

基于 MSP430 单片机的折弯机控制器设计

黄成, 徐志良, 吴晓蓓

(南京理工大学自动化系, 江苏省南京市 210094)

【摘要】 折弯机是一种在钣金制造加工中广泛应用的弯曲机械, 通过简单的上下往复直线运动, 能制造出各种复杂零件, 其控制器的技术性能指标直接影响到加工精度、生产效率等, 从而影响产品的质量和成本。文中介绍了基于 16 位高性能单片机 MSP430F149 的折弯机控制器的设计方法, 调试后表明, 该控制器能实现较高的控制精度, 满足技术指标要求。详细介绍了控制器电路中的信号变送电路、位置检测电路、主控制电路、输出电路和放大偏置电路的具体设计方案及实现, 并就控制器设计中涉及的关键技术进行了详细说明。

关键词: MSP430, 鉴相电路, 偏置电路, 折弯机控制器

中图分类号: TP399

0 引言

折弯机是一种在钣金制造加工中广泛应用的弯曲机械, 通过简单的上下往复直线运动, 能制造出各种复杂零件, 其控制器的技术性能指标直接影响到加工精度、生产效率等, 从而影响产品的质量和成本。折弯机控制器的工作环境温度较高, 对输出控制的精度要求很高, 一般要求设计的系统具有较小的温度漂移及较快的响应时间等, 对其软硬件设计都有较高的要求, 并且涉及较复杂的控制算法, 要求 CPU 有较强的运算能力等。

本文给出了基于 MSP430 单片机的折弯机控制器的实现方案, 详细介绍了控制器的设计方法及各功能电路, 并就设计中的一些注意事项给出了说明。

1 系统设计

控制器的结构框图如图 1 所示。

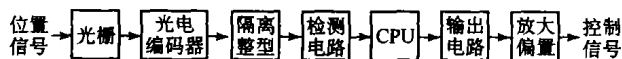


图 1 控制器结构框图

系统中, 位置信号变送部分(光栅及编码器电路)由第三方提供设计接口, 给定的接口参数如下:

a) 编码器输出 4 路差分信号 A 、 \bar{A} 、 B 、 \bar{B} , 其中 \bar{A} 、 \bar{B} 为 A 、 B 的反向信号输出。当通道 A 的输出波形超前通道 B 输出 90° 时, 折弯机正向运动; 通道 B 的输出波形超前通道 A 输出 90° 时, 为反向运动。 A 、 \bar{A} 、 B 、 \bar{B} 均为严格方波, 其关系如图 2 所示。

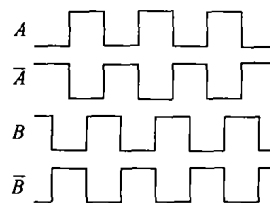


图 2 编码器输出波形

- b) 光栅尺的精度为 200 个脉冲/mm。
- c) 光栅尺的绝对可控长度为 30 cm。
- d) 光栅尺的定位精度为 0.01 mm。
- e) 折弯机最大速率为 12 mm/s。

为实现电气隔离, 编码器输出电路后设计有光电隔离电路。为保证计数电路精确计数时对波形的要求, 光电隔离后的输出信号采用施密特触发电路进行波形整形, 保证隔离整形电路后依旧输出严格正交的方波信号。经隔离整形后, 信号的输出波形同图 2, 不过与原信号存在相位滞后, 当选用型号相同的光耦合器后, 4 路信号有着相同的相位滞后, 不影响后续计数电路的设计。

2 检测电路设计

对给定的 4 路差分输出信号 A 、 \bar{A} 、 B 、 \bar{B} , 控制器中 A 、 B 用于位置信号检测, \bar{A} 、 \bar{B} 作为位置校正用信号。因此, 实际电路中, 包含有 2 个相同的检测电路, 这是为提高信号检测的精度及可靠性而设计的。位置检测电路包括鉴相电路和计数电路两部分。

