

· 高职高专“十二五”规划教材 ·

型钢轧制

XINGGANG ZHAZHI

主编 陈涛



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高职高专“十二五”规划教材

型钢轧制

主 编 陈 涛
副主编 袁志学 李秀敏 石永亮

北 京
冶金工业出版社
2014

内 容 提 要

本书按照国家示范院校重点建设冶金技术专业课程改革要求和教材建设计划,参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,依据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求编写而成。全书共分9章,主要内容包括轧制生产准备、轧制生产操作、生产过程轧机调整和张力调整、生产过程产品表面质量控制、生产过程生产事故的处理、孔型的优化、轧制工艺参数的优化等。

本书可作为高职高专材料工程技术(轧钢)专业的教材,也可作为企业材料成型与控制等岗位职工的培训教材以及相关技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

型钢轧制/陈涛主编. —北京:冶金工业出版社, 2014. 6

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6588-9

I. ①型… II. ①陈… III. ①型钢—型材轧制—高等
职业教育—教材 IV. ①TG335.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第118375号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号, 邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

策划编辑 俞跃春 责任编辑 俞跃春 陈慰萍 美术编辑 杨帆

版式设计 葛新霞 责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6588-9

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2014年6月第1版, 2014年6月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 9.75印张; 234千字; 147页

25.00元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿邮箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街46号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前言

“型钢轧制”是材料工程技术（轧钢）专业的一门核心课程。随着冶金材料工业技术、工艺、设备的不断更新，钢铁企业需要大量的高技能型人才。为适应市场对人才的要求，结合高职高专基于工学结合的教学模式的改革需要，按照国家示范院校重点建设材料工程技术（轧钢）专业课程改革要求和教材建设计划，编者与生产一线的技术专家一起，通过企业调研，紧扣技术发展趋势编写了本书。本书的编写中，力求凸显以下特色：

（1）在内容上紧密结合实践，注意学以致用。全书以型钢生产过程为主线，以技能要求为目标，内容选材均来自现场实际。

（2）在叙述和表达上做到深入浅出，直观易懂，使读者能触类旁通。

（3）在结构上紧扣课程标准要求，按照项目教学进行编排。

本书由河北工业职业技术学院陈涛担任主编，袁志学、李秀敏和石永亮担任副主编，参加编写的还有戚翠芬、张景进、巩甘雷等。

本书在编写过程中参考了相关书籍、资料，在此对其作者表示衷心的感谢。由于编者水平所限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编者
2014年3月

目 录

1 型钢生产认识	1
1.1 型钢分类与生产	1
1.1.1 简单断面型钢	1
1.1.2 复杂断面型钢	2
1.1.3 型钢轧制方法	5
1.1.4 型钢的生产过程	6
1.2 型钢轧制原料	7
1.2.1 轧制原料的种类	7
1.2.2 对连铸坯的要求	8
思考题	9
2 横列式型钢车间生产操作	10
2.1 轧机区域设备的操作	10
2.1.1 轧机的布置与生产操作	10
2.1.2 操作事故处理	12
2.2 导卫装置	13
2.2.1 导卫装置的概念和作用	13
2.2.2 导卫装置的分类及其安装与使用要求	13
思考题	17
3 横列机组生产调整	18
3.1 孔型	18
3.1.1 基本概念	18
3.1.2 孔型的分类	18
3.1.3 孔型的组成	20
3.1.4 常用的延伸孔型系统	24
3.2 轧钢机的调整	32
3.2.1 轧钢机调整的意义、目的	32
3.2.2 轧机调整的原则	32
3.2.3 影响金属变形的基本因素	32
3.2.4 影响调整精度的各种因素	34
3.2.5 型钢轧机针对各产品的调整	36

思考题	50
4 H 型钢连轧生产工艺	51
4.1 概述	51
4.1.1 H 型钢的特点及分类	51
4.1.2 H 型钢技术要求	51
4.1.3 H 型钢外形尺寸专用量具	52
4.1.4 我国 H 型钢生产现状	53
4.2 万能轧机设备	54
4.2.1 万能轧机类型	56
4.2.2 万能轧机轧辊	61
4.2.3 H 型钢万能轧机的主传动	64
4.2.4 导卫	64
4.2.5 万能轧机布置形式	66
4.3 大型 H 型钢生产	68
4.3.1 车间生产过程	68
4.3.2 主要设备及其工艺	70
4.4 中小型 H 型钢车间	73
4.4.1 生产工艺	73
4.4.2 主要设备	76
思考题	77
5 H 型钢生产调整	78
5.1 多架万能轧机轧制 H 型钢	78
5.1.1 格雷法	78
5.1.2 萨克法	78
5.1.3 普泼法	80
5.1.4 X-H 法	80
5.1.5 无开坯 (BD 机) 轧制技术	81
5.2 万能轧机调整	82
5.2.1 概述	82
5.2.2 腰腿间金属流动	83
5.2.3 腿部变形及其影响因素	84
5.2.4 腿端在轧边端孔型中变形特点	85
5.2.5 H 型钢精轧调整程序表各部分尺寸计算公式	86
5.2.6 产品尺寸调整	87
5.3 连轧张力	90
5.3.1 万能-万能连轧	90
5.3.2 万能-轧边机	91

