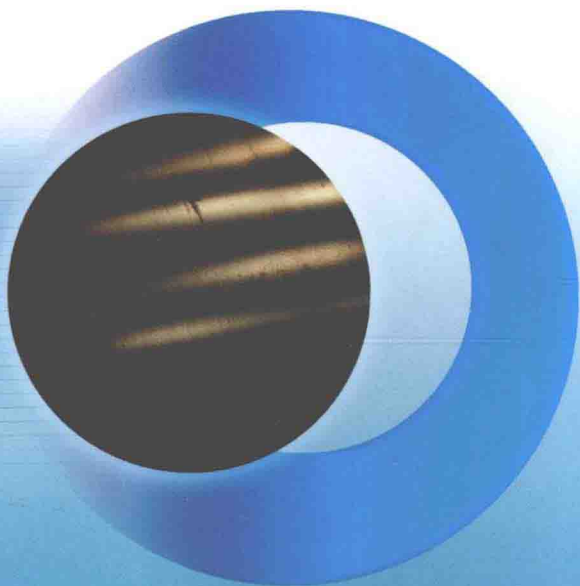




高等学校“十二五”实验实训规划教材

金属材料工程认识 实习指导书

张景进 陈涛 戚翠芬 主编



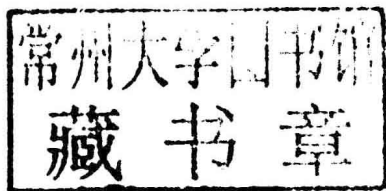
冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



高等学校“十二五”实验实训规划教材

金属材料工程认识实习指导书

张景进 陈 涛 戚翠芬 主 编
李秀敏 杨晓彩 副主编



北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2012

内 容 提 要

全书共分 14 章, 主要内容包括烧结、球团、炼铁、炼钢、连铸、轧钢坯料加热、中厚板生产、热轧带钢生产、冷轧带钢生产、大型型钢生产、小型 H 型钢生产、棒材生产、高速线材生产、自动轧管机组生产无缝钢管等。本书内容力求简明扼要, 以具体实例来说明问题, 突出“认识”功能。

本书可作为冶金类本科院校、高职高专院校金属材料工程或材料工程技术专业的教学用书, 也可作为冶金类院校其他专业的冶金概论教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

金属材料工程认识实习指导书/张景进, 陈涛, 戚翠芬主编.
—北京: 冶金工业出版社, 2012. 6
高等学校“十二五”实验实训规划教材
ISBN 978-7-5024-5995-6

I. ①金… II. ①张… ②陈… ③戚… III. ①金属材料—高等学校—教材 IV. ①TG14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 124706 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 yjcs@cnmip.com.cn

策划编辑 俞跃春 责任编辑 俞跃春 美术编辑 李 新

版式设计 葛新霞 责任校对 李 娜 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-5995-6

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销

2012 年 6 月第 1 版, 2012 年 6 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 5.5 印张; 147 千字; 164 页

15.00 元

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

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)

前 言

本书是根据国家示范院校重点建设专业材料工程技术（轧钢）的课程改革要求及教材建设计划编写的，是国家示范院校建设的成果之一。本书作为讲义曾在河北工业职业技术学院使用多年，本书出版时增加了相关实例。本书也可供冶金类院校相关专业作为冶金概论教材使用。

本书为冶金类院校金属材料工程或材料工程技术专业的教学用书，主要讲述炼铁、炼钢、连铸、轧钢等方面的基本知识。在教学过程中，可通过认识实习，使学生初步接受现场操作技术，初步识别各种不同类型生产工艺及生产设备，并感受现场操作环境。

为便于其他院校使用，在内容编排上采用基本理论结合钢厂实例的方式，基本理论掌握思路，不同实例加深印象，便于学生学习。

本书由河北工业职业技术学院张景进、陈涛、戚翠芬担任主编，李秀敏、杨晓彩任副主编。参加编写的还有河北工业职业技术学院的刘燕霞、时彦林、黄伟青、张士宪以及河北钢铁集团邯钢公司的郭世伟、管连生、徐战华、张尚平、谢浩、刘永强、张辉等。