有关论文^[1]给出了这种利用正交方波鉴相的原理, 鉴相电路如图 3 所示。

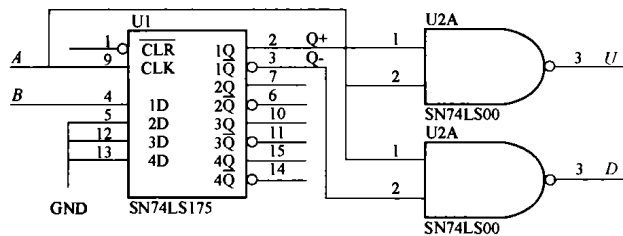


图3 鉴相电路

鉴相电路的实现如下:

a) 当A的相位超前B时,输出信号D始终为高电平,而输出信号U则为与A同相位、同频率的方波信号(有相位滞后);

b) 当B的相位超前A时,输出信号U始终为高电平,而输出信号D则为与A同相位、同频率的方波信号(有相位滞后)。

因此,在鉴相电路后只要设计适当的计数电路,就可完成折弯机运动方向的判断及实现精确的位置测量。

计数电路采用双向计数器芯片74LS193来实现。单片74LS193的最大计数值为16,由接口参数可知光栅尺的精度为200个脉冲/mm,绝对可控长度30cm,所以量程内系统的最大脉冲输出个数为60000,因此,由4片74LS193来构成计数电路即可满足量程要求。鉴相电路的输出信号U、D与74LS193的计数端CP_U(加计数端)、CP_D(减计数端)相连,电路就能实现双向计数,输出16位位置信号。计数电路的特点如下:

a) CP_U为高电平时,计数电路对CP_D引脚上的脉冲进行减计数;

b) CP_D为高电平时,计数电路对CP_U引脚上的脉冲进行加计数。

3 控制电路设计

折弯机控制电路要实现较复杂的控制算法,对控制器的运算速度有较高的要求,而且测控周期有限(≤5ms),根据控制要求及节省成本考虑,本文选用TI公司的MSP430F149单片机作为控制器,能较好地满足系统对CPU的要求。

MSP430F14X系列单片机是一款功能较强的单片机,其主要技术指标如下:工作电压1.8V~3.6V;指令周期125ns;Flash ROM容量60kB;RAM容量2kB;采用专用的硬件乘法器;JTAG口可实现实时在线调试。

从MSP430F14X系列单片机的性能指标可以看出,这是一款比较适合低功耗设计的单片机,具有较大的Flash ROM容量,多数情况下不必外扩程序存储器

及RAM,性能与低档DSP相当。这也是MSP430单片机越来越被广泛应用的原因。

主控制电路结构如图4所示。

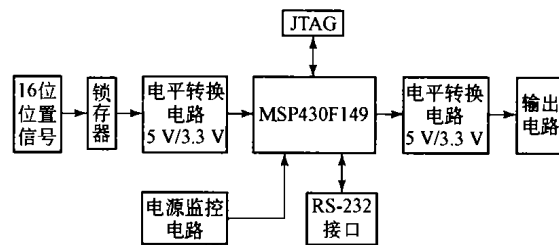


图4 主控制电路结构

控制电路中保留有电源监控电路,掉电时能够保存当前位置参数等实时数据。同时,系统也保留了串口电路。需要注意的是,由于MSP430单片机为3.3V的电平信号,因此在与TTL电路接口时,需进行电平转换。

4 输出电路设计

由于输出控制的精度要求较高,同时为简化接口电路设计,本文选用BB公司的串行D/A转换器DAC7612,这是一款性能优良的12位2路输出串行D/A转换器。虽然DAC7612为2路输出,并且系统也要求2路输出控制信号,不过由于DAC7612的2路同步输出电压信号的大小相同,即DAC7612的工作特点是只接受一个12位输入字,获得2路输出。而对于实际系统,2路输出只有在理想情况下是相等的,实际情况需要不平衡输出,因此,只选用DAC7612中的1路输出。具体电路如图5所示。

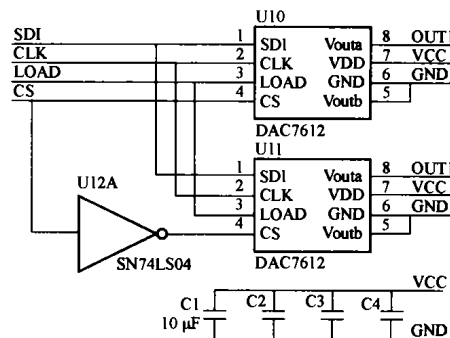


图5 输出电路

为提高系统的抗干扰能力,在CPU与输出电路之间设计有光电隔离电路。采用串行D/A转换器后,所用的光耦合器数量大大减少,只需4路光耦合器即可,简化了接口电路设计。同时,为保证时序不发生错误,要采用高速光耦合器,例如6N137等。在2路信号的输出控制字分别写给DAC7612后,使能LOAD信号,即可保证2路信号同步输出。

