

## 【其他研究】

# 光纤传感解调中压电陶瓷驱动方法<sup>\*</sup>

谢长林, 万生鹏, 胡 霁, 罗宁宁

(南昌航空大学, 南昌 330063)

**摘要:**探讨了光纤光栅解调过程中的压电陶瓷驱动电路设计方法。设计中使用了控制小电压(TTL)直接放大的驱动方式,可将电压由0~5 V放大到0~260 V。电路驱动采用反馈放大加串联放电回路的多级快速驱动模式,使得整个设计有足够的响应度,满足了各种微处理器中对频率响应的要求。该电路可模块化,能在各种微处理系统中移植,并采用家用电作为驱动电源,精简了电源设备。仿真结果表明,该设计能与51系列单片机系统或是DSP系列芯片连接使用。

**关键词:**压电陶瓷;驱动;多级

**中图分类号:**TN253

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-0707(2010)04-0119-03

在光纤光栅传感系统中,解调方法的好坏决定着传感精度的高低。而在众多的解调方法中,使用最多的一个关键器件就是压电陶瓷。压电陶瓷是一类具有压电效应的、能够将机械能和电能互相转换的功能陶瓷材料的总称。压电陶瓷在力的作用下产生形变,会使其表面电荷发生变化,即产生正压电效应;反之,若施加激励电场,压电陶瓷将产生机械变形,也即产生逆压电效应。压电陶瓷具有的这种敏感特性,能将极其微弱的机械振动转换成电信号,这种效应已经被科学家广泛应用在与人们生活密切相关的许多领域,以实现能量转换、传感、驱动、频率控制等功能。

压电陶瓷在电场作用下产生的形变量是相当小的,最多不超过本身尺寸的千万分之一。正是基于这点,人们做出了很多精密控制器件,如压电驱动器,他在精密仪器和机械控制、微电子技术方面都具有很广泛的应用。压电陶瓷驱动器主要有以下几种结构形式:叠堆型压电陶瓷、薄板型压电陶瓷、管型压电陶瓷和双晶片型压电陶瓷。本文中驱动的压电陶瓷属于叠堆型压电陶瓷,由淄博同明电子陶瓷有限公司生产。该压电陶瓷为8 mm×8 mm×20mm的方形压电微位移器,由多层(约500层)陶瓷片经烧结和粘接后叠堆在一起而形成,其位移量最大约有20 μm。

## 1 压电陶瓷驱动设计方案

压电陶瓷作为容性负载器件,其驱动方式很多。总的来说,有2种控制方式:电压控制方式和电荷控制方式。采用电荷控制能在一定程度上解决压电陶瓷的迟滞效应,但

由于其控制过程中电流充电时间较长,因此将使整个系统的响应时间延长,不利于高频率下的驱动设计。为此,本设计中采用了家用电作为供电电源的小信号控制模式,即通过控制小电压的输出来控制大电压的输出。由于电源需要的是直流电,而家用是交流电,所以本设计先采用了交变直的整流方法把交流整流,再设计小电压放大电路以及电路放电回路。总体设计思路如图1所示。

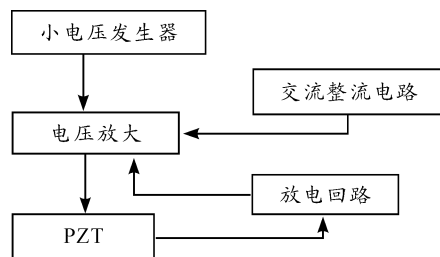


图1 驱动电路整体设计方案

图1中,小电压发生器产生的TTL电平,可由微型单片机控制其大小,其精度由D/A转换芯片的位数决定;电压放大电路采用了三极管差分式放大电路,由交流整流出来的家用交流电作为电源;放电回路则采用比较法设计了回馈电路,使得整个设计能及时放电,从而提高了其频率响应能力。

