

日本热轧带钢生产技术

易贵科 李静姍 吴国良 译



NEUPRESS

东北大学出版社

77.61

9400864

日本热轧带钢生产技术

易贵科 李静姍 吴国良 译
王 国 栋 校

东北大学出版社

(辽)新登字第8号

内 容 提 要

本书是日本钢铁协会组织编写的有关热轧带钢生产技术的一部专著。书中第一章概述了日本热轧带钢生产的发展；第二章介绍了热轧带钢的设备和生产技术，特别介绍了近年出现的热轧带钢生产的新工艺、新技术；第三章介绍了热轧带钢生产的管理；书后的附图和附表详细地提供了日本16套热带钢轧机的详尽的工艺、设备参数。

该书对从事热轧带钢生产的技术、管理、科研、设计人员及高等学校有关专业的教师、研究生、本科生有一定的参考价值。

日本热轧带钢生产技术

易贵科 李静姍 吴国良 译 王国栋 校

东北大学出版社出版
(沈阳市·南湖)

东北大学出版社发行
大连海运学院印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：30.5 字数：1131 千字
1993年5月第1版 1993年5月第1次印刷
印数1~1 000册

责任编辑：刘淑芳
封面设计：唐敏智

责任校对：张淑萍
版式设计：杨华宁

ISBN 7-81006-444-4/TB·29 定价：35.00元

前 言

自改革开放以来，我国的钢铁生产已经取得很大的发展，1991年产钢7 000多万吨，已经成为一个钢铁生产大国。但是，从品种、质量方面来看，我国和国际上的先进水平相比，仍有一定的差距，特别在板带材生产方面，差距更为明显，无论是板材的外形尺寸，还是其内部冶金质量，都有待于进一步提高。因此，我们应该借鉴国外热轧带钢生产的先进经验，对我国现有的热轧带钢轧机进行改造，并建造具有我国特色的新的热轧带钢轧机。

日本钢铁协会组织编写的特别研究报告《わが国における最近のホットストリップ製造技術》是一部关于热轧带钢生产的好书。该书在概述了热轧带钢生产的基本工艺过程之后，详细地介绍了日本各生产厂家在热轧带钢生产技术、装备、控制、管理等方面的经验，并以相当多的篇幅介绍了日本近年在热轧带钢生产中采用的关键技术。该书附录中将日本16套热带钢轧机的工艺、设备方面的重要的资料和技术数据整理出来，很有参考价值。

这部书的内容对我国从事板带生产技术、管理、科研、设计、教学的工作人员有很大的参考价值。鉴于此，在本溪钢铁公司连轧厂和东北大学加工系的支持下，我们组织翻译了这本书。其中第1章由吴国良翻译，第2章由易贵科翻译，第3章由李静姝翻译，附图和附表由李静姝和吴国良翻译，全书由王国栋统一审校。由于译校者水平有限，不当之处，敬请读者批评指正。

译 校 者
1992年2月

目 录

前 言

1. 概 述

1.1 热带钢轧机和薄板的生产工艺	(1)
1.1.1 概 述	(1)
1.1.2 生产与产品	(1)
1.1.3 薄板的生产工艺	(2)
1.1.4 平面布置	(4)
1.2 热带钢轧机的发展历史	(6)
1.2.1 发展历史	(6)
1.2.2 生产技术的动向	(9)

2. 设备和生产技术

2.1 坯料及坯料处理	(12)
2.1.1 坯 料	(12)
2.1.2 坯料处理	(15)
2.2 加热炉	(16)
2.2.1 概 述	(16)
2.2.2 炉体结构和型式	(16)
2.2.3 加热炉的燃料	(19)
2.2.4 废气损失热量回收装置	(20)
2.2.5 加热炉控制	(21)
2.2.6 加热炉计算机控制	(21)
2.2.7 加热炉的热平衡	(24)
2.3 粗轧机	(24)
2.3.1 概 要	(24)
2.3.2 粗轧机的布置	(24)
2.3.3 粗轧设备	(26)
2.4 精轧机	(28)
2.4.1 概 要	(28)
2.4.2 精轧机	(29)

2.5 辊道	(35)
2.5.1 作用和构成	(35)
2.5.2 规格与构造	(35)
2.5.3 辊道速度设定方式	(36)
2.5.4 与辊道有关的节能技术	(37)
2.6 卷取机.....	(37)
2.6.1 概 要	(37)
2.6.2 卷取设备	(38)
2.6.3 卷取机的控制	(43)
2.7 新生产技术	(44)
2.7.1 HDR, HCR	(44)
2.7.2 自由程序轧制	(51)
2.7.3 AGC 和提高板厚精度的技术	(55)
2.7.4 板形、板凸度控制	(59)
2.7.5 提高板宽精度的技术	(61)
2.7.6 冷却控制技术	(67)
2.7.7 节能技术	(69)
2.8 精整设备与生产技术	(77)
2.8.1 精整工序的概况	(77)
2.8.2 平整线	(78)
2.8.3 剪切线	(81)
2.8.4 纵剪切线	(84)
2.8.5 提高和保证质量的技术	(87)
2.9 计算机系统	(89)
2.9.1 生产管理系统	(89)
2.9.2 计算机控制系统	(95)
2.9.3 检测仪表设备	(104)
2.10 轧辊间	(111)
2.10.1 概 述	(111)
2.10.2 设备布置	(111)
2.10.3 轴承箱及轴承	(113)
2.10.4 轧辊磨床	(115)
2.10.5 轧辊车床	(115)
2.10.6 砂 轮	(115)
2.11 润滑及液压装置	(116)
2.11.1 润滑装置	(116)
2.11.2 润滑剂	(119)
2.11.3 液压装置	(120)
2.11.4 液压油	(122)
2.11.5 异常现象监视装置与维修	(122)
2.12 用水设备	(125)
2.12.1 流量平衡	(125)

