

冶金工程设计

第1册 设计基础

主 编 郭鸿发
副主编 储慕东 史学谦



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

冶金工程设计

第1册

设计基础

主 编 郭鸿发
副主编 储慕东 史学谦

北 京
冶金工业出版社
2006

内 容 简 介

《冶金工程设计》共分三册,包括《设计基础》、《工艺设计》、《机电设备与工业炉窑设计》。本册分为三篇,全面概括了冶金工程设计的基础知识。主要内容为冶金工程基本建设程序,现代设计方法简述,采矿选矿概述,钢铁冶金、有色金属冶金及焦化、耐火材料概论,冶金工程电力和自动化、燃气、热力、给排水、暖通空调、土建、总图运输、劳动安全卫生以及消防等方面设计的基础知识,机械设备、环境保护、投资计算以及经济评价工作的基础知识,有关法律、法规、规定、条例及重要标准。

《冶金工程设计》是勘察设计注册冶金工程师资格考试培训及继续教育的基本教材,也可供冶金企业的科技和管理人员参考使用,同时也可作为高等院校师生和科研单位的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

冶金工程设计.第1册,设计基础/郭鸿发主编.
—北京:冶金工业出版社,2006.6
ISBN 7-5024-3979-X

I.冶… II.郭… III.冶金工业—工程设计
IV.TF

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第030204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 张卫(Tel:010-64027930;E-mail:bull2820@sina.com)
马文欢(Tel:010-64027931;E-mail:whma2005@126.com)
美术编辑 李心 责任校对 侯璐 李文彦 责任印制 丁小晶
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
2006年6月第1版,2006年6月第1次印刷
787mm×1092mm 1/16;53.75印张;1441千字;835页;1—3500册
145.00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)

《冶金工程设计》编辑委员会

主任 施 设
副主任 云正宽(常务) 张兆祥 陈俊卿 谭 萍
辛静如 郭希贵 吕文元
委员 (以姓氏笔画为序)
王洪俊 云正宽 史学谦 兰新辉 吕文元
李忠良 李春林 肖 白 吴启常 吴维治
辛静如 宋玉国 张光烈 张兆祥 张荫蓬
陈绍祖 陈俊卿 孟震生 施 设 姜良友
高士林 郭玉光 郭乐民 郭希贵 郭鸿发
尉克俭 储慕东 谭 萍

《设计基础》编写人员

主 编 郭鸿发
副主编 储慕东 史学谦
编写人员 (以姓氏笔画为序)
王柏纯 王 彦 王振平 云正宽 史学谦
包德勤 吕正伦 朱四宝 齐金山 祁亚东
祁国琴 孙光仁 余正维 张力才 张光烈
张福增 苗丽君 单颖波 胡金铃 宫香涛
钱 平 钱理业 徐正梁 高士林 高克莹
高家生 郭鸿发 陶益新 常玉根 康锁志
彭遂胜 储慕东 魏书德 濮松夫

序

近十多年来,我国冶金工业得到了长足的发展,各种钢铁、有色金属及黄金产品,基本满足了经济建设与国防现代化的需要,带动了相关产业的发展,为国民经济的快速发展做出了巨大贡献。

我国加入 WTO 后,冶金工业面临着新的机遇与挑战。我们只有不断总结、集成、创新,才能使冶金工业健康、持续发展,才能在日益激烈的竞争中立于不败之地。发展冶金科技,人才为本,在“科教兴国”国策的实施过程中,我们应采取多种有力措施,尽快培养出各学科、各专业的学术带头人,培养出一大批复合型人才,并造就一支能适应现代冶金科技发展需要的科技队伍。

为了满足冶金工程技术人员学习现代冶金科学技术、扩大专业知识、拓宽就业范围的要求,全国勘察设计注册工程师冶金专业管理委员会组织资深的专家、学者,成立了《冶金工程设计》编辑委员会,组织近百位经验丰富的冶金工程专家参加了该套书的编写工作,这是一项十分重要的“基础工程”,必将有助于我国冶金工程技术的创新活动。

《冶金工程设计》涵盖了钢铁、有色金属及黄金等材料生产建设过程中的设计内容,包括了主要生产技术、工艺流程以及选用的主要设备。此外,还包括了有关法律、法规,冶金工程所需的能源介质,公辅设施,环保,土建以及总图运输等。该套书内容丰富,资料翔实,适用范围广。该套书的出版,将为广大的冶金科技工作者,特别是冶金工程设计人员提供一套技术新、综合性强的专业书籍;它也将成为冶金企业、科研单位及大专院校生产、科研、教学参考书。

