



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

钢铁冶金实习教程

主编 高艳宏



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

钢铁冶金实习教程

主 编 高艳宏

副主编 王宏丹 张倩影

高緒東 王青峽

主 审 杨治立

北 京

冶金工业出版社

2015

内 容 提 要

本书结合高等院校冶金工程专业的实习要求及当前钢铁冶炼技术的现状,按照实习顺序,介绍了钢铁联合企业各工序的主要特点、工艺和设备等。书中设有实习知识点、实习重点及极具代表性的生产实例,使内容有的放矢,学生可以较快提升实践水平。

全书共分10章,主要内容包括实习指导、钢铁生产概述、烧结厂实习、球团厂实习、高炉炼铁实习、转炉炼钢实习、电弧炉炼钢实习、炉外精炼实习、连续铸钢实习、轧钢厂实习等。

本书可作为高等院校冶金工程专业及相关专业的教材,也可供冶金工程专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

钢铁冶金实习教程/高艳宏主编. —北京:冶金工业出版社, 2015. 10

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7074-6

I. ①钢… II. ①高… III. ①钢铁冶金—高等学校—教材
IV. ①TF4

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第242055号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjchs@cnmp.com.cn

责任编辑 赵亚敏 王 优 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7074-6

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2015年10月第1版,2015年10月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;9.5印张;224千字;138页

25.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

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

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

冶金工业是国民经济的基础和支柱产业之一。随着社会经济的快速发展,冶金工业技术发展强劲,市场对冶金工程专业人才的需求,尤其是应用型技术人才呈现旺盛状态。根据教育部高等学校冶金工程专业教学大纲的要求编写了此书,配合学生生产实习或认识实习使用。

本书打破以往冶金实习教材按照工艺流程、设备等撰写的模式,以实习的顺序为主线,对钢铁联合企业各工序的特点、工艺等进行了阐述和总结,力求反映当前国内外钢铁冶金新技术及工艺,并在章前设置实习知识点和实习重点,章尾设置具有代表性的生产实例和复习思考题,充分体现了实用性和实践性,有利于学生有的放矢,提高实习效果,全面培养学生的实践能力。

本书由重庆科技学院高艳宏担任主编,重庆科技学院王宏丹、张倩影、高绪东、王青峡担任副主编。全书共10章,其中,第1、2章由高艳宏编写,第3、4章由高绪东编写,第5章由高艳宏和重庆赛迪冶炼装备系统集成工程技术研究中心有限公司鹿存房编写,第6、9章由王宏丹和重庆科技学院任兵芝编写,第7、8章由张倩影编写,第10章由王青峡编写。本书由重庆科技学院杨治立教授担任主审,杨治立教授在百忙之中审阅了全书,提出了很多宝贵意见,在此谨致谢意。

本书可以作为高等院校冶金工程专业、冶金技术专业认识实习或生产实习教材,也可作为从事钢铁冶金工作的技术人员参考,或供相关人员的技术培训使用。

本书编写过程中得到了重庆科技学院冶金学院领导和吕俊杰教授的大力支持,以及山东寿光巨能特钢有限公司王文栋和重庆科技学院胡林的无私帮助,在此表示诚挚的谢意。同时感谢编写中参阅的文献资料的作者。

由于时间紧迫、编者水平有限,书中不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015年6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4版)	王淑兰	45.00
冶金物理化学研究方法(第4版)	王常珍	69.00
冶金与材料热力学	李文超	65.00
热工测量仪表(第2版)	张 华	46.00
冶金物理化学	张家芸	39.00
冶金宏观动力学基础	孟繁明	36.00
冶金原理	韩明荣	40.00
冶金传输原理	刘 坤	46.00
冶金传输原理习题集	刘忠锁	10.00
钢铁冶金原理(第4版)	黄希祐	82.00
耐火材料(第2版)	薛群虎	35.00
钢铁冶金原燃料及辅助材料	储满生	59.00
钢铁冶金学(炼铁部分)(第3版)	王筱留	60.00
炼铁工艺学	那树人	45.00
炼铁学	梁中渝	45.00
炼钢学	雷 亚	42.00
炼铁厂设计原理	万 新	38.00
炼钢厂设计原理	王令福	29.00
轧钢厂设计原理	阳 辉	46.00
热工实验原理和技术	邢桂菊	25.00
炉外精炼教程	高泽平	40.00
连续铸钢(第2版)	贺道中	30.00
复合矿与二次资源综合利用	孟繁明	36.00
冶金设备(第2版)	朱 云	56.00
冶金设备课程设计	朱 云	19.00
硬质合金生产原理和质量控制	周书助	39.00
金属压力加工概论(第3版)	李生智	32.00
轧钢加热炉课程设计实例	陈伟鹏	25.00
物理化学(第2版)	邓基芹	36.00
特色冶金资源非焦冶炼技术	储满生	70.00
冶金原理	卢宇飞	36.00
冶金技术概论	王庆义	28.00
炼铁技术	卢宇飞	29.00
高炉炼铁设备	王宏启	36.00
炼铁工艺及设备	郑金星	49.00

