

典型零件精密成形

夏巨谔 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



© ISBN 978-7-111-24469-1

© 策划：孔劲/封面设计：陈沛

上架指导：工业技术/机械工程/模具

ISBN 978-7-111-24469-1



9 787111 244691 >

编辑热线：(010)88379772

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010)88379624 网址：http://www.cmpedu.com(机工教材网)
E-mail: cmp@cmpedu.com
购书热线：(010)88379639 网址：http://www.cmpbook.com(机工电子书网)
E-mail: cmp@cmpbook.com
(010)88379641
(010)88379643

定价：48.00元

典型零件精密成形

华中科技大学 夏巨谌 编著



机械工业出版社

本书简要介绍了精密塑性成形的特点,国内外精密塑性成形技术的现状及发展趋势,专用精锻压力机的研制与应用和精密塑性成形技术在国民经济中的作用,详细叙述了汽车、飞机、拖拉机、机械与电器等产品中九大类数十个零件的精密成形件设计、成形过程分析、工艺方案制订及工艺参数确定、模具结构设计及应用效果。

本书可供相关企业、研究院所从事材料加工工程生产与科研工作的工程技术人员使用,也可供高等院校材料加工工程专业的研究生和本科生参考。

图书在版编目(CIP)数据

典型零件精密成形/夏巨谌编著. —北京:机械工业出版社, 2008.6
ISBN 978-7-111-24469-1

I. 典… II. 夏… III. 机械元件-塑性变形 IV. TH13

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第094737号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:孔劲 责任校对:刘志文

封面设计:陈沛 责任印制:李妍

北京鑫海金澳胶印有限公司印刷

2008年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·24.25印张·599千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-24469-1

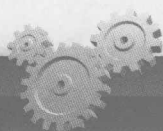
定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379772

封面无防伪标均为盗版



前言

精密成形是新材料、现代模具技术和数值模拟技术同传统的锻造、挤压及冲压等工艺方法相结合的产物。它可以使制件达到或接近最终零件的形状和尺寸精度，实现质量与性能的优化，提高生产效率并降低生产成本。它是现代制造技术的重要组成部分，其显著特点是节材、节能、提高产品质量和减少环境污染。在汽车、航空航天、兵器和家电等产品的关键零件以及机械基础件的制造中，其应用越来越广泛。

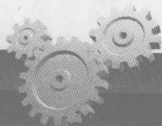
作者长期从事精密塑性成形技术研究，并取得了大量科研成果。作者在教学经验积累的基础上，充分参考国内外相关文献，编写成《典型零件精密成形》一书。

全书介绍了汽车、飞机、拖拉机、机械与电器等产品中九大类百余个典型零件的精密成形，以工艺和模具为主线，基于精密成形零件产品的开发和生产的技术路线，即精密成形件设计→成形过程分析（包括传统的塑性理论分析和数值模拟）及工艺方案制订→工艺参数计算→模具结构设计→设备吨位计算及选用和应用效果等全过程进行论述和介绍。以成熟和基本成熟的典型零件精密成形为基础，兼顾发展前沿的典型零件精密成形新技术的导向。内容丰富，资料新颖，计量单位采用最新国际标准。可供相关企业、研究院所和学校在推广应用成熟的典型零件精密成形技术和进行新产品与新技术开发时参考。

