



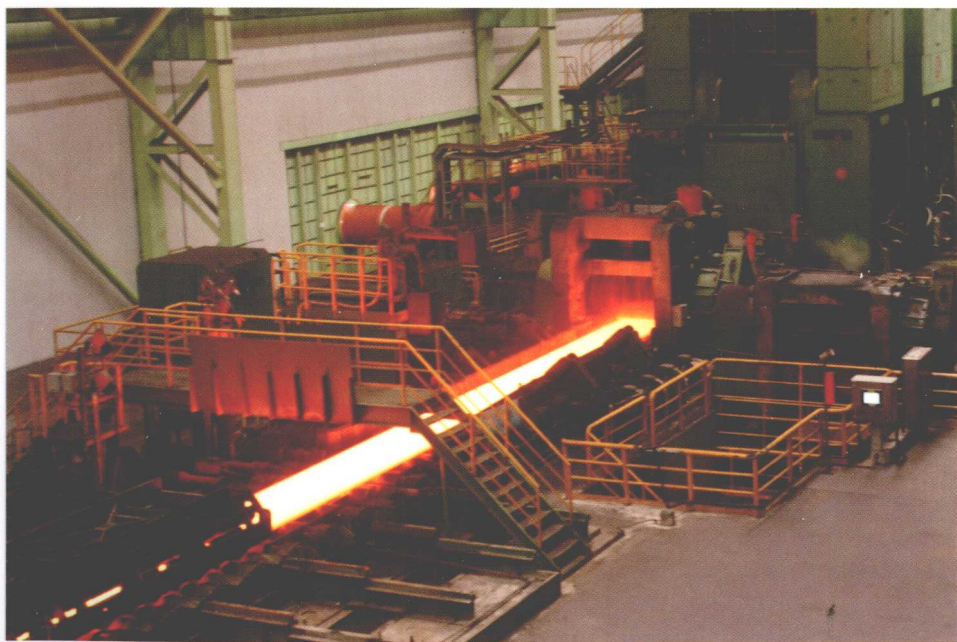
冶金操作岗位培训丛书

YEJIN CAOZUO GANGWEI PEIXUN CONGSHU

轧钢工

ZHAGANG GONG

杨意萍 主编



化学工业出版社



冶金操作岗位培训丛书

YEJIN CAOZUO GANGWEI PEIXUN CONGSHU

轧钢工

ZHAGANG GONG

杨意萍 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

轧钢工/杨意萍主编. —北京: 化学工业出版社,
2010.6

(冶金操作岗位培训丛书)

ISBN 978-7-122-08559-7

I. 轧… II. 杨… III. 轧钢学 IV. TG33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 088396 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 余纪军

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 314 千字

2010 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言

近十年来,我国钢铁工业快速发展,新设备和新技术以惊人的速度不断涌现,产品的技术含量越来越高,对机械设备和操作技术的要求也越来越高,越来越多的轧钢生产企业急需大量能够及时掌握新设备性能、新操作技术和全面应用先进的自动化控制技术的人才,本书就是为适应上述要求而编写的。

本书参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求,主要介绍了轧钢工所必须掌握的基本知识和技能。全书在内容编排上努力做到基本概念清晰,重点突出,简明扼要,基本理论必须、够用,面向生产实际,强调实践,突出技能。针对岗位工种培训的特点,语言上力求深入浅出,通俗易懂。在强调应用、注重实际操作技能的同时,本书也注意反映新知识、新技术、新工艺、新方法的应用和发展。

本书可用作热轧轧钢厂生产、操作者自学或轧钢工的培训教材,也可供从事轧钢技术工作的工程技术人员和生产管理人员参考,还可供职业院校轧钢专业学生阅读。

本书由山东工业职业学院杨意萍主编;其中第1章~第6章、第10章~第13章及附录由杨意萍编写,第7章~第9章由山东工业职业学院陆凤君老师编写。全书由杨意萍最后定稿。

本书在编写过程中得到了张店钢铁厂刘新强高级工程师的大力帮助,在此表示诚挚的谢意。

由于本书涉及的专业面较广,编者水平有限,书中不当之处难免,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 钢铁基本知识	1
1.1 金属的晶体织构和结晶	1
1.1.1 金属的晶体结构	1
1.1.2 金属的结晶	2
1.1.3 合金及其相变	3
1.2 铁碳合金相图	4
1.2.1 纯铁的同素异构转变	4
1.2.2 铁碳合金的基本相	5
1.2.3 铁碳合金相图中的主要特征线和特征点	7
1.2.4 铁碳合金的分类	7
1.2.5 铁碳合金的成分、组织和性能的关系	8
1.2.6 合金元素对铁碳相图的影响	8
1.2.7 钢的相变	9
1.3 钢的分类和编号	10
1.3.1 钢的分类	10
1.3.2 我国钢号的表示方法	12
1.4 钢中元素对其性能的影响	15
1.4.1 钢中常存元素的影响	15
1.4.2 隐存元素在钢中的作用	16
1.4.3 合金元素在钢中的作用	16
1.5 金属材料的性能	17
1.5.1 物理性能	17