目 录

1 实习指导	1
1.1 实习安全须知	1
1.2 实习的目的和要求	1
1.2.1 认识实习	1
1.2.2 生产实习	1
1.3 实习的规章制度	2
1.4 实习日记、实习报告的内容和要求	2
1.4.1 实习日记的内容和要求	2
1.4.2 实习报告的内容和要求	3
1.5 实习成绩的考核方法	3
2 钢铁生产概述	4
2.1 钢铁生产的工艺特点	4
2.1.1 长流程	4
2.1.2 短流程	4
2.1.3 两种工艺流程比较	5
2.2 钢铁生产主要工序及技术经济指标	5
2.2.1 烧结	5
2.2.2 球团生产	6
2.2.3 焦化	6
2.2.4 高炉炼铁	6
2.2.5 炼钢	7
2.2.6 炉外精炼	7
2.2.7 铸钢	7
2.2.8 轧制	8
2.2.9 非高炉炼铁	8
复习思考题	8
3 烧结厂实习	9
3.1 实习内容	9
3.1.1 实习知识点	9
3.1.2 实习重点	9

3.2 烧结原料的准备	9
3.2.1 原料的接受、贮存与中和混匀	11
3.2.2 破碎筛分	11
3.3 配料	12
3.4 混合制粒	14
3.4.1 一次混合	14
3.4.2 二次混合	14
3.4.3 混合料水分控制	15
3.5 布料与点火	15
3.5.1 布料	15
3.5.2 点火	15
3.6 抽风烧结	17
3.6.1 烧结知识概述	17
3.6.2 烧结机	17
3.7 烧结矿处理	19
3.7.1 热破碎与热筛分	19
3.7.2 冷却	19
3.7.3 整粒	20
3.8 烧结车间各岗位职责	21
3.9 烧结矿生产实例	22
3.9.1 普通烧结矿生产	22
3.9.2 特殊烧结矿生产	23
复习思考题	24
4 球团厂实习	25
4.1 实习内容	25
4.1.1 实习知识点	25
4.1.2 实习重点	25
4.2 原料准备	25
4.2.1 原料细磨	26
4.2.2 水分调整	26
4.2.3 矿石中和	26
4.3 配料与混匀	27
4.3.1 配料	27
4.3.2 混合	27
4.4 造球与布料	28
4.5 焙烧	29
4.5.1 竖炉法	29
4.5.2 链算机-回转窑法	30

4.5.3 带式焙烧机法	32
4.6 球团矿处理	34
4.7 球团车间各岗位职责	34
4.8 球团矿生产实例	35
4.8.1 链算机-回转窑法	35
4.8.2 带式焙烧机法	37
复习思考题	39
5 高炉炼铁实习	40
5.1 实习内容	40
5.1.1 实习知识点	40
5.1.2 实习重点	41
5.2 原燃料供应	41
5.2.1 原燃料质量要求	41
5.2.2 原燃料的输送	42
5.2.3 原燃料的装入	42
5.3 高炉冶炼	46
5.3.1 高炉结构	46
5.3.2 高炉操作知识要点	47
5.4 送风系统	49
5.4.1 鼓风机	49
5.4.2 热风炉类型	49
5.4.3 热风炉操作要点	50
5.5 喷吹系统	51
5.5.1 燃料的种类和性质	51
5.5.2 工艺流程	52
5.6 煤气除尘系统	52
5.6.1 粗除尘设备	53
5.6.2 精除尘设备	54
5.7 渣铁处理系统	55
5.8 高炉车间各岗位职责	58
5.9 高炉生产实例	58
5.9.1 普通矿高炉冶炼	58
5.9.2 特殊矿高炉冶炼	59
复习思考题	61
6 转炉炼钢实习	62
6.1 实习内容	62
6.1.1 实习知识点	62