段瑞岭

2005.12.24

前 言

近年来,我国钢铁、有色金属及黄金的产量跃居世界前列。广大冶金科技工作者努力学习国际先进技术,积极开发、设计、研制适合国情的新工艺、新设备和新材料,为冶金工业快速发展做出了突出贡献。

冶金工业是典型的流程制造业。采矿—选矿—冶炼—加工整个工艺流程具有广泛的关联度与相互渗透性;钢铁、有色金属及黄金生产的科学原理、生产工艺、选用的设备大体相同或类似。多学科彼此借鉴,跨专业技术交流,相互促进,必定使我国冶金工业跃上一个新台阶,早日跨入冶金科技强国的行列。

冶金工程设计是冶金工业健康发展的重要环节,担负着冶金工厂新建、改扩建及技术改造的繁重任务。我国加入 WTO 后,冶金工业面临新的发展机遇与挑战。在此关键时期,广大钢铁、有色金属及黄金行业的工程设计人员,必须不断提高技术水平,扩充专业知识,为冶金工业优化产业结构、节能降耗、循环利用资源、加强环境保护等做出应有的贡献。

为适应我国加入 WTO 后的新形势,不断提高工程技术人员的技术水平与法制观念,提高设计质量,加强设计管理,逐步与国际接轨,人事部、建设部于 2001 年 1 月 4 日联合发布了《勘察设计注册工程师制度总体框架及实施规则》,并于 2005 年 10 月 13 日印发了《勘察设计注册冶金工程师制度暂行规定》、《勘察设计注册冶金工程师资格考试实施办法》和《勘察设计注册冶金工程师资格考核认定办法》。为了贯彻执行上述文件的有关要求,全国勘察设计注册工程师冶金专业管理委员会组织资深专家、学者成立了《冶金工程设计》编辑委员会,负责该套书的编写及审订工作。

《冶金工程设计》一套共三册。第一册《设计基础》,主要包括:有关法律、法规、规定、条例及重要标准,基本建设程序,现代设计方法,冶金生产(采矿、选矿、冶炼、加工、焦耐)概论,冶金工程的机械、电力及自动化、能源介质、公辅设施及土建,冶金工程的总图、环保、劳动安全卫生及消防,冶金工程项目的投资计算及经济评价。第二册《工艺设计》,主要包括:选矿、烧结、球团、钢铁冶炼、有色金属及黄金冶炼、轧钢、有色金属加工、钢铁制品、焦化、耐火材料及总图运输。第三册《机电设备与工业炉窑设计》,主要包括:冶金工程的机械设备、供电与电气传动以及冶金工业炉窑。

《冶金工程设计》内容广泛,综合性强,资料翔实,是**勘察设计注册冶金工程师资格考试培训及继续教育的基本教材**,也可供冶金企业的科技人员、管理人员参考使用,同时也可作为高等院校的师生、科研单位工程技术人员的参考用书。

在编写过程中,参考引用了国内外最新冶金科技成果;有关人员对于书中的内容、深度、广度,反复讨论、研究、斟酌和推敲,力求编写成能反映近年国际、国内冶金科技发展水平,并受到广大冶金工程技术人员欢迎的书籍。但编写这类书籍尚无先例可循,再加上时间紧,任务重,难免存在缺憾与不足,恳请广大读者多提宝贵意见,以便再版时修改、完善。

在此谨向对本书进行指导的殷瑞钰院士致谢,并向本书所引用技术资料的作者、参加本书审核的专家以及提供帮助的人士致谢,并感谢勘察设计注册冶金工程师执业资格考试专家组给予的支持。

《冶金工程设计》编辑委员会

2006年1月10日

目 录

第一篇 建设程序及设计方法

第一章 冶金工程项目基本建设程序	1
第一节 基本建设工作流程	1
第二节 设计前期工作	3
一、项目建议书	3
二、厂址选择	3
三、可行性研究报告	4
四、环境影响报告书(表)	4
五、设计任务书(设计合同)	5
第三节 设计阶段的工作	5
一、设计工作的任务和原则	5
二、设计阶段的划分	6
三、设计工作的程序和步骤	7
四、设计工作的内容和深度	8
五、开展设计工作所需条件和原始资料	9
第四节 实施阶段的工作	10
一、建设准备工作	10
二、项目实施阶段	10
三、试生产和考核验收	12
四、建设项目的后评价	14
第二章 现代设计方法简述	15
第一节 设计过程的主要步骤和基本原则	15
一、设计过程的主要步骤	15
二、设计发展简史	16
三、设计的基本原则和要求	19
第二节 现代设计采用的方法及特征	20
一、设计的类型	20
二、现代设计法的特征	20
三、现代设计采用的方法	21
第三节 现代设计方法与传统设计方法的比较	22
一、现代设计方法与传统设计方法的不同	22

