) |
| 实验 9-12 | 原子力显微镜测试与实验技术 | (267) |
| 实验 9-13 | 电化学综合测试仪测试与实验技术 | (272) |
| 实验 9-14 | 透反两用偏光显微镜测试与实验技术 | (275) |
| 实验 9-15 | MLA 矿物参数自动定量测试技术 | (280) |
| 附录 | | (287) |
| 附录 1 | 常见矿物化学成分和主要物理性质 | (287) |
| 附录 2 | 计量单位换算表 | (292) |
| 附录 3 | 市售常用试剂的浓度和密度 | (292) |
| 附录 4 | 球磨机钢球的数据换算 | (293) |
| 附录 5 | 常用矿物的零电点(PZC) | (293) |
| 附录 6 | 常见筛制 | (294) |
| 附录 7 | 主要矿物的可浮性 | (295) |
| 附录 8 | 磨矿细度的换算 | (295) |
| 附录 9 | 常用选矿药剂分类 | (296) |
| 附录 10 | 常用浮选药剂性能表 | (299) |
| 附录 11 | 角度和倾斜度换算 | (306) |
| 附录 12 | 矿物加工常用符号表 | (307) |
| 参考文献 | | (309) |

第1章 绪论

科学技术是第一生产力,当今世界是一个科学技术迅速发展和广泛普及的时代。因此,要使矿物加工领域的大学生将来能适应这种形势,就必须重视和加强矿物加工实验教学。众所周知,实践是创新的源泉,没有实践不可能有创新。实验教学是全面推进素质教育的一个重要组成部分。

1.1 矿物加工实验的目的与要求

矿物加工实验是一门专业实验课程,通过对实验现象的观察和分析,深入了解矿物分离现象的本质,揭示矿物加工过程的规律。实验是矿物加工学研究的基本手段,在实验的基础上发展理论,又在理论的指导下进行新的实验,这种实验和理论的辩证关系,不断推动矿物加工学的发展。

1.1.1 矿物加工实验的目的

矿物加工学是由传统的浮选、重选、磁选等发展演变形成的新的学科体系。它是根据物理化学原理,通过分离、富集、纯化、提取、改性等技术对矿物资源、二次资源及非矿物资源进行加工,获得其中有用物质的科学技术。

矿物加工实验教学的主要目的是使学生初步了解矿物加工的研究方法,掌握矿物加工学的基本实验技术和技能,学会重要的物料性质测定,熟悉矿物加工学实验现象的观察和记录,实验条件的判断和选择,实验数据的测量与处理,实验结果的分析 and 归纳等一整套严谨的实验方法,从而加深对矿物加工学基本理论的理解,增强解决矿物加工学问题的能力。

矿物加工学实验课的教学按照三层次一体化设计,基础实验强调规范化,专题实验强调启发式,综合实验强调科研创新能力的培养,三层次实验形成一个有机的整体,即:以矿物综合处理与利用为主线,以矿物加工学实验的基本操作、研究方法、现代分析手段为基本内容,实施“认识—探索—实践”层次递进的实验教学模式。

1.1.2 矿物加工实验的要求

矿物加工学实验在培养学生实事求是的科学态度、严密细致的实验作风、熟练正确的实验技能、分析问题和解决问题的能力等方面,应该有严格的要求。教师应根据学生的不同情况,有针对性地加强良好实验素质的训练,培养学生研究与开发综合利用矿产资源的能力,提高学生矿物加工实验研究的能力和水平。

实验中要求的“实事求是”,就是说要把实验中所观测到的现象、数据、规律如实地记录下来,把它们当作第一手材料来对待。科学的推理要以实验观测为依据,科学的理论要用实验观测来检验。实验中直接观测到的现象和数字,也可能不够准确,也可能有错误,但是某

次实验是不是可靠,只能用反复多次的实验来核对,对待实验结果必须严肃认真,决不能随便更改某个数据。只有具备了这种基本态度,实验工作才能提供有意义的材料,才能理解为什么要对实验工作提出那么多要求,才能积极主动地根据这些要求来工作,并使自己受到严格、正确的训练,不断提高科学实验能力。

1. 实验前的准备

(1) 阅读实验教材,弄清实验的目的与要求。

(2) 根据实验的具体任务要求,研究实验的做法及其理论依据,分析应该取哪些数据并弄清实验数据的变化规律。

(3) 到现场观看实验设备,熟悉主要设备的结构、仪表种类、安装位置,了解它们的启动和使用方法。

(4) 根据实验任务及现场设备情况或实验室可提供的其他条件,最后确定应该测取的数据。

(5) 拟定实验方案,确定先做什么,后做什么,需要哪些设备,设备的启动程序和操作条件以及调整方式和方法等。

2. 实验中应测哪些数据

(1) 凡是影响实验结果或是数据整理过程中所需的数据都必须测取。它包括环境条件、设备的有关尺寸、物料性质及操作条件等。

(2) 并不是所有数据都要直接测取。凡可以根据某一数据导出或从手册中查出的其他数据,就不必直接测定。

3. 读取数据、做好记录

(1) 事先必须拟好记录表格,以保证数据的完整及条理清楚。每个学生都应有一个实验记录本。

(2) 实验时一定要在现象正常后再开始读取数据,条件改变后,需要稳定一段时间才能读取数据,因为仪表通常具有滞后现象。

(3) 同一条件下至少要读取两组数据,而且只有当两组读数接近时才能继续改变条件。

(4) 记录必须真实地反映仪表的精确度,一般要记录至仪表上最小分度以下一位数据,且每个数据都应写明单位。

(5) 记录数据要以当时的实际读取数据为准。如果数据稳定不变,也应该照常记录,不得空下不记。如果漏记了数据,应该留出相应的空格。

(6) 实验中如果发现不正常情况以及数据有明显误差时,应该在备注栏中加以说明。

4. 实验中的注意事项

实验过程中除了读取数据外,还应该注意以下事项。

(1) 从事操作的人员必须密切注意仪表指示值的变动,随时调节,务必使整个实验过程都在规定条件下进行,尽量减小实际操作条件和规定条件之间的差距,操作人员不要擅离岗位。

(2) 读取数据后,应立即和前次数据相比较,也要和其他有关数据相对照,分析相互关系是否合理。如果发现不合理的情况,应该立即与小组人员共同研究、分析,找出数据不合理的原因,以便及时发现问题、解决问题。

(3) 在实验过程中,还应该注意观察实验现象,特别是发现某些不正常现象时更应抓住