6.1.2 实习重点	62
6.2 铁水预处理	63
6.2.1 铁水预脱硅	63
6.2.2 铁水预脱硫	63
6.2.3 铁水预脱磷	65
6.2.4 铁水预处理提钒	65
6.3 转炉系统及设备	66
6.3.1 转炉炼钢系统	66
6.3.2 转炉本体	66
6.4 装料	67
6.4.1 炼钢用原料	67
6.4.2 炼钢用原料供应	67
6.4.3 装入制度	69
6.4.4 装料操作	69
6.5 吹氧冶炼	70
6.5.1 供氧制度	70
6.5.2 造渣制度	71
6.5.3 温度制度	73
6.6 出钢与脱氧合金化	77
6.6.1 终点控制	77
6.6.2 出钢制度	77
6.6.3 脱氧合金化	78
6.7 溅渣护炉	78
6.7.1 调渣工艺	78
6.7.2 溅渣工艺参数	79
6.7.3 复吹转炉溅渣护炉操作	79
6.8 转炉烟气净化与回收	79
6.9 转炉车间各岗位职责	81
6.10 典型钢种冶炼实例	82
6.10.1 普通碳素钢转炉生产	82
6.10.2 硬线钢转炉生产	82
6.10.3 硅钢转炉生产	83
复习思考题	83
7 电弧炉炼钢实习	84
7.1 实习内容	84
7.1.1 实习知识点	84
7.1.2 实习重点	84
7.2 冶炼前的准备工作	84
7.2.1 原料准备	84

7.2.2 配料	85
7.2.3 装料	85
7.3 熔氧期	86
7.3.1 炉体和机械设备	86
7.3.2 炉料熔化	88
7.3.3 氧化期	89
7.3.4 造渣	90
7.4 出钢	91
7.4.1 留钢留渣技术	91
7.4.2 偏心底出钢 (EBT) 技术	91
7.4.3 出钢温度的经验判断	91
7.5 电炉车间各岗位职责	92
7.6 电弧炉冶炼实例	92
7.6.1 合金结构钢冶炼	92
7.6.2 不锈钢冶炼	93
复习思考题	95
8 炉外精炼实习	96
8.1 实习内容	96
8.1.1 实习知识点	96
8.1.2 实习重点	96
8.2 炉外处理车间工艺模式	96
8.3 典型的炉外处理方法	97
8.3.1 简易钢包精炼法 (CAS/CAS-OB 法)	97
8.3.2 钢包精炼炉法 (LF 炉)	98
8.3.3 真空循环脱气法 (RH 法)	102
8.4 精炼车间各岗位职责	104
8.5 典型钢种的精炼实例	104
8.5.1 IF 钢冶炼	104
8.5.2 石油管线钢冶炼	105
8.5.3 不锈钢冶炼	106
复习思考题	107
9 连续铸钢实习	108
9.1 实习内容	108
9.1.1 实习知识点	108
9.1.2 实习重点	109
9.2 连铸概述	109
9.2.1 连铸工艺流程	109
9.2.2 连铸机型	109

9.3 连铸钢水的准备	110
9.3.1 大包及大包回转台	110
9.3.2 大包注流控制	111
9.4 中包浇注	113
9.4.1 中包及中包车	113
9.4.2 中包注流控制	114
9.5 结晶器一次冷却	115
9.6 二次冷却	115
9.6.1 二次冷却装置的结构形式	115
9.6.2 二冷区喷水系统	119
9.6.3 二次冷却控制	119
9.7 引锭、拉矫、切割及出坯	120
9.7.1 引锭	120
9.7.2 拉坯矫直	120
9.7.3 铸坯切割	124
9.7.4 铸坯输出	125
9.8 连铸坯质量检查及处理	125
9.8.1 表面缺陷的判断和处理	125
9.8.2 内部缺陷的判断和处理	125
9.8.3 形状缺陷的判断和处理	126
9.9 连铸车间各岗位职责	126
9.10 典型钢种连铸实例	127
9.10.1 硬线钢连铸生产	127
9.10.2 重轨钢连铸生产	127
9.10.3 轴承钢连铸生产	128
复习思考题	129
10 轧钢厂实习	130
10.1 实习内容	130
10.1.1 实习知识点	130
10.1.2 实习重点	130
10.2 轧材产品概述	130
10.3 原料及准备	131
10.4 原料加热	131
10.5 粗轧	132
10.6 精轧	132
10.7 轧制产品质量控制	133
10.8 生产实例	134
复习思考题	135
参考文献	136