本书内容力求简明扼要，以具体实例来说明问题，突出“认识”功能。

编者在编写过程中参阅了一些相关著作和文献，在此，对相关文献作者一并表示由衷的感谢。

由于水平所限，书中不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者
2012年4月

目 录

1 “认识实习”课程标准	1
1.1 课程概述	1
1.1.1 课程的性质和作用	1
1.1.2 课程基本理念	1
1.1.3 设计思路和依据	3
1.2 课程目标	4
1.2.1 知识性目标	4
1.2.2 技能性目标	4
1.2.3 专业素质性目标	4
1.3 内容标准	5
1.4 课程实施建议	6
1.4.1 教学条件	6
1.4.2 师资要求	7
1.4.3 教学方法建议	7
1.4.4 课程资源的开发与利用建议	8
1.4.5 评价及标准	9
1.5 实训管理	9
复习思考题	10
2 冶金工业概述	11
2.1 冶金工业在国民经济中的地位与意义	11
2.2 钢铁联合企业的生产系统	11
2.3 轧钢生产	12
复习思考题	13

3 烧结、球团生产	14
3.1 烧结概述.....	14
3.2 烧结原料.....	14
3.2.1 含铁原料.....	15
3.2.2 熔剂.....	15
3.2.3 燃料.....	15
3.3 烧结生产工艺.....	16
3.4 球团矿.....	17
复习思考题	17
4 炼铁生产	18
4.1 高炉炼铁原理及流程.....	18
4.2 高炉系统.....	19
4.2.1 高炉本体.....	19
4.2.2 上料系统.....	20
4.2.3 送风系统.....	21
4.2.4 煤气净化系统.....	21
4.2.5 渣铁处理系统.....	21
4.2.6 喷吹燃料系统.....	22
4.3 高炉产品.....	22
复习思考题	22
5 炼钢、连铸生产	23
5.1 炼钢的基本任务.....	23
5.2 现代炼钢方法.....	24
5.3 转炉炼钢原料.....	24
5.3.1 铁水.....	24
5.3.2 废钢.....	27

5.3.3	铁合金	28
5.3.4	非金属料	28
5.3.5	气体	28
5.4	氧气顶吹转炉炼钢	28
5.4.1	转炉构造	28
5.4.2	供氧系统、氧枪及其升降装置	30
5.4.3	一炉钢的操作过程	30
5.5	电弧炉炼钢	31
5.5.1	电弧炉炼钢的特点	31
5.5.2	碱性电弧炉与酸性电弧炉	32
5.5.3	传统碱性电弧炉炼钢过程介绍	33
5.6	炉外精炼	36
5.6.1	炉外精炼采用的手段	36
5.6.2	炉外精炼的方法	39
5.7	连续铸钢	41
5.7.1	连铸设备及工艺	41
5.7.2	保护浇注	43
	复习思考题	44
6	轧钢坯料加热	45
6.1	钢的加热工艺	45
6.1.1	钢加热的目的和要求	45
6.1.2	加热炉常用燃料	46
6.1.3	钢的加热制度	47
6.2	连续式加热炉的基本组成	48
6.2.1	炉膛与炉衬	48
6.2.2	加热炉的冷却系统	49
6.2.3	燃烧装置	51
6.2.4	余热利用设备	51

· IV · 目录

6.3 连续加热炉炉型	52
6.3.1 推钢式连续加热炉	53
6.3.2 步进式加热炉	54
6.3.3 高效蓄热式加热炉	57
复习思考题	59
7 中厚板生产	60
7.1 中厚板的用途及分类	60
7.2 中厚板生产的主要设备	60
7.2.1 中厚板轧机及布置	60
7.2.2 矫直机	64
7.2.3 剪切机	65
7.2.4 热处理炉	66
7.3 某3500mm中厚板厂	67
7.3.1 生产规模及产品方案	67
7.3.2 生产工艺流程	67
7.3.3 生产工艺流程描述	67
复习思考题	73
8 热轧带钢生产	74
8.1 热轧带钢生产分类	74
8.1.1 热连轧带钢生产工艺流程	74
8.1.2 热连轧带钢生产主要设备	74
8.1.3 热连轧带钢生产类型	78
8.1.4 新型炉卷轧机	80
8.2 某2250mm热带钢厂	80
8.2.1 生产规模及产品方案	80
8.2.2 生产工艺流程	81
8.2.3 生产工艺流程描述	81

