

现代钢铁 工业技术

连·轧·钢·管

龚尧 周国盈 主编

冶金工业出版社



PDG

现代钢铁工业技术

连 轧 钢 管

龚 尧 周国盈 主编

冶金工业出版社

(京)新登字 036 号

内 容 简 介

本书以消化宝山钢铁总厂无缝钢管厂国外引进新技术为基础,系统地论述了现代化连轧钢管热轧生产工艺、精整工艺、油井管生产工艺及其有关参数选择计算;同时还全面地介绍了穿孔机、连轧管机、张减机、冷锯、矫直设备、水压试验机、步进式冷床、热定心机、加热炉及液压润滑等。

本书可供从事连轧钢管科研、设计及生产的工程技术人员和大专院校有关师生参考。

现代钢铁工业技术

连 轧 钢 管

龚 尧 周国盈 主编

(内部发行)

冶金工业出版社出版 行

(北京北河沿大街翠明庄宾馆38号)

河北省阜城县印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张24.25 字数583千字

1992年12月第一版 1992年12月第一次印刷

印数00,001~1,000册

ISBN 7-5024-1003-1

TG·141 定价21.00元

前 言

本书以消化宝山钢铁总厂（以下简称宝钢）无缝钢管厂国外引进的新技术为基础，系统地论述了现代化连轧钢管生产新工艺与新设备。

本书阐述了连轧钢管热轧生产工艺、精整工艺、油井管生产工艺及有关参数选择计算，还介绍了穿孔机、连轧管机、张减机、冷锯、矫直设备、水压试验机、步进式冷床、热定心机、加热炉等设备及液压润滑技术等，并在总结宝钢无缝钢管厂工程建设实践和消化国外有关资料的基础上，经过整理、充实、提高，提出了有关设计计算方法和经验数据。

本书由上海冶金设计研究院组织编写。参加编写人员（按编写章节前后为序）有：上海冶金设计研究院的褚元强、鲍奕山、刘必旭、周力、张安利、陈立山、邵康、胡润珍、金之干、王斯明、张士仪；宝山钢铁总厂的余大典、金升康、陈刘定、朱学勇等。

参加本书部分审稿工作的有：陈锡彬、李蔚明、陈凯等。全书最后由龚尧、周国盈同志负责修改审核定稿。

本书编写工作由顾岩峥、郭静之同志具体组织，他们为本书的出版付出了巨大的劳动。此外，本书的编写工作还得到了院内外有关部门和同志们的大力支持和帮助，在此一并致以谢意。

由于我们对宝钢无缝钢管厂建设、生产实践总结得不够深，对引进技术学习消化还不够透，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1990年12月

目 录

第一章 热轧车间生产工艺	1
第一节 连轧管机组的简述.....	1
第二节 连轧管机组的主要设备.....	2
第三节 连轧管机组的设备布置.....	2
第四节 连轧管机组的生产工艺过程.....	10
第五节 轧制程序表的编制.....	15
第六节 连轧管机组生产能力的计算.....	29
第七节 管坯的切断、加热及定心.....	36
第八节 管坯的穿孔.....	40
第九节 全浮动芯棒连轧机轧制荒管.....	47
第十节 减径前荒管的再加热和张力减径.....	57
第十一节 钢管的冷却、切断和收集.....	73
第十二节 轧件的跟踪及长度监控.....	73
第二章 精整车间生产工艺	75
第一节 精整车间组成与平面布置.....	75
第二节 精整设备能力计算.....	86
第三章 油井管生产工艺	94
第一节 油井管的品种及生产工艺.....	94
第二节 油井管精整.....	98
第三节 管端加厚.....	103
第四节 油井管热处理.....	112
第五节 油井管管体料的检验.....	118
第六节 油管、套管管体加工.....	120
第七节 钻杆对焊.....	126
第八节 管接头加工.....	132
第九节 工具接头加工.....	136
第十节 保护环加工.....	142
第四章 工具加工、量规校验及成品质量检验	147
第一节 工具加工.....	147
第二节 量规校验与修复.....	154
第三节 成品检验.....	156
第五章 热加工主体设备	158
第一节 穿孔机.....	158
第二节 连轧管机组设备.....	168

