

中国矿业大学教材建设工程资助教材

材料成型专业实践认识

Cailiao Chengxing Zhuanye Shijian Renshi

主 编 陈 正 樊 宇 王延庆

主 审 沈承金

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

中国矿业大学教材建设工程资助教材

材料成型专业实践认识

主 编 陈 正 樊 宇 王延庆

主 审 沈承金

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书的编写旨在帮助材料成型与控制专业的学生在进行认识实习时,能够较全面地了解材料及材料成型工艺相关知识,为后续专业方向课程的学习奠定基础,也帮助学生了解现代企业管理、企业文化等方面知识。考虑到认识实习是安排在专业课程学习之前进行的,所以本书编写力图简明扼要,突出重点,注重实践认知性。全书主要内容有:绪论、液态成型基础及工艺、连接成型基础及工艺、塑性成型基础及工艺、机械制造基础知识、实习企业概况等。

本书为材料成型与控制专业认识实习集中实践课教材,也可作为相关专业的教学用书,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料成型专业实践认识 / 陈正,樊宇,王延庆主编. —
徐州:中国矿业大学出版社,2016.1

ISBN 978 - 7 - 5646 - 2986 - 1

I. ①材… II. ①陈… ②樊…③王… III. ①工程材料—成型 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 011031 号

书 名 材料成型专业实践认识
主 编 陈 正 樊 宇 王延庆
责任编辑 何晓明
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 9.5 字数 240 千字
版次印次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷
定 价 18.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020年)》、《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》、《教育部 财政部关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》相继发布,重在指导高校提高学生培养质量,培养大学生解决实际问题能力,以更好地满足我国经济社会发展对应用型人才、复合型人才和拔尖创新人才的需要,实现我国建设人力资源强国和创新型国家的战略目标。

材料成型与控制专业的认识实习是集中实践课,旨在增强大学生对材料成型与控制专业的感性认识,通过观摩各种机器设备、了解各种工艺知识和熟悉各种工艺方法,让学生有更多的认识设计、制作和实践训练的机会,为后续专业课的学习、理解和掌握做必要的准备。本书的编写旨在帮助本专业学生在进行认识实习时,能够较全面地了解材料及材料成型工艺相关知识,为后续专业方向课程的学习奠定基础,也帮助学生了解现代企业管理、企业文化等方面知识。

本书包括材料成型专业基础知识、产品工艺装备、实习企业介绍等内容。其中,工艺理论部分介绍了铸造、锻压、焊接和机加工的基本原理和工艺,还增加了先进加工技术(如数控加工、电火花加工和激光应用等)的相关内容。考虑到认识实习是安排在专业课程学习之前进行的,所以本书编写力图简明扼要,突出重点,注重实践认知性。

本书由中国矿业大学陈正、樊宇、王延庆主编,由沈承金教授审稿。陈强、梁涛、张跃、郭跃、李沛智参加了部分章节和图片的整理工作。

感谢材料成型专业实习单位的通力合作。在本书编写过程中,编者参阅引用了国内外相关优秀教材及文献资料,在此谨向相关著作者表示真诚的谢意!

限于编者的水平,不妥之处在所难免,恳请各位读者批评指正。

编 者

2015年9月

目 录

1 绪论	1
1.1 认识实习的目的和要求	1
1.2 认识实习的内容和时间分配	1
1.3 认识实习的考核方式	4
1.4 认识实习的管理	6
2 液态成型基础及工艺	7
2.1 铸造合金的熔炼	7
2.2 砂型铸造	14
2.3 熔模铸造	27
2.4 金属型铸造	35
2.5 离心铸造	44
2.6 压力铸造	45
2.7 低压铸造	52
2.8 消失模铸造	55
2.9 V 法铸造	57
2.10 3D 打印技术	60
3 连接成型基础及工艺	65
3.1 手工电弧焊	65
3.2 气焊与气割	68
3.3 埋弧焊	70
3.4 气体保护电弧焊	78
3.5 钨极氩弧焊	85
3.6 等离子弧焊	92
3.7 激光焊	95
3.8 其他焊接方法	100
4 塑性成型基础及工艺	103
4.1 坯料加热和锻件冷却	103
4.2 自由锻造	106