2.12.2	轧辊冷却	(125)
2.12.3	除 鳞	(125)
2.12.4	板带冷却	(128)
2.12.5	废水处理设备	(129)
2.13	电气设备	(129)
2.13.1	概 要	(129)
2.13.2	电气设备	(130)
2.14	库房与搬运设备	(138)
2.14.1	板坯库	(138)
2.14.2	板卷及钢板存放场	(138)
2.14.3	搬运设备	(140)

3. 生产管理

3.1	组织机构与人员定额	(142)
3.1.1	组织机构	(142)
3.1.2	人员定额	(144)
3.1.3	自动化的发展趋势	(144)
3.2	生产管理	(145)
3.2.1	轧制计划表	(145)
3.2.2	成材率、能耗、能力及作业率的管理	(147)
3.2.3	轧 辊	(155)
3.3	质量管理	(161)
3.3.1	概 述	(161)
3.3.2	质量管理项目	(163)
3.3.3	检查方法与标准	(167)
3.4	设备管理	(167)
3.4.1	概 述	(167)
3.4.2	维修组织	(171)
3.4.3	检 修	(171)
3.4.4	主要部位的管理标准	(171)
3.4.5	故障分析	(178)
3.5	环境保护	(179)
3.5.1	大 气	(179)
3.5.2	水 质	(180)
3.5.3	噪音与振动	(180)
3.5.4	工业废物的处理	(181)
3.5.5	环境监视	(181)
附 录	(182)
附表 1	日本热带钢连轧机	(183)
附图 1	厂区平面布置	(185)

附图 2 HCR, HDR 流程	(192)
附图 3 轧制线设备配置	(195)
附表 2 板坯参数	(199)
附表 3-1 炉体构造: 加热炉主要性能 1	(200)
附表 3-2 炉体构造: 加热炉主要性能 2	(203)
附表 3-3 炉体构造: 加热炉主要性能 3	(206)
附图 4-1 炉体构造: 炉体断面	(209)
附图 4-2 炉体构造: 耐火材料构成	(213)
附表 4 燃烧系统	(221)
附表 5 加热炉: 控制系统	(226)
附表 6 加热炉操作: 操作标准	(227)
附表 7 加热炉操作: 热平衡计算	(235)
附表 8 精轧前保温罩	(238)
附表 9 粗轧机组设备性能	(241)
附表 10 粗轧机宽度自动控制装置 (AWC) 性能	(255)
附表 11 精轧机组设备性能	(257)
附表 12 板形控制	(268)
附表 13 AGC 装置	(269)
附表 14 切头飞剪	(275)
附表 15 辊道设备一览表	(279)
附表 16-1 卷取设备 1	(301)
附表 16-2 卷取设备 2 (辊材质)	(308)
附表 17-1 卷取操作例 1	(310)
附表 17-2 卷取操作例 2 (代表规格)	(316)
附表 18 轧辊参数	(318)
附表 19 轧辊使用方法	(324)
附图 5 轧辊间布置图	(328)
附表 20 轴承座	(332)
附表 21 滚动轴承	(339)
附表 22 油膜轴承	(344)
附表 23 轧辊磨床	(346)
附表 24 砂轮	(350)
附表 25 横剪切线设备	(352)
附表 26 轧辊车床	(359)
附表 27 平整作业线设备	(360)
附表 28 纵剪切线设备	(374)
附表 29 油膜轴承润滑系统	(380)
附表 30 液压系统 (粗轧)	(387)
附表 31 液压系统 (精轧)	(390)
附表 32 液压系统 (卷取机)	(394)
附表 33 油雾润滑设备	(397)
附表 34 热轧润滑装置	(398)
附表 35 冷却水使用量	(399)

附表 36-1 轧辊冷却水量 1	(400)
附表 36-2 轧辊冷却水量 2	(403)
附表 36-3 轧辊冷却水量 3	(406)
附表 37 除鳞供水设备	(407)
附图 6 除鳞高压水集管配置	(409)
附表 38 除鳞高压水集管	(417)
附表 39 除鳞喷嘴	(419)
附表 40-1 输出辊道冷却设备 1	(422)
附表 40-2 输出辊道冷却设备 2	(425)
附图 7 计算机	(428)
附表 41 计算机控制项目	(431)
附图 8 测试仪表配置	(433)
附表 42 测压仪	(437)
附表 43 精轧测温计	(439)
附表 44 卷取温度计	(441)
附表 45 测宽仪	(442)
附表 46 测厚仪	(443)
附表 47 板形计	(444)
附表 48 板坯存放场概况	(445)
附表 49 板卷/平板堆放场概况	(448)
附表 50 人员配置	(453)
附表 51 轧制单位	(457)
附表 52 代表规格轧制能力	(459)
附表 53 换辊方法、周期、时间	(460)
附表 54 自动化机械应用状况	(462)
附表 55 主要部件检修、更换周期	(466)
附表 56 设备诊断应用情况	(472)
附表 57 实际操作情况	(476)

