

内 容 提 要

本书介绍了应用较为普遍的冷轧、旋压、辊锻、螺旋孔型轧制等9种特种轧制技术与设备;对工件的成形原理、设备的基本构成及分类做了详细的叙述,并给出了一些定型设备的主要技术参数。每章后都附有参考文献。

本书可供轧钢、锻压以及机械加工等行业的企业、设计科研院所等单位的工程技术人员和高等学校的教师、学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

特种轧制设备/周存龙等编著. —北京:冶金工业出版社,2006.4

ISBN 7-5024-3920-X

I. 特… II. 周… III. 特种轧机 IV. TG334.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 008194 号

出版人 曹胜利(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 王耀忠

责任校对 石 静 李文彦 责任印制 牛晓波

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2006年4月第1版,2006年4月第1次印刷

850mm×1168mm 1/32;8.5印张;236千字;259页;1-2000册

28.00元

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(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

特种轧制技术的应用在我国只有 50 多年的历史,自 20 世纪 50 年代初一些工程技术人员开始研究螺旋孔型轧制、滚轧技术以来,特种轧制技术在我国的发展较为缓慢。20 世纪 60 年代,国产车轮轧机的投产是具有标志性的。80 年代以来,轧环、辊锻、摆辗和楔横轧等特种轧制技术的研究开发取得了显著进展,从而为该技术的广泛应用奠定了基础。

进入 21 世纪,我国的钢铁生产和制造业迅猛发展,为特种轧制技术的发展和推广应用提供了广阔的市场。尤其是在汽车、家电、车辆、五金等行业,特种轧制技术已经成为必不可少的生产手段。很多原来采用切削加工或其他方式生产的成品或半成品都开始采用特种轧制技术进行生产。

随着绿色生产和可持续发展思想逐步为人们所认识和接受,特种轧制技术的长处不仅体现在降低生产成本和提高效率方面,而且节能、降耗和减少对环境压力,日益受到人们的重视。因此,加强特种轧制基础理论研究,开发新的特种轧制技术,研制具有更高装备水平的特种轧制设备,是金属压力加工领域中有关人员未来的重要任务。

当前,我国的钢铁产量已经居于世界首位,已经渡过了钢铁短缺的时代。然而我们也付出了环境恶化、原材

料和能源消耗巨大的代价。因此,我们应当用好这些经过消耗许多资源而得来的钢,使其能够以更新的面孔、更高的利用率走向终端用户。特种轧制技术就是实现这个目标的重要技术手段。真诚地希望本书的出版能够为此奉献绵薄之力。

本书由周存龙、秦建平同志主编。主要编写工作分工如下:周存龙同志编写第3章、第4章、第5章、第6章、第7章、第9章和第10章,秦建平同志编写第1章,黄庆学同志编写第2章,胡满红同志编写第8章。最后,由周美英同志进行了文字校对。

本书在编写过程中得到了刘玲玲、郭拉凤、晋景涛、帅美荣和田雅琴等同志的帮助,在此谨致谢意。

由于笔者水平有限,实际经验不足,资料也不全面详尽,书中不妥之处,恳请读者给予批评指正。

编 者

2005年11月21日于太原

目 录

1 概述	1
参考文献	3
2 多辊轧制设备	4
2.1 多辊轧机的用途和特点	4
2.2 森吉米尔轧机的主要结构	7
2.2.1 牌坊	7
2.2.2 辊系和外层支撑辊	8
2.2.3 压下装置	12
2.2.4 辊型控制系统	14
2.2.5 轧机传动装置	15
2.2.6 工艺润滑和冷却系统	16
2.3 森吉米尔轧机的轧辊及辅助装置	18
2.3.1 轧辊	18
2.3.2 轧辊位置补偿调整机构	21
2.3.3 压上装置	21
2.3.4 进出口辅助装置	22
2.4 森吉米尔轧机的规格系列	22
2.5 偏八辊轧机	23
参考文献	24
3 螺旋孔型轧机	25
3.1 螺旋孔型轧机的主要用途	25
3.2 螺旋孔型轧机的主要技术参数	28
3.3 螺旋孔型轧机的结构形式	29
3.3.1 穿孔机式螺旋孔型轧机	29