4.3 冲压	109
5 机械制造基础知识	112
5.1 机械加工	112
5.2 特种加工	115
6 实习企业概况	124
6.1 江苏徐航科技有限公司	124
6.2 徐州卡特彼勒	125
6.3 徐州圣戈班穆松桥基地	126
6.4 中煤职业技术学院	129
6.5 曲阜金皇活塞股份有限公司	132
6.6 济南重工股份有限公司	133
6.7 济钢集团	135
6.8 海尔集团	137
6.9 海信集团	139
6.10 青啤集团	140
6.11 无限三维(青岛)3D 打印技术产业研究院	142
参考文献	144

1 绪 论

1.1 认识实习的目的和要求

1.1.1 实习目的

本课程是材料成型与控制工程专业的专业必选集中实践课,是教学过程的一个重要环节。目的是增强大学生对材料成型与控制工程专业的感性认识,加深对专业知识的理解,了解所学专业理论知识在实际工作中的应用,培养适应社会发展所需要的新型专门人才(包括现场工程师、设计开发工程师和研究型工程师等多种类型的工程师后备人才)。同时,还可以培养大学生服务国家和人民的社会责任感、勇于探索的创新精神和解决问题的实践能力。

1.1.2 实习要求

(1) 对金属材料(钢铁材料为主)的生产过程、检验手段以及金属材料在国民经济中的地位有初步了解。

(2) 对金属材料的铸造、焊接、锻压、热处理、机加工等工艺及设备具有初步的感性认识,建立初步专业概念。

(3) 对金属材料在家电、工程机械等行业方面的应用有所认识。

(4) 对材料模具设计和制造有所了解。

1.2 认识实习的内容和时间分配

1.2.1 实习内容

认识实习的内容,具体在实习过程中可以根据实际情况针对不同的实习单位而有所调整。

(1) 江苏徐航科技有限公司

① 参观,了解压铸产品、工艺和设备。

② 听取讲座并了解压铸模具设计及制造相关情况。

(2) 徐州圣戈班穆松桥基地

① 听取讲座并了解大型跨国合资(欧资)企业的文化、管理、人才招聘与管理相关情况。

② 参观,了解炼铁的基本原理及高炉中产生的主要反应。

③ 参观,了解离心球墨铸铁管的生产工艺过程。

(3) 徐州华恒焊接自动化有限公司

① 听取报告并了解机器人的发展现状及应用。

② 参观,了解机器人的结构组成和工作原理。

(4) 卡特彼勒(徐州)有限公司

① 听取讲座并了解大型跨国外资(美资)企业的文化、管理、人才招聘与管理相关情况。

② 参观,了解挖掘机大型工程机械的整个生产、装配过程,重点参观柔性焊接车间、总装车间。

(5) 中煤职业技术学院

① 参观,了解各类煤矿用设备,包括其工作原理、结构等。

② 参观,了解金属材料在各类煤矿用设备中的应用。

(6) 江苏大屯铝业有限公司

① 听取报告并了解电解铝行业现状、发展及国家战略调整等。

② 参观,了解铝冶炼的整个工艺过程。

③ 参观,了解炼铝所需原材料及设备。

(7) 曲阜金皇活塞股份有限公司

① 听取报告并了解活塞行业的发展现状。

② 参观,了解活塞铸造的工艺过程。

③ 参观,了解铝合金的熔炼与变质处理工艺过程。

④ 参观,了解铝合金的表面改性处理等工艺过程。

⑤ 跟班生产。

(8) 济钢集团(国际工程技术有限公司、冷弯型钢公司)