1 概 述

1.1 热带钢轧机和薄板的生产工艺

1.1.1 概 述

第一次石油危机（1973年）之前，日本钢铁工业的设备及生产技术是以高产量为前提而进步和发展的，此后随着经济增长速度的降低，重点转移到降低成本、提高质量、节省人力方面。近年来，由于钢铁产量增长迟缓，中等和后进国家的追赶，进一步助长了这个倾向。在热带钢轧机方面，从1941年日本第一套热带钢轧机投产以来业已过去45年，经历了同样的发展过程。在第一次石油危机之前，随着日本经济的高速度增长，它也得到了迅速发展，在以产量为目标的生产技术方面，达到了世界的最高水平。在此后的10多年间，为适应时代环境的变化，开发了许多日本独创的技术，其中包括因石油危机而采用的节能技术、为适应低速增长时期用户对质量的严格要求和对付中等、后进国家钢铁工业掘起而采用的提高产品质量和档次的技术、提高劳动生产率及改善劳动环境的自动化、无人化技术等。伴同着生产工艺和设备的改进，实现了由量向质的转换。结果，产量、质量、成材率、单位消耗、劳动生产率等指标现已达到了世界最高水平。

1.1.2 生产与产品

日本生产的热轧钢材（普通钢）在本国各品种所占比例如图1.1.1所示，钢板类占整体的2/3，其中热轧带钢轧机作为大批量生产设备所生产的热轧钢板最近达到钢板总量的约4/5，如图1.1.2所示。所以，有一半以上的热轧是通过热带钢轧机生产的。从热带钢轧机的

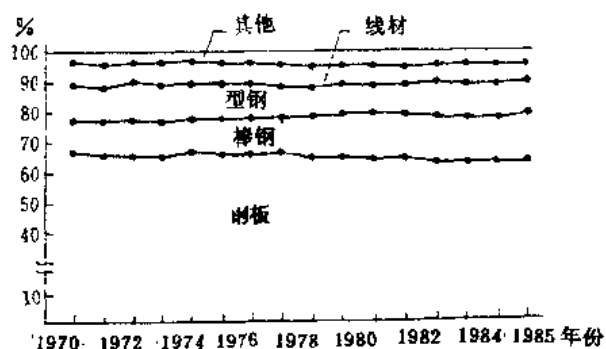


图 1.1.1 日本普通钢热轧材各品种所占比例的变化

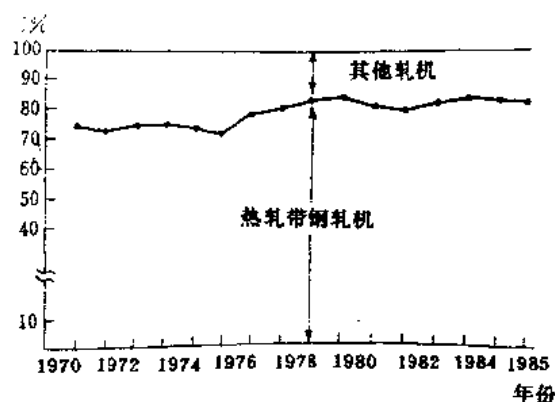


图 1.1.2 各种钢板热轧机所占的产量比例

产量来看，1961年年产量是1000万吨，在经济高速发展时期，随着粗钢产量的增长，到1973年年产量达到4500万吨，此后因石油危机造成经济低速成长（如图1.1.3所示），其发展也停滞下来。另一方面，就热轧带钢产品用途来看，热轧产品使用的比例逐年减少，到1973年约占1/4，而作为后续冷轧、镀层、焊接管原料使用的带钢比例却增加了，如图1.1.4所示。

