

摆辗机的应用概况及其发展趋势

吴叶彬, 黎建平

(江西理工大学机电工程学院, 江西 赣州 341000)

摘要: 介绍了摆动辗压的基本原理及工艺特点, 简述了摆辗机的结构分类, 阐述了中国、英国、波兰、瑞士、日本、美国等国内外各时期典型摆动辗压机研究状况, 同时分析了摆动辗压机在国内外的应用状况, 并指明了其发展趋势。

关键词: 摆动辗压; 技术应用; 发展趋势

中图分类号: TG375 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2010)01-0038-04

The Application and Developing Tendency of Rotary Forging Machine

WU Ye-bin, LI Jian-ping

(School of Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

Abstract: The paper introduces the fundamental principle and technology of rotary forging. It also outlines the structure classification of rotary forging machine, and elaborates the study status of rotary forging machine for China, England, Poland, Switzerland, Japan, America and so on. In the meantime, the paper analyzes the applied status for rotary forging machine at home and abroad and points out its direction of development.

Key words: rotary forging; technology application; developing tendency

摆动辗压(rotary die forging), 也称旋转锻造(rotary forging)、轨道成形(orbital forming), 日本学术界称其为摇动锻造。现在国内外摆动辗压工作者逐渐统一接受了“摆动辗压”这个名词, 其对应的具有这种功能的设备叫摆动辗压机(rocking die press), 简称“摆辗机”^[1]。摆动辗压是20世纪60年代发展起来的金属压力加工新工艺, 属锻件生产行业中的特种锻造成形工艺, 可用于中小型锻件的精化生产。所谓摆动辗压是采用连续局部加载成形的方法来生产锻件, 具体是利用一个带圆锥形的上模对毛坯局部加压, 并绕中心连续滚动螺旋式压下的加工方法。摆辗机的结构形式多样, 其分类有: 按机身轴线位置分类, 可分为立式和卧式等2类; 按摆

头结构分类, 可分为滚动轴承式和滑动轴承式(含静压轴承式)等2种; 按机身结构分类, 可分为组合式和整体式等2种; 按摆头运动轨迹分类, 可分为圆形和多叶玫瑰线形等2类; 按摆头的运动形式分类等^[3]。

摆动辗压加工相对于一般的锻压加工具有以下优点: 由于产生变形所需力与接触面积的形状有关, 与其大小和材料的屈服应力成正比, 所以采用这种工艺所需的成形力较低, 约为传统所需锻压力的10%~20%; 由于锻造力小, 机器和模具之间的摩擦力也较小, 金属容易变形, 金属纤维流向更趋合理, 提高尺寸精度和表面光洁程度, 实现少无切削的生产工艺要求, 达到节材节能的目的; 摆动辗压可以

收稿日期: 2009-09-16

作者简介: 吴叶彬(1986-), 男, 广东人, 在读研究生, 主要研究方向为少(无)切削加工技术。

用小设备辗压大锻件,也可以加工用一般锻造方法无法成形的局部很薄的锻件,易实现生产过程的机械化和自动化;辗压加工过程中振动和噪声小,摆辗机结构简单、体积小、重量轻、操作简便,使用可靠;锻件生产成本低,企业经济效益和社会效益高。鉴于以上优点,摆辗工艺与设备受到世界各国的重视,世界各国都在积极从事摆动辗压的研究与生产,尤其是近十几年来得到了迅速发展和广泛应用。下面着重介绍一下国内外摆辗机的应用及其发展情况。

