

世界H型钢与钢轨生产技术

董志洪 编著

冶金工业出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

世界 H 型钢与钢轨生产技术/董志洪编著. —北京: 冶金工业出版社, 1999. 4

ISBN 7-5024-2300-1

I. 世… I. 董… III. ①型钢-金属加工-工艺 ②钢轨-金属加工-工艺 IV. TG14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 38297 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 李培禄 美术编辑 熊晓梅 责任校对 侯琨

北京梨园彩印厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1999 年 4 月第 1 版, 1999 年 4 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 8.875 印张; 2 插页; 237 千字; 270 页; 1-2000 册

24.00 元

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

国家冶金工业局局长王万宾题词

志洪同志：

祝贺你的新著即将问世，
相信这本书的出版，对我国的
H型钢生产和钢板生产会产生
积极的影响。

王万宾

一九八二年四月十日

国家冶金工业局副局长兼总工程师单亦和
题词

祝賀志洪H型鋼5卷
第一書出版發行

一九九八年十月

单亦和

前 言

H型钢作为一种经济断面钢材问世已有几十年,现已广泛应用于高层建筑、车辆、桥梁、电站、码头、衡器、航天等行业。我国H型钢生产起步较晚,加快我国H型钢生产的发展,是推动我国钢铁工业结构调整和钢材品种优化的重要内容。

钢轨作为铁路的重要基础材料,虽已经历了100多年的发展,至今仍是方兴未艾。尤其是随着高速铁路、重载铁路和城市快速轻轨铁路的发展,人们对钢轨的研究有了新的进展。国外不少运输专家都指出21世纪铁路仍是陆路运输的主要工具。

我国尽管已成为头号钢铁生产大国,但必须看到,在H型钢和钢轨生产技术与工艺装备的开发研究上与国外工业发达国家相比,至今还有较大差距。从70年代开始,国内就有学者陆续发表了不少介绍国外H型钢和钢轨生产技术的文章,但至今为止,国内还没有一本较为系统地介绍世界H型钢和钢轨生产技术的专著。连铸技术的发展,尤其是“近终形连铸”的推广和万能轧机的采用,又将这两个品种的轧钢生产技术发展推向了一个崭新阶段。

令人欣慰的是我国第一个具有世界先进水平的H型钢厂,已经在马鞍山钢铁公司投产。而令人遗憾的是至今我国还没有一个具有世界先进水平的钢轨厂,为此,我国不得不从国外进口高质量钢轨。

为加快我国H型钢和钢轨生产技术的发展,本人根据在国内外长期从事型钢和钢轨技术工作的实践经验,以及国外在H型钢和钢轨生产技术方面的最新发展,将有关这两个品种的生产技术系统地介绍给我国同行,为发展我国自己的H型钢和钢轨事业抛砖引玉,这是我多年的宿愿。经过多年准备,终于写成此书。