第三节 张减机	180
第六章 冷加工主体设备	197
第一节 冷锯	197
第二节 钢管矫直设备	216
第三节 水压试验机	233
第四节 加厚机	244
第五节 摩擦对焊机	249
第七章 辅助设备和装置	265
第一节 步进式冷床	265
第二节 管坯火焰切割机	272
第三节 热定心机	276
第四节 钢管测长与称重装置	279
第五节 标记打印装置	285
第六节 修磨机	294
第八章 液压与润滑系统	299
第一节 液压系统	299
第二节 稀油润滑	309
第三节 干油润滑	311
第九章 加热炉	312
第一节 环形加热炉	312
第二节 荒管再加热炉	337
第三节 芯棒热处理炉	344
第四节 油井管调质机组的淬火炉、回火炉	349
第五节 辊底式退火炉	360
第六节 工具接头调质处理机组	371

第一章 热轧车间生产工艺

第一节 连轧管机组的简述

热连轧钢管生产,一般是将管坯经穿孔机轧成空心坯,再通过空心坯减径机轧成减径空心坯,然后将空心坯套在长芯棒上,通过连轧管机轧成荒管。连轧管机的轧制有两种方式,一种是芯棒随管子自由浮动的,称为全浮动芯棒连轧管机,另一种是芯棒速度可控制的,称为有限动的或半浮动芯棒连轧管机。

70年代盛行全浮动芯棒连轧管机组。由于受芯棒重量的限制,至今这种机组仅能生产直径177.8mm以下的钢管。如日本川崎制铁知多厂的连轧管机生产到直径168mm,德国曼内斯曼公司牟尔海姆钢管厂RK₂机组,在1972年改进后,可生产钢管的直径扩大到了177.8mm。宝钢引进的是140mm全浮动芯棒连轧管机组,可生产的最大管子是 $\phi 139.7 \times 25\text{mm}$,最小管子是 $\phi 21.3 \times 2\text{mm}$ 。

80年代起,开始发展限动芯棒连轧管机组,即MPM (Multistand Pipe Mill),目前世界上新建的连轧管机组大都属此种机组。它所生产的钢管最大直径已可达365mm。据报道,近年苏联正在新建一座 $\phi 400\text{mm}$ 的限动芯棒连轧管机组。

连轧管机组的年产量与产品大纲有关,全浮动芯棒连轧管机组年产量大约可达40~55万t/a;限动芯棒连轧管机组在生产直径为114~250mm钢管时,大致可达50~60万t/a;当生产直径为340~400mm钢管时,其生产能力可达60~80万t/a。宝钢140mm连轧管机组设计产量为50万t/a。

宝钢无缝钢管厂的产品分油井管及普通管两大类。油井管类包括:油管、套管、钻杆及其管接头、工具接头和各种保护环。普通管类包括:管道管、商品管、冷拔管坯料管、I类锅炉管和II类锅炉管。设计定尺长度为5.5~16m。产品大纲详见表1-1。

表 1-1 宝钢无缝钢管厂产品大纲

钢 管 品 种			钢 管 规 格	年 产 量	占 总 年 产 量 比 例
			外 径 (mm)	(t/a)	(%)
油 井 管	油 管	管 体	60.3~114.3 (2 ³ / ₈ "~4 ¹ / ₂ "	90914	15.50
		接 头	73.0~114.3	3550	0.60
	套 管	管 体	127.0, 139.7 (5", 5 ¹ / ₂ "	102772	17.50
		接 头	141.3~153.7	4055	0.70
	钻杆管体		73.0~127.0 (2 ⁷ / ₈ "~5"	34206	5.80
	油井管小计		60.3~139.7	235497	40.20

续表 1-1

钢管品种		钢管规格	年产量 (t/a)	占总年产量比例 (%)
		外径 (mm)		
普通管	I类锅炉管	21.3~31.8 33.7~51.0 54.0~70.0 73.0~101.6	37960	6.48
	II类锅炉管		31861	5.44
	商品管		103906	17.70
	输送管		108080	18.45
	冷拔管料	108.0~127.0 133.0~139.7(170) 21.3~139.7	49802	
	工具接头料		14288	11.70
	保护环管料		4450	
	普通管小计		350347	59.80
总计		21.3~139.7(170)	585844	100.00

第二节 连轧管机组的主要设备

全浮动芯棒连轧管机组的主要设备包括：管坯准备设备、管坯加热炉、穿孔机（带狄塞尔导盘的斜辊穿孔机）、空心坯减径机（简称空减机）、8~9架连轧管机、再加热炉、20~28架张力减径机（简称张减机）、冷床、锯切设备以及精整加工设备。

限动芯棒连轧管机组是在全浮动芯棒连轧管机组的基础上发展起来的，它的主要设备基本上和全浮动芯棒连轧管机组一样，只是在连轧管机的前台设置了一个能限制芯棒运动的齿条机构，以代替全浮动芯棒连轧管机的芯棒插入链。

