

高等学校
教学用书

冶金工艺 工程设计

袁熙志 编著

冶金工业出版社



高等学校教学用书

冶金工艺工程设计

四川大学 袁熙志 编著

北 京

冶金工业出版社

2003

内 容 提 要

本书是高等学校冶金工程专业本科开设的专业核心课“冶金工艺工程设计”的教材。全书重点阐述冶炼工艺专业设计的基础知识、基本概念、设计思想、设计方法、设计步骤等,比较全面系统;同时综合了钢铁冶金、有色金属冶金中具有共性的工艺设计内容,取材上突出先进、规范、实用的特点。附录有规划、项目建议书,可行性研究,初步设计的基本内容和格式,设计委托任务书内容和格式,常用标准代号及设计规范,有关制图规定,常用材料、燃料性能等。

本书亦可供有关工程技术人员了解和学习冶金工程设计时参考。

图书在版编目(CIP)数据

冶金工艺工程设计/袁熙志编. —北京:冶金工业出版社,2003.2
高等学校教学用书
ISBN 7-5024-3208-6

I. 冶… II. 袁… III. 冶金工业-工程设计-高等学校-教学参考资料 IV. TF

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第000723 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)
责任编辑 宋 良 美术编辑 王耀忠 责任校对 刘 倩 责任印制 李玉山
北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销
2003年2月第1版,2003年2月第1次印刷
787mm×1092mm 1/16; 12.5印张; 301千字; 190页; 1-2500册
20.00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(100711) 电话:(010)65289081
(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前言

为适应教育部高校专业目录的调整,冶金工程专业涵盖了原钢铁冶金、有色金属冶金专业的全部专业内容,课程改革已势在必行。一些高校根据冶金工程专业教学计划,开设了“冶金工艺工程设计”专业核心课,总学时数为34学时,以使学生在较少的学时内,系统学习冶金工厂设计和冶炼工艺与设备设计计算的基本知识,培养学生分析和初步解决冶金工程实际问题的能力。

设计课是一种综合性质的课程,它基于工程科学,但重点是应用。因此,本书的目的是帮助学生认识和进入真实世界,树立判断问题的能力和信心。本书为高校冶金工程专业本科高年级学生的教学用书,也可供从事冶金工程工艺设计、生产、科研的人员参考。

冶金类高校的毕业生,到工作岗位后都或多或少会遇到与设计基本知识有关的各种问题。对于到设计院所工作的学生,需要学习设计基本概念这一点是不言而喻的,即使是分配到以应用、开发、研究为主的单位或工厂、政府主管部门的毕业生,熟悉设计的原理、概念、方法,也同样重要。

要使科技成果产业化,一般情况下要求科研阶段的成果应以基础设计或初步设计的方式提供。因为开发的目的是科研成果转化为生产力,开发成果应包括能满足设计所需的一切技术要点。能否做到这一点,除了研究人员自身的理论素养和是否掌握了正确的开发方法外,了解设计的原理和方法是个重要因素。

为了防止教材内容类同设计手册、内容设计方法新颖但目前尚不成熟这两种偏向,本书重点是论述冶金工厂设计的内容、程序、方法等,特别是冶炼工艺专业工程设计的基础知识、基本概念、设计思想、设计方法、设计步骤等。书中未列出具体的工艺与设备设计的计算实例,在这方面更为详细的内容可在冶金工程工艺课程设计和毕业设计中予以补充,读者在需要时可查阅相关设计手册和设计参考资料。

全书共分6章,是在参照了正式出版的有关文献资料和手册的基础上编写的,力求内容全面系统,不同点在于:1)包括了钢铁冶金和有色金属冶金具有共性的冶炼工艺设计内容;2)部分章节

内容纳入了编者多年来应用成熟的设计研究成果;3)主要内容与目前各设计研究院冶炼工艺专业要完成的设计内容相适应,针对性、实用性强。为适应课程教学的需要,各章后均配有适量的学习思考题。

在全书的编写过程中,分别得到了四川大学冶金工程学科组和化工原理学科组张昭教授和刘钟海教授的大力支持和帮助,审阅了全书的内容,提出了很多宝贵的修改意见。四川大学化工学院、化工系的领导对本书的编写给予了大力支持和关注,在此一并表示衷心的感谢!