本书主要由华中科技大学夏巨谌编著。华中科技大学王新云、金俊松、胡国安和夏汉关（江苏太平洋精密锻造有限公司）、程俊伟（郑州航空工业管理学院）参与编写。

鉴于作者水平所限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

作者



目 录

前言	
第一章 概述	1
一、精密塑性成形的特点	1
二、国内外精密塑性成形技术的发展趋势	2
三、专用精锻压力机的研制与应用	4
四、精密塑性成形技术的应用及其在国民经济中的作用	11
第二章 齿轮类零件精密锻造	14
一、齿轮传动的特点及齿轮制造方法的比较	14
二、锥齿轮热精锻	16
三、锥齿轮闭式冷精锻	34
四、螺旋锥齿轮的精密模锻	43
五、锥齿轮摆辗成形	48
六、锥齿轮粉末锻造	51
七、圆柱齿轮闭式冷挤压	54
八、内齿轮精密模锻	67
九、棘齿形零件冷挤压	71
十、直齿圆柱齿轮热精锻	75
十一、齿轮类零件精密锻造技术的综合开发与应用	78
第三章 饼环类零件精密锻造	81
一、齿轮坯闭式热精锻	81
二、端面齿形件精密锻造	84
三、同步齿环精锻成形	92
四、二挡同步器锥环闭式模锻	98
五、摩托车齿坯闭式精锻工艺	101
六、环形件精密锻造	104
七、气门弹簧座多工位冷精锻成形	110
八、磁极精锻成形	114
九、其他饼环类及回转体零件精密锻造	120
十、飞轮盘板锻成形新工艺	125
第四章 杯筒类零件挤压成形	130
一、十字轴万向节套筒热挤压	130
二、45 钢杯套温挤压	134

三、不锈钢零件温热挤压	136
四、电器动触头零件冷挤压	140
五、台阶内花键套筒冷挤压	142
六、汽车杯形螺母冷挤压	144
七、汽车活塞销冷挤压	147
八、外圆内六方空心轴热挤压	151
第五章 杯杆类零件挤压成形	154
一、带空心杆部的杯杆类零件挤压成形	154
二、带实心杆部的杯杆类零件挤压成形	161
三、复杂杯杆类零件温冷复合挤压	165
第六章 轴类件冷精锻	181
一、汽车球头销冷锻成形	181
二、带中间法兰的阶梯轴冷锻成形	183
三、花键轴冷挤压	186
四、轴杆类零件卧式浮动锻模	194
五、汽车变速箱轴类件多工序冷精锻（挤压）成形	197
第七章 异形件精密锻造	210
一、十字轴、三销轴与星形套闭式模锻	210
二、三通管接头闭式模锻	233
三、弯杆类锻件侧向挤压模锻	245
四、不锈钢压力计多向闭式模锻	249
五、阀体阀瓣精密锻造	252
六、万向节叉与滑动叉精密模锻	257
七、载重车转向节半闭式模锻成形	283
八、轿车转向节半闭式挤压模锻	286
第八章 气门与半轴的热精锻成形	293
一、气门的电锻制坯与终锻成形	293
二、气门热挤压制坯与闭式模锻成形	304
三、半轴多工序锻锻成形	312
四、半轴闭式锻制坯与摆辗终锻成形	315
第九章 铝、镁合金零件精密锻造	320
一、硬铝主动轮冷挤压成形	320
二、6061 铝合金花键壳体冷挤压成形	323
三、5A02 铝镁合金多层薄壁筒形件冷挤压成形	326
四、纯铝带隔层的方形罩冷挤压成形	329
五、尾座热精锻	331
六、多层杯筒形零件流动控制成形	332
七、7A04 铝合金板条形零件热挤压（模锻）成形	345
八、铝合金筋板类零件等温锻造	348

九、镁合金弹簧汽室支架等温挤压成形	357
十、中高硅铝合金活塞尾精密模锻成形	359
第十章 管类零件复合成形	364
一、EQ3141G 传动轴套管缩径挤压成形	364
二、变径直长轴线管件胀形与缩径复合成形	365
三、变截面弯曲轴线管件胀形与弯曲复合成形	366
四、汽车后桥半壳热弯成形	368
五、汽车后桥壳整体复合成形	374
参考文献	377



第一章 概述

精密成形主要包括液态金属精密铸造成形和固态金属精密塑性成形,本书着重论述精密塑性成形。

本章将从精密塑性成形的特点、国内外精密塑性成形技术的发展趋势及精密塑性成形工艺的新进展,和精密塑性成形的应用及其在国民经济中的作用等三个方面,对精密塑性成形进行阐述,以便为学习和了解零件精密成形技术打下基础。

一、精密塑性成形的特点^[1]

