



钢铁厂技术培训参考丛书

# 冷轧带钢

冶金工业出版社

5.5

## 内 容 提 要

本书是《钢铁厂技术培训参考丛书》之一，全书分六篇三十二章，介绍了冷轧概论、酸洗、连续式冷轧、可逆式冷轧、清洗等有关工艺和设备，也介绍了热轧的有关基本知识。为了便于读者学习和查阅，书中还附有教学指导书。

本书可供钢铁厂工人及干部阅读，也可供技工学校 and 中等专业学校有关师生参考。

钢铁厂技术培训参考丛书

冷 轧 带 钢

李生智 李芳春 译

吴隆华 校

冶金工业出版社出版发行

(北京北西四大街崇文门北巷39号)

轻工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 插页4 字数304千字

1988年3月第一版 1988年3月第一次印刷

印数00,001~1,000册

ISBN 7-5024-0147-4

TF·54 定价2.25元

## 出版说明

《钢铁厂技术培训参考丛书》(以下简称《丛书》)是为了适应我国钢铁企业开展职工技术培训工作的需要,由我社组织翻译的一套日本的技术培训教材,拟分册陆续出版,由我社内部发行,供钢铁企业开展技术培训时参考,也可以供具有初中以上文化程度的职工自学技术时参考。

这套《丛书》包括技术基础知识11本,专业概论8本,冶炼和轧钢专业知识46本(冶炼专业13本,轧钢专业33本),共计65本(具体书名见书末的《钢铁厂技术培训参考丛书》书目)。

这套《丛书》所介绍的工艺、设备和管理知识,取材都比较新,反映了日本钢铁工业的技术水平和管理水平。这套书在编写时,对理论方面的知识,作了深入浅出的表达;对设备方面的知识,配有大量的结构图,简明易懂;对工艺方面的知识,给出了较多的操作工艺参数,具体明确。这套《丛书》的编写特点可以概括为:新、广、浅,即所介绍的知识比较新,所涉及的知识面比较广,内容的深度比较浅。

为了便于教和学,书的每章都附有练习题,概括了该章的主要内容;每本书的后面都附教学指导书,既有技术内容的补充深化和技术名词的解释,又有练习题的答案。

根据我们了解,日本对这套书的使用方法是:技术基础知识部分和专业概论部分是所有参加培训学员的共同课程;冶炼和轧钢专业知识部分是供专业教学用的。由此可以看出,日本的职工技术培训,主要强调的是扩大知识面。强调现代钢铁厂的工人,应该具有广博的科技知识。这一点,对我们今后制订技工学校和职工技术培训的教学计划,是会有参考意义的。

我们认为这套《丛书》不仅适合钢铁企业技工学校和工人技术培训作教学或自学参考书,也可作中等专业学校编写教材的参考书,其中的技术基础知识部分和专业概论部分也可作各级企业管理干部的技术培训或自学参考书。

在翻译和编辑过程中,对原书中与技术无关的部分内容我们作了删节。另外,对于原书中某些在我国尚无通用术语相对应的技术名词,我们有的作为新词引进了;有的虽然译成了中文,但可能不尽妥当,希望读者在使用过程中进一步研讨。

参加这套《丛书》翻译、审校工作的有上海宝山钢铁厂、东北工学院、鞍山钢铁公司、北京钢铁学院、武汉钢铁公司、冶金部情报研究总所等单位的有关同志。现借这套《丛书》出版的机会,向上述单位和参加工作的同志表示感谢。

整套《丛书》的书目较多,篇幅较大,而翻译、出版时间又较仓促,书中错误和不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

一九八〇年二月

## 序 言

在我们日常生活中，如汽车、摩托车、冰箱、洗衣机、清扫机、炊事用具、取暖炉、柜橱、写字台等的制造广泛地使用着冷轧钢板。从这里开始让我们来学习冷轧钢板的生产方法。而在学习之前，先听一下冷轧钢板现场工人的对话吧！

Y 冷轧钢板与热轧钢板的区别是什么？

O 厚度不同，冷轧的薄。

K 不，热轧钢板也有1.2~1.6毫米的。

U 嗯，冷轧生产的厚度有3.2毫米的，它正是热轧生产的主要尺寸。

K 那么，是不是同样厚度，有热轧钢板也会有冷轧钢板吧？

A 热轧生产1.2~1.6毫米的小时产量低……。

N 归根到底，用4毫米左右的热轧钢板再用冷轧法轧成1.2毫米。

G 真是那样吗？即使说热轧厚度为1.2毫米的小时产量低，但是冷轧以后不是还需要七天以上的退火、平整时间吗？

A 既然那样地费时间，那末生产冷轧钢板的道理是什么呢？

E 表面光亮，就是说没有紫色的水锈。

Y 代替它的是出现调质处理的颜色。

O 还得再认真点！

H 是啊！有“趁热打铁”的说法呀！过去没有冷轧这事吧？

象上面那样的朴素的疑问接连不断地出现了。下面就从作为冷轧钢板坯料的热轧钢板的生产方法开始学习。首先希望带着：“为什么那样？为什么必须是那样的？……。”即是带着经常说的“何故”的疑问去学习。疑问点自己通过学习去解决，或者是请教有关人员。希望读者能把知识真正地学到手。

