

现代热轧板带生产技术

(下)

唐崇明 任 启 等编译



NEUPRESS

东北大学出版社

ISBN 7-81006-443-6/TB · 28

定价: 17.50 元

现代热轧板带生产技术

(下)

唐崇明 任 启 等编译

东北大学出版社

(辽)新登字第8号

内 容 简 介

本书是反映国外热轧带钢生产最新进展的译文集,由国外近年从各权威杂志上精选的文献翻译、编辑而成。它较详细地介绍了在冶金、机械、电气、自动化、计算机控制、检测仪表等各学科领域先进技术支撑下,在热轧带钢生产所采用的提高产品质量、节省能源和劳动力的各种关键技术,例如,热装和直接轧制技术、调宽与控宽技术、自由程序轧制技术、精轧机组板厚、板形、板凸度、张力控制技术、带钢冷却技术等。

本书可供从事热轧带钢生产工艺、设备、自动化等方面研究、教学、管理、生产人员和金属塑性加工专业研究生、本科生参考。

现代热轧板带生产技术

(下)

唐崇明 任启 等编译

东北大学出版社出版 (沈阳·南湖)	东北大学出版社出版发行 大连海运学院印刷厂印刷
开本: 787×1092 1/16	印张: 17.5 字数: 437千字
1993年4月第1版	1993年4月第1次印刷
印数: 1~1000册	
责任编辑: 翟柱林	责任校对: 冯 伟
封面设计: 唐敏智	版式设计: 高志武
ISBN 7-81006-443-6/TB·28	定价: 17.50 元

前 言

热轧带钢生产是关键性的钢铁生产过程之一,90%以上的薄钢板要经过热轧带钢工序生产出来,因此,它在国民经济中占有重要的地位。

近30年来,热轧带钢生产在国外取得了令人瞩目的进展,其面貌发生了很大的变化。1973年石油危机之前,热轧带钢生产过程以大型、高速、高产为主要目标,相继建设了一批大型热轧带钢轧机。1973年以后,热轧带钢轧机的发展转向节省能源和劳动力,注重产品质量。在冶金、机械、电气、控制、计算机等领域技术发展的支撑下,在国民经济各部门对高级、多样化产品需求的推动下,热轧带钢生产采取了一系列的连续化、自动化技术,成为一个装备水平极高、连续化的薄板生产制造系统。目前,热轧带钢轧机可以生产具有优良力学性能和很高尺寸精度的热轧板卷,生产过程具有极良好的稳定性。

建国之后,我国热轧带钢生产取得了长足的进步。50年代建设了鞍钢1700mm半连续热轧带钢轧机;70年代利用引进技术建设了武钢1700mm热轧带钢轧机,利用国产技术建设了本钢1700mm热轧带钢轧机;80年代,引进国外先进技术,对鞍钢、本钢两套热轧带钢轧机进行了改造,并建设了世界一流水平的宝钢2050mm热轧带钢轧机。目前,还有几套热轧带钢轧机正在建设中。

虽然我国的这些热轧带钢厂分属于不同的层次,装备水平、自动化程度和操作人员素质有很大的差异,但都面临着进一步进行技术改造、不断提高产品质量的任务。因此,认真总结、借鉴国外先进的热轧带钢生产经验,开发具有我国特色的先进的热轧带钢生产工艺、技术和设备,是我国热轧带钢生产工作者面临的艰巨而光荣的任务。