精密塑性成形是在普通塑性成形(如普通的有飞边模锻、普通冲裁等)的基础上发展起来的,最基本的特点是机械加工余量小,甚至为零,尺寸公差范围小,表面质量好。其具体特点可归纳如下:

1. 材料利用率高

采用精密塑性加工工艺生产的制件表面仅留少量的机械切削加工余量或不留余量,若采用多向模锻或可分凹模闭式模锻,可减少甚至可达到无飞边金属损耗,还可锻出侧面的孔或凹坑,加上在模具中采用顶出机构,可以减少甚至取消拔模斜度,可使锻件材料利用率大为提高。以汽车轮胎螺母为例,采用棒料切削加工时,其材料利用率仅为37%;采用传统的模锻工艺生产时,材料利用率为72%;而采用以挤压为主的精密模锻工艺生产时,材料利用率提高到92%。

2. 零件产品性能好

采用精密塑性加工工艺生产的零件,其金属纤维沿零件轮廓形状分布,且连续致密;而采用闭式冷精密模锻工艺生产时,毛坯在三向压应力状态或在以压力为主的应力状态下加工,有利于细化晶粒和提高加工性能,加上零件表面光洁,有利于提高力学性能。以EQ140十字轴为例,采用径向挤压闭式(无飞边)模锻工艺生产时,其关键技术性能指标扭转疲劳寿命为23.4万次,而采用传统的开式(有飞边)模锻工艺生产时,该指标仅为8万次,前者为后者的3倍。又如,以闭式冷精锻工艺生产的轿车锥齿轮同采用开式模锻生产的锻件毛坯、然后用格里森刨齿机切削加工的同样的齿轮相比,晶粒度由7级提高到9级,其强度指标平均提高25%,疲劳寿命平均提高40%,热处理变形减少30%。

此外,对于闭式无飞边精密模锻生产的锻件,因为不存在切离飞边而产生金属纤维外露的问题,有利于提高零件的抗应力腐蚀和耐疲劳性能。

采用液压等加工工艺,实现覆盖件和复杂管件的整体精密加工,代替若干个冲压件通过焊接或其他连接方式生产的板料或管料组合构件,可以大大提高制件的比强度和比刚度指标。



3. 零件产品尺寸规格的一致性

精密塑性加工一般都通过精锻模、挤压模、精冲模和其他精密加工模具来实现相应精密零件或制品的生产。同一副模具生产成千上万件,数十万件乃至上百万件的零件产品或制品,产品形状和尺寸精度仍可保持一致。尤其是采用硬质合金、超硬钢和高性能新型模具材料,并采用现代精密与超精密加工技术制造的模具,使用寿命更长,因而零件产品尺寸规格的一致性更好。

由于零件产品尺寸规格的一致性,因此,精密塑性加工特别适合于汽车、机电产品、家电产品和 IT 产品零件的大批量生产,能取得价廉物美的效果。

4. 可实现零件产品质量的有效控制

如上所述,采用数值模拟仿真,如体积金属塑性加工的有限元模拟和板料金属塑性加工的有限元 (CAE) 技术,选择合适的模拟软件,如用于体积金属锻造加工模拟的 DEFORM、MARC/Auto Forge 等软件,用于板料金属冲压加工模拟的 Auto Form、DYNAFORM 软件和华中科技大学柳玉起教授开发的 FASTAMP 等软件,并建立起合理的有限元模型,通过模拟可以获得变形金属在模具型腔中的流动方向和流动速度场、应力场、应变场、温度场和内部损伤值分布状态等详细信息和加工规律;预测缺陷产生的部位及原因;优化工艺参数,获得所需的组织结构,实现零件产品质量的有效控制,提高产品的安全性,可靠性与使用寿命。

5. 生产效率高

采用精密塑性加工工艺生产,一是多数精密塑性加工的工序比传统的塑性加工工序少;二是多采用数控技术和数控设备来实现其生产工艺流程,与传统的塑性加工和切削加工相比,一般可提高生产效率若干倍,有的可提高数十倍甚至上百倍。

