



劳动和社会保障部培训就业司推荐  
冶金行业职业教育培训规划教材

# 板带冷轧生产

BANDAI LENGZHA SHENGCHAN

张景进 主编



冶金工业出版社

劳动和社会保障部培训就业司推荐  
冶金行业职业教育培训规划教材

# 板带冷轧生产

主 编 张景进  
副主编 颜翠英 赵金玉  
主 审 许 斌

北 京  
冶 金 工 业 出 版 社  
2006

## 内 容 提 要

本书为冶金行业职业技能培训教材,是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编写的,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过。

全书共分7章,主要内容包括绪论、酸洗、冷轧带钢、厚度自动控制、板形控制、热处理、冷轧带钢的精整等。

本书也可作为职业技术学院相关专业的教材,或工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

板带冷轧生产/张景进主编. —北京:冶金工业出版社,  
2006.4

劳动和社会保障部培训就业司推荐. 冶金行业职业教育培  
训规划教材

ISBN 7-5024-3899-8

I. 板… II. 张… III. ①板材轧制:冷轧—技术培训—教材  
②带材轧制:冷轧—技术培训—教材 IV. TG335.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148179 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 俞跃春 美术编辑 王耀忠

责任校对 侯 璐 李文彦 责任印制 牛晓波

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4月第1版,2006年4月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;18.25印张;479千字;274页;1-4000册

42.00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)

# 冶金行业职业教育培训规划教材 编辑委员会

**主任** 王子林 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会  
主任委员;唐山钢铁公司 副总经理

曹胜利 冶金工业出版社 社长

**副主任** 董兆伟 河北工业职业技术学院 院长

鲁启峰 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会  
副主任委员;中国钢协职业培训中心 副主任

**顾问** 北京科技大学 曲 英 王筱留 袁 康 施东成  
**委 员**

首钢总公司	舒友珍	何智广	宝山钢铁公司	杨敏宏
太原钢铁公司	贾宝林	孟永钢	武汉钢铁公司	孙志桥
马鞍山钢铁公司	王茂龙	陈 宣	本溪钢铁公司	张春雨
唐山钢铁公司	宋润平	冯柄晓	江苏沙钢公司	黄国刚
济南钢铁公司	陈启祥	赵树俭	天津天铁公司	王金铭
南京钢铁联合公司	陈龙宝	朱朝全	钢协培训中心	宋 凯
承德钢铁公司	魏洪如	高 影	济源钢铁公司	靳沁萍
石家庄钢铁公司	侯 敏	冷学中	滦河集团公司	王爱民
首钢迁安钢铁公司	王宝军	王 蕾	河北冶金研究院	彭万树
邯郸钢铁公司	张晓力	李 阳	河北冶金设计院	周建宏
宣化钢铁公司	张聪山	李豪杰	港陆钢铁公司	赵福桐
淮阴钢铁公司	刘 瑾	王灿秀	邯钢衡水薄板厂	魏虎平
邢台钢铁公司	张力达	孙汉勇	半壁店钢铁公司	刘春梅
纵横钢铁公司	王建民	阚永梅	鹿泉钢铁公司	杜会武
河北工业职业技术学院	袁建路	李文兴	河北立国集团	郭志敏
山西工程职业技术学院	王明海	史学红		
冶金工业出版社	宋 良	(010-64027900, 3bs@cnmip.com.cn)		

# 序

## 吴溪淳

改革开放以来,我国经济和社会发展取得了辉煌成就,冶金工业实现了持续、快速、健康发展,钢产量已连续数年位居世界首位。这期间凝结着冶金行业广大职工的智慧 and 心血,包含着千千万万产业工人的汗水和辛劳。实践证明,人才是兴国之本、富民之基和发展之源,是科技创新、经济发展和社会进步的探索者、实践者和推动者。冶金行业中的高技能人才是推动技术创新、实现科技成果转化不可缺少的重要力量,其数量的迅速增长、素质的不断提高与否,关系到冶金行业核心竞争力的强弱。同时,冶金行业作为国家基础产业,拥有数百万从业人员,其综合素质关系到我国产业工人队伍整体素质,关系到工人阶级自身先进性在新的历史条件下的巩固和发展,直接关系到我国综合国力能否不断增强。