限动芯棒连轧管机按其芯棒被限动方式，又有限动与半限动之分。

在最近新建的限动和半限动芯棒连轧管的机组中，有的还采用压力穿孔机(P.P.M.)代替传统的斜轧穿孔机。这种配有压力穿孔机的限动和半限动芯棒连轧管机组称之为PPM—MPM机组。由于压力穿孔机的延伸系数较小，且偏心度较大，所以一般只适合设置在产量较大的机组中，多用于生产直径在177.8mm以上的成品钢管。日本住友公司把114mm小机组改为限动、半限动及全浮动多功能的特殊形式。为获得必需的延伸变形，改善偏心度，其后面尚需配置一台斜辊延伸机。

一些国家所建的全浮动芯棒连轧管机组的设备性能见表1-2。

一些国家所建的限动和半限动芯棒连轧管机组的性能见表1-3。

第三节 连轧管机组的设备布置

全浮动芯棒连轧管机组布置，以宝钢无缝钢管厂热轧车间平面布置为典型例子（见图1-1）。限动芯棒连轧管机组布置见图1-2和图1-3。

连轧管机组的设备布置方式，按其生产工艺流程分，有直线横移式、曲折式和阶梯往复式。

表 1-2 国外全浮动芯棒连轧管机组主要设备性能表

国	家	美	国	美	国	意大利	意大利	意大利	原苏联	意大利	德国	英国
公司厂名	洛雷恩厂	格里厂	科斯塔公司	达尔明公司	塞斯特里公司	塞斯特里公司	第一洛拉尔公司	塞斯特里公司	塞斯特里公司	塞斯特里公司	塞斯特里公司	塞斯特里公司
投产时间	1949	1950	1958	1961	1962	1962	1962	1962	1965	1966	1967	1967
生产能力(t/月)	19600	18000		12500	12500	12500	5840	12500	12500	22000	15000	15000
成品管												
直径(mm)	50~102	25~89	53~92	17~102	16~100	16~100	30~102	30~102	27~102	26.9~133	25.4~127	25.4~127
壁厚(mm)		2.9~16	2.25~f		2.35~f	2.35~f			3.2~4	2.3~14.2	2.6~12.7	2.6~12.7
小时产量(根/h)	212	223	240	240~280						240	240	240
管												
种 类	热轧圆坯	热轧圆坯	方 坯	方 坯	热轧圆坯	热轧圆坯	热轧圆坯	热轧圆坯	轧延, 轧延	热轧圆坯	轧延, 轧延	轧延, 轧延
直 径(mm)	140, 152	120	140 ² , 165 ²	120 ² , 140 ² , 165 ²	100, 130	100, 130	140(150)	140(150)	125, 135	140	140, 165	140, 165
坯												
最大重量(kg)	598	438										
切断设备												
炉型×台数	环形炉×1	分段快速炉	环形炉×1	环形炉×1	球形炉×1	球形炉×1	分段快速炉×2	球形炉×1	球形炉	球形炉×1	球形炉×1	球形炉×1
平均直径(m)	19		17	17						30	24	24
最大能力(t/h)	75	25	30	25~30	35	35	50×2	50×2		100	71	71
穿孔机												
型式×台数	二辊式×1	二辊式×1	卧式水力穿孔	立式水力穿孔	立式水力穿孔	立式水力穿孔	二辊式×1	二辊式×1	二辊式	二辊式×2	三辊式×1	三辊式×1
送进角	10°	10°					6°~12°	6°~12°		10°	14°	14°
主电机功率(kW)	3530S.C	1491S.C					3680D.C	3680D.C	1200D.C	4000A.C	2664D.C	2664D.C
荒管最大长度(m)	8.3	5.7					7.0	7.0	6	7.5	7.3	7.3
连轧管机												
机架数	8	8	8	9	9	9	9	9	9	8	9	9
机架间距(mm)	1120	952					1150	1150		950	1000	1000
主传动总功率(kW)	6250	~4000	1650	5700	4950	4950	9750	9750	4400	9800	9100	9100

