

# Design of Pressure Control System for Intelligent Hydraulic Fixture

Zhenhua Deng

Shaanxi Fast Auto Drive Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710119, China

## Abstract

With the implementation of made in China 2025 strategy, the process control of products will develop towards intelligent direction; as an important part of process control in process system, the clamping pressure control of hydraulic fixture is the key link to ensure the stability of hydraulic system performance, and is also an important indicator to ensure intelligent process control. In this paper, a pressure control system of NC fixture is designed, including three subsystems of hydraulic pressure, PLC control and human-computer interaction, which can adapt to the change of cutting force in the process of machining, and improve the production efficiency and processing quality to a certain extent.

## Keywords

hydraulic clamp; high speed switch solenoid valve; PLC; pressure control system

# 智能液压夹具压力控制系统设计

邓振华

陕西法士特汽车传动集团有限公司, 中国·陕西 西安 710119

## 摘要

随着中国制造2025战略的实施,产品的过程控制将向智能化方向发展;液压夹具作为工艺系统中过程控制的重要组成部分,它的夹紧压力控制是保证液压系统性能稳定的关键环节,也是保证过程控制智能化的重要指标。论文设计了一种数控夹具压力控制系统,包括液压、PLC控制和人机交互3个子系统,很好地适应加工过程中切削力的变化,在一定程度上提高了生产效率和加工质量。

## 关键词

液压夹具; 高速开关电磁阀; PLC; 压力控制系统

## 1 引言

随着中国制造 2025 战略的不断推进,生产模式进入智能化生产和绿色制造,对液压夹具的智能化要求也越来越高。夹具是制造系统的重要组成部分,对加工质量、生产效率和生产成本都有着极其重要的影响。在数控加工中使用传统液压夹具时,液压系统的泄漏检测是保证密封性能最为关键的手段之一。为解决这个问题,以高速开关电磁阀原理和 PLC 为基础,设计了一种智能夹具适应性控制系统,该系统能够很好地适应加工过程中切削力的变化,提高了生产效率和加工质量。

## 2 数控夹具压力控制系统设计方案

以变速器后盖壳体的工艺系统为研究对象,主要研究适

【作者简介】邓振华(1984-),男,中国陕西西安人,本科,工程师,从事变速器零件工艺开发、智能制造、工艺管理等研究。

应不同加工尺寸系列、不同数控加工步切削力的数控夹具变夹紧力控制技术和控制系统,达到保证加工精度和提高劳动生产效率的目的。

我们采用高速开关电磁阀将液压系统与计算机数字控制相结合的方案设计液压夹具压力控制系统。高速开关电磁阀抗污染能力强,响应快,造价较低;同时, PID 闭环控制可确保系统在加压过程或者受到扰动时能很快恢复到预定的压力大小。该智能液压夹具适应性控制系统主要包括 3 个子系统:液压系统、PLC 控制系统和人机交互系统。

高速开关电磁阀的夹紧力控制原理<sup>[1]</sup>是通过 PWM(脉冲宽度调制)脉冲信号控制进入和流出高速开关电磁阀的流量,控制液压缸内压力的变化。当进行压力控制时,高速开关电磁阀的控制油口可交替地与进、出口相通。夹紧过程中压力需要升高时,可延长控制口与进油口相通时间;压力需要降低时,可延长控制口与回油口相通的时间。在 PWM 作用下,使控制油口与进油口或回油口接通的时间长短不同,

从而实现控制压力高低的目标,最终达到控制夹紧力的目的<sup>[2]</sup>。

### 3 液压子系统设计

液压系统是数控夹具夹紧力控制系统的执行部分。在设计时考虑液压系统的压力控制的基本要求。

- ①七个夹紧液压油缸夹紧力相同;
- ②夹紧时,三处固定支撑为先,四处浮动支撑为后;
- ③实现密封加工。

以设计要求为前提,通过夹具系统负载和液压系统工况分析,初选系统工作压力,选定 4.5MPa。

液压子系统的设计图见图 1。

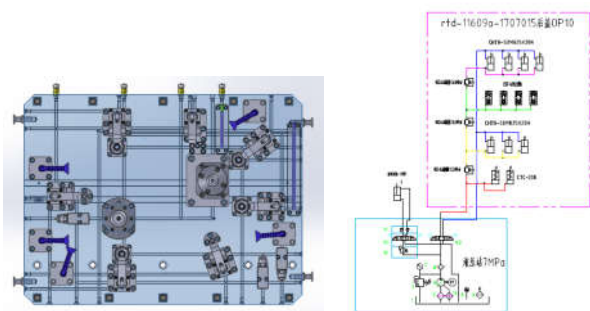


图 1 液压子系统的设计图

根据液压系统设计要求,列出部分选型如下:

- ①顺序阀:嘉刚 VLG-3A;
  - ②直线缸:嘉刚 CTC-20B;
  - ③推缸:嘉刚 CHTB-SDMB25×20N;
  - ④支撑缸:嘉刚 CSP-45BL;
- 夹具夹紧工件分四个动作完成,液压夹具设计为低压、双动、常压油路,最大压力为 7MPa,工作压力为 4.5MPa,油路设计为内置式。一序工件进入夹具后,毛坯底面与夹具上的三个支撑块上端接触,两个预铸毛坯孔分别套入到三点及两点涨销套筒中,此时完成工件的定位;启动液压站供油,压力油首先进入到三点及两点涨销套筒下端的直线推缸中,对工件进行定位;完成后第一只顺序阀打开,压力油分别进入到三个支撑块相对应的侧抱机构的直线油缸中,带动铰链机构对工件进行主压紧;完成后第二只顺序阀打开,辅助支撑缸工作对工件进行辅助支撑;完成后第三只顺序阀打开,压力油进入到其余的侧抱机构的直线油缸中,对工件进行辅助压紧,至此完成了一个工件的定位及夹紧。

### 4 PLC 控制子系统设计

PLC 控制子系统的核心任务就是实现夹紧力的控制。PLC 根据控制台发出指令,控制电机、溢流阀、换向阀以及高速开关电磁阀等各输出点的动作。在进行夹紧力控制时,PLC 把经压力变送器采样而得的压力值与预置压力进行比较,通过 PID 环节,输出所需的 PWM 脉冲。在此基础上,PLC 还具备自动功能、调整功能、报警功能、误操作防止功能、I/O 点数的估计等功能<sup>[3]</sup>。

PLC 控制子系统包括 PLC、扩展模块及 PLC 的外部设备,

包括输入设备(如操作按钮、开关量及模拟量输入信号等)、执行元件(如接触器的线圈、电磁阀的线圈、指示灯等),以及控制台、控制柜、控制面板等。

依据控制系统的设计任务,初步拟用台达 DVP-14SS2 作为夹紧动作控制的核心,为了控制电机、卸荷溢流阀及两个三位四通阀的通断,选用具有 8 个输出点的 E WIKA A-10 型压力变送器输出模块。通过分析 CPU 和扩展模块,计算电源容量和对 I/O 地址进行分配,根据输入/输出元件地址分配表以及 PLC 的端子连线规定。此外,设计的控制面板和控制柜以便工作人员对整个控制系统进行灵活的操作和控制。

### 5 人机交互子系统的实现

人机交互子系统用于方便用户与计算机的交互,便于用户控制夹紧力和监控系统的运行状态,人机交互子系统由一台计算机、及相应的开发程序所共同构成。通过配置设备、定义变量及压力显示控制函数、画面设计等步骤完成对组态网监控程序的设计,以方便工作人员对系统的灵活操作。

### 6 实际使用效果

为了检查系统运行的正确性和有效性,验证系统是否达到了设计要求,对系统硬件和软件设计参数、性能等内容进行综合、全面的检验。系统在调整状态、自动预置状态以及自动实时状态下,液压站、电磁阀、各液压缸完全按预定控制动作运动。PLC 输出波形与固态继电器输出波形一致,反映了高速开关电磁阀可以按预定要求工作。通过夹紧力阶跃响应曲线,得到了系统的性能参数:夹紧力控制在 7MPa 以内;受到压力变送器的精度为 1% 的限制,夹紧力的控制精度为 ±2N。

### 7 结语

液压夹具作为生产过程的关键环节,其智能化的推进将大幅提高生产线的稳定性,保证产品加工质量的一致性。基于高速开关电磁阀控制原理,通过压力变送器、测压接头、PLC 控制系统实时监控各路油压,并及时反馈加工现场,省时、高效。现场操作者可准确的看到每一路的压力值,高于或低于额定压力的情况下,信号会通过指示灯报警,操作者会重新调整工件状态,查找报警原因,更有效的对生产过程进行监控,降低不合格品的流出。我们也将继续提升智能液压夹具的自主开发能力,为公司生产线的智能化做出自己的贡献。

### 参考文献

- [1] 张忠祥,刘志珍.高速开关电磁阀的模型分析及控制方法研究[J].电气应用,2007,26(11):88-90.
- [2] 刘忠,龙国键,褚福磊,等.基于高速开关电磁阀技术的压力控制系统设计[J].液压与气动,2003(3):13-15.
- [3] 周万珍,高鸿斌.PLC 分析与设计应用[M].北京:电子工业出版社,2004.