

国外连轧钢管



冶金工业出版社

内 容 提 要

本书收集了国外期刊和书籍上介绍热连轧钢管生产的文章,以全译、摘译、编译和编写的方式编辑成12部分共48篇文章。

本书内容包括热连轧钢管生产的工艺和设备、钢管连轧的理论基础、轧辊和工具设计、各国的连轧管机组、工艺润滑和工具材料及制造、连轧管机的电气传动系统、连轧钢管的精度、连轧管机的新发展等,基本上反映了目前热连轧钢管技术的发展和在生产上所取得的成就。

本书可供从事热轧钢管生产、设计、研究、设备制造等部门的工程技术人员参考。

国 外 连 轧 钢 管

王北明 等编译

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 14 1/4 字数 380 千字

1978年12月第一版 1978年12月第一次印刷

印数 00,001~6,300 册

统一书号: 15062.3392 定价(科三) 1.35 元

序 言

热轧无缝钢管生产的方法很多，最广泛使用的方法有：周期轧管机生产、顶管机生产、自动轧管机生产、挤压机生产、连轧管机生产等。这些方法中以连轧管机生产无缝钢管的产量最高，质量也好，故近20年来得到了迅速发展。

连轧管机组作为高生产能力的轧管机组，在世界各主要产钢国家得到了广泛的应用。由于连轧管机组的建立，钢管产量迅速增长。如日本1960年无缝钢管产量为45.4万吨，到1967年为82.7万吨，七年中增加了37.3万吨，平均每年增加5.3万吨。但是，1968年投产了两套连轧管机组，当年的无缝钢管产量就增加到130.3万吨，比1967年增加47.6万吨。又如苏联1955年无缝钢管产量为234.7万吨，1961年为339.4万吨，六年中增加了104.7万吨，平均每年增加17.4万吨。1962年投产了一套连轧管机组，第二年无缝钢管产量就达到了375.1万吨，比1962年增加了21.4万吨，1964年比1963年又增加了35.1万吨。1962~1969年的七年中，无缝钢管平均每年增加21.2万吨。1970年又投产一套连轧管机组，当年的无缝钢管产量比前一年增加37.1万吨。再如苏联1968年在连轧管机组上生产的无缝钢管为43万吨，而1970年，当第二套30~102连轧管机组投产后，当年在连轧管机组上生产的无缝钢管就猛增到86万吨。

以上数据清楚地说明，建设连轧管机组是提高无缝钢管产量的重要途径之一，也只有建设高产量的连轧管机组，才能迅速适应现代工业发展对无缝钢管需要日益增长的要求。

连轧管机组的发展历史如下：

1843年 发明了两个机架组成的连轧机上轧制铸造管坯

1882年 实现了在一根长芯棒上轧制钢管

法国洛林—艾斯库公司诺尔厂建了一台试验的连

轧管机

- 1904年 法塞尔 (Fassel) 提出了在长芯棒上通过多架连续布置的轧机轧制钢管, 后称为法塞尔轧机
- 1905~ 先后在美国、法国、比利时、俄国建成集体传动的连轧管机
- 1912年 的连轧管机
- 1920年后 法塞尔轧机得到了发展
- 1930年 瑞典人福伦 (P. A. Foren) 将集体传动的连轧管机改为采用直流电机单独传动
- 1932年 美国采用了张力减径机
- 1934年 美国格罗布钢管公司建立了26机架的连轧管机, 被称为福伦轧机
- 1949年 美国钢公司在洛雷恩厂投产了一套9机架连轧管机组, 现代化连轧管机从此开始
- 1950年后 连轧管机组得到了迅速发展
- 1962年 苏联第一套现代化连轧管机组投产
- 1965年 西德蒂森钢管厂投产了一台电子计算机控制的连轧管机组
- 1968年 日本、英国等相继建设连轧管机
- 1970年 日本川崎钢铁公司知多厂生产达168毫米钢管的连轧管机投产, 这是世界上生产钢管尺寸最大的连轧管机组
- 1972年 西德曼内斯曼钢管厂2号连轧管机组投产, 这是最现代化的连轧管机组

由于连轧管机组高产优质的特点, 各国都比较重视发展这种机组。为了适应我国钢管工业的发展, 我们收集了国外书刊上发表的介绍连轧管机组的文章48篇, 采取全译、摘译、编译和编写的方式编成本书, 并按文章的内容, 分为概述、连轧管的理论基础、轧制表及孔型设计、各国的连轧管机组、张力减径机与连轧管机的配合、精整、工艺润滑、工具、连轧管机的电力传动、连轧管