8.3 某薄板坯连铸连轧生产线·····	83
8.3.1 生产线工艺流程·····	83
8.3.2 主要工艺特点·····	84
复习思考题·····	88
9 冷轧带钢生产·····	89
9.1 冷轧带钢生产基本知识·····	89
9.1.1 冷轧带钢生产的工艺特点·····	89
9.1.2 冷轧带钢厂生产工艺·····	90
9.2 某冷轧带钢厂·····	95
9.2.1 酸洗冷轧机组·····	95
9.2.2 强对流全氢罩式退火炉·····	96
9.2.3 平整机组·····	98
9.2.4 热镀锌机组·····	100
9.2.5 彩涂线·····	105
9.2.6 横切及板垛包装机组工艺流程简述·····	108
9.2.7 重卷拉矫机组生产工艺流程简述·····	109
复习思考题·····	112
10 大型型钢生产·····	113
10.1 型钢生产概述·····	113
10.1.1 型钢分类·····	113
10.1.2 热轧 H 型钢·····	114
10.1.3 热轧钢轨·····	115
10.2 某大型生产线生产概况·····	116
10.2.1 概述·····	116
10.2.2 平面布置图·····	117
10.2.3 工艺流程图·····	118
10.2.4 主要生产设备·····	119

· VI · 目录

10.2.5 主要工艺特点	121
复习思考题	123
11 小型 H 型钢生产	124
11.1 主要产品	124
11.2 坯料	124
11.3 生产工艺	124
11.4 主要工艺特点	126
11.4.1 采用近终形异型坯轧制 H 型钢	126
11.4.2 全连续轧制	126
11.4.3 步进式冷床水冷	127
11.4.4 在线尺寸测量	127
11.5 主要设备	127
11.5.1 步进式加热炉	127
11.5.2 粗轧和中、精轧机组	127
11.5.3 步进式冷床	129
11.5.4 十辊悬臂式矫直机	129
11.5.5 冷锯机组	129
复习思考题	129
12 棒、线材生产	130
12.1 棒、线材的种类和用途	130
12.2 棒、线材生产工艺	130
12.2.1 坯料	130
12.2.2 加热	131
12.2.3 轧制	131
12.2.4 棒、线材冷却和精整	132
12.3 某国产棒材连轧生产线	132
12.3.1 概述	132

12.3.2	生产工艺流程	133
12.3.3	轧钢	133
12.3.4	剪切机	139
12.3.5	冷床	140
12.3.6	冷剪	140
12.4	某新建棒材生产线	140
12.4.1	生产规模及产品方案	140
12.4.2	工艺流程	141
	复习思考题	144
13	高速线材生产	145
13.1	某高速线材厂生产介绍	145
13.1.1	概况	145
13.1.2	生产工艺流程	146
13.1.3	部分设备介绍	147
13.2	马鞍山钢铁公司高速线材厂	148
	复习思考题	152
14	自动轧管机组生产无缝钢管	153
14.1	钢管概述	153
14.1.1	无缝钢管	153
14.1.2	焊接钢管	153
14.2	自动轧管机组分类	154
14.2.1	小型机组	154
14.2.2	中型机组	154
14.2.3	大型机组	154
14.3	钢管生产工艺流程	154
14.3.1	管坯准备	155
14.3.2	定心	155

· VIII · 目录

14.3.3 管坯加热	155
14.3.4 管坯穿孔	156
14.3.5 毛管的轧制	156
14.3.6 钢管均整、定径和减径	159
14.3.7 钢管的冷却和精整	161
复习思考题	161
附录 综合性复习题	162
参考文献	164

