



昆明冶金高等专科学校  
KUNMING METALLURGY COLLEGE

国家示范性高职院校建设项目成果教材

· 高职高专“十二五”规划教材 ·



# 火法冶金——备料与焙烧技术

HUOFA YEJIN BEILIAO YU BEISHAO JISHU

陈利生 余宇楠 主 编  
刘自力 张少广 副主编



冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press

高职高专“十二五”规划教材

# 火法冶金——备料与焙烧技术

主 编 陈利生 余宇楠  
副主编 刘自力 张少广

北 京  
冶 金 工 业 出 版 社  
2011

## 内 容 提 要

本书围绕冶金生产过程备料与焙烧的主要生产环节,分别介绍了备料与焙烧基础知识,原料破碎、磨制、干燥,造球与球团,配料、焙烧,硫化锌精矿流态化焙烧,硫化铅精矿烧结焙烧,锡精矿炼前处理,氧化铝原矿浆制备等内容。

本书可作为高职高专院校冶金技术及相关专业的教学用书,也可作为备料工与焙烧工职业技能鉴定培训与考核的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

火法冶金:备料与焙烧技术/陈利生,余宇楠主编. —北京:  
冶金工业出版社,2011.4

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5482-1

I. ①火… II. ①陈… ②余… III. ①火法冶金—  
高等职业教育—教材 IV. ①TF111.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第055390号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 王 优 宋 良 美术编辑 李 新 版式设计 葛新霞

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5482-1

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011年4月第1版,2011年4月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;9印张;212千字;130页

18.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

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

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

# 序



昆明冶金高等专科学校冶金技术专业是国家示范性高职院校建设项目,中央财政重点建设专业。在示范建设工作中,我们围绕专业课程体系的建设目标,根据火法冶金、湿法冶金技术领域和各类冶炼工职业岗位(群)的任职要求,参照国家职业标准,对原有课程体系和教学内容进行了大力改革。以突出职业能力和工学结合特色为核心,与企业共同开发出了紧密结合生产实际的工学结合特色教材。我们希望这些教材的出版发行,对探索我国冶金高等职业教育改革的成功之路,对冶金高技能人才的培养,起到积极的推动作用。

高等职业教育的改革之路任重道远,我们希望能够得到读者的大力支持和帮助。请把您的宝贵意见及时反馈给我们,我们将不胜感激!

昆明冶金高等专科学校

# 前 言



本书是按照昆明冶金高等专科学校“三双”(双领域、双平台、双证书)冶金高技能人才培养模式要求,结合备料与焙烧工艺最新进展和高职冶金教育特点,力求体现工作过程系统化的课程开发理念,参照行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。

本书以培养具有较高专业素质和较强职业技能,适应企业生产及管理一线需要的“下得去,留得住,用得上,上手快”冶金高技能人才为目标,贯彻理论与实际相结合的原则,力求体现职业教育针对性强、理论知识实践性强、培养应用型人才的特点。

本书由昆明冶金高等专科学校陈利生、余宇楠任主编,昆明冶金高等专科学校刘自力、云南马关云铜锌业有限公司张少广任副主编,参编人员还有昆明冶金高等专科学校杨志鸿、陈福亮、杨朝聪。具体编写分工为:第1、2、4~6章由陈利生、余宇楠、杨志鸿共同编写,第3、7~9章由张少广、刘自力、陈福亮、杨朝聪共同编写。

