

一种数字化压电阀喷嘴撞针安装方法研究

濮运

江苏省常州市快克智能装备股份有限公司 江苏常州 213000

DOI:10.12238/ems.v7i7.14292

[摘 要] 鉴于传统的压电点胶阀喷嘴撞针人工安装方法存在主观依赖性强、而一致性差等缺陷,无法满足批量化高精度点胶的需求。为此,本文提出了一种具有自适应功能的撞针安装方法,该方法在压电陶瓷负载回路中引入采样电阻,由其自动检测压电陶瓷受力的变化量,并将该物理变化量转化电流的变化量以数字增量的形式输出,然后基于该数字增量的大小精准测算喷嘴撞针的合适位置。大量实验结果表明,该方法可有效解决组装一致性问题,并显著提升点胶精度和效果,为压电阀在精密测量、纳米技术、微电子等领域的应用提供了有力支持。

一、引言

压电点胶阀作为一种先进的点胶设备,凭借其速度快、精度高的优势,在诸如精密测量、纳米技术、机器人、微电子等众多高精度要求的领域得到了广泛应用。其工作原理是通过电信号驱动压电陶瓷,使撞针头部产生上下运动,进而实现流体的喷射^[1]。然而,在阀体的批量生产和后期使用中,对喷嘴撞针的拆卸清洗和重新安装环节,传统的安装方法存在明显的不足。常规的人工安装方式完全由操作人员凭借个人经验,通过反复调整螺套角度来保证胶水不漏,从而判定喷嘴撞针的安装是否合格。这种方法不仅对工作人员的组装能力和经验要求较高,而且在实际生产安装调试中存在较大难度,难以保证产品组装的一致性,最终对点胶精度产生负面影响。因此,研究一种能够解决组装一致性问题、确保点胶精度的压电阀喷嘴撞针安装方法具有重要的现实意义。

二、技术原理

本发明的核心原理是利用压电陶瓷的正压电效应。当压电陶瓷在电脉冲作用下伸缩位移时,若其受外力影响,两端会产生电荷,导致电流发生变化。这一变化量与陶瓷受力大小成比例关系,而受力大小又直接反映了撞针与喷嘴之间的距离即松紧度。具体实现过程中,在压电陶瓷负载回路中串联采样电阻,通过慢慢旋转螺套逐渐缩小撞针喷嘴间距,此时压电陶瓷受力产生的电流变化经采样电阻转化为微弱的电

流信号。该信号经隔离放大芯片放大后差分输入到二级运放电路,再经运放输出端搭建的 RC 低通滤波电路,最后由 MCU 作 AD 处理将该电流模拟量转化为数字增量。通过反复实验对比分析数据,筛选出一定范围内撞针与喷嘴间距固定的量化数据,以此作为标准,从而确保组装的一致性和便利性。

三、操作步骤

在实际操作中,首先将螺套松开,确保撞针与喷嘴不接触。然后在固定校准参数(上升时间:0.5ms;开阀时间:2ms;下降时间:0.5ms;关阀时间:2ms;行程:50%)作用下,先触发 5s。这段时间主要用于电流采样稳定及调零过程,5s 时间到达后,记录此刻电流数字绝对量并调零,慢慢旋转螺套,电流数字增量逐渐增加。当其增量处于设定上下限范围(该范围是通过反复实验对比得出的数据)之内时,系统提示校准成功,退出校准状态并保存此次校准数据,以便下次校准对比。

四、相关电路设计

(一) 压电陶瓷驱动模块电路

压电陶瓷驱动模块电路如图 1 所示,由 MCU 发出一组互补且带死区的 PWM 信号 HIN、LIN,经由数字隔离器 U1,将这组信号转出为 HIN_1、LIN_1 作为半桥驱动芯片 U3 的驱动输入信号。经该芯片内部的自举电路,驱动上下桥臂的两个场效应管 Q1、Q2,将功率供电电源逆变成高频脉冲

信号, 传导到功率电感 L1, 从而形成压电陶瓷负载的梯形波信号, 压电陶瓷 P1 在电脉冲作用下伸缩位移产生正压电效应。当慢慢旋转螺套逐渐缩小撞针喷嘴间距时, 压电陶

