

厚板

热轧宽带钢

及

冷轧薄板的生产

5.5

鞍钢科学技术馆

厚板 热轧宽带钢及冷轧薄板的生产

王 国 章 等译

※

鞍钢科学技术馆出版

鞍钢技术编辑部发行

建平县印刷厂印刷

※

1979年8月出版 定价1.30元

出版前言

《厚板 热轧宽带钢及冷轧薄板的生产》(HERSTELLUNG von GROBBLECH, WARBREITBAND und FEINBLECH)一书由西德莱茵—威斯特伐伦邦的亚琛高等技术学校所属“钢铁企业组织技术研究所”编写。全书分为厚板生产、热轧宽带钢生产和冷轧薄板生产三部分,分别由E·Th·萨克、H·噶廷格、H·文特坎浦、H·费利茨、K·彼得斯、M·鲍尔撰写。

本书对各类钢板的生产工艺过程及设备性能进行了比较全面的概述,并着重对各种类型轧机组在基建投资和生产计划上的经济效果加以对比分析,可供设计新厂时参考。同时可供轧钢工程技术人员、生产管理人员及教学人员阅读。

本书由鞍钢科学技术馆出版,由王国章、曹西、王凤兰、许长金等同志翻译,王国章、罗汉、莽国吴、沈华桓等同志审稿,并经情报研究所有关科室同志抄校。

由于译校者水平所限,错误和不当之处在所难免,希望读者批评指正。

一九七九年八月

目 录

第一部分 厚板生产

1. 导言	(1)
2. 钢板的生产技术	(8)
2.1单机架轧制线	(5)
2.2双机架轧制线	(7)
2.3半连续轧制线	(9)
3. 设备生产能力	(11)
3.1生产能力与轧制计划及时间负荷的关系	(14)
3.2生产能力与机架数量及辊身长度的关系	(21)
3.3生产能力与精整车间布局的关系	(22)
3.4精整车间生产能力的理论研究	(31)
4. 钢板轧机的设备种类和部件	(43)
4.1板坯加热炉	(44)
4.2机架区域和进料及输出辊道	(46)
4.3热钢板矫直机	(75)
4.4冷床和检查床	(77)
4.5剪切线	(85)
4.6堆垛设备	(91)
4.7热处理设备	(91)
4.8钢板轧机组的集中供应站	(96)

4.9钢板轧机的新发展·····	(99)
5. 轧板厂的基建投资 ·····	(105)
5.1一套2800毫米轧板机组的基建投资·····	(108)
5.2一套3600毫米轧板机组的基建投资·····	(111)
5.3一套5000毫米轧板机组的基建投资·····	(114)
5.4总基建投资·····	(117)
6. 钢板生产的加工费用 ·····	(121)
6.1人员费用·····	(124)
6.2燃料费用·····	(128)
6.3动力费用·····	(129)
6.4生产用具和生产付料费用·····	(129)
6.5其它生产费用·····	(130)
6.6设备维修费用·····	(130)
6.7资本服务费用·····	(131)
6.8间接生产费用·····	(133)
7. 总结 ·····	(133)
8. 参考文献 ·····	(135)

第二部分 热轧宽带钢生产

1. 导言 ·····	(142)
2. 热轧宽带钢的生产技术 ·····	(144)
2.1设备发展情况·····	(144)
2.2生产热轧带钢的设备·····	(148)
2.3用扁钢锭作原料·····	(150)
2.4用连铸坯作原料·····	(151)

3. 生产热轧宽带钢的设备能力	(154)
3.1 热轧宽带钢轧机组的时间分配	(154)
3.2 影响热轧宽带钢轧机组生产能力的因素	(158)
3.3 热轧宽带钢轧机组的质量标准	(160)
4. 热轧宽带钢轧机组的分类及结构	(163)
4.1 生产粗轧带钢的设备技术	(163)
4.1.1 板坯仓库	(164)
4.1.2 加热炉	(165)
4.1.3 粗轧机组和中间轧机组	(169)
4.1.4 辊道	(175)
4.1.5 切头剪	(177)
4.2 生产成品带钢的设备技术	(181)
4.2.1 精轧机组	(181)
4.2.2 喷水系统和冷却系统	(186)
4.2.3 控制装置	(187)
4.2.4 输出辊道	(189)
4.2.5 卷取机组	(191)
4.2.6 板卷仓库	(196)
4.3 热轧宽带钢轧机组的组成部件	(201)
5. 热轧宽带钢轧机组的基建投资费用	(210)
5.1 比较经济效益的前提	(210)
5.2 典型设备的生产能力和参数	(213)
5.3 工厂的基建投资费用	(214)
6. 生产加工费用	(219)
7. 总结	(225)