3.3.2	机床式螺旋孔型轧机	37
3.4	螺旋孔型轧机的调整	38
3.5	钢球轧机	41
3.5.1	概述	41
3.5.2	钢球轧机的主要结构	42
3.5.3	轧机主要参数选择	43
3.6	钻头轧机	45
3.7	翅片管轧机	48
	参考文献	52
4	楔横轧设备	54
4.1	概述	54
4.2	楔横轧机的形式与技术参数	56
4.2.1	按工具形式分类	56
4.2.2	按设备布置形式分类	57
4.3	楔横轧机的结构	61
4.3.1	主机座	61
4.3.2	轧辊	62
4.3.3	轧辊轴承	63
4.3.4	轧辊轴向调整机构	64
4.3.5	轧辊径向调整机构	65
4.3.6	传动系统	65
4.3.7	送料装置	67
4.3.8	电控系统	69
4.4	应用实例	69
	参考文献	71
5	盘环件轧制设备	72
5.1	概述	72
5.2	轧环机的分类与技术参数	75
5.2.1	轧环机的分类	75

5.2.2 轧环机的技术参数	79
5.3 轧环机力能参数计算	85
5.3.1 环件轧制力的计算	85
5.3.2 轧环机传动轧辊所需力矩的计算	91
5.4 轧环机的工作原理	97
5.5 卧式轧环机的主要结构	99
5.5.1 卧式轧环机的结构方案	99
5.5.2 卧式轧环机的主要构成	101
5.6 车轮轧机	107
5.6.1 车轮轧机的工作原理	108
5.6.2 车轮轧机的分类	110
5.7 齿轮轧机	112
参考文献	115
6 辊锻设备	117
6.1 概述	117
6.2 辊锻机的类型	120
6.3 辊锻机的主要技术参数	124
6.4 辊锻机的主要结构	127
6.4.1 机架	127
6.4.2 锻辊与轴承	131
6.4.3 锻辊及模具的调整	133
6.5 辊锻机的工作刚度	138
6.6 辊锻机的传动系统	140
6.7 辊锻机的辅助装置	143
6.7.1 安全装置	143
6.7.2 辊锻机喂料装置	145
6.8 辊锻机的选用	146
参考文献	146

7 旋压设备	147
7.1 概述	147
7.2 旋压设备的分类	149
7.3 通用旋压机	151
7.3.1 卧式旋压机	151
7.3.2 立式旋压机	156
7.4 专用自动旋压机	157
7.4.1 轻型板料成形旋压机	157
7.4.2 筒形件变薄专用旋压机	159
7.4.3 管端成形专用旋压机	160
7.4.4 封头成形专用旋压机	162
7.5 旋压机的技术参数	162
7.5.1 旋压设备设计的工艺因素	163
7.5.2 旋压机的主要技术参数	163
7.6 旋压力能参数计算	165
7.6.1 旋压力的计算	165
7.6.2 尾座顶推力的计算	168
7.6.3 主轴转速的选择	168
7.6.4 主电机功率的计算	169
7.6.5 旋轮进给速度的计算	169
7.7 旋压机的基本结构	169
7.7.1 床身	169
7.7.2 主轴	170
7.7.3 进给装置	175
7.7.4 旋轮座与旋轮架	177
7.7.5 尾座及附设装置	182
7.7.6 旋压机结构的特点	182
7.8 数控自动旋压机	184
7.8.1 数控自动旋压机的控制系统	186
7.8.2 数控自动旋压机的结构特点	188