考虑到目前我国各热轧带钢厂的实际需要,在本溪钢铁公司连轧厂和东北工学院金属压力加工系的支持下,我们从近年国外重要期刊杂志上精选了部分文章,组织翻译编辑了这部译文集,分上、下两集出版。在文章的选取、编辑过程中,我们注意体现下述特点:1.反映出近年国外热轧带钢生产取得的重大进展,较全面地介绍了目前国外采取的行之有效的热轧带钢生产技术,例如,与板坯连铸过程发展相适应的热装和直接轧制技术、自由程序轧制技术、调宽与控宽技术、切头飞剪切头形状最优化技术、保温和控温技术、精轧机组板厚、板宽、张力、板凸度、板形控制技术、带钢控制冷却技术、卷取技术、控制轧制技术等等。2.热轧带钢生产技术是一门综合性的生产技术,是各学科相互交叉和渗透的结果,因此,我们注意从冶金技术、自动化技术、检测仪表、计算机控制、机械、液压等不同的侧面来反映热轧生产总体技术的进步,所选文章体现了各学科在热轧带钢生产中的应用。3.热轧带钢生产发展离不开有实用价值的理论研究和反映实际生产规律的实验研究。在辑录的文献中体现了这方面的特色。4.在编排内容的过程中,注意到了全书的整体性和系统性。按照加热、粗轧、精轧、冷却、卷取这样的工序顺序对文章进行编排,使读者既对现代热轧带钢生产的发展有总体的认识,又能够对各工序各单体技术有细致全面的了解。

我们希望,这本文集对我国从事热轧带钢生产的工程技术人员有一定的参考价值,它的出版,将对我国热轧带钢生产的发展起一定的推动作用。

本书由下列人员组成编辑委员会:

主任委员：张强

副主任委员：韩尧坤、唐崇明、王国栋

委员：赵培哲、言果威、吴国良、易贵科、母青山、赵权直、陈铁、崔红

参加本书上册译校工作的同志有：韩尧坤、王春铭、任启、易贵科、崔红、张晓芳、孙健、陈荣清、李洪斌、缪育德、韩力等同志。

参加下册译校工作的同志有：唐崇明、任启、易贵科、王春铭、崔红、赵迪、陈铁、张晓芳、袁玉芝、刘晰棕、郭忠智、陈荣清、李静嫒等同志。

全书由王国栋同志统一审校。

由于本书内容广泛，加上译、校者水平有限，书中不当之处在所难免，望读者批评指正。

译、校者

1992年5月

目 录

前言热带钢轧机发展的回顾.....	(1)
热带钢轧机的现代化改造	(32)
热轧厂加热炉控制的自动化系统	(47)
热装料对减少板坯加热炉能耗的影响	(54)
热轧厂板坯的大压下量侧压	(62)
Voest—Alpine 热带钢厂的宽度控制系统	(71)
热轧初轧机的自动板宽控制	(77)
用于带钢质量控制的轧辊偏心监测	(87)
带有液压执行机构自动厚度控制系统的动态特性	(92)
对于预测热板带外形凸度和平直度模型的检验与应用.....	(109)
热轧宽带钢的在线平直度测量和控制.....	(128)
应用 CVC 技术的热带轧机和应用自动宽度控制的新型粗轧机的现代化	(137)
用六辊轧机进行热带钢凸度控制*	(152)
带钢厚度断面数学模型的开发.....	(167)
高精度板断面形状和平直度的板带生产技术.....	(179)
热轧板带各种板形板凸度控制技术的比较.....	(196)
热轧精轧机新的张力控制方式的开发.....	(206)
热轧精轧机活套系统的非相干控制技术.....	(219)
板带轧制的蛇行控制.....	(226)
板带的蛇行控制 (一)	(237)
板带的蛇行控制 (二)	(246)
连续式和有可逆式轧机热轧机组层流冷却的自动控制.....	(253)
液压驱动助卷辊热带卷取机.....	(260)

热带钢轧机发展的回顾

J. M. Keefe, I. Earnshaw, P. A. Schofield

本文叙述了热带钢轧机的发展简史和限制其发展的主要因素。探讨了为满足当今需要所产生的不同轧机结构形式，并讨论了近期轧机的设计特点和趋势，以及满足将来要求的某些设想。

近年来，世界各国发表了很多有关宽带钢轧机发展和轧制工艺改进的文章。在机械、电气、电子工程、冶金研究和推动热带钢轧制技术进步的更复杂的应用技术如过程控制自动化等各个领域，经常有不同的新论点报道。尽管在现代热带钢轧机方面已有大量的新文献，但要想用较少的篇幅向工程师和轧钢工提供他们感兴趣的回顾性文章也是很困难的。本文介绍了早期连续带钢轧机改革的几个重要实例并将50年的历史分为三个发展阶段。总结了轧机主要设计参数的变化并讨论了粗轧机的各种结构形式。同时简单地介绍了1938年以来在英国安装的七机架热带钢轧机，并用较少的篇幅介绍了在Port Talbot安装的1450mm宽带钢轧机。提出了80年代轧机改进和发展的几种设想。