① 听取报告与讲座并了解冷弯型钢的应用、工艺及安全培训状况。

② 参观冷弯型钢车间。

(9) 济南重工股份有限公司

① 听取报告并了解大型球磨设备、大型脱硫设备的发展现状。

② 参观,了解大型球磨设备、大型脱硫设备的制造过程。

③ 参观,了解大型锻造的工艺过程及设备。

④ 参观,了解金属材料在各类特种设备中的应用。

(10) 海尔、海信、青啤等现代化上市企业

① 听取报告并了解现代化上市企业的现代管理制度、企业文化、员工职业发展等。

② 参观,了解电视机、洗衣机、空调、啤酒等产品的生产过程及总装配线。

③ 参观,了解金属材料在各类家电设备中的应用。

(11) 青岛 3D 打印技术产业研究院

① 了解 3D 打印技术发展概况。

② 学习新型成型技术。

1.2.2 时间分配

认识实习的时间分配见表 1-1。

表 1-1 认识实习的时间分配

序号	实习内容	时间/天	实习单位(实习地点)
1	(1) 参观,了解压铸产品、工艺和设备。 (2) 听取讲座并了解压铸模具设计及制造相关情况。	1	江苏徐航科技有限公司(徐州市区)
2	(1) 听取讲座并了解大型跨国合资(欧资)企业的文化、管理、人才招聘与管理相关情况。 (2) 参观,了解炼铁的基本原理及高炉中产生的主要反应。 (3) 参观,了解离心球墨铸铁管的生产工艺过程。	1	徐州圣戈班穆松桥基地(徐州市区)
3	(1) 听取报告并了解机器人的发展现状及应用。 (2) 参观,了解机器人的结构组成和工作原理。	1	徐州华恒焊接自动化有限公司(徐州市区)
4	(1) 听取讲座并了解大型跨国外资(美资)企业的文化、管理、人才招聘与管理相关情况。 (2) 参观,了解挖掘机大型工程机械的整个生产、装配过程,重点参观柔性焊接车间、总装车间。	1	卡特彼勒(徐州)有限公司(徐州市区)
5	(1) 参观,了解各类煤矿用设备,包括其工作原理、结构等。 (2) 参观,了解金属材料在各类煤矿用设备中的应用。	1	中煤职业技术学院(徐州沛县)
6	(1) 听取报告并了解电解铝行业现状、发展及国家战略调整等。 (2) 参观,了解铝冶炼的整个工艺过程。 (3) 参观,了解炼铝所需原材料及设备。	1	江苏大屯铝业有限公司(徐州沛县)
7	(1) 听取报告并了解活塞行业的发展现状。 (2) 参观,了解活塞铸造的工艺过程。 (3) 参观,了解铝合金的熔炼与变质处理工艺过程。 (4) 参观,了解铝合金的表面改性处理等工艺过程。 (5) 跟班生产。	4	曲阜金皇活塞股份有限公司(山东曲阜)
8	(1) 听取报告与讲座并了解冷弯型钢的应用、工艺及安全培训状况。 (2) 参观冷弯型钢车间。	2	济钢集团(国际工程技术有限公司、冷弯型钢公司)(山东济南)
9	(1) 听取报告并了解大型球磨设备、大型脱硫设备的发展现状。 (2) 参观,了解大型球磨设备、大型脱硫设备的制造过程。 (3) 参观,了解大型锻造的工艺过程及设备。 (4) 参观,了解金属材料在各类特种设备中的应用。	1	济南重工股份有限公司(山东济南)
10	(1) 听取报告并了解现代化上市企业的现代管理制度、企业文化、员工职业发展等。 (2) 参观,了解电视机、洗衣机、空调、啤酒等产品的生产过程及总装配线。 (3) 参观,了解金属材料在各类家电设备中的应用。 (4) 了解 3D 打印技术发展概况。 (5) 学习 3D 打印成型技术。	4	海尔、海信、青啤、青岛 3D 打印技术产业研究院(山东青岛)
合计		17	

1.3 认识实习的考核方式

1.3.1 考核方式及形式

材料成型与控制工程专业认识实习考核方式及形式:实习期间的纪律、安全、出勤的综合表现占 30%(上述每项占 10%);实习记录占 30%;实习报告占 40%。

上述三个分项全部以具体分数给出成绩,最终累加计算出总成绩,并按照大于等于 90 分为优秀,89~80 为良好,79~70 为中等,69~60 为及格,小于等于 59 为不及格的标准给出综合评定成绩。

1.3.2 评分细则(表 1-2)

表 1-2 成型认识实习评分细则表

	详细标准	分值/分	得分/分
内容 10 分	(1) 内容为全部实习单位所见、所闻,且内容主要体现为材料、工艺、设备、企业文化、管理等专业知识。	9~10	
	(2) 内容仅为部分实习单位(1/3 以上)所见、所闻,且内容主要体现为材料、工艺、设备、企业文化、管理等专业知识。	6~8	
	(3) 内容仅为部分实习单位(1/3 以下)所见、所闻,且内容不能体现为材料、工艺、设备、企业文化、管理等专业知识。	1~5	
逻辑 10 分	(1) 报告层次分明,内容组织有序。	9~10	
	(2) 报告层次一般,内容组织一般。	6~8	
	(3) 报告层次不合理,内容组织不合理。	1~5	
前沿 10 分	(1) 针对实习现场所见专业知识,能够查阅资料并附录参考文献,且具有前沿内容,有个人的见解。	9~10	
	(2) 针对实习现场所见专业知识,能够查阅资料并附录参考文献,但没有前沿内容,有一定的个人见解。	6~8	
	(3) 针对实习现场所见专业知识,没有查阅文献。	1~5	
格式 10 分	(1) 字迹、段落格式规范统一,态度认真。	9~10	
	(2) 字迹、段落格式不够规范统一,态度不够认真。	6~8	
	(3) 字迹、段落格式不规范统一,态度不认真。	1~5	
总计/40 分			