在本书编写过程中,得到了原冶金工业部、铁道部等有关部

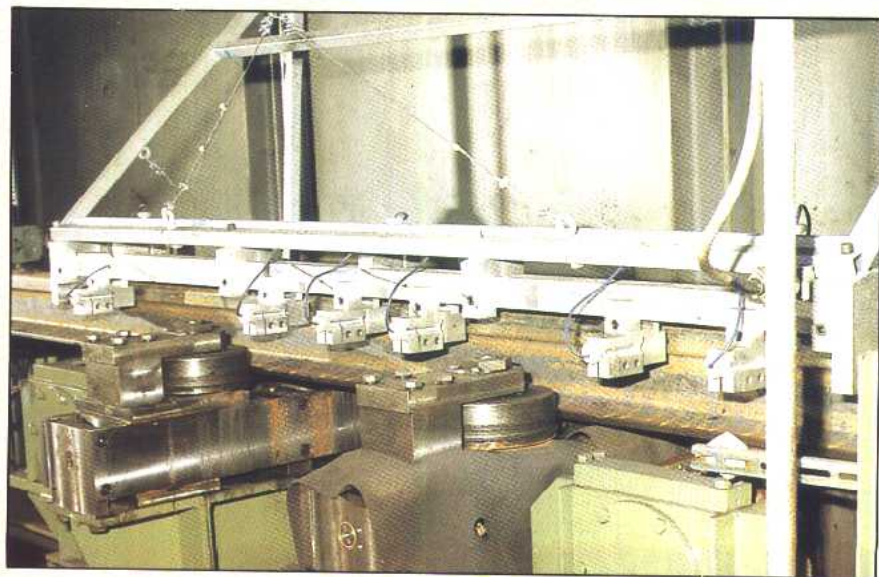
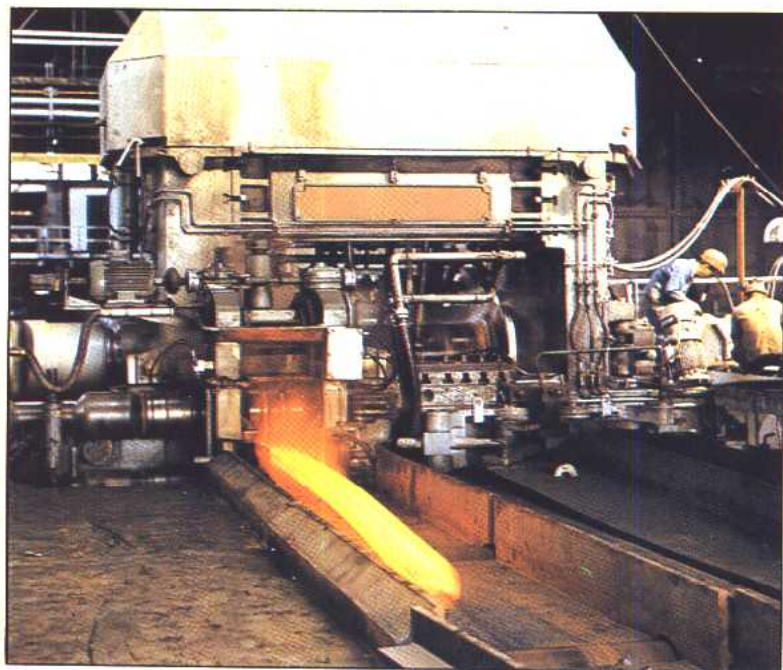
门领导和技术人员的大力支持。在此，特别向李柏年教授、包卖师总经理（德）、赫内贝格专家（德）、德浩士研究员（法）、小林敏彦研究员（日）、麦当劳总工程师（加拿大）等学者以及我的夫人对本书的编写工作所给予的帮助，表示感谢。