例如,采用传统模锻工艺生产的直齿锥齿轮毛坯通过格里森刨齿机加工轿车直齿锥齿轮,其切削加工的生产率平均 0.7 件/min,而采用闭式冷精锻工艺、通过数控压力机生产,当手工操作时 12~13 件/min,当机械手自动化操作时 18 件/min,提高效率 20~26 倍。

又如,采用滑块行程次数为 400 次/min~1000 次/min 的高速冲床实现多工位精密冲裁代替普通冲床的冲压生产,其生产效率可提高数十倍甚至上百倍。

此外,采用精密塑性加工技术生产,还具有减轻劳动强度,改善劳动条件,减少环境污染的优点。

6. 存在的主要问题

一是部分精密塑性加工模具,如精锻模,挤压模具的使用寿命有待提高;二是高精、高效专用设备和机械手与机器人的研制与应用。

二、国内外精密塑性成形技术的发展趋势^[1]

1. 主要发展趋势

精密塑性加工总的发展趋势由近加工 (near net shape of productions) 向净加工 (net shape of productions),即由精化毛坯向直接加工零件方向发展。

其具体发展方向为:



- 1) 加工产品的复杂化, 精密化, 质量优化, 实现高的比强度和比刚度。
- 2) 加工工艺的模拟化, 准确化, 实现加工工艺参数的优化。
- 3) 加工模具设计的 CAD/CAM 一体化, 实现模具设计、制造的自动化。
- 4) 加工设备的成套成线, 高效自动化, 实现生产流程的自动化。

针对轿车和航空、航天的需要, 其铸、锻件的发展趋势为:

- 1) 以轻代重, 以薄代厚, 少无切削精密化。
- 2) 国际工程师协会预测, 21 世纪初将有 50% 的中小型零件通过精密加工达到今天磨削的水平, 稍作处理或不作处理就可直接装车。
- 3) 应用组合件, 减少整车零部件的数量。
- 4) 减少工装和模具的数量。
- 5) 提高工艺可靠性和设备的制造柔性。
- 6) 减少设备的运行巡视。
- 7) 缩短设计制造到市场销售的周期。

2. 精密塑性成形工艺的新进展

(1) 闭式 (闭塞) 冷精锻 闭式冷精锻特别适合于一些小型零件的无飞边精密模锻, 因而成为精密模锻的主要发展方向之一。

众所周知, 闭式冷精锻的优点是: 锻件无飞边金属损耗, 尺寸精度及表面粗糙度可达到精密切削加工的水平, 如直齿锥齿轮的齿形可达到直接装车使用的要求。其缺点是: 材料的变形抗力大, 变形工序前需对毛坯进行软化和表面处理。但因其尺寸精度高、表面粗糙度数值低、内在质量好、精锻生产效率高, 是实现净成型的主要工艺方法, 因而发展快。

(2) 温锻 温锻包括温挤, 它是将金属毛坯加热到其再结晶温度下某个合适的温度范围内进行模锻或挤压。其优点是氧化和脱碳大为减少, 变形抗力大为降低, 所需设备吨位大为减小, 可以实现连续生产, 锻件尺寸精度及内外质量接近冷精锻与冷挤压件。特别适合于高碳钢、高合金钢、高强度耐热合金等难变形材料的精锻与挤压精密成形。因而, 近年来发展较快。其主要问题是温锻温挤模具材料和温锻温挤润滑剂尚在研究和摸索之中。

(3) 复杂零件的可分凹模模锻 可分凹模模锻是将普通开式模锻和挤压工艺的优点综合于一体, 突破了单一工艺的局限性, 即突破了普通开式模锻时产生飞边的局限性, 而保留了可模锻形状复杂零件的优点; 突破了传统挤压工艺只能成形轴对称零件的局限性, 而保留了挤压成形质量高的优点。可分凹模模锻特别适合于带有枝芽类锻件、叉形类锻件、双法类锻件和多孔类锻件, 如汽车操纵系统和传动轴上的拨叉、万向节叉、滑动叉、突缘叉和十字轴, 液压和气压管道上的中高压三通、四通、弯头和变径二通管接头和阀体等零件的精密模锻。