这是由于日本经济发展引起产业结构发生了变化，特别是汽车、家电工业的发展对此影响很大。

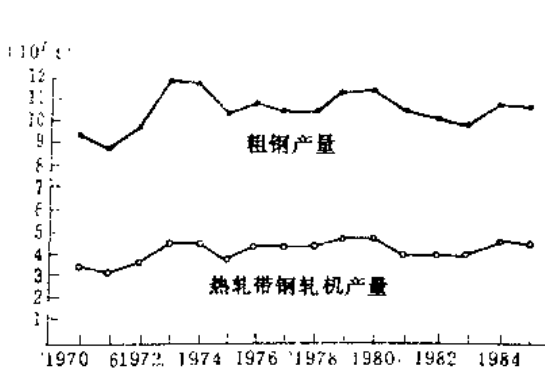


图 1.1.3 日本热带钢轧机总产量的变化

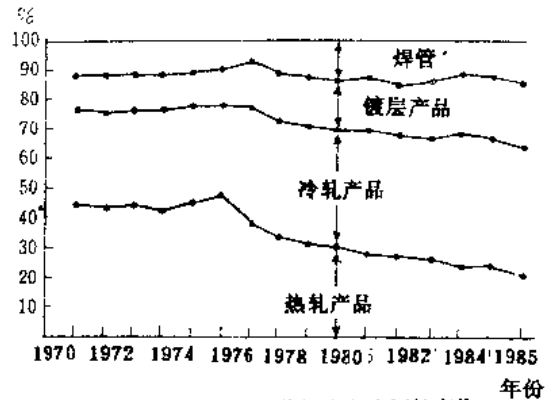


图 1.1.4 不同用途薄板生产比例的变化

表 1.1.1 所示为热带钢产品的品种比例，供给本公司后续工序的品种比例约占一半。

表 1.1.1 热带钢轧机的产品品种比例 (1984 年 11 月)

大分类	小分类		比例 (%)
本公司用		冷 轧	32.2
		表面处理	19.8
		钢 管	6.5
		其 它	4.0
外 销	300—400 MPa 级	外部结构用板	3.8
		内部结构用板	8.6
		二次轧制	8.1
		管材、型材	7.8
		造船用材	0.4
		其 它	6.5
		500MPa 以上	管 线
		其 它	1.8

与冷轧产品相比，热轧产品用在不要求表面美观、加工性能要求不严的场合，如汽车、建筑、造船、产业机械、铁路车辆、容器等。最近，随着热带钢轧机精度提高，实现大型化，从接近 1.0mm 的冷轧钢板范围到超过 30mm 的厚板的范围，都已用热轧带钢产品替代。另一方面，对产品质量的要求越来越高，由于化学成分、轧制温度、尺寸等的控制精度的提高，扩大了高强钢在产业机械和汽车制造业的应用范围。此外，还生产了管线钢 APIX70 和油井管原料用的高档次产品。为防止锈蚀，耐候钢和耐海水腐蚀钢已经实用化，耐磨钢已经开发出来，它们的用途越来越广。除此而外，在热带钢轧机上还轧制了不锈钢、硅钢、钛、镍钢等，随着热带钢轧机的进步，产品的尺寸及应用范围日益扩大，品种也越来越多。