1 “认识实习”课程标准

1.1 课程概述

1.1.1 课程的性质和作用

“认识实习”是冶金类院校金属材料工程或材料工程技术专业的一门专业实践环节课程，主要面向轧钢生产车间，如中厚板生产车间、棒材生产车间、线材生产车间、热轧带钢生产车间、冷轧带钢生产车间等，以轧钢生产车间的原料、加热、轧制、精整为重点认识环节，让学生了解轧钢生产所用设备及工艺流程，同时辅以炼铁生产车间、炼钢生产车间、连铸生产车间的参观，现场了解冶金生产全流程的基本知识，同时在下厂实习过程中与工人师傅和技术人员进行交流，感受钢铁生产的宏大场面，激发学习热情，培养专业思想。

在实习过程中，既注重培养学生的专业能力，又注重培养学生的社会能力和方法能力。培养具有创新精神、创新能力和实践能力，具有较强的社会适应能力和竞争能力的高素质技能型专门人才。

本课程的前导实践课程有“金工实习”。本课程的后续实践课程有“轧钢原料加热实训”、“热带钢轧制实训”、“中厚板轧制实训”、“型钢轧制实训”、“棒线材轧制实训”、“冷轧带钢生产实训”、“顶岗实习”、“毕业论文”等。

1.1.2 课程基本理念

本课程以职业能力培养为重点，并与行业企业合作进行课程开发与设计，充分体现课程的职业性、实践性和开放性的要求。

1.1.2.1 加强校企合作，进行课程开发

本课程在目标设定、内容组织、教学过程、课程评价和教学资源开发等方面都有企业专家参与，保证本课程建设切合实际，符合生产现场的实际需要，重视学生校内学习与实际工作的一致性。

通过多年的教学实践和教学探索，并通过学习多位专家的课程设计理念，与企业共同开发课程，按轧钢生产设计学习项目，以完成工作任务为教学目标，使课程内容过程化、任务化，强调工艺的应用性和连贯性，利用学校和企业两种教育资源，创设学习情境和课程实施条件，合作建设教学文件、教材等教学资源，共同制订学生实习管理制度，共同制订学生工作和学习成果考核评价办法；在企业环境的课程实施过程中，共同管理和监控教学运行。

1.1.2.2 改革教学方法，体现行动导向

改革教学方法和手段，融“教、学、做”为一体，强化学生能力的培养。认识实习采用现场教学为主，在专任教师和兼职教师的指导、带领下，认识现场工艺和设备，积累轧钢生产基本知识。

1.1.2.3 突出学生主体，尊重个体差异

本课程在目标设定、教学过程、课程评价和教学资源开发等方面都突出以学生为主体的思想。课程实施应成为在教师指导下构建知识、提高技能、活跃思维、展现个性和拓展知识视野的过程。

1.1.2.4 改变教学方式，运用现代技术

积极利用现代化教育教学手段，改变传统教学方式，从多角度、多层面为学生提供真实的专业技术环境，增加学生对知识的

感性认识和理性认识，培养学生分析问题、解决问题的能力。

1.1.2.5 注重过程评价，促进学生发展

构建能激励学生学习兴趣和自主学习能力的评价体系。该评价体系包括形成性评价和终结性评价。在教学过程中以形成性评价为主，注重培养和激发学生的学习积极性、自主学习能力和自信心，终结性评价应注重检验学生对知识掌握和应用的能力。评价要有利于促进学生的知识应用能力和健康人格的发展，促进教师不断提高教育教学水平，促进本门课程不断完善与发展。

1.1.3 设计思路 and 依据

1.1.3.1 课程设计思路

A 确定教学内容

“认识实习”本着“理实”一体的教学思想；以就业为导向，以能力为本位，校企合作，企业专家深入参与的原则，根据生产现场技能要求，确定教学内容。

B 教学内容安排

紧密结合行业企业实际，与行业企业技术人员、能工巧匠共同研究，按照人的认知规律，总体上按照生产工作过程由易到难的原则组织教学内容。

C 教学特点和教学方法

本着“理实”一体的教学思想，采用现场教学，在真实的任务实施过程中，师傅（老师）少讲，学生多练，在教学过程中体现学生主体地位，使学生参与到教学设计中，体现出教、学、做一体的教学要求。

