

# 8MN 快速锻造液压机组及其控制系统

430074 武汉 华中理工大学 陈柏金 熊晓红 黄树槐

**摘要** 介绍国产 8MN 快速锻造液压机组的技术特点和构成,及其 CNC 系统的硬软件结构和功能。

## 8MN high-speed forging hydraulic press groups and its control system

In the paper, technique characteristic, composition of 8MN high-speed forging hydraulic press groups and features of its CNC system are described.

**叙词** 锻造液压机 CNC

控制柜, 快速锻造

在总结我国锻造液压机组设计及计算机控制方面多年研究工作和生产实践的基础上,由华中理工大学与兰州石油化工机器厂合作,充分吸收国内外先进经验,研制并生产出了技术上达到 90 年代先进水平、实用化的 8MN 快速锻造液压机组,使我国在这一领域的技术水平向现代化迈进了一大步。

8MN 快速锻造液压机组达到了如下技术指标:

(1) 锻件精度为  $\pm 1\text{mm}$ , 操作机夹钳旋转精度  $\pm 1^\circ$ , 操作机行走精度  $\pm 10\text{mm}$ 。在  $80\text{min}^{-1}$  的锻造次数下,锻造液压机和操作机能平稳自动联动。计算机控制系统能在每天 24h 连续工作的条件下可靠地工作。

(2) 机组由主机、两台操作机、钢锭转台和移动砧床等组成,从炉内出料到锻成成品,实现机械化和自动化。一人在操纵室内操作,能十分方便迅速地进行自动和手动方式转换,同时,能通过检测系统和工况监控系统及时掌握设备的运行状况。

## 1 机组的主要技术特点

### 1.1 主机

由于快速锻造液压机换向频率高、冲击负载大,因此采用下拉式整体框架结构,同时对框架结构进行了有限元强度和刚度分析,大大减轻了横梁的重量,使整体框架具有重量轻、刚性好等优点;液压机需承受较大的偏心载荷,导轨磨损严重,圆柱导轨虽然结构简单,但间隙调整困难,故采用了方形导轨,不仅间隙调整方便,而且磨损后维修更换也很容易;主缸与活动横梁之间采用球面支承结构,当压机承受较大的偏心负载时,避免了主缸活塞承受侧向力。

### 1.2 操作机

操作机钳杆采用了四连杆缓冲机构,当快速锻造时,操作机采用连续前进或后退送进方式,可以大大减少锻件送进时的冲击;采用液压弹簧和相应的控制系统构成钳杆自动抬起机构,当压机压制锻件时,钳杆自动随着压机横梁下降,保持锻件平直,不致弯曲,当压机回程时,钳杆自动抬起到原来高度,以便锻件的送进;采用电液比例阀、旋转编码器和计算机组成操作机夹钳闭环位置控制系统及操作机行走闭环位置控制系统,使得夹钳旋转及操作机行走运行平稳、响应快、定位精度高。

### 1.3 液压系统

由于锻造液压机吨位大,锻造次数高,液压系统工作在高压、大流量状态下,若采用常规比例阀则流量太小,不能满足要求,而且价格贵。为此,采用了多级开关阀组成的液压控制系统。即采用多个不同通径的插装阀,并用计算机控制各个插装阀的开启和关闭时间。由于采用了模糊控制等新技术,保证了各个插装阀的平稳切换;同时,采用快速先导球阀,并配以高低压驱动电路,大大缩短了先导阀的响应时间,从而保证了压机的快速性。

### 1.4 计算机控制系统

锻造液压机组动作比较复杂,控制对象和监测量较多,主要有:压机位置控制;二台操作机夹钳旋转角度控制和大车行走位置控制;辅助系统(包括送料小车行走、回转工作台、移动砧床、快速换砧装置等)的控制;主系统、主泵、主缸、回程缸、充液罐等压力监测,操作机钳杆位置显示;液压系统模拟屏显示。针对该机组特点,采用了三级分布式控制系统。

## 2 操作方式

本机组具有五种操作方式:即方便灵活的手动操作方式;对压机下给定点位置控制的半自动操作

方式;对压机上下给定点位置控制的自动操作方式;与操作机进行联动控制的联动控制方式和程序锻造方式。

锻造力分为 8MN 和 6.3MN 两级,在进行粗锻和精锻时分别采用不同的压力等级。同时,可以改变泵的工作台数来进行锻造速度、回程速度选择。

### 2.1 手动操作方式

使压机主令开关处于不同位置,可以选择压机快速下降、加压、慢速回程、快速回程以及停止等动作。此时,压机和操作机的控制完全由 PLC 完成,计算机系统只进行各种参数和状态的显示。