- (1) 实习期间的纪律(10%,10 分)
- ① 主要是考查学生实习态度端正、谦虚认真、讲团结、懂礼貌方面的表现。
 - ② 遵守带教老师(含现场老师)命令,遵守学生负责人的指挥。
 - ③ 该项由分组老师给出 1~10 分的具体分数。
 - ④ 上述两个“遵守”若出现一次不遵守的表现,如对带教老师语言冒犯、行为抵触、不服

从管教,不遵守学生负责人活动组织等,该项判零分。情节特别严重,产生恶劣影响的,实习成绩直接判零分,分组老师提请所有带队老师协商后即刻生效。

(2) 实习期间的安全(10%,10分)

① 主要是考查学生实习过程中防范和防护个人及他人财产、身体、生命安全的表现。

② 按照统一要求出行、乘车、住宿,按照统一要求签订安全责任书,按照统一要求着装,按照统一要求进出单位厂区和车间,按照统一要求参加入厂安全教育。

③ 该项由分组老师给出1~10分的具体分数。

④ 上述五个“统一要求”若出现一次不遵守的表现,该项判零分。情节特别严重,产生恶劣影响,甚至产生较大财产、身体、生命安全事故的,实习成绩直接判零分,分组老师提请所有带队老师协商后即刻生效。

(3) 实习期间的出勤(10%,10分)

① 主要是考查学生实习过程中按时参加各项实习活动的表现。

② 按照统一要求的时间、指定的地点乘车,进厂参加入厂安全教育、单位介绍、相关知识讲座、车间参观、实习,并按照统一要求返回住地等活动,上述为一个实习单位完整的出勤。

③ 该项由分组老师给出1~10分的具体分数。

④ 上述个别环节若出现缺勤,应给予适当扣分。根据当年实习单位的个数,不能参加全部实习单位1/3以内(含1/3)的,该项判零分。不能参加全部实习单位1/3以上(含1/3)的,实习成绩直接判零分,分组老师提请所有带队老师协商后即刻生效。

⑤ 病假、事假经带队组长老师准假的除外。

(4) 实习记录(30%,30分)

① 主要是考查学生实习过程中及时进行笔记记录实习相关信息的表现。

② 包括实习单位名称,实习单位有关安全注意事项,实习单位有关产品、工艺、设备等实习内容及专业问题解答。上述为一个实习单位完整的记录。

③ 该项由分组老师给出1~30分的具体分数。

④ 上述个别环节若出现缺漏,应给予适当扣分。根据当年实习单位的个数,不能完整记录全部实习单位1/3以内(含1/3)的,该项判零分。不能完整记录全部实习单位1/3以上(含1/3)的,实习成绩直接判零分,分组老师提请所有带队老师协商后即刻生效。

⑤ 分组老师不定期抽查实习记录笔记。

⑥ 因病假、事假且经带队组长老师准假而造成的记录缺漏除外。

(5) 实习报告(40%,40分)

① 主要是考查学生总结实习过程中全部实习单位所见、所闻、所记,以及经过查阅相关文献资料进行专业知识探索的表现。

② 实习报告应按照规定的时间提交,否则该项判零分。实习报告不得抄袭,如若出现雷同,则所有雷同者此项一律判零分。

(6) 其他说明

实习考核不合格或未参加实习的,按一门课不及格处理,且必须随下一级重修,费用自理。重修仍不及格者,毕业时按结业处理。

1.4 认识实习的管理

1.4.1 实习纪律

(1) 实习同样是一门课程,一样是教学环节,不可或缺。

(2) 严格遵守实习单位的安全制度和实习现场的有关规定,杜绝发生事故。

(3) 严格遵守指导教师的时间安排,不准迟到、早退;实习期间一般不请事假,特殊情况应事先征得学校及实习指导老师的同意。

(4) 实习时间不准做与工作无关或影响他人的事情,如看与实习无关的书刊、玩手机、听歌等。

(5) 遵守工作习俗,对待实习单位的领导、工程技术人员、管理人员、工人师傅应谦虚尊敬、团结相处。

(6) 实习中,应坚持服从学院和指导老师的命令,虚心接受指导,主动积极地完成各项具体任务和大纲要求。对实习现场发现的各种问题,应及时向现场有关人员汇报,不得擅自处理。