# 目 录

## 热 轧 概 论

第1章 概论	( 1 )
1. 热轧机的用途和概要	( 1 )
(1) 轧机的形式	( 1 )
(2) 带钢热轧机的概要	( 2 )
2. 热轧机的历史	( 3 )
(1) 热轧机的历史	( 3 )
(2) 日本热轧机的历史	( 3 )
第2章 热轧设备及其操作	( 6 )
1. 平面布置	( 6 )
2. 加热炉	( 6 )
(1) 设备	( 6 )
(2) 操作	( 6 )
3. 粗轧机	( 7 )
(1) 设备	( 7 )
(2) 操作	( 7 )
4. 精轧机	( 7 )
(1) 设备	( 7 )
(2) 操作	( 7 )
5. 卷取机	( 8 )
6. 轧辊	( 8 )
7. 过程计算机	( 8 )
8. 其他附属设备	( 9 )
第3章 精整设备	( 10 )
1. 平整机	( 10 )
2. 剪切作业线	( 10 )
3. 纵切圆盘剪作业线	( 10 )
4. 打捆 包装 出厂	( 10 )

## 冷 轧 概 论

第4章 冷轧带钢的特征	( 11 )
第5章 冷轧带钢的生产工艺	( 12 )
1. 连续酸洗	( 12 )
2. 冷轧	( 12 )
3. 电解清洗	( 12 )
4. 退火	( 12 )
5. 平整轧制	( 13 )
6. 精整	( 14 )

## 酸 洗 篇

第6章 酸洗线的任务	( 15 )
1. 去除表面氧化铁皮	( 15 )
2. 板卷大型化	( 15 )
3. 涂油	( 16 )
4. 圆盘式切边机(切边)	( 16 )
5. 热轧板卷性状的管理	( 16 )
练习题	( 16 )
第7章 酸洗设备	( 17 )
1. 作业线的构成	( 17 )
2. 入口侧设备	( 18 )
(1) 开卷机 矫直机	( 18 )
(2) 切头剪(下切式剪切机)	( 18 )
3. 焊接机	( 19 )
(1) 电阻焊接的原理	( 19 )
(2) 闪光对焊焊接概要	( 20 )
(3) 闪光对焊焊接机	( 20 )
4. 入口侧带钢贮存设备	( 21 )
5. 酸槽及酸液加热装置	( 22 )
(1) 酸槽	( 22 )
(2) 酸槽内衬的结构	( 22 )
(3) 酸液加热装置	( 24 )
6. 喷水槽、温水槽	( 24 )
7. 带钢对中装置及活套控制装置	( 24 )
(1) 带钢对中装置	( 24 )
(2) 活套的控制装置	( 25 )
8. 干燥设备	( 25 )
9. 出口侧带钢贮存设备	( 26 )
10. 圆盘式剪边机及边料的处 理设备	( 26 )
11. 出口侧设备	( 28 )
(1) 涂油装置	( 28 )
(2) 分卷剪	( 28 )
(3) 裁口剪(剪裁装置)	( 28 )
(4) 卷取机	( 28 )
(5) 打捆机	( 30 )
(6) 出口侧输送机	( 30 )
12. 供酸设备	( 30 )
13. 酸液浓度、温度的控制装置	( 31 )

(1) 酸液温度的控制装置·····	( 31 )	(4) 出口侧卷形·····	( 42 )
(2) 酸液浓度的控制装置·····	( 31 )	(5) 板形不良·····	( 43 )
14. 附属设备·····	( 31 )	(6) 圆盘式切边机方面的管理·····	( 43 )
(1) 穿带装置·····	( 31 )	3. 成品率的管理·····	( 43 )
(2) 带钢升降机·····	( 31 )	(1) 剪边余量·····	( 43 )
(3) 酸气的排除设备·····	( 32 )	(2) 入口侧剪切量·····	( 43 )
(4) $\gamma$ -射线轮廓仪·····	( 33 )	(3) 酸洗的损耗量·····	( 43 )
(5) 其他·····	( 33 )	(4) 其他·····	( 43 )
练习题·····	( 33 )	4. 产生的缺陷·····	( 43 )
<b>第8章 酸洗操作</b> ·····	( 34 )	练习题·····	( 44 )
1. 产量 劳动生产率 作业率 成材率		<b>第11章 废酸的处理 酸的回收</b>	
单位能耗·····	( 34 )	<b>设备</b> ·····	( 45 )
2. 酸洗的程序·····	( 34 )	1. 喷雾焙烧法·····	( 45 )
3. 酸洗条件·····	( 34 )	(1) 概要·····	( 45 )
(1) 酸液浓度、温度的设定·····	( 34 )	(2) 处理过程·····	( 46 )
(2) 抑制剂(腐蚀抑制剂)·····	( 34 )	(3) 副产品·····	( 46 )
(3) 酸洗速度的控制·····	( 36 )	练习题·····	( 46 )
4. 焊接条件·····	( 36 )	<b>第12章 最近的动向</b> ·····	( 47 )
5. 防蚀·····	( 36 )	1. 入口、出口侧的自动化·····	( 47 )
6. 安全注意事项·····	( 37 )	2. 节省资源、节省能量的动向·····	( 47 )
7. 维修·····	( 37 )	(1) 适用的梯流洗涤方式·····	( 48 )
练习题·····	( 37 )	(2) 降低酸的单位消耗·····	( 48 )
<b>第9章 酸洗理论</b> ·····	( 38 )	练习题·····	( 48 )
1. 各种除磷方法·····	( 38 )	参考资料·····	( 49 )
(1) 适用于物理方法的情况·····	( 39 )		
(2) 适用于化学方法的情况·····	( 39 )		
2. 氧化铁皮的构成·····	( 39 )		
3. 酸洗机理·····	( 39 )		
(1) 硫酸酸洗的情况·····	( 39 )		
(2) 盐酸酸洗的情况·····	( 40 )		
练习题·····	( 40 )		
<b>第10章 酸洗的质量管理</b> ·····	( 41 )		
1. 坯料的管理·····	( 41 )		
(1) 尺寸精度·····	( 41 )		
(2) 断面·····	( 42 )		
(3) 卷形·····	( 42 )		
(4) 内部缺陷·····	( 42 )		
(5) 板形·····	( 42 )		
(6) 表面缺陷·····	( 42 )		
2. 成品管理·····	( 42 )		
(1) 表面缺陷的检查·····	( 42 )		
(2) 焊缝·····	( 42 )		
(3) 涂油·····	( 42 )		