限于本人学术水平，书中可能还有不妥之处，敬希批评指正。

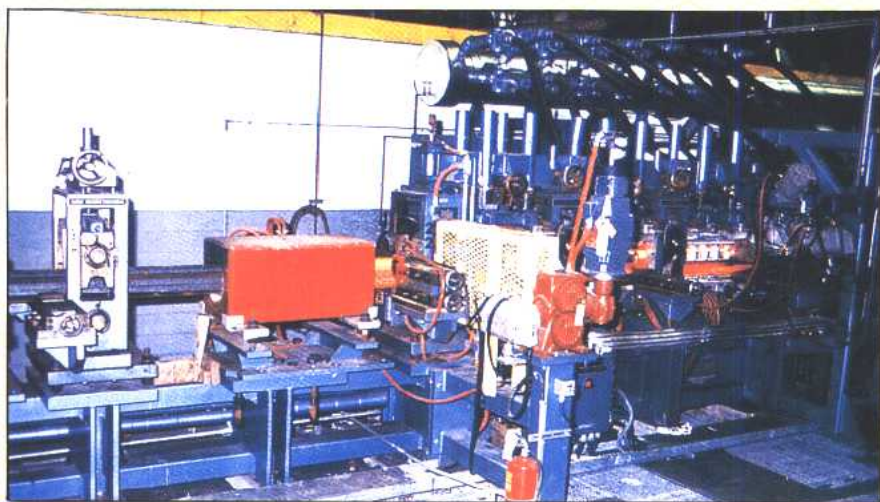
董志洪

1998年6月1日于北京

法国钢铁集团哈亚士厂双万能轧机轧制钢轨



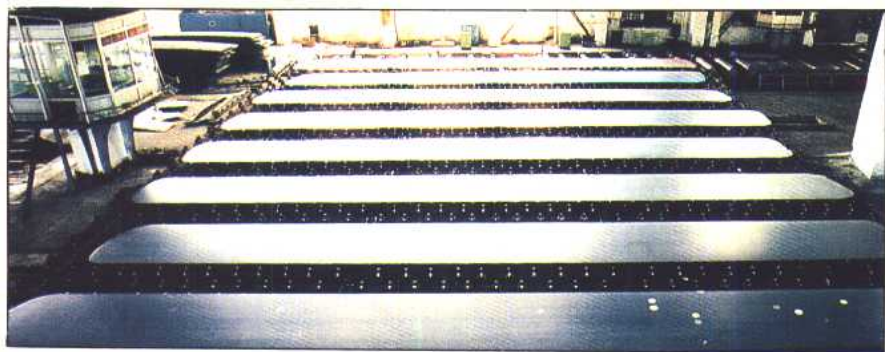
法国钢铁集团研制的用于检测高速铁路钢轨平直度的波浪米尺



加拿大悉尼钢厂钢轨淬火装置

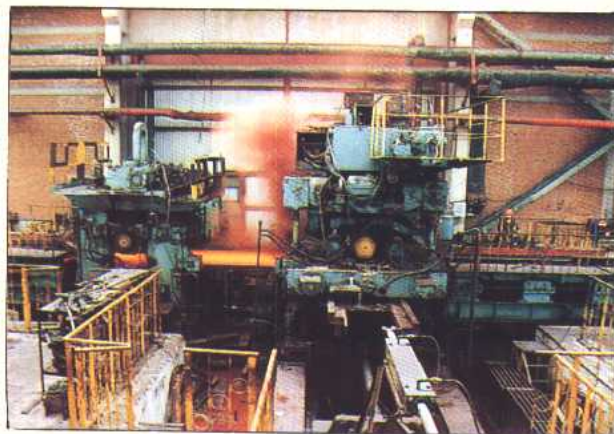


攀枝花钢铁公司轨梁厂钢轨加工线

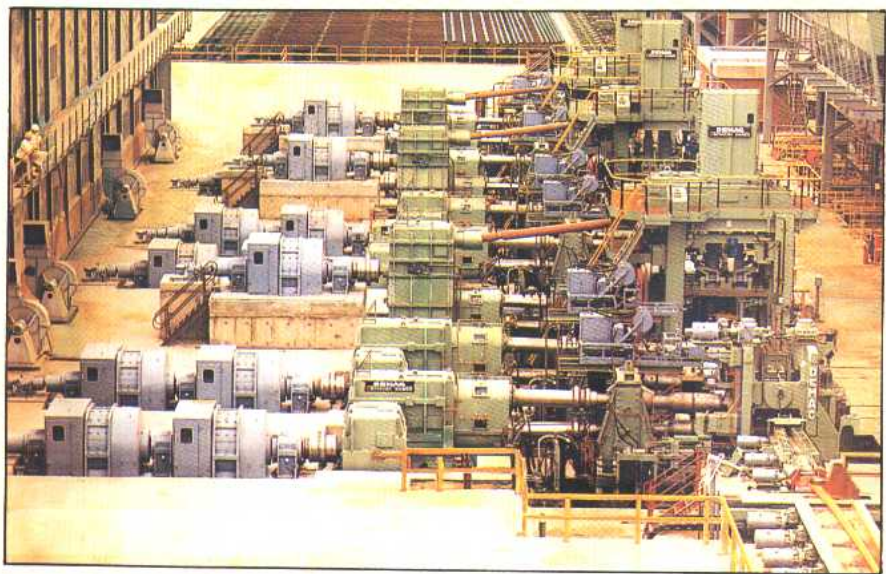


营口中板厂可生产铁道、建筑专用板材

马鞍山钢铁
公司万能轧机轧
制H型钢



鞍山市第一
轧钢厂万能轧机
轧制H型钢



由德马克公司提供的南非 H 型钢万能轧机

德马克公司制造的异形坯连铸机



日本新日铁公司八幡厂轧制钢轨

目 录

上篇 H 型钢

1	H 型钢发展概况	1
1.1	工字钢的诞生	1
1.2	万能轧机	2
1.3	H 型钢的研制	2
1.4	H 型钢的发展	3
2	H 型钢的种类及特点	8
2.1	H 型钢的种类	8
2.2	H 型钢的特性	9
3	H 型钢的轧制方法	14
3.1	普通二辊或三辊式型钢轧机轧制 H 型钢	14
3.2	一架万能轧机轧制 H 型钢	15
3.3	多架万能轧机轧制 H 型钢	18
4	H 型钢孔型设计与连轧控制	23
4.1	H 型钢孔型设计的基本原则	23
4.2	坯料选择	24
4.3	连轧控制	24
5	H 型钢生产工艺	27
5.1	工艺流程	27
5.2	H 型钢生产工艺的选择	28
5.3	连铸异形坯尺寸的确定	32
6	H 型钢轧机与轧辊	38
6.1	H 型钢轧机及其平面布置	38
6.2	H 型钢轧机所用轧辊	41