在列举的热带钢轧机一览表（表3-5）中，Ebbw Vale轧机很值得列在其中，虽然该轧机最近已被淘汰，但它是欧洲第一套连续带钢轧机。将它与战后兴建的Port Talbot和Llanwern轧机进行比较是很有意义的，后者是在1963年投入使用而成为欧洲第一套第二代轧机。同时也列入了较早的Hoesch半连续轧机和新的3/4轧机结构作为第一代向第二代轧机发展的实例。

将Hoogovens 1号半连续轧机与1963年安装的全自动2号连续轧机进行对比，实例还包括日本君津厂（Kimitsu）第一座全连续第三代轧机以及随后大分厂（Oita）安装的3/4连续轧机。这些轧机与欧洲三套“超级”轧机（Supermills）一同列入表中，这三套轧机分别建在德国不来梅市Klocknerwerke；意大利Taranto Italsider和法国Fos - Sur - Mer Solmer。

1. 历史

为了追溯板带轧制发展史，这里引用了1941年钢铁工程师协会出版的《现代带钢轧机》中的一个段落。

“早期的板材轧制仅限于那些易于冷加工，具有良好可塑性的金属，如：黄金、铅。用于这一目的最早的轧机大约是在1495年，Leonardode vinci给出了它的示意图。1615年出现了轧制铅用的轧机。根据记载，100年以后，能轧制铅、钢的平板轧机通常由水轮和马驱动。”

早期的铁加工第一步都是用锤进行的。直到1665年，人们还在用将铁放入熔化的锡溶液中的方法生产铁锡板。然而，大家知道，早在1728年，在英国威尔士（Wales）就能用轧制方法生产锡板了。事实上，持续了许多年，几乎所有的锡板都产自南威尔士。在那里，这种技术得到不断地发展和严格地保密。带钢轧制经过一段稳定的发展时期，大约在1875年，开始出现了老式的手动轧机。到1926年，第一套连续热轧机在美国Pennsylvania putler建成，它

生产的带钢宽度可达 914.4mm。该轧机成为现代热带钢轧机的原型,它由除鳞机(Scalebreaker)、一架两辊可逆式两侧带立辊的粗轧机组成,主传动电机容量为 3680kW;精轧机组由 4 机架 4 辊轧机组成,主传动电机容量为 5880kW,出口速度为 4.7m/s。

2. 热带钢轧机的发展 (1927—1978)

连续带钢轧机 50 年的发展史可以划分成 3 个明显的阶段,在此期间建造的各类轧机及安装日期示于表 1,表 2 为世界各国宽热带钢轧机一览表。

表 1 各种轧机安装一览

轧机类型	到 1960 年止	1961~1969 年	1970 年~1978 年	总 数
宽热带钢轧机	72	48	28	148
全连续轧机	35	22	10	67
3/4 连续轧机	2	5	2	9
半连续轧机	35	21	16	72

表 2 世界各国热带钢轧机一览
(不包括宽度小于 1mm 的、炉间轧机和其它特殊轧机)

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) t×10 ⁴
阿尔及利亚 SNS 公司	El Hadjar	1972 (76)	1500	1/2C	10.3	1.8
阿根廷 SOMISA 公司	San Nicolas	1962 (70)	1676	C	—	1.2 (2.0)
Propulsora Siderurgica	Ensenada	1972	2000	C	—	1.0 (2.2)
澳大利亚 BHP 公司	Port Kembla, NSW	1955	1676	1/2C	—	2.45
John Lysaght (Australia)	Westport, Victoria	1978	2050	1/2C(TR)	21.5	1.5 (4.5)
奥地利 Voest-Alpine	Linz	1952 (72)	1675	1/2C	18.0	2.2
比利时 S. A. Cockerillougree providence S. A.	Seraing	1954	1727	1/2C	—	1.0
S. A. Metallurgique d'Esperance	Jemeppe-sur-Meuse	1951 (57)	1372	1/2C	—	0.9