8. 参考文献	(227)
---------------	---------

第三部分 冷轧薄板生产

1. 导言	(232)
2. 薄板的生产技术	(234)
2.1 酸洗	(234)
2.2 冷轧	(236)
2.3 退火	(237)
2.4 平整轧制	(238)
2.5 剪切和包装	(239)
3. 设备的生产能力	(240)
4. 薄板轧机的设备组成	(252)
4.1 酸洗设备	(254)
4.2 冷轧机	(257)
4.2.1 连轧机组	(266)
4.2.2 可逆式轧机组	(268)
4.3 退火设备	(270)
4.4 平整机组	(271)
4.5 精整设备	(271)
5. 基建投资	(273)
5.1 冷轧加工阶段设备的单位基建投资	(273)
5.2 各加工阶段设备的单位基建投资	(281)
6. 薄板的生产加工费用	(282)
7. 总结	(286)
8. 参考文献	(289)

第一部分 厚板生产

1、导言

为了实现经济生产，要求轧钢厂在人员最少的情况下具有最高的生产能力。

在这种要求的推动下，最近三十年来，技术上已由单纯手工操作发展成为一种大范围集中控制的操作方式^[1-7]。

宽扁钢和板钢生产量的发展情况见表1—1。

西德热轧扁钢材生产情况(宽带钢除外)(单位：千吨) 表1-1

产 品	年 度						
	1955	1960	1965	1970	1971	1972	1973
宽 扁 钢	229	381	407	524	402	409	502
厚 板	2181	3579	3688	4786	4233	4582	5199
中 板	289	467	531	533	429	458	590
总 计	2699	4427	4626	5843	5064	5449	6291

不论在西德还是在美国，对于大量生产扁钢材产品的最大制造厂来说，其主要用户为造船工业和机器及容器制造工业（带钢除外）。

制造厂和用户对钢板生产的要求包括：提高表面质量，提高尺寸精度，提高收得率，提高单体设备的生产能力，从而降低生产成本。

对于冶炼方面的要求，已经在1966年发表的 DIN17100 标准中综括提出了当时行之有效的条件。标准内规定了变形性能，弯边性能以及在桥梁工程和一般机器制造业中首先要求的脆断不敏感性和可焊性。对于可焊性来说，在钢水分析中一般把含碳量限制在0.22%，但还要区别是用熔融焊接法还是压力焊接法。

对于化学成份的要求，列在上述标准的第一表内，它与试样有关，并取决于经验数值（板坯重量不得超过6吨）。

尺寸和重量公差包括在DIN1542和1543标准中，并且与欧洲标准和国际标准中对于一般结构钢的要求条件极为接近。

钢板根据不同的使用目的，按尺寸或重量出售。特种钢板必须符合DIN17155标准。

在现代化轧机上轧制特长钢板时，横向和纵向变形的比值具有影响作用，从而给纵向和横向上的冲击韧性值带来不利的结果。西德的钢板制造厂家目前使用80%以上的初轧和连铸板坯。

表1—2提供了关于西德钢板轧机及其辊身长度和制造年份的概况⁷⁾。

所有机架中，除了一个以外其余全都是四辊式机架。西德最新的钢板轧机是迪林根（Dillinger）钢铁厂于1971年末投产的一组轧机。目前它用一个机架生产，预计还要增建一个机架。