强化职业技能培训工作,提高企业核心竞争力,是国民经济可持续发展的重要保障,党中央和国务院给予了高度重视。在2003年的全国人事工作会议上,中央再一次明确了人才立国的发展战略,同时国家已开始着手进行终身学习法的制定调研工作。结合《职业教育法》的颁布实施,职业教育工作将出现长期稳定发展的新局面。

为了搞好冶金行业职工的技能培训工作,河北工业职业技术学院同冶金工业出版社和中国钢协职业培训中心密切协作,联合有关的冶金企业和职业技术学院,编写了这套冶金行业职业教育培训规划教材,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,给予推荐。河北工业职业技术学院的各级领导和教师在时间紧、任务重的情况下,克服困难,辛勤工作,在有关单位的工程技术人员和教师的积极参与和大力支持下,出色地完成了前期工作,为冶金行业的职业技能培训工作的顺利进行,打下了坚实的基础。相信本套教材的出版,将为企业生产一线人员的理论水平、操作水平和管理水平的进一步提高,企业核心竞争力的不断增强,起到积极的推进作用。

随着近年来冶金行业的高速发展,职业技能培训工作也取得了巨大的成绩,

大多数企业建立了完善的职工教育培训体系,职工素质不断提高,为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。我个人认为,今后的培训工作重点,应注意继续加强职业技能培训工作者的队伍建设,继续丰富教材品种,加强对高技能人才的培养,进一步加强岗前培训,加强企业间、国际间的合作,开辟新的局面。

展望未来,任重而道远。希望各冶金企业与相关院校、出版部门进一步开拓思路,加强合作,全面提升从业人员的素质,要在冶金企业的职工队伍中培养一批刻苦学习、岗位成才的带头人,培养一批推动技术创新、实现科技成果转化的带头人,培养一批提高生产效率、提升产品质量的带头人;不断创新,不断发展,力争使我国冶金行业职业技能培训工作跨上一个新台阶,为冶金行业持续、稳定、健康发展,做出新的贡献!

# 前 言

本书是按照劳动和社会保障部的规划,受中国钢铁工业协会和冶金工业出版社的委托,在编委会的组织安排下,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编写的。书稿经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,由劳动和社会保障部培训就业司推荐作为冶金行业职业技能培训教材。

本书在编写过程中,力求紧密结合现场实践,注意学以致用,体现以岗位技能为目标的特点,各章节内容选材均来自工程实际,在叙述和表达方式上力求做到深入浅出,通俗易懂,能使读者触类旁通。

本书主要用作冷轧带钢厂酸洗、轧制、热处理、精整操作台上操作人员的培训教材,也可作为职业技术学院教学用书,对专业技术人员也有一定的参考价值。

本书由河北工业职业技术学院张景进任主编,河北科技大学颜翠英、河北工业职业技术学院赵金玉任副主编,参加编写的还有:唐山钢铁股份有限公司冷轧厂赵金明,河北工业职业技术学院陈涛、关昕、张欣杰、王京华,邯钢钢铁股份有限公司培训部冀爱平、崔丽芬,邯钢钢铁股份有限公司冷轧厂孙桂芬、路胜海、郭世伟、刘海军,邯钢钢铁股份有限公司酸洗镀锌厂耿波。全书由邯钢钢铁股份有限公司冷轧厂的许斌主审。