应用现代教学手段，通过网络提供教学资源、技术资料 and 教学辅导，实现远程互动教学。

在教学过程中，注重过程指导、过程监督、过程评价。

· 4 · 1 “认识实习”课程标准

1.1.3.2 课程设计要求

本课程设计的要求有《河北工业职业技术学院关于编制课程标准的原则意见》、《材料工程技术专业人才培养方案》、《材料工程技术专业调研报告》、《国家职业技能鉴定标准——轧钢卷》等。

1.2 课程目标

1.2.1 知识性目标

本课程设置的知识性目标为：

- (1) 能复述轧钢生产企业的产品分类，产品标称。
- (2) 能分析叙述轧钢生产工艺流程。
- (3) 能归纳轧钢生产车间主要设备的标称、功能、原理。

1.2.2 技能性目标

要求达到的技能性目标如下：

- (1) 能够说出常见产品名称。
- (2) 能够叙述生产工艺流程。
- (3) 能够说出设备的功能、作用。
- (4) 能够识别现场的安全通道及危险源。

1.2.3 专业素质性目标

培养学生达到如下专业素质目标：

(1) 养成负责地执行技术规程的习惯，形成严谨、认真的工作态度，具有良好的敬业精神。

(2) 培养一定的技术能力和职业规划能力，为迎接未来社会挑战、提高生活质量、实现终身发展奠定基础。

(3) 形成和保持对技术的兴趣和学习愿望，具有正确的技术观和较强的技术创新意识，促进学生全面而富有个性的发展。

(4) 增强质量意识、效益意识，具有服务社会的责任感和

为祖国社会主义现代化建设甘于奉献的精神。

1.3 内容标准

“认识实习”是一门实践性很强的课程。通过对本课程的学习，使金属材料工程或材料工程技术专业的学生能够了解轧钢生产所用设备及工艺流程，积累冶金生产基本知识，同时在下厂实习过程中与工人师傅和技术人员进行交流，感受钢铁生产的多样性，激发学习热情，培养专业思想，融“教、学、做”为一体，全面提高学生的专业能力、社会能力和方法能力。课程内容与教学要求见表 1-1。

表 1-1 课程内容与教学要求

序号	项目名称	工作任务	内容和教学要求	教学活动设计	天数
1	炼铁生产	参观炼铁厂	叙述烧结、球团、炼铁的生产工艺过程，说明烧结、球团、炼铁的设备概况	首先，学生根据实习指导书预习，实习前专任教师讲课，然后由教师和兼职教师带队分组下厂，回来后，由兼职教师授课，再下厂，写实习报告	1
2	炼钢、连铸生产	参观炼钢厂	叙述炼钢、连铸的生产工艺过程，说明炼钢、连铸的设备概况		1
3	中厚板生产	参观中厚板厂	叙述车间组成和生产工艺流程，比较各车间能力，明确原料供应的形式，说明轧钢车间设备组成及功能。具体要求： (1) 原料段：原料的规格，原料的运输设备类型； (2) 加热段：加热炉的类型，供热布置，进出料设备的结构与动作原理，燃料的类型、烧嘴形式； (3) 轧制段：各种产品的轧制过程，生产产品所用孔型（辊型）系统及其特点、导卫装置的类型，轧机布置形式、轧机类型，轧机主传动系统； (4) 精整段：钢材冷却方法，钢材的检查及缺陷处理。各种剪机、锯机、矫直机、卷取机、打包机的作用、结构，冷床类型、结构、能力		2
4	热轧带钢生产	参观热轧带钢厂			1
5	冷轧带钢生产	参观冷轧带钢厂			1
6	大型型钢生产	参观大型型钢厂			2
7	小型 H 型钢生产	参观小型 H 型钢厂			1
8	棒材生产	参观棒材厂			2
9	高速线材生产	参观高速线材厂			1
10	无缝钢管生产	参观无缝钢管厂			2