1 实习指导

1.1 实习安全须知

实习是冶金类院校冶金工程专业人才培养中十分重要的教学环节,是构成学生完整知识能力结构、培养学生理论联系实际能力的重要组成部分。为确保学生安全、顺利、圆满完成实习任务,必须做到以下安全事项:

- (1) 树立“安全第一”的观念,健全安全组织,确保实习安全。
- (2) 加强自我保护意识,必须按照生产要求穿戴工作服、安全帽和劳保鞋,女生不准披散长发。
- (3) 实习期间不得随意触碰机器设备、零件,未经允许,不得随意启动现场设备开关、阀门,不准跨越皮带、横穿铁路线。
- (4) 现场实习必须多人同行,高炉等危险区域必须有现场师傅陪同才能前去,煤气区域禁止停留,发现有不安全苗头,及时撤离并报告。
- (5) 场内行走时,注意头上(吊车、重物掉落)、脚下(渣沟、铁沟),不能正对渣口、铁口;通过铁路道口时,做到一停、二看、三通过。
- (6) 严禁在住宿房间私拉、私接电线;严禁使用电炉、煤气灶、电茶壶、热得快等用具;离开房间要及时关门上锁。
- (7) 自觉遵守交通规则,注意上、下班的交通安全。如出现事故、患急病等不能坚持实习等情况,应在第一时间报告。

1.2 实习的目的和要求

1.2.1 认识实习

目的:通过实习,使学生了解和熟悉钢铁冶金过程主要流程的工艺特点、技术参数及主要设备的作用,初步建立起钢铁冶金主要生产流程的概念和印象,为学好专业课和专业限定性选修课打下基础。

基本要求:了解钢铁生产的基本工艺流程,了解烧结、球团、炼铁、炼钢和轧钢的生产工艺过程,初步认识相关的生产设备;了解冶金技术发展的动向。

1.2.2 生产实习

目的:通过实习,加强对学生工程意识和工程习惯的培养,促进理论和实践的结合,巩固和加深课堂上所学的理论知识,提高分析问题和解决问题的能力;同时,通过实习,

培养学生的组织纪律观念,养成良好的劳动习惯。

基本要求:巩固所学知识,联系实际,积极实践,熟悉和掌握烧结、球团、高炉炼铁、转炉和电炉炼钢、连续铸钢和炉外精炼过程的工艺特点、操作技术及主要设备的性能及作用,培养分析问题和解决问题、知识创新的能力。能够综合运用所学专业理论知识,分析冶金过程中出现的各种问题,并能初步提出相应的解决方法;加强对冶金工程大生产的管理技术和有关知识的学习和了解。

1.3 实习的规章制度

(1) 严格遵守国家政策法规和实习所在单位的各项规章制度和纪律,实习期间不得妨碍工厂的正常生产。

(2) 严格遵守学校的规章制度和实习纪律要求,服从带队教师或指导教师的指挥和安排,按实习大纲和实习计划的要求和规定认真完成实习任务。

(3) 服从现场实习负责人和带队教师的指挥,文明礼貌、团结互助、爱护现场财物及资料,认真贯彻现场安全生产制度。

(4) 不得无故不参加实习,不串岗、不迟到、不早退,有事必须事前请假,未经带队教师同意不得擅自离队。

(5) 实习期间不得擅自去他处游玩,不准以探亲或办事为由延误实习时间,违反者以旷课论,严重者取消实习资格。

(6) 实习期间要遵纪守法,遵守社会公德,不得打架闹事、聚众斗殴,严禁到江河湖海等危险的地方游泳。带队教师和现场负责人对违反实习纪律或不听指挥的学生,有权进行批评教育或终止其实习资格,对严重违反规定的,将报请学校给予必要的纪律处分。

(7) 尊重工人、技术人员和管理人员的劳动,虚心向他们学习,主动协助实习单位做一些力所能及的工作。

(8) 参观、听报告时认真做笔记,不得迟到、早退、大声喧哗。

(9) 实习结束后按规定时间返校,参加实习考核,上交实习报告和日记,作为确定实习成绩的依据。

1.4 实习日记、实习报告的内容和要求

实习期间,学生需使用专门的实习日记本记录实习情况,实习结束后,根据实习情况撰写实习报告。

1.4.1 实习日记的内容和要求

作为考核成绩的重要依据,学生在实习期间每天将自己的实习内容和收获等记录在实习日记中,对于不懂之处及时通过咨询现场技术人员和指导教师进行解决,同时为撰写实习报告及后续课程积累原始资料。实习日记记录内容要求如下:

(1) 记录每天的工作内容及完成情况。

(2) 认真记录发现的问题,提出合理化建议。

(3) 遇有参观、工作例会、听课或报告,则应详细记录这部分内容。

(4) 除记录工作内容和业务收获外,还应记录思想方面的收获,实习日记每天不宜少于300字。

1.4.2 实习报告的内容和要求

实习报告是学生根据实习情况对实习内容和过程的总结,并对实习中遇到的问题进行阐述分析、提出相应的解决办法,同时叙述实习的心得体会。它不仅反映了学生实习的深度和质量,同时也反映了学生分析和归纳问题的能力,是评定实习成绩的重要依据。内容要求如下:

(1) 内容方面的要求:

1) 标题。标题可以采取规范化的标题格式,基本格式为“关于×××的实习报告”。

2) 正文。正文一般分前言、主体、结尾三部分。

①前言:主要描述本次实习的目的、意义、大纲的要求及实习任务等情况。

②主体:实习报告最主要的部分,详述实习的基本情况,包括项目、内容、安排、实习经历的环节、接受的实践锻炼,以及从中得出的具体认识、观点和基本结论等。

③结尾:可写出自己的收获、感受、体会和建议,也可就发现的问题提出解决问题的方法、对策;或总结全文的主要观点,进一步深化主题;或提出问题,引发人们的进一步思考;或展望前景,发出鼓舞和号召等。

(2) 其他方面的要求:

1) 文字要求:逻辑清晰,语言流畅,无错别字。

2) 字数要求:每周不得少于800字,三周及以上的不得少于2000字。

3) 纸张要求:用A4纸打印或书写(钢笔或签字笔工整书写),并用学校规定的“实习报告标准封面”装订。

4) 书写要求:正文使用小四号宋体、行距1.5倍。其余排版要求以美观整洁为准。

1.5 实习成绩的考核方法

(1) 实习应进行严格的考核并评定成绩。评定成绩的主要依据是实习报告和实习日记的质量、实习考试成绩、实习期间的工作表现、出勤情况、完成任务情况。

(2) 学生不得申请实习免修。因病不能参加实习者必须提出缓修申请,并附医院证明,经学院主管负责人批准,教务处备案方可;一般不得因事缓修。缓修随下一年级进行,成绩按正考记载。缓修不及格只能随下一年级重修。

(3) 凡具备下列条件之一者,均以不及格计,或取消考核资格,只能随下一年级重修。

1) 实习期间无故缺勤超过实习时间的三分之一及其以上者。

2) 未按时完成实习成果者。

3) 抄袭实习成果者。

4) 未经许可获取或泄露有关机密者。

5) 学习期间严重违反实习纪律,造成严重安全责任事故或恶劣影响者。

6) 发生其他严重事故或造成恶劣影响的情况。

2 钢铁生产概述

钢铁是国家生存和发展的物质保障，是国民经济的中流砥柱，没有任何其他材料在可预见的将来能代替钢铁现有的地位。钢铁工业是国民经济的重要基础产业，是国家经济水平和综合国力的重要标志，它的发展与国家的基础建设和工业发展速度紧密相关。我国钢铁工业的发展不仅推动了国民经济的快速发展，也有力地促进了世界经济的繁荣和世界钢铁工业的发展。

2.1 钢铁生产的工艺特点

现代钢铁联合企业的主要生产流程可分为两类：长流程和短流程。

2.1.1 长流程

长流程目前应用最广，是以矿石和煤为原燃料，通过烧结（或球团）、焦化处理，采用高炉生产铁水，经铁水预处理后，由转炉炼钢、炉外精炼至合格成分钢水，由连铸浇注成不同形状的铸坯，再轧制成各类成品的流程。全球大约 70% 的钢铁企业采取这种流程进行生产。流程如图 2-1 所示。