由于编者水平所限,书中不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者  
2010年12月

## 冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
物理化学(第3版)(国规教材)	王淑兰 主编	35.00
热工测量仪表(国规教材)	张 华 等编	38.00
相图分析及应用(本科教材)	陈树江 等编	20.00
传输原理(本科教材)	朱光俊 主编	42.00
冶金热工基础(本科教材)	朱光俊 主编	36.00
钢铁冶金学教程(本科教材)	包燕平 等编	49.00
钢铁冶金原燃料及辅助材料(本科教材)	储满生 主编	59.00
耐火材料(第2版)(本科教材)	薛群虎 主编	35.00
炼铁学(本科教材)	梁中渝 主编	45.00
炼钢学(本科教材)	雷 亚 主编	42.00
冶金设备(本科教材)	朱 云 主编	49.80
冶金设备课程设计(本科教材)	朱 云 主编	19.00
有色冶金概论(第2版)(本科教材)	华一新 主编	30.00
有色金属真空冶金(第2版)(本科国规教材)	戴永年 主编	36.00
有色冶金化工过程原理及设备(第2版)(本科国规教材)	郭年祥 编著	49.00
冶金过程数值模拟基础(本科教材)	陈建斌 编著	28.00
物理化学(高职高专规划教材)	邓基芹 主编	28.00
物理化学实验(高职高专国规教材)	邓基芹 主编	19.00
冶金专业英语(高职高专规划教材)	侯向东 主编	28.00
冶金生产概论(高职高专国规教材)	王明海 主编	28.00
烧结矿与球团矿生产(高职高专国规教材)	王悦祥 等编	29.00
金属材料及热处理(高职高专规划教材)	王悦祥 等编	35.00
冶金原理(高职高专规划教材)	卢宇飞 主编	36.00
炼铁技术(高职高专国规教材)	卢宇飞 主编	29.00
高炉炼铁设备(高职高专规划教材)	王宏启 主编	36.00
炼铁工艺及设备(高职高专规划教材)	郑金星 等编	49.00
炼钢工艺及设备(高职高专规划教材)	郑金星 等编	49.00
铁合金生产工艺及设备(高职高专规划教材)	刘 卫 主编	39.00
矿热炉控制与操作(高职高专规划教材)	石 富 主编	37.00
稀土冶金技术(高职高专规划教材)	石 富 主编	36.00
火法冶金——粗金属精炼(高职高专规划教材)	刘自力 等编	18.00
湿法冶金——净化技术(高职高专规划教材)	黄 卉 等编	15.00
湿法冶金——浸出技术(高职高专规划教材)	刘洪萍 等编	18.00
湿法冶金——电解技术(高职高专规划教材)	陈利生 等编	22.00
氧化铝制取(高职高专规划教材)	刘自力 等编	18.00
氧化铝生产仿真实训(高职高专规划教材)	徐 征 等编	20.00
金属铝熔盐电解(高职高专规划教材)	陈利生 等编	18.00
金属热处理生产技术(高职高专规划教材)	张文莉 等编	35.00
金属塑性加工生产技术(高职高专规划教材)	胡 新 等编	32.00
安全系统工程(高职高专规划教材)	林 友 等编	24.00
有色金属轧制(高职高专规划教材)	白星良 主编	29.00
有色金属挤压与拉拔(高职高专规划教材)	白星良 主编	32.00
炼铁计算辨析	那树人 编著	40.00

# 目 录

<b>1 备料与焙烧基础知识</b> .....	1
1.1 备料的定义、作用 .....	1
1.1.1 备料的定义 .....	1
1.1.2 焙烧 .....	1
1.1.3 备料的作用 .....	1
1.2 冶金过程常见原料的种类、特点及备料方法的分类 .....	1
1.2.1 冶金过程常见原料的种类、特点 .....	1
1.2.2 备料方法的分类 .....	2
1.3 备料工艺流程实例 .....	2
1.3.1 硫化锌精矿焙烧工艺流程 .....	2
1.3.2 氧化铝原矿浆制备工艺流程 .....	3
复习思考题 .....	3
<b>2 原料破碎、磨制、干燥</b> .....	4
2.1 原料破碎 .....	4
2.1.1 破碎原理 .....	4
2.1.2 破碎工艺流程 .....	6
2.1.3 破碎设备 .....	7
2.1.4 破碎操作 .....	10
2.1.5 破碎技术经济指标 .....	12
2.2 磨制 .....	14
2.2.1 磨制原理 .....	15
2.2.2 磨制工艺流程 .....	15
2.2.3 磨制设备 .....	16
2.2.4 磨制操作 .....	19
2.2.5 磨制故障判断及处理 .....	21
2.2.6 磨制技术经济指标 .....	22
2.3 筛分 .....	22
2.3.1 筛分原理 .....	23
2.3.2 筛分工艺流程 .....	25
2.3.3 筛分设备 .....	25
2.3.4 筛分操作 .....	28

