

矿业与环境类专业实验教学丛书 / 邓衍义 主编



矿物加工工程专业 实验指导书

余新阳 编著

江西高校出版社



矿业与环境类专业实验教学丛书/邓衍义 主编

矿物加工工程专业 实验指导书

余新阳 编著

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿物加工工程专业实验指导书/余新阳编. —南昌:江西高校出版社, 2010.7

(矿业与环境类专业实验教学丛书/邓衍义主编)

ISBN 978-7-81132-992-6

I. ①矿... II. ①余... III. ①选矿-实验-高等学校-教学参考资料 IV. ①TD9-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第140058号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道96号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791) 8504319
销 售 电 话	(0791) 8508502
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
照 排	江西龙莹印务有限公司
经 销	各地新华书店
开 本	850mm×1168mm 1/32
印 张	6.125
字 数	139千字
版 次	2010年10月第1版第1次印刷
印 数	1~1000册
书 号	ISBN 978-7-81132-992-6
定 价	20.00元

赣版权登字-07-2010-179

版权所有 侵权必究

前 言

现代教育要求学生不仅要掌握一定的基础知识,而且还要培养和发展他们的智力和能力。如:学生动手操作能力、观察能力、创造性思维能力、科学研究能力以及记录和描述现象的能力、数据处理的技巧能力等等,都是在学生掌握知识的过程中逐步形成和提高的。而实验教学则是形成各种能力最有效的手段之一。显然实验教学指导书在实验教学中具有无可替代的作用。

根据教育部有关建立“高校实验教学示范中心”的标准,结合培养“应用型、复合型”的人才培养目标,通过对教学实验内容、课程体系、教学方法的更新,对教学设备和教学条件的进一步整合和优化,提高学生工程实践能力,培养适应新世纪国家经济建设与社会发展需要的、具有竞争能力的高素质工程专业人才,急需完善包括实验教材在内的各项建设。《矿业与环境类专业实验教学丛书》紧跟时代发展进行编写,包括《采矿工程专业实验指导书》《矿物加工工程专业实验指导书》《安全工程专业实验指导书》《环境工程专业实验指导书》四个分册。在内容上图文并茂,通俗易懂,强调实用性与可操作性。

本书是《矿业与环境类专业实验教学丛书》之一,按课程内容不同共分七章,涵盖了矿物加工工程专业本科实验

教学的大部分内容。第1章《绪论》、第2章《矿物加工学》课程实验指导书、第3章《化学选矿》课程实验指导书、第4章《粉体工程》课程实验指导书、第5章《研究方法实验》课程实验指导书、第6章《化工原理》课程实验指导书、第7章《矿石学》课程实验指导书。第1章、第2章、第4章、第5章由余新阳同志执笔;第3章由方夕辉同志执笔;第6章由艾光华等同志执笔;第7章由陈江安同志执笔。本教材可以作为矿物加工工程专业及其相关专业开展本科实验教学的指导书,同时也可以作为矿山企业、科研院所等有关部门单位进行矿物加工实践技能教育和培训的参考用书。本书在编写过程中参考了大量文献资料及网络资源,未能一一注明,在此一并致谢。本书由于编写时间仓促,加之编者水平有限,书中难免会有疏漏和不足之处,恳请同行及读者批评指正。

编者

2010 - 8

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 实验教学的作用与任务	1
1.2 专业实验的基础知识	2
1.3 课程实验教学要求	2
1.4 学生实验守则	3
第 2 章 《矿物加工学》课程实验指导书	5
2.1 概述	5
2.1.1 本课程实验的作用与任务	5
2.1.2 本课程实验的基础知识	6
2.2 浮选实验指导书	6
2.2.1 矿物润湿性的测定—接触角法	6
2.2.2 纯矿物在捕收剂作用下的可浮性	12
2.2.3 捕收剂实验	15
2.2.4 调整剂实验	17
2.2.5 起泡剂性能的测定	21
2.2.6 硫化矿浮选实验	23
2.2.7 浮选动力学实验	30
2.3 重力选矿实验指导书	34
2.3.1 水析实验	34
2.3.2 跳汰实验(一)	37
2.3.3 跳汰实验(二)	40

2.3.4	跳汰实验(三)	41
2.3.5	摇床分选实验	43
2.3.6	螺旋溜槽选矿实验	46
2.3.7	分级效率的测定——水力旋流器法	48
2.4	磁电选矿实验指导书	50
2.4.1	矿物比磁化系数的测定	50
2.4.2	矿石中磁性矿物含量测定——湿式磁选管法	56
2.4.3	矿石中磁性矿物含量测定——干式交直流电磁 分选仪法	59
2.4.4	磁场强度的测定	62
2.4.5	电选机分选实验	67
2.4.6	矿物电磁分选实验—高梯度磁选机	70
第3章	《化学选矿》课程实验指导书	73
3.1	概述	73
3.1.1	本课程实验的作用与任务	73
3.1.2	本课程实验的基础知识	73
3.2	基本实验指导	73
3.2.1	从混合硫化矿中浸出铋	73
3.2.2	水解法制取铋精矿	75
3.2.3	铁置换法制取铋精矿	76
3.2.4	P204 萃取钴	76
第4章	《粉体工程》课程实验指导书	78
4.1	概述	78
4.1.1	本课程实验的作用与任务	78