## 2 驱动电源设计及仿真

### 2.1 交流整流电路设计

在整个设计过程中,需要将家用交流电变为直流电提

<sup>\*</sup> 收稿日期:2010-02-04

作者简介:谢长林(1986—),男,硕士研究生,主要从事控制理论与控制工程研究。

供给驱动电路,故供电电源的稳定性起着至关重要的作用。因此,对整流后的直流电源提出了一定要求,要求其应具有输出电压高、性能稳定等特点。整流电路如图2所示。

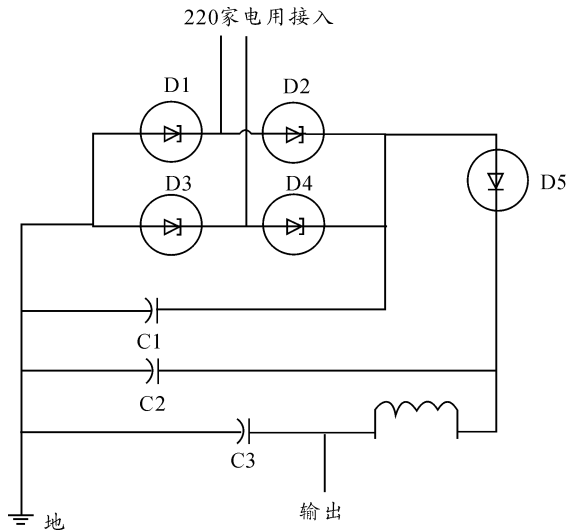


图2 整流电路

图2中,先采用了标准整流桥路将正弦交流电整流成纯正的交流电。桥路使用的整流二极管为锗型二极管,型号为IN4007,其额定正向工作电流为1A,反向耐压为1000V。电容C1的容值比较大,为47 $\mu$ F,起着滤波稳压的作用。整流电路中,将电感和电容组合起来,就起到了将交流电整流的作用。先通过C2进行一级整流,再通过电感L1和电容C3进行二级整流。整流后的波形基本上可以作为直流电压进行使用。对以上电路用Mutisim进行仿真可以得到图3所示的结果。由图3可知,该电路有良好的整流功能。

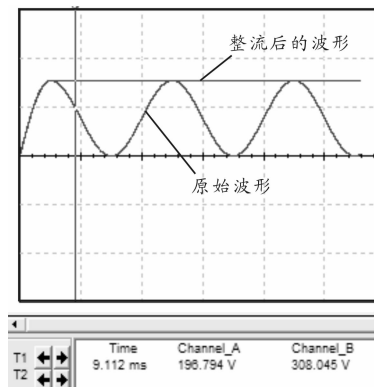


图3 整流电路仿真图形

## 2.2 驱动电路设计与仿真

对压电陶瓷采用了小信号控制模式的驱动设计,以此来提高模块的兼容性。进行驱动设计的目的是为了得到电压控制线性度好、工作稳定的驱动电源。要使驱动电源能与一般的微型处理系统很好地兼容,就必须使驱动电源具有较好的频率响应,以与微型系统的高频响应吻合。电

路设计如图4所示。

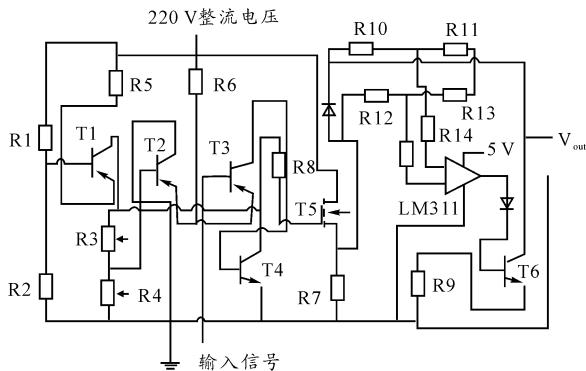


图4 小信号放大电路

图4中,电路采用串联放大的设计思路,T2和T3为2个性能相同的PNP型三极管,他们发射极共接,以便在稳态时b极电压基本相同。小信号由T3三极管的基极输入,该信号的改变反向影响T4管的基极电势,从而改变T4管的集电极电流。由于在前置电路中,T1和外围电阻组成1个稳压电流源,故流过T4的集电极电流和流过T2的基极偏置电路的电流和为常数,因此,当T4的集电极电流变化时,会使得T2的基极偏置电压反方向变化;同时,又由于T2和T3组成一个镜像电压,其大小互相制约,这就会对T4的电流变化有很好的负反馈效果,从而增强电路的放大稳定性。此外,N沟道的MOS管IRF830则放大了信号的电流,从而达到功率放大的效果;而由LM311组成的比较反馈回路则是在信号检测到IN+口电压小于IN-电压时给PZT及时进行放电,从而提高系统的频率响应。

此外,可将整流电路的输出端接入放大原理图的220整流电压端口,2电路共接地极。对其运用Mutisim10.0进行模拟仿真后得到的小信号放大图如图5所示,锯齿波放大波形如图6所示。

由图5和图6可知,若输入0~5V的电压,则在放大后可得到0~261V的电压,且线性度理想,没有纹波。

由于设计中使用了家用供电模式,故获取电源极为方便,不用自带大型电源设备,便于模块的使用。同时,设计的放大电路可得到较好的线性放大电压,故在实际操作控制时有较好的表现。