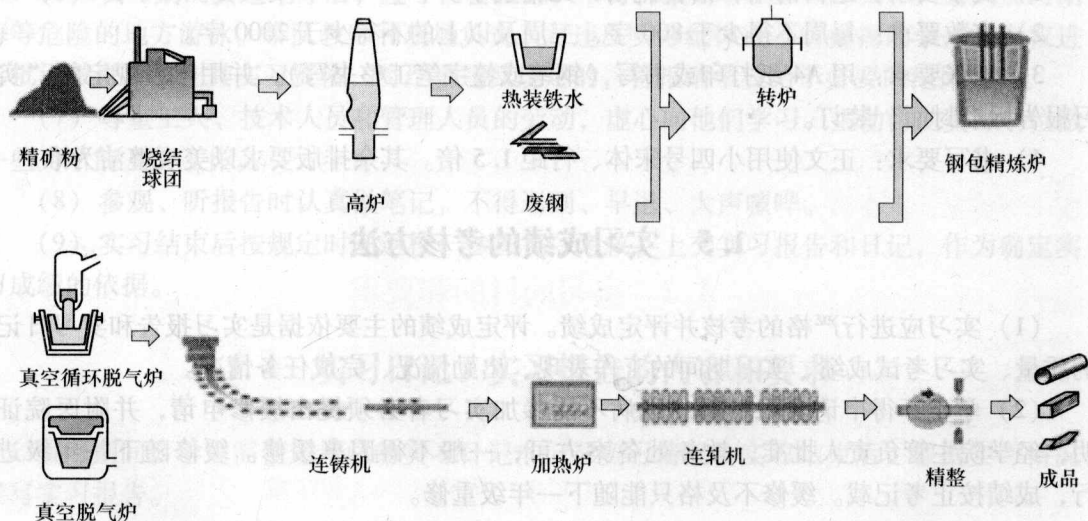


图 2-1 钢铁生产长流程图

2.1.2 短流程

短流程废除了传统钢铁生产工艺中的烧结（球团）、焦化和高炉炼铁工序，以废钢或直接还原铁为主要原料进行炼钢，降低了生产成本，提高了劳动生产率，是钢铁生产工艺流程发展的新潮流。全球电炉钢产量已占粗钢产量的 1/3，但我国由于粗钢产量的连年猛

增,造成电炉钢比例不增反减,成为世界上少数几个电炉钢比例下降的国家之一。专家认为,未来典型的钢铁生产工艺短流程将是:无焦炼铁—超高功率电炉/复吹转炉—薄板坯连铸连轧—冷连轧。

短流程根据原料可分为两类:一类是铁矿石经直接、熔融还原后,采用电炉或转炉炼钢,其主要特点在于铁矿石原料不经过烧结、球团处理,煤不必经过焦化处理,没有高炉炼铁生产环节,该流程目前应用较少,大约占10%以下;另一类是以废钢作为原料,由电炉熔化冶炼后,进入下一步工序,也没有高炉炼铁生产环节,该工艺流程约占20%,为了提高生产效率,目前国内外许多钢铁厂在电炉冶炼中也采取兑加铁水的工艺。钢铁生产短流程如图2-2所示。