思考题	92
6 型钢产品缺陷	93
6.1 型钢产品的轧制缺陷	93
6.1.1 耳子	93
6.1.2 折叠	95
6.1.3 镰刀弯	96
6.1.4 表面裂纹	96
6.1.5 脱圆及脱方	97
6.1.6 扭转	97
6.1.7 烂边	99
6.1.8 边裂	99
6.1.9 鳞层	99
6.1.10 分层	99
6.1.11 结疤	100
6.1.12 发纹	100
6.1.13 表面夹杂	100
6.1.14 刮伤	100
6.1.15 麻点	101
6.1.16 凹坑	101
6.1.17 凸块	101
6.1.18 形状不正	101
6.1.19 轧痕	101
6.1.20 角不满	102
6.1.21 尺寸超差	102
6.1.22 弯曲	102
6.1.23 拉穿	102
6.1.24 波浪	103
6.1.25 腿端圆角	103
6.1.26 腿长不对称	103
6.1.27 内外并扩	103
6.2 精整缺陷及消除	104
思考题	104
7 型钢生产事故及其处理	105
7.1 轧制事故及其处理	105
7.1.1 缠辊	105
7.1.2 跳闸和卡钢	106
7.1.3 打滑	106

7.1.4 爆槽	106
7.1.5 断辊	107
7.1.6 冲导卫	107
7.1.7 喂错钢	107
7.1.8 倒钢	107
7.1.9 崩辊环	108
7.1.10 爆套筒	109
7.2 精整事故及其处理	109
7.2.1 锯切事故及其处理	109
7.2.2 冷却操作中的常见事故及其处理	109
7.2.3 矫直过程中的常见事故及其处理	110
思考题	110
8 型钢孔型的优化	111
8.1 孔型设计的意义和程序	111
8.1.1 孔型设计的意义	111
8.1.2 孔型设计的程序	114
8.1.3 孔型在垂直方向上的配置	117
8.2 延伸孔型的设计方法	122
8.2.1 等轴断面轧件的设计	122
8.2.2 中间扁轧件断面的设计	123
8.2.3 经验系数(宽展系数)方法	124
8.3 型钢孔型设计	127
8.3.1 精轧孔型设计的一般问题	127
8.3.2 圆钢孔型设计	128
8.3.3 角钢孔型设计	129
8.3.4 工字钢孔型设计	130
8.3.5 H型钢二辊轧机孔型设计	132
8.3.6 万能轧机孔型设计	135
思考题	138
9 轧制工艺参数优化	139
9.1 H型钢性能控制	139
9.1.1 提高H型钢性能的途径	139
9.1.2 H型钢控制冷却	140
9.2 钢轨性能控制	144
9.2.1 全长淬火钢轨的基本要求	144
9.2.2 在线余热淬火钢轨生产工艺	145
参考文献	147



型钢生产认识

1.1 型钢分类与生产

钢铁产品是以铁元素为基础组成成分的金属产品的统称，日常形态包括生铁、粗钢、钢材、铁合金等。由于铁合金在钢铁工业生产过程中主要用做炼钢时的脱氧剂和合金添加剂，因此在管理和统计上通常将铁合金归为钢铁生产主要原材料而非钢铁产品。此外，钢丝、钢丝绳、钢绞线、铁丝、铁钉等钢丝及其制品属于钢铁产品的再加工产品，不属于金属基础产品。所以在统计上，钢铁产品一般包括生铁、粗钢、钢材三大类产品。