续表 1-2

国 家	美 国	英 国	意 大 利	意 大 利	意 大 利	原 苏 联	意 大 利	德 国	英 国
公 司 厂 名	洛 雷 恩 厂	格 里 厂	科 斯 塔 公 司	达 尔 明 公 司	塞 斯 特 里 公 司	第 一 乌 拉 尔 钢 管 厂	塞 斯 特 里 公 司	牟 尔 海 姆 钢 管 厂	T I
投 产 时 间	1949	1950	1958	1961	1962	1962	1965	1966	1967
生 产 能 力 (t/月)	19600	18000		12500	12500	35840	12500	22000	15000
连 轧 管 机	最大出口速度(m/s)	5.55		4	5	6		5	4.6
	钢管最大长度(m)	20	14	16~18	20	27	20	35	27
脱 样 机 型 式 及 台 数	链式×2	链式×1	链式×1	链式×1	链式×1	链式×2	链式×1	链式×1	链式×1
	三辊链式	斜底式	步进梁式	步进梁式	步进梁式	感应式	步进梁式	步进梁式	步进梁式
定 径 机	型 式					三辊式			
	机 架 数	12	12			11			
张 力 定 径 机	型 式	二辊式	二辊式	三辊式	三辊式	三辊差动	三辊差动	三辊式	三辊式
	机 架 数	12	18	22	20	19	22	24	24
	最大出口速度(m/s)	7.4	2.5		7.0	12	6	9	9.1
	钢管最大长度(m)	43.5						100	
钢管锯切设备		冷锯×1	组 锯	组锯×4	组锯×9	飞锯, 飞剪	飞锯, 组锯×9	冷锯×2	冷 锯
冷 床	型式×台数	链式×4	螺旋式	链 式	齿条式	螺旋, 链式	链 式	螺旋式	螺旋式
	长×宽(m)	21×24	6×46			5×15		17×95	15×91.4

续表 1-2

国	家	日 本	日 本	日 本	日本	原 苏 联	德 国	美 国	阿根廷	法 国	波 兰
公 司 厂 名	住友海南	日本钢管京滨	川崎和歌	安布利奇	达尔明西特加	圣赛尔夫	耶德拿茨克				
投产时间	1968	1968	1970	1972	1972	1976					
生产能力(t/月)	43000	30000	22000	50000	40000	15000	40000				
成 品 管	直 径(mm)	27~140	21~168	20~102	21~140	18~121	27~140	21~140			
	壁 厚(mm)	2.8~20	2.3~16	2~8	2~25	3.25~39.3	2.3~25				
	小时产量(根/h)	240	240	360	270	240	270				
管 坯	种 类	热轧圆坯	热轧圆坯	热轧圆坯	热轧圆坯	热轧圆坯	热轧圆坯	热轧圆坯			
	直 径(mm)	130, 187	120, 170	110, 207	140	175	102, 140	120, 160			
	最大重量(kg)										
切断设备	冷 锯		火焰切割	剪断, 折断			冷 锯				
加 热 炉	炉型×台数	环形炉×1	环形炉×1	环形炉×1	环形炉×2	环形炉×1	环形炉×1	步进式×1	步进式×1	步进式×1	步进式×2
	平均直径(m)	40	24	29	24	40	24.4	38	(35×13)	23	23
	最大能力(t/h)	165	75	110	80×2	160	75	100	140	60×2	60×2
穿 孔 机	型式×台数	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1	二辊式×1
	送进角	4°~12°	8°~12°	8°~12°	5°~12°	12°	6°~17°	5°~15°	5°~17°	8°~13°	8°~13°
	主电机功率(kW)	5000A, C	3500S, C	3500S, C	3680D, C	3000×2D, C	3500D, C	1476×4D, C	3000×2D, C	3000×2D, C	3000×2D, C
荒管最大长度(m)	11	8	8	7	9.4	8.24	8.5	9.8	11		
连 轧 管 机	机架数	8	8	8	9	8	8	7	8		
	机架间距(mm)	1120	1120	1120	1150	950	889	950	1000		
	主传动总功率(kW)	13300	9100	11200	12600	17800	7508	10500	10500		