本书在编写过程中参考了多种相关书籍、资料,在此,对其作者一并表示由衷的感谢。

由于水平所限,书中不妥之处,敬请读者批评指正。

编者  
2005年10月

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 冷轧薄钢板生产的发展概况 .....	1
1.2 冷轧薄板生产特点 .....	5
1.3 冷轧薄钢板生产工艺流程及其进步 .....	7
1.4 冷轧钢板(带)有关标准 .....	10
1.4.1 标准的分级 .....	10
1.4.2 国际标准和国外先进标准 .....	10
1.4.3 标准的分类 .....	11
1.4.4 我国冷轧厂常用标准 .....	12
1.5 板材冲压成形及成形性参数的表示 .....	18
1.5.1 板材冲压成形变形状态分类 .....	18
1.5.2 基本成形性参数的表示方法及意义 .....	20
1.6 保证冷轧薄钢板产品质量的两个基础问题 .....	23
1.6.1 钢的化学成分对成品性能的影响 .....	24
1.6.2 热轧带钢对冷轧钢板性能和组织的影响 .....	26
复习思考题 .....	30
<b>2 酸洗</b> .....	31
2.1 带钢冷轧厂除鳞技术 .....	31
2.1.1 紊流式酸洗 .....	31
2.1.2 机械除鳞法 .....	32
2.1.3 带钢酸洗机组 .....	33
2.2 带钢表面氧化铁皮 .....	36
2.2.1 带钢表面氧化铁皮的形成 .....	36
2.2.2 氧化铁皮的组成和结构 .....	37
2.2.3 氧化铁皮的性质及厚度 .....	39
2.2.4 带钢表面氧化铁皮的可酸洗性 .....	40
2.3 酸洗原理与影响酸洗的因素 .....	40
2.3.1 盐酸 .....	40
2.3.2 酸洗原理 .....	41
2.3.3 影响酸洗时间的因素 .....	42
2.4 现代连续式酸洗机组的工艺与设备 .....	45
2.4.1 现代连续酸洗机组的工艺 .....	45
2.4.2 酸洗后处理—冲洗段的化学工艺 .....	48



2.4.3 酸溶液的加热 .....	49
2.4.4 酸洗机组设备 .....	52
2.5 酸再生 .....	74
2.5.1 废盐酸溶液回收(再生)的工作原理 .....	74
2.5.2 鲁兹纳法(含除硅) .....	75
2.5.3 鲁奇法 .....	85
复习思考题 .....	86
<b>3 冷轧带钢</b> .....	<b>87</b>
3.1 冷轧板带钢生产的工艺特点 .....	87
3.1.1 金属的加工硬化 .....	87
3.1.2 冷轧中采用工艺润滑与冷却 .....	87
3.1.3 冷轧中采用张力轧制 .....	88
3.2 冷轧机的发展历史 .....	88
3.3 冷轧机的布置形式及生产过程 .....	89
3.3.1 单(双)机架可逆式冷轧机 .....	89
3.3.2 冷连轧机组生产 .....	91
3.4 冷轧机组设备 .....	95
3.4.1 连轧机组设备 .....	95
3.4.2 多辊轧机 .....	107
3.5 轧制工艺 .....	120
3.5.1 变形表 .....	121
3.5.2 轧制速度 .....	123
3.5.3 张力 .....	124
3.5.4 轧辊 .....	125
3.6 轧制过程工艺润滑 .....	127
3.6.1 轧制润滑剂分类 .....	127
3.6.2 冷轧工艺润滑系统 .....	129
3.6.3 润滑剂的维护与管理 .....	136
3.7 轧制策略 .....	142
3.7.1 压下方式 .....	142
3.7.2 不同压下方式时的厚度计算 .....	143
3.8 负荷分配的优化 .....	148
3.8.1 从“等功率裕量”观点出发 .....	148
3.8.2 从等压力的观点出发 .....	149
3.8.3 从板形观点出发 .....	149
3.8.4 从等主负荷观点出发 .....	150
3.9 冷连轧计算机过程控制系统 .....	151
3.9.1 计算机分级控制系统 .....	151