生铁是钢铁产品的“初级产品”，经过进一步冶炼就可得到钢。生铁和钢主要根据铁基产品中含碳量多少来区别。铁经冶炼直接得到的产品为粗钢（固体状态称为钢坯或钢锭），粗钢通过铸、轧、锻、挤等方法处理加工后成为钢材。钢材是钢铁工业为社会生产和生活提供的最终产品的主要形式。由于钢材产品品种规格复杂多样，为了适应统计、生产、营销、库存等多方面管理的需要，国际上通常将钢材分为长材（即型材或型钢）、扁平材（即板材或板带钢）、管材（钢管）和其他钢材四大类。其中型钢包括铁道用钢材、钢板桩、大型型钢、中小型型钢、冷弯型钢、棒材、钢筋、盘条等。

大型型钢是指高度不小于 80mm 的 I 型钢（工字钢）、H 型钢、U 型钢（槽钢）、Z 型钢、T 型钢及角钢。

中小型型钢是指高度小于 80mm 的 I 型钢（工字钢）、H 型钢、U 型钢（槽钢）、T 型钢、Z 型钢及角钢、球扁钢、窗框钢。

冷弯型钢是指用钢板或带钢在冷状态下弯曲成的各种断面形状的成品钢材。它除能弯曲成一般的角钢、Z 型钢和槽钢之外，还能弯曲成很多种用热轧法不能获得的型材。冷弯型钢主要用于金属结构、金属家具、运输机械、农业机械以及管道等。

型钢轧制一般采用热轧方式。热轧型钢的品种很多，不同型钢相互区别最明显的特征是它们的断面形状。按断面形状，型钢可分为简单断面形状型钢和复杂断面形状型钢两种。经常轧制的品种有以下几种。

1.1.1 简单断面型钢

简单断面型钢有圆钢、方钢、角钢等。圆钢、方钢主要用来制造各种设备零件，角钢主要用于建筑结构、桥梁及各种构件。

1.1.1.1 圆钢

圆钢是指断面为圆形的钢材。它是应用非常广泛的钢材，其规格是以直径尺寸的大小表示。圆钢的直径一般为 10~200mm，在特殊情况下可达到 350mm。其中直径大于 100mm

者称为大型圆钢。

圆钢断面形状虽然简单，但是其中某些产品的正、负偏差要求很严格，因为断面椭圆度过大或沿长度方向上断面尺寸波动都会直接影响钢材精度。

1.1.1.2 方钢

方钢也是应用比较广泛的钢材品种，有圆角方钢和尖角方钢之分。其规格是以边长尺寸的大小表示，经常轧制的方钢边长尺寸为4~250mm，其中边长尺寸大于100mm者为大型方钢。

1.1.1.3 角钢

角钢分为等边角钢和不等边角钢两种。随着国民经济的发展，一些特殊形状的角钢相继被生产出来，如两腿（或两边）不等厚的角钢及两腿尺寸大小相差很大的特殊角钢等。其规格以边长（cm）尺寸或“号数”表示，例如20号（No.20）角钢其边长即为200mm。不等边角钢的规格分别以长边和短边长度（cm）尺寸表示。等边角钢的边长一般为2~25号，其中18~25号为大型角钢；不等边角钢的边长一般为2.5/1.6~25/16号，其中18/12~25/20号为大型不等边角钢。

部分简单断面型钢的形状、表示方法、规格范围及用途见表1-1。

表 1-1 部分简单断面型钢的形状、表示方法、规格及用途

名 称		断面形状	表示方法	规格/mm	交货状态	用 途
圆 钢			直径	10~40 >40 50~350	条（卷） 条 条	钢筋、螺栓、零件 冲、锻零件 无缝管坯、轴
方 钢			边长	4~250	条	零 件
角钢	等 边		边长的 1/10	No. 2~No. 25	条	金属结构、桥梁等
	不等边		长边长/短 边长的 1/10	No. 2.5/1.6~ No. 25/16.5	条	金属结构、桥梁等

1.1.2 复杂断面型钢

复杂断面型钢中的大型材和轨梁产品通常是指工字钢、槽钢、钢轨等产品。工字钢、槽钢广泛用于建筑结构、桥梁和各种构件，钢轨主要用于修建铁路。

在结构件中承受弯曲力的钢材都希望有大的 W/F 值或 $W/\sqrt{F^3}$ 值（ W 为断面模数， F 为断面面积）；承受轴向压力的钢材希望对横断面的 $x-x$ 和 $y-y$ 轴有相同的稳定性。此外，在制造钢结构时，为了使钢材的拼合不产生困难，要求凸缘型钢腿部的内外侧斜度尽量小，腿部侧边最好是平行的。