机的新发展、钢管的精度、建设什么样的连轧管机组等十二部分。

在阅读本书时，我们应该遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，分析、批判地看待这些资料。正像毛主席指出的那样：“一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。”

由于编译者水平有限，书中缺点错误一定不少，欢迎读者批评指正。

编译者

一九七八年三月

目 录

序言

第一部分 概 况

1. 概述1
2. 连轧管的工艺流程和主要设备9

第二部分 连轧管的理论基础

3. 连轧管的塑性理论.....26
4. 连轧管时变形区的形式及轧管速度的确定.....40
5. 用长芯棒轧管时的接触面.....50
6. 在长芯棒上轧制钢管时的单位压力.....58
7. 连轧管的轧制压力和轧制力矩.....66
8. 连轧管机轧制变形工艺理论.....77

第三部分 孔 型 设 计

9. 轧制表计算、孔型设计和计算举例.....94
10. 连轧管机合理轧辊孔型设计129

第四部分 各国的连轧管机组

11. 美国的连轧管机组139
12. 苏联的连轧管机组150
13. 日本的连轧管机组178
14. 西德的连轧管机组213
15. 意大利的连轧管机组226
16. 英国的连轧管机组244

第五部分 连轧管机与张力减径机

- 17. 张力减径机与连轧管机的配合256
- 18. 在 30~102 机组上钢管减径工艺的掌握262

第六部分 连轧管机组的精整线

- 19. 连轧管机组的全自动的热精整线269
- 20. 30~102 机组的精整设备和机械化热处理作业线277

第七部分 工 艺 润 滑

- 21. 在连轧管机上热轧钢管时采用的工艺润滑剂性能的研究及效果284
- 22. 连轧管机轧管用润滑剂292
- 23. 向连轧管机轧辊供给工艺润滑剂的系统296

第八部分 连 轧 管 用 工 具

- 24. 连轧管机组的生产工具300
- 25. 连轧管机轧辊和芯棒的磨损307
- 26. 连轧管用长芯棒的寿命313
- 27. 影响长芯棒寿命的几个因素的研究321

第九部分 连轧管机组的电气传动系统

- 28. 东京芝浦电气公司连轧管机组的电气设备325
- 29. 连轧管机电气传动的新成就336

第十部分 连轧管机的新发展

- 30. 多能的连轧管机347
- 31. 产量高成本低的 3 机架轧管机367

第十一部分 钢管的精度

- 32. 在连轧管机上生产钢管的尺寸精度373
- 33. 连轧管机生产中的质量控制382

第十二部分 关于新建连轧管机组的讨论

- 34. 关于新建连轧管机组的问题397
- 35. 连轧管机组的工艺和设备401
- 36. 关于连轧管机组406
- 37. 连轧管机组的炉型选择409
- 38. 在连轧管机组中采用三辊穿孔机417
- 39. 新连轧管机组的加热炉和精整设备419
- 40. 新建连轧管机组的产品方案和设备选择420
- 41. 关于新连轧管机组的几点意见423
- 42. 新连轧管机组的工艺参数425
- 43. 建设高效能连轧管机组的方法429
- 44. 论连轧管机组434
- 45. 连轧管机组中的切断和精整设备437
- 46. 关于在新连轧管机组中使用带定径圆盘的二辊穿孔机问题439
- 47. 关于新连轧管机组提供冷变形管坯的问题441
- 48. 《钢管生产》编辑组关于新建连轧管机组问题讨论的总结442

第一部分 概 况

1. 概 述

一、连轧管生产的发展

连轧管机是一种生产小口径无缝钢管的高效能轧机。它将穿孔后的毛管套在一根长的芯棒上，经过7~9个连续布置的、前后互成90°的二辊式机架，对钢管进行轧制。它承担了自动轧管机组的轧管机和均整机的任务，产量和质量大幅度提高，并实现了高度的机械化和自动化生产，劳动生产率也大大提高。