7.8.3 数控自动旋压机的数据输入	189
参考文献	191
8 锥形辊轧制设备	193
8.1 概述	193
8.1.1 圆柱辊共面楔形辊轧与分导复合成形	193
8.1.2 边轧弯曲法	194
8.1.3 锥辊异面辊轧成形	196
8.1.4 锥辊共面异步辊轧	197
8.2 锥辊轧制成形原理	197
8.3 螺旋叶片轧机的结构	198
8.3.1 轧机机座	198
8.3.2 前导卫装置	199
8.3.3 后导卫装置	199
8.3.4 主传动系统	200
8.3.5 带钢输送装置	200
8.4 螺旋叶片的轧制过程	201
8.4.1 螺旋叶片轧制参数调整	201
8.4.2 辊轧过程的润滑	202
8.5 辊轧用钢带及螺旋叶片结构	203
8.5.1 辊轧用钢带的要求	203
8.5.2 叶片尺寸结构	205
8.5.3 辊轧叶片展开尺寸的计算	207
8.5.4 叶片尺寸精度与计算误差	207
参考文献	209
9 滚轧设备	210
9.1 概述	210
9.2 螺纹滚轧机	212
9.2.1 螺纹滚轧的生产方式	212
9.2.2 螺纹滚轧设备	213

9.3 成形件滚轧机	221
9.3.1 成形件滚轧机的用途和特点	221
9.3.2 成形件滚轧机的种类	222
9.4 滚轧机的其他应用	228
参考文献	230
10 摆辗设备	232
10.1 概述	232
10.1.1 摆辗技术的优点	233
10.1.2 摆辗工艺过程的分类	233
10.1.3 摆辗技术的发展趋势	234
10.2 摆辗机的主要类型	236
10.3 摆辗机的主要技术参数	237
10.4 摆辗机的结构	245
10.4.1 机架	245
10.4.2 摆头	246
10.4.3 滑块	251
10.4.4 传动系统	252
10.5 专用摆辗机	254
10.5.1 卧式摆辗机	255
10.5.2 多用摆辗机	255
10.5.3 双轮摆辗机	256
10.5.4 摆铆机	256
参考文献	258

1 概 述

特种轧制是钢材深加工技术的重要方式之一,通常是对板带材、线棒材和钢管等轧制材料再次以轧制的方式进行深度加工。特种轧制主要用于机械零件的制造,是一种少切屑或无切屑、高质量、高效率的生产方式,在材料加工和机械制造等行业中具有愈来愈重要的作用。尤其是在大批量机械零件的生产过程中,如汽车、电子电器、纺机、农机、轻工、高低压容器等领域,特种轧制技术的应用十分广泛。特种轧制也是提高产品质量,降低生产成本的重要手段。对于一些高技术领域的产品如航天航空器、兵器制造中的特殊零件,特种轧制更是唯一的加工手段。此外,由于可对钢材进行深度加工,特种轧制技术可大幅度地增加钢材的附加值,提高了材料的利用率。所以特种轧制技术对国民经济的发展,提高企业经济效益和社会效益有着十分重要的意义。

特种轧制可以采用纵轧、横轧和斜轧等 3 种轧制方式,由于产品的种类繁多,所采用的变形方式和设备形式也很多。按照轧制的变形方式,特种轧制的分类大致如图 1-1 所示。

随着特种轧制技术的进步和所加工产品的演进,特种轧制设备也在不断发展,尤其是由于计算机技术的广泛应用,以数控技术和工具的 CAD 技术为代表的特种轧制设备已经在逐步取代传统的设备。特种轧制新工艺的不断出现,新型的特种轧制设备也随之出现,并不断发展完善。目前,用于各种生产场合的特种轧制设备的类型很多,除了按照变形方式分类外,按照所加工原料的形式也可以将其分为以下 3 大类:

(1) 板带材特种轧制设备。板带材特种轧制设备主要用于板带材的深加工,如薄带和极薄带材轧制、横向或纵向不等厚带材和螺旋状带材轧制。设备种类包括各种形式的多辊板带轧机,锥形辊板带材轧机,辊锻机等。