1.1.2.1 工字钢

工字钢是以高度 h (cm) 尺寸来确定规格大小的, 其规格范围为 8~63 号 (即 $h = 80 \sim 630\text{mm}$), 其中 20~63 号为大型工字钢。

工字钢按断面形状特点可分为普通工字钢、轻型工字钢和宽缘工字钢 (H 型钢) 等。它们的共同特点是: 腰部的两端有较高的腿, 且两腿平行, 腿长相等, 腿和腰互相垂直, 腿外侧面平直。

普通工字钢断面形状及各部位尺寸如图 1-1 所示。其断面尺寸关系为: $d = (1/22 \sim 1/45) h$, $b = (1/2 \sim 1/3) h$, $t = (1.58 \sim 1.62) d$; 腿的内侧斜度为 1:6。普通工字钢的缺点是浪费金属, 这是由于腿和腰过厚、腿的宽度窄、 W/F 值较小的原因造成的。

在保证强度的条件下, 为了节约金属出现了轻型工字钢, 它的规格为 14~70 号, 其各部位尺寸关系如下: $d = (1/35 \sim 1/57) h$; 腿宽比普通工字钢平均增加 12%; $t = (1.58 \sim 1.96) d$; 腿的内侧斜度为 10%~14%。图 1-2 为 24 号、36 号轻型工字钢与同号普通工字钢的比较。24 号、36 号普通工字钢的 W/F 值分别为 8.0 和 11.45, 而 24 号、36 号轻型工字钢 W/F 值分别为 8.3 和 12.1, 均较前者大, 故采用轻型工字钢可以节约金属 15%。轻型工字钢中的薄壁工字钢主要是用在载荷较轻的民用建筑上。它的各部位尺寸有下列关系: $d = (1/57 \sim 1/71.5) h$; 腿宽比普通工字钢减少 63.5%~37.5%; $t = (1.62 \sim 1.92) d$; 腿的内侧斜度为 1:6。这种工字钢节约金属可达 25%。

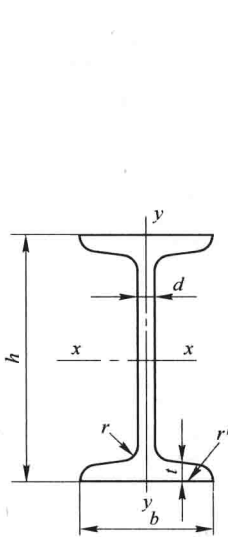
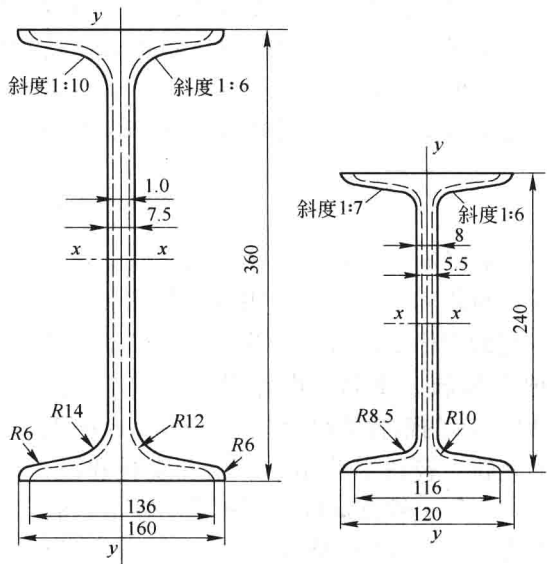


图 1-1 普通工字钢断面尺寸

图 1-2 24 号、36 号轻型工字钢和同号普通工字钢的比较
--- 轻型工字钢; —— 普通工字钢

还有一种在万能轧机轧制的宽腿工字钢, 称 H 型钢。H 型钢与普通工字钢的比较如图 1-3 所示。H 型钢断面形状的特点是: 两腿内外侧平行, 几乎无斜度, 腿端呈直角; 腿宽尺寸一般较普通工字钢和轻型工字钢的腿宽尺寸大。根据用途不同, H 型钢又可分为梁材、轻型柱材和重型柱材三个品种。作梁材的 H 型钢有较高的 W/F 或 $W/\sqrt{F^3}$ 值; 作柱