4.1.2	本课程实验的基础知识·····	78
4.2	基本实验指导·····	78
4.2.1	筛分分析和绘制筛分分析曲线·····	78
4.2.2	振动筛的筛分效率和生产率测定·····	82
4.2.3	测定破碎机的产品粒度组成和找出它的粒度特性 方程·····	85
4.2.4	测定矿石的可磨性并验证磨矿动力学·····	88
4.2.5	磨矿影响因素试验·····	92
第5章	《研究方法实验(2·5)》课程实验指导书·····	96
5.1	绪论·····	96
5.1.1	本课程实验的作用与任务·····	96
5.1.2	本课程实验的基础知识·····	96
5.1.3	本课程实验教学要求·····	97
5.2	基本实验指导·····	98
5.2.1	试料的制备及物理特性测定·····	98
5.2.2	磨矿曲线实验及真比重和油类药剂重量的测定·····	98
5.2.3	探索实验·····	99
5.2.4	pH 值调整剂实验·····	100
5.2.5	抑制剂用量实验·····	101
5.2.6	捕收剂种类及用量实验·····	101
5.2.7	捕收剂及抑制剂两因素的析因实验·····	101
5.2.8	磨矿细度实验·····	102
5.2.9	精选条件实验·····	102
5.2.10	开路流程实验·····	102

5.2.11	闭路实验	103
第6章	《化工原理》课程实验指导书	104
6.1	概 述	104
6.1.1	化工原理实验特点及基本要求	104
6.1.2	化工原理实验教学内容	104
6.1.3	学生实验守则	105
6.1.4	本课程实验的作用与任务	106
6.1.5	本课程实验的基础知识	106
6.2	基本实验指导	107
6.2.1	物料的沉淀浓缩实验	107
6.2.2	流体流动阻力的测定	110
6.2.3	流量计的流量校正	115
6.2.4	离心泵特性曲线的测定	119
6.2.5	过滤实验	125
6.2.6	换热器的操作和传热系数的测定	129
6.2.7	干燥操作和干燥速率曲线的测定	134
6.2.8	超临界 CO ₂ 萃取实验	140
6.2.9	柏努利方程实验(演示)	147
6.2.10	雷诺实验(演示)	149
第7章	《矿石学》课程实验指导书	164
7.1	概 述	164
7.1.1	本课程实验的作用与任务	164
7.1.2	本课程实验的基础知识	164
7.2	基本实验指导	164

7.2.1	对称要素分析及晶族晶系划分	164
7.2.2	聚性分析	168
7.2.3	矿物的形态和物理性质	169
7.2.4	自然元素硫和硫化矿物的认识	172
7.2.5	氧化物及氢氧化物矿物的认识	172
7.2.6	硅酸盐类矿物的认识	173
7.2.7	钨酸盐、碳酸盐等含氧盐类矿物的认识	174
7.2.8	几种常见岩石的认识	174
7.2.9	岩浆矿石及矽卡岩矿石	176
7.2.10	热液矿石	177
7.2.11	沉积矿石、变质矿石	178
7.2.12	矿相(反光)显微镜的基本构造及其使用	179
7.2.13	不透明矿物光学性质	179
7.2.14	矿物硬度的测定	180
7.2.15	不透明矿物系统的鉴定	182

第1章 绪论

1.1 实验教学的作用与任务

矿物加工工程专业实验是矿物加工工程及相关专业本科教学必修的专业实践课程,是矿物加工工程专业课程中的重要组成部分,主要进行专业课程基本原理和方法实验的训练与实践,强化学生对基本理论知识、技术工艺及相应的机械设备的工作原理及其应用的实践能力。

矿物加工工程专业实验主要通过多种方式的实验实践,掌握实验方法、熟悉实验手段、分析实验过程、培养兴趣、拓展专业面、提高专业技术水平。通过对实验现象的观察、思考以及实验数据的整理、分析,帮助学生直观、理性地学习和了解矿物加工过程的基本规律、影响因素、应用领域及应用领域的拓展,实现更高层次上对矿物加工过程基本原理、基本方法和应用的认识。同时,让学生掌握矿物加工的基本实验环节与方法,补充和深化课堂理论教学内容、强化课堂教学效果、提高专业知识水平,是全面学习、掌握、提高、拓展矿物加工学知识的必不可少的途径。