由于冶金工程涉及的知识面非常广泛,而编者的水平有限,书中疏漏之处,恳请同行专家及读者指正。

袁熙志

2002年12月于四川大学

cdhyxz@sina.com

目 录

0 绪论	1
0.1 冶金和冶金方法	1
0.2 冶金工艺流程和冶金过程	2
0.3 冶金工业在国民经济中的地位和作用	5
1 冶金工厂设计概述	8
1.1 冶金工厂建设程序	9
1.1.1 建设程序	9
1.1.2 建设中的执行者	9
1.2 冶金工厂设计的基本知识	10
1.2.1 基本概念	10
1.2.2 设计单位的专业设置	11
1.2.3 专业之间的关系	13
1.3 前期设计	14
1.3.1 基本概念	14
1.3.2 项目建议书	14
1.3.3 可行性研究	15
1.3.4 规划	17
1.3.5 厂址选择	18
1.4 工程设计	21
1.4.1 设计基础资料	21
1.4.2 初步设计	22
1.4.3 技术设计	24
1.4.4 施工图设计	24
1.4.5 施工服务	26
学习思考题	28
2 土建基础知识	29
2.1 基本概念	29
2.2 建筑的分类	29
2.2.1 按主要承重结构材料分类	29
2.2.2 按层数分类	29
2.3 风玫瑰图	30
2.4 建筑定位尺寸	30
2.4.1 开间和进深	30

2.4.2 柱距与跨度	31
2.5 建筑物的一般要求	32
2.5.1 装置内建筑物	32
2.5.2 建筑物的模数	33
2.5.3 厂房高度	33
2.5.4 地面通道和厂房的门	33
2.5.5 吊装孔的位置	34
2.6 基础	34
2.6.1 地基与基础概念	34
2.6.2 基础的类型和材料	35
2.6.3 基础的埋置深度	36
2.7 单层厂房结构	37
2.7.1 砖混结构	37
2.7.2 装配式钢筋混凝土结构	37
学习思考题	40
3 冶金工艺设计	41
3.1 工艺专业的设计任务	41
3.2 工艺专业的资料交接	41
3.2.1 收集设计条件	41
3.2.2 提出设计条件	41
3.3 工艺流程的设计	41
3.3.1 冶金工厂的规模	42
3.3.2 工艺流程选择	44
3.3.3 工艺流程方案的技术经济比较	45
3.3.4 工艺流程的设计方法	50
3.3.5 工艺流程图的绘制	50
3.4 设计委托书的要求	53
3.4.1 总图运输和水运工程	55
3.4.2 建筑和结构	56
3.4.3 机械设备	59
3.4.4 电力	59
3.4.5 自动化仪表和电讯	61
3.4.6 计算机	62
3.4.7 给水排水	63
3.4.8 采暖通风	63
3.4.9 工业炉	64
3.4.10 热力和燃气	64
3.4.11 机修和检验	64
3.4.12 技术经济	65
3.4.13 能源、环保、安全和工业卫生	65
3.4.14 工程经济	66

3.5 设计说明书	66
3.5.1 概述	66
3.5.2 主要设计决定和特点	66
3.5.3 主要工艺设备的技术性能	67
3.6 物料与能量衡算	69
3.6.1 物料与能量衡算的意义	69
3.6.2 有价成分计算	70
3.6.3 能量平衡计算	77
3.7 工艺设备设计	83
3.7.1 设备设计的任务	83
3.7.2 冶金主体设备设计	84
3.7.3 冶金辅助设备的选用与设计	88
3.7.4 非标准件设计	90
学习思考题	92
4 车间配置设计	94
4.1 车间配置设计的内容和要点	94
4.1.1 厂房的整体布置和厂房的轮廓设计	94
4.1.2 设备配置	95
4.1.3 车间辅助室和生活室的布置	98
4.1.4 安全、卫生和防腐蚀问题	98
4.2 车间配置设计的步骤和方法	98
4.2.1 调查研究	98
4.2.2 具体进行车间配置	98
4.2.3 绘制车间配置图	99
4.3 车间配置图的绘制	99
4.3.1 视图布置	99
4.3.2 绘制比例和图纸幅面	99
4.3.3 绘制平面图	99
4.3.4 绘制剖视图	101
4.3.5 标注尺寸	101
4.3.6 填写图纸标题栏和编制设备明细表	102
4.3.7 图纸目录的填写	103
4.3.8 其他图面规定	103
4.4 设备安装图的绘制	105
4.4.1 机组安装图	105
4.4.2 单体设备安装图	105
4.4.3 管道安装图	105
4.4.4 装配图	105
4.4.5 零件图	105
学习思考题	106

5 冶金炉砌砖设计	107
5.1 砌体设计的内容	107
5.2 砌体设计的基本规定	108
5.3 砌砖尺寸的设计	110
5.3.1 环形砌砖设计	110
5.3.2 弧形拱砌砖设计	113
5.3.3 球冠形拱顶砌砖设计	114
5.3.4 悬链线拱顶砌砖设计	114
学习思考题	120
6 工艺管道设计	121
6.1 管道材质、管件、阀门的选择	121
6.2 管径与管壁厚度的选择计算	122
6.3 流槽计算	124
6.4 管道的保温及热延伸补偿	124
6.5 管道配置原则	125
6.6 工艺管道图的绘制	126
6.6.1 湿法冶炼管道图的绘制	126
6.6.2 火法冶炼管道图的绘制要点	131
6.7 烟气管道和烟囱设计	133
6.7.1 烟气管道结构形式及材质要求	133
6.7.2 烟气管道布置要点	134
6.7.3 烟气管道的设计原则	134
6.7.4 烟囱设计要点	136
学习思考题	136
附录 1 各种高阶设计的内容与格式	137
附录 2 设计委托任务书内容与格式	145
附录 3 流程图常用设备符号及常用管道符号	170
附录 4 有关制图的规定	174
附录 5 常用材料性能	179
附录 6 常用燃料	186
附录 7 其他	188