### 冷轧篇——连续式

<b>第13章 概论</b> ·····	( 51 )
1. 冷轧机的作用·····	( 51 )
2. 冷轧机的历史·····	( 51 )
(1) 冷轧机发展的历史·····	( 52 )
(2) 日本冷轧机的发展·····	( 52 )
<b>第14章 设备</b> ·····	( 55 )
1. 日本连续冷轧机的情况·····	( 55 )
2. 连续冷轧机的种类·····	( 55 )
(1) 按成品厚度分类·····	( 55 )
(2) 按压下方式分类·····	( 55 )
(3) 全连续式连轧机·····	( 55 )
3. 主要设备·····	( 55 )
(1) 总图·····	( 55 )
(2) 入口侧设备·····	( 57 )
(3) 轧机·····	( 57 )
(4) 出口侧设备·····	( 61 )
(5) 油库·····	( 62 )

(6) 检测设备.....	(64)
(7) 电气设备.....	(65)
(8) 其他.....	(67)
练习题.....	(68)
<b>第15章 连轧作业</b> .....	<b>(69)</b>
1. 板厚的控制方式.....	(69)
(1) 厚度自动控制装置 (AGC).....	(69)
(2) 板卷头尾的板厚控制.....	(71)
(3) 张力控制.....	(71)
2. 冷轧油.....	(72)
(1) 冷轧油的目的.....	(72)
(2) 冷轧油的种类.....	(73)
(3) 轧制油引起的缺陷.....	(74)
(4) 轧制油系统.....	(74)
3. 板形控制.....	(76)
(1) 弯辊装置.....	(77)
(2) 热凸度 轧辊冷却 轧辊 凸度.....	(78)
(3) 坯料断面的影响.....	(78)
4. 表面光洁度(粗糙度).....	(79)
(1) 毛面加工.....	(79)
(2) 光亮加工.....	(79)
(3) 表面光洁度的表示.....	(79)
练习题.....	(81)
<b>第16章 轧制理论</b> .....	<b>(82)</b>
1. 轧制压力公式.....	(82)
2. 轧辊压扁公式.....	(82)
3. 能耗曲线与功率分配.....	(83)
4. 辊缝的设定方法.....	(83)
5. 轧制规程.....	(83)
6. 轧辊的挠度公式.....	(85)
7. 轧机刚度.....	(85)
练习题.....	(86)
<b>第17章 自动化和计算机控制</b> .....	<b>(87)</b>
1. 连轧机的自动化.....	(87)
(1) 板卷的装卸.....	(87)
(2) 自动穿带.....	(87)
(3) 跑偏的控制.....	(88)
(4) 轧辊偏心.....	(88)
2. 计算机控制.....	(89)
(1) 采用计算机控制.....	(89)
(2) 系统的概要.....	(89)

练习题.....	(90)
<b>第18章 将来的动向</b> .....	<b>(91)</b>
1. 连续式连轧机.....	(91)
2. 板形检测仪(板形传感器).....	(91)
(1) 接触式.....	(92)
(2) 非接触式.....	(93)
练习题.....	(93)

**冷轧篇——可逆式**

<b>第19章 概论</b> .....	<b>(95)</b>
<b>第20章 设备</b> .....	<b>(96)</b>
1. 日本主要的可逆冷轧机的情况.....	(96)
2. 主要设备.....	(96)
(1) 机械设备.....	(96)
(2) 电气设备.....	(96)
<b>第21章 可逆轧制作业</b> .....	<b>(98)</b>

**轧辊车间篇**

<b>第22章 轧辊</b> .....	<b>(99)</b>
1. 工作辊.....	(99)
(1) 轧辊的质量要求.....	(99)
(2) 锻钢轧辊的生产方法.....	(99)
(3) 轧辊材质.....	(100)
2. 支撑辊.....	(100)
<b>第23章 轴承及轴承座</b> .....	<b>(102)</b>
1. 工作辊轴承.....	(102)
(1) 辊颈轴承.....	(102)
(2) 四列圆锥滚动轴承.....	(103)
2. 支撑辊轴承.....	(104)
3. 油雾润滑.....	(105)
(1) 产生油雾的机构.....	(105)
(2) 油雾润滑机构.....	(105)
4. 换辊.....	(106)
(1) 轧辊的管理.....	(106)
(2) 轧辊的预热.....	(106)
(3) 轧辊轴承座的更换.....	(106)
(4) 轧辊轴承座的清洗.....	(107)
<b>第24章 轧辊磨床</b> .....	<b>(108)</b>
1. 轧辊表面的作用.....	(108)
2. 磨辊.....	(108)
3. 砂轮.....	(109)
4. 自动研磨装置.....	(110)