	辊身长度 (毫米)	建造年份
1、第林格钢铁公司		
a—组双机架轧机		
二辊粗轧机	3600	1953
四辊精轧机	3050	1953
b—台钢板轧机		
目前一机架可扩展为二机架	4300	1971
2、赫施钢铁公司		
双机架轧机(连轧) 一组	4000	1954
	3150	1965
3、曼内斯曼制管公司		
一台厚板轧机	5000	1968
4、派涅—萨尔茨吉特公司		
双机架轧机(连轧) 一组	3200	1954
5、奥古斯特蒂森钢铁公司		
(南社伊斯堡厂)		
一台厚板轧机	4200	1956
"	2800	1965
蒂森·下莱因公司		
(奥伯尔豪森厂)		
一台厚板轧机	3200	1957

2、钢板的生产技术

为了能够满足对钢板产品提出的要求,发展了一定类型的设备⁸⁻¹²。

整套设备由一座或多座板坯加热炉、一组用以清除一次氧化铁皮的除鳞设备和轧钢机架(目前只采用四辊轧机,因为

这种结构的弹跳值最小)组成。

在轧机后面的出口部位多半都有一组热板矫直机,在矫直机的前后很少布置切头剪和横切剪,随后是冷床、检查台和修整台。目前在冷床和检查台之间设置有超声波自动探伤设备,它可以连续检查钢板内部可能产生的缺陷。

在与冷床相连接的剪切线上,对厚度在25毫米以内的钢板,从前都采用圆盘剪来切边和纵切。但现在则使用滚切剪。它可以对5~40毫米厚的一般强度的钢板进行剪切。

典型的布置方案是切头剪和横切剪、双侧切边剪和另一台横切剪。现在制造的多半是两种联合剪机。一种是用在宽板轧制线上的带有纵切剪的双侧切边剪,它在钢板尺寸较小的情况下也能有较高的生产能力,因为可以把这种钢板轧成双倍宽度,然后纵切。这种纵切和双侧切边剪的操作是同步的。另一种是双侧切边剪和横切剪联合,它占用的空间最小,但生产能力只有70%左右,因为它们的操作互相干扰。

剪切线后部是堆垛和装运设备。有时在这两者之间装有冷板矫直机,用以消除剪切时可能出现的微量变形。

在和生产主要流程相邻的支线上,多半装置这样两台设备:一台是厚板精整机,可将40毫米以上的钢板用火焰切割成所需要的规格;一台是热处理设备,可使一定品种的钢板经过热处理后达到特定的工艺参数。

新式的钢板轧机如果要求使用电子计算机控制生产流程时,应该尽量把生产流程布置在直线上。这就要求每个机组的生产能力即使是在轧制规格变化很大的情况下(这是在一个轧板厂被迫出现的情况)也能做到很好地互相配合^{13) 13)}。

2.1 单机架轧制线

建造一个年产量较低而投资较少的轧板厂，想要不影响经济效果和不牺牲一部分产品的质量，这几乎是不可能的。因此，必须不断地采取某种措施，通过一些辅助设备来抵消这些不足。单机架轧板机组根据机架的辊身长度、轧制计划和产品数量等条件，年产量可在30万吨至80万吨之间。

整个轧钢厂的设备可由最大的板坯重量和轧制钢板的最大宽度来确定。此外，由最大钢板宽度和所需要的最大轧制力，决定必需的支承辊直径。

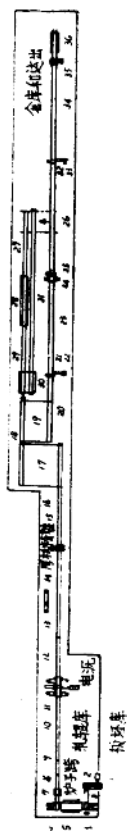
关于机架应有多大的轧辊开口度，这是经常遇到的一个很难决定的问题。在使用初轧板坯和连铸板坯时，最大开口度为400毫米即可。如果有可能使用扁钢锭轧制宽厚钢板时，压下行程则应选择为800~1000毫米。

单机架轧制线由下列部分组成：

一座小时产量约为100~150吨的板坯加热炉（推钢式或步进式炉，在特殊情况下可以是带有活动炉底的炉子）、进料辊道（留有增建一台除鳞机的位置）、推钢机、水平机架（在使用初轧板坯的情况下，往往取消立辊机架）、机架前后工作辊道，包括回转辊道和一段冷却距离较短的输出辊道，随后是矫直机（图1—1）。