2.3.5 筛分故障判断及处理	28
2.3.6 筛分技术经济指标	29
2.4 干燥	30
2.4.1 干燥原理	31
2.4.2 干燥工艺流程	36
2.4.3 干燥设备	37
2.4.4 干燥操作	37
2.4.5 干燥故障判断及处理	40
复习思考题	41
<b>3 造球与球团</b>	<b>42</b>
3.1 造球与球团原理	43
3.1.1 造球与球团的基本概念	43
3.1.2 生球成球过程	43
3.1.3 影响成球的因素	44
3.1.4 生球质量要求及检验方法	47
3.2 造球与球团工艺流程	47
3.3 造球与球团设备	48
3.3.1 圆筒制粒机	48
3.3.2 圆盘制粒机	49
3.3.3 球团竖炉	50
3.3.4 带式焙烧机	51
3.3.5 链算机-回转窑	52
3.4 造球与球团操作	53
3.4.1 原料准备	53
3.4.2 配料	53
3.4.3 炉料混合与润湿	53
3.4.4 混合料的成球	54
3.4.5 生球焙烧	54
3.4.6 焙烧球团的冷却、筛分	55
复习思考题	55
<b>4 配料</b>	<b>56</b>
4.1 配料基本原理	56
4.1.1 配料基本概念	56
4.1.2 配料的目的	56
4.1.3 配料的主要步骤	56
4.1.4 配料的方法	56
4.1.5 配料设备	57
4.1.6 冶金厂配料特点	57



4.2 配矿	58
4.2.1 配矿基本概念	58
4.2.2 配矿对冶金生产过程的影响	58
4.2.3 配矿的方法	58
4.2.4 配矿的操作	58
4.2.5 配矿计算	58
4.3 配料分类及计算实例	59
4.3.1 仓式配料	59
4.3.2 堆式配料	66
4.3.3 湿式配料	68
4.3.4 配料计算	69
复习思考题	72
<b>5 焙烧</b>	<b>73</b>
5.1 焙烧原理	73
5.1.1 焙烧基本概念	73
5.1.2 焙烧的目的	73
5.1.3 焙烧分类	73
5.1.4 各种硫化物焙烧在冶金中的用途和特点	74
5.1.5 金属硫化物焙烧最终产物的分析判断方法	74
5.2 硫化物焙烧原理——Me-S-O 系平衡图在硫化物焙烧过程中的应用	75
5.2.1 硫化物焙烧过程 Me-S-O 系平衡图的类型	75
5.2.2 $\lg(p_{\text{SO}_2}/p^\ominus) - \lg(p_{\text{O}_2}/p^\ominus)$ 关系图的绘制	75
5.2.3 $\lg(p_{\text{SO}_2}/p^\ominus) - \lg(p_{\text{O}_2}/p^\ominus)$ 关系图在焙烧过程中的分析应用	77
5.2.4 用 Me-S-O 系平衡图分析温度对焙烧产物的影响	78
5.3 硫化物氧化焙烧	80
5.4 硫化物硫酸化焙烧	81
5.5 硫化物氧化还原焙烧	84
复习思考题	86
<b>6 硫化锌精矿流态化焙烧</b>	<b>87</b>
6.1 硫化锌精矿沸腾焙烧原理	87
6.1.1 流化床的形成	88
6.1.2 流态化范围与操作速度	88
6.1.3 沸腾焙烧过程主要化学反应	88
6.1.4 硫化锌精矿焙烧时各成分的行为	88
6.2 沸腾焙烧工艺流程	90
6.3 沸腾焙烧炉及其附属设备	90
6.3.1 沸腾焙烧炉的结构	91