二、补充说明	23
第四节 创新设计法	23
一、创新设计的意义	23
二、创新设计的类型	24
三、常用的创新技法	24
四、创新设计的方法	25
第五节 生命周期设计与可靠性设计	26
一、产品生命周期的概念	26
二、产品生命周期设计及其组成	27
第六节 有限元设计	28
第七节 优化设计法	29
一、工程设计的优化	30
二、优化设计的数学模型	31
第八节 计算机辅助设计(CAD)	32
一、基本概念	32
二、CAD 中的信息处理	33
三、模块化设计	34

第二篇 生产工艺概论

第一章 采矿选矿	37
第一节 地质	37
一、地质勘探及储量分类	37
二、金属矿产工业指标	38
三、矿山设计地质工作	39
第二节 采矿	41
一、金属矿床的开采方式	41
二、露天开采	42
三、地下开采	44
第三节 矿井建设	45
一、矿井建设及其在采矿工程中的作用	45
二、矿井建设专业的主要设计内容	45
第四节 矿山机械	46
一、斜井(坡)提升	46
二、竖井单绳缠绕式提升	46
三、竖井多绳摩擦式提升	46
四、货运架空索道运输	47
五、矿井通风	48
六、矿山排水与井下供水设施	48
七、压气设施	49

第五节 选矿	50
一、选矿、选矿产品及工艺指标	50
二、选矿厂规模	50
三、选矿工艺及流程	50
四、主要选矿设备及其适用条件	53
五、选矿厂车间组成	55
第六节 尾矿设施	55
一、尾矿设施的组成及其重要性	55
二、尾矿库的类型及特点	55
三、尾矿库等别	56
四、尾矿库的防洪标准	56
五、尾矿坝	56
六、尾矿库排水构筑物	57
七、尾矿坝的稳定性	57
八、尾矿浓缩	57
九、尾矿输送	58
十、尾矿回水	59
第二章 钢铁冶金	60
第一节 钢铁生产工艺过程	60
一、钢铁的分类	60
二、钢铁生产工艺流程	61
第二节 我国钢铁工业发展概况	65
一、产量大幅度增加	65
二、钢铁工业布局更加合理	66
三、产品市场占有率不断提高,品种结构调整取得进展	66
四、一些技术指标达到国际水平	67
五、我国钢铁工业存在的差距	67
第三节 烧结与球团	67
一、概述	67
二、烧结矿生产	68
三、球团矿生产	77
四、球团法与烧结法的对比	83
第四节 炼铁	84
一、炼铁方法	84
二、高炉炼铁生产工艺过程	86
三、高炉冶炼产品	87
四、炼铁原料	87
五、高炉设备	90
六、高炉的炉内反应	97
七、高炉的操作与事故处理	101

八、提高高炉产量的鼓风措施	104
九、高炉炼铁主要技术经济指标	104
十、COREX 熔融还原技术	106
第五节 炼钢和连铸	109
一、炼钢方法	109
二、炼钢的原料	112
三、纯氧顶吹转炉炼钢法(LD)和顶底复合吹炼转炉炼钢法	116
四、碱性电弧炉炼钢	123
五、炉外精炼	130
六、连续铸钢	134
七、我国炼钢生产的技术经济指标	142
第六节 轧钢	144
一、轧制钢材的品种和规格	144
二、轧钢原理和常用轧制方法	146
三、轧钢生产工艺过程	150
四、厚板生产	153
五、热连轧带钢生产	155
六、冷轧板带钢生产	157
七、涂、镀层钢板生产	158
八、型钢生产	159
九、线材生产	160
十、钢管生产	161
十一、轧钢车间的年产量计算及轧钢生产主要技术经济指标	166
第七节 铁合金	167
一、铁合金分类及主要产品标准	167
二、铁合金生产的主要方法及特点	168
三、铁合金冶炼的主要设备	171
四、典型铁合金生产工艺	176
第三章 有色金属冶金(含贵金属)	193
第一节 有色金属分类	193
第二节 有色金属冶金方法	193
一、原料预处理	193
二、火法冶金	195
三、湿法冶金	198
四、熔盐电解	203
第三节 轻金属冶炼	205
一、氧化铝生产	205
二、氟化盐生产	208
三、电解铝生产	210
四、炭素制品生产	213