0 绪 论

在目前已知的 109 种元素中,对于其中的 93 种金属元素(尚有一部分未在工业上应用),各国有不同的分类方法。有的分为铁金属和非铁金属两大类:铁金属系指铁和铁基金属,其中包括生铁、铁合金和钢,非铁金属则指铁及铁合金以外的金属元素;有的分为黑色金属和有色金属两大类。我国和前苏联等少数几个国家采用后一种分类方法,即将铁、铬、锰列入黑色金属,因为铬和锰的生产与铁及铁合金关系密切;将铁、铬、锰以外的金属列入有色金属。可见,我们所指的黑色金属即铁金属,有色金属即非铁金属。

众所周知,现代钢铁工业是个庞大的工业生产系统,主要生产部门包括采矿、选矿、烧结球团、炼铁、炼钢、钢材压延等;也包括大量的辅助生产部门,如焦化、耐火材料、炭素、机修、动力、运输等,而且还包括专门以钢铁工业为工作和研究对象的大专院校、科学研究、经济信息、营销机构、地质勘探、工程设计和建设施工等部门。钢铁的产量特别大,而有色金属中的铝、铜、锌、铅等次之。大量生产的金属价格较低,如铁是最便宜的金属;反之,如铂族金属,产量很少,价格却昂贵。据 1996 年统计资料,世界上铜、铝、铅、锌、镍、锡、金、银等 8 种有色金属的产量虽仅为钢产量(7.5 亿 t)的 6.4%,但其产值则达到钢产值的 50% 以上。有色金属和黑色金属相辅相成,共同构成现代金属材料体系。

0.1 冶金和冶金方法

冶金是一门研究如何经济地从矿石或精矿或其他原料中提取金属或金属化合物,并用各种加工方法制成具有一定性能的金属材料的科学。

广义的冶金包括矿石的开采、选矿、冶炼和金属加工。由于科学技术的进步和工业的发展,采矿、选矿和金属加工已各自形成独立的学科。狭义的冶金是指矿石或精矿的冶炼,即提取冶金。

从矿石或精矿提取金属(包括金属化合物)的生产过程称为提取冶金。由于这些生产过程伴有化学反应,所以称为化学冶金;它研究火法冶炼、湿法提取或电化学沉积等各种过程的原理、流程、工艺及设备,故又称过程冶金学。习惯上把过程冶金学简称为冶金学。

冶金的方法很多,可归结为以下三种方法:

(1) 火法冶金 它是指在高温下矿石或精矿经熔炼与精炼反应及熔铸作业,使其中的金属与脉石和杂质分开,获得较纯金属的过程。整个过程一般包括原料准备、熔炼和精炼三个工序。过程所需能源,主要靠燃料燃烧供给,也有依靠过程中的化学反应热来提供的。

(2) 湿法冶金 它是在常温(或低于 100℃)常压或高温(100~300℃)高压下,用溶剂处理矿石或精矿,使所要提取的金属溶解于溶液中,而其他杂质不溶解,然后再从溶液中将金属提取和分离出来的过程。由于绝大部分溶剂为水溶液,故也称水法冶金。该方法主要包括浸出、分离、富集和提取等工序。

(3) 电冶金 它是利用电能提取和精炼金属的方法。按电能利用形式可分为两类:

① 电热冶金:利用电能转变成热能,在高温下提炼金属,本质上与火法冶金相同。

② 电化学冶金:用电化学反应使金属从含金属的盐类的水溶液或熔体中析出。前者称为水溶液电解,如铜的电解精炼和锌的电解沉积可归入湿法冶金;后者称为熔盐电解,如电解铝可列入火法冶金。

采用哪种方法提取金属,按怎样的顺序进行,在很大程度上取决于金属及其化合物的性质、所用的原料以及要求的产品。冶金方法基本上是火法和湿法。钢铁冶金主要用火法,而有色金属冶金则火法和湿法兼有。