6.3.2	加料与排料系统	91
6.3.3	炉气及收尘系统	92
6.4	沸腾焙烧炉的正常操作	92
6.4.1	沸腾焙烧炉的烘炉、开炉与停炉	92
6.4.2	沸腾焙烧炉的正常生产操作	94
6.5	沸腾焙烧炉生产故障及处理	95
6.5.1	系统停电	95
6.5.2	鼓风机停电	95
6.5.3	排风机停电	95
6.6	硫化锌精矿流态化焙烧的主要技术参数的确定	95
6.6.1	炉床能力的选择	95
6.6.2	沸腾层高度的选择	96
6.6.3	沸腾焙烧炉炉床面积的选择	96
6.6.4	空气分布板的选择	97
6.6.5	沸腾焙烧炉的其他部件	97
6.6.6	沸腾焙烧的产物	97
6.7	硫化锌精矿流态化焙烧的主要技术经济指标	98
	复习思考题	98
<b>7</b>	<b>硫化铅精矿烧结焙烧</b>	<b>99</b>
7.1	硫化铅精矿烧结焙烧的目的	99
7.1.1	烧结程度及脱硫率	99
7.1.2	烧结焙烧的工艺流程及设备发展	100
7.1.3	烧结块的质量要求	100
7.2	硫化铅精矿烧结焙烧的基本原理	101
7.2.1	硫化物进行氧化的难易程度	101
7.2.2	硫化物的着火温度	101
7.2.3	炉料各组分在烧结时的行为	102
7.3	硫化铅精矿烧结焙烧的工艺流程	103
7.4	硫化铅精矿烧结焙烧带式烧结机及其布料设备	104
7.4.1	带式烧结机	104
7.4.2	布料设备	105
7.5	烧结机的正常操作	106
7.5.1	炉料的准备	106
7.5.2	点火操作	107
7.5.3	台车速度	107
7.5.4	垂直烧结速度	108
7.5.5	鼓风制度	108
7.5.6	床层温度	109
7.5.7	烧结机的供风排气	109

7.5.8 烧结块的冷却与破碎 .....	109
7.6 烧结过程及其故障判断 .....	109
7.6.1 烧结过程的判断 .....	109
7.6.2 故障判断 .....	110
7.7 硫化铅烧结焙烧的技术经济指标 .....	110
复习思考题 .....	111
<b>8 锡精矿炼前处理 .....</b>	<b>112</b>
8.1 锡精矿的精选 .....	112
8.1.1 选矿基础知识 .....	112
8.1.2 精选的目的、优点、方法 .....	112
8.1.3 精选法举例 .....	113
8.2 锡精矿的焙烧 .....	114
8.2.1 焙烧的目的、方法 .....	114
8.2.2 焙烧的化学过程 .....	114
8.2.3 焙烧设备及生产实践 .....	115
8.3 锡精矿的浸出 .....	117
8.3.1 浸出的目的、浸出试剂 .....	117
8.3.2 浸出时精矿中各组分的变化 .....	117
8.3.3 浸出设备及生产实践 .....	118
复习思考题 .....	119
<b>9 氧化铝原矿浆制备 .....</b>	<b>120</b>
9.1 原矿浆的制备工艺流程 .....	120
9.2 铝矿石的破碎与配矿 .....	120
9.2.1 破碎 .....	120
9.2.2 配矿 .....	120
9.3 拜耳法配料 .....	121
9.3.1 苛性碱量计算 .....	121
9.3.2 石灰量计算 .....	122
9.3.3 原矿浆液固比计算 .....	123
9.4 原矿浆的磨制及调节 .....	123
9.4.1 原矿浆的磨制工艺流程 .....	123
9.4.2 影响磨机产能的因素 .....	124
9.4.3 磨机的操作实践、检查与维修 .....	125
9.4.4 磨矿常见故障及处理 .....	128
9.4.5 原矿浆成分调节与技术经济指标 .....	128
复习思考题 .....	129
<b>参考文献 .....</b>	<b>130</b>



# 1 备料与焙烧基础知识

## 1.1 备料的定义、作用

### 1.1.1 备料的定义

有色金属冶金的广泛含义,包括有色金属矿物的勘探、开采、选别、冶炼和有色金属及其合金、化合物的加工等过程。有色金属冶炼是指从含有有色金属的物料(如金属矿石、精矿或冶炼过程的伴生物)中提取纯金属或制取金属化合物乃至生产合金的过程,习惯上常将冶炼称为冶金。

冶金生产是连续生产过程,上一生产工序的产品进入下一工序即成为原料,为达到下一工序的要求(成分、数量、形态),往往需要进行原料处理。所以从广义上讲,物料准备贯穿于整个冶金生产的全过程。

备料即原料制备,简单地讲,就是将冶金过程所需原料进行一定的预处理,使之符合冶金过程的要求。

传统意义上冶金过程中的备料过程是指将矿石(或精矿、冶炼过程的伴生物)进行一定处理,如原料破碎、细化、调浆、焙烧、烧结、干燥等,是冶金过程的第一道工序,是后续熔炼或浸出过程的准备作业,也可称之为狭义备料。本书将按照狭义备料来展开讨论。