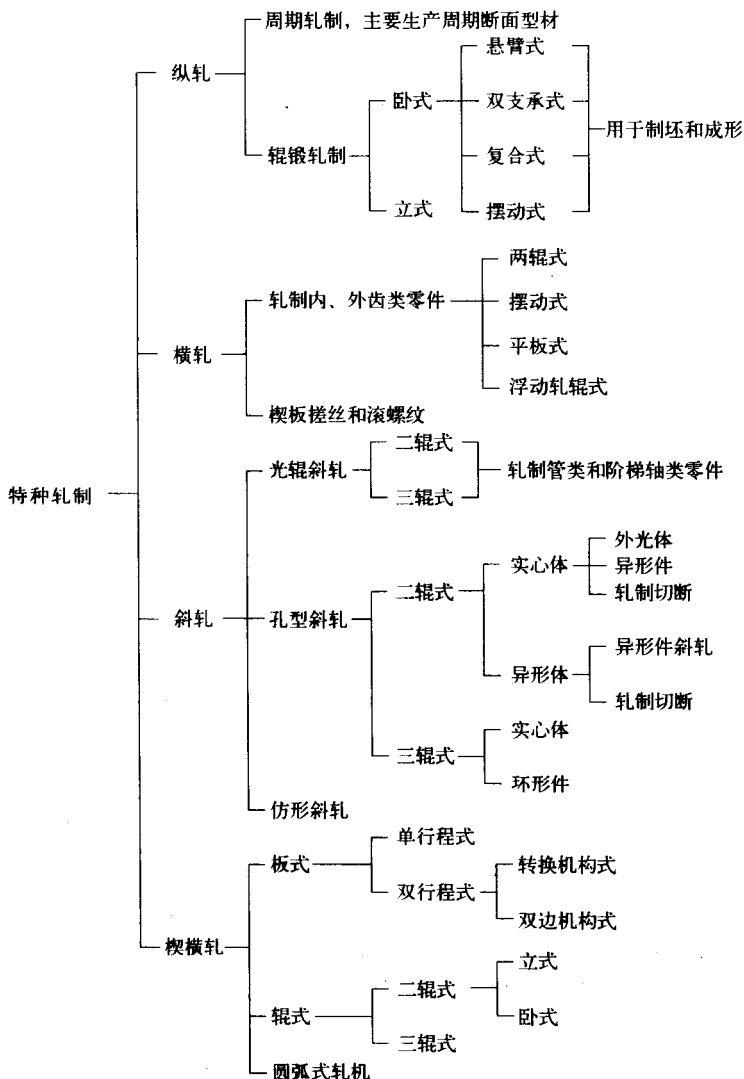


图 1-1 特种轧制的分类

(2) 线、棒、管材特种轧制设备。线、棒、管材特种轧制设备可

以用来生产各种实心或空心的回转体轧件,如阶梯轴类零件、球形零件、各种螺纹制品、散热器用的翅片管和羽翎管以及麻花钻头等产品。相应的设备包括楔横轧机、钢球轧机、螺纹轧机、翅片管轧机、钻头轧机、管或筒形件旋压机、冷轧带肋钢筋轧机等。

(3) 盘、环件特种轧制设备。此类设备主要用于生产轴对称类机械零件,盘类零件的轧制主要使用能够产生轴向变形的摆动辗压机和径向变形的旋压机。环件特种轧制设备则用于各种环件的轧制,相应的设备是旋压机和轧环机。

除了多辊板带轧机和冷轧带肋钢筋轧机外,特种轧制设备大多以机床的形式使用,而且有些已经形成了系列化产品,生产部门可以根据需要选用不同型号的设备。

特种轧制具有工艺形式多、应用范围广等特点,因此,在开发新工艺、研制新设备和提高设备的装备水平方面有着广阔的发展空间。各种新技术的采用,使得特种轧制设备得到了迅速发展,从而使特种轧制技术得到了更广泛的应用和推广。