1 国内概况

我国对摆辗技术与摆辗机设计制造和应用方面极为重视,最早研究摆动辗压的单位是上海电机厂,1972年较为成功的应用在汽车半轴毛坯的热摆辗上,主要是希望用小设备干大活。采用卧式摆辗机摆辗汽车半轴我国也是首创,它投资少,上马快,符合我国国情。我国第一篇向锻压界全面而系统的介绍摆动辗压的文章是济南铸造锻压机械研究所的纪澜的“国外摆动辗压工艺发展概况”,发表在《国外锻压》1973年第2期上。20世纪70年代后期和80年代初期摆动辗压在中国曾经兴旺一时,1978年、1981年和1983年开过3次全国摆辗会议。由于种种原因摆动辗压工艺和设备的发展均落入低潮,1987年召开全国第四次摆辗会议,一直到1993年才召开第五次全国摆辗会议。20世纪90年代时,我国生产的能实用于摆辗件生产的摆动辗压机就有20台左右,绝大部分是卧式,主要用于生产汽车半轴。大体分布在北京、上海、天津、辽宁、湖北、河北、安徽、河南、浙江、山西、内蒙、新疆等地^[3]。四川省第一家采用摆动辗压机生产半轴的厂家是重庆市松藻煤矿机修厂,他们购置的DW99-160型摆辗机系徐州市地方工业经济技术开发公司所产,1995年4月安装调试成功,摆辗出合格产品。现在瑞士Schmid公司、日本MoRi公司均继波兰以后,生产具有4种摆头运动轨迹的摆辗机作为商品出售,我国至今没有。日本MoRi公司已具有生产10000 kN冷摆动辗压机的能力,我国青岛精锻齿轮厂已从该厂引进一型摆辗机1台。

近10年来,东北的沈阳天利公司、西南的中国兵器工业第五九研究所、华东的徐州锻压设备厂等都在纷纷研制新型摆辗机。在消化国内外摆辗机的

结构,吸收其精华,提高轴承和导轨的使用性能,保证机身和模具的刚度,使模具角位移与线位移减少到最低程度并在均匀分布上各显神通。国产的摆辗机倘能基本满足使用要求,则中国摆动辗压的发展将会真正的前进一大步。

2 国外概况

世界上已有美国、英国、苏联、波兰、捷克、匈牙利、瑞士、法国、日本、印度等国从事摆动辗压的研究工作和生产实践。目前世界上积极研究制造摆辗机及其生产工艺的国家厂商主要有瑞士的Schmid公司,波兰华沙第一自动化压力机制造厂,英国马赛公司和曼彻斯特理工学院,日本名古屋国立工业研究所和森铁工株式会社,俄罗斯全俄冶金设备设计研究院以及美国等。一般说来,摆辗机也是执行锻件生产工艺的保证,而新的工艺的出现,则是新型摆辗机设计或已有设备的改造设计之先导。工艺和设备,两者的发展与提高,实际上是相辅相成的。因此,国外在积极研制摆辗机的同时,也在下功夫研究摆辗工艺,并将其应用于锻件生产之中。国外汽车锻件如行星齿轮、各种法兰、半轴齿轮、端面齿轮、齿条、异形杆类件,以及各种环类件与薄壁盘形件等,比较广泛地采用了摆辗工艺生产。下面介绍国外几个主要国家摆辗机的应用概况。

2.1 英国

英国是世界上最早研究摆辗理论和制造摆辗机的国家之一。早在20世纪20年代,英国人马赛就开始从事摆辗研究工作,于1929年获得了专利权。在以后相当长一段时间内,由于模具寿命,生产率和经济效益等几方面的原因,摆动辗压的研究未能得到进一步发展,直到1964年才又在原来的基础上重新研究起来。到1966年制造和安装了一台700 kN,能加工直径 $\phi 100$ mm的摆辗机。1972年制造了供生产用的摆辗机,第2年又在马赛公司建立了一条全自动的摆辗生产线。该生产线由振动送料装置、电感应加热炉、150型摆辗机、自动送料装置和切边机等5个部分组成,系统内有模具的自动润滑,综合冷却系统和一个用固态电子控制的具有保护全部动作失效的保险装置,机器的定位和操作是通过一个中心控制台控制,它可给出最佳变形速度

和各种参数。该生产线只需 2~3 人操作,使用 800℃ 温辗法生产汽车锻件,模具材料为 UHB368,寿命可达 10000 件,可加工 0.454~4.54 kg 磅重的锻件,每小时可以辗压 600 件。由上述可见,摆辗机在英国的的发展速度和所具有的生产工艺水平,在当时是处于世界领先地位的。后来他们研究工作的重心往工艺理论方面偏移,一些科研单位如曼彻斯特理工学院、诺丁汉大学、索尔夫特大学等,把较多的精力用于摆辗工艺方面的研究,在生产上的应用不够普遍,以致摆辗机设计制造技术滞后于其他国家,在国际市场上缺乏竞争力。英国在摆动辗压工艺研究和应用上还是相当活跃的,在国际摆动辗压学术领域具有较大影响力,第一届(1979 年)及第二届(1982 年)包括摆动辗压内容在内的国际回转加工会议都在英国召开。目前,英国诺丁汉大学斯坦丁教授正在准备建立一个摆动辗压论文文库,收集全世界所发表的摆动辗压论文。