续表 2

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) $t \times 10^4$
Londos	chertal	1963	2250	1/2C	18.0	(3.0)
S. A. SIDMAR	Ghent	1966	2040	3/4C	18.0	(3.0)
Société Metallurgique Hainaut—sambre S. A.	charleroi	1976	2235	1/2C	20 (23)	1.0
Usines Gustave Boe1 S. A.	la Louviere	1966	1880	1/2C	16.4	1.2
巴西						
Cia Siderurgica National (CSN)	Volta Redonda	1943 (70)	1372	1/2C	12.0	1.05
(CSN)	Volta Redonda	UC		C		(3.2)
COSIPA	Piacaquera	1964	1676	1/2C		0.6
USIMINAS	Ipatinga	1964	2100	1/2C	9.6	(2.4)
保加利亚						
Kremikovski 钢铁公司	Kremikovski	1970	1700	1/2C		0.5 (2.5)
加拿大						
Algoma steel corp.	Sault ste. Marie	1963	2692	1/2C	17.9	0.6
DOFASCO	Hamilton Ontario	1954 (65)	1676	1/2C	14.3	2.8
STELCO	Hamilton Ontario	1941 (62)	1473	1/2C	6.7	2.0
	Lake Erie	暂订	2032	1/2C (TR)	17.9	
智利						
CAP	Huachipato	1971	1727	1/2C		
中国						
鞍山钢铁公司	鞍山	1959	1700	1/2C		1.8
武汉钢铁公司	武汉	1977	1720	3/4C	19.6	3.0
捷克斯洛伐克						
Cuncice 钢铁公司	Cuncice	1960	1020	1/2C		0.6
Kosice 钢铁公司	Kosice	1965	1700	C		3.4
埃及						
Egyptian 钢铁公司	Helwan	1970	1200	1/2C		0.8
芬兰						
Rautaruukki oy	Raabe	1971	2040	1/2C		0.35
法兰西						
Soc. Lorraine de Laminage Cont (SOLLAC)	Sermange	1953	2032	C	9.0	2.7

续表 2

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) t×10 ⁴
SDC. Lorraine Meridionale de Laminage continu (SOLNER)	FOS—Sur—Mer	1974	2286	C	21.5 (27.0)	4.0 (5.0)
Union						
Siderurgique du Nord	Densin	1951	1675	C	9/10.0	2.0
(USINOR)	Dunkirk	1964	2032	C	18.5	4.5
德国 (东)						
VEB						
Eisenhütten kombinat Ost	Eisenhüttenstadt	1976	1700	C		1.3
德国 (西)						
August—Thyssen Hütte	Beckerwerth	1964	2250	3/4C	19.0	4.2
	Bruckhausen	1955 (72)	1500	3/4C (过去是 C)	18.0	3.0
Fried Krupp Hüttenwerke	Bochum	1966	1800	1/2C	18.6	2.16
Hoesch Estel	Dortmund	1958 (73)	1730	3/4C (过去是 1/2)C	21.0	3.24
Klockner Werke	Bremen (现已停产)	1958	2100	1/2C	9.6	2.4
Klockner Werke	Bremen	1973	2300	C	28.6 (35.4)	3.35 (5.4)
Stahlwerke peine Salzgitter	Salzgitter	1964 (73)	2080	1/2C	20.0	3.6
希腊						
Halyvourgiki Inc.	Eleusis	1968	1650	1/2C	9.3	0.5
匈牙利						
Dunai Vasnu Iron and steel works	Dunaujvaros	1960	1700	1/2C		0.7 (1.8)
印度						
Bokaro Steel Ltd	Bokaro	1975	2000	C		1.72 (6.0)
Hindustan Steel Ltd	Bourkela	1961	1700	3/4C		1.3
伊朗						
NISIC	Bandar Abbas	UC	2030	3/4C	17.0	2.2 (3.0)