(7) 学生实习期间要时刻注意自己的形象,展现当代大学生的精神风貌,做到穿工作服、语言文明、举止文明、虚心求教、认真完成实习任务。

(8) 实习期间严禁吸烟、酗酒,理性处理各种冲突和矛盾,杜绝打架斗殴等事件发生;同学之间要团结友爱、相互协作,开展批评与自我批评,坚决杜绝任何形式的吵架;要做到同学之间互相关心和帮助,使实习小组成为一个团结的集体;做文明人、讲文明话、干文明事。

(9) 不得在现场作业区内玩耍、追逐、打赌,以防无故相碰、意外滑倒和误入危险区域等情况的发生。

(10) 不得不懂装懂、自作聪明、自以为是,未经许可,不准任意使用、触动规定外的机械装置和电气设备,以防违章操作、电器漏电,而诱发事故。

(11) 学生在实习期间,由于违反操作规程、麻痹大意、不遵守安全规定等原因造成的损失和人身伤亡由肇事者自负。

(12) 学生要顾全大局、虚心接受指导教师和带队教师的指导,不许随便议论实习单位的有关问题,如有意见和建议,应向带队老师汇报后向组织系统反映。

(13) 衣着整洁、朴素大方,发型端正,男生不穿背心、拖鞋,女生不穿背心或吊带、拖鞋,不得穿着奇装异服进入工作场所或会议室。

1.4.2 注意事项

(1) 严格遵守实习规定的纪律条款,如有违犯,按情节严重程度给予警告或处罚。

(2) 无故迟到三次、旷工三次或违反纪律两次,均取消实习成绩。

2 液态成型基础及工艺

铸造是熔炼金属、制造铸型,并将金属液浇入铸型,凝固后获得一定形状和性能铸件的成型方法。铸造是获得零件毛坯的主要方法之一,是现代制造业的基础工艺之一。与其他加工方法比较,铸造具有适应性广、生产成本低的优点,尤其在制造内腔复杂的构件时,更显其优越性。在机械产品中,铸件占有很大的比例,如在机床中为 60%~80%。但是铸造存在着铸件质量不稳定、尺寸精度不高、工人劳动强度大、工作环境差等问题。

铸造种类很多,按照不同的分类标准,可以分为不同的类型。

(1) 按造型方法的不同分

① 普通砂型铸造,包括湿砂型、干砂型和化学硬化砂型三类。

② 特种铸造,按造型材料的不同又可分为以天然矿产砂石为主要造型材料的特种铸造(如熔模铸造、泥型铸造、壳型铸造、负压铸造、实型铸造、陶瓷型铸造等)和以金属为主要铸型材料的特种铸造(如金属型铸造、压力铸造、连续铸造、低压铸造、离心铸造等)两类。

(2) 按铸件的材料不同分

① 黑色金属铸造,包括铸铁、铸钢。

② 有色金属铸造,包括铝合金、铜合金、锌合金、镁合金等。

(3) 按铸型的材料不同分

① 砂型铸造。

② 金属型铸造。

(4) 按金属液的浇注工艺不同分

① 重力铸造。是指金属液在地球重力作用下注入铸型的工艺,也称浇铸。广义的重力铸造包括砂型浇铸、金属型浇铸、熔模铸造、消失模铸造、泥模铸造等;狭义的重力铸造专指金属型浇铸。

② 压力铸造。是指金属液在其他外力(不含重力)作用下注入铸型的工艺,按照压力的大小不同,又可分为高压铸造(压铸)和低压铸造两类。

2.1 铸造合金的熔炼

2.1.1 铸铁的熔炼

熔炼是铸铁生产的重要环节,必须满足如下要求:

① 铁液温度足够高($>1380^{\circ}\text{C}$)。

② 铁液的化学成分稳定且合乎要求。

③ 高熔化率、低能耗。

铸铁熔炼的设备有冲天炉、电弧炉、反射炉和感应炉等。我国目前普遍采用冲天炉熔炼铸铁。冲天炉分为热风冲天炉和冷风冲天炉。热风冲天炉熔炼的铁液温度较高,能耗较低;但其造价较冷风冲天炉高,使用寿命也不及冷风冲天炉长。图 2-1 所示为冷风冲天炉结构及炉气与温度关系示意图。