连轧管机的发展具有比较悠久的历史，远在十九世纪末就曾尝试在长芯棒上轧管。二十世纪初，第一批连轧管机在法国、比利时、美国和俄国相继建成投产。当时的连轧管机由于种种缺点没能得到广泛应用。这些缺点是：由于采用集体传动，各机架速度不能调节；轧制品种范围窄，没有张力减径机配合，生产很不灵活；工具磨损快，换辊时间长，调整复杂。由于这种设备结构上的缺点和工艺上的不够完善，使得连轧管机组轧制时间短、压下量大、可以在较窄的温度范围内轧制合金钢以及改善钢管质量等一系列优点不能得到充分发挥，因此连轧管机当时一般只用来生产冷轧、冷拔的毛管，甚至在一段时期内停止了发展。直到1950年，世界上仅有6台连轧管机组。

近20年来，随着科学技术的进步和生产的发展，连轧管机得到了迅速发展。无论是在设备结构上还是在生产工艺上，都作了重大的改进。比如，由过去的集体传动改为直流电机单独传动，使轧机调节方便；机架数也由7架增至8~9架；改进了轴承，改善了轧辊材质，从而提高了钢管的轧制精度，尤其是张力减径机的出现和在连轧管机组中得到使用之后，大大扩大了连轧管车间

生产的钢管品种规格。但更重要的还是由于在连轧管机上只需轧制1~2种规格的钢管，就可在张力减径机上得到不同规格的成品管，从而大大减少和简化了连轧管机的换辊和调整时间，减少了轧辊和芯棒的数量，提高了劳动生产率，降低了劳动强度，使得连轧管机的优点得到充分发挥。

近代的连轧管机是从1949年美国钢公司的洛雷恩厂设置的轧机开始的。这种轧机的高效率被人们认识之后，相继在美国、欧洲建设了六台。1965年西德蒂森钢管厂新建了生产高级钢管的连轧管机，效率和质量之高再次得到确认。因此，日本和欧洲各国都相继建设了这种轧管机。根据已有的资料，表1—1列出了世界各国的连轧管机。连轧管机各发展阶段的特点列于表1—2。

二、连轧管生产的优点

连轧管机与其他各种生产无缝钢管的设备相比较具有如下特点。

1. 生产能力高。由于连轧管机使用浮动的长芯棒，在直角交叉配置的连续的8~9机架中以大压下量一次完成轧制，所以能高效率地获得长尺钢管（实际生产的最大长度为33米）。轧制根数最大能够达到240根/小时，效率及收得率等方面也有很大的优越性。

2. 能获得高质量的钢管。由于连轧管机的压下量大，所以能够减少穿孔时的压下，从而减少穿孔时产生的内外表面缺陷。由于连轧管机的轧辊都互成 90° 倾斜交叉配置，穿孔后的毛管在轧机上被交替轧制，因此在穿孔机上所产生的螺旋状壁厚不均被消除，由于使用调质磨光的特殊钢芯棒，在连轧管机中，钢管外表面被有孔型的轧辊轧制，钢管内表面被磨光的芯棒轧制，因此不会出内方，能够获得非常平滑的内外表面。

3. 容易实现自动化。芯棒可以循环使用，工序简单，没有象自动轧管机换头那样复杂而难于自动化的操作。整个热轧线除穿孔机更换顶头的某些操作要用人力以外，可以全部自动化。目前世界上已有一些连轧管机组实现了电子计算机控制。

世界各国的连轧管机组

表 1—1

国家	公 司	厂 名	设置 年份	生产钢管外径 (毫米)	机 架 数
美 国	美国钢公司	洛雷恩厂	1949	60.3~114	8
		格里厂	1950	25.4~83.9	8
		米尔沃基厂	1933	33.4~88.9	11
		安布里奇厂	1977	48.2~120.6	8
	国家钢管公司	埃尔伍德厂	~1940		
	匹兹堡钢公司	莫内森厂	1913	39.7~75	7×2台 (1924年停工)
		艾伦波特厂	1919	39.7~75	7×2台 (1921年停工)
苏 联		辛那尔钢管厂	1912	46~108	7
		列宁轧管厂	1942①	46~108	8
		第一乌拉尔新钢管厂	1962	30~102	9
		南方钢管厂	1970	30~102	9
西 德	曼内斯曼公司	钢管厂 1 号机组	1966	26.9~114.3	8
	"	钢管厂 2 号机组	1972	21.3~139.7	8
英国	钢管投资公司	温斯菲尔德厂	1967	25.4~127	9
日 本	住友金属工业公司	海 南 厂	1968	25.4~139.7	8
	川崎钢铁公司	知 多 厂	1970	21.7~168.3	8
	日本钢管公司	京 浜 厂	1968	34~114.3	8
意 大 利	达尔明公司	达尔明厂	1961	17~96	9
		科斯塔沃尔皮诺厂	1957	53~92	8②
	意大利钢管公司	塞斯特里·莱万特厂	1964	16~100	9
		塞斯特里厂	1962	27~102	9
法 国	瓦卢雷公司	昂赞厂	~1912	17~102	7
	"	圣·萨尔维厂	1977	21.3~127	7
阿根廷	达尔明公司	西德尔卡厂	1977	21.3~139.7	8
波 兰		耶德茨克钢铁厂	建设中	21.3~139.7	8
罗马 尼亚		萨依拉钢管厂	建设中	30~102	9