3.9.2 生产管理控制 .....	152
3.9.3 过程控制 .....	152
3.9.4 基础自动化 .....	154
3.9.5 控制系统的类型 .....	155
3.9.6 数学模型及其自学习 .....	157
复习思考题 .....	159
<b>4 厚度自动控制 .....</b>	<b>160</b>
4.1 厚度自动控制基础 .....	160
4.1.1 $P-h$ 图的建立与运用 .....	160
4.1.2 冷轧带钢厚差产生的原因 .....	161
4.1.3 厚度自动控制的基本方法 .....	161
4.1.4 冷连轧 AGC 概述 .....	167
4.2 传统的冷连轧 AGC 系统 .....	169
4.2.1 某 1700 mm 冷连轧 AGC 系统 .....	169
4.2.2 某 2030 mm 冷连轧 AGC 系统 .....	172
4.2.3 某 1676 mm 四机架冷连轧 AGC/ATC 系统 .....	177
4.3 冷连轧流量 AGC 系统 .....	183
4.3.1 粗调流量 AGC .....	183
4.3.2 精调流量 AGC .....	185
4.4 单机架可逆冷轧 AGC 系统 .....	187
4.4.1 前馈 AGC .....	187
4.4.2 监控 AGC .....	188
4.4.3 反馈 AGC .....	188
4.5 双机架可逆冷连轧 AGC 系统 .....	191
4.6 冷连轧动态变规格 .....	192
4.6.1 概述 .....	192
4.6.2 动态变规格的控制策略 .....	193
复习思考题 .....	195
<b>5 板形控制 .....</b>	<b>196</b>
5.1 板形的表示及良好板形条件 .....	196
5.2 板形标准曲线 .....	198
5.2.1 板形标准曲线的概念 .....	198
5.2.2 板形标准曲线的作用和意义 .....	198
5.2.3 板形标准曲线的设定方法 .....	199
5.2.4 选择板形标准曲线的原则 .....	200
5.3 CVC 板形控制 .....	201
5.3.1 板形控制系统的组成 .....	201

5.3.2	板形控制措施 .....	203
5.3.3	工作辊弯辊和 CVC 位置的预设定位 .....	204
5.4	边部减薄控制 .....	205
	复习思考题 .....	206
<b>6</b>	<b>热处理 .....</b>	<b>207</b>
6.1	各种退火炉的工艺技术比较 .....	207
6.1.1	概述 .....	207
6.1.2	氮氢型与全氢型单垛式紧卷罩式炉对比 .....	208
6.2	氮氢型保护气体单垛式紧卷罩式退火炉 .....	212
6.2.1	热处理车间布置 .....	212
6.2.2	单垛式紧卷罩式炉 .....	213
6.2.3	冷轧带钢罩式退火工艺制度的确定 .....	215
6.3	全氢型保护气体单垛式紧卷罩式退火炉 .....	217
6.3.1	概述 .....	217
6.3.2	强对流全氢罩式炉技术 .....	219
6.3.3	强对流全氢罩式炉技术性能及设备构成 .....	220
6.3.4	炉台 .....	221
6.3.5	炉台循环风机 .....	223
6.3.6	加热罩 .....	224
6.3.7	冷却罩 .....	226
6.3.8	保护罩 .....	226
6.3.9	对流板 .....	227
6.3.10	罩式炉用吊具 .....	228
6.3.11	HPH 强循环高效全氢罩式退火炉 .....	229
6.3.12	H <sub>2</sub> 爆炸与防爆 .....	232
6.3.13	冷轧带钢退火工艺 .....	236
6.3.14	冷轧带钢退火操作 .....	237
6.3.15	冷轧带钢退火产量及单耗指标 .....	237
6.4	罩式退火炉控制系统 .....	238
6.5	连续退火机组的生产工艺 .....	239
6.5.1	概述 .....	239
6.5.2	连续退火机组主要设备 .....	241
6.5.3	典型产品的连续退火生产工艺与冶金学特点 .....	248
	复习思考题 .....	252
<b>7</b>	<b>冷轧带钢的平整 .....</b>	<b>253</b>
7.1	冷轧带钢的平整 .....	253
7.1.1	平整的作用 .....	253

---

7.1.2 平整机	254
7.1.3 平整质量控制	258
7.2 冷轧带钢的横剪	261
7.2.1 圆盘剪	263
7.2.2 飞剪	263
7.2.3 矫直机	264
7.3 冷轧带钢的纵剪重卷	265
7.4 冷轧带钢的包装	269
7.4.1 包装	269
7.4.2 包装材料	270
7.4.3 包装作业线	271
复习思考题	273
<b>参考文献</b>	<b>274</b>