5 输出偏置电路设计

DAC7612 的输出电压范围为 0 V ~ 4.096 V, 执行机构的控制电压范围为 -10 V ~ 10 V, 因此, D/A 转换器输出电压还需要进行适当的偏置放大后才能得到正确的控制电压输出。

偏置放大的具体电路如图 6 所示。

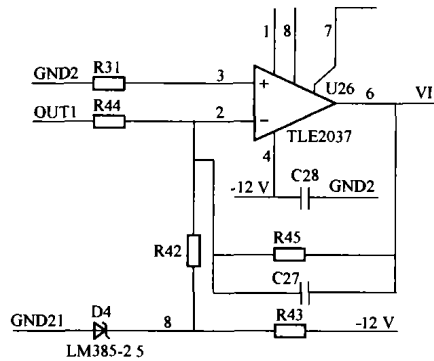


图 6 偏置放大电路

本文中, 设计选用的运放为 TLE2037, 其共模抑制比高达 131 dB, 噪声电压为 $2.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, 最大输入失调电压为 0.1 mV, 温度漂移为 $0.2\ \mu\text{V}/\text{C}$, 抗干扰能力较强且价格低廉, 很适合折弯机的工作场合。不过,

使用 TLE2037 时, 放大倍数不能小于 5 倍, 否则会出现自激振荡。本文中, 放大倍数选择为 5 倍, 偏置后, 实际电路的输出在 -10.3 V ~ 10.3 V 之间, 因此, 对输出控制电压还需要进行适当的限幅, 这部分工作由软件来完成。

输出控制中, 执行电机对控制电压信号只有电平的要求, 因此, 在输出电压信号 VI 后加上一级电压跟随电路即满足要求。

6 结束语

本文介绍的折弯机控制器的设计方案在调试过程中获得了良好的运行效果, 且通过控制算法优化后, 满足系统的各运行指标, 系统运行平稳可靠。

参 考 文 献

- [1] 赵 峰. EPC-755A 微型光电编码器及其应用. 国外电子元件, 2000, (1): 11 ~ 12
- [2] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002
- [3] 王辛之, 王 雷, 翟 成, 等. 单片机应用系统抗干扰技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000

The Design of Bending Machine Controller Based on MSP430

Huang Cheng, Xu Zhiliang, Wu Xiaobei

(Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

[Abstract] This paper introduces the design of bending machine controller. It also discusses the design of some key circuits such as the choice of CPU, D/A converter, phase discrimination circuit, biasing circuit etc. . Also in this paper a particular design of circuit is suggested.

Keywords: MSP430, Phase discrimination circuit, Biasing circuit, controller of bending machine



盛群半导体日前发布一款同时适用于黑白及彩色 CCD 图像传感器的四信道垂直驱动器——HT82V804。该产品采用 16 脚的 SSOP (150mil) 封装, 据称是目前市面上同等产品中外观尺寸最小的一款。

HT82V804 可搭配目前市场上所有监视器用的黑白及彩色 CCD 图像传感器, 应用领域涵盖所有 CCD 摄像监视系统相关的终端产品, 如 CCTV、保安摄像机、工业、汽车、个人计算机、网络摄像机等。



全球知名的消费性 IC 设计公司台湾凌阳科技, 10 月 16 日 ~ 30 日, 依次在西安交通大学、成都电子科技大学、华中科技大学 (武汉)、哈尔滨工业大学、东北大学 (沈阳)、山东大学 (济南)、天津大学、东南大学 (南京) 召开研讨会, 与您共享具有 DSP 功能和语音特色的完全 SOC 技术的凌阳 16 位单片机。详情请登陆凌阳大学计划网站 www.unsp.com.cn, 或拨打咨询电话: 010-62981668-2919。