续表 2

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) t×10 ⁴
意大利 Italsider S. P. A	Cornigliano	1953	2032	1/2C	10	2.3
	Taranto NO. 1	1964	1127	C	17.2	
	Taranto NO. 2	1973	2296	C	28.0 (35.7)	3.5 (5.4)
Società Terni Stabilimenti Siderurgici	Terni	1965	1422	1/2C	8.6	1.5
日本 Kawasaki Steel Corp.	Chiba	1958	1422	1/2C		1.6
	Chiba	1963	2032	C	17.9	3.0
	Mizushima	1970	2300	C	28.6	4.5
Kobe Steel Co. Ltd	Kokogawa	1972	2186	1/2C (C)	19.6 (23.2)	(4.8)
Nippon Kokan K. K.	Fukuyama	1966	2057	C	17.9	4.8
	Fukuyama	1972	1780	C	17.9 (21.3)	3.4 (5.0)
	Keihin-Mizue	1959	1727	1/2C	8.0	2.2
	Ohgishima	1979	2400	3/4C	17.0	3.6
Nippon Steel Corp	Hirohata	1942 (52)	2184	1/2C	12.5	1.6
	Kimitsu	1969	2286	C	21.1 (35.7)	(4.8)
	Muroran	1957	1422	1/2C	9.0	1.4
	Nagoya	1963	1727	C	18.3	3.6
	Oita	1971	2250	3/4C	26.8 (35.7)	3.0 (6.0)
	Sakai	1964	1462	C	16.1	2.5
	Yawata-Tobata	1941 (57)	1127	1/2C	7.8	1.9
	Yawata-Tobata	1958	2032	1/2C	14.8	2.6
Nisshin steel Works	Kure	1966	1524	3/4C	12.0	2.6
	Kure	1979	1810	3/4C	18.3	1.25 (Int)
Sumitomo Metal Ind.	Kashima	1969 (76)	1780	C	23.3	4.0
	Wakayama	1962	2032	1/2C	21.4	2.4
南朝鲜 Pohang Iron & Steel	Pohang	1972	1422	1/2C	12.5	0.6
	Pohang	有序 1977	1725	C	18 (20)	3.0 (4.0)

续表 2

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) t×10 ⁴
墨西哥						
Altos Hornos de Mexico SA (AHMSA)	Monclova	1965	1727	1/2C		0.75
Fundidora Monterrey SA	Monterrey	1961	1676	1/2C		1.0
Hylsa-Hojalata y Lamina SA	Monterrey	1953	1219	1/2C		0.9
荷兰						
Hoogovens Estel	Umuiden	1953	1422	1/2C	7.0	1.65
	Umuiden	1969	2235	C	22.3	4.5
巴基斯坦						
Pakistan Steel Mills	Karachi	1978	1700			1.4
波兰						
Huta im Lenina	Cracow	1956	1700	C	6.8	2.4 (3.0)
Huta Katowice	Katowice	UC	2000	C	27.0	
罗马尼亚						
Galatz Iron & Steel	Galatz	1971	1700	1/2C		2.0 (3.5)
南非						
S. A. Iron & Steel	Vanderbijlpark	1943 (66)	1422	1/2C	10.7	1.5
Ind. Corp. (ISCOR)	Vanderbijlpark	1974	2050	1/2C (TR)	20.0	1.5 (2.75)
西班牙						
Altos Hornos de Vizcaya SA	Baracaldo	1966 (77)	1676	1/2C		1.7
Altos Hornos/USS	Sagunta	暂停	2235	?		2.1
Empresa Nacional Siderurgica (ENSIDESA)	Aviles	1972 (78)	1727	1/2C	14.0	1.5
瑞典						
Stora Kopparbergs Bergslags AB	Domnarvet	1961	1850	1/2C	10.3	1.2
中国台湾						
	Projected	?	1700	1/2C		1.2 (3.0)
土耳其						
Eregli Demir ve Celik Fab. (ERDEMIR)	Eregli	1975	1676	1/2C		2.0 (4.0)
英国						