<b>第25章 喷丸</b> .....	(111)
1. 喷丸加工.....	(111)
2. 喷丸.....	(111)
3. 丸粒.....	(112)

## 清 洗 篇

<b>第26章 清洗的作用</b> .....	(114)
<b>第27章 清洗设备</b> .....	(115)

1. 作业线的构成.....	(115)
2. 入口侧设备.....	(115)
(1) 开卷机.....	(117)
(2) 切头剪.....	(117)
(3) 焊接机.....	(119)
3. 碱槽.....	(121)
4. 电解槽.....	(123)
5. 温水清洗槽.....	(124)
6. 干燥装置.....	(125)
7. 出口侧设备.....	(125)
(1) 张紧辊.....	(125)
(2) 张力计.....	(125)
(3) 带钢检查.....	(125)
(4) 分卷剪.....	(126)
(5) 张力卷筒.....	(126)
(6) 带式助卷机.....	(127)
(7) 板卷打捆机.....	(127)
8. 带钢对中装置.....	(128)
(1) 带钢对中装置.....	(128)
(2) 边部位置控制装置.....	(129)
9. 电气控制.....	(129)
(1) 作业线的速度控制.....	(129)
(2) 张力卷筒的张力控制.....	(130)
(3) 开卷机的张力控制.....	(132)
(4) 辅助辊的电压控制.....	(132)
(5) 作业线的整个电气控制.....	(132)
10. 给液设备.....	(133)
11. 清洗液的净化装置.....	(134)
12. 清洗液浓度、温度、液面的控制装置.....	(135)
(1) 浓度的控制装置.....	(135)
(2) 温度的控制装置.....	(135)
(3) 液面的控制装置.....	(136)
13. 附属设备.....	(136)
(1) 穿带装置.....	(136)

(2) 雾气的排出装置.....	(137)
(3) 电解用的整流器.....	(137)

练习题.....	(138)
----------	-------

<b>第28章 清洗操作</b> .....	(139)
------------------------	-------

1. 清洗的条件.....	(139)
(1) 溶液浓度条件.....	(139)
(2) 溶液温度条件.....	(140)
(3) 溶液的恶化.....	(140)
(4) 溶液的起泡性.....	(141)
2. 安全.....	(141)
3. 安全措施.....	(141)
(1) 给油给脂的管理.....	(141)
(2) 辊类的管理.....	(141)
(3) 喷嘴的管理.....	(142)
(4) 电蚀的措施.....	(142)

练习题.....	(142)
----------	-------

<b>第29章 清洗理论</b> .....	(143)
------------------------	-------

1. 冷轧材的表面污垢.....	(143)
2. 清洗方法.....	(143)
(1) 碱脱脂法.....	(143)
(2) 电解除脂法.....	(143)
3. 清洗液.....	(143)
(1) 碱清洗液的种类.....	(143)
(2) 界面活性剂的种类.....	(144)
4. 清洗的原理.....	(145)
(1) 动植物油系的轧制油的清洗.....	(145)
(2) 矿物油系的轧制油的清洗.....	(145)
(3) 界面活性剂的作用.....	(145)
5. 电解清洗原理.....	(146)

练习题.....	(147)
----------	-------

<b>第30章 清洗的质量管理</b> .....	(148)
---------------------------	-------

1. 表面的清净度.....	(148)
(1) 脱脂性检查.....	(148)
(2) 脱水性检查.....	(148)
2. 卷取张力和卷形.....	(149)
(1) 卷取张力.....	(149)
(2) 卷形.....	(149)
3. 检查.....	(149)
(1) 表面缺陷.....	(149)
(2) 内部缺陷.....	(149)
(3) 板形.....	(149)
4. 清洗线上发生的缺陷.....	(149)



(1) 擦伤、压痕·····	(149)
(2) 火花伤痕·····	(150)
(3) 其他·····	(150)
练习题·····	(150)
<b>第31章 废液的处理设备</b> ·····	(151)
1. 废液的种类·····	(151)
(1) 碱的废液·····	(151)
(2) 温水废水·····	(151)

2. 废液的处理方法·····	(152)
练习题·····	(152)
<b>第32章 最近的动向</b> ·····	(153)
1. 自动化·····	(153)
2. 高速化·····	(153)
3. 今后的任务·····	(153)
练习题·····	(153)

## 教学指导书

### 热轧概论

<b>第1章 概论</b> ·····	(154)
1. 术语解释和补充说明·····	(154)
1-1 热轧机的用途·····	(154)
1-2 热轧机的历史·····	(154)
<b>第2章 热轧设备及其操作</b> ·····	(154)
1. 术语解释和补充说明·····	(154)
2-1 加热炉·····	(154)
2-2 粗轧机·····	(154)
2-3 精轧机·····	(155)
2-4 卷取机·····	(155)
2-5 过程计算机·····	(155)
<b>第3章 精整设备</b> ·····	(155)
1. 术语解释和补充说明·····	(155)
3-1 酸洗设备·····	(155)
3-2 其它精整设备·····	(156)
3-3 打捆、包装、出厂·····	(156)

### 冷轧概论

<b>第4章 冷轧带钢的特征</b> (略)·····	(156)
<b>第5章 冷轧带钢的生产工艺</b> (略)·····	(156)

### 酸洗篇

<b>第6章 酸洗的任务</b> ·····	(156)
1. 学习目的·····	(156)
2. 术语解释和补充说明·····	(157)
6-1 终轧温度·····	(157)
6-2 闪光对焊机·····	(157)