材的 H 型钢因为要求对 $x-x$ 和 $y-y$ 轴尽量有相同的稳定性, 所以腿较宽, 最好是 $h = b$ 。H 型钢具有断面模数大、重量轻、节约金属等优点, 不但可使建筑结构重量减轻 30%~40%, 而且还便于拼装、组合成各种构件, 从而可节省焊接、铆接工作量 25% 左右。它常用于要求承载能力大、截面稳定性好的大型桥梁、高层建筑、重型设备和高速公路等方面。因此 H 型钢生产近几年发展很快, 据不完全统计, 国外已有 80 套以上的 H 型钢轧机, 几个主要产钢国家的 H 型钢已占大型钢材产量的 50% 以上。目前最大的 H 型钢腰高达 1200mm, 腿宽 530mm, 并出现了 H 型钢连轧机, 同时各国还很重视对普通的三辊轨梁轧机进行技术改造, 增设万能机架, 用以生产 H 型钢, 满足小批量生产要求。

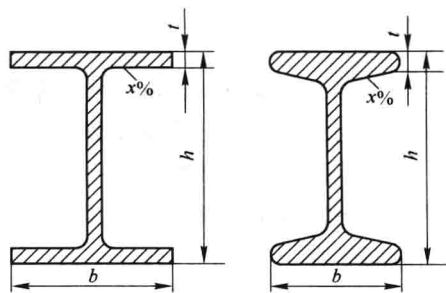


图 1-3 H 型钢与普通工字钢的比较

1.1.2.2 槽钢

槽钢的断面形状如图 1-4 所示。其规格以腰部宽度 (cm) 尺寸表示, 一般为 50~450mm (5~45 号), 其中 18~45 号为大型槽钢。

槽钢分普通槽钢和轻型槽钢两种。普通槽钢的腿宽较窄, 腰和腿较厚, 腿内侧壁斜度较大, 在使用上很不经济。轻型槽钢与普通槽钢相比, 其厚度与高度的比值小。例如, 40 号轻型槽钢的腰厚比普通槽钢减少 2.5mm, 平均腿厚减少 4.5mm, 腿宽增加 15mm。使用轻型槽钢可以节约金属 20%~30%。

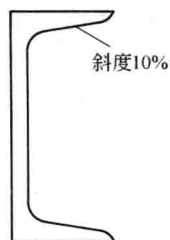


图 1-4 槽钢的断面形状

1.1.2.3 钢轨

钢轨的断面形状与工字钢相类似, 它由轨头、轨腰和轨底三部分组成, 如图 1-5 所示。它的规格是以每米长的重量来表示, 其品种有轻轨、重轨、电车轨及吊车轨等。5~30kg/m 的钢轨为轻轨, 33~75kg/m 的钢轨为重轨。轻轨主要用于矿山和森林建设, 重轨主要用于铁路运输, 电车轨用在市内有轨电车路上, 吊车轨铺在厂房的吊车轨道上。

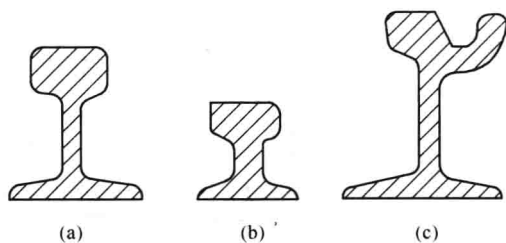


图 1-5 钢轨的断面形状

(a) 重轨、轻轨; (b) 吊车轨; (c) 电车轨

钢轨的工作条件十分复杂和恶劣。在使用过程中, 轨端部分承受周期性的冲击载荷作用; 在车轮压力的作用下, 轨头承受接触压应力、机车运行中的滚动摩擦以及刹车时滑动摩擦的作用; 轨腰承受偏心载荷的弯曲应力; 轨底则经常处于拉应力状态。

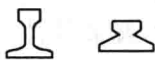
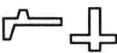
这种受力条件的复杂性以及受自然界侵蚀 (风吹、日晒、雨淋以及气温变化) 的恶劣工作环境, 对钢轨提出了很高的技术要求, 以保证钢轨在这种条件下工作的可靠性。保证钢轨质量还有十分重要的现实意义: 钢轨质量的优劣不仅影响机车运行速度的高低、货运

量的多少和钢轨使用寿命的长短,而且更重要的是在于保证机车和人身安全。因为钢轨的报废主要由于轨端的磨损,而火车的翻车事故主要是由于钢轨底部加工不良和轨头剥落所造成的。由于车辆运行速度加快,载重量加大,车次增多,所以对钢轨质量的要求越来越高。这些要求是:(1)耐磨性和耐腐蚀性强;(2)强度和韧性大;(3)耐疲劳性能好;(4)由于天气的冷热变化所引起的各种性能变化小。