1.1.3 薄板的生产工艺

现在日本薄板的生产工艺如图 1.1.5 所示，下面以热带钢轧机为中心概略叙述一下。

在高炉里熔炼的铁水在炼钢过程中氧化除去杂质并进行成分调整，制造钢锭或铸坯。过

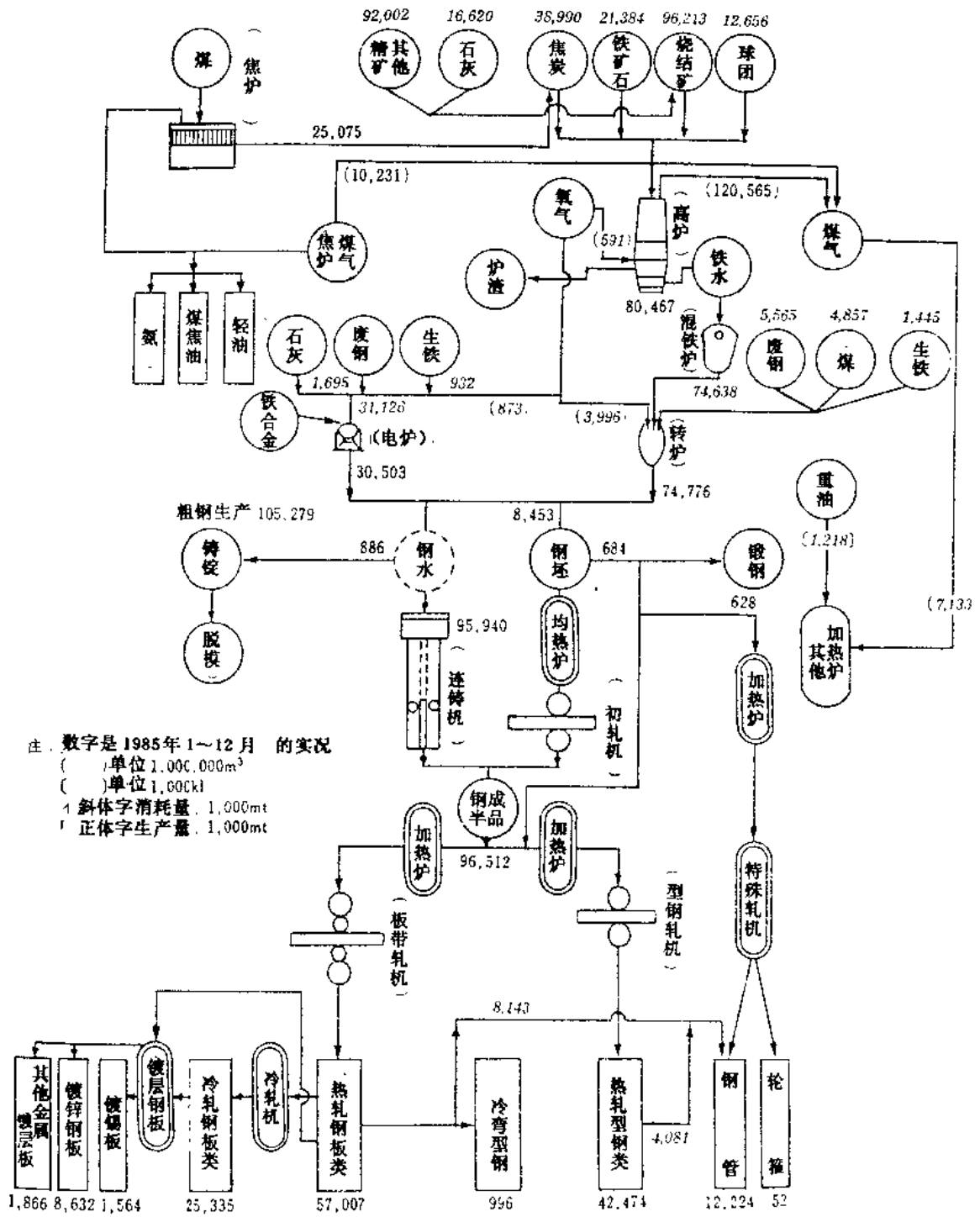


图 1.1.5 薄板的生产工艺

去是将钢锭初扎开坯，生产板坯作为热带钢轧机的原料，最近采用连铸机生产板坯的方法已经成为主流。图 1.1.6 所示为最近 5 年日本热带钢轧机连铸比的变化。在连铸板坯使用比例不断增长的背景下，由于工艺过程缩短，在提高成材率和节省热能方面都是有利的，由于炼钢技术的进步，连铸坯质量已相当于镇静钢，故其可能生产的范围扩大了。初轧或连铸工序中制造的板坯送到热带钢轧机轧制，过去这些板坯要冷却，以便进行板坯表面检查、清理，然后送到热带钢轧机。最近，由于提高了板坯质量，有可能不经过冷却和清理而直接进行轧制（直接轧制，HDR）或装炉（热装轧制，HCR），这样加热炉可以大幅度地节能。

送往热轧车间的板坯，装入到加热炉中。板坯在加热炉中加热到 1100~1300℃。燃料为高炉煤气、焦炉煤气、转炉煤气、重油、液化石油气、液化天然气。根据板坯运送方式，连续式加热炉有推料式和步进式两种，一台炉子的能力可达 360t/h。通常，有 2 台到 5 台炉子。粗轧机组有 1 台除鳞机，有 1~6 台带立辊的二辊式或四辊式轧机。在粗轧机组安装的除鳞设备用 10~15MPa 的高压水喷射，除去附着在轧件表面的氧化铁皮。由粗轧末架轧出的中间料宽度与成品宽度相对应，厚度为 25~60mm，送往精轧机组。在精轧机组，首先用切头飞剪切断头尾，然后除去氧化铁皮，经 6 台或 7 台四辊式或六辊式轧机轧到目标产品厚度。到这个时候，关于热轧板卷尺寸的特性都已确定。精轧机组轧出的板材在输出辊道上用层流或喷射冷却装置冷却，对材质进行控制。精轧出口温度和卷取温度是影响产品力学性能的重要因素，一般精轧温度控制在 800~900℃，卷取温度控制在 500~700℃。装备 2~5 台卷取机，通常采取轮换卷取方式将板卷卷起。由卷取机移出的板卷经称量、检查后由运输机运送，冷却后供给后续工序。后续工序之一是冷轧，约占一半，它们送到酸洗线去，另一部分后续工序加工热轧出厂产品，它们均送往热轧精整线，以板卷形式出厂的要经过打捆工序，如修整平直度，则要送到平整线，纵切者送到纵切线，生产单张板者送到横切线，除去氧化铁皮者则送到酸洗线。这些工序有时混合使用，请参照图 1.1.7。经过精整工序的产品，送往后续的冷轧车间、焊管车间或用户。

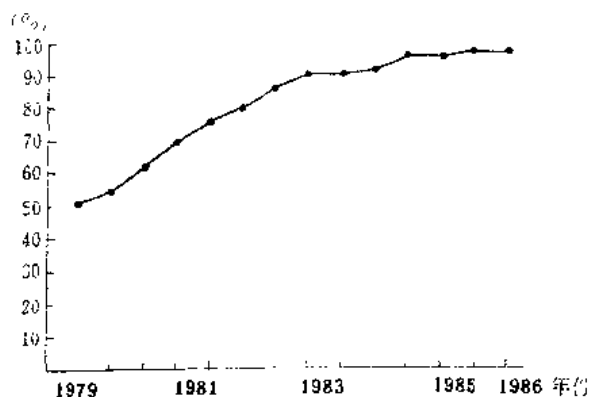


图 1.1.6 热带钢轧机连铸比的变化

冷轧车间以热轧板卷为原料，经一系列的冷轧工序生产冷轧产品。经酸洗除去表面氧化铁皮的热轧板卷，在常温下由冷轧到 0.15~3.2mm 厚，然后进行退火和平整。此外，冷轧板还用作各种涂层板的原板，如镀锌原板和镀锡原板。近年来，在冷轧生产中，将连续退火设备、酸洗线与冷连轧机连在一起或冷连轧机和连续退火设备连在一起实现连续化生产，因而对作为冷轧用原料的热轧钢板提出了比过去更高的精度和均匀性方面的要求。