6-3 涂油·····	(157)
6-4 热轧板卷的质量·····	(157)
3. 练习题解答·····	(157)
<b>第7章 酸洗设备</b> ·····	(157)
1. 学习目的·····	(157)
2. 术语解释和补充说明·····	(157)
7-1 卷筒的胀缩方式·····	(157)
7-2 活套车型式·····	(157)
7-3 伸缩接缝·····	(157)
7-4 翘曲·····	(157)
7-5 $\gamma$ -射线测厚仪·····	(157)
3. 练习题解答·····	(159)
<b>第8章 酸洗操作</b> ·····	(159)
1. 学习目的·····	(159)
2. 术语解释和补充说明·····	(160)
8-1 酸洗的程序·····	(160)
8-2 冷轧的程序·····	(160)
3. 练习题解答·····	(160)
<b>第9章 酸洗理论</b> ·····	(160)
1. 学习目的·····	(160)
2. 术语解释和补充说明·····	(160)
9-1 破鳞机·····	(160)
9-2 氧化铁皮的构成·····	(161)
9-3 酸洗机理·····	(161)
3. 练习题解答·····	(161)
<b>第10章 酸洗的质量管理</b> ·····	(162)
1. 学习目的·····	(162)
2. 术语解释和补充说明·····	(162)
10-1 切边余量·····	(162)
10-2 板卷局部增厚·····	(162)
10-3 波浪缺陷·····	(162)
10-4、10-5 夹层、气泡·····	(162)

3. 练习题解答	(162)
<b>第11章 废酸处理、酸的回收</b>	
<b>设备</b>	(162)
1. 学习目的	(162)
2. 练习题解答	(162)
<b>第12章 最近的动向(略)</b>	(162)

### 冷轧篇——连续式

<b>第13章 概论</b>	(163)
1. 学习目的	(163)
<b>第14章 设备</b>	(163)
1. 学习目的	(163)
2. 术语解释和补充说明	(163)
14-1 液压压下原理	(163)
14-2 轧机的刚性	(165)
14-3 机架的强度	(165)
3. 练习题解答	(165)
<b>第15章 连轧操作</b>	(165)
1. 学习目的	(165)
2. 术语解释和补充说明	(166)
15-1 X-射线测厚仪控制板厚	(166)
15-2 根据压力测厚计控制板厚	(166)
15-3 各种AGC的简介	(170)
15-4 板厚公差	(170)
15-5 液压压下轧机	(170)
15-6 加减速补偿	(170)
15-7 油脂的构造	(171)
15-8 皂化值	(171)
15-9 酸值	(171)
15-10 表面光洁度的表示法	(171)
3. 练习题解答	(172)
<b>第16章 轧制理论</b>	(174)
1. 学习目的	(174)
2. 术语解释和补充说明	(174)
16-1 奥罗万轧制理论	(174)
16-2 摩擦系数	(174)
16-3 变形抗力	(174)
16-4 压下率	(174)
16-5 压下规程	(174)
(参考事项)	(174)
3. 练习题解答	(176)
<b>第17章 自动化与计算机控制</b>	(176)
1. 学习目的	(176)

2. 术语解释和补充说明	(177)
17-1 计算机控制	(177)
3. 练习题解答	(178)
<b>第18章 将来的动向</b>	(178)
1. 学习目的	(178)
2. 术语解释和补充说明	(178)
18-1 动态变规格	(178)
3. 练习题解答	(178)

### 冷轧篇——可逆式

<b>第19章 概论(略)</b>	(178)
<b>第20章 设备(略)</b>	(178)
<b>第21章 可逆式轧制操作(略)</b>	(178)

### 轧辊车间篇

<b>第22章~第25章(轧辊车间全面情况)</b>	(179)
1. 学习目的	(179)
2. 术语解释和补充说明(只是第22章轧辊的有关部分)	(179)
22-1 轧辊剥落	(179)
22-2 电渣重熔	(181)
22-3 白点	(181)
22-4 树枝状晶	(181)
22-5 球化退火	(181)
22-6 轧辊缺陷检查法	(181)
22-7 低温处理	(181)
3. 参考资料	(118)

### 清洗篇

<b>第26章 清洗的作用</b>	(182)
1. 学习目的	(182)
<b>第27章 清洗设备</b>	(182)
1. 学习目的	(182)
2. 术语解释和补充说明	(183)
27-1 搭接焊接法	(183)
27-2 板卷组合	(183)
27-3 静电方式	(183)
27-4 中和滴定分析	(183)
3. 练习题解答	(184)
<b>第28章 清洗的操作</b>	(184)
1. 学习目的	(184)

2. 术语解释和补充说明.....	(184)	<b>第30章 清洗时的质量管理.....</b>	(186)
28-1 有效碱液浓度.....	(184)	1. 学习目的.....	(186)
28-2 总的碱浓度.....	(185)	2. 术语解释和补充说明.....	(187)
3. 练习题解答.....	(185)	30-1 荧光染料法.....	(187)
<b>第29章 清洗理论.....</b>	(185)	30-2 同位素法.....	(187)
1. 学习目的.....	(185)	3. 练习题解答.....	(187)
2. 术语解释和补充说明.....	(185)	<b>第31章 废液的处理设备.....</b>	(187)
29-1 溶剂脱脂法.....	(185)	1. 学习目的.....	(187)
29-2 乳浊液清洗法.....	(185)	2. 术语解释和补充说明.....	(187)
29-3 皂化.....	(185)	31-1 废水处理方法的分类.....	(187)
29-4 渗透.....	(185)	3. 练习题解答.....	(187)
29-5 乳化力.....	(185)	<b>第32章 最近的动向.....</b>	(187)
29-6 表面张力.....	(186)	1. 学习目的.....	(187)
3. 练习题解答.....	(186)	2. 练习题解答.....	(187)
		<b>附：《钢铁厂技术培训参考丛书》目录.....</b>	(188)