1.5.2	化学性能	17
1.5.3	力学性能	18
1.6	钢的热处理	19
1.6.1	钢在加热冷却时的组织转变	19
1.6.2	热处理工艺	20
1.7	金属的回复与再结晶	23
1.7.1	冷塑性变形对金属组织和性能的影响	23
1.7.2	回复与再结晶	24

第2章 塑性变形基本知识 26

2.1	塑性变形力学基础	26
2.1.1	外力、内力和应力	26
2.1.2	弹性变形和塑性变形	27
2.2	金属的塑性和变形抗力	27
2.2.1	塑性	28
2.2.2	变形抗力	29
2.3	金属的塑性变形条件	31
2.4	塑性变形的基本定律	31
2.4.1	体积不变定律	31
2.4.2	最小阻力定律	32
2.4.3	弹塑性共存定律	33
2.5	塑性成型中的不均匀变形	33
2.5.1	均匀变形和不均匀变形	33
2.5.2	附加应力和残余应力	33
2.5.3	不均匀变形的原因	34
2.5.4	不均匀变形的典型现象	35
2.6	塑性成型中的外摩擦	36
2.6.1	金属塑性成型时摩擦的特点	36

2.6.2	摩擦的类型	37
2.6.3	摩擦理论	38
2.6.4	影响摩擦因数的因素	38
2.6.5	轧制时的摩擦因数	39
第 3 章	轧制基本理论	41
3.1	变形区主要参数	41
3.1.1	简单轧制	41
3.1.2	轧制变形区及其主要参数	41
3.1.3	轧制变形的表示方法	43
3.2	轧制过程的建立	44
3.2.1	咬入条件	44
3.2.2	稳定轧制阶段	45
3.2.3	改善咬入条件的途径	46
3.3	轧制过程中的横变形	47
3.3.1	宽展的分类	47
3.3.2	宽展的分布	48
3.3.3	影响宽展的因素	49
3.3.4	宽展的计算公式	50
3.4	前滑和后滑	52
3.4.1	轧制过程中的前滑和后滑现象	52
3.4.2	前滑区和后滑区	52
3.4.3	前滑、后滑与延伸的关系	53
3.4.4	前滑的计算式	54
3.4.5	前滑的影响因素	54
3.5	轧制压力和轧制力矩	55
3.5.1	单位压力和平均单位压力	55
3.5.2	轧制压力的计算	56

3.5.3	影响轧制压力的因素	57
3.5.4	轧制力矩	58
3.6	连续轧制基本知识	58
3.6.1	连轧常数	58
3.6.2	堆拉系数和堆拉率	60
3.6.3	连轧张力	61

第 4 章 轧制设备基本知识 62

4.1	轧机的标称与类型	62
4.1.1	轧机的标称	62
4.1.2	轧机的类型	63
4.2	轧辊	64
4.2.1	轧辊结构与参数	64
4.2.2	轧辊性能指标及材料	65
4.2.3	轧辊的使用与维护	65
4.3	轧辊轴承	68
4.3.1	轧辊轴承的特点和类型	68
4.3.2	液体摩擦轴承	68
4.4	轧辊的调整机构和平衡装置	70
4.4.1	轧辊调整装置	70
4.4.2	平衡装置	72
4.5	机架	73
4.6	工作机座刚度	74
4.6.1	轧机弹性变形	74
4.6.2	轧机刚性的测定	75
4.6.3	轧机当量刚度与轧机控制性能	77
4.7	轧机主传动装置	78
4.7.1	轧钢机主传动装置组成	78

4.7.2 轧钢机主传动装置类型	80
------------------------	----

第 5 章 型(棒)线材生产工艺基础

81

5.1 孔型的类型	81
5.1.1 按用途分类	81
5.1.2 按配置分类	82
5.1.3 按形状分类	82
5.2 孔型的基本组成及各部分的作用	83
5.2.1 辊缝	83
5.2.2 侧壁斜度	83
5.2.3 圆角	84
5.2.4 辊环	84
5.2.5 锁口	84
5.3 延伸孔型系统	85
5.4 轧机导卫	87
5.4.1 横梁	87
5.4.2 导板	87
5.4.3 卫板	88
5.4.4 夹板与夹板盒	89
5.4.5 滚动入口导卫	91
5.4.6 滚动扭转导卫	91