现在已很少设计单机架机组，多半是予先在机架区域内规划出将来有可能增建一台粗轧或精轧机架的位置。

冷床、剪切线和钢板堆垛、装卸设备都属于轧钢车间内的主体设备。在设计时应当相应地考虑到有扩建的可能性，特别是在冷床和剪切线区域更应如此。往往是在以后建造一条与第一台冷床平行的第二台冷床，使按钢板厚度安排的



- | | | |
|------------------|---------------|------------|
| 1—板坯接收装置; | 13—厚板精整台; | 25—纵切剪; |
| 2—板坯横向运送装置; | 14—进料辊道; | 26—横移吊车; |
| 3—进料辊道; | 15—热板矫直机; | 27—进料辊道; |
| 4—板坯推送装置; | 16—输出辊道; | 28—常化炉; |
| 5—板坯加热炉; | 17—成品长50米的冷床; | 29—输出辊道; |
| 6—热板坯出炉装置; | 18—中间辊道; | 30—横向输送装置; |
| 7—除鳞机; | 19—检查床和翻板机; | 31—冷却辊道; |
| 8—进料辊道; | 20—进料辊道; | 32—横切剪; |
| 9—中间辊道 (机架预留位置); | 21—切头剪; | 33—废料输送; |
| 10—进料辊道; | 22—度边收集处; | 34—中间辊道; |
| 11—机架、推钢机及回转辊道; | 23—中间辊道; | 35—冷板矫直机; |
| 12—冷却输出辊道; | 24—双侧切边剪; | 36—堆垛装置; |

图 1—1 现代化设计水平的单机架轧板机组

产品流程，可以在两台冷床上平行地进行。

同样的方式也适用于剪切线。为了提高产量将来可以增建第二条剪切线。根据设计的轧制程序，对于5~40毫米比较厚些的钢板，使用一组滚切剪和双侧切边剪；对于3~20毫米厚的钢板可以在首先建设的剪切线上安设一台圆盘剪。因为有越来越多的3~5毫米钢板由钢板轧制线转到宽带钢轧制线上进行生产，所以轧板厂将越来越少使用圆盘切边剪。

2.2 双机架轧制线

为了达到每年可以轧80~300万吨的更大产量，建造了由一台粗轧机架和精轧机架连续布置的双机架机组。它在基本结构上与单机架机组没有差别。两个机架间的距离等于每个机架轧制的钢板最大长度的总和，并外加一段必须的安全间距。两个机架工作时轧件可以自由往复。