# 热轧概论

## 第1章 概论

热轧钢板中有一部分和冷轧钢板一样也称作薄板它可直接出厂供用户使用；在冶金生产从生铁→钢锭→板坯→热轧→冷轧的过程中，它也可作为冷轧的坯料。热轧坯料对冷轧薄板的板厚精度、板形、表面质量、加工性能等有很大的影响，不仅质量管理是重要的，而且操作过程的管理也很重要。离开热轧谈冷轧，就无从谈起了。本篇是以加热炉到卷取机的设备为中心，并概要地介绍了热轧精整设备，在介绍操作方面，增加了同质量管理有关的内容。近几年来，关于加热温度、精轧出口温度、卷取温度和冷轧质量间的关系日益引起人们的重视。加热炉水冷滑道造成的黑印以及除鳞等影响着表面性质和形状，热轧技术影响到板厚及板宽精度、中间凸度、平直度、板断面形状等，而这些是决定冷轧钢板质量的因素。

### 1. 热轧机的用途（参见指导书1-1）和概要

#### (1) 轧机的形式

作为代表性的轧机有：

- ① 二辊式轧机；
- ② 三辊式轧机；

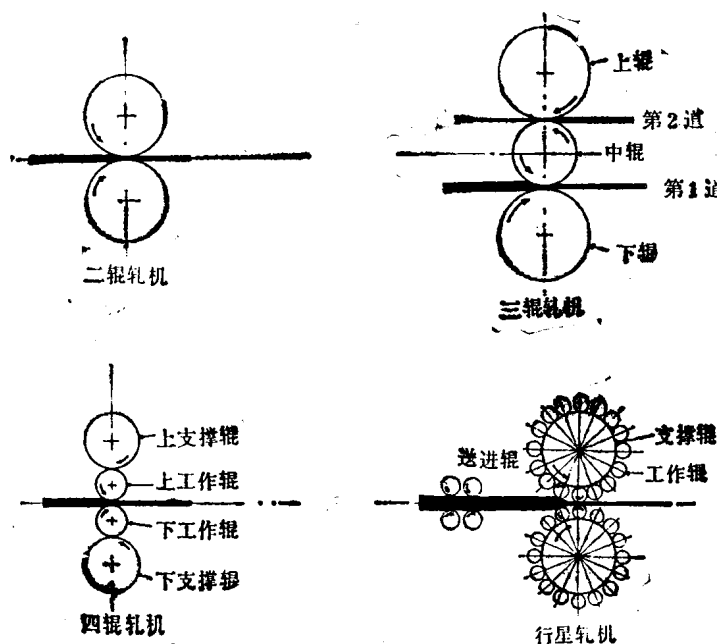


图 1-1 轧机的种类

③ 四辊式轧机;

④ 行星轧机等。

目前带钢热轧机一般采用两种。

即① 二辊式轧机;

② 四辊式轧机。

二辊轧机中有二辊不可逆轧机,轧件只有一个方向进行轧制。还有二辊可逆式轧机,轧件可进行往返轧制。因此,它和二辊式不可逆式轧机相比,可以在短时间内,轧制单重较大的材料。目前,厚板轧机及半连续式带钢热轧机的粗轧机是由它组成的。

四辊轧机装有工作辊和支持辊,由工作辊传动。由于辊径小,单位轧制压力小,且以上下支持辊来防止工作辊弯曲,能生产出中间凸度小、厚度精确的好钢板。

可逆式轧机用作厚板精轧机及带钢热轧机的粗轧机。不可逆式轧机用作连续式带钢热轧机的粗轧机及精轧机。

板带轧制可在单机上或连轧机上进行,它同卷取机一起使用,把钢板卷成板卷,能提高产量。

## (2) 带钢热轧机的概要

带钢热轧机大致可分为两类:一类是从加热炉到卷取机,轧材只是一个方向通过的连续式轧机(参照第2章图2-1),另一类是在粗轧机上往返进行轧制的半连续式轧机(参照第2章图2-2)。

轧钢车间是由加热炉→粗轧→精轧→卷取等工序组成。坯料经表面清理后,装入加热炉,约被加热到 $1250\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 。根据送料方式,连续式加热炉的形式有推钢机式和步进炉底式两种。如每一座炉的产量都超过350吨/时,通常要备有3~5座。

粗轧机组由除鳞机一架、带有立辊的二辊式轧机和四辊式轧机5~6架组成的连续式和由1~4架轧机组成的半连续式轧机构成。也有把最后几架轧机串联的。为了除去轧件表面的氧化铁皮,还设有用 $100\sim 150$ 公斤/厘米<sup>2</sup>的高压水喷射的除鳞设备。板材出最后一架轧机时,厚度为20~30毫米,送往精轧机。