2.2 波兰

波兰对摆辗机的研究,起步虽比英国晚,但在摆辗机的设计制造技术方面却比英国发展得快。波兰摆辗机制造的主力是华沙第一自动压力机厂,该厂于 1967 年成功地制造了第一台四轨迹摆辗机。该厂还是世界上最早批量制造并出口 1600 kN 和 2000 kN 摆辗机的厂家,已先后制造并售出 200 多台摆辗机。世界上从事摆辗研究和生产的厂家大都从波兰进口过摆辗机。我国也曾从波兰进口过多台摆辗机。波兰生产的摆辗机,其特点是各参数手动调节,摆头有 4 种摆动轨迹,对于不同产品可相应更换不同的轨迹,以利于成形,在该机上可加工各种形状复杂的零件,已被大量生产实验证明是一种实用可靠的摆辗机。与其他国家相比,其价格也相对便宜。波兰摆辗机不足之处在于设备更新换代慢、自动化程度低、电气控制简易、吨位小等。该厂为使摆辗机系列化生产,已在原有机型生产的基础上新设计了 2500、6300 kN 等 2 种规格的摆辗机。

2.3 瑞士

瑞士的摆辗机设计是从 20 世纪 70 年代开始的。当时瑞士 Schmid 公司购买了华沙工业大学马辛尼教授的摆辗机,针对摆辗机在实际使用中存在的问题,对原设计中的液压系统、设备框架、摆头润

滑等进行了改进,并对配套的快速换模装置、模具吹扫清理装置、坯料分选器、上料机械手、工件安全取出机构、安全操作光帘、系统故障屏幕显示、微机控制等辅助装置进行了全新的设计。现在他们生产 2000、4000、6300 kN 等新型摆辗机可供应国内外,已销往德国、美国、英国、日本、匈牙利等国 100 余台。Schmid 公司所生产的摆辗机系列主要适用于冷摆辗。与波兰的设备相比,其特点是自动化和标准化程度高、精度高、微机控制、操作方便,但价格相对较高。据 Schmid 公司的调查表明,该公司到目前为止售出的 100 多台摆辗机,每年所生产的零件达 5000 万件以上,并认为这仅是可用摆辗方法生产的零件的潜在市场的 1/20,由此可见其发展的前景。

2.4 日本

1972 年,日本在名古屋国立工业研究所设计出第 1 台摆辗机。第 2 年就制造出 1200 kN 样机,1983 年生产出 2000 kN 摆辗机并投入使用。随后日本又陆续制造了 300、1000、12000、600、2500 kN 等 7 种规格的 20 台锻造用摆辗机。另外,日本在此期间还生产了不少摆辗铆接机。从 1993 年开始,日本森铁工株式会社率先向我国推销该厂制造的用于锻件生产的摆辗机,企望通过此举进入世界市场。目前它已制造出 3500、2500、6500 kN 各一台,4000 kN 摆辗机 2 台,10000 kN 摆辗机正在生产之中。森铁工株式会社已成为当今日本生产摆辗机的主力厂家。该厂制造的摆辗机的主要特点是机架刚性好,稳定性高;机架精选优质钢材焊接,滑块采用 4 根方形导柱,以防止工作时机身晃动;摆头转动轴承加大,杆部加长,滑动轴承半球面高频淬火,凹面堆焊 5 mm 厚的软铝铜合金,轴承滑动表面通以高压油润滑,以延长摆头关键部件的寿命;提高摆头摆动速度,达到 500 r/min,以提高生产率;摆头滑动球面轴承的冷却、润滑和密封,考虑了适应冷、温、热辗的需要,扩大了摆辗机应用的温度范围。

2.5 美国

美国是摆动辗压的发源地,早在 20 世纪初,该国 Midvale & Ordnace 公司副经理 Slick 就提出了摆辗技术,并于 1900 年制成了以他的名字命名的摆辗