注：① 近年来进行了大量的改造。

② 据资料介绍该机组1957年安装，1958年投产。第一机架为万能机架，有人将万能机架算两架，则该机组就是8机架，否则为7机架。

表 1-2

连 轧 管 生 产 方 法 的 发 展

年 份	连 轧 管 机 型 式	轧 制 参 数				轧				制 管 机				备
		管坯 尺寸 (毫米)	穿孔 尺寸 (毫米)	轧制后尺寸		加热炉	穿孔机	连 轧 管 机		电机容量 (千瓦)	轧辊辊 身直径 (毫米)	机架型式	成型机 (热轧)	
				外径 (毫米)	长度 (米)			型式及 能力 (吨/时)	电机容量 (千瓦)					
1913	法塞尔轧机	82.55		39.7~10.7 65.1				垂直、水 平式 7 机 架 × 2 台	齿轮集体 传动	交流 375	406			
1934	福伦轧机	88.9~108	95.25~114.3	66.7~88.9	10.7~44.45~88.9	斜底炉 40	交流 1320	812.8	混合式① 26机架 × 1 台	直流马达 单独传动	直流 总计 4000	431.8	减径机 2(或4) 辊式13 机架	直流总计 1500
1949	近代的连轧管机	139.7	146.0	125.4~88.9	19.8~60.3~88.9	环形炉 75	交流 3350	1066.8	45° × 45° 交叉式 9 机架	直流马达 单独传动	直流 总计 6375	660	张力 减径机 12机架	直流总计 1800
1966	新型的连轧管机	140 160	140 160	133 114	22	环形炉 100	交流 4000 × 2	1117.8	45° × 45° 交叉式 9 机架	直流马达 单独传动	直流 总计 10500	533.4	张力 减径机 24机架	直流总计 3750
1968	新型的连轧管机	171	175	148 33	100	环形炉 165	交流 3000	1181	45° × 45° 交叉式 8 机架	直流马达 单独传动	直流 总计 13300	684	张力 减径机 24机架	直流总计 6400
1972	现代化的 电子计算机控制的连轧管机	210	207	175 33	21.3~168	165	交流 3500	1100	45° × 45° 交叉式 8 机架	直流马达 单独传动	直流 总计 14000	560	张力 减径机 28机架	直流总计 9800

注：①所谓混合式，就是轧辊不是互相交叉成直角布置，而是每三个机架与另三个机架之间互成22°30'布置。

4. 与张力减径机配合, 产品范围广。在连轧管机上只需轧制出一种或少数几种规格的钢管, 通过张力减径机就能生产出多种不同规格的成品钢管。这不仅使连轧管机轧制的品种单一, 容易掌握, 减少了管坯的规格, 而且简化了芯棒的制造加工, 使轧机更换规格的时间减少, 提高了轧机的生产能力。因此, 张力减径机是连轧管机得以发展的首要因素。

5. 技术经济指标比其他生产方法好。表1—3列出了连轧管机与其他生产方法的技术经济指标的比较。从表1—3中可以充分看到连轧管机的优越性。

连轧管方法与其他钢管生产方法的技术经济指标比较 表 1—3

指 标 名 称	单位	30~102 连轧管车间	48~168 连轧管车间	140自动 轧管车间	4~10" 周期轧管 车 间	3150吨 挤压车间
年产量	万吨	37.5	52.5	23.5	24.3	11.1
每吨钢管的金属消耗	吨/吨	1.113	1.113	1.120	1.180	1.161
总的金属消耗	吨/吨	1.382	1.356	1.364	1.329	1.415
每吨钢管的成本	卢布	83.96	79.03	82.81	82.06	104.15
工艺设备重量	吨	10900	12000	5300	8500	6000
基建投资	万卢布	3175	3700	1700	2340	2030
车间单位基建投资	卢布	84.66	70.48	73.91	96.30	182.88
总的单位基建投资	卢布	138.50	124.32	128.08	125.09	239.04
每吨钢管的折合费用	卢布	104.74	97.68	102.02	100.82	138.78
定 员	人	1485	1035	655	850	875