参 考 文 献

- 1 日本塑性加工学会.压力加工手册.江国屏等译.北京:机械工业出版社,1984
- 2 王廷溥.轧钢工艺学.北京:冶金工业出版社,1980
- 3 杜立权.机械零件毛坯轧制的进展及在我国应用的想法.金属成形工艺,1999(4)
- 4 机械工业部机械研究院.国外压力加工概况及其发展趋势.1973(内部资料)
- 5 机械工业部机械研究院.金属压力加工.1973(内部资料)
- 6 李培武.塑性成形设备.北京:机械工业出版社,1995
- 7 中国机械工程学会锻压学会.锻压手册.北京:机械工业出版社,1993
- 8 侍慕超.90年代初国内外锻压机械的发展概况.锻压机械,1996(2)
- 9 胡亚民.回转塑性成形技术的应用.锻压机械,1996(6)
- 10 Altan T.现代锻造——设备、材料和工艺.陆索译.北京:国防工业出版社,1982
- 11 《锻工手册》编写组.锻工手册(第七分册).北京:机械工业出版社,1975
- 12 《机械工程手册 电机工程手册》编辑委员会.机械工程手册(第七分册).北京:机械工业出版社,1982

2 多辊轧制设备

2.1 多辊轧机的用途和特点

多辊轧机主要用于高强度钢和精密合金的冷轧薄板和薄带钢轧制生产,在薄板带的生产中占有特殊的地位。在生产薄板带的冷轧机中,约有 10% 以上的设备是多辊轧机。几乎所有的不锈钢薄板都是由多辊轧机生产,电工钢板、超硬金属、铝合金、铜合金等薄带的生产也使用多辊轧机。多辊轧机也用于稀有金属、双金属和贵金属的生产。

由于国民经济规模的扩大,特别是高新技术的快速发展,各个工业部门如电子、信息、仪器、机电等行业对各种金属及合金薄带和极薄带材的需求增长很快。对于薄带材的质量要求也愈来愈高,例如彩色显像管中使用的荫罩带钢,厚度为 0.15 mm,厚度的公差范围在 600 mm 的钢带宽度上为 $\pm 3 \mu\text{m}$ 。在一些电器和仪器仪表的元件中需要厚度为 1~3 μm 的铝、钽和铍青铜箔材。这些带材或箔材采用四辊轧机生产是不经济的,通常在技术上也是无法实现的。因为在轧制极薄带材时,工作辊的弹性压扁将等于或大于带材的厚度,此时轧件的压缩是不可能的,因此必须使用直径更小的工作辊才能轧制极薄带材。此外,由于工作辊直径小,接触变形区也小,相应的轧制力也较小,所以同样的轧制压力可以产生较大的压下量。然而,对于四辊轧机来说,当工作辊的辊径很小时,其轧制方向的刚度和强度将不能够满足轧制过程的要求,因此必须加以支撑。这样,不同形式的多辊轧机便产生了。

多辊轧机的工作机座是一个复杂的整体,其主要组成部分与常用的板带轧机相同,包括轧机牌坊、支撑辊和工作辊构成的辊系、压下装置、轧辊磨损补偿机构、轧辊和支撑辊的辊型控制和平衡机构、轧辊传动装置、固定式和可卸式导卫、润滑和冷却系统、工

艺参数控制设备及轧机自动化装置等。多辊轧机的使用能够保证小直径工作辊在垂直面和水平面上获得较高的刚度,并能够在轧制力相当大的情况下将所需的轧制扭矩传递给工作辊。由于支撑辊的数量可以在两个以上,所以人们能够根据不同的轧制要求采用不同形式的辊系和机架结构形式。常用的有 Y 形轧机、六辊轧机、偏八辊轧机(MKW 轧机)、十二辊轧机和二十辊轧机,其中最典型的多辊轧机是二十辊轧机。