续表 1-2

国	家	日	本	日	本	日	本	原	苏	联	德	国	美	国	阿	根	廷	法	国	波	兰
公司厂名		住友海南	日本钢管京滨	川崎知多	南方钢管厂	乍尔海姆钢管厂	安布里奇厂	达尔明西特加	圣索尔夫厂	耶德拿茨施厂											
投产时间		1968	1968	1970	1972	1372	1977	1977	1978												
生产能力(t/月)		43000	30000	22000	50000	40000	15000	14000	25000	40000											
连轧管机	最大出口速度(m/s)	6	6	5	6	7	4.57	5.5	6.5	7											
	钢管最大长度(m)	30	24		27	30.5		27.8	30	33											
脱棒机型式及台数		链式×2	链式×1	链式×1	链式×2	链式×1	链式×1	链式×1	链式×1	链式×1											
再加热炉炉型		步进梁式	步进梁式	步进梁式	感应式	步进梁式	步进梁式	步进梁式	步进梁式	步进梁式											
定径机	型 式				三辊式																
	机 架 数				12																
张 力 减 径 机	型 式	三辊式	三辊式	三辊式	三辊式	三辊式	三辊式	三辊式	三辊式	三辊式											
	机 架 数	24	24	24	24	28	18	24	24	28											
最大出口速度(m/s)		11.2	4.5	7.81	9	16	5.08	10	13	16											
钢管最大长度(m)		98				165															
钢管锯切设备		冷锯×2	冷锯×2	冷锯×1		冷锯×2		冷锯×1 (2)	冷锯×2	冷锯×2											
冷 床	型式×台数	螺旋式	螺旋式	螺旋式	螺旋, 链式	齿条式	齿条式	齿条式	齿条式	齿条式											
	长×宽(m)	20×100	18×46	18×66.4	15×115	18×155	24.4×45.7		18×150	20×160											

表 1-3 限动和半限动芯棒连轧管机组主要性能

公司或工厂名称		意大利 达尔明	法国圣索夫	日本八幡厂	日本海南厂	日本京滨厂	墨西哥坦姆 萨厂	美国费尔非 尔厂	加拿大阿柯 马厂
投产时间		1978	1978	1983	1983	1983	1983	1983	
生产能力(万t/a)		设计35, 实际50	33	60(90)	60	60	初47.5, 终60	54.5(60)	初20,终30
成品	直 径(mm)	159~365	27~127	60.3, 193.7	25.4~114	114.3, 244.5	114.3~273	88.9, 244.5	48.3, 177.8
	壁 厚(mm)	3.5~25	2.3~16	3.5~30	2.5~25.0	4.5~40		5.4~32	3.68~32
管 坯	种 类	连铸方坯	连铸圆坯	连铸方坯	连铸大方 坯轧制圆坯	连轧圆坯 和连铸大方 坯轧制圆坯	连铸圆坯	连铸方坯	连铸圆坯
	最大重量(kg)	2500		1750			434~2349	1360~2540	267~1523
	尺 寸(mm)	220 ² , 260 ² , 280 ² , 320 ²	φ120, φ160	215 ²	φ187	φ210, φ230, φ310, φ330	φ215, φ270, φ310	267 ²	φ216
加 热 炉	炉 型	环形炉	步进炉	步进炉	环形炉	环形炉	环形炉	步进炉	环形炉
	尺 寸(m)	φ46	35×13				φ38		φ36
	最大能力(t/h)	160	140	200	125	200	初176, 终220	200, 终240	136
穿 孔 机	型 式	压力穿孔	卧式大导盘	压力穿孔	锥形辊导盘	立式大导盘	卧式大导板	压力穿孔	立式大导盘
	轧辊直径(mm)	1280	1032	1350		1350	1150, 15"	1300	1000, 13"
	主电机功率(kW)	650	4×1470	950+2 ×500	3000×2	2×3750	7100	950	5500DC
延 伸 机	型 式	卧式,二辊	没 有	立式,二辊, 大导盘	三辊式	三辊式	没 有	立式,二辊, 导 板	没 有
	轧辊直径(mm)	1100		1150		800		1100, 10"	
	主电机功率(kW)	2×3500		6000DC	1400	5600DC		9000	
空 减 机	型 式	没 有	没 有	三辊式,6架	二辊式,4架	没 有	没 有	没 有	没 有
	轧辊直径(mm)			750					
	主电机功率(kW)			1800	700				
限 动 芯 棒 连 轧 管 机	型 式	限 动	半限动	半限动	限动,半限 动,浮动	限 动	限 动	限 动	限 动
	机架数	8	7	7	7	8	7	7	7
	主电机功率(kW)	13×1500	13500	11100	14100	21800	15300	15400	11900