### 1.1.2 焙烧

焙烧是一种较为特殊的备料方式,是指在一定的气氛中将矿石(或精矿、冶炼过程的伴生物)加热到一定温度,使之发生物理化学变化,所产物料能适应下一冶炼过程的要求。焙烧一般是熔炼或浸出过程的准备作业。

根据焙烧过程中主要物理化学变化的不同,可将焙烧分为煅烧、氧化焙烧、硫酸化焙烧,还原焙烧、氯化焙烧等。按照焙烧后产物的物理形态的不同,其又可分为粉末焙烧与烧结焙烧,前者产物呈粉末状,称为焙砂;后者为块状产物,称为烧结块。

### 1.1.3 备料的作用

通过备料与焙烧,可使原料满足以下一些要求:以烟气形式脱除部分挥发成分(如硫等);将矿石、精矿中不利于后续冶炼过程的成分降低到规定含量以下;使物料的物理形态达到熔炼或浸出过程的要求(如结块或形成焙砂);为符合配料要求,加入相应的熔剂或溶剂,从而满足熔炼或浸出的要求。

备料与焙烧过程的质量,对熔炼、浸出过程产物的数量和产出率均有影响。

## 1.2 冶金过程常见原料的种类、特点及备料方法的分类

### 1.2.1 冶金过程常见原料的种类、特点

冶金过程中广义的原料,包括任何含主体金属成分的物料和其他含有价成分的物料,如

金属矿石、精矿或冶炼过程中间产物(粗金属、铜硫、冶炼渣、阳极泥)、纯金属、金属化合物乃至合金。

狭义的原料主要是矿石、精矿。

对比广义原料和狭义原料可知,狭义原料主要来自采选环节,其有价成分的含量和物相组成相对固定,主要是以硫化矿和氧化矿为主;而广义原料的来源比较复杂,可以产自冶金生产过程的各个环节,同时物相组成也较为复杂,有化合物、粗金属、合金等。

### 1.2.2 备料方法的分类

备料的方法主要有物理法、化学法、物理化学法、选冶联合法等。

(1) 物理法。物理法是指利用一定机械设备来改变物料的物理状态,具体单元过程包括破碎、磨碎、筛分、干燥等。

(2) 化学法。化学法是指在一定设备中,利用一定的化学方法来改变物料的化学性质,如氧化焙烧。

(3) 物理化学法。在处理过程中,为使物料的物理状态或规格(如粒度、晶型)以及化学性质(化学成分)发生改变以适应后续操作要求,使用物理、化学联合法,即物理化学法,如煅烧。

(4) 选冶联合法。冶金过程中所涉及的选冶联合法是指将选矿方法与冶金方法有机结合,通常是利用选矿方法将待处理物料进行选别作业之后富集,再利用冶金方法将富集好的物料中的有价金属提取出来。例如,某铜冶炼厂采用选冶联合法处理铜阳极泥,先通过选矿的方法将其中的铅除去,富集贵金属,再利用冶金方法将贵金属提取出来。