# 1 绪 论

## 1.1 冷轧薄钢板生产的发展概况

冷轧带钢是带材的主要成品工序,所生产的冷轧薄板属于高附加值钢材品种,是汽车、建筑、家电、食品等行业不可缺少的金属材料。

宽的冷轧薄板(钢带)是在热轧成卷带钢的基础上发展起来的。美国早在 1920 年第一次成功地轧制出宽带钢,并很快由单机不可逆轧制而跨入单机可逆式轧制。1926 年阿姆柯公司巴特勒工厂建成四机架冷连轧机。

1938 年苏联在查波罗什工厂开始安装从国外引进的三机架 1680 mm 冷连轧机及 1680 mm 可逆式冷轧机,生产厚度为 0.5~2.5 mm,宽度为 1500 mm 的钢板。以后为了满足汽车工业的需要,该厂又建立了一台 2180 mm 可逆式冷轧机。1951 年苏联建设了一套 2030 mm 全连续式五机架冷连轧机,年产 250 万 t,安装在新利佩茨克。

我国冷轧宽带钢的生产开始于 1960 年,开始建成的是 1700 mm 单机可逆式冷轧机,以后陆续投产了 1200 mm 单机可逆式冷轧机, MKW1400 mm 偏八辊轧机、1150 mm 二十辊冷轧机和 1250 mm HC 单机可逆式冷轧机等,1978 年投产了我国第一套 1700 mm 连续式五机架冷轧机,1988 年建成了 2030 mm 五机架全连续冷轧机,表 1-1 是我国冷轧板带机组的概况。

表 1-1 我国冷轧板带机组概况

序号	企业或机组简称	设计能力 /万 t·a <sup>-1</sup>	投产/改造 年份	轧机 规格 /mm	轧机型式			主要产品及产量 /万 t
					酸-轧 联合机组	连轧机	可逆轧机	
1	武钢冷轧厂	190	1978/2003	1700	5 机架四辊 (改造)			冷轧 114, 镀锌 25, 镀锡 12, 电工钢 20 + 1, 内磁屏钢 1, 热轧酸 洗 15, 彩涂 6
			1990	1250			HC 六辊	
2	武钢第二冷轧厂	215	2005	2180	5 机架六辊			冷轧 90, 镀锌 105, 彩涂 20
3	武钢冷轧硅钢片厂	40(38)	1978				二十辊 ZR22B52×2	电工钢
			1997				二十辊 ZR22B52	电工钢
4	武钢海南冷轧厂	10.1	1995/2004	1430			单机架四辊	冷轧 6, 冷硬卷 2.3, 热轧酸洗卷 1.8
5	宝钢 2030 冷轧厂	210	1989	2030			5 机架四辊 全连续	冷轧 150, 热镀锌 25, 电镀锌 9, 彩涂 16, 压型板 10
6	宝钢 1420 冷轧厂	72.28	1994	1420 CVC	3 架四辊, 2 架六辊			电镀锌 40, 冷硬卷 32.28
7	宝钢 1550 冷轧厂	140	2000	1550 UCMW	5 机架六辊			冷轧 45, 热镀锌 35, 电镀锌 25, 电工钢 35
8	宝钢 1800 冷轧厂	170	2005	1800 UCM	5 机架六辊			冷轧 90, 热镀锌 80