机——世界上第1台 Slick 摆辗机就在美国问世。1918年9月 Slick 又在《The Iron Age》杂志上发表了一篇题为《The Slick Wheel Mill》论文,1920年 Slick 摆辗机获美国专利。这台摆辗机被应用于一条将铸锭直接辗压大型车轮毛坯的半自动生产线上。前文所叙英国的摆辗技术可以说是借助于美国的发明发展起来的。在以后的一段时间美国摆辗技术的研究停滞,未见更多的有关美国摆辗技术和摆辗机制造的资料介绍。1973年美国从波兰买进了摆辗机,随后又陆续买了十几台,后期美国的摆辗机基本上都是波兰的或在波兰摆辗机的基础上改型的。据资料介绍,美国底特律 VSI 公司有几台摆辗机在工作,主要为福特公司生产汽车零件。另外,加利福尼亚也有几台。

3 摆辗机的发展趋势

随着机械制造业的发展,人们对摆辗技术的认识在逐步提高,摆辗工艺的应用范围将不断扩大,摆辗已成为塑性加工发展的主要方向之一。为使这种节材、节能、节约投资、改善环境又节约人力,实现少无切削加工的工艺在制造业中普及而发挥其应有的作用,必须对现有的摆辗机的不足之处进行改进,使之适应生产实际的需要。为适应时代的要求,未来的摆辗机大致会朝以下几个方向发展。

3.1 吨位大型化

由于摆辗力仅是常规锻造力的 $1/10 \sim 1/20$,因而一台 600 t 的摆辗机其公称压力就相当于一台万吨水压机产生的压力,但摆辗机的操作更灵活、方便。最初在英国设计的摆辗机的吨位只有 70 t,而现在世界上摆辗能力最大的是日本森铁工株式会社生产的 1000 t 冷摆辗机。我国生产的最大的摆辗机是 1994 年中国兵器工业第 59 研究所所设计生产的 630 t 摆辗机,用来生产大型汽车同步环、大螺旋伞齿轮、兵器零件和其他产品。这是我国第 1 台具有 4 种运动轨迹的摆辗机。

3.2 系列标准化

摆辗机是推广应用摆辗工艺的先决条件。只有制定出摆辗机的系列标准,使设备承制厂成批生产,才能适应摆辗工艺应用范围日益扩大的需要。

目前,用于冷摆辗精压成形的摆辗机,瑞士 Schmid 公司的系列标准为 T200, T400, T630, 辗压成形工件直径 $D \leq 190$ mm, 长度 $L \leq 115$ mm; 热辗压成形的摆辗机,德国瓦格纳的系列标准为 AGW63, AGW125, AGW400, AGW630, AGW800 等。辗压成形工件直径 $D \leq 1250$ mm, 长度 $L \leq 315$ mm。这 2 种设备在日本都有系列标准。

3.3 操作自动化

摆辗生产自动化可以提高生产效率,是适应高生产率的必然趋势。瑞士的施密特公司与日本森铁工株式会社生产的摆辗机均为单机自动化机器,生产率为每分钟 4 ~ 12 件;俄罗斯生产的端面锥齿轮辗压机及美国的 Slickmill 都是加热、上料、进给、卸件的自动生产,生产率为每分钟 10 件;美国建成了用 AGW125 摆辗机生产盘形和环形等轴对称类汽车锻件的自动化生产线,该生产线既适合现成毛坯,又可以自制毛坯进行生产。

3.4 造型美观化与简单化

造型美观化与简单化是当今摆辗机设计的一大趋势。在满足机构各部件强度和刚度、满足生产工艺性要求的同时,摆辗机的外观结构尽量趋于简单美观。现在的摆辗机结构设计比以前的设计更趋于结构合理而简单,机架质量也向趋于减轻的方向发展。例如将老式的摆辗机机架结构由原来的铸造机架改为钢板焊接组合结构,不仅大大减轻了机架质量,而且外观美观,造型简单,更便于安装和维护。

参考文献:

- [1] 纪澜. 国外摆动辗压工艺的发展概况[J]. 国外锻压, 1973(2): 页码不详.
- [2] 胡亚民, 崔杜武. 摆辗机的分类及发展[J]. 锻压机械, 1991(1): 7-11.
- [3] 胡亚民. 摆动辗压的发展态势[J]. 机械工人·热加工, 1999(4): 15-16.