## 1.3 备料工艺流程实例

### 1.3.1 硫化锌精矿焙烧工艺流程

硫化锌精矿焙烧作为焙烧工艺的一个典型代表,包含了配料、干燥、破碎、焙烧、磨矿、分级等许多工序。某厂硫化锌精矿焙烧工艺流程见图 1-1。

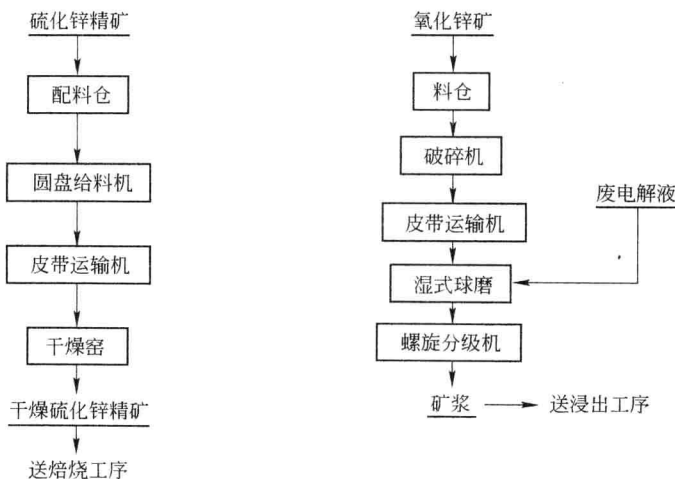


图 1-1 某厂硫化锌精矿焙烧工艺流程

### 1.3.2 氧化铝原矿浆制备工艺流程

氧化铝原矿浆制备作为备料工艺的另一个典型代表,包含了配矿、配料、破碎、筛分、磨矿、分级等许多工序。氧化铝原矿浆制备工艺流程见图 1-2。

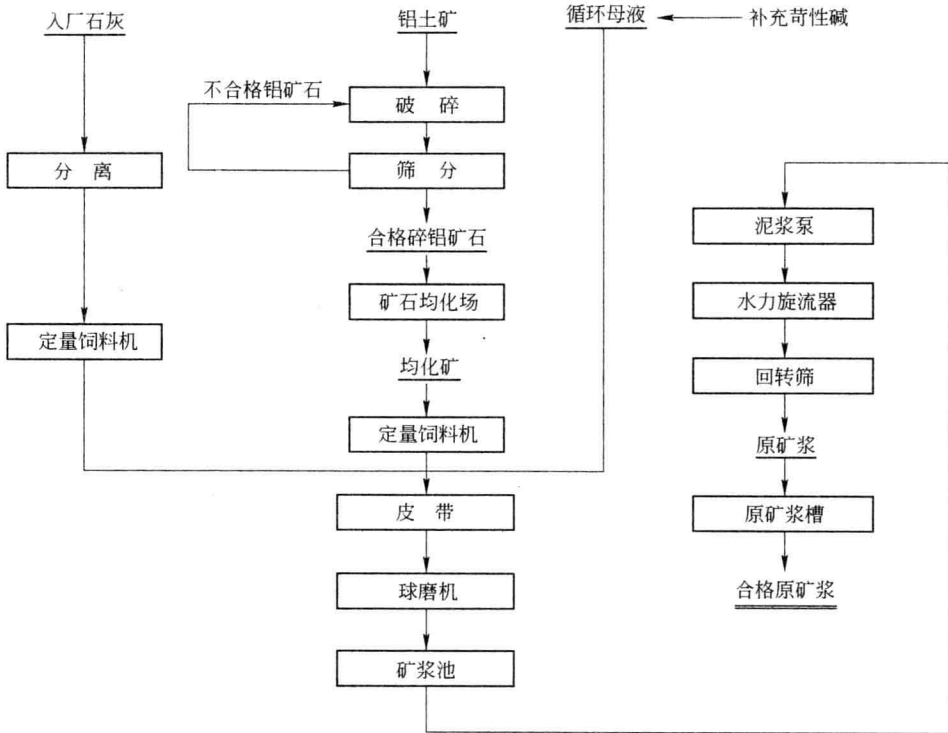


图 1-2 氧化铝原矿浆制备工艺流程

复习思考题

- 1-1 备料的定义、作用是什么?
- 1-2 焙烧的定义、作用是什么,焙烧如何分类?
- 1-3 冶金过程常见原料有哪些种类,特点是什么?



## 2 原料破碎、磨制、干燥

为满足后续的熔炼或浸出过程的工艺要求,通常需要将原料(主要是矿石)进行破碎(碎矿)、磨制、干燥处理。

破碎、磨制的主要目的是:使有用矿物(磁铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等)与紧密连生脉石矿物(黏土矿物、石英、方解石等)分开,达到单体解离的目的。例如在锌浸出过程中,矿石的粒度对浸出率的影响较大,一般来说,矿石粒度细有利于浸出,但粒度过细则对矿浆液固分离不利。因此,在矿石浸出前根据各工序的要求,将各种固体物料进行不同程度的破碎和研磨。

干燥将热能传给湿物料,使湿物料中的水分汽化,水汽由周围的气流带走,可达到使物料便于运输、加工处理、储藏和使用的目的。

破碎与磨矿中的段是按所处理的矿料的粒度来划分的。

### 2.1 原料破碎

#### 2.1.1 破碎原理

##### 2.1.1.1 破碎的定义、目的、设备

破碎是用外力克服固体物料各质点间的内聚力,使物料块破坏以减小其颗粒粒度的过程。通俗地讲,破碎是将矿石由大块破碎至小块的过程。

破碎的基本目的是,使矿石、原料或燃料达到一定的粒度要求,具体如下:

- (1) 供给棒磨、球磨、自磨等合理的给矿粒度,或为自磨、砾磨提供合格的磨碎介质。
- (2) 使粗粒嵌布矿物初步单体解离,以使用粗粒级的选别方法进行选矿,如重介质选、洗矿等。
- (3) 使高品位矿石的粒度达到一定要求,以便直接进行冶炼等。

破碎通过破碎设备——破碎机来实现(可将最大粒度为 1000 mm 的矿块破碎至 10 ~ 20 mm)。现有破碎设备不可能一次将采出的巨大矿块破碎成可以进入磨矿的细粒,所以分段破碎是必须的,可分为粗碎、中碎、细碎三段破碎。根据矿块大小,常采用三段破碎或两段破碎将矿块破碎至所需粒度。

每段破碎后物料的粒度不是均一的,尺寸有大有小,可配合使用筛子,将筛上产品返回上一破碎段进行再破碎,而筛下产品则进入下一破碎段,防止造成矿石过粉碎。

##### 2.1.1.2 破碎设备的施力情况

破碎设备的施力情况主要有以下五种(见图 2-1):

- (1) 压碎(反映抗压强度);
- (2) 劈开(反映抗拉强度);
- (3) 折断(反映抗弯强度);

- (4) 磨剥(反映抗剪强度);
- (5) 冲击(反映抗冲击强度)。

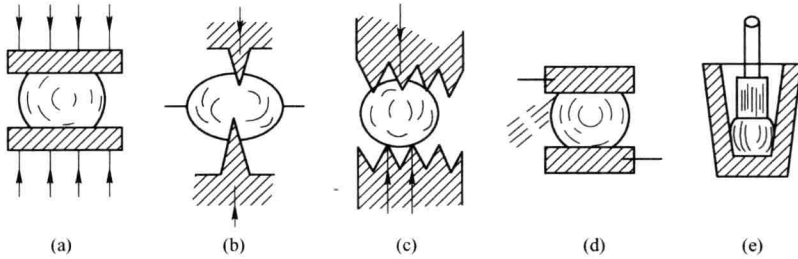


图 2-1 破碎设备的施力情况

(a) 压碎; (b) 劈开; (c) 折断; (d) 磨剥; (e) 冲击

2.1.1.3 破碎段及其基本形式

(1) 破碎段。破碎段是破碎流程的最基本单元。破碎段数以及破碎机和筛子的组合不同,便会有不同的碎矿流程。破碎段由筛分作业及筛上产物所进入的破碎作业所组成。个别的破碎段可以不包括筛分作业或同时包括两种筛分作业。破碎段数通常为 2~3 段。

(2) 破碎段的基本形式(见图 2-2)。破碎段的基本形式有:

- 1) 单一破碎作业的破碎段,见图 2-2(a);
- 2) 带预先筛分作业的破碎段,见图 2-2(b);
- 3) 带有检查筛分作业的破碎段,见图 2-2(c);

