

# 锻压技术水平及发展趋势

张倩生 王焱山

TG315



张倩生 高级工程师

**摘要** 介绍精密锻造、冷挤压、精密辗锻、楔横轧、摆动辗压、液态模锻、超塑成形、板料冲压、精冲、旋压 10 个领域的技术水平,指出锻压工艺、锻压设备、配套技术等方面今后的研究重点,概括了锻压分会的工作。

**关键词** 锻压技术 锻压设备 发展现状 研究重点 锻压分会

锻压是机械制造的基础工艺之一,是制造机械产品不可缺少的一个重要环节。在冶金、机械、电力、汽车、铁道、航天、航空、造船、兵器、化工、电子、仪表乃至轻工等许多工业部门中,都占有很重要的地位。

我国有一个较庞大的锻造行业,据不完全统计,现有锻造厂点约 14 000 个,工艺和设备较完整的锻造厂和车间约 7 000 个,专业锻造厂约 120 个。年生产锻件约 400 万 t 左右,其中模锻件 100 万 t 左右,自由锻件 300 万 t (水压机锻件 60~70 万 t、锤锻件 200~220 万 t)。全国设有锻压专业的高等院校约 30 所,中央、各省市和企业都有从事锻压工艺和设备的研究院所。

## 1 我国的锻压技术水平

我国的锻压工艺在已有的自由锻、模锻、冲压等工艺的基础上,发展了径向锻、胀形、精密冲裁、冷挤压、拉拔、辗锻、斜轧、楔横轧、摆动辗压、搓挤、旋压、粉末锻造、液态模锻和超塑性成形等工艺。

### 1.1 精密锻造

我国的精密锻造技术从 60 年代开始研究,有的工艺产品已大量投入生产,有的还是试验阶段。

齿轮是机械行业中量大面广的零件之一,汽车、拖拉机中的直锥齿轮采用精锻工艺生产,目前上海汽车齿轮厂、北京齿轮厂、南昌齿轮厂、南京齿轮厂、青岛精锻齿轮厂、安徽拖拉机厂、山东工业大学附属工厂等都广泛采用精锻工艺生产各类直锥齿轮,直接锻出齿形,齿形表面精度达我国的 8~7.7 级(国际 3 级),表面粗糙度达  $3.2 \mu\text{m}$ ,材料利用率为 76%,目前国内直锥齿轮年生产约 400~500 万件。

螺旋齿轮的精锻国内不少工厂、研究所、院校均进行过研究,并投入了生产,如北京机电研究所在 70 年代开发的  $\phi 223$ 、 $\phi 314$  螺旋锥齿轮,青岛精

锻齿轮厂成批生产解放牌汽车后桥从动螺旋锥齿轮,其精度达 JB180 的 8 级,金相组织及硬度符合产品的要求,齿形表面精锻后不再加工。

齿坯精锻,对于齿形精度要求较高的齿轮采用无飞边闭式模锻工艺,锻出齿坯,齿形仍采用热轧或切削加工。与传统的锤上模锻相比,材料利用率提高 23%,锻件成本下降 34.4%,节约后续车削工时 50%。目前国内许多工厂采用此工艺生产齿坯,如常州齿轮厂、湖北齿轮厂、东北齿轮厂等。

对于形状复杂的万向节十字轴、三叉轴、星形套、滑动叉等零件国内不少单位如北京机电研究所、华中理工大学研究采用闭塞锻造。闭塞锻造采用可分凹模闭式挤压成形,模具先闭合成封闭空间,同时对闭合凹模施加足够大的压模力,然后由一个或多个冲头(单向或多向)对金属坯料进行挤压成形。这种方法通过一次成形即可获得复杂形状的无飞边精锻件。这种工艺要采用精密下料,无氧化加热,良好的模具润滑。

随着汽车工业的发展,我国将需要大量同步器齿环。汽车同步器齿环过去采用切削加工,现采用精密锻造,精度达 8 级,材料利用率由原来的 18%~26% 提高到 48%~62%,工效提高 3~5 倍,降低成本 30%,寿命达 300 万次。目前武汉同步器齿环公司、沈阳汽车齿轮厂等均大批量生产。

### 1.2 冷挤压

在 60 年代末期,低碳和中碳钢的冷挤压技术在汽车、拖拉机、标准件、轻工、仪表等行业得到应用。目前冷挤压件的品种在扩大,几何形状日趋复杂,正在更多地取代模锻件。对于一些难变形材料开发了温挤压技术,采用温挤压生产的 45 钢汽车后轴套管零件重达 9 kg,是我国最大的温挤件。对于过去采用热锻工艺的汽车零件中高尺寸精度和小重量差的锻件逐步采用温锻工艺。