目前, 可分凹模模锻主要沿两条技术路线发展: 其一是设计制造专用可分凹模架, 安装在通用模锻设备上, 如在机械压力机 (热模锻压力机和闭式单点曲柄压力机)、螺旋压力机和液压机上使用。其工作原理是, 当压力机滑块下行时, 首先通过专用模架上的合模 (与张模) 机构将上下或左右两半凹模合拢并压紧, 接着通过冲头迫使坯料变形充满凹模型腔而获得所需锻件。模锻结束, 滑块回程时, 首先带动冲头从凹模中退出, 然后通过合模机构使两半凹模张开即可退出锻件。其二是设计制造专用模锻压力机, 如双动压力机和三动压力机。前者模具装置结构复杂, 模具 (镶块) 使用寿命较短, 但制造周期短, 见效快, 适合



于多品种、中小批量零件的生产；后者模具结构较为简单，使用寿命长，而设备费用较高，锻件尺寸精度高，适合于单一和少品种零件的大批量生产。对于汽车特别是轿车复杂零件的可分凹模模锻，主要采用后者。

(4) 温锻冷精整复合精密成形 温锻的突出优点是锻件的氧化与脱碳少，变形抗力小；冷精锻的突出优点是锻件尺寸精度高、表面粗糙度数值低。对于中高碳结构钢和中高合金结构钢、以及轮廓尺寸较大且形状复杂的中低碳结构钢和中低合金结构钢零件，首先，采用单工序温锻或多工序温锻精密成形，锻件表面仅留很小的变形量，对温锻件进行退火软化处理和表面处理，通过冷精整成形得到所需精度锻件。

这种精锻工艺将温锻与冷精锻的优点相结合，成为净成形工艺的发展方向之一。目前，日本和德国已将这种工艺应用于轮廓尺寸较大的轿车锥齿轮和等速万向节钟形套、三销滑套等关键零件的近、净成形工艺生产，效果良好。

(5) 高强度铝合金零件流动控制成形 流动控制成形工艺的实质是闭式模锻成形，即使金属在外力作用下，在封闭的模膛内流动成形。该工艺有两个关键点：一是控制金属的流动方向和最后充满模膛的位置，以获得优质锻件。二是控制模锻成形力的大小，使其不能过分增大而影响模具的寿命，甚至影响设备的安全运行。要达到这两个目的，其关键技术是流动控制腔的设计。

(6) 粉末金属注射成形 金属注射成形是最新一代金属的高效近终成型方法，是传统塑料成型与粉末冶金工艺的完美结合。它是将金属粉末与一定量的粘结剂混合成具有一定粘度的均匀混合物，经破碎造粒，加入塑料注射成型机压入模腔，成形特定形状的毛坯。毛坯经脱粘后，可以按传统粉末冶金工艺，烧结成具有复杂形状的金属零件。

金属注射成型是生产小型复杂形状精密金属零件的有效方法。同传统工艺如机加工、精密铸造、粉末压制相比，注射成型有其独到之处：它可以像精密铸造、压力铸造一样生产出三维复杂金属零件，且精度更高，材料应用范围更广，包括铁基、镍基、不锈钢、磁性材料、钨高密度合金、硬质合金、陶瓷等材料。它突破了传统粉末冶金工艺在复杂形状方面的局限性，可以用普通塑料注射机高效成型出像塑料制品一样复杂形状的精密金属、陶瓷制品。

此外，还有粉末金属喷射锻造法 (Psprey)、若干特种精密锻造工艺。

三、专用精锻压力机的研制与应用

近十多年来，由于汽车特别是轿车制造工业的迅速发展和精密塑性成形技术的不断完善，极大地促进了专用精锻压力机，特别是精锻机械压力机和精锻液压机的研制与应用。

1. 肘杆式机械压力机

日本小松公司研制出用于闭塞冷精锻的肘杆式机械压力机 LIC—L 型系列，公称力为 1600~1800kN，采用先进的多连杆（广义肘杆）传动机构，具有下止点运动平稳且低速范围宽，公称力行程达到 25mm（通用机械压力机仅有 5~10mm）的特点。同时配备有振动上料机，自动送料机构，快速换模装置，自动润滑系统，步进式机械手等自动化装备，构成全自动化，其生产率最快可达到 20 件/min。主要用于冷精锻轿车差速器行星齿轮，车轴齿轮和等速万向节星形套，三销轴和十字轴等零件。