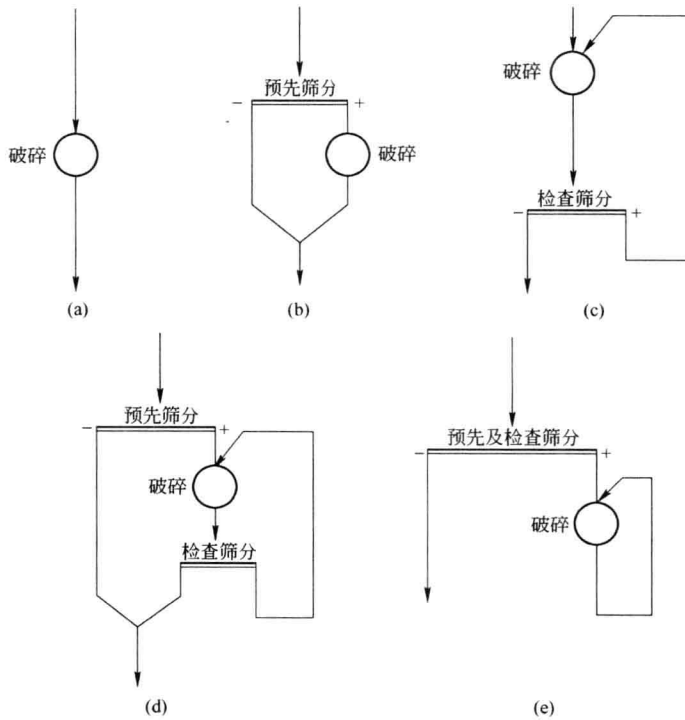


图 2-2 破碎段的基本形式



4) 带有预先筛分和检查筛分作业的破碎段,预先筛分和检查筛分在不同的筛子上进行,见图 2-2(d);

5) 带有预先筛分和检查筛分作业的破碎段,预先筛分和检查筛分在同一筛子上进行,见图 2-2(e)。

因此,破碎段实际上只有四种形式。

在矿石进入破碎段之前预先筛出合格粒级,可以减少进入破碎机的矿石量,提高破碎机的生产能力,同时可以防止富矿石产生过粉碎。因此,预先筛分的应用与否主要由矿石中细粒级的含量来决定。细粒级含量越高,采用预先筛分越有利。但由于采用预先筛分要增加厂房高度,应根据实际情况确定。

因为各种破碎机的破碎产物中存在一部分大于排矿口宽度的粗粒级,所以应该采用检查筛分,使不合格的粒级返回破碎机,利于充分发挥破碎机的生产能力。检查筛分可与预先筛分合并,构成预先及检查筛分闭路循环。

预先筛分在各破碎段均是必要的,而检查筛分一般只在最末一个破碎段采用。

### 2.1.2 破碎工艺流程

常见的破碎流程有:两段破碎流程、三段破碎流程、带洗矿作业的破碎流程。

从矿山开采的矿石一般呈不规则形状。根据目前破碎设备的生产性能,一次破碎成符合磨矿粒度要求的细颗粒很困难,所以,破碎一般采用分段破碎,分成粗碎、中碎、细碎三段破碎过程才能达到矿石入磨的粒度要求。粗碎在矿山进行,中碎和细碎则在选厂内进行。

(1) 粗碎,将直径为 500 ~ 1500 mm 的矿石破碎到 125 ~ 400 mm。

(2) 中碎,将直径为 125 ~ 400 mm 的矿石破碎到 25 ~ 100 mm。

(3) 细碎,将直径为 25 ~ 100 mm 的矿石破碎到 5 ~ 25 mm。

三段开路破碎流程、三段一闭路破碎流程分别见图 2-3(a)、图 2-3(b)。

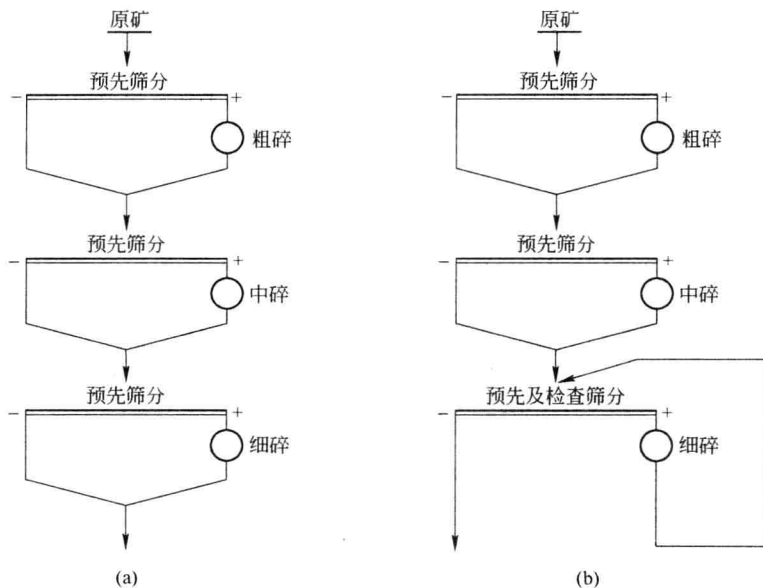


图 2-3 破碎流程

(a) 三段开路破碎流程;(b) 三段一闭路破碎流程