在精轧机上,用剪头机把粗轧带材切头、切尾,然后除鳞,最后在5~7架四辊连轧机上轧成成品,厚为1.2~1.6毫米。

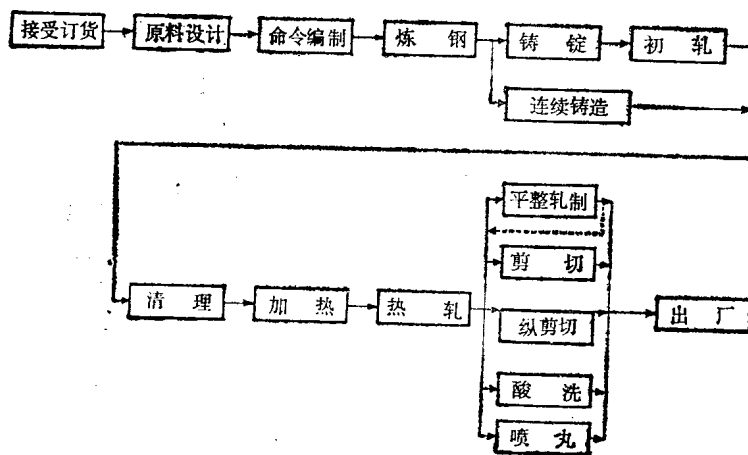


图 1-2 工艺流程

作为提高产品质量的措施，采用了AGC（自动厚度控制）、加速轧制、板形控制装置、机架间的除鳞设备、热轧润滑装置、支撑器（机架间的张力调整装置）等装置。作为检测装置，备有X线测厚仪、测宽仪、测温计等，保证能生产出从轧件的头部到尾部性能均一、尺寸精确、表面质量及板形均良好的热轧钢板。

出精轧机的带钢，在输出辊道上，用层流或喷雾式的冷却水进行冷却，以控制带钢的材质。精轧出口温度和卷取温度是影响带钢机械性能的重要因素，一般精轧出口温度控制在800~900℃之间，卷取温度在550~700℃之间。

卷取机有地下卷取机和地上卷取机两种形式，通常采用前者，设置2~3台。离开卷取机的板卷进行打捆、打印、称量，送往后面工序。

就是这样的带钢热轧机，也还常常地要注意用户的要求，进行改进。还需要全面地采用计算机控制，建立能按期生产廉价优质的生产体制，这样说是不过分的。业务计算机和工艺程序计算机的联合使用，目的在于谋求缩短交货日期、提高工程管理水平和质量，提高生产率。在生产率方面，已有年产量约为500万吨的轧机。

## 2. 热轧机的历史（参见指导书1-2）

### （1）热轧机的历史

美国1926年制造第一台带钢热轧机，以后就以此为主在美国得到了发展，象现在这样的热轧机大约在1950年就大体上建造成了。当时，加热炉的能力是100~150吨/时，粗轧机上轧制五道次，精轧机6架，卷取机（卷筒胀缩式的）600米/分及500~600PIW（每英寸宽的板卷重量，用磅表示。）已成为标准的形式了。当时的年产量，半连续式是100~200万吨，全连续式是200~350万吨。

### （2）日本热轧机的历史

在1941年，在户畑最先建成了带钢热轧机。从1960年左右，开始大型化、高生产率。由于采用AGC、过程计算机，使它得到了很大的发展。主要成果如下：加速了轧制，卷重增加，缩短准备时间、减少换辊时间等，成品速度也由900米/分增长到1524米/分，PIW也从1000增大到2000。

表 1-1

## 日本带钢热轧

公司名	轧钢厂名称	投产年月	设计能力 万吨/年	加热炉 吨/时 ×座数	轧机型式 连续、 半连续	机架数		PIW <sup>①</sup> 磅/英寸
						粗 轧	精 轧	
新日本制铁	八幡1热	41.9	190	60×3 70×1	1118 连续	4	6	260
	广 畑	42.12	220	90×3 100×1 120×1	2184 半连续	2	6	624
	室 兰	57.9	240	90×4	1422 半连续	1	6	740
	八幡2热	58.10	260	120×4	2032 半连续	2	6	585
	名古屋	63.7	450	225×5	1727 连续	5	7	1,000
	堺	64.1	300	200×4	1422 连续	6	6	900
	君 津	69.7	480	300×3	2286 连续	5	7	1,220 将来2,000
	大 分	71.11	330	350×2	2235 四分之三	4	7	2,000
日本钢管	京 滨	59.8	180	100×3	1727 半连续	1	6	600
	福山第1热轧	66.8	480	250×4	2032 连续	5	7	1,000
	福山第2热轧	71.6	264	300×2	1778 连续	4	7	1,000
川崎制铁	千叶1热	58.4	180	150×3	1422 半连续	1	6	600
	千叶2热	63.9	360	250×4	2032 连续	4	7	1,000
	水 岛	70.1	450	325×2	2299 连续	4	6	1,250
住友金属工业	和歌山	62.4	260	190×4	2032 半连续	1	6	950
	鹿 岛	69.1	360	300×3	1778 连续	6	7	1,300
神户制钢所	加古川	71.4	120	360×1	2184 半连续	2	6	1,100
日新制钢	吴1热轧	65.5	280	150×4	1524 半连续	3	6	690
	吴2热轧	58.5	54	90×2	1016 连续	4	7	200