第 6 章 棒线材生产操作技术

92

6.1 现代化棒线材轧机	92
6.2 换辊技术	94
6.2.1 换辊时间的确定	94
6.2.2 换辊方式及换辊装置	95
6.2.3 闭口牌坊轧机换辊操作	95

6.2.4	悬臂轧机的换辊操作	96
6.2.5	无牌坊短应力线轧机的换辊操作	97
6.2.6	摩根轧机碳化钨辊环的更换	98
6.2.7	换辊换槽安全操作要点	98
6.3	轧机的在线预调整	99
6.3.1	上下辊位置的检查	99
6.3.2	轧辊的水平对中调整	99
6.3.3	轧辊轴向位置的检查调整	100
6.3.4	机组轧制线对中的检查调整	101
6.3.5	辊缝的设定与调整	102
6.3.6	导卫的安装调整	104
6.4	试轧小钢	105
6.4.1	轧前检查	105
6.4.2	换辊(槽)后试轧参数的设定	106
6.4.3	试轧操作与要点	106
6.4.4	试轧注意事项	106
6.4.5	新槽试轧问题及处理	106
6.5	轧制过程中的调整操作	107
6.5.1	调整操作的原则	107
6.5.2	粗轧机组的导卫操作	108
6.5.3	粗轧机组轧件尺寸的检查与调整	109
6.5.4	机架间张力的判断及调节	110
6.5.5	中、精轧机在轧制过程中的调整	111
6.5.6	安全操作要点	112
6.6	主控台操作技术	113
6.6.1	主设定	113
6.6.2	速度调整基本概念	114
6.6.3	张力调节与速度调整	115
6.6.4	活套控制与速度调整	117

6.6.5	辊缝在线“补偿调整”时的速度调整	118
6.6.6	换辊换槽后轧制速度的调整	119
6.6.7	钢坯温度变化与速度调整操作	119
6.6.8	钢坯断面变化与速度调整	120
6.6.9	辊缝调整后的转速调整	120
6.6.10	轧机区操作常见故障分析处理	120
6.6.11	控制台安全操作要点	122
6.7	切分轧制技术	123
6.7.1	孔型系统	123
6.7.2	切分导卫	124
6.7.3	切分轧制时的轧机调整	125
6.7.4	切分轧制时常见工艺问题的处理	126
6.7.5	切分轧制注意事项	129
6.8	轧制缺陷与质量控制	129
6.8.1	分层	129
6.8.2	结疤	130
6.8.3	裂纹	130
6.8.4	发纹(又称发裂)	130
6.8.5	表面夹杂	130
6.8.6	耳子	131
6.8.7	折叠	131
6.8.8	刮伤(又称划伤、擦伤)	131
6.8.9	麻点(又称麻面)	132
6.8.10	凹坑	132
6.8.11	凸块	132
6.8.12	形状不正	133
6.8.13	辊印	133
6.8.14	角不满	133
6.8.15	公差出格	133

6.8.16	扭转	134
6.8.17	弯曲	134
6.8.18	拉穿	134
6.8.19	轧损 (又称中间轧废、轧甩)	135
6.9	轧制事故的预防、分析和处理	135
6.9.1	缠辊	135
6.9.2	跳闸和卡钢	136
6.9.3	打滑	137
6.9.4	爆槽	137
6.9.5	断辊	138
6.9.6	冲导卫	138
6.9.7	喂错钢	139
6.9.8	倒钢	139
6.9.9	崩辊环 (又称掰辊环)	141
6.9.10	爆套筒	141

第 7 章 热轧宽厚板生产技术

7.1	中厚板生产设备与工艺	142
7.1.1	中厚板轧机形式	142
7.1.2	中厚板轧机的布置	142
7.1.3	宽厚板的轧制过程	143
7.2	宽厚板生产轧制规程	144
7.2.1	压下规程	144
7.2.2	可逆轧机速度图	146
7.2.3	温度制度	147
7.2.4	辊型制度	148
7.3	换辊操作	149
7.3.1	换辊装置	149

7.3.2 换辊步骤	149
7.4 轧机调整技术	153
7.4.1 轧辊轴线在垂直面内的调整	153
7.4.2 轧辊轴线在水平面内的调整	154
7.4.3 轧辊窜辊的调整	154
7.4.4 零位调整	154
7.4.5 辊缝设定	155
7.5 宽厚板的生产控制技术	156
7.5.1 厚度设定	156
7.5.2 厚度自动控制	157
7.5.3 平面形状控制	159
7.6 轧制操作技能	161
7.6.1 压下操作台操作技能	161
7.6.2 主机操作台操作技能	162
7.6.3 辊道工操作技能	164
7.6.4 卡量工操作技能	165
7.7 生产故障的排除与处理	166
7.7.1 轧辊压靠	166
7.7.2 “摊钢”	167
7.7.3 电机阻转	167
7.7.4 钢板翘头或叩头	167
7.7.5 鱼头鱼尾	169
7.7.6 双鼓形	169
7.8 操作废品与生产管理	169
7.8.1 凸包	169
7.8.2 麻点	169
7.8.3 划伤	170
7.8.4 折叠	170
7.8.5 压痕	171