瓷受外力影响两端产生电荷, 导致电流变化, 通过采样电阻 R17 捕捉该微弱的电流信号, 然后将其传递到压电阀电流隔离采集模块。

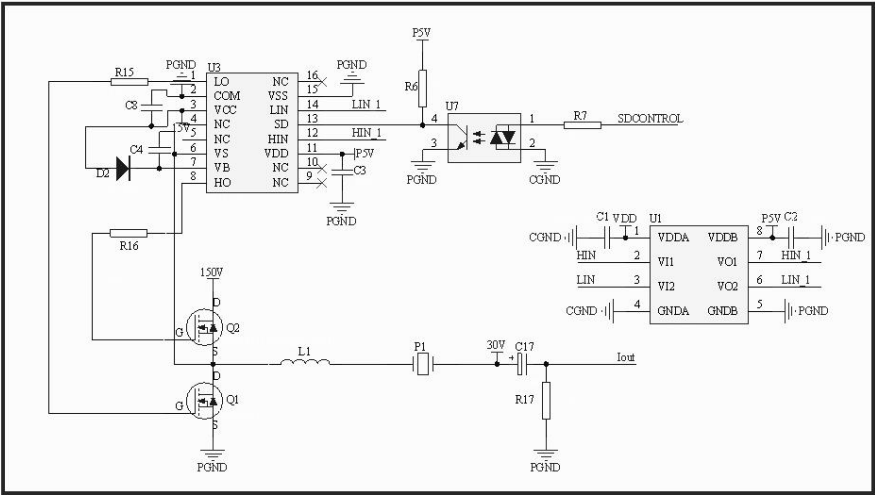


图 1 压电陶瓷驱动模块电路图

(二) 压电阀电流隔离采集模块电路

压电阀电流隔离采集模块电路, 如图 2 所示, 由前级压电陶瓷驱动模块电路输出的微弱的电流信号, 经该模块中的隔离放大芯片 U16 放大处理之后, 差分输入到二级运放电

路。再经由 U28 运放输出端组成的 RC 低通滤波器, 得到隔离后可供 MCU 采集的模拟信号 AD0, 以此获取准确的电流变化增量, 作为喷嘴撞针调节校准的数字量参考。

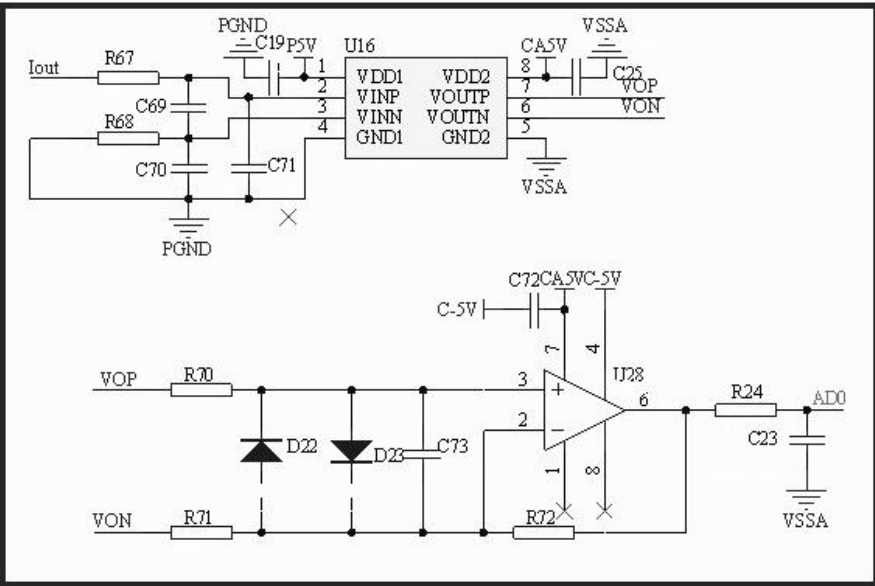


图 2 压电阀电流隔离采集模块电路图

五、实验与结果分析

在实验过程中, 首先记录了撞针喷嘴完全松开时检测到的模拟电压 V1, 如图 3 (a) 所示, 其对应的数字量记为 D1。

然后记录了螺套逐渐拧紧后, 通过反复实验对比分析数据所搜索到的相对合适的固定撞针喷嘴间距时检测到的电压 V2, 如图 3 (b) 所示, 其对应的数字量记为 D2。由于正压电效应,