钢轨的这种硬而不脆、韧而不断的技术要求,决定了钢轨生产工艺过程的复杂性,决定了组织钢轨生产的一个十分重要的问题在于保证和达到钢轨的质量要求。

部分复杂断面型钢的形状、表示方法、规格范围及用途见表1-2。

表 1-2 部分复杂断面型钢的形状、表示方法、规格及用途

名 称	断面形状	表示方法	规 格	用 途
工字钢		以腰高的 1/10 表示。 如高为 200mm, 则为 20 号	80~630mm 8~63 号	
槽 钢		以腰高的 1/10 表示。 如高为 200mm, 则为 20 号	50~400mm 5~40 号	
钢 轨		以每米单位重量表示, 如 50kg/m	5~24kg/m 38~75kg/m 80~120kg/m	轻轨、矿山用 重轨、铁路用 起重机轨、吊车用
T 型钢		以腿宽表示,如腿宽 200mm, 表示为 T ₂₀₀	20~400mm	结构件、铁路车辆
Z 型钢		以高度表示,如高 310mm, 为 Z ₃₁₀	60~310mm	结构件、铁路车辆
窗框钢			品种规格 20 余种	钢窗
钢板桩			槽形、Z 形、板形、U 形	矿山、码头、海洋、 井下工程
球扁钢		宽×厚	(5×4~270×14)mm	造船
履带钢				拖拉机、电铲等链板
鱼尾板		以对应的钢轨号表示		钢轨接头

1.1.3 型钢轧制方法

根据轧机的组合方式或轧件断面尺寸的大小,可以采用以下四种基本轧制方法。

(1) 穿梭轧制。轧制时, 轧件头尾交替地往复进入各机座进行轧制的方法称为穿梭轧制。这种轧制方法属于纵轧方式, 被广泛用于初轧机、开坯机、轨梁轧机、大中型型钢轧机等横列式轧机上。在小型横列式轧机上生产较大直径(或边长)即 20mm 以上的圆钢和方钢时, 也常用穿梭轧法。穿梭法轧制每道次之间间隙时间长、生产率低, 但操作简单, 轧机调整方便, 适用于生产复杂断面钢材。

(2) 活套轧制。始终以轧件的一端作为头部进入横列布置的各机架进行轧制, 并且在轧制过程中, 轧件可以同时通过几个机架, 由于前架的秒流量大于后架的秒流量, 故在轧制中轧件形成活套。这种方法称为活套轧制。此种轧制法在横列式轧机上使用围盘时应用。由于轧件同时通过几个或几列机座, 则轧制时各道交叉时间很长, 因而轧制一根轧件所需的时间少, 终轧温度高, 因此对轧制细而长的轧件来说, 活套轧制比穿梭轧制优越得多。

(3) 连续轧制。一根轧件同时通过几个机座, 各机座间遵循金属秒流量相等的原则, 这种轧制方法称为连续轧制。连续轧制是一种先进的轧制方法。它具有轧制速度高、轧件头尾温差小、产品质量高等优点。目前, 现代化线材轧机均采用连续轧制的方法, 最高轧制速度可达 140m/s 以上。棒材轧制也大都采用了连续轧制的方法。在国外复杂断面型钢(如工字钢)也采用了连续轧制的方法。

(4) 顺序轧制。在机架纵向间距较大的纵列式轧机上, 不允许有连轧现象, 故采用每架轧机仅通过一道的顺序轧制法。为使每架轧机的工作均衡, 必须随着轧件长度的增加而依次提高轧制速度。

1.1.4 型钢的生产过程

1.1.4.1 非合金钢和低合金钢的生产工艺过程

根据所采用的原料和型钢生产系统区分, 非合金钢型钢和低合金钢型钢生产工艺过程可分为以下两种基本类型:

(1) 连铸坯直接轧制系统。其特点是连铸设备与轧钢设备紧凑(短流程), 充分利用连铸坯的热量, 不需重新加热(或仅对坯料角部进行局部加热)而直接送入轧机, 轧制成成品。这一工艺要求连铸坯表面质量有所保证, 不需要建立大的开坯机, 连铸速度与轧制速度要匹配、协调。这种工艺是今后轧制型钢的发展方向, 即形成连铸连轧工艺。

(2) 连铸坯采用一次加热, 轧制成成品。连铸坯既可以用冷料, 也可以热送热装炉, 在热送连铸坯过程中, 采取保温措施、减少热量损失。为了一次加热成材, 连铸坯的尺寸不易过大, 最小坯料断面尺寸为 120mm×120mm。因而也不需要设置大的开坯机。目前, 这种生产工艺已经在轨梁、大型、中型、小型和线材轧机上得到广泛的应用。