五、镁冶炼	216
六、钛生产	219
第四节 重金属生产	222
一、铜冶炼生产	222
二、铅锌生产	225
第五节 贵金属生产	232
一、概况	232
二、复杂金精矿的处理	233
三、铜阳极泥的处理	234
四、铅阳极泥的处理	236
五、金和银的电解精炼	236
六、铂族金属精矿的处理	237
七、氢化金泥的处理	238
第六节 稀有金属(含半金属)生产	238
一、稀有金属的用途	238
二、稀有金属资源状况	239
三、稀有金属生产及市场	239
四、稀有金属原料	239
五、主要工艺流程及冶金方法	240
第七节 铝加工	240
一、铝熔铸	241
二、铝板、带、箔生产	243
第八节 铜加工	247
一、铜熔铸	247
二、铜板带生产	248
三、铜管、棒、型材生产	249
第四章 焦化、耐火材料	252
第一节 炼焦生产	252
一、焦炭	252
二、炼焦用煤	254
三、常用炼焦工艺简介	256
四、常用焦炉炉型、生产能力和技术经济指标	259
第二节 煤气净化、化学产品回收与加工	264
一、化学产品生成及煤气组成	264
二、化学产品产率、组成和性质	265
三、煤气净化	267
四、精制和焦油加工的基本概念	272
第三节 耐火材料生产	275
一、耐火材料的分类	275
二、耐火材料的性能	275

三、冶金工业常用耐火材料的品种及应用	276
四、耐火材料生产基本工艺	281

第三篇 公用辅助设施设计

第一章 冶金工程项目电力和自动化设计基础知识	287
第一节 概述	287
一、设计范围	287
二、电气系统设计原则	288
三、所需设计资料	288
第二节 电力负荷的分级及供电电源	289
一、电力负荷的分级	289
二、供电电源的要求	289
第三节 供配电系统	295
一、三相交流电源与供配电电压	295
二、供配电系统的构成	296
三、负荷类型与改善供配电系统电能质量的措施	297
第四节 电力传动	302
一、电动机类型	302
二、电动机类型的选择	305
三、电动机启动方式及使用范围	306
四、变频调速和直流电机调速的比较	307
第五节 电气控制	308
一、继电器控制线路	308
二、可编程序控制器	308
第六节 自动化仪表	309
一、冶金企业过程检测和控制自动化设计的任务	309
二、冶金企业过程检测和控制自动化设计的范围	309
三、自动化设计所需资料	311
四、冶金企业过程检测和控制自动化工艺与仪表专业的配合	314
五、冶金自动化常用仪表	315
第七节 电讯及铁路信号	329
一、电讯设计任务内容	329
二、电讯系统组成及基本用途	329
三、电讯系统设计	333
四、铁路信号	337
第八节 计算机系统	340
一、计算机应用系统概述	340
二、计算机系统简述	340
三、过程控制计算机系统	343

四、生产控制计算机系统	343
第二章 冶金工程项目燃气设计	344
第一节 内容和范围	344
一、煤气设施	344
二、空气分离装置(氧气站)	345
三、燃油库	345
四、保护气体站	345
五、乙炔站	345
六、化学灭火设施	345
第二节 高炉、焦炉、转炉煤气的净化和储存	345
一、高炉煤气净化系统和 TRT 系统	345
二、焦炉煤气净化系统	347
三、转炉煤气回收设施	348
四、煤气的储存	349
第三节 氧、氮、氩和氢气的生产和供应	350
一、空气深度冷冻和精馏生产氧气、氮气和氩气的基本原理	350
二、空气分离设备的系统和组成	350
三、常用空分设备的基本系列	350
四、冶金工厂氢气的用途	350
五、氢气生产的原理及氢氧站的组成	350
第四节 燃油的储存和供应	351
一、卸油设施	351
二、油罐区(燃油储存设施)	351
三、油泵站	352
四、油库消防	352
五、油管道	352
第五节 煤气、燃油和氧气管道	353
一、煤气管道敷设的一般规定	353
二、油管道敷设的一般要求	354
三、氧、氮、氩管道设计的一般要求	355
第六节 化学消防设施	355
一、卤代烷灭火设计	355
二、二氧化碳灭火系统设计	356
第七节 能源利用和管理	357
一、能源	357
二、节能	361
三、钢铁生产能源消耗现状及差距	361
四、企业和设备的能量平衡	363
五、能源管理	365
第八节 所需设计资料及内容格式	366