### 1.3 精密辗锻

叶片的精密辗锻成形已经成熟,北京机电研

究所和东方汽轮机厂共同研制 700 mm 长的汽轮机叶片,采用模锻备坯(摩擦压力机),经过三次辊锻(在 680 辊锻机上),然后再进行热精整校形,叶片单面余量 0.5 mm(抛光量),辊锻时采用机械手(三次辊锻只需 20 s),模具寿命 1 万件以上。现已大量投入生产。目前还搞 1 000 mm 叶片。哈尔滨汽轮机厂用 63 t·m 对击锤精锻 700~850 mm 叶片,叶片单面余量为 2.5~3.5 mm(抛光量)。无锡叶片厂采用螺旋压力机精锻叶片,单面抛光量为 2~2.5 mm。

#### 1.4 楔横轧

楔横轧技术我国 60 年代开始研究,现广泛用于生产汽车拖拉机、摩托车、自行车、电机、柴油机、纺织机械等轴类零件。目前开发的轴类件品种达 100 多种,10 多种轧机。这种方法与传统的切削、锻造和铸造方法比较,生产率提高 3~10 倍,节约材料 20%~35%,模具寿命高,为 30~50 万件/副。

北京科技大学、吉林工业大学、东北工学院等高等院校对楔轧理论及成形规律进行了研究,解决了各种工艺参数对轧制力、轴向力和切向力的影响,实心件的轧制,冷楔模轧工艺参数的确定,非对称楔横轧的工艺等问题。

在楔横轧的应用中,北京科技大学与东风汽车公司合作轧制出变速箱中间轴、转向蜗杆轴、转向球头销、转向直拉杆和同步器锁销等,实现了大型零件的楔横轧、长棒料连续精密楔横轧、空心零件的楔横轧,该校还跟其他工厂合作,在北京、山东、湖北等地建立近 10 个楔横轧专业化工厂或生产车间。

#### 1.5 摆动辗压

摆动辗压我国从 70 年代开始研究,目前哈尔滨工业大学、西南技术研究所、东北重型机械学院等 30 多个院校、研究所和工厂,从事摆辗工艺、理论和设备的研究工作,对其成形规律,变形机理、应力与应变分布、摆动运动的轨迹和送进量的确定等进行了大量分析研究。现已有各种规格的摆辗机 20 多台,最大的为 4 000 kW。

摆辗工艺在工业中已有较多的应用,现已生产了高速钢铁刀片、汽车和拖拉机的后半轴,汽车后桥圆柱被动大齿坯、蝶形弹簧、离合器盘毂、碗形插齿刀、法兰盘等,辗压了止推轴承的沟道,也能精密冷辗和温辗带齿的锥齿轮、平面齿圈、推力盘及其他薄盘零件,还采用摆辗粉末技术生产了轴承环和汽车换向器止推轴承。

#### 1.6 液态模锻

液态模锻是一种新金属成形法,我国于 50 年代末期起步,现在有色金属的液压模锻技术相继得到应用,黑色金属于 80 年代初也开始进入实用阶段。哈尔滨工业大学研制成功钢平法兰液态模锻成形工艺是最典型的一例。

#### 1.7 超塑成形

超塑成形技术的研究我国从 70 年代中期起步,至今对锌、铜、铝、钛基等合金和若干黑色金属的超塑成形技术进行过研究,并在仪表、电子、轻工、机械、铁道、航空航天等领域得到了实际应用,典型零件有等温锻造钛合金涡轮盘、气压胀形球罐、精锻模具的超塑成形等。

#### 1.8 板料冲压

板料冲压是应用较早、覆盖较广的一项传统工艺技术。多年来,在掌握冲压变形基本规律、控制冲压件的形状和尺寸精度、了解板材冲压性能和开发冲压新工艺方面取得了许多进展。例如,不锈钢的拉深技术、汽车覆盖件的冲压成形技术等都有了新的突破。液压胀形、橡皮成形、爆炸成形等也都在生产中得到了很好的应用,如液压胀形皮带轮和波纹管、橡皮成形自行车车架接头、爆炸成形空心叶片等。另外,在电磁成形方面也建立了实验装置,开展了研究工作。

#### 1.9 精冲

国内的精冲工艺研究推广工作已有一定成绩。从 1964 年至今,已有 20 多家工厂从国外引进专用精冲压力机共 30 余台,主要在仪器仪表、开关电器、手表、照相机、复印机、电传打字机及电子元器件产品中使用。目前,国内精冲料厚可达 10 mm,最大精冲件为雅马哈摩托车链轮。国内已有两家专业设备厂设计制造出两种型号、三种规格的三动全液压精冲压力机,最大为 6 300 kN。北京机电研究所还结合国情设计制造出在普通压床上使用的液压精冲模架,为推广精冲技术开辟了一条新路。

#### 1.10 旋压

旋压技术是制造薄壁空心回转体零件的一种方法,它通过逐点局部成形而最终成形零件,是一种无屑加工。这种工艺不仅原出于我国唐代,而且至今在我国民用和军用产品中都有广泛的应用。80 年代后,我国的旋压技术进步很快,既有普旋,也有强旋,不仅掌握了普通旋压机靠模旋压技术,也掌握了当今比较先进的数控-录返旋压技术。