续表 1-1

序号	企业或 机组简称	设计能力 /万 t·a <sup>-1</sup>	投产/改造 年份	轧机 规格 /mm	轧 机 型 式			主要产品及产量 /万 t
					酸-轧 联合机组	连轧机	可逆轧机	
9	宝钢(益昌)冷轧薄板厂	80	2000	1220	5 机架四辊(改造)			冷轧 35, 电镀锡 10, 冷硬卷 35
10	宝钢宁波宝新公司	24	1998	1400			十二辊 CRM	不锈钢
			2003	1444 1520			二十辊 二十辊	不锈钢
11	梅山(南京)冷轧板厂	10	1993	1200			单机架四辊	冷轧 10
12	鞍钢新轧钢一冷轧厂	180	1990/2000	1676	1 架六辊, 4 架四辊			冷轧 100, 热镀锌 50, 彩涂 30
			1963 1962	1200 1700			单机架四辊 单机架四辊	
13	鞍钢新轧钢二冷轧厂	150	2003	1780	2 架六辊, 3 架四辊			冷轧 70, 热镀锌 80
14	鞍钢新轧钢三冷轧厂	200	2006	2130	2 架六辊, 3 架四辊			冷轧 97, 冷硬卷 103
15	鞍钢新钢铁冷轧硅钢厂	101.55	2005	1500	5 架六辊			电工钢 80, 冷硬卷 21.55
16	鞍钢集团沈阳薄板厂	10		1200			单机架四辊	冷轧 10
17	本钢冷轧厂	100	1995/2004	1676	4 机架四辊(改造)			冷轧 70, 热镀锌 30
18	本钢浦项冷轧薄板厂	190	2006	1970 UCM	5 机架六辊			冷轧卷 90, 热镀锌 60, 彩涂 20, 冷硬卷 20
19	包钢冷轧厂	140	2005	1700 CVC	5 机架六辊			冷轧 60, 热镀锌 30.58, 热镀锌-锌 15, 酸洗卷 34.42
20	攀钢冷轧厂	150	1996/2003	1220 HC	4 机架六辊(改造)			冷轧 45, 热镀锌 63, 热镀锌-锌 12, 酸洗卷 30
21	马钢冷轧板厂	152.8	2004	1720 HC	4 机架六辊			冷轧 84.2, 热镀锌 35, 冷硬 34.3
22	华菱涟钢冷轧板厂	150	2005	1720 UCM	4 机架六辊			冷轧 65, 热镀锌 30, 冷硬卷 55
23	邯钢冷轧厂	137	2005	1780 CVC	5 机架六辊			冷轧 80, 热镀锌 36, 彩涂 12, 冷硬卷 15
24	邯钢集团衡水薄板厂	13	2000	900 1050			单机架四辊 单机架六辊	
		60	2004	1750			单机架四辊	热镀锌 45, 彩涂 15
25	唐钢冷轧薄板厂	140	2006	1750	5 机架六辊			冷轧 35, 热轧热镀锌 50, 冷轧热镀锌 40, 彩涂 15
		106	2005	1950			双机架四辊	冷轧卷 40, 冷硬卷 20, 热镀锌 20, 酸洗卷 26
27	太钢六轧冷轧厂	10	1998				二十辊 ZR22B52	电工钢 10

续表 1-1

序号	企业或机组简称	设计能力 /万 t·a <sup>-1</sup>	投产/改造 年份	轧机 规格 /mm	轧机型式			主要产品及产量 /万 t
					酸-轧 联合机组	连轧机	可逆轧机	
28	太钢不锈 冷轧厂	90	1967/2004				八辊 U-MKW112-1400	不锈钢
			1971				二十辊 WV20SEH55	不锈钢
			2003				二十辊 ZR22B52×2	不锈钢
			2005				二十辊 ZR22B52×5	不锈钢
29	唐山恒通 冷轧厂	100	2001	1450		3架四辊, 2架六辊 (二手)		冷轧 15,热镀锌 65, 彩涂 20
30	无锡长江 冷轧薄板厂	80	1999	1450			单机架四辊×2	冷轧 80
31	昆钢冷轧 厂	40	2002	1725			单机架四辊×2	冷轧板 15,冷轧卷 25
32	重钢冷轧 薄板厂	32	2004	1727			单机架四辊 (二手)	冷轧 32
33	天津市冷 轧薄板厂	15	1992	1422			单机架四辊	冷轧 15
34	上海克虏 伯公司冷轧 厂	7.2	2001				二十辊 ZR22B53	不锈钢
35	广东弘力 南方镀锌板 公司	16		1220			双机架可逆	
36	张家港浦 项不锈钢公 司	30	1999				二十辊 ZR22B52×2	不锈钢
			2003				二十辊	不锈钢
37	天津昌升 冷轧带钢厂	20		1450			单机架可逆	
38	西安中泰 博展冷轧薄 板	10		1400			单机架可逆	
39	浙江龙盛 薄板厂	60	2005	1500			双机架六辊	冷轧 30,热镀锌 30
40	天津里碑 冷轧厂	25	2005	1400			单机架四辊	冷轧 40,冷硬卷 20
41	江阴长发 冷轧厂	60	2005	1450			双机架四辊	冷轧 40,热镀锌 20
42	江南冷轧 厂	30	2005	1450			单机架六辊×2	热镀锌 30
43	江苏丹阳 冷轧厂	30	2005	1450			单机架六辊×2	热镀锌 30
44	天津三轧 厂	15		1200			单机架四辊	冷轧 15
45	无锡梁溪 冷轧厂	15		1200			单机架四辊	冷轧 15
46	三水捷力 公司	50	2005	1430			单机架四辊×2	热镀锌 20,冷硬卷 30