两端产生正负相反电荷，电流减小，电压收缩，电位上抬。整个调节过程电压变化量 $\Delta V = V_2 - V_1$ ，同时其对应的数字增量 $\Delta D = D_2 - D_1$ ，将该 ΔD 值选作每次安装的标准检验评判指标，以此确保安装调节的一致性和点胶的稳定性。大量试验表明，采用该方法所安装的压电阀，在多次拆卸和重新安装后，仍能保持较高的点胶精度，有效消除了传统安装方法存在的不足。

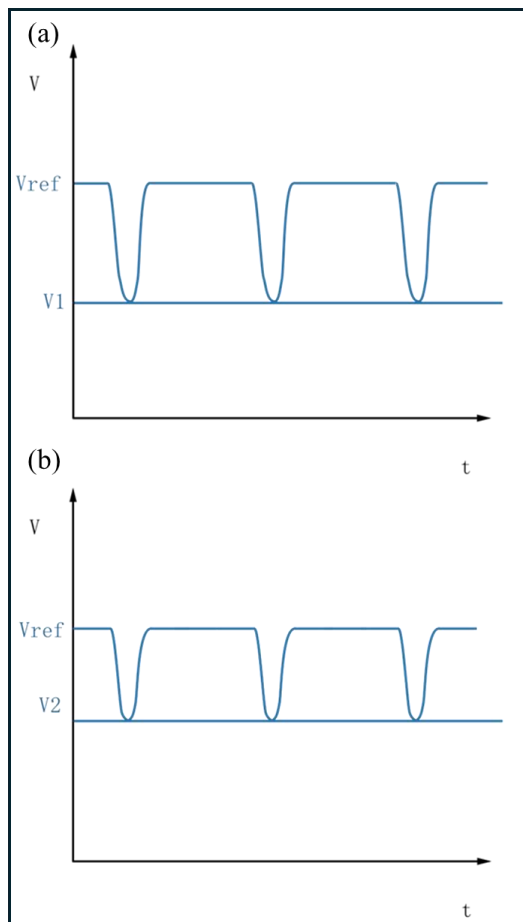


图3 压力感应电压波形图

六、结论

本文所提出的自适应压电阀喷嘴撞针安装方法，通过巧妙利用压电陶瓷的正压电效应和电流变化，实现了对撞针与喷嘴间距的精准量化调节。该方法不仅解决了传统人工安装

方式存在的主观依赖性强、一致性差等问题，而且大大提高了安装的效率和便捷性，确保了压电阀在实际应用中的点胶精度和稳定性。在精密测量、纳米技术、微电子等领域，对提升相关工艺的精度和质量具有重要的推动作用，具有广阔的应用前景。

【参考文献】

- [1] 陈明, 王华. 压电陶瓷在点胶阀中的应用研究进展[J]. 陶瓷科学与技术, 2022, 43 (5): 123-128.
- [2] 张伟, 李强. 基于压电驱动的微点胶技术及其应用[J]. 微纳电子技术, 2021, 58 (7): 89-94.
- [3] 刘洋, 赵敏. 高精度压电点胶阀的控制系统设计[J]. 自动化仪表, 2022, 44 (3): 56-61.
- [4] 孙丽, 周强. 压电阀喷嘴撞针安装技术的优化研究[J]. 机械工程学报, 2023, 59 (2): 112-118.
- [5] 陈伟, 林峰. 基于模拟量采集的压电陶瓷位移测量方法[J]. 传感器技术学报, 2022, 35 (8): 1021-1026.
- [6] 马健, 王芳. 压电点胶阀的性能测试与分析[J]. 包装工程, 2021, 42 (15): 234-239.
- [7] 高强, 李明. 微电子封装中点胶技术的发展现状与趋势[J]. 电子工艺技术, 2023, 44 (4): 23-27.
- [8] 黄河, 张凯. 压电陶瓷驱动电路的设计与实现[J]. 电子设计工程, 2022, 30 (12): 78-82.
- [9] 吴迪, 陈静. 纳米技术领域压电驱动的应用与挑战[J]. 纳米技术与精密工程, 2021, 39 (4): 345-350.
- [10] 郑强, 刘斌. 压电阀在精密测量中的应用研究[J]. 计量学报, 2023, 44 (1): 78-84.

作者简介：濮运（1991.09-），男，汉族，江苏常州人，本科，工程师，研究方向：电子信息工程。