冶金方法的采用,正面临着能源的节省、环境保护、矿物资源日趋贫乏和资源综合利用等紧迫问题。在一定程度上它们支配着冶炼厂的生产、设计、建厂和冶金技术的发展。节约能源依靠新技术和新方法,尤其是要改革电炉熔炼和有色金属电解生产过程的现有工艺,降低电耗。湿法冶金和无污染火法冶金能较好地满足日趋严格的环保要求,具有很大的发展前景。为了维持工业增长的需要,必须采取措施处理贫矿,一方面提高选矿技术,同时研究更有效的冶炼方法。矿物原料,尤其是多金属矿物原料的综合利用,是提取冶金降低生产成本,提高经济效益的关键问题。近年来,有色金属提取冶金企业正在努力实现多产品经营,并把金属生产和材料加工结合起来,提高冶金产品销售的附加值,借以降低主金属的冶炼成本。

从废金属和含金属的废料中回收金属对于扩大金属资源,降低金属生产能耗,减少环境污染有极其重要的意义和经济效益。常把金属废料称为二次原料以区别于矿物原料;把产出的金属产品称为再生金属以区别于矿产金属。近年来,再生金属的产量在有色金属的消费量中已占有很高的比例,例如,铜、铝、铅、锌等再生金属产量已占其金属总消费量的30%~50%。同样,钢铁是与环境相对友好的材料,炼铁炉渣、炉尘也可收集二次利用,制造水泥和其他建筑材料,有些公司的炉渣、炉尘的利用率可达90%;废钢可回收用于炼钢,世界钢产量中45%是由废钢生产的,钢铁再生量占整个回收金属的91%。再生金属工业已成为冶金工业的重要组成部分。

冶金和其他学科领域一样,涉及的范围很广,它与化学、物理化学、热工、化工、机械、仪表、计算机等有极其密切的关系。冶金学不断地吸收上述基础学科和相关学科的新成就,指导着生产技术向广度和深度发展,而冶金生产工艺的发展又会对冶金学的充实、更新和发展提供不尽的源泉和推动力。

0.2 冶金工艺流程和冶金过程

黑色金属矿石的冶炼,一般情况,矿石的成分比较单一,通常采用火法冶金的方法进行处理,即使有的矿石较为复杂,通过火法冶金之后,也能促使其伴生的有价金属进入渣中,再进行处理,如高炉冶炼用钒钛磁铁矿就是属于这种类型。有色金属矿石的冶炼,由于其矿石或精矿的矿物成分极其复杂,含有多种金属矿物,不仅要提取或提纯某种金属,还要考虑综合回收各种有价金属,以充分利用矿物资源和降低生产费用。因此,其冶金过程要用两种或两种以上的方法才能完成。

由矿石或精矿提取和提纯金属不是一步可以完成的,需要分为若干个阶段才能实现,但各个阶段的冶炼方法和使用的设备都不尽相同。各阶段过程间的联系及其所获得的产品(包括中间产物)间流动线路图就称为某一种金属的冶炼工艺流程图,例如钢铁冶金和镍钴铜提取的工艺流程简图(图0-1、图0-2)。根据表示不同的内容,工艺流程图可分为设备连接图、原则流程图和数质量流程图。设备连接图是表示冶炼厂主要设备之间联系的图;原则