7	H 型钢常见缺陷	43
7.1	钢质缺陷	43
7.2	轧制缺陷	44
7.3	精整缺陷	47
8	H 型钢断面选择与建筑结构设计	49
8.1	型钢断面选择的原则	49
8.2	H 型钢断面设计原理	51
9	H 型钢在国外各行业中的应用	53
9.1	H 型钢在高层建筑上的应用	53
9.2	H 型钢在工业建筑上的应用	54
9.3	H 型钢在造船和港口建设中的应用	55
9.4	H 型钢在地下支护工程中的应用	55
10	H 型钢在我国应用的市场前景	56
10.1	桥梁建设需用 H 型钢	56
10.2	工业钢结构件需用 H 型钢	56
10.3	地下铁路、矿山巷道需用 H 型钢	57
10.4	石油工业需用 H 型钢	57
10.5	高层建筑需用 H 型钢	58
11	H 型钢在隧道工程中的应用实例	60
11.1	支护工程所用 H 型钢尺寸及性能	60
11.2	用于支护工程的钢拱支撑架	61
11.3	两种隧道支撑架设计实例	67
11.4	用 H 型钢作支撑架的优点	67
12	焊接 H 型钢	71
13	提高 H 型钢性能的途径	74
14	世界各主要 H 型钢厂的工艺设备概况	77
14.1	德国波恩-萨克厂 (Peine-Salz Works, Germany)	77
14.2	德国萨克公司连续中型厂 (Continuous Medium Section Works of Sack Corp., Germany)	80

14.3	美国钢公司宽边工字钢厂(Wide Flange H Beam Works of US Iron & Steel Corp. ,USA).....	80
14.4	英国谢尔顿公司宽边钢梁厂(Wide Flange Beam Works of Schelton Corp. ,UK)	81
14.5	日本新日铁君津大型厂(Kimiti Heavy Section Works of Nippon Steel Corp. ,Japan)	82
14.6	日本新日铁八幡轨梁厂(Yawata Rail Beam Works of Nippon Steel Corp. ,Japan)	85
14.7	日本新日铁八幡第二大型厂(Yawata Second Heavy Section Works of Nippon Steel Corp. , Japan)	87
14.8	日本新日铁广畑大型厂(Hirohata Heavy Section Works of Nippon Steel Corp. ,Japan)	88
14.9	日本新日铁釜石大型厂(Kamaishi Heavy Section Works of Nippon Steel Corp. ,Japan)	90
14.10	日本川崎钢铁公司水岛大型厂(Mizushima Heavy Section Works of Kawasaki Corp. , Japan)	91
14.11	日本川崎钢铁公司水岛中型厂(Mizushima Medium Section Works of Kawasaki Corp. , Japan)	92
14.12	日本川崎钢铁公司茸合厂(Fukiai Works of Kawasaki Corp. ,Japan)	93
14.13	日本钢管公司福山第一大型厂(Fukuyama First Heavy Section Works of NKK,Japan)	93
14.14	日本钢管公司福山第二大型厂(Fukuyama Second Heavy Section Works of NKK,Japan) ...	94
14.15	日本住友金属公司鹿岛大型厂(Kashima Heavy Section Works of Sumitomo,Japan)	97
14.16	法国浪雷厂(Longway Works,France)	102

14.17	波兰卡特维茨中型轧钢厂(Katerviz Medium Section Works, Poland)	105
14.18	中国马鞍山钢铁公司万能轧钢厂(Universal Rolling Works of Maanshan Iron & Steel Corp., China)	107
14.19	中国鞍山市第一轧钢厂(First Rolling Works of Anshan City, China)	111
14.20	中国台湾东和钢铁公司万能钢梁厂(Tungsho Steel Corp., Universal Beam Works in Taiwan, China)	113
14.21	中国山东莱芜钢铁总厂H型钢车间(Shandong Laiwu Iron & Steel Works of H Beam Mill, China)	114
14.22	中国上海大通钢结构有限公司(Shanghai Datong Steel Structures Co. Ltd., China)	115

下篇 钢 轨

15	钢轨简史	116
15.1	钢轨的诞生与发展	116
15.2	世界铁路与中国铁路简史	121
15.3	铁路发展现状与未来	123
16	钢轨种类及断面特性	129
16.1	钢轨的种类	129
16.2	钢轨断面特点和发展趋势	130
17	钢轨生产工艺	145
17.1	现代钢轨生产工艺	145
17.2	钢轨孔型系统	147
17.3	钢轨孔型设计	149
17.4	钢轨矫直	153
17.5	钢轨矫直应力计算	156