1925 年, W. 罗恩(Rohn)设计了有 10 个或 18 个支撑辊的轧机,并获得了第一台多辊轧机的专利权。这种轧机采用塔形支撑辊系,能够保证工作辊有较大的横向刚度。该轧机的工作辊直径为 10 mm,中间辊辊径为 20 mm,外围支撑辊辊径为 24 mm,用于轧制镍带,最小轧制厚度为 0.010 mm。在这种辊系配置中,下一列的每一个轧辊自由地靠在上一个列的两个轧辊上。支撑辊是由安装在固定心轴上的轴承组构成的,轴承的外圈即为支撑辊辊面,中间辊传动,工作辊没有辊颈,可以方便地从辊系中取出。塔形支撑辊系安装在上下两个横梁中,横梁的一端采用铰接方式连接,另一端用拉杆连接,调整拉杆可以使横梁绕铰接中心转动,从而满足不同轧辊直径的要求。后来, W. 罗恩的发明被 Sundwig 公司购买并加以改进,形成了四柱式的开式机架的二十辊轧机(图 2-1)。

最近,国内某厂设计制造了新型十四辊轧机,该轧机具有造价低、轧制精度高等优点,其轧制厚度最小可达 0.02 mm,辊面最宽可达 720 mm。该设备主要用于生产镍氢、镍镉电池极板材料的冲孔镀镍钢带,产品规格为(0.02~0.1)mm×(50~500)mm,镀层厚度为 0.5~8.0 μm。此外,这种轧机还可以轧制不锈钢精密冷轧钢带。

1932 年, T. 森吉米尔(Senzimir)制造了第一台森吉米尔多辊轧机,其结构特点是采用了整体机架,辊系安装在机架内部。与罗恩型二十辊轧机相比,森吉米尔轧机工作机座的刚度较高,因而可以轧制厚度公差范围更窄的带材。为了采用更小直径的工作辊,实现尽可能大的压下量,20 世纪 50 年代以来发展了 1—2—3—4

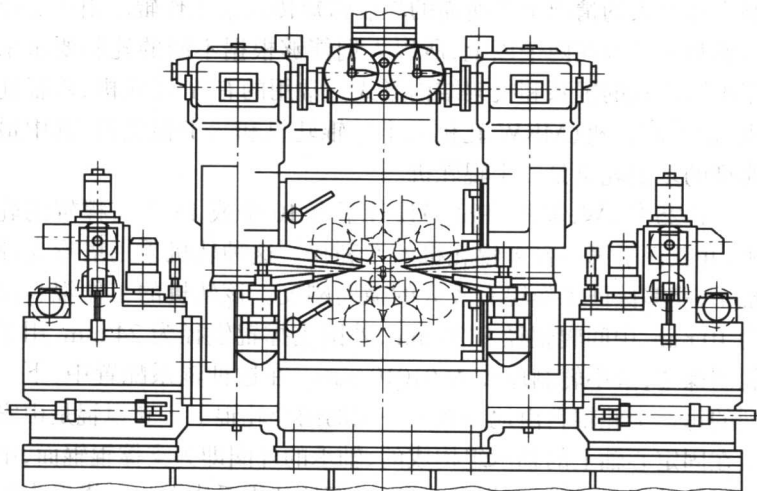


图 2-1 Sundwig 公司的二十辊轧机

型森吉米尔轧机(图 2-2),即二十辊轧机。目前,该类型的轧机结构已经十分成熟,装备水平不断提高,已经成为各种金属及合金的高精度薄带和极薄带材的主要生产设备。目前,全世界已有 400 多套森吉米尔轧机,有工作辊径只有几毫米、辊身长 100 mm 左右的微型森吉米尔轧机,也有工作辊径为 150 mm 左右、辊身长 2300 mm 以上的大型森吉米尔轧机。

与其他多辊轧机相比,森吉米尔轧机的突出特点是轧机刚性好,轧制精度高。由于机架采用整体铸钢制作,因而轧机有很高的刚度,同时采用了特殊的辊型调整机构,轧制产品的厚度精度很高,板形良好。例如,森吉米尔轧机轧制 0.2 mm 厚的不锈钢带材,公差为 0.003~0.005 mm,而四辊轧机的一般精度为 0.01~0.03 mm,相差约 5 倍。