### 2.2 半自动方式

这种方式主要是防止操作者在手动操作中因误操作而将锻件加压过量,压机和操作机主要由 PLC 控制。在进行锻造前,需要设定下给定点的控制值。通过计算机的预测并自动参与压机动作控制,进行下给定点的位置保护。

### 2.3 自动方式

操作前设定锻造参数为:下给定点、加压转换点、回程高度、砧型和锻打道次。压机按设定参数自动连续锻造,可以随机更改设定参数。并且可由人工切换到手动或半自动方式,在此种方式下操作机由人工控制。

### 2.4 联动方式

压机和操作机均由计算机进行控制,除了压机和操作机的各种动作和位置按设定参数进行控制外,压机和操作机要有良好的配合,即在压机的一个锻造行程中,操作机要能完成联动送进、联动旋转、联动螺旋等动作。

### 2.5 程序锻造方式

计算机系统在锻造过程中自动记录锻造过程数据,对于典型锻件,进行多次锻造后,可以得到比较合理、优化的程序自动锻造数据文件。系统按此数据文件运行,并可随时检测和计算每一次的锻造误差,修改数据文件进行补偿。

## 3 控制系统组成

### 3.1 系统结构

8MN 快速锻造液压机组计算机控制系统由 PLC、IPC 工业控制机和监测计算机组成(图 1)。PLC 完成系统的手动操作,保证整个机组在计算机部分出现故障时能够继续运行,以提高机组的可靠性;IPC 工业控制机完成系统的半自动、自动、联动及程序控制;监测计算机用于系统的压力、位移及故障的显示、记录、打印等。IPC 工控机与控制台之间

通过 8098 单片机进行串行通讯并与 PLC 进行并行通讯。压机和左右两台操作机的 5 个位置控制由 5 块智能控制模板分别进行闭环位置控制,工控机通过一对八通讯卡与各智能控制模板和监测计算机进行通讯。这种三级分布式控制系统具有结构简单、工作可靠、维修方便的优点。

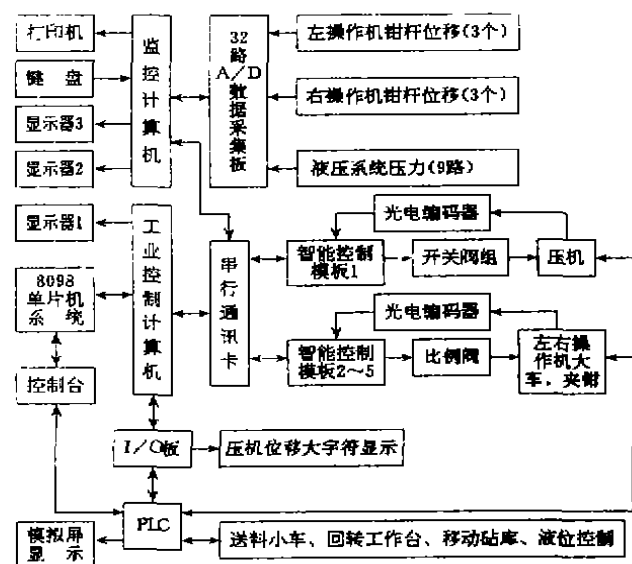


图 1 8MN 锻造液压机组控制系统组成示意图

工控机系统通过人机对话进行参数的设定、编辑与修改,实时显示压机及操作机夹钳和大车的位置,接受控制台中 8098 单片机系统发送的操作代码,协调压机和操作机之间的运动关系,并将命令送往智能控制模板。智能控制模板根据接受的命令和数据及光电编码器的位置反馈信号构成位置闭环控制。

### 3.2 软件设计

8MN 快速锻造液压机组软件结构框图如图 2 所示。由图可见,软件采用模块化设计,便于调试、维护。其中,主控模块协调不同方式下各模块的调用和执行,实现各模块间的控制参数和数据的交换,保证系统正确运行。