表1—4列出了在连轧管机上生产 1 吨成品钢管的原材料耗量指标。

综上所述, 连轧管机组是生产小口径无缝钢管的设备中生产率最高、质量最好的一种生产方法。

一分为二来看, 连轧管机并不是完美无缺的, 也有其缺点和问题, 主要有:

1. 设备费用高。连轧管机机架刚性大; 电机容量大、电气控制系统复杂; 连轧机和张力减径机都要有几套备用机架; 而且还有一套芯棒加工及热处理的专用设备, 因此设备费用比较高。

在连轧管机上生产 1 吨成品管的耗量

表 1—4

金属消耗系数:	
用于冷拔的管坯	1.11
一般用途钢管	1.09
锅炉管及其它高强度管	1.12
生产光管时的耗电 (定径和减径前在感应炉中再加热)	300 千瓦·时
压缩空气	450 米 ³
蒸 汽	60 公斤
水	55 米 ³
燃料 (使用分段快速加热炉)	$(1600 \sim 1800) \times 10^3$ 大卡/公斤
耐火材料	3.0 公斤

2. 长芯棒的制造复杂。轧制时为了循环使用, 每组需要准备 12~16 根芯棒。制造芯棒的材料多采用合金钢。在苏联制造芯棒采用如下设备: 偏心压力矫直机, 车削芯棒的无心车床, 18 个炉筒组成的分段式加热炉, 将芯棒均整到最终尺寸并得到光滑表面的均整机, 用来加工芯棒端部的车床等。由于芯棒长而重, 这些设备都是比较复杂的。

3. 连轧管机的规律仍未完全掌握。由于连轧管机的轧制状态比钢板轧制复杂得多, 有些问题尚未完全弄清, 这些问题是:

1) 限制轧制的变形抗力值不清楚;

2) 由于插入毛管中的芯棒与毛管的温差非常大, 所以在轧制时各机架中的轧件温度状态不清楚;

3) 轧制时芯棒的速度和毛管速度不相同。即芯棒和毛管之间产生滑动, 其滑动摩擦系数不清楚, 特别是由于在芯棒上涂可燃润滑剂, 使轧制过程中的滑动摩擦系数变化很大。

尽管如此, 连轧管机组由于具有产品质量好、生产能力高的特点, 近二十年来, 仍得到了迅速发展, 对于适应今后愈来愈多的高质量钢管的需要, 是一种最合适的制管方法。

三、连轧管生产的最新进步

最新的连轧管机由于采用了设备自动化和计算机操纵,即使在生产小批量多品种产品时,效率也不降低,生产能力达60~80吨/时。同时,在质量方面由于研究了孔型设计和润滑剂,从而在本质上克服了自动轧管机所固有的内表面刮伤和内表面精度差的缺点。在生产能力方面,也因效率高而凌驾于自动轧管机之上。

最近,随着工业生产技术的发展,连轧管机也有了很大发展,主要有以下几方面:

1. 电动机控制技术的发展

由于采用了可控硅整流器和晶体管的控制方式,可以得到性能高和反应速度快的特性,使连轧管机的速度控制迅速可靠。

2. 全盘自动化

从管坯装炉到切管实现了全盘自动化。最近,正在缩短换辊时间和穿孔顶头更换方面下功夫。

3. 轧制技术的发展

1) 轧制塑性理论的建立

确立了关于连轧管芯棒轧辊孔型设计和轧辊转数的塑性理论分析,提高了钢管的质量和成品率。在轧制时,关于钢管内表面同芯棒接触处的孔型顶部在外压力、内压力和轴向压缩力的作用下变形的问题,还有不同芯棒接触的两侧在外压力和轴向拉伸力的作用下变形的问题,在推导出对这些问题的方程式之后,求得保持两者平衡的适合条件,加以综合,再导入形状变化系数得到有理化的基础方程式。据此,轧制时的过充满和欠充满的问题,在下式中