① 1磅/英寸=0.00179公斤力/毫米<sup>2</sup>

规格明细表

精 轧 机		最大轧制速 度, 米/分	有无计算 机和种类	可能轧制的尺寸		成 品 尺 寸	
工作辊直 径, 毫米	工作辊身 长度, 毫米			厚度, 毫米	宽度, 毫米	板卷最大 外径, 毫米	板卷最大 单重, 毫米
545	1,127	634	无	1.2~9.5	550~980	1,387	6.0
695	2,184	655	TOSBAC 7000~20	1.2~12.7	700~1,950	1,651	17.0
665	1,422	750	TOSBAC 7000~20	1.2~10.0	560~1,320	1,675	14.0
686	2,057.4	753	计划中	1.2~16.0	600~1,880	1,753	12.5
724	1,727	1,038	TOSBAC 7000~20	1.2~12.7	556~1,600	1,930	27.8
720	1,462.4	945	GEPAC 4000~40	1.2~12.7	600~1,320	1,830	21.0
F <sub>1</sub> -s,813 F <sub>4</sub> -r,762	2,286	1,400	TOSBAC 7000~60	1.2~19.0	860~2,180	2,600	45.0
F <sub>1</sub> -s,825 F <sub>4</sub> -r,785	2,250	1,627	TOSBAC 7000~20	1.2~16.0	700~2,100	2,580	45.0
622	1,727	680	无	1.2~9.5	640~1,600	1,450	13.6
724	2,057	1,046	TOSBAC 7000~40	1.2~12.7	650~1900	1,905	24.0
800	1,780	1,570	TOSBAC 7000~20二台	1.2~12.7	600~1,630	1,905	30.0
635	1,422	692	无	1.2~12.7	508~1,300	1,650	11.4
712	2,032	1,005	TOSBAC 7000~50	1.2~16.0	610~1880	1,880	20.0
F <sub>1</sub> -s,815 F <sub>4</sub> -r,765	2,300	1,105	MELCOM M30	1.2~13.0	600~2,200	2,300	45.0
700	2,032	747	HITAC 7250	1.2~12.7	560~1,880	1,780	16.3
740	1,780	1,311	HITAC 7250	1.0~16.0	610~1673	2,080	31.0
762	2,186	1,185	MELCOM 350/30	1.2~16.0	600~2,080	1,900	27.0
641	1,549	870	TOSBAC 7000~20	1.0~12.7	500~1,320	1,650	16.0
F <sub>1</sub> -s,510 F <sub>8</sub> -r,410	952	725	无	1.0~9.0	270~820	1,524	2.9



## 第2章 热轧设备及其操作

### 1. 平面布置

热轧厂必须把板坯仓库、加热炉、粗轧机、精轧机、卷取机、精整设备、电气设备（主电机、各种控制盘）、压缩空气、工业用水、蒸汽、废水处理设备、装卸设备、厂内搬运设备（吊车、辊道）等合理地进行布置。

### 2. 加热炉（参见指导书2-1）

#### (1) 设备

从坯料的移动方式看加热炉，有连续式和分批式。连续式又分为步进式和推钢机式。新设计的炉子多数倾向于采用步进式。

图2-1示出了三段、五段步进式连续加热炉的示意图。

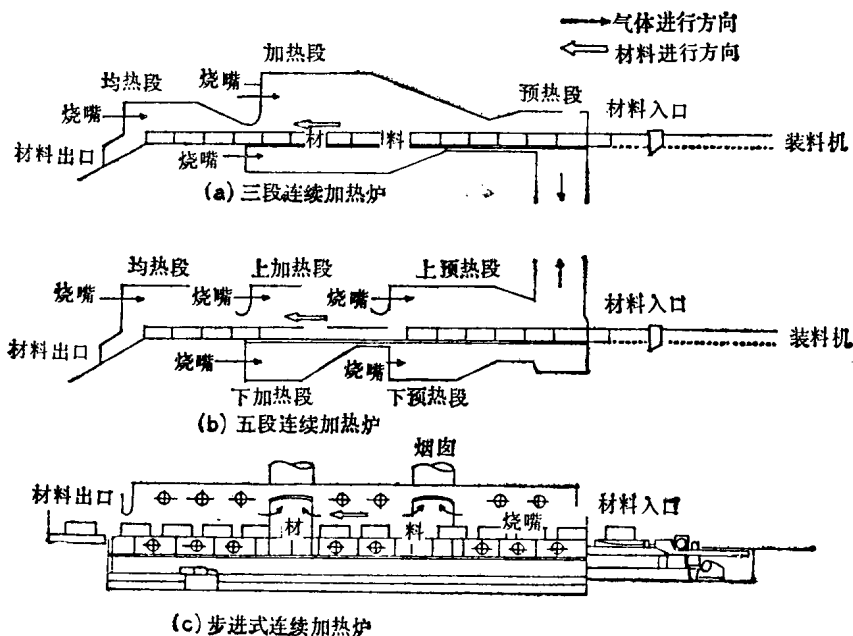


图2-1 各种加热炉

#### (2) 操作

加热的目的是把板坯烧到适合于热轧的温度，通常为 $1220^{\circ}\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 。最近由于节省能源成为重要课题，操作时既要考虑到防止过热和质量问题，还要兼顾到节省燃料。

在操作上要求沿板坯的厚度、宽度、长度上加热均匀，必须极力避免局部产生过热和温度低的现象。

加热时板坯表面会生成氧化铁皮，因此，必须控制其生成量以防止降低成材率，还必须调整炉内气氛，以使生成的氧化铁皮在粗轧中易脱落。为了保证上述的操作容易实现，可安装ACC（自动燃烧控制装置），炉内压力、过剩空气系数等均由过程控制的计算机去调