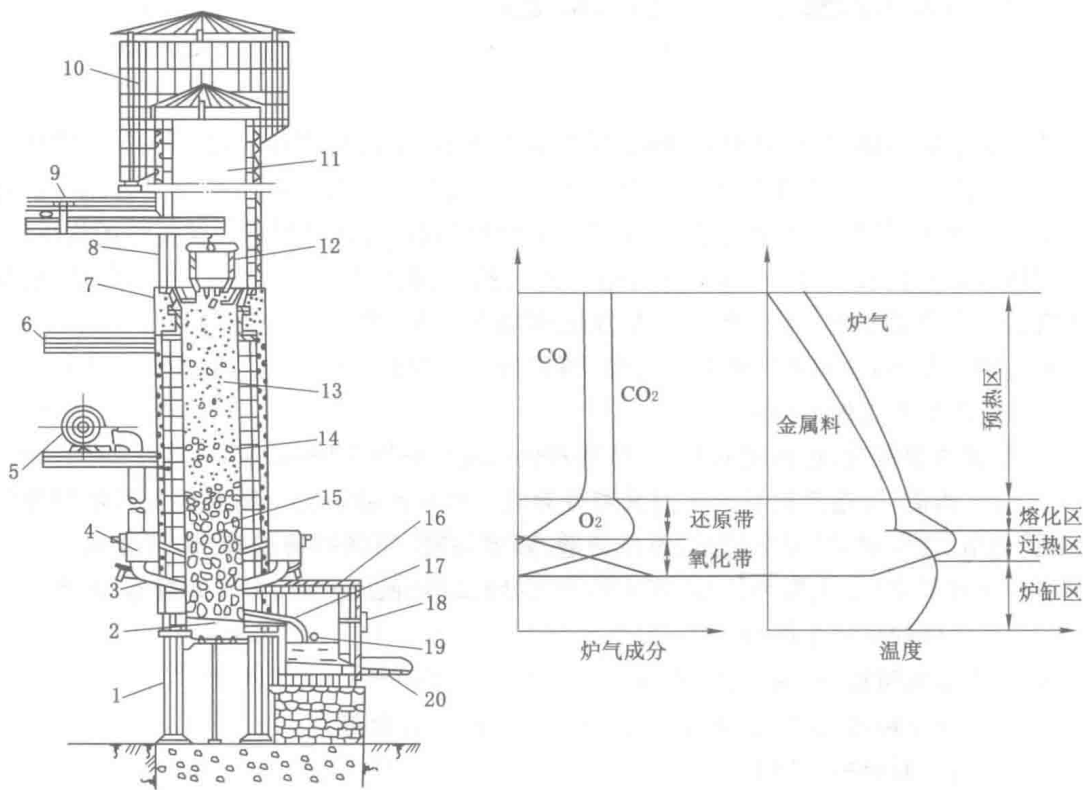


图 2-1 冷风冲天炉结构及炉气与温度关系图

1——炉腿;2——炉底;3——风口;4——风带;5——鼓风机;6——加料台;7——铁砖;8——加料口;9——加料机;
10——火花捕捉器;11——烟囱;12——加料桶;13——层焦;14——金属料;15——底焦;16——前炉;
17——过桥;18——窥视孔;19——出渣口;20——出铁口

2.1.1.1 冲天炉的构造

(1) 烟囱。从加料口下沿到炉顶为烟囱。烟囱顶部常带有火花罩。烟囱的作用是增大炉内的抽风能力,并把烟气和火花引出车间。

(2) 炉身。从第一排风口至加料口下沿称为炉身,炉身的高度亦称为有效高度。炉身的上部为预热区,其作用是使下移的炉料被逐渐预热到熔化温度。炉身的下部是熔化区和过热区。在过热区的炉壁四周配有 2~3 排风口(每排 5~6 个)。风口与其外面的风带相通,风机排出的高压风沿风管进入风带后经风口吹入炉膛,使焦炭燃烧。下落到熔化区的金属料在该区被熔化,而铁液在流经过热区时被加热到所需温度。

(3) 炉缸。从炉底至第一排风口为炉缸,熔化的铁液经过热区过热后由炉缸流入前炉。炉缸由过桥与前炉连接。

(4) 前炉。前炉的作用是储存铁液并使其成分、温度均匀化,以备浇注之用。

2.1.1.2 炉料

炉料是熔炼铸铁所用原材料的总称。其分类如下:

(1) 金属料

① 新生铁。新生铁也叫生铁锭,高炉冶炼的铸造用生铁。

② 回炉料。回炉料主要是浇冒口、废铸件等。

③ 废钢。废钢指各种废钢件、下脚料等,用以降低铁液含碳量、提高铸件力学性能。

④ 铁合金。铁合金主要是硅铁、锰铁、铬铁和稀土合金等,用于调整化学成分或制取不同类型的铸铁。

(2) 燃料

① 焦炭。焦炭是熔化炉料的能源料,要求碳含量高,挥发物、灰分和硫等要少。

② 木柴。木柴作引燃焦炭之用。

(3) 熔剂

① 石灰石。石灰石主要用于降低炉渣的熔点,稀释炉渣,使其易于排出炉料。

② 氟石(萤石)。氟石与石灰石的作用大致相同,其稀释作用较强,但其熔化后会放出有毒气体,故应少用。

2.1.1.3 冲天炉的基本操作工艺

(1) 修炉与烘炉

每天开炉前必须修复上次开炉损坏的炉身及前炉内壁。先清除炉壁上的残渣,用黏土浆涂刷待修复的地方,然后用耐火材料(前炉的内层应用焦炭末作保温材料)敷于待修复的炉壁并烘干。

(2) 加底焦

燃旺炉缸内的木柴后,便加入首批焦炭,这批焦炭称为底焦。从第一排风口中心线到底焦顶面的高度称为底焦高度。它是关系冲天炉能否正常熔炼的重要参数之一,应严格控制。根据冲天炉的熔化率不同,底焦高度亦随之变化。

(3) 加料

加足底焦后,按一定顺序(熔剂→金属料→焦炭)分批加入炉料,直到加至加料口为止。其加入量的比例约为:

$$\text{熔剂} : \text{金属料} : \text{焦炭} = 3 : (80 \sim 100) : 10$$

(4) 鼓风熔化

待炉料预热后,便可关闭风口外部的观察孔,正式鼓风熔化。鼓风 6~10 min 后,若能从观察孔中看到铁滴下落,则可以认为底焦加入量合适、炉况运行正常。

(5) 出渣出铁

当前炉储存的铁液面到达出渣口时,液面的熔渣便由出渣口排出。排除熔渣后,应打开出铁口出铁。铁液的出炉温度一般应在 1 380~1 420 °C(第一次出铁的温度偏下限)。

(6) 停风打炉

估算炉内的金属料熔化后够用时,即应停止加料;当未浇注的铸型剩余不多时便可停风;等前炉的铁液和熔渣排完后,应立即打开炉底门,使剩余的焦炭和炉料落下,并用水熄灭。

2.1.2 铸钢的熔炼

熔炼是铸钢生产过程中的一个重要环节,铸钢件的力学性能在很大程度上由钢液的化学成分和组织所决定,很多铸造缺陷,如气孔、热裂等也都与钢液的质量有关。

2.1.2.1 目的和要求

炼钢不仅仅是炉料的熔化,而且还进行许多复杂的冶炼过程,这些冶炼过程是为了达到以下的目的和要求而进行的:

- (1) 将固体炉料(生铁、废钢等)熔化成钢液。
- (2) 将钢液中的 Si、Mn、C(冶炼合金钢时,还包括其他合金元素)的含量,调整到规格范围以内。
- (3) 去除钢液中的有害元素 S、P,使其降低到规格限度以下。
- (4) 清除钢液中的非金属夹杂物和气体,使钢液纯净。
- (5) 提高钢液温度,保证浇注需要。

2.1.2.2 电弧炉炼钢

(1) 电弧炉炼钢的优点

① 由于电弧炉温度高,加热能力很强,所以钢液温度能提得较高,适宜熔炼、浇注各种铸件,特别是结构复杂的铸件和薄壁铸件。

② 由于不用燃料燃烧的方法产生热量,所以能够人为地控制炉气的成分。在还原性炉气的条件下可以还原炉渣,进行比较彻底的脱氧,有效清除钢液中的非金属夹杂。在还原渣条件下可以有效地脱硫,所以适合熔炼合金钢。生产中常用三相电弧炉来熔炼铸钢,如图 2-2 所示。三相电弧炉的温度容易控制,熔炼质量好,速度快,操作较方便。它既可以用来熔炼碳钢,又可熔炼合金钢。