2. 肘杆式多工位机械压力机

德国舒勒公司研制出用于冷精锻和热精锻的肘杆式多工位机械压力机系列产品，其主要技术参数见表 1-1。

表 1-1 肘杆式多工位机械压力机技术参数

公称力/kN	滑块行程/mm	工作台面尺寸 (滑块尺寸) /mm × mm	闭合高度/mm	工位数/ 工位间 距离/mm	工作台顶出器		滑块顶出器	
					总的力/ 单个力/kN	最大 行程/mm	总的力/ 单个力/kN	行程/mm
3150	250	1000 × 600 (1000 × 600)	960	2/300	250/100	100/—	80/30	65
	315		960	4/250		125/—		80
	500		1360	5/200		200/160		125
4000	250	1000 × 600 (1000 × 600)	960	2/300	250/100	100/—	80/30	65
	315		960	4/250		125/—		80
	500		1360	5/200		200/160		125
6300	315	1250 × 700 (1250 × 700)	1180	4/300	500/200	125/—	160/60	80
	400		1180	5/250		160/—		100
	500		1360	6/200		200/160		125
8000	315	1250 × 700 (1250 × 700)	1180	4/300	500/200	125/—	160/60	80
	400		1180	5/250		160/—		100
	500		1360	6/200		200/160		125
10000	315	1500 × 1000 (1500 × 800)	1180	4/350	800/320	125/—	260/100	80
	400		1180	5/300		160/—		100
	500		1360	6/250		200/160		125
	630		1420			250/200		160
12500	315	1500 × 1000 (1500 × 800)	1180	4/350	800/320	125/—	260/100	80
	400		1180	5/300		160/—		100
	500		1360	6/250		200/160		125
	630		1420			250/200		160
16000	400	1800 × 1000 (1800 × 1000)	1180		1250/500	160/—	380/160	100
	500		1360	4/400		200/160		125
	630		1420	5/350		250/200		160
	800		1520			300/250		200
20000	400	2200 × 1000 (2200 × 1000)	1180		1250/500	160/—	380/160	100
	500		1360	4/400		200/160		125
	630		1420	5/350		250/200		160
	800		1520			300/250		200
25000	400	2200 × 1000 (2200 × 1000)	1180		2000/800	160/—	500/200	100
	500		1360	4/450		200/160		125
	630		1420	5/400		250/200		160
	800		1520			300/250		200
31500	400	2200 × 1000 (2200 × 1000)	1180		2000/800	160/—	500/200	100
	500		1360	4/450		200/160		125
	630		1420	5/400		250/200		160
	800		1520			300/250		200



舒勒公司所制造的肘杆式多工位机械压力机，配备有自动上料及步进式机械手，自动润滑系统和模具快速更换装置，生产过程全自动。主要用等速万向节钟形套和三销滑套等零件的温精锻和变速箱轴类件冷精锻生产。

3. 精锻液压机

(1) 精锻液压机的类型、技术参数及应用 德国舒勒公司设计制造了 9000kN 三工位锻造液压机，滑块行程 550mm，滑块位于上限位置时，其开口高度为 1550mm，工作台面尺寸为 1300mm × 1000mm，工作台顶出器的顶出压力为 500kN，滑块上三个顶出器每个的顶出压力为 100kN，三个工位每两个工位间的距离为 250mm。该机上还配备有毛坯分类、送料、工位间的传输和三轴转换等辅助机构。