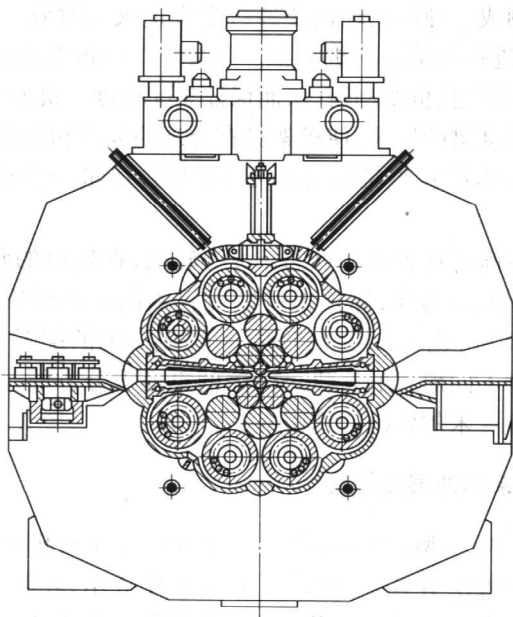


图 2-2 森吉米尔轧机

2.2 森吉米尔轧机的主要结构

与普通四辊轧机相比,森吉米尔轧机的结构十分紧凑、复杂,工作机座的特殊部分有:轧机牌坊、由上下两个塔形支撑辊组构成的辊系、压下装置、磨损补偿机构、轧辊和支撑辊的辊型控制和平衡机构等。其他各部分如轧辊传动装置、固定式和可卸式导卫、工艺润滑和冷却系统、工艺参数控制及轧机自动化装置等,为了适应薄带轧制的工艺特点,也有很大差异。

2.2.1 牌坊

森吉米尔轧机的牌坊是一个整体框架式构件,因此有很好的刚性。对于小型轧机,牌坊采用锻钢件制成,而大型轧机则采用整

体铸钢件制成。牌坊毛坯需要经过多次退火和时效,以消除内应力,然后再进行高精度的机加工。安装支撑辊的鞍座部分需要修磨,轧辊的安装孔也要刮研,从而保证装配精度。机架的底部和顶部采用等强度梁的形式,使机架具有合理的强度和刚度分布,从而使辊系的变形沿轧辊轴向分布更为均匀,尽量减少轧件的横向厚差。

有一种筒式森吉米尔(Cartridge)轧机,在轧机的整体牌坊中安装一个圆形的筒体,筒体上可以配置不同形式的辊系,可以是1—2—3—4型,也可以是十二辊、六辊或二辊的配置方式。更换筒体便得到不同形式的轧机。筒体的更换十分方便,这样可以显著地提高森吉米尔轧机的利用率。

2.2.2 辊系和外层支撑辊

1—2—3—4型的辊系(图2-3)是森吉米尔轧机的典型辊系。塔形辊系的外层有8个支撑辊,用A~H表示,轧制力由工作辊通过第一列和第二列中间辊转递给支撑辊。其中B和C是主压下辊,通过轧机上部的大液压缸对其进行压下调整。这两个辊的鞍形环架中装有滚动轴承,能够在很大的轧制压力下较容易地转动。而在鞍形环架中的其他支撑辊则采用滑动轴承,并且只能在无负荷的状态下转动,处于自锁状态。为了调整上下辊系的相对位置(工作辊缝),则需要将这些支撑辊移开。辊A和H通过一台位于轧机后面的电机移开,辊D和E也由类似的电机移开。根据轧机中轧辊的尺寸来调整这些支撑辊的相对位置,以保证轧制过程对辊缝尺寸的要求。

支撑辊(图2-4)由一组外圈加厚的专用轴承1和位于轴承之间安装在固定心轴3上的鞍座2组成。支撑辊的轴承承受来自第二列中间辊的负荷,并通过心轴和鞍座转递给机架牌坊。辊F和G位于辊系的下部,可以通过位于轧机前面的一个液压缸移动,使这两个辊分开或靠拢,以便于更换工作辊。通过这两个辊的移动,将轧辊调整到轧制线,同时可以消除下部辊系轧辊之间的间隙,同