1.1.4.2 合金钢型材的生产工艺过程

由于合金钢的钢种、型钢尺寸和用途的不同, 合金钢型钢生产工艺过程也有所不同, 其基本生产工艺如图 1-6 所示。

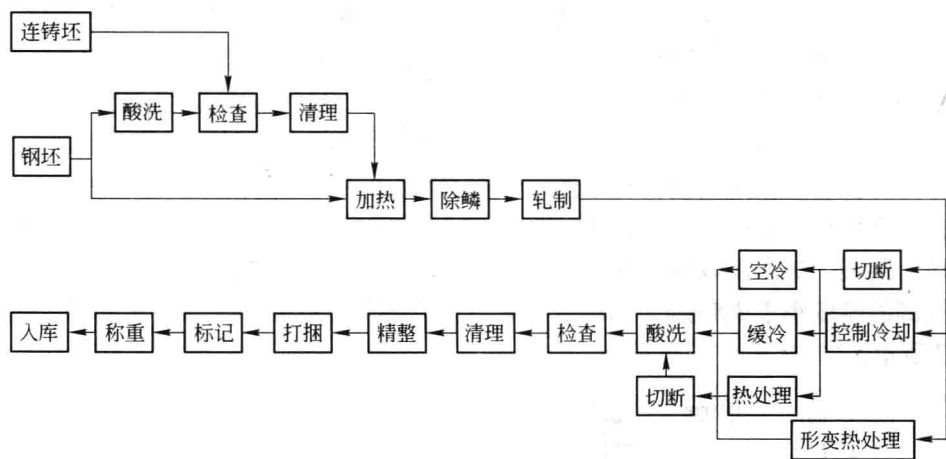


图 1-6 合金钢型钢生产工艺过程

生产合金钢型钢所用原料为连铸坯和轧（锻）坯两种。为了清除钢坯表面缺陷，先进行酸洗、表面检查及清理，然后在连续式加热炉中加热，经机械式高压水除鳞，再进行轧制（或控温轧制），轧后钢材进行控制冷却或形变热处理等工艺控制钢材的组织结构和性能。之后进行表面检查、缺陷清理、精整，对某些合金钢进行必要的热处理，最后打捆、标记、打印和入库。

1.2 型钢轧制原料

1.2.1 轧制原料的种类

轧制时所用的原料有两类：钢锭和连铸坯。

（1）钢锭。钢锭为炼钢车间的一种产品，也是轧钢车间早期所用的主要原始原料。

钢锭的重量波动于很大范围之内，通常为 100（或更小些）~50000kg（或更重些），这主要取决于轧机的尺寸、钢锭的用途和化学成分。在前些年的三辊开坯机上所使用的钢锭多为 200~1500kg；在初轧机上轧制方坯时多采用重 3000~8000kg 的钢锭；轧制厚板坯时或在专门的板坯初轧机上多采用重 15000~20000kg 的钢锭；在专门的特厚板轧机上，钢锭的重量可更重些；在专门轧制特殊钢的工厂里，钢锭的重量根据钢种来确定。

轧制用钢锭的断面形状主要为方形和矩形，根据使用需要在个别情况下有时也可使用圆形、多边形或其他异形（如工字形）等。

钢锭可以采用上注法或下注法进行浇铸。按钢种的不同可浇铸成上小下大的钢锭——沸腾钢、半镇静钢；或上大下小带保温帽的钢锭——镇静钢。

（2）连铸坯。液态钢不经传统的铸锭和开坯轧制两大工序，而由连铸机直接成坯的生产方法，近几年已得到了普及（目前，我国连铸比已达 93%~96%）。使用不同规格的连铸机几乎可以生产出开坯机所轧出的各类规格钢坯，但它仅限于使用镇静钢或半镇静钢。

连续铸坯方法的优点是：金属消耗少，设备费用低，可节约能量消耗，钢坯的化学成分均匀等。但它没有像使用开坯机那样改变轧制品种时的灵活性，也不适于使用沸腾钢。

经过以上分析,我们知道,连铸坯在实际生产中占有绝对的优势,但是目前尚不能完全代替模铸的生产,即连铸比没有达到 100%。这是因为:

1) 有些钢种的特性尚不能适应连铸的生产方式,或采用连铸法难以保证连铸的质量,例如沸腾钢、高速钢的生产等。

2) 一些必须经锻造的大型锻造件(如万吨舱的主轴),一些大规格轧制产品(如特厚板、车轮轮箍、厚壁无缝钢管的生产),它们目前采用的原料仍是模铸的钢锭。

型钢生产所用的连铸坯主要以方坯、矩型坯和异型坯为主。所谓异型坯是指除了方坯、板坯、圆坯、矩形坯以外具有复杂断面的连铸坯,主要形式为工字形坯。若工字形坯腰部和腿部的厚度小于 100mm,则称为近终形钢梁坯。普通异型坯与近终形钢梁坯的比较如图 1-7 所示。

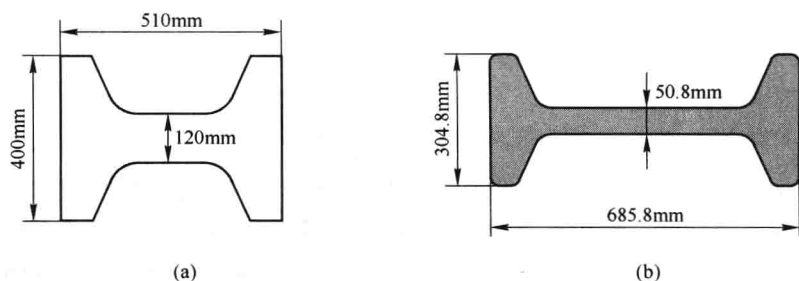


图 1-7 普通异型坯与近终形钢梁坯的比较

(a) 普通异型坯; (b) 近终形钢梁坯

传统生产大型型材和重轨的坯料是用铸锭经初轧机开坯得到的大方坯或用连铸机铸出大方坯,这显然不如采用普通异型坯(或近终形钢梁坯)经济。采用异型坯具有以下一些优点:

(1) 开坯道次明显减少,生产节奏加快,因此开坯机不会成为整个生产线的“瓶颈”。同时,由于轧制时间缩短,轧件温降小,一般可使轧件温降减小 100℃,轧制力降低 30%,轧制能耗减少 20%。

(2) 综合成材率提高。异型坯腰部厚度 120mm,轧成进入万能轧机所需的坯料厚度(大规格 H 型钢通常为 40~50mm)时,由于轧件变形小,轧制中产生的头尾“舌头”短,因而切头切层短。

1.2.2 对连铸坯的要求

连铸坯的断面、尺寸和重量取决于轧机的具体轧制条件及其最大生产能力。坯料尺寸越大、重量越重,则型钢轧机的生产能力越高、单位金属消耗越低。因而现代轧机有增大所用坯料尺寸、增加重量和加长轧件长度的趋势。但是,轧件长度的增加,增大了轧件前端和后端的温差,引起金属变形抗力的变化,因而造成尺寸上的差别加大。轧件长度越短,越有利于提高型钢的精度。沿轧件长度的温差主要还与轧机的形式、布置方式和轧制速度有关。在横列式型钢轧机上轧制钢材时,沿轧件长度的温差比连续式轧机的大很多。因而现代高速连续式型钢轧机采用比横列式轧机坯料尺寸和重量都大很多的坯料,而所轧出的产品尺寸精度却很高。

确定坯料尺寸和重量时应考虑下列设备和生产条件：

- (1) 加热炉的宽度及利用该坯料时加热炉的生产能力。
- (2) 成品长度、倍尺及切头、切尾长度要求。
- (3) 型钢轧机的工艺和结构上的特点。
- (4) 断面孔型设计的特点及孔型排列。
- (5) 机架间的距离。
- (6) 冷床的长度或卷取机的容积和能力。
- (7) 轧件下料装置的结构。

以连铸坯为原料生产所需质量的型钢，其坯料断面的尺寸应当保证轧制时有足够大的延伸。对普通质量非合金钢其总延伸系数不应小于 4，而优质碳素钢和合金钢不应小于 10。国内外各冶金厂根据型钢轧机尺寸、结构、架数和布置方式的不同，所采用的连铸坯的断面尺寸和重量也不尽相同。例如方形连铸坯有 30 种类型，其边长为 40~250mm。为了提高型钢轧机的工作效率还可以采用矩形和工字形（切入的异形）连铸坯。

思考题

- 1-1 各种常见型钢的特点和用途是什么？
- 1-2 比较普碳钢和合金钢的生产工艺流程。
- 1-3 钢轨的性能有什么要求？
- 1-4 如何确定连铸坯的尺寸？