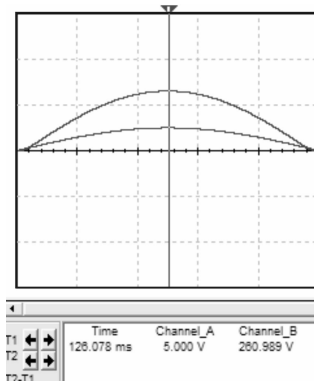


图5 小信号放大

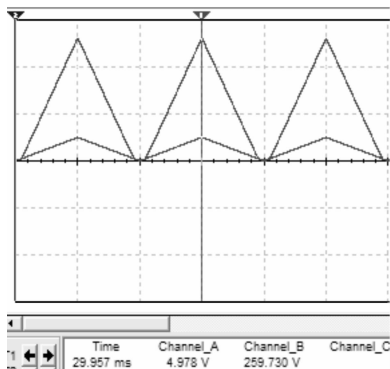


图6 锯齿波放大波形

### 3 结束语

阐述了光纤光栅传感解调中新型可模块化家用电控制压电陶瓷的驱动方发,设计了电路并进行了模拟和分析。由于设计中涉及的家用电都是强电,故在器件的选择过程中一定要考虑器件的最大压降和电流因素,且在电阻的选择上也不能用一般的1/8 W电阻,而应选用线绕电阻等大功率电阻。由于本文中设计的控制系统简单,易于实现,移植性强,可和多种微处理器相兼容,且供电电源普遍可得,故该系统可作为1个基本模块进行运用。

(责任编辑 周江川)

### 参考文献:

- [1] 钱颖. 光纤光栅传感技术基础研究[D]. 吉林大学,2009.
  - [2] 邵理阳. 光纤光栅器件及传感应用研究[D]. 浙江大学,2008.
  - [3] 赵志勇,于永森,钱颖,等. 基于啁啾光纤光栅的增益平坦滤波器[J]. 吉林大学学报:理学版,2004,42(2):255-256.
  - [4] 谢敬佩. 耐磨铸钢及其熔炼[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
  - [5] 钟清华,黄伟强,李子升. 基于线性电源的高压放大器[J]. 现代电子技术,2004(15):6-7.
  - [6] 冯晓光,赵万生,栗岩,等. 压电陶瓷微位移器驱动电源及减小其纹波的方法[J]. 压电与声光,1997,19(1):35-38.
  - [7] 尹德芹,颜国正,颜德田,等. 压电陶瓷动态应用的新型驱动电源研究[J]. 压电与声光,2000,22(2):86-89.
- (责任编辑 周江川)
- 
- (上接第96页)
- [15] Hébert P A, Masson M H, Denoeux T. Fuzzy multidimensional scaling[J]. Computational Statistics & Data Analysis, 2006, 51:335-359.
  - [16] Luo H Y, Li J T, Zhao F, et al. Distributed multidimensional scaling with relative error-based neighborhood selection for node localization in sensor networks[C]//Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Integration Technology. Shenzhen:IEEE, 2007:735-739.
  - [17] Vo N, Vo D, Challa S, et al. Weighted nonmetric MDS for sensor localization[C]//International Conference on Advanced Technologies for Communications. [S. l.]: IEEE, 2008: 391-394.
  - [18] Žilinskas A, Žilinskas J. Branch and Bound Algorithm for Multidimensional Scaling with City-block Metric[J]. Journal Global Optimization, 2009,43:357-372.
  - [19] 马震,刘云,沈波. 分布式就无线传感器网络定位算法 MDS-MAP(D)[J]. 通信学报, 2008, 29(5):57-62.
  - [20] 李善仓,张德运,马富海,等. 基于分布式加权多维定标的节点自身定位算法[J]. 西安交通大学学报, 2006, 40(12):1388-1392.
  - [21] 彭鑫,李仁发,罗娟. 一种基于非度量多维标度的移动定位算法[J]. 计算机科学, 2008, 35(10):219-222.
  - [22] Li X. Collaborative localization with received-signal strength in wireless sensor networks[J]. IEEE Transactions on vehicular technology. 2007, 56(6):3807-3817.
  - [23] Hu R C, Wu W W, Wang J, et al. Distributed Localization Method Based on Loose Iterative MDS in Wireless Sensor Networks[C]//International conference on Communications, Circuits and Systems Proceedings. [S. l.]: [s. n.],2006:1513-1517.
- (责任编辑 刘 舸)