1.1.4 平面布置

1.1.4.1 车间平面布置

根据板坯跨、轧制跨、精整跨的布置，可将热轧直接粗分为直线型、平行型、直角型几类。在钢铁厂中，热轧带钢车间是规模最大的轧钢车间，占地面积大，超过 10 万 m²，故热轧

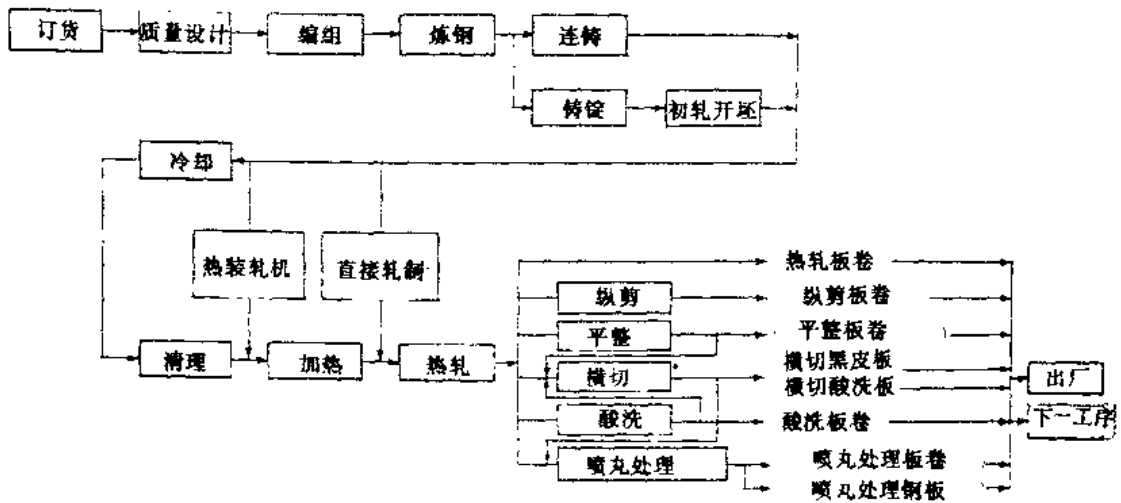


图 1.1.7 热轧带钢产品的生产工艺

带钢车间的平面布置对钢铁厂的选点条件及它与前、后工序各车间的布置关系有很大的影响。过去，多数是作为前部工序的初轧车间和热轧跨直接连接，组成生产线，最近考虑到与连铸之间的工序直接连接，将连铸机就近布置在热轧带钢车间入口侧，将它用辊道等与轧制线连在一起。各热轧带钢车间的平面布置如附图 1、附图 2 所示。

1.1.4.2 板坯跨

板坯跨主要分为与轧制线平行布置和垂直布置两种，各钢铁厂努力的方向是提高其功能，设法用较少的人员高效率地向轧制线输送板坯。为此，采用操纵式移动式吊车，灵活使用大型夹钳式吊车，最近已发展到包括堆放场在内的吊车无人化的水平。此外，关于板坯热装轧制，针对如何短时间高温编组这一课题，采用了种种改进措施，如从前面的连铸车间开始采用高速、高效的运输手段，设置保温坑，引入与前工序同步化的系统等。

1.1.4.3 轧制线

依据生产规模，轧制线可采用粗轧机组半连续式、全连续式或介于二者之间的 3/4 连续式。其代表性的例子如图 1.1.8 所示。最近，为了减少粗轧机组轧件温降和削减建设费用，有缩短轧制线的趋势，同时，由于开发了大功率的可逆式粗轧机、强力切头剪、可大压下的精轧机、高效率的带钢冷却装置等，可能在缩短轧制线长度又不改变板卷单位宽重量的条件下采用高产量的轧制线布置。

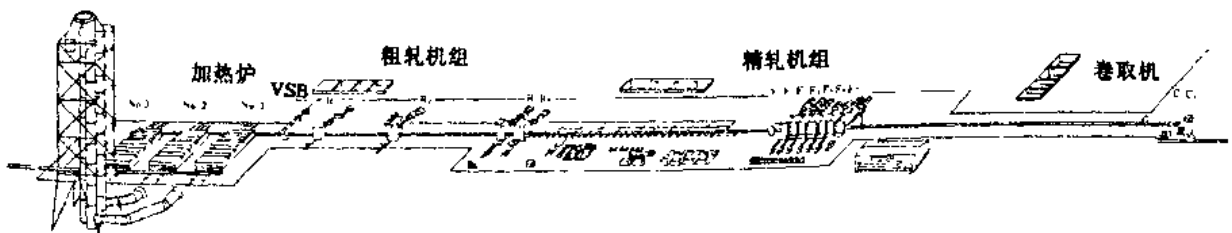


图 1.1.8 代表性的热带钢轧机轧制线（新日铁大分）

1.1.4.4 轧辊间

多数轧机的轧辊间与轧制线平行，为了提高轧机作业率及简化轧辊的处理，粗、精轧机备有工作辊自动换辊装置，与轧辊间用自动拉入轧辊台车相连接。此外，在轧辊间内设有轧辊吊具、轴承座装卸装置、带轴承座磨削的车床、自动磨床、轧辊缺陷检测仪等，在此基础上，力争减少轧辊处理次数，通过按功能布置来达到省力及提高作业效率的目的。