流程图是表示各阶段作业间联系为主的图;数质量流程图则是表示各阶段作业所获产物的数量和质量情况的图。

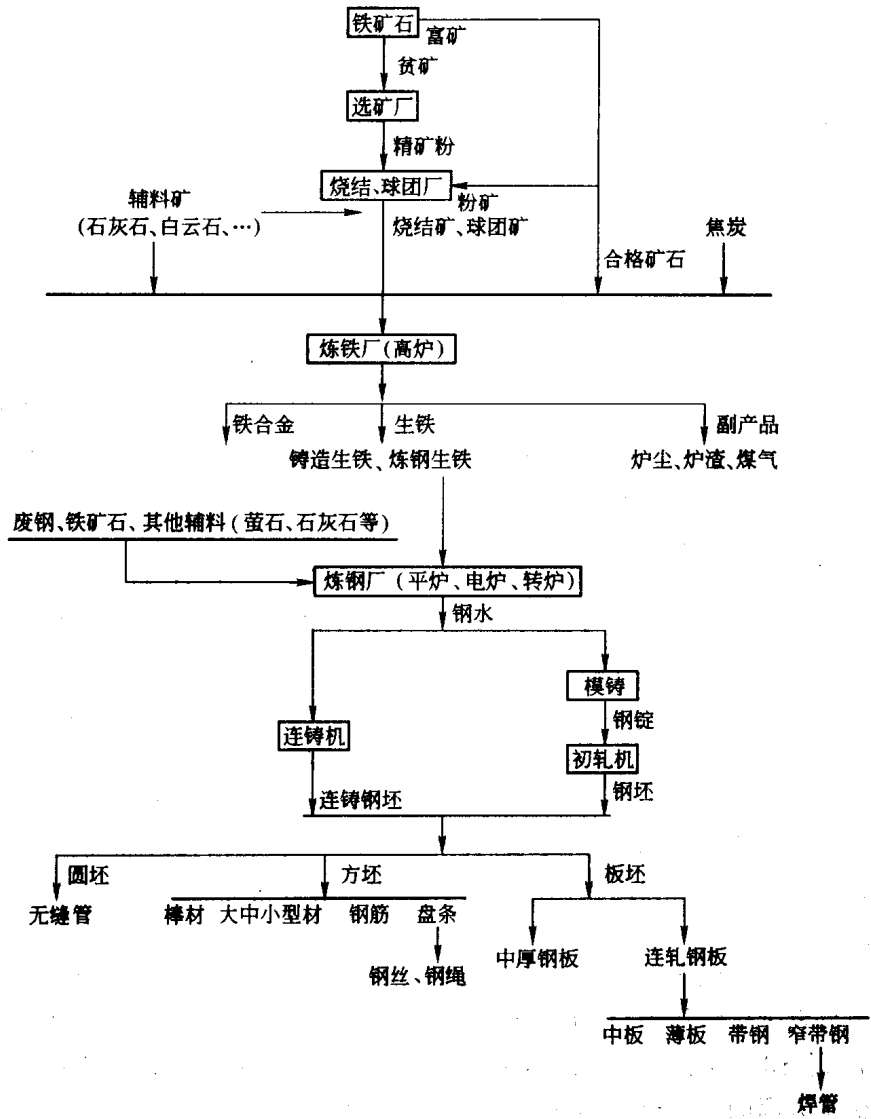


图 0-1 钢铁工业生产流程简图

从钢铁冶金和镍钴铜提取的工艺流程图可知,一种金属的冶炼工艺流程包括多个冶炼阶段,而每一个冶炼阶段可能是火法、湿法或电化学冶金的方法。所以,通常把每一个冶炼阶段称为冶金过程。如高炉炼铁是一火法冶金过程,锌焙砂浸出是一湿法冶金过程,而净化液电积则为电化学冶金过程。

冶金工艺过程包括许多单元操作和单元过程:

(1) 焙烧:是指将矿石或精矿置于适当的气氛下,加热至低于它们的熔点温度,发生氧化、还原或其他化学变化的过程。其目的是改变原料中提取对象的化学组成,满足熔炼或浸出的要求。焙烧过程按控制气氛的不同,可分为氧化焙烧、还原焙烧、硫酸化焙烧和氯化焙烧等。

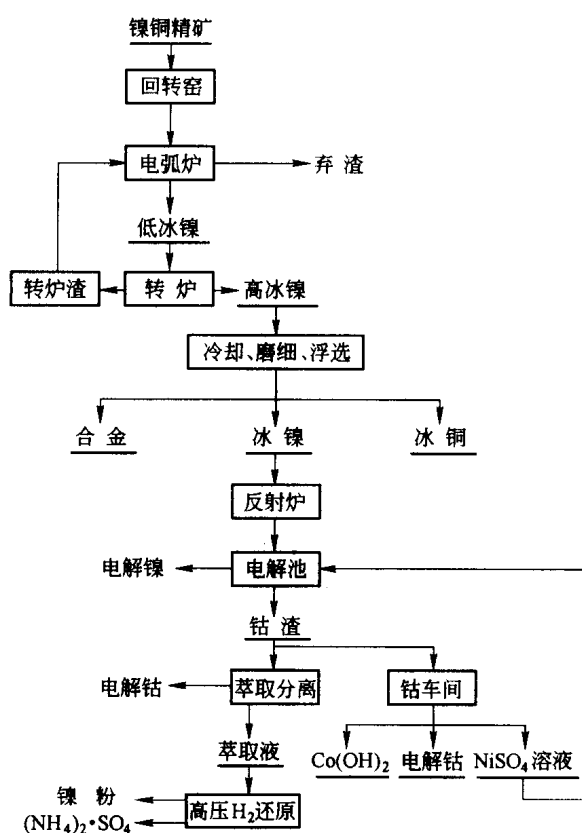


图 0-2 镍钴铜提取流程简图

(2) 煅烧:是指将碳酸盐或氢氧化物的矿物原料在空气中加热分解,除去二氧化碳或水分变成氧化物的过程,煅烧也称焙解,如石灰石煅烧成石灰,作为炼钢熔剂;氢氧化铝煅烧成氧化铝,作为电解铝原料。

(3) 烧结和球团:将粉矿或精矿经加热焙烧,固结成多孔状或球状的物料,以适应下一工序熔炼的要求。例如,烧结是铁矿粉造块的主要方法;烧结焙烧是处理铅锌硫化精矿使其脱硫并结块的鼓风炉熔炼前的原料准备过程。