续表 2

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) t×10 ⁴
Alphasteel	Newport	1977	1650	1/2C	14.3	1.25
BSC	Ebbw Vale *	1938 (59)	1422	C	8.0	1.0
	Lackenby	1968	2032	1/2C	11.8	1.4
	Llanwern	1963 (72)	1727	C	17.9	3.0
	Port Talbot	1951 (66)	2032	C	9.6	2.25
	Ravencraig	1963	1727	1/2C	17.3	1.8
	Shotton	1939 (58)	1524	3/4C (以 前是全连续)	12.9	1.5
美国						
Allegheny Ludlum	Brackenridge	1932 (52)	1422	1/2C	9.8	0.55
Armco Steel Corp.	Ashland	1953 (65)	2032	C	7.1	1.54
	Butler *	1926	1219	1/2C		—
	Butler	1957	1473	1/2C	8.9	0.83
	Middletown *	1928 (39)	2032	C		—
	Middletown	1967	2184	C	19.6	3.2
Bethlehem Steel	Burns Harbour	1966	2032	C	21.4	3.0
	Lackawanna	1935 (63)	2007	C	8.0	2.3
	Sparrows Point	1937 (60)	1422	C	10.2	2.45
	Sparrows Point	1948 (65)	1753	C	9.8	2.83
Crucible Steel	Midland, Pa.	1961	1422	1/2C	13.4	0.39
Cyclops Steel Corp.	Mansfield, O.	1953 (57, 60)	1448	1/2C	11.0	0.55
Detroit Steel Corp.	Portsmouth, O.	1952 (65)	1422	1/2C	9.8	1.1
Ford Motor Co.	Dearborn, Mich. *	1935 (61)	1676	C	5.8	1.83
	Dearborn, Mich.	1974	1727	C	15.5	3.4
Inland Steel	Indiana Harbour, Ind.	1932 (58)	2007	C	10.0	1.54
	Indiana Harbour, Ind.	1938 (51)	1194	C	6.3	1.8
	Indiana Harbour, Ind.	1965	2032	C	18.8	3.5
Jones & Laughlin Steel Corp.	Aliquippa, Pa.	1957	1118	1/2C	11.8	1.45
	Cleveland (Otis) *, O.	1932 (58)	1956	C	8.0	—
	Cleveland, O.	1964	2057	3/4C	17.9	2.2
	Pittsburgh, Pa.	1937 (64)	2438	C	18.9	1.36

续表 2

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) t×10 ⁴
Kaiser Steel	Fontana, Calif.	1950 (58)	2184	C	9.4	1.52
McLouth Steel Corp.	Trenton, Mich.	1954 (68)	1524	1/2C	12.0	1.63
National Steel Corp.	Granite City, Ill. *	1936 (55)	2286	1/2C		—
	Granite City, Ill.	1967	2108	C	19.6	2.2
	Great Lakes Ecorse	1936 (67)	2489	C	7	2.2
	Great Lakes Ecorse	1961	2032	C	17.9	3.8
	Weirton, W. Va.	1927 (55)	1372	C	14.8	2.8
	Weirton, W. Va.	1967	2032	C	17.9	3.8
Republic Steel Corp.	Cleveland, O. *	1937	2489	C	7.1	2.0
	Cleveland, O.	1970	2159	C	22.3	2.4
	Gadsden, Ala.	1957 (65)	1371	1/2C		1.12
	Warren, O. *	1927 (37)	1067	C		—
	Warren, O.	1961 (64)	1473	1/2C	17.9	1.82
Sharon Steel Corp.	Farrell, Pa.	(67)	1524	1/2C		1.52
US Steel Corp.	Dravosburg, Pa.	1938 (63)	2032	C	8.0	2.79
	Fairfield, Ala.	1937 (65)	1219	3/4C	8.57	1.47
	Fairless, Pa.	1953 (64)	2057	C	10.7	2.54
	Gary, Ind. *	1927	1067	C		—
	Gary, Ind.	1936 (48)	2032	C	8.0	2.8
	Gary, Ind.	1967	2134	C		3.2
	Geneva, Utah	1944 (55, 65)	2032	1/2C	12.5	1.87
	Homestead, * Pa.	1936	2540	1/2C		—
	Youngstown (McDonald), O.	1935 (66)	1092	C	8.0	1.2
	So. Chicago, * Ill.	1931	2438	C		—
WheelingPittsburgh	Allenport, Pa.	1953 (64)	1676	1/2C	8.9	0.82
	Steubenville, O. *	1929 (40)	1676	C		—
	Steubenville, O.	1965	2032	C	17.9	2.2
Youngstown Sheet & Tube	Campbell, O.	1935 (61)	2007	C	11.6	2.25
	Indiana Harbour, Ind.	1939 (62)	1422	C	7.1	1.84
	Indiana Harbour, Ind.	1967	2134	C		3.48
苏联						
Chelyabinsk Iron & steel	Chelyabinsk	1963	1700	1/2C		1.2