续表 1-1

序号	企业或机组简称	设计能力 /万 t·a <sup>-1</sup>	投产/改造 年份	轧机 规格 /mm	轧机型式			主要产品及产量 /万 t
					酸-轧 联合机组	连轧机	可逆轧机	
47	无锡新大中薄板公司	50	2005	1450		5 机架四辊 (二手)		热镀锌 42, 彩涂 8
48	佛山高明基业冷轧厂	30	2005	1450 1200			单机架可逆	热镀锌 30

与工业发达国家相比,我国冷轧板带生产仍有差距,总的装备水平、产品质量有待提高,板带比、冷轧板带比较低,2003年分别为34%和5.5%,而工业发达国家则分别约为60%和40%以上,因此我国近年来一直保持进口冷轧板带1000万t以上,这表明我国冷轧板带生产技术与装备水平有待进一步提高,预示着我国冷轧板带的生产仍有很大的发展空间。

我国2003年冷轧宽带钢产量为1329万t,而表观消费量为3079万t,自给率为43%,据预测至2005年底,冷轧宽带钢生产能力将达2995万t,而表观消费量为4020万t。自给率也只达到了71%。

近些年来结构调整,冷轧板带产量大幅度增加,但我国热轧板带产量转化为冷轧板带的比例一直很低,2003年为17%,而发达国家的比值高达80%。随着我国工业化进程的加快,我国钢材结构中冷轧比将随着板带比增长而快速增长。

目前我国冷轧板带轧机建设中还存在轧机类型匹配失调的问题,与国际发展趋势不一致,这样造成我国冷轧板带生产中的薄规格偏少和适应市场小批量、多品种的能力差。目前国外冷轧板带产量基本满足要求,正在大量建设单(双)机架可逆式轧机,据统计全世界在20世纪90年代,共建设单(双)机架可逆式宽带钢( $B > 1000$  mm)轧机近100台套(包括50台套轧制硅钢和不锈钢的多辊轧机),而冷连轧机仅为24台套。例如美国9条薄板坯连铸连轧线后均配置单(双)机架可逆式宽带钢冷轧机,而我国7条薄板坯连铸连轧生产线后均配置酸洗—冷连轧联合生产线(CDCM),仅济钢、唐钢两家配置单(双)机架可逆式宽带钢冷轧机,显然这与我国冷轧板带需求量大有关,但长远讲在发挥薄板坯连铸连轧线生产薄规格热轧带钢优势和冷轧产品批量、规格适应市场方面不协调,值得今后发展注意。

随着热轧带卷厚度的减薄,冷轧机组亦发生了许多变化。为了配合薄板坯连铸连轧热轧线的推广,强力单(双)机架可逆冷轧机成为与薄板坯连铸连轧配套的优选设备。

当热轧钢卷厚度小于1.5 mm时,五机架冷连轧能力过剩,为了减少设备重量,降低总的投资,不少厂商推出新的冷轧机。

Danieli-United为NUCOR冷轧厂提供的强力单机架可逆冷轧机,其主传动功率达到7457 kW,该轧机设计成仅用三个道次将1.27~4.0 mm的原料轧制成0.38~1.9 mm的成品,年产量可达到94万t。表1-2列出了强力单机架可逆冷轧机的技术参数。