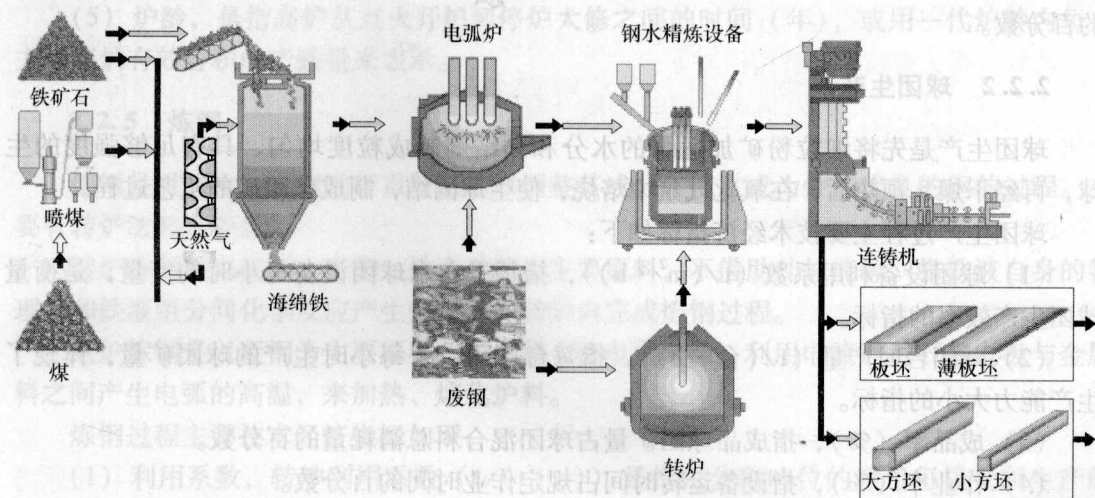


图2-2 钢铁生产短流程图

2.1.3 两种工艺流程比较

长流程生产效率高、能量消耗少、生产规模大,铁水的纯净度和质量稳定性均优于废钢,采用铁水预处理工艺,可进一步提高铁水纯净度—— $w[S] \leq 0.005\%$, $w[P] \leq 0.01\%$;配置RH精炼可获得极高的生产速率和优异的纯净度,因此,适用于低碳/超低碳、低残余元素的钢种,尤其是批量很大、合金含量较低的钢种。但是长流程具有庞大的铁、焦、烧系统,存在投资巨大、污染严重、焦煤资源短缺等问题。

短流程投资成本低、冶炼温度高、易精确控制温度和成分、热效率高、能控制炉内气氛,不需要庞大的铁焦系统,可间断性生产,适于冶炼中、高碳钢。但是该流程具有生产规模小,炉内温度分布不均,电弧电离空气、水蒸气产生的 H_2 和 N_2 可能会影响钢水质量,生产成本高等问题。

2.2 钢铁生产主要工序及技术经济指标

2.2.1 烧结

烧结是将粉状含铁物料(铁精矿粉、富矿粉、粉尘、轧钢皮等),配入适量的燃料

(焦粉和无烟煤)和熔剂(石灰石、白云石、生石灰、石英石、蛇纹石等),加入适量的水,经混合和造球后,在烧结设备上使物料发生一系列物理化学变化,烧结成块,制成烧结矿的工艺过程。

烧结主要技术经济指标如下:

(1) 利用系数($t/(m^2 \cdot h)$),指每小时每台烧结机每平方米有效抽风面积的成品烧结矿量。

(2) 台时产量($t/(\text{台} \cdot h)$),指每台烧结机每小时的成品烧结矿量。

(3) 成品率(%),指成品烧结矿量占烧结混合料总消耗的百分数。

(4) 返矿率(%),指烧结矿经破碎筛分所得到的筛下返矿量占烧结混合料总消耗量的百分数。

2.2.2 球团生产

球团生产是先将细粒粉矿加适量的水分和黏结剂制成粒度均匀、具有足够强度的生球,再经干燥、预热后,在氧化气氛中焙烧,使生球固结,制成球团矿的工艺过程。

球团生产过程主要技术经济指标如下:

(1) 球团设备利用系数($t/(m^2 \cdot h)$),指每平方米球团设备每小时的产量,是衡量球团生产效率的指标。

(2) 球团台时产量($t/(\text{台} \cdot h)$),指每台球团设备每小时生产的球团矿量,体现了生产能力大小的指标。

(3) 成品率(%),指成品球团矿量占球团混合料总消耗量的百分数。

(4) 作业率(%),指设备运转时间占规定作业时间的百分数。

2.2.3 焦化

焦化是将各种结焦性能不同的煤按一定比例混合,在隔绝空气的条件下,加热到 950°C 左右,经高温干馏生产焦炭,同时获得煤气、煤焦油并回收其他化工产品的一种煤转化工艺。现代焦炭生产过程分为洗煤、配煤、炼焦和产品处理等工序。

焦化过程主要技术经济指标如下:

(1) 焦炉炭化室有效容积利用系数(亦称焦炉日历利用系数, $t/(m^3 \cdot d)$),是指焦炉在日历工作时间内每立方米炭化室有效容积平均每天所生产的全焦合格产量,是综合反映焦炉生产技术、管理水平高低的重要指标。

(2) 全焦率(成焦率,%),是指入炉煤干馏后所获得的焦炭数量占入炉煤量的百分比。

(3) 工序单位能耗(标煤)(kg/t),是指生产 $1t$ 焦炭(干基)所净耗的各种燃料及动力折合为标准煤的数量。

(4) 冶金焦合格率(%),是指检验合格的冶金焦占冶金焦检验总量的百分比。

2.2.4 高炉炼铁

高炉炼铁是钢铁生产长流程中的重要环节,生产时从炉顶装入铁矿石(烧结矿、球团矿、生矿等)、焦炭等,从风口鼓入热风,喷入辅助燃料。高温下燃料燃烧生成煤气,在