$$f = \sigma_l \cdot A + \sigma_l' \cdot A'$$

如果 $f > 0$, 则发生过充满, $f < 0$ 则发生欠充满, $f = 0$, 则确立了轧制过程^①。上式中 A , A' 表示孔型顶部和两侧壁的断面

① 参看日本“住友金属”杂志1971年第4期第59~65页,即本书第3篇文章。

积, σ_t 和 σ_t' 表示轴向应力。把这个结果和几何学组合起来, 可以确定孔型设计理论和转数。还有, 轧制过渡时发生的管端增厚现象也解明了, 配合马达控制技术, 确立了管端增厚控制技术。

2) 轧管工具的改进

连轧管机的轧辊, 过去以采用麻口细晶粒合金铸铁轧辊为主, 而最近改用铬镍耐磨铸铁轧辊, 另外对冷硬轧辊也进行了研究, 延长了轧辊的寿命。对于芯棒材质, 由于使用了 Cr-Mo-V 钢, Ni-Cr 钢, 防止了芯棒表面变毛和磨损, 提高了钢管内表面质量。

3) 润滑剂的改进

轧管时最常用的润滑剂是石墨和重油的混合物, 由于公害严重, 各国均积极研制无烟润滑剂, 试用石墨水溶液、水溶性无烟润滑剂。

4) 尺寸范围的扩大

连轧管机所轧制的规格范围也比过去有了很大的发展, 直径从过去的 114.3~127 毫米扩大到 177.8 毫米, 将来有可能扩大到 193.7~203.2 毫米。

管壁厚度最薄可以生产到 2.8~3.0 毫米, 最厚也从过去 12~15 毫米扩大到 25~30 毫米, 钢管长度最近达到了 30~35 米。表 1—5 说明产品尺寸扩大的倾向。

连轧管机生产钢管尺寸的扩大

表 1—5

年 代	毛 管 尺 寸		连 轧 管 尺 寸		
	外 径 (毫米)	壁 厚 (毫米)	外 径 (毫米)	壁 厚 (毫米)	轧出长度 (米)
1949~1964	125.0~155.0	8.0~25.0	75~130	3.0~12.0	14~20
1965~1970	130.0~175.0	8.0~30.0	108~148	2.8~20.0	25~33
1970~	110.0~205.0	10.0~35.0	90~175	3.0~25.0	20~33

4. 半浮动芯棒 (水冷式强迫运动的芯棒) 的采用

据资料报道, 第一台采用半浮动芯棒的连轧管机 (简称为 M. P. M. 轧机) 预计 1978 年在意大利投入生产。半浮动芯棒比浮

动芯棒好,轧制压力可降低40~50%。热负荷较低,因此可以减少芯棒的磨损,降低电能消耗,增加芯棒的使用次数。半浮动芯棒不随钢管一同轧出,不需用的脱棒机,不受脱棒条件的限制,因而可以轧制直径达356毫米的钢管,从而可以大大提高连轧机的生产能力。这样,只需两根同时工作的芯棒以便轮换进行冷却和润滑,减少了芯棒需要的数量。另外,芯棒工作部分的长度也比浮动芯棒短得多,因此芯棒加工和修理方面的困难也就可以相对减少^①。

5. 压力穿孔的出现和三辊穿孔的使用

压力穿孔的出现和三辊穿孔的使用为连轧管的发展开辟了广阔的前景^②。因为压力穿孔和三辊穿孔可以使用廉价的连铸坯,加之连轧机高生产率的特点,使连轧管机生产的钢管成本大幅度降低,从而更加有力地推动了连轧管的发展。

6. 在穿孔机后装设了毛管减径机。这是近年来西德首先采用的一项新工艺和新技术,它可以使管坯的数量和规格简化,使进入连轧管的毛管规格波动减小,从而提高了钢管质量,简化了连轧机的操作等等。

王北明 编

2. 连轧管的工艺流程和主要设备

在连轧管机组上生产钢管的工艺流程由下列主要工序组成:

1. 管坯准备;
2. 管坯加热;
3. 将管坯穿孔成毛管;
4. 在连轧管机上将毛管轧制成钢管;
5. 轧后的钢管从芯棒上脱下;
6. 热切开裂的管端;

① 参看本书第30篇文章。

② 参看本书第15篇文章。