表 1-2 强力单机架可逆冷轧机参数

参 数		NUCOR 强力单机架可逆冷轧机
工艺参数	原料	(1.27~4.0) mm × (915~1650) mm
	成品	(0.38~1.9) mm × (915~1625) mm
	最大卷重	29 t
	单位宽度卷重	17.85 kg/mm
	最大轧制速度	1220 m/min



续表 1-2

参 数		NUCOR 强力单机架可逆冷轧机
设备参数	工作辊 支撑辊 开卷机 张力卷取机 最大轧制力 板形控制	$\phi(432\sim 483)$ mm $\times$ 1780 mm $\phi(1280\sim 1425)$ mm $\times$ 1780 mm 外径 $\phi 965\sim 1905$ mm; 内径 $\phi 610$ mm 外径 $\phi 965\sim 1905$ mm; 内径 $\phi 610$ mm 2900 t 弯辊 + CVC
电气参数	开卷机功率 轧机功率 张力卷取机功率 机组总功率 单位宽度总功率	1491 kW 7457 kW 每台 3356 kW 16443 kW 9.24 kW/mm (约为传统五机架冷连轧机组的 50%)

随着薄板坯连铸连轧机产量的提高(二流连铸或采用中薄板坯连铸),又发展了双机架可逆冷连轧机组,其设备参数与表 1-2 类似,双机架可逆冷连轧由于可轧制二道、四道甚至六道,因而在最后一或二道次采用平整道次使产品质量得以进一步提高。无论单机架还是双机架可逆冷连轧,其设备投资将远远低于传统的五机架冷连轧,并且由于采用了强力机架(加大了允许轧制力和主传动功率),年产量亦可达到 80 万~100 万 t,能较好地与薄板坯连铸连轧配套,因此近年来发展很快。

近年来,为了进一步提高冷轧带钢的产品质量,广泛采用了成品带钢凸度测量仪(沿带宽多点 X 射线源及矩阵式接收,以获得沿宽度方向的厚度分布)和带钢激光测速仪(激光测速仪的使用为流量 AGC 的发展创造了条件)。

现代检测仪表的应用使产品厚度及板形质量大为提高。表 1-3 给出了现代检测仪表所具有的性能指标。

表 1-3 主要仪表的性能指标

仪 表	性 能 指 标	仪 表	性 能 指 标
X 射线测厚仪	测量范围 0.18~5 mm 精度 0.1% (不小于 0.25 $\mu$ m) 线性度小于 0.05% 响应时间 10 ms 噪声 6.0 mm~5 $\mu$ m 3.0 mm~1.8 $\mu$ m 1.5 mm~0.7 $\mu$ m	板形仪	剖分式,中部 10 段(每段 52 mm)两侧各 21 段(每段 26 mm) 测量辊直径 313 mm 精度小于 0.1% 线性度小于 0.3% 滞回度小于 0.5%
		液压缸位置	分辨率,可逆 1 $\mu$ m, 2 $\mu$ m, 5 $\mu$ m, 10 $\mu$ m 精度 1 $\mu$ m, 重复性 1 $\mu$ m
激光测速仪	精度 0.1% 重复性 0.1% 安装高度 1000 mm 分辨率 1 mm/s	液压缸油压	测量范围 0.25~25 MPa 精度 1% 线性度 0.25% 滞回度 0.1%

## 1.2 冷轧薄板生产特点

(1) 钢材在热轧过程中的温降和温度分布不均给生产带来了难题,特别是在轧制厚度小而长度大的薄板带产品时,冷却上的差异引起的轧件首尾温差往往使产品尺寸超出公差范围,性能出现显著差异。当厚度小于一定限度时,轧件在轧制过程中温降剧烈,以致根本不可能在轧制周期之内保持热轧所需的温度。

而冷轧则不存在热轧温降与温度不均匀的弊病,可以得到厚度更薄、精度更高的冷轧带钢和冷轧薄板。现代冷连轧宽带轧机和双机架二次冷轧可生产厚度为 0.10~0.17 mm 的冷轧薄板,