续表 1-3

公司或工厂名称		意大利 达尔明	法国圣索夫	日本八幡厂	日本海南厂	日本京滨厂	墨西哥坦姆 萨厂	美国费尔 尔厂	加拿大阿柯 马厂
投产时间		1978	1978	1983	1983	1983	1983	1983	
生产能力(万吨/a)		设计35, 实际50	33	60(90)	60	60	初47.5, 终60	54.5(平均)	初20, 终30
限 动 芯 棒 连 轧 管 机	最大出口速度(m/s)	4.5	6.5				5	3.7	3.75
	轧辊直径(mm)	1~3架:870 4~8架:745		650		790(720)	1~3架:800 4~7架:690	1~3架:780 4~7架:660	1~3架:630 4~7架:525
	钢管最大长度(m)	30	30	40	32		29.2	36	30.6
脱 管 机	机架数	二辊式,3架	没有	没有	没有	没有	二辊式,4架	二辊式,3架	二辊式,3架
	轧辊直径(mm)	740					720	720	500
	主电机功率(kW)	2×450					900	900	630
脱棒机		没有	链式×1	链式×1	链式	没有	没有	没有	没有
再加热炉		步进式	步进式	步进式	步进式	没有	没有	步进梁式	
定 径 机	机架数	二辊式, 7架	没有	没有	没有	二辊式, 10架	二辊式,7架	没有	
	轧辊直径(mm)	740				675	720		
	主电机功率(kW)	7×120				10×500	945		
张 减 机	机架数	没有	三辊,24架	三辊,24架	三辊,26架	没有	没有	三辊,24架	
	轧辊直径(mm)			420				500,430	
	主电机功率(kW)		24×340	6×300+18 ×450	8037			6480	
	最大出口速度(m/s)		13		14			5.94	
	轧出最大长度(m)		110(150)					80	
锯切设备		热锯		冷锯	冷锯	特殊冷锯	热锯	冷锯	
冷床形式		步进+链式		步进	步进	链式	步进+链式	步进	
中间仓库		普通		高架式	高架式	没有中间 仓库			

注:日本海南厂4 $\frac{1}{2}$ "(114.3mm)限动芯棒连轧管机的芯棒可作限动、半限动、浮动三种操作,并且该厂三辊式延伸机与二辊式空心坯减径机并列布置。

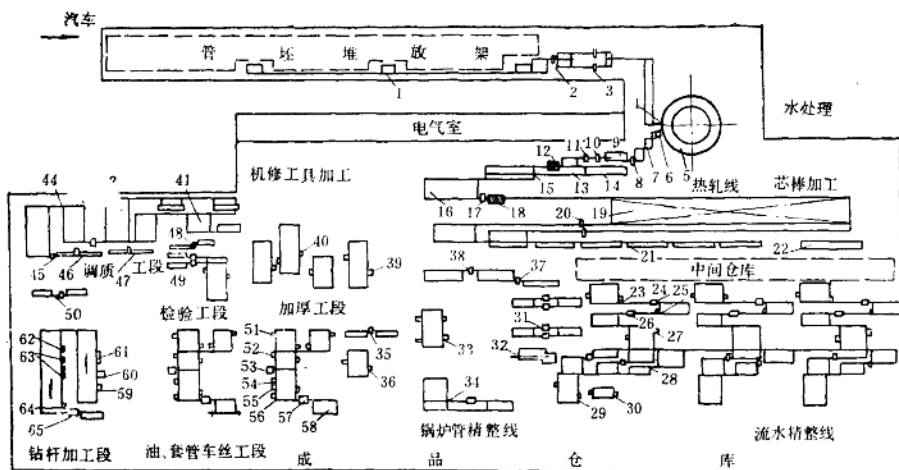


图 1-1 宝钢无缝钢管厂热轧工艺平面布置图

1—管坯上料台架；2—测长、称重装置；3—火焰切割机；4—装料机；5—环形炉；6—出料机；7—定心机；8—穿孔机；9—顶杆循环冷却装置；10—高压水除鳞装置；11—空减机；12—连轧机；13—脱棒机；14—芯棒冷却装置；15—No.1切头锯；16—再加热炉；17—高压水除鳞装置；18—张减机；19—No.1冷床；20—No.1冷锯机；21—收集器；22—退火炉；23—No.2切头锯；24—No.1矫直机；25—吹灰装置；26—涡流探伤装置；27—No.3切头锯；28—一切定尺锯；29—No.1刷毛刺机、打印、测长、称重、涂色标、打捆设备；30—倒棱机组；31—超声波探伤和修磨机组；32—水压试验机组；33—打印、切环状试样机组；34—No.2刷毛刺机、打印、测长、称重、涂色标、涂油、打捆设备；35—锅炉管改尺锯；36—管端定径机；37—No.2矫直机；38—油井管投料锯；39—加厚机；40—磁粉检验；41—淬火炉；42—回火炉；43—一定径机；44—No.2冷床；45—硬度计；46—斜辊矫直机；47—压力矫直机；48—No.2冷锯机；49—漏磁探伤仪及磁粉探伤仪；50—锯机；51—车丝机；52—拧管接头；53—水压试验机；54—通径试验机；55—拧保护环机；56—打印、测长、涂色标设备；57—涂油装置；58—打捆设备；59—管端加工；60—摩擦对焊机；61—焊缝热处理；62—焊缝加工；63—弯曲、超声波探伤、硬度、光谱检验设备；64—打印测长、涂色标设备；65—涂油装置（*者为原设计有的设备，现已取消。）