17.6	钢轨生产过程的自动化控制	159
17.7	采用连铸大方坯工艺生产钢轨	161
17.8	钢轨中的残余应力	172
18	钢轨质量检测技术	175
18.1	钢轨表面质量的检测	175
18.2	钢轨内部质量的检测	178
18.3	钢轨外观尺寸的检测	181
18.4	钢轨质量在线自动化检测	183
19	钢轨生产技术的发展现状与未来	184
19.1	世界各国钢轨钢研究现状	184
19.2	世界各国钢轨实物性能	185
19.3	珠光体钢轨钢的成分、组织和性能	189
19.4	合金钢轨钢	199
19.5	面向 21 世纪铁路的新型钢轨钢	201
20	钢轨缺陷与伤损	203
20.1	钢轨轧制缺陷	203
20.2	钢轨低倍缺陷	208
20.3	钢轨伤损	211
20.4	焊接钢轨伤损	213
21	钢轨热处理	216
21.1	钢轨热处理简史	216
21.2	钢轨热处理工艺	218
21.3	钢轨钢热处理工艺的选择	220
21.4	对热处理钢轨钢性能的评价	224
21.5	对钢轨钢使用性能的评价	226
22	钢轨的焊接	229
22.1	概况	229
22.2	钢轨焊接工艺简介	229
23	世界主要钢轨生产厂工艺设备概况	233
23.1	英国钢铁公司沃金顿厂 (Workington Works of	

	Iron & Steel Corp. , UK)	233
23. 2	日本新日铁八幡厂 (Yawata Works of Nippon Steel Corp. , Japan)	234
23. 3	美国惠灵匹兹堡钢公司的万能钢轨厂 (Universal Rail Works of Wheeling Pittsburg Corp. , USA)	243
23. 4	德国蒂森公司 AG 厂 (AG Works of Thyssen Corp. ,Germany)	245
23. 5	美国宾夕法尼亚钢厂 (Pennsylvania Steel Works, USA)	247
23. 6	法国钢铁集团哈亚士厂 (Hayange Works of Usinor Sacilor Steel Group, France)	248
23. 7	加拿大悉尼钢厂 (Sydney Steel Corp. ,Canada)	251
23. 8	乌克兰亚速钢厂 (Azovsk Steel Works, Urkerland)	258
23. 9	波兰卡特维茨大型厂 (Katerviz Heavy Works, Poland)	260
23. 10	卢森堡罗丹厂 (Rodange Works, Luxembourg)	262
23. 11	中国包头钢铁公司轨梁厂 (Rail & Beam Works of Baotou Iron & Steel Corp. ,China)	263
23. 12	中国攀枝花钢铁公司轨梁厂 (Rail & Beam Works of Panzhihua Iron & Steel Corp. ,China)	265
23. 13	中国鞍山钢铁公司大型厂 (Heavy Section Works of Anshan Iron & Steel Corp. ,China) ...	267
23. 14	中国武汉钢铁公司大型厂 (Heavy Section Works of Wuhan Iron & Steel Corp. ,China) ...	267
参考文献		269

上篇 H 型钢

1 H 型钢发展概况

1.1 工字钢的诞生

随着工业的发展，在资本主义工业革命的推动下，钢铁和造船业在欧美得到迅速发展。这时，方、圆、角钢等简单断面型钢已不能满足大型工程的设计要求。材料力学的研究表明，具有工字形断面的型钢比方、圆、角断面的型钢具有更大的抗弯模数，又比上述断面的型钢节约金属。正是在这样的情况下，1847 年法国人兹尔发明了工字钢。当时的工字钢是用四个角钢和一块钢板焊接而成的，其高 100mm，腿宽 60mm。尽管这种工字钢腿很窄，生产效率也不高，但由于它比角钢等具有更大的抗弯能力，所以仍被人们广泛采用。为了提高工字钢产量，降低生产成本，兹尔通过两年努力，采用轧制方法生产了四种工字钢，其高度为 100~178mm，长度超过 6m。这些工字钢是在横列三辊型钢轧机上生产的，其腿宽受到辊径的限制，采用开闭口交替孔型，其内侧带有斜度，即今天的普通型工字钢。

尔后，人们逐步轧制出高为 80~600mm 的工字钢。工字钢的腿宽与高度之比，小号为 $1/2$ ，大号为 $1/3$ ，腿内侧斜度为 8% ~ 17% 。

当时这种工字钢大都在二辊或三辊式轧机上轧制，它最适合做各种梁型建筑构件。由于腿部窄小，不适宜承受纵向弯曲的柱型或桩型建筑构件，因柱型工字钢除要求腿宽与高度相等外，还要求腿内侧斜度平行。这种宽腿无斜度的工字钢比窄腿有斜度的