1.1.4.5 板卷跨

板卷跨的布置大致可分为两类，即板卷跨单独存放的集中型和各精整线分散存放的分散型，采用何种型式要考虑各生产品种的平衡、板卷处理的管理方法、处理次数等来决定。有的车间为了提高板卷跨内板卷的冷却效果，跨内地面采用高位式，将板卷置于轨道之上，再用压缩空气或工业用电扇强制冷却。最近，为了达到省力及物流合理的目的，有的轧机采用了堆放场计算机管理和吊车无人操作。

1.1.4.6 精整线

精整线的布置要依据轧机确定，但应兼顾到跨内的物流、板卷跨或出厂管理方式，主要有两种方式，即与主跨平行的平行式和兼用作主跨过渡跨的直角式。为了提高各作业线的能力，从作业线的构成来看，最新的车间减少了精整线的数量，实现了精整线的合理化，有的车间只设置2~3个作业线。

此外，由于板卷单重增大，为了满足出厂单重要求，增设了具有分卷作业线的车间。也有的厂将一般设在冷轧厂的酸洗作业线由热轧厂管理。

关于出厂方式，有的是各跨均有捆包作业线，这时每个跨均可发货；有的是将各作业线的产品用运输机或过跨车集中到1, 2个地点，再捆包出厂。根据产品管理方式和产品在跨内的运送方式，各家有不同的特点。

1.2 热带钢轧机的发展历史

1.2.1 发展历史

自从1926年第1台热带钢轧机在美国诞生以来，虽然热带钢轧机投资很大，但可以大量生产，质量优良，生产成本又低，故短期内在各国迅速得到发展。表1.2.1所示为世界上热带钢轧机的设置情况，到目前为止，已经设置了167套热带钢轧机，按国家统计，美国最多，41套，日本第2，22套。但书后附表1中所列日本的16套（不包括炉卷轧机、行星轧机，是1986年3月时的数据），采用的高新设备多，说它们达到世界最高水平并不过分。

下面略述一下日本热带钢轧机的发展历史，日本热带钢轧机的发展可以分为5个阶段。

第一阶段是1955年以前，为热带钢轧机的幼年时期。这个时期的薄板生产是由当时建设的3套热带钢轧机（旧八幡1、旧广畑、旧吴2，已不存在）和老式二辊周期轧机以小规模进行的，数量上显著地落后于欧美各国。从设备方面看，引进了1926~1940年美国开发的设备，与当时美国一流工厂设备相比，并不逊色，是日本的真正的划时代的设备。

第二阶段是1956年到1961年，正值实施战后第二次钢铁工业合理化计划的时期。在第二次合理化计划中，预测1955年以后10年间日本经济的发展和伴同这种发展国民生活的提高，将薄板制造体制的确立列为首要的重点项目，建设了4套热带钢轧机（室兰、旧八幡2、

旧京浜、千葉 1)。轧机的规格大体为100~150t/h的加热炉、轧制 5 道次的可逆式粗轧机、精轧机组 6 机架、精轧出口速度 600m/min、板卷单重 8.9~10.7kg/mm, 年产 150~200 万 t, 是引进 1945~1960 年间美国的标准轧机规格, 它揭开了日本的真正热带钢轧机时代的序幕。

第三阶段是 1962~1967 年间, 处于日本经济高速发展时期, 这期间建设了 6 套热带钢轧机 (名古屋、土界、福山 1、千葉 2、和歌山、吴 1)。这些轧机采用了美国 60 年代开发的最新技术, 并以日本所积累的操作技术作为基础, 进行了各种改进。目前活跃在第一线的大型轧机均是这个时期以后建设的。其特点为: 采用提高精轧速度 (1000m/min), 增大板卷单重 (17.9kg/mm), 七机架精轧, 加速轧制, AGC 及计算机控制等技术措施, 与前两个阶段相比, 产量 (300~400 万 t) 和质量水平有大幅度提高。在轧制设备的建设方面, 这个阶段推行了机械设备、电气设备和检测设备的国产化, 积极采用日本独自开发的技术改进措施。