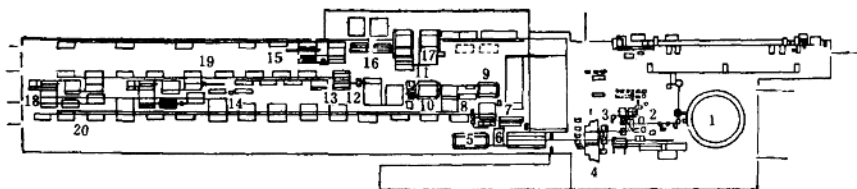


图 1-2 达尔明14" (355.6mm) 限动芯棒连轧管机组平面布置图

1—环形加热炉；2—PPM穿孔机；3—延伸机；4—MPM连轧管机；5—再加热炉；6—一定径机；7—No.1矫直机；8—No.1无损探伤装置；9—淬火炉；10—回火炉；11—3机架定径机；12—No.2矫直机；13—No.2无损探伤装置；14—No.3矫直机；15—水压试验机；16—管端磁粉探伤装置；17—打印、涂油设备；18—切管机；19—通径试验；20—磁力探伤

阶梯往复式如图1-1所示。其主要布置特点，是轧件在环形加热炉、再加热炉、冷床、冷锯后的链式拖床处，作了几个阶梯式横移往复。这种布置工艺生产线路短、设备布置紧凑。同时，考虑再加热炉在同侧轴间进出料，故加热后的荒管其后端可先进入张减机，这

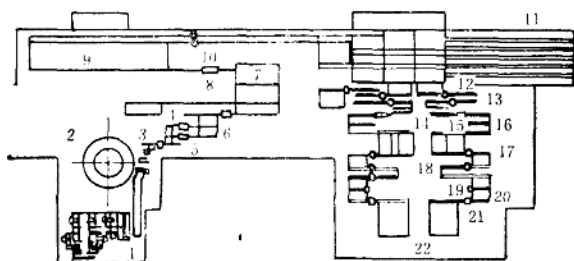


图 1-3 日本住友海南厂111mm的限动芯棒连轧管机组平面布置图

1—管坯准备；2—加热炉；3—穿孔机；4—送料器；5—荒管减径机；6—限动芯棒连轧管机；7—再加热炉；8—张力减径机；9—冷床；10—冷锯；11—中间仓库；12—矫直机；13—切管机；14—抛丸机；15—无损探伤；16—检查台；17—测长；18—打印；19—涂油；20—成形；21—打捆；22—成品仓库

样就可减少荒管的切头量，提高成材率（约可提高0.2%）。宝钢无缝钢管厂的连轧管机组就是这种阶梯往复式布置。

第四节 连轧管机组的生产工艺过程

一、全浮动芯棒连轧管机组的生产工艺过程

全浮动芯棒连轧管车间的工序主要是：管坯准备、管坯加热、热定心、穿孔、连轧延伸、张力减径、冷却以及冷态下的精整加工。

下面介绍一下宝钢连轧管车间热轧生产工艺过程。

1. 管坯准备

初轧厂按所需管坯长度的定尺或倍尺（4~10m），提供直径为175mm的管坯运至钢管厂管坯库。入库的管坯按合同号、轧批号、钢号、炉号、直径、单根长度、每根名义重量、根数、总重量等进行登记。登记是以操作人员通过计算机键盘与计算机进行对话，即所谓“人一机对话”的方式进行的。通过“人一机对话”，将登记的数据输入计算机，并借以核实库存情况，计算机即向操作人员显示需要投料管坯的炉号、数量及重量等信号，于是操作即可开始。由于管坯检查这一工序已在初轧厂进行，管坯库不再重复。一般说来，管坯无需进行剥皮处理，但对于合金元素含量超过5%的管坯，则应在专门设置的剥皮机组上进行剥皮处理。