课程学习的主要目的在于:

(1) 通过实践进一步巩固和加深对相关课程基本知识、基本原理的理解,深化课堂讲授内容。

(2) 掌握常用实验设备的结构原理与操作,熟悉矿物加工工程实践基本过程及其主要影响因素。

(3) 能够正确认识、使用相关仪器设备并掌握其结构组成、工作原理和操作步骤,培养学生的动手能力和解决实际问题的能力。

(4) 通过对实验过程中现象的观察、实验结果的分析,培养学生观察、思考、分析、归纳的科学研究习惯,培养学生的创新素质。

(5) 培养学生总结、分析实验结果,独立、正确地编写实验报告和研究报告的基本功。

(6) 培养学生将本专业知识向相关领域拓展的综合应用素质。

(7) 培养学生严肃认真的工作作风、团结协作的工作精神和严谨求实的科学研究态度。要求实验内容强调实践性、实验方式、手段多样化,突出对学生专业水平的提升、实践能力的训练和创新素质的培养。

1.2 专业实验的基础知识

矿物加工工程专业实验是矿物加工专业课程中的一个重要环节,涉及面广,囊括了《矿物加工学》、《化学选矿》、《粉体工程》、《化工原理》、《矿石学》、《矿物加工学研究方法实验》等课程实验内容。各实验的基础知识依据课程不同而不同。

1.3 课程实验教学要求

所有实验都分为小组来进行实验,小组内分岗位进行实验,实验数据小组内共用,每人提供独立的实验报告。本实验课程开设的目的是提高学生的专业实践能力、增强工程意识,通过该实践环节的教学,要求学生:

(1) 应明确开展专业实验的意义、特点与一般要求,特别需要进行安全规程与有关注意事项的教育,让学生树立安全意识。

(2) 为了保证实验进度、提高实验效率、避免盲目性和原则性失误,实验前要求学生必须进行预习,明确实验目的、了解实验仪器(或系统)的工作原理、实验步骤及注意事项,并提交实验预习报告,

经指导老师检查认可后方可进行实验。

(3) 要求把现象观测与所学的基本原理紧密联系起来,突出对实验原理的理解,并独立进行分析判断。配备相应的思考题库。让学生带着问题观察、在观察中思考问题。

(4) 对操作实验,重点应放在实验过程的学习上,并达到通过实验过程了解一般选矿过程、现象及其影响因素的目的。

(5) 实验要求学生自己独立完成,教师进行重点指导。在实验过程中,要求学生发挥协作精神,互相配合、做好实验。实验分组由实验教师划分,学生不能无故调换。

(6) 对必做实验要求学生必须在规定时间内、地点完成实验内容。对选做实验或学生的兴趣实验由实验室灵活组织、安排。每次实验结束后,实验结果经任课教师签字后方可离开实验室。

(7) 对部分选做实验,学生应提前申请,以便做好实验前的准备工作。

(8) 教师要认真组织好每一堂实验课,必须精心做好实验准备,为学生提供具有安全保证和材料齐全的实验环境;必须检查预习报告,提高实验效率、降低实验错误;对学生的实验数据进行检查和认可;每次实验,教师都必须进行实验小结。

(9) 每次实验结束,应给出适量的分析思考题。

(10) 鼓励学生生活学活用所学知识提出自己的见解与意见,对独特的见解和思路应予以支持并创造实施条件。

1.4 学生实验守则

(1) 遵守纪律,不迟到不早退,在实验室内保持安静,不大声谈笑,遵守实验室的一切规章制度,听从教师指导。

(2) 实验前要认真预习,做好预习报告,经教师提问通过后,方可准予参加实验。

(3) 实验时要严格遵守仪器、设备、电路的操作规程,不得擅自变更,操作前须经教师检查同意后方可接通电路和开关,操作中仔细观察,如实记录现象和数据。仪器设备若发生故障,严禁擅自处理,应立即报告教师。

(4) 实验后根据原始记录,处理数据、分析问题,及时做好实验报告。

(5) 爱护仪器、注意安全,水、电、煤气、药品要节约使用。

(6) 保持实验室整洁,废品、废物丢入垃圾箱内。

(7) 实验完毕记录数据须经教师审查签字,做好清洁工作,恢复仪器设备原状,关好门窗,检查水、电、气源是否关好后,方可离开实验室。

第2章 《矿物加工学》课程实验指导书

2.1 概述

2.1.1 本课程实验的作用与任务

矿物加工学实验是矿物加工工程及相关专业本科教学必修的专业实验课程,是矿物加工学课程中的一个重要环节,主要进行矿物加工原理和矿物加工方法实验,强化学生对各种矿物加工方法的基本理论、加工工艺及相应的机械设备的工作原理及其应用的实践能力。