(4) 熔炼:是指将处理好的矿石、精矿或其他原料,在高温下通过氧化还原反应,使矿物原料中金属组分与脉石和杂质分离为两个液相层即金属(或金属铕)液和熔渣的过程,它也叫冶炼。熔炼按作业条件可分为还原熔炼、造钨熔炼和氧化吹炼等。

(5) 火法精炼:在高温下进一步处理熔炼、吹炼所得含有少量杂质的粗金属,以提高其纯度。如高炉熔炼铁矿石

得到生铁,再经氧气顶吹转炉氧化精炼成钢;火法炼锌得到粗锌,再经蒸馏精炼成纯锌。火法精炼的种类很多,如氧化精炼、硫化精炼、氯化精炼、熔析精炼、碱性精炼、区域精炼、真空冶金、蒸馏等。

(6) 浸出:用适当的浸出剂(如酸、碱、盐等水溶液)选择性地与矿石、精矿、焙砂等矿物原料中金属组分发生化学作用,并使之溶解而与其他不溶组分初步分离的过程。目前,世界上大约 15% 的铜、80% 以上的锌、几乎全部的铝、钨、钼,都是通过浸出而与矿物原料中的其他组分得到初步分离的。浸出又称浸取、溶出、湿法分解,如在重金属冶金中常称浸出、浸取等,在轻金属冶金中常称溶出,而在稀有金属冶金中常常将矿物原料的浸出称为湿法分解。

(7) 液固分离:该过程是将矿物原料经过酸、碱等溶液处理后的残渣与浸出液组成的悬浮液分离成液相与固相的湿法冶金单元过程。在该过程的固液之间一般很少再有化学反应发生,主要是用物理方法和机械方法进行分离,如重力沉降、离心分离、过滤等。

(8) 溶液净化:将矿物原料中与欲提取的金属一道溶解进入浸出液的杂质金属除去的湿法冶金单元过程。净液的目的是使杂质不至于危害下一工序对主金属的提取。其方法多种多样,主要有结晶、蒸馏、沉淀、置换、溶剂萃取、离子交换、电渗析和膜分离等。

(9) 水溶液电解:利用电能转化的化学能使溶液中的金属离子还原为金属而析出,或使粗金属阳极经由溶液精炼沉积于阴极。前者从浸出净化液中提取金属,故又称电解提取或电解沉积(简称电积),也称不溶阳极电解,如铜电积、锌电积;后者以粗金属为原料进行精

炼,常称电解精炼或可溶阳极电解,如粗铜、粗铅的电解精炼。

(10) 熔盐电解:即利用电热维持熔盐所要求的高温,又利用直流电转换的化学能自熔盐中还原金属,如铝、镁、钠、钽、铌的熔盐电解生产。

在考虑某种金属的冶炼工艺流程及确定冶金单元过程时,应注意分析原料条件(包括化学组成、颗粒大小、脉石和有害杂质等)、冶炼原理、冶炼设备、冶炼技术条件、产品质量和技术经济指标等。另外,还应考虑水电供应、交通运输等辅助条件。其总的要求(或原则)是过程越少越好,工艺流程越短越好。

由于冶金原料成分的复杂性,使用的冶金设备也是多种多样的,如火法冶金中的高炉、烧结机、沸腾炉、闪速炉、转炉、回转窑、反射炉、鼓风炉、电炉、炉外精炼设备等。湿法冶金中有各种形式的电解槽和各种反应器。除此以外,还有收尘设备、液固分离设备。这些设备的使用选择,同样决定着冶金过程的效果,甚至冶金是否能取得成功的关键。

需要提及的是,冶炼金属的工艺流程,除了提取提纯金属以外,还要同时回收伴生有价金属,重视三废(废气、废渣、废液)治理和综合利用等方面的问题。因此,完整的工艺流程是很复杂的,所包含的冶金过程也是很多的。

0.3 冶金工业在国民经济中的地位和作用

冶金工业包括黑色金属和有色金属两个工业门类,是整个原材料工业体系中的重要组成部分,它与能源工业和交通运输业一样,是构成国民经济的基础产业。黑色金属工业的钢铁联合企业系指具备从采矿、炼焦、炼铁、炼钢到成品钢材全部生产过程的企业。有色金属工业门类较多,包括铜、铝、铅、锌、镍、钴、钛、镁、钨、锡、钼、铋、汞、稀有金属冶金厂和半导体材料、有色金属加工、再生有色金属工厂等等。既有原料采选、金属冶炼、加工制造等专业化生产企业,又有大型采选冶联合企业。有色金属工业生产的性质是向国民经济其他部门提供劳动对象,也提供个人消费品。有色金属工业产品的产量、质量、品种对整个国民经济的技术进步有重大影响,诸如机械制造业、电力工业、汽车制造业、电子工业、航天航空工业、火箭原子能技术、仪器仪表制造业等部门的技术进步,都与有色金属、高纯有色金属、稀有金属及其化合物、半导体材料等的开发与应用息息相关。