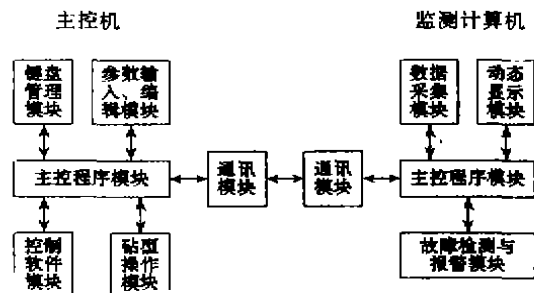


图 2 8MN 锻造液压机组计算机软件框图

控制软件模块固化在智能控制板上,它包括通讯、校正、死区补偿、D/A、A/D、可逆计数等十几个标准小模块。由主控程序根据控制对象组合成相应

# 轧环机轧辊设计

430070 武汉汽车工业大学 华林 梅雪松 吴序堂

**摘要** 系统分析了轧环机轧辊尺寸对咬入条件、锻造条件、环件刚性条件、环件最大初始壁厚以及设备能力的影响。在综合考虑各种因素的基础上提出了轧环机轧辊设计准则,对环件轧制工艺设计有指导意义。

## The roller design of the ring rolling machine

Systematically analysis effect of dimension of roller of the ring rolling machine to biting, forging condition, rigidity of ring part, Max. initial wall thickness of ring part and capacity of equipment. Present design criterion for the roller. This will be have guiding significance to the design of ring rolling technology.

**叙词** 轧机 轧辊 设计

轧环机

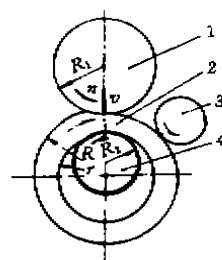
## 1 前言

环件轧制是轴承圈、齿轮等无缝环形零件(毛坯)的高效优质生产技术。在环件轧制中,轧环机轧辊对于环件轧制过程有着重要影响。为了获得稳定轧制过程和良好制品质量,合理设计轧辊是环件轧制技术的关键问题之一。然而,目前关于轧辊设计还是沿用传统方法<sup>[1]</sup>,即仅考虑轧环机结构尺寸、环件毛坯孔径尺寸以及轧辊的强度条件对轧辊的要求,设计中存在着较大的盲目性和随意性,不可避免地影响到环件轧制工艺调试和生产的正常进行。因此,本文从环件轧制的基本条件出发,深入探讨轧辊设计的理论依据和计算准则。

## 2 轧辊尺寸与咬入条件

环件轧制如图所示。通过驱动辊的直线进给运动和旋转轧制运动,使环件不断咬入驱动辊与芯辊构成的孔型,产生壁厚减小、直径扩大的塑性变形。环件连续咬入孔型是实现环件轧制的必要条件,根

据文献[2],为了满足咬入条件,环件轧制中的每转进给量  $\Delta h$  不得超过咬入所允许的最大每转进给量  $\Delta h_{\max}$ ,即:



环件轧制原理图

1. 驱动辊 2. 环件  
3. 导向辊 4. 芯辊

$\Delta h_{\max}$ , 即:

$$\Delta h \leq \Delta h_{\max} = \frac{2\beta^2}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^2} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right) \quad (1)$$

式中  $R_1, R_2$ ——驱动辊和芯辊工作半径  
 $R, r$ ——环件外圆和内圆半径

$\beta$ ——轧辊与环件之间的摩擦角,  $\beta = \tan^{-1} \mu$

$\mu$ ——轧制摩擦系数

式(1)对  $R_1$  求偏导数得:

$$\frac{\partial \Delta h_{\max}}{\partial R_1} = \frac{2\beta^2}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^2 R_1^2} \left[ \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + 2\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \right] \quad (2)$$

收稿日期:1998-07-23

令式(2)  $\geq 0$  并整理得:

的闭环控制系统。采用多个不同流量的开关阀进行控制的液压机系统,是一个典型的多级继电器式控制系统。由此,采用三维模糊控制器进行自学习智能控制,成功地保证了锻件尺寸的控制精度。

## 4 结束语

我国现有的自由锻造设备多数结构陈旧落后、使用年限长,急待更新改造,而快锻压机是自由锻造

设备的更新换代产品,在改造和更新现有自由锻造设备中有广泛的推广前景。

8MN 快锻液压机组投产以来的实践证明:快锻压机与 5t 锻锤相比,生产效率可以提高一倍以上,减轻了工人劳动强度,改善了劳动环境,压机控制精度高,锻件可节约材料 4%,钢锭开坯成材率提高 3%~5%,降低了消耗,节约了能源,与 5t 锻锤的能耗比为 9:1。