矿物加工学实验技术主要通过多种方式的实验实践,掌握实验方法、熟悉实验手段、分析实验过程,培养兴趣、拓展专业面、提高专业技术水平。通过对实验现象的观察、思考,实验数据的整理、分析,帮助学生直观、理性地学习和了解矿物加工过程的基本规律、影响因素、应用领域及应用领域的拓展,实现更高层次上对矿物加工过程基本原理、基本方法和应用的认识。同时,让学生掌握矿物加工的基本实验环节与方法,补充和深化课堂理论教学内容、强化课堂教学效果、提高专业知识水平,是全面学习、掌握、提高、拓展矿物加工学知识的必不可少的途径。课程的主要目的在于:

(1) 通过实践进一步巩固和加深对矿物加工学基本知识、基本原理的理解,深化课堂讲授内容。

(2) 掌握常用矿物加工实验设备的结构原理与操作,熟悉矿物加工基本过程及其主要影响因素。

(3) 能够正确认识、使用相关仪器设备、掌握其结构组成、工作原理和操作步骤,培养学生的动手能力和解决实际问题的能力。

(4) 使学生通过对实验过程中现象的观察、实验结果的分析,培

养学生观察、思考、分析、归纳的科学研究习惯,培养学生的创新素质。

(5) 培养学生总结、分析实验结果,独立、正确地编写实验报告和研究报告的基本功。

(6) 培养学生将本专业知识向相关领域拓展的综合应用素质。

(7) 培养学生严肃认真的工作作风、团结协作的工作精神和严谨求实的科学研究态度。要求实验内容强调实践性、实验方式、手段多样化,突出对学生专业水平的提升、实践能力的训练和创新素质的培养。

2.1.2 本课程实验的基础知识

矿物加工学实验是矿物加工学课程中的一个重要环节,它的理论课源于《矿物加工学》,本实验课程囊括了矿物加工学中的重选、磁电选、浮选等方面的工程实践。利用物料颗粒在流体力场中的运动特性及其在流体力场和重力场中的分选规律;颗粒的磁性、电性及在电磁力场中的分选规律;颗粒的表面物理、化学性质及以其为基础的分选原理。

2.2 浮选实验指导书

2.2.1 矿物润湿性的测定——接触角法

一、实验目的

本实验包括矿物润湿接触角和溶液表面张力测定两部分内容。通过测定与计算,了解和掌握:

- (1) 不同的矿物具有不同的天然可浮性。
- (2) 矿物表面的润湿性是可以调节的。
- (3) 从实验中认识矿物表面润湿性与可浮性的关系,并通过调节来改变各种矿物表面的润湿性。
- (4) 测定接触角和溶液表面张力的实验技术。

二、实验原理

(1) 润湿角测定原理

本实验测定方法是: 分别在洁净的矿物磨光片表面和经过选矿剂处理的矿物磨光片表面上滴上一个水滴, 在固—液—气三相介面上, 由于表面张力的作用, 形成接触角。然后用聚光灯通过显微镜在屏幕上放大成像, 用量角器直接量得接触角的大小。

矿物润湿接触角可以通过幕屏上坐标纸和显微镜测微目镜测得气泡与矿物表面接触直径 L 和气泡高度 H 进行:

$$\because \angle ONM = 90^\circ \quad \angle ONC + Q = 90^\circ$$

$$\therefore Q = 90 - \angle ONC$$

又 $\because \Delta PNC$ 是直角三角形, ΔNOP 是等腰三角形

而 $\angle NOC = \angle ONP + \angle NPO = 2\varphi$

$$\therefore Q = 2\varphi$$

$$\text{又} \because \operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{2} \cdot \frac{L}{H} = \frac{L}{2H}$$

$$\therefore \operatorname{tg} \frac{Q}{2} = \frac{L}{2H}$$

$$\text{故} \quad Q = 2 \operatorname{arctg} \frac{L}{2H}$$

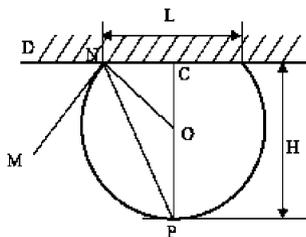


图 2.1 接触角测量计算图

(2) 溶液表面张力测定原理——最大

大气泡压力法

设毛细管的半径为 r 且毛细管刚好浸入液面, 则气泡由毛细管中逸出时的最大附加压力为:

$$P_s = \Delta p = \frac{2\sigma}{r} = \Delta h \cdot \rho \cdot g \quad (2-1)$$

$$\sigma = \frac{r}{2} \Delta h \cdot \rho \cdot g \quad (2-2)$$

式中:

Δh —— U 形压力计所显示的液柱高差;