有色金属又有轻、重之分:轻有色金属一般指比重在 4.5t/m^3 以下的有色金属,其中有铝、镁、钠、钾等,钛也列为轻有色金属;重有色金属一般指比重在 4.5t/m^3 以上的有色金属,其中有铜、铅、锌、钴、汞、镉、铋等(镍、锡、锑、稀有金属单列);常用有色金属一般指铜、铝、锌、铝、镍、锑、锡、汞、镁、钛等 10 种金属。

材料是人类社会发展的物质基础和先导,没有金属材料便没有人类的物质文明。国民经济各个部门都离不开金属材料。目前,尽管陶瓷材料、高分子材料和复合材料发展很快,但是金属材料在今后很长时间内仍将是占主导地位的。由于铁在地壳中占 5%,分布比较集中,适合大量开采和大规模冶炼加工,故在所有金属产品中属于成本低、储量大、用途广和可再生利用的金属产品。人类开采并利用铁的历史可以追溯到 3000 多年以前,以铁为主要元素可以生产出各种用途和性能的钢铁产品。这些钢铁产品为人类生活提供了极大的物质财富。钢铁产品作为国民经济重要的基础原材料,是当今世界各国追求工业文明和提高经济实力的重要标志之一。

钢铁是用途最广泛的金属材料。人类使用的金属中,铁钢占 90% 以上。人们生活离不

开钢铁,人们从事生产或其他活动所用的工具和设施也都要使用钢铁。钢铁产量往往是衡量一个国家工业化水平和生产能力的重要标志,钢铁的质量和品种对国民经济的其他工业部门产品的质量,都有着极大的影响。

20 世纪 70~80 年代,受当时国际经济形势的影响,钢铁产品市场一方面趋于饱和,另一方面又面临新型替代材料的冲击,西方一些发达国家的钢铁工业曾一度处于不景气的状态,有些国家的钢铁业甚至出现了萎缩,故产生了“钢铁工业是夕阳工业”之说。然而,世界经济发展到今天的水平,钢铁作为最重要的基础材料之一的地位依然未受到根本性影响,而且,在可预见的范围内,这个地位也不会因世界新技术和新材料的进步而削弱。纵观世界主要发达国家的经济发展史,不难看出钢铁材料工业的发展在美国、前苏联、日本、英国、德国、法国等国家的经济发展中都起到了决定性的作用。亚洲“四小龙”中的韩国和中国台湾省,对钢铁工业发展也给予高度的重视,这些国家和地区钢铁工业的迅速发展和壮大对于推动其汽车、造船、机械、电器等工业的发展和经济腾飞都发挥了至关重要的作用。美国钢铁工业曾在 70~80 年代遭受来自以日本为主的国外进口材料的冲击而受到重创,钢铁产品生产能力急剧下降,但经过十几年的改造和重建,终于在 90 年代中期又恢复到 1 亿 t 的钢铁生产规模,为维持其世界强国地位继续发挥着重要的作用。

中国钢铁工业发展主要经历两个阶段:第一个阶段是 1949~1978 年,经过 30 年间的艰苦创业,钢产量增加到 3178 万 t,年均增加 108 万 t;第二个阶段是 1978 年至 90 年代中期,在改革开放政策的推动下,这个时期的我国钢铁材料工业进入了持续、快速的发展阶段,取得了举世瞩目的辉煌成就,其主要的标志就是 1995 年我国生铁产量超过 1 亿 t。1996 年我国钢产量首次突破 1 亿 t 以来,连续 6 年一直位居世界产钢国的第一位。尽管如此,中国 1996 年的人均产钢量仅为 82.7kg,人均产钢材量仅为 76.3kg,仍大大低于世界平均水平(1994 年世界人均产钢 130kg)。

世界有色金属的产量虽然只占钢产量的 7% 左右(我国目前只占 4.8%),但由于有色金属具有许多特殊的优良性能,例如它们分别具有导电、导热性好,密度小,化学性能稳定,耐热、耐酸碱和耐腐蚀,工艺性能好等特点,是电气、机械、化工、电子、通讯、轻工、仪表、航天等工业部门不可缺少的材料,也是其他材料所不能代替得了的材料。

当今国际社会公认,能源技术、信息技术和材料技术是人类现代文明的三大支柱。占元素周期表中约 70% 的有色金属及其相关元素是当今高科技发展必不可少的新材料的重要组成部分。飞机、导弹、火箭、卫星、核潜艇等尖端武器以及原子能、电视、通讯、雷达、电子计算机等尖端技术所需的构件或部件大都是由有色金属中的轻金属和稀有金属制成的。此外,没有镍、钴、钨、钼、钒、铌、稀土元素等有色金属也就没有合金钢的生产发展。有色重金属和轻金属在某些用途(如电力工业等)上使用量也是相当可观的。科技发展需要有色金属,经济发展也需要有色金属,有色金属科技的发展又离不开人类科技和经济的发展,两者相互促进。