续表 2

国 家 企 业	地 点	建造日期 (改造)	轧机宽 mm	轧机形式 (设计)	卷尺寸 (设计) kg/mm	年生产能力 (设计) t×10 ⁴
Cherepovets Iron & Steel	Cherepovets	1960	1700	1/2C		1.8
	Cherepovets	1976	2000	C		(6.0)
Ilyich Iron & Steel	Zhdanovsk	1960	1700	C		3.5
Karaganda Iron & Steel	Ternir-Tsi	1967	1700	C		4.5
Magnitogorsk Iron & Steel	Magnitogorsk	1953	1450	C		1.3
	Magnitogorsk	1960	2489	C		3.8
Novo-Lipetsk Iron & Steel	Novo-Lipetsk	1969	2000	C	21.0	6.0
Zaporozhstal Iron & Steel	Zaporozhe	1936 (57)	1675	C		2.5
委内瑞拉						
CVC Siderurgica del Orinoco (SIDOR)	Metanzas	1974 (78)	1422	1/2C	16.0	2.1
南斯拉夫						
Skopje Iron & Steel	Skopje	1969 (71)	1729	1/2C		1.2
Smolensk Iron & Steel	Smolensk	1975	2235	1/2C	23.5	0.8 (2.7)

注: * 现已停产 C——连续式 UC——建造中 TR——连续粗轧机

2.1 第一代轧机 (1927~1960年)

美国轧机公司在 Butler 成功地建成第一套热带钢连轧机。随后, 于 1927 年, 在 Weirton 建造了 1372mm 连轧机。1939 年、1947 年进行了部分更改, 1955 年重建, 如今年产量为 280 万吨。在这套先驱轧机之后, 轧机就朝着加大宽度、逐步提高轧制速度的方向发展, 同时增加轧机的设计刚度和主传动容量。

在《现代带钢轧机》历史一章中, 有这样一段叙述: “20 年代末, 在现代带钢轧机的发展过程中, 有两点是最重要的。4 辊轧机的应用, 配有合适的轴承和较好的轧机刚度, 能成功地将宽材料轧成薄板, 并达到公差要求。同时, 在精轧机上采用发电机-电动机机组供电的控制系统, 使这些轧机的速度调节具有灵活性并使相连机架同步调节成为可能。”

从 30 年代到 1960 年, 各主要参数如板坯/卷尺寸, 板坯加热炉宽、粗轧机的间隔、轧机操作形式以及成品钢卷产量基本保持不变。在此时期, 全世界约有 70 套连轧机在生产, 其中 50% 是在美国和加拿大, 它们中约一半是全连续轧机, 仅有两套 3/4 连轧机。

这些轧机基本用来生产单位宽度卷重为 4~11kg/mm, 板坯厚 125~200mm, 卷重 5~10t 的板材。精轧机电机容量限制直接影响了轧机的出口速度, 使轧机不能采用升速轧制。宽带钢轧机充足的装机容量使其能加工最大宽度达 1500mm 的带钢, 单位宽度卷重也随着板坯宽度的增加而减少。例如: 在 Port-Talbot 实测的镀锡板最大板坯尺寸为 864×226mm, 单位卷重 10kg/mm, 而最小板坯尺寸为 1778×140mm 时, 单位卷重为 6kg/mm。这些轧机中大部分年生产能力能达到 100~200 万吨, 仅有几套能达到 200~300 万吨, 表 3 列出了第一代轧机及部分参数, 图 1 给出了各种轧机的布置形式。