该公司还设计制造了用于温锻的液压机，其公称力为 25000kN，滑块最大行程为 600mm，开口高度为 1600mm，工作台尺寸为 1400mm × 1250mm，工作台顶出器压力为 1000kN，滑块顶出器压力为 400kN。该机配备有毛坯送进、毛坯加热（加热温度为 750 ~ 800℃）、将加热好的毛坯送入压力机器人等自动化装备。

日本你期待股份有限公司开发的计算机控制的三缸液压机结构原理如图 1-1 所示，其主要组成部分为：主体结构（主滑块、内滑块、床滑块）；液压传动系统；电气控制系统（主操作台、辅助操作台、功率显示板）；计算机（建立成形情况的图像显示和数据记录）；伺服控制；带速比调节的成套模具装置等。这种全液压闭式模锻压力机内滑块加压速度均为 20mm/s 左右，主要用于十字轴

及锥齿轮等的闭式冷精锻或闭式半温锻。

日本三菱重工研制的微机控制的全液压闭式模锻压力机也是采用上下冲头对挤，其型号为 MCF450 和 MCF1100，相应最大压力为 4.5MN 和 11MN。

华中科技大学与黄石锻压机床有限公司于 1999 年共同设计制造的 Y28—400/400 型数控双动挤压液压机，内、外滑块公称力为 4MN，下顶缸压力为 2MN，内、外滑块空程速度为 300mm/s，内滑块加压速度为 20mm/s，压力、位移、速度等参数均由计算机控制、调节与显示。其技术参数见表 1-2，实物照片如图 1-2 所示。

该机安装在华中科技大学模具技术国家重点实验室使用。至今，已在该机上研究开发出国内外多种轿车差速器行星齿轮闭塞冷精锻工艺及模具。安全气囊气体发生器压盖和壳体（材料为 7A04 超硬铝合金）热挤压工艺和模具，无噪声空调压缩机活塞尾、活塞体（材料为中高硅铝合金）闭塞热精锻工艺及模具，轿车飞轮盘温热拉深锻工艺及模具等。经长期使用表明，该机工作稳定可靠，工艺适应性强，性能先进。

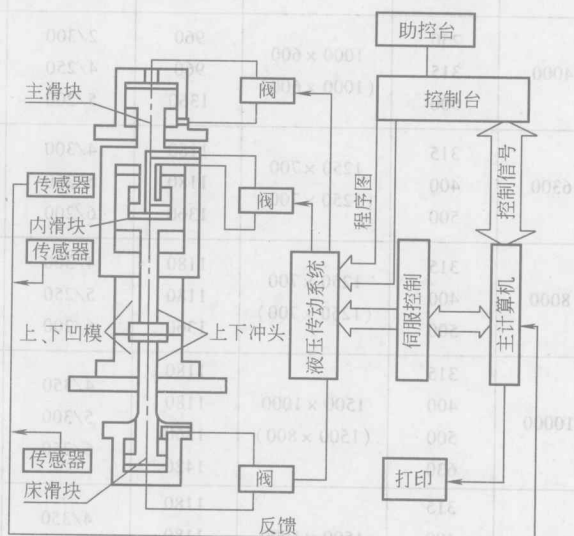


图 1-1 全液压闭式模锻压力机结构原理图



表 1-2 Y28—400/400 双动挤压液压机技术参数

技术 参 数		数 值
滑块压力	外滑块/kN	4000
	内滑块/kN	4000
顶出压力	工作/kN	2000
	回程/kN	500
内滑块行程/mm		600
外滑块行程/mm		600
顶出行程/mm		200
侧缸行程/mm		200
内滑块闭合高度/mm		500
外滑块闭全高度/mm		500
工作台有效尺寸	左右/mm	1000
	前后/mm	1250
内滑块有效尺寸	左右/mm	400
	前后/mm	400
外滑块有效尺寸	左右/mm	1000
	前后/mm	1250
内滑块速度	空程下行/(mm/s)	150
	工作/(mm/s)	20~40
	回程/(mm/s)	150
外滑块速度	空程下行/(mm/s)	150
	工作/(mm/s)	20~40
	回程/(mm/s)	150
顶出速度	工作/(mm/s)	40(可调)
	回程/(mm/s)	150