我国发展有色金属工业具有潜在的资源优势。我国的矿产资源潜在总值仅次于独联体和美国而居世界第 3 位,是世界上矿产资源总量丰富、储量可观、品种较齐全、资源配套程度较高的少数国家之一,其中钨、锑、锡、钽、铌、铍、镁、稀土金属的储量占世界首位。

新中国成立以来,我国有色金属工业得到了持续发展,有色金属总产量从 1949 年的 1.33 万 t 增加到 1996 年的 523.10 万 t,居世界第 2 位,仅次于美国。我国有色金属产量位

列世界第一的有锌、锑、钨、锡、稀土,列第二位的有铅、镁、铝,列第三位的有汞、铋,列第四位的有铜、铝、钛、镉,另外镍列第7位,银列第8位。我国已稳居世界有色金属生产大国的行列之中。有色金属工业为国民经济创造了巨大财富,1996年我国有色金属工业总产值达736.18亿元,成为国家的优势产业。钨、锑、铅、锌、锡等有色金属是我国重要的出口产品,每年为国家换回大量的外汇。

今后,发展我国有色金属工业的目标是充分利用有色金属资源,依靠科学技术进步,高效率,低成本,节能降耗,减少污染,提高综合利用水平,生产品种齐、纯度高、质量优的更多有色金属及其材料,以满足国民经济增长的需要,把我国从有色金属大国变成有色金属的强国。

学 习 思 考 题

1. 试指出冶金工业与钢铁工业的区别与联系。
2. 冶金工业是“夕阳工业”吗,为什么?
3. 火法、湿法、电化学法三种冶金方法包括哪些基本冶金过程? 这些冶金单元过程在提取冶金工艺中各起什么作用?
4. 发展我国有色金属工业的资源优势何在? 我国有色金属工业目前在世界上处于什么样的地位?

1 冶金工厂设计概述

设计是一个古老的行业。自从人类最早制造工具、修建遮蔽风雨的洞穴和泥土屋开始,就有了某种意义的设计。工程世界的发展,无非包括量变和质变两个方面。生产主要增加产品数量,而产品本身的更新换代、研制新产品等质变飞跃,则依靠工程设计来实现。因此从根本的意义上说,设计是一种创造性劳动,它是设计师(工程师)所从事的工作中最有新意、最能使人感到满足的工作之一。当一项设计任务提出时,设计是并不存在的。设计师从接受之时开始,就要根据设计要求构思各种可能的方案,经过反复推敲、比较,选择其中最佳者。

设计工作是工程建设的关键环节,是整个工程建设的灵魂,是把科学技术转化为生产力的纽带,没有现代化的设计,就没有现代化的建设。在建设项目确定之前,它为项目决策提供科学依据;在建设项目确定之后,它又为工程建设提供设计文件。做好设计工作,对加快工程项目的建设速度,节约建设投资,保证项目投产取得好的经济效益、社会效益和环境效益都起着决定性的作用。

冶金工厂设计,是将一个系统(例如一个冶金工厂、一个生产车间或一套装置等)按照其工艺技术要求,经工程技术人员的创造,将其全部描绘成图纸、表格及必要的文字说明的过程,也就是用文件化的语言(工程语言)将工艺技术转化为图纸的全过程。

生产装置是由各种单元设备以系统的、合理的方式组合起来的整体。它根据现有的原料和公用工程条件,通过最经济和安全的途径,生产符合一定质量要求的产品。生产装置设计必须同时满足下列要求。

(1) 产品的数量和质量指标。

(2) 经济性:除了在个别情况下建设生产装置是从产品的社会效益出发外,其余的装置不仅应该有利润,而且其技术经济指标应该有竞争性,即要求最经济地使用资金、原材料、公用工程和人力。要达到这个目标,必须进行流程优化和参数优化的工作。

(3) 安全:工业生产中大量物质是易燃、易爆或有毒性的。因此,设计必须充分考虑各种明显的和潜在的危險,保证生产人员的健康和安全。

(4) 符合国家和各级地方政府制订的环境保护法规,对排放的废气、废水、废渣进行处理。

(5) 整个系统必须可操作和可控制:可操作是指设计不仅能满足常规操作的要求,而且也能满足开、停车等非常规操作的要求,可控制是指能抑制外部扰动的影响,系统能适应和稳定。

由此可见,设计是一个多目标的优化问题,不同于常规的数学问题,不是只有惟一正确的答案,设计师在做出选择和判断时要考虑各种经常是相互矛盾的因素,即技术、经济 and 环境保护等的要求。在允许的时间范围内选择一个兼顾各方面要求的方案,这种选择或决策贯穿了整个设计过程。