一、煤气平衡	367
二、氧、氮、氩平衡	368
第三章 冶金工程项目热力设计	370
第一节 设计范围和内容	370
一、供热系统和供热设施设计	370
二、压缩空气站设计	371
三、高炉鼓风机站设计	371
四、高炉喷吹煤粉制备站设计	372
五、余热回收设计和气化冷却装置设计	372
六、热力管网设计	372
第二节 工业锅炉房及热电站	372
一、工业锅炉房	372
二、热电站	376
第三节 空压机站	380
一、空压机的类别及用途	380
二、空压机站的设计原则	381
三、压缩空气的品质要求	381
四、空压站工艺系统	383
五、空压机站布置	384
第四节 高炉鼓风机站	384
一、供风流程和系统	384
二、高炉鼓风机的选择	385
三、高炉鼓风机的原动机配置	387
四、附属设备的选择	388
五、富氧装置	388
六、脱湿装置	389
七、鼓风机站布置	390
第五节 高炉喷吹煤粉制备站	391
一、高炉喷吹煤粉制备站的设计	391
二、磨煤机选型	391
三、制粉系统	391
四、站房和设备布置	392
五、安全措施	392
第六节 余热回收和汽化冷却	392
一、余热利用的设计原则	392
二、余热利用的方法	393
三、冶金工厂余热回收和汽化冷却	393
第七节 热力管网	397
一、热力管网布置	397
二、热力管网敷设	397

三、流体计算	397
四、强度计算	397
五、管道支吊架	398
六、保温和油漆	398
第四章 冶金工程项目给水、排水设计	399
第一节 概述	399
一、设计任务	399
二、设计范围	399
三、设计原则	399
四、设计给排水系统	399
第二节 水量和水质要求	400
一、钢铁工厂用水量参考指标	400
二、钢铁厂用水水质参考指标	401
三、有色金属厂矿用水量参考指标	401
四、生活、消防水量及水质	402
第三节 水源及输水管道	402
一、水源选择的原则	402
二、地表水取水构筑物设计	402
三、地下水取水构筑物设计	403
四、输水管道设计	404
第四节 给水处理	404
一、天然水的物理、化学特性	404
二、给水处理流程	406
三、给水处理设施	406
第五节 排水系统	406
第六节 安全供水	408
第七节 间接冷却水循环系统(净循环水系统)	409
一、敞开式循环水系统(即开路系统)	409
二、密闭式循环水系统(即闭路系统)	409
第八节 除尘废水处理	410
第九节 烟气(煤气)净化(洗涤)循环水系统	411
第十节 炉渣粒化循环水系统	412
第十一节 热轧直接冷却循环水系统	412
一、平流沉淀池——高速过滤器方式	412
二、化学除油器方式	413
三、两种水处理方式的对比	413
第十二节 含酚、氰废水处理	414
一、废水水质	414
二、活性污泥处理法和生物膜处理法	414
三、生物脱氮处理	414

第十三节 含油及乳化液废水处理	415
一、化学法处理	415
二、物理法(超滤法)处理	416
三、超滤法和化学法处理的对比	416
第十四节 含酸、碱废水处理	416
第十五节 含铬、钒废水处理	417
第十六节 含重金属废水处理	418
第十七节 含稀有金属废水处理	419
第十八节 盐酸酸洗废液再生	419
一、盐酸酸洗过程及废液成分	419
二、盐酸酸洗废液的再生方法和流程	420
三、提高氧化铁质量的措施	420
第十九节 全厂性废水处理和回用	421
第二十节 污泥处理和利用	421
一、钢铁厂污泥种类及其特性	421
二、污泥处理和利用流程	422
第二十一节 循环冷却水水质稳定处理及其发展	422
一、冶金工厂循环冷却水特点	422
二、水质稳定性的判断	422
三、循环冷却水系统的水量平衡计算	423
四、循环冷却水水质稳定处理	423
五、循环冷却水水质稳定处理的技术发展	425
第五章 冶金工程项目暖通空调设计	426
第一节 内容及设计依据	426
一、暖通空调专业内容	426
二、暖通空调专业设计依据	427
第二节 采暖	427
一、采暖设置原则	427
二、采暖技术要求	428
三、采暖设计依据	428
四、采暖热媒及采暖方式的选择	429
五、采暖系统设置	430
第三节 通风	431
一、通风技术要求	431
二、通风设计依据	431
三、通风的方式及选择	434
四、通风系统设置	435
第四节 空调	436
一、空调设置条件	436
二、空调技术要求	436