在欧洲和日本，两个机架都建造成为四辊式轧机，而在美国，粗轧机往往设计为两辊机架¹⁴⁾。粗轧机架有以下特点：

工作辊直径大，以便通过大咬入角而达到大的道次压下量；

压下行程往往大于500毫米；

压下速度高；

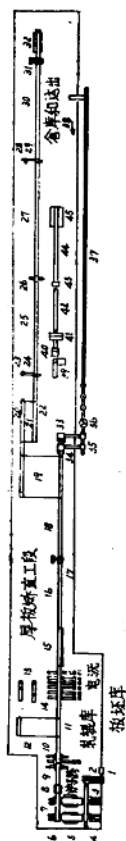
机架前后有回转辊道和推钢机。

精轧机架的特点是：

工作辊较小，以便轧制厚度较小的钢板；

快速换工作辊装置。

精轧机架不建回转辊道，因为所有的展宽道次都在粗轧



- | | | |
|---------------------|---------------------|------------|
| 1—板坯接受装置; | 14—带有推钢机的精轧机架; | 28—纵切剪; |
| 2—板坯横向运送装置; | 15—冷却辊道; | 29—横移吊车; |
| 3—进料辊道; | 16—进料辊道; | 30—进料辊道; |
| 4—板坯推进装置; | 17—热板矫直机; | 31—常化炉; |
| 5—板坯加热炉; | 18—矫直机后输出辊道; | 32—输出辊道; |
| 6—热板坯出炉装置; | 19—冷床 1, 用于50米长的成品; | 33—横向输送辊道; |
| 7—进料辊道; | 20—冷床 2, 用于50米长的成品; | 34—冷却辊道; |
| 8—除鳞机; | 21—连接辊道; | 36—横切剪; |
| 9—进料辊道; | 22—检查床和翻板机; | 36—度边运输装置; |
| 10—带有推钢机和回转辊道的粗轧机架; | 23—进料辊道; | 37—中间辊道; |
| 11—中间辊道; | 24—切头剪; | 38—冷板矫直机; |
| 12—横向移送机; | 25—度边输出装置; | 39—堆放装置; |
| 13—厚板精整车间; | 26—中间辊道; | |
| | 27—双侧切边剪; | |

图1—2 带有剪切线的双机架轧板机组

机上进行。在它旁边可以很容易地采用推钢机来导送钢板。

对于40毫米以上的钢板往往从粗轧机和精轧机之间，侧向送到厚板精整车间去，在那里通过火焰切割成所需要的尺寸。

精轧机架后部短的冷却辊道的作用是将钢板表面再行冷却，防止生成三次氧化铁皮。在此后面布置的冷床、剪切线、装卸和专用设备必须和轧机组的生产能力相适应（图1—2）。

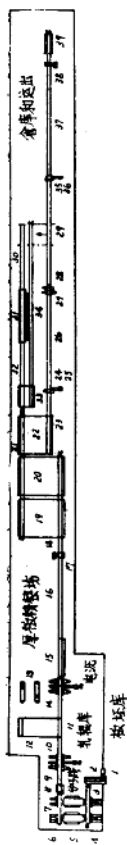
2.3 半连续轧制线

为了大量生产宽度在3米以上的钢板，可以建造半连续钢板轧机组。由于最宽的热轧带钢和半连续轧机组生产的最大板宽之间的空白还比较小，所以两种轧机结构类型的生产范围互相交叉。

板坯在经过加热炉后通过高压水除鳞，随即在一座可逆式粗轧机上进行轧制。如果有必要也可以采用展宽道次，以使用很少几种板坯规格即能生产出较多规格的产品。

粗轧后的钢板送到一组多机架（四机架以上）精轧机组内轧成所要求的最终厚度。这时产品流程进行分类，厚度大约不超过20毫米的钢板进行卷取，超过2米宽和超过20毫米厚的钢板则放到冷床上。卷取的板卷用打捆机捆好后翻到板式运输机上进行冷却，随后送到剪切线上。剪切线由以下设备组成：

- 一个板卷置放场；
- 一台和切头剪联合的矫直机；
- 一台带有切碎废板边设备的圆盘切边剪；
- 一台横切剪；



- | | | |
|---------------------|---------------------|------------------|
| 1—板坯接受装置; | 16—进料辊道; | 33—厚板卷取机; |
| 2—板坯横向运送装置; | 17—热板矫直机; | 34—板卷横向输送装置; |
| 3—进料辊道; | 18—矫直机后输出辊道; | 35—翻卷机; |
| 4—板坯推进装置; | 19—冷床 1, 用于50米长的成品; | 36—捆卷机; |
| 5—板坯加热炉; | 20—连接辊道; | 37—板卷输送带; |
| 6—热板坯出炉装置; | 21—检查床和翻板机; | 38—热卷库; |
| 7—进料辊道; | 22—进料辊道; | 39—板卷置放场; |
| 8—除鳞机; | 23—切头剪; | 40—开卷机和矫直机; |
| 9—进料辊道; | 24—废边输出装置; | 41—一切边剪、碎边剪、横切剪; |
| 10—带有推钢机和回转辊道的粗轧机架; | 25—中间辊道; | 42—中间辊道; |
| 11—中间辊道; | 26—双侧切边剪; | 43—冷板矫直机; |
| 12—横向移送机; | 27—进料辊道; | 44—中间辊道; |
| 13—厚板精整; | 28—横切剪; | 45—垛板装置 |
| 14—精轧机组; | 29—废边输出装置; | |
| 15—冷却辊道; | 31—冷板矫直机; | |
| | 32—堆垛设备; | |

图1—8 精整车间全部扩建完毕后的半连续轧板机组