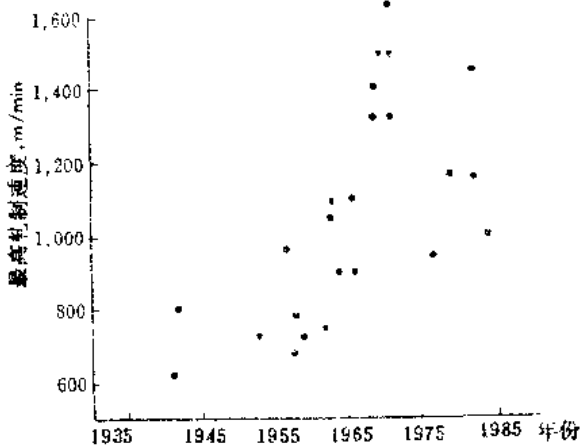


图 1.2.1 随轧机建设年份轧制速度的变化

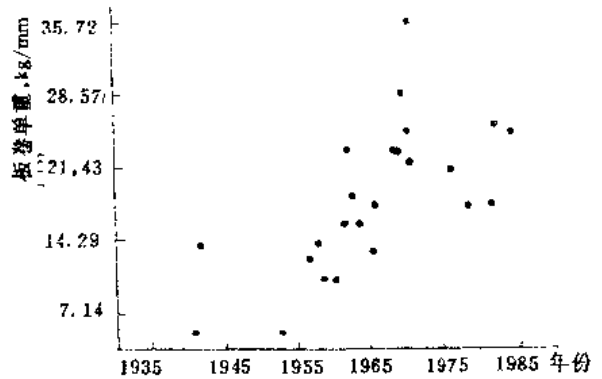


图 1.2.2 随轧机建设年份板卷单重的变化

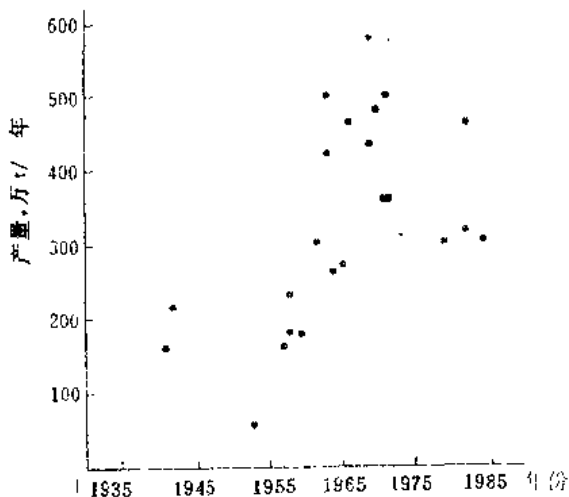


图 1.2.3 随轧机建设年份产量的变化

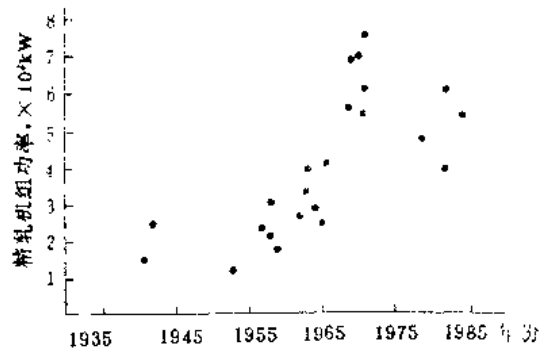


图 1.2.4 随轧机建设年份精轧机组功率的变化

第四阶段是 1968~1972 年间, 这阶段建设了 6 套热带钢轧机 (君津、大分、福山 2、水岛、鹿岛、加古川)。其特征为, 强化了第三阶段延续而来的大型化、高速化的倾向, 精轧速度 1600m/min, 板卷单重 35.7kg/mm, 年产量 600 万 t, 这些达到了世界上首屈一指的高

性能的设备完全用日本独创的技术制造出来(参照图 1.2.1~1.2.4)。这些热带钢轧机的出现是以日本经济迅速发展为背景的。在临海新选地点建立钢铁联合企业的过程中,由于采用大型高炉和纯氧顶吹转炉,从高产量、高投资效率的观点出发,积极地推行了轧钢部门大型化。此外,在这个阶段,为节省劳动力和提高产品质量,大幅度地推行了自动化和进行设备改进,例如扩大计算机控制的范围,推进轧辊间和精整操作的合理化、普及步进梁式加热炉、采用近接卷取机、安装厚板卷取机、安装厚板剪切设备等。

表 1.2.1 世界上热带钢轧机设置状况(1984年12月末)

轧机分类 国 家		轧 机 型 式				合计套数
		连续式	半连续式	炉卷轧机	行星轧机	
亚 洲	日本	11	8	2	1	22
	南朝鲜	1	1	—	—	2
	中国	1	2	1	—	4
	菲律宾	—	—	1	—	1
	印度	—	2	—	—	2
	土耳其	—	—	1	—	1
	中国台湾省	1	—	—	—	1
	印度尼西亚	1	—	—	—	1
	巴基斯坦	1	—	—	—	1
北 美	加拿大	3	3	2	2	10
	美国	26	12	3	—	41
中 南 美	墨西哥	—	2	1	—	3
	阿根廷	1	—	—	—	1
	巴西	—	3	—	—	3
	秘鲁	—	—	1	—	1
	哥伦比亚	—	—	1	—	1
	委内瑞拉	—	1	—	—	1
	智利	—	—	1	—	1
	西 欧	联邦德国	1	7	—	—
法国		4	1	1	—	6
比利时		—	6	—	—	6
卢森堡		—	—	1	—	1
荷兰		1	1	—	—	2
意大利		3	2	—	—	5
英国		3	2	1	—	6(1)
瑞典		—	1	1	1	3
西班牙		—	1	1	1	3
希腊		—	2	—	—	2
奥地利		—	1	—	—	1
南斯拉夫		1	1	—	—	2
芬兰		—	1	—	—	1