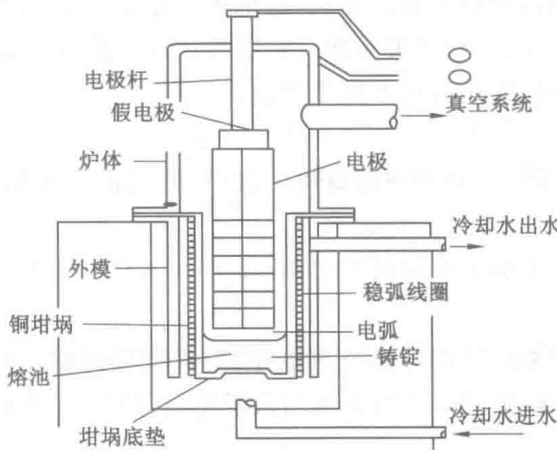


图 2-2 真空自耗电极电弧炉结构

③ 冶炼周期短,便于组织生产。

(2) 电弧炉炼钢的缺点

- ① 耗电量大。
- ② 在高温电弧作用下,空气离解为原子氮和氧,水蒸气离解为原子氢和氧。这些气体

很容易溶解在钢液中,使钢液含气量增大。

③ 炉内的加热方向为自上而下,又是点状加热(三个电极下面温度特别高),因此,炉中的钢液温度不均匀。

(3) 电弧炉炼钢工艺过程

以碱性电弧炉氧化法炼钢工艺为例,操作顺序有以下几点:

① 补炉。其目的是修补炉底和炉壁被侵蚀和碰坏的部位。一般情况下,在每炼完一炉钢后,装入下一炉的炉料前都要进行补炉。补炉的操作要点是“高温、快速、薄补”,以避免发生镁砂层剥落现象。

② 装料。装料前先在炉底铺上一层石灰(质量约为炉料质量的 1%),其作用是在熔化炉料的过程中造渣脱磷,同时也在加料时起到减小炉料对炉底冲击的作用。

③ 熔化期。熔化期的任务是将固体炉料熔化成钢液,并进行脱磷。在熔化末期,根据炉料的含磷量分批加入小块矿石以保证脱磷。炉料熔清后,放掉大部分含磷的炉渣,然后加入石灰、萤石等造渣材料另造新渣。

④ 氧化期。氧化期的任务是脱磷、去除钢液中的气体和夹杂物,并提高钢液的温度。在氧化期的前一阶段,钢液温度较低,主要工作是造渣脱磷;在钢液温度提高进入第二阶段后,进行氧化脱碳沸腾精炼,以去除钢液中的气体和夹杂物。主要的氧化脱碳方法有:矿石脱碳法、吹氧脱碳法和矿石—吹氧结合脱碳法。

⑤ 还原期。还原期的任务是脱氧、脱硫和调整钢液温度及化学成分。扒除氧化渣后,首先往熔池中加入锰铁进行预脱氧,以快速去除钢液中部分氧化亚铁。预脱氧后立即加入石灰、萤石和碎硅砖块造渣,进行扩散脱氧和脱硫。钢液经充分的还原后,含氧量和含硫量都已降到合格的程度,此时可以测量钢液温度,当钢液温度达到出钢温度要求时,可以调整钢液的化学成分。成分调整好后,可用铝进行终脱氧,终脱氧的加铝量是钢液质量的 0.10%~0.15%。

2.1.2.3 感应炉炼钢简介

(1) 感应电炉炼钢的特点

感应电炉炼钢是利用交流电感应的作用,使坩埚内的金属炉料(及钢液)本身发出热量,以进行熔炼的一种炼钢方法。感应电炉炼钢有以下特点:

① 加热速度快,炉子热效率较高。

② 氧化烧损轻,吸收气体较少。

③ 炉渣温度低,炉渣化学性能不活泼,不能充分发挥控制炼钢过程(如脱磷、脱硫、脱氧等)的作用。

(2) 感应电炉的结构

无芯感应电炉主要由两部分构成:电气部分和炉体部分,如图 2-3 所示。

(3) 感应电炉炼钢工艺

依照坩埚材料的性质,感应电炉有两种类型:酸性感应电炉和碱性感应电炉。酸性感应电炉的坩埚用酸性耐火材料石英砂铸成,炼钢过程中可造酸性渣,不能脱磷和脱硫。碱性感应电炉的坩埚用碱性耐火材料铸成,炼钢过程中可造碱性渣,能够脱磷和脱硫。

感应电炉炼钢有两种冶炼方法:氧化法和不氧化法。一般常用的是酸性感应电炉不氧化法。这种方法比较简单,基本上是炉料的重熔过程,冶炼过程主要包括:打结(或修补)→装料→熔化→脱氧→出钢。