7.8.6	结疤	171
7.8.7	浪形板	171
7.8.8	弯曲	171
7.8.9	瓢曲	172
7.8.10	轧制厚度不合格	172

第 8 章 热连轧板带生产 173

8.1	热连轧板带生产工艺制度	175
8.1.1	粗轧机组轧制规程	175
8.1.2	精轧机组的压下规程	176
8.1.3	精轧机速度图	177
8.1.4	精轧机组速度锥	179
8.1.5	轧制过程中的热传递	179
8.1.6	热连轧板带生产中的温降方程	180
8.2	设定控制	182
8.2.1	粗轧机组厚度设定	182
8.2.2	精轧机厚度设定	182
8.3	速度控制	184
8.3.1	电动机调速基本知识	184
8.3.2	主速度级联系统	185
8.3.3	精轧机组速度的设定	186
8.3.4	机组速度操作	186
8.4	张力控制	188
8.4.1	张力作用	188
8.4.2	无活套微张力控制	189
8.5	活套控制	190
8.5.1	活套的作用	190
8.5.2	活套工作原理	190

8.5.3	机架间活套量	192
8.5.4	控制活套所需的力矩	193
8.5.5	活套的控制	194
8.5.6	主控台操作	194
8.6	主控台生产故障及处理办法	195
8.7	热轧带钢轧制缺陷及消除	198
8.7.1	窄带钢轧制缺陷及消除	198
8.7.2	宽带钢常见轧制缺陷及消除	200
第 9 章	板带钢的高精度轧制技术	204
9.1	宽度控制	204
9.1.1	宽度控制设备形式	204
9.1.2	板宽变动的原因	205
9.1.3	板宽自动控制的基本方式	206
9.2	厚度控制	207
9.2.1	异板差和同板差	207
9.2.2	影响厚度波动的因素	207
9.2.3	轧出厚度的变化规律	208
9.2.4	厚度自动控制系统基本形式	208
9.2.5	AGC 的控制方式	214
9.2.6	AGC 系统的补偿控制	215
9.2.7	自动厚度控制系统控制方式	217
9.2.8	AGC 使用过程中的几个问题	218
9.3	板形控制	219
9.3.1	板形基本概念	219
9.3.2	影响板形的因素	221
9.3.3	板形控制的工艺	221
9.3.4	板形控制的设备	224

9.3.5 板形控制系统	224
第 10 章 钢的控制轧制与控制冷却	228
10.1 控制轧制	228
10.1.1 控制轧制的类型	228
10.1.2 控制轧制工艺	230
10.2 控制冷却	230
10.2.1 控制冷却原理	230
10.2.2 轧后余热淬火及自回火工艺	231
第 11 章 测量工具的正确使用和维护	233
11.1 游标卡尺	233
11.2 外径千分尺	234
11.3 热卡样板	236
11.4 卡钳	237
11.5 塞尺	237
11.6 量具的保养	238
第 12 章 轧钢自动化	239
12.1 自动控制的基本知识	239
12.1.1 模拟量、模拟信号和数字量、数字信号	239
12.1.2 在线与离线	239
12.1.3 数学模型及其自学习	239
12.1.4 人工控制、自动控制和实时控制	240
12.1.5 开环控制、闭环控制和复合控制	240
12.1.6 比例调节、积分调节与微分调节	241
12.2 轧钢过程的计算机控制	241
12.3 在线监测仪表	243

12.3.1	温度测量仪表	243
12.3.2	轧制压力测量仪表	245
12.3.3	测厚仪	245
12.3.4	辊缝测量仪表	246
12.3.5	轧件位置检测器	246
12.3.6	宽度测量仪表	247
12.3.7	平直度测量装置	247
12.3.8	凸度测量装置	247
12.4	仪器精度的基本术语	248
第 13 章	轧钢组织管理基本知识	250
13.1	轧钢生产主要技术经济指标	250
13.1.1	作业率	250
13.1.2	成材率	250
13.1.3	合格率	251
13.1.4	轧机产量	251
13.2	质量管理基本知识	253
13.2.1	全面质量管理与 PDCA 循环	253
13.2.2	标准与标准化	253
13.2.3	质量管理小组与生产现场的 7S 活动	254
13.2.4	全面质量管理常用的统计方法	254
附录 1	轧钢工（中级）理论知识复习题	258
附录 2	轧钢工（中级）理论知识复习题参考答案	356
参考文献		386