料架中的倍尺管坯由带磁盘的吊车吊至管坯上料台架，然后由横移装置送入运输辊道，并运至火焰切割机前的四路辊道上进行测长，称重。由计算机根据该实测的数据进行最佳切割计算，随即指示火焰切割机的定尺挡板，调整到指定位置将管坯切成最佳定尺长度，再逐根地由另一台在线的电子秤进行称重。将所称得的每根入炉管坯的重量信息送给计算机，随后则进行工艺过程控制和轧件跟踪。切割下来的余料以及入炉前称量不合格的管坯都被投入辊道边的抛料筐而离线，合格的管坯则被继续送往环形加热炉。管坯在环形加热炉内被均匀地加热到1280℃后，由出料机将其钳出炉外，放在高差0.5m的倾斜台架上滚落，使一部分氧化铁皮脱落。经过热定心机定心后的管坯被拨入穿孔机进料台架上。如果因加热不良或待轧时间过长而造成管坯温度过低，操作人员可通过操作按钮将管坯拨

入进料辊道一侧的收集槽中，待冷却后再返回管坯库。

2. 穿孔

穿孔机进料台架端部的待轧管坯由拨料器拨入受料槽，然后由推料器将管坯推至穿孔机前预定位。当穿孔机后台发出轧制信号时，推料器再次动作，将管坯推入带狄塞尔导盘的穿孔机。管坯被穿孔成不同壁厚（共19种）的空心坯，但外径都是184mm。其延伸系数为1.5~4.06，最大轧制速度为1.26m/s。

3. 空心坯减径

在穿孔机后台有六组定心辊抱住顶杆，当空心坯头部到达每组定心辊之前，依靠每组定心辊的光电管作用，使各组定心辊依次松开（最后4、5、6三组定心辊是同时动作的）。穿孔结束后，定心辊已全部打开，此时升降辊道升起，止推座将带顶头的顶杆“拉”出穿孔机，止推座随即脱开顶杆，“拨出一放入”装置将空心坯连同带顶头的顶杆一起拨至脱顶杆辊道。在脱顶杆辊道上，顶头被夹持住，空心坯则通过夹送辊和辊道的运动而脱离顶杆，并运往空减机。

带顶头的顶杆则通过一个横向拨料装置拨入冷却水槽，待冷却后再循环使用。顶杆每组12根。

止推座脱开顶杆后，随即将一根带顶头的顶杆放入升降辊道上，止推座再次向前夹持住顶杆送入穿孔机的预定位置，开始下一个轧程。

空心坯在六机架三辊式空减机上，减径成进入连轧机所需要的两种外径的减径空心坯，同时亦消除了导盘式穿孔机所造成的空心坯头尾直径差。该差值最大可达5mm。空减机的最大延伸系数是1.4。

减径空心坯在运往连轧机进口台架前，先通过一个吹灰装置用压缩空气吹去减径空心坯内的细小氧化铁皮，以减少对芯棒的磨损和管子内表缺陷。同管坯进入穿孔机前一样，凡不适合进入连轧机的减径空心坯可以抛出离线。图1-4为连轧机区布置示意图。

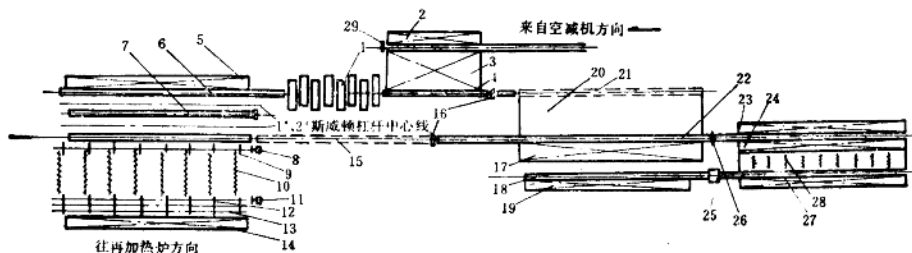


图 1-4 连轧机区布置示意图

1—连轧机；2—抛出装置；3—进料台架；4—进料辊道；5—芯棒及连轧管存放台架；6—连轧机输出辊道；7—定位辊道；8—一切头锯；9—二路递送装置；10—螺旋输送台架；11—试样锯；12—五路递送装置；13—进再加热炉三路辊道；14—检查台架；15—脱棒运输链；16—芯棒润滑装置；17—新芯棒台架；18—矫直机输出辊道；19—矫直机输出台架；20—芯棒冷却槽；21—芯棒导入链；22—芯棒运输辊道；23—旧芯棒台架；24—矫直（松棒）机进料台架；25—矫直（松棒）机；26—升降挡板；27—矫直（松棒）机进料辊道；28—螺旋输送台架；29—吹灰装置

4. 连轧

连轧机进料台架上的减径空心坯，由拨料装置拨入进料辊道，随即运往连轧机，先在