80 年代后期,国内在从意大利、德国和美国引进的设备上,首次采用两步无模冷旋法旋压了大型封头,补充了用冲压法难于生产大型封头的

不足。随后于 1989 年由哈尔滨工业大学和哈尔滨汽车配件四厂合作研制的两步法大型封头无模冷旋机已正式投入使用,可旋最大封头直径为 4 500 mm,最大壁厚为 25 mm。

## 2 锻压技术的发展重点

### 2.1 锻压工艺

(1)研究新材料的锻造方法和进一步改善现有材料的工艺参数;

(2)进一步研究消除钢锭内部缺陷和提高大锻件内部质量和材料利用率的锻造方法;

(3)继续发展精密模锻;特别是满足零件功能表面精度的精密模锻,以简化或免去后续工序和提高零件的使用寿命;

(4)研究成品锻造和准成品锻造工艺,以减轻锻件重量,直接锻出锻件上的细微结构部分,使锻件最大程度地接近实际零件形状;

(5)研究扩大现有各种特种成形工艺的应用范围,并进一步探讨新的特种成形工艺;

(6)进一步扩大冷温挤压技术的研究,扩大冷温挤压件的比例,以取代更多的热模锻件;

(7)研究边缘工艺和复合工艺,以寻求更多的新工艺;

(8)研究各种余热热处理工艺和扩大低微合金非调质钢的应用,以简化锻后工序。

### 2.2 锻压设备

(1)研究经济实用的改造各类旧设备的技术方案,进一步挖掘大量陈旧设备的生产线潜力;

(2)研究开发高速、高精度的各类锻压设备,提高成品锻压件的生产比例;

(3)研究设备主轴承温控系统、设备和模具的自动监测系统和故障诊断防护装置;

(4)研究开发机-电一体和机-电-仪一体的锻压加工实体;

(5)研究各种先进技术如计算机数控技术、机器人、激光和等离子技术等锻压设备中的应用;

(6)开展柔性锻压单元和柔性锻压系统的研究应用,以满足多品种、小批量和加速产品更新换代的需要;

(7)研究完善锻压设备的基础零部件;

(8)锻压设备可靠性设计方法的研究。

### 2.3 配套技术

(1)研究新型模具材料和提高模具耐磨性的方法;

(2)研究模具 CAD/CAM 技术和模具加工的

数控和群控技术;

(3)研究模具曲线型面的高效自动抛光法及其装置;

(4)研究常用规格黑色金属、有色金属及其合金的高效精密下料方法;

(5)研究无污染、耐高温的模具润滑剂;

(6)研究各类材料的快速加热方法;

(7)研究无氧化加热方法及无氧化加热炉;

(8)研究锻压生产的自动化技术。

### 2.4 其他

(1)研究经济、高效、符合国情的锻压生产组织形式,调整生产结构,集中批量,逐步扩大专业化生产;

(2)研究锻压成型的基本理论,研究各变形参数的变化规律,研究理论结果的实用化技术;

(3)研究新的工艺实验技术、成形模拟技术和数值分析技术等;

(4)研究改善锻压生产环境的相关技术。

## 3 锻压分会的工作

促进锻压技术的发展,提高生产效率,精化毛坯、节能节材是锻压学会进行学术交流、咨询培训的重要任务之一。锻压分会每 4 年组织一次全国锻压学术年会,并每年组织多种专业学术会议。1993 年组织第 4 届国际塑性加工会议,组织 5 次中日冷锻(含精锻)学术交流会、2 次中日超塑性学术交流会,2 次中日冲压学术交流会,2 次中苏锻压学术交流会,配合中国锻造协会举办锻造技术展览会,还组团出国参加各种锻压学术会议。举办各种短训班,推广锻压新工艺和新技术,如节能 90% 的电液锤的技术改造,直齿锥齿轮的精密模锻等,组织编写出版锻压手册(三卷 500 万字)、中国锻压行业录、锻压词典、锻压名词术语、日汉锻压技术词汇、锻压标准汇编等。配合标准化委员会制定、宣传、贯彻锻压工艺标准等。为我国锻压行业走向国际先进水平作出了贡献。

(编辑 何成根)

张倩生 女,1950 年 9 月生。毕业于清华大学机械系。现在北京机电研究所工作,高级工程师。长期从事锻压学会工作,现任中国机械工程学会锻压分会副秘书长(北京市 100083),曾参加过“700 mm 叶片精锻成形工艺研究”课题,并获国家科技进步二等奖和机械工业部科技进步一等奖。制订了 JB“自由锻锻造比表示方法”标准。并组织参加编写了《中国锻压行业录》一书,及锻压学会组织的各届年会和学术会议论文集 9 部,均已出版。