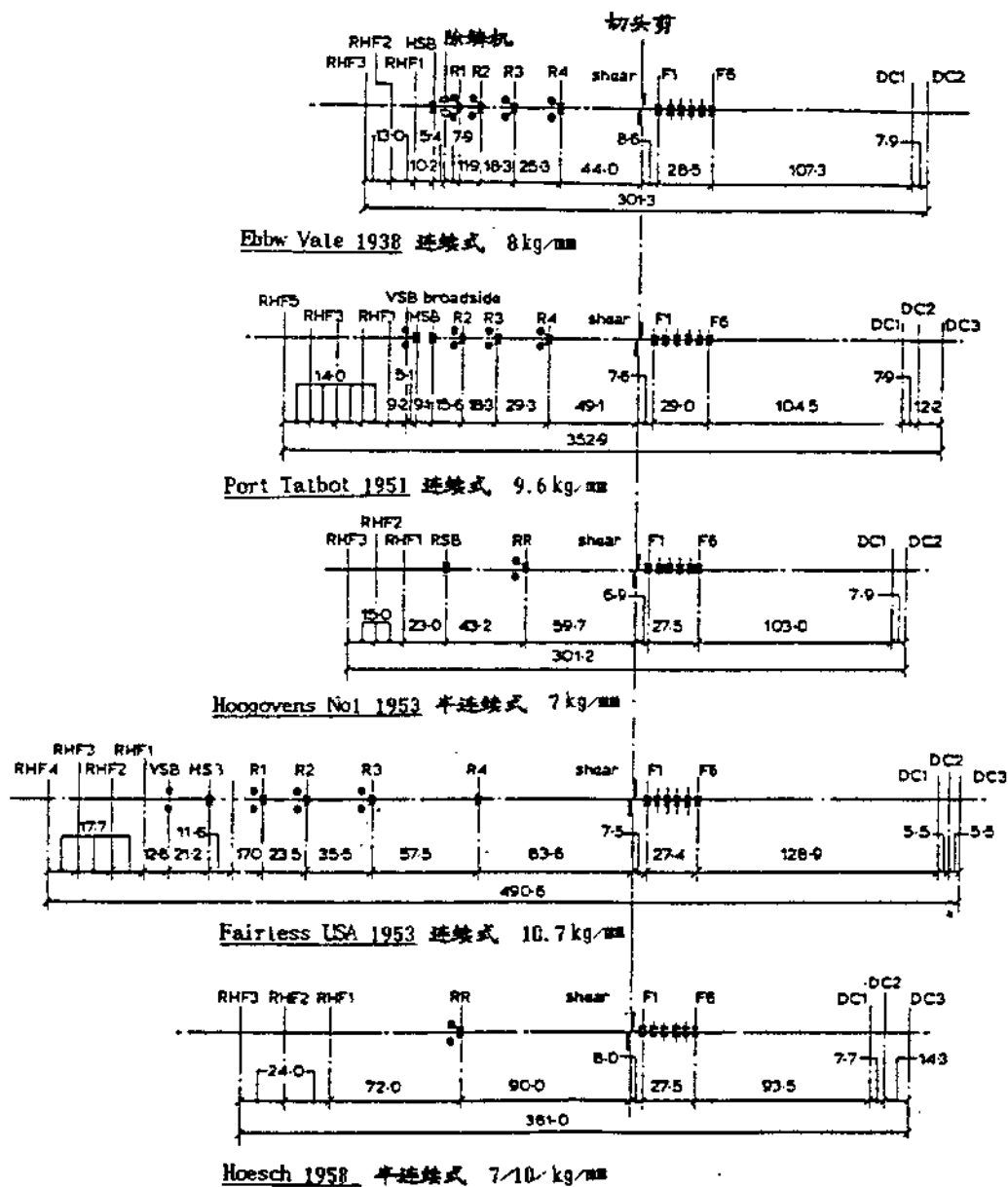


图1 五套第一代轧机 (见表3)