图 1-2 双动挤压液压机照片



图 1-3 精锻液压机照片



2004 年以来，华中科技大学与黄石锻压机床有限公司合作，共同开发了 YK34JI—800 型冷精锻液压机，其技术参数见表 1-3，压力机照片如图 1-3 所示。将所研制的带有背压（液压）合模力的闭塞锻造模具安装在该机上使用，构成了闭塞锻造专用设备。该机于 2005 年 10 月份安装在东风汽车精工齿轮厂使用，主要用于轿车差速器行星齿轮和半轴齿轮闭塞冷精锻生产，经使用表明，该机主要技术参数和性能稳定，精度高，噪声低，经测试在操作工位置的噪声为 75dB，远低于国际 85dB 的标准，工作可靠，使用和维护方便。

表 1-3 YK34JI—800 型冷精锻液压机技术参数

项 目	技 术 参 数		数 值
基本参数	公称力/kN		8000
	回程力/kN		400
	滑块行程/mm		500
	最大开启高度/mm		1100
	工作台面尺寸/mm		1250×1000
滑块速度	快进/(mm/s)		240
	工进/(mm/s)		13.1
	返程/(mm/s)		130
下顶出器	顶出力/kN		200
	顶出回程力/kN		40
	顶出行程/mm		60
	顶出速度/(mm/s)		46
	顶出回程速度/(mm/s)		115
上顶出器	顶出力/kN		100
	顶出行程/mm		30
	主系统压力/MPa		28.5
	电动机功率	主电动机/kW	55×2
		辅电动机/kW	7.5
	机床重量/kg		58100

所研制的 YK34J II—800 型液压机的技术参数见表 1-4。该机用户为湖北仙桃天伦机械有限公司，采用厚板坯料，通过温拉深与锻复合精密成形即板锻成形新工艺实现轿车飞轮盘精密化批量生产。

正在研制的 YK34JD—16000 型五工位液压机，其技术参数见表 1-5。同时研制了五工位精锻模具，五工位机械手，模具快速更换装置及上下料机构，组成自动化生产线。用于轿车变速箱轴类件多工位冷挤锻高精密成形大批量生产。

所研制的 YK34M—1600/1250 型多向模锻液压机，其技术参数列于表 1-6。同时研制了与之配套的多向模锻通用模架，某军工企业采用该机和通用模架实现了机匣类零件系列产品的多向热模锻批量生产。



表 1-4 YK34J II—800 型液压机技术参数

项 目	技 术 参 数	数 值
基本参数	公称力/kN	8000
	回程力/kN	400
	滑块行程/mm	500
	最大开启高度/mm	1100
	工作台面尺寸/mm (前后×左右)	1250×1000
滑块速度	快进/(mm/s)	240
	工进/(mm/s)	13.1
	返程/(mm/s)	130
下顶出器	顶出力/kN	200
	顶出回程力/kN	40
	顶出行程/mm	60
	顶出速度/(mm/s)	46
	顶出回程速度/(mm/s)	115
上顶出器	顶出力/kN	100
	顶出速度/(mm/s)	30
	顶出行程/mm	100
	主系统压力/MPa	28.5

表 1-5 YK34JD—16000 型五工位液压机技术参数

项 目	技 术 参 数	数 值
基本参数	滑块公称力/kN	16000
	滑块行程/mm	700
	装模空间(滑块下死点)/mm	1450
	工作台尺寸(左右×前后)/mm	2000×1500
	空程快行速度(下、上)/(mm/s)	300
	挤压速度/(mm/s)	30
	最大挤压行程/mm	100
工作台顶出器	工作台顶出力(五个)/kN	350(每个)
	工作台顶出器行程/mm	200
	顶出速度/(mm/s)	300
滑块顶出器	滑块顶出力(五个)/kN	250(每个)
	滑块顶出器行程/mm	120
	顶出速度/(mm/s)	300
送料机械手	上下行程(可调)/mm	150
	水平位移(由工步间距确定)/mm	350
	水平位移速度/(mm/s)	350