

激光枪自动打靶控制装置的设计

李龙静 林狮狮 黄辉泽 楼然苗
(浙江海洋学院 浙江舟山 316022)

摘要: 为了设计一种激光枪自动打靶控制装置,采用了飞思卡尔MC9S12XS128单片机作为主控制器,由激光头、摄像头、胸环靶、步进电机、舵机、液晶显示器等主要模块组成的电路系统。激光枪头方向由两个轴相互垂直的步进电机和舵机进行上下及左右控制;激光枪发射激光到胸环靶,通过CMOS数字摄像头采集胸环靶激光点位置数据,通过单片机计算将光点位置在液晶显示屏上显示激光着弹点的环数、方位数据、胸环靶图形,并闪烁显示弹着点。激光枪自动打靶控制装置可以用键盘控制激光枪的着弹点,能自动瞄准并击中靶心,也可根据设定的环数,自动控制激光枪瞄准击中胸环靶上相应环位置。

关键词: 激光枪 自动打靶 单片机 控制

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1007-9416(2014)04-0009-02

1 靶环结构与方位计算方案

1.1 弹着点检测

弹着点检测是以靶心为原点,在靶纸上建立一个虚拟的直角坐标系,通过摄像头拍摄激光点在靶纸上的坐标位置,经过计算,求出弹着点在靶纸上的环数和方位信息。

1.2 角度计算

激光枪与胸环靶的距离定为3m,胸环靶画有六组相距5cm的同心圆,激光枪与胸环靶中心的连线与胸环靶所在平面垂直(如图1)。当激光分别射到同心圆10环、9环、8环、7环、6环、5环环线上时,激光照射线与中心线之间的夹角 θ 计算公式分别为 $\arctan(0.05/3)$ 、 $\arctan(0.10/3)$ 、 $\arctan(0.15/3)$ 、 $\arctan(0.20/3)$ 、 $\arctan(0.25/3)$ 、 $\arctan(0.30/3)$ 。经计算,角度分别约为 0.955° 、 1.909° 、 2.862° 、 3.814° 、 4.764° 、 5.712° 。由此可知,当 $\theta < 0.955^\circ$ 时,激光点落在10环, $0.955^\circ \leq \theta < 1.909^\circ$ 时,激光点落在9环, $1.909^\circ \leq \theta < 2.862^\circ$ 时,激光点落在8环。以此类推。当 $\theta \geq 5.712^\circ$ 时,激光点脱靶。

1.3 方位计算

胸环靶可以分为正上、正下、正左、正右、左上、左下、右上、右下8个方位。每个方位的两个边的夹角均为 45° ,图2为靶环的形状图。

$\tan \theta = b/a$

当激光正好打在方位线上时,即 θ 分别等于 -157.5° — 112.5°

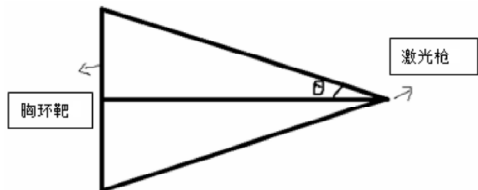


图1 胸环靶角度计算示意图

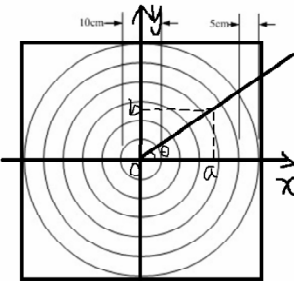


图2 方位位置计算

表1 打靶环数测试

设定环数	10	9	8	7	6	5	脱靶
实际环数	10	9	8	7	6	5	脱靶

表2 方位测试

实际方位	中心	正上	正下	正左	正右	左上	左下	右上	右下
显示方位	中心	正上	正下	正左	正右	左上	左下	右上	右下

-67.5° — 22.5° 22.5° — 67.5° 67.5° — 112.5° 112.5° — 157.5° 时, $\tan(-157.5^\circ)=-89.636$, $\tan(-112.5^\circ)=-89.491$, $\tan(-67.5^\circ)=-89.151$, $\tan(-22.5^\circ)=-87.455$, $\tan(22.5^\circ)=87.455$, $\tan(67.5^\circ)=89.151$, $\tan(112.5^\circ)=89.491$, $\tan(157.5^\circ)=89.636$ 。由此可知,当 $-89.636 \leq \tan \theta < -89.491$ 时,激光点落在左下方。当 $-89.491 \leq \tan \theta < -89.151$ 时,激光点落在正下方,

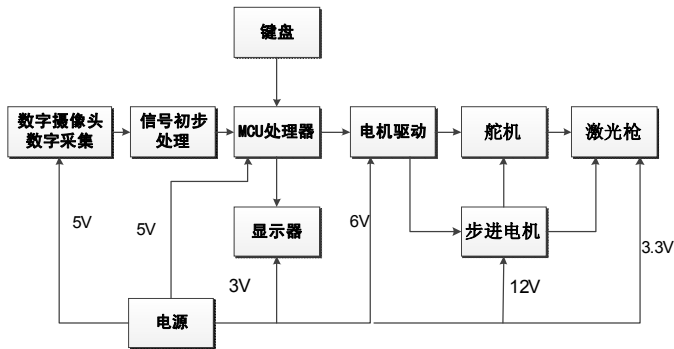


图3 电路系统设计框图

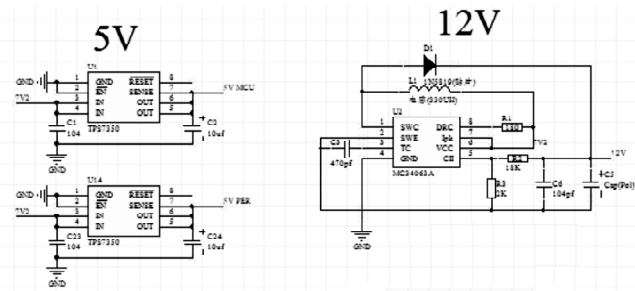


图4 电源电路模块

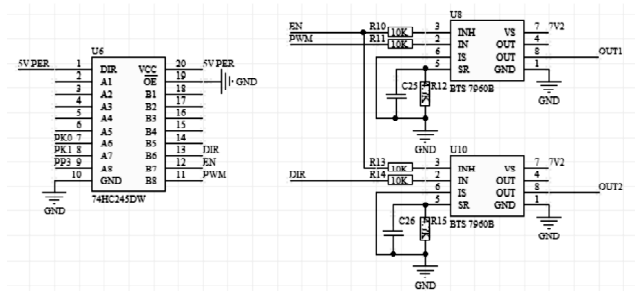


图5 电机驱动电路

以此类推。

2 电路设计

控制电路由模块化的功能电路组合而成,以便于调试和使用,主要由电源模块、电机驱动、图形点阵显示器、摄像头以及键盘五大部分组成。其中采用飞思卡尔公司的MC9S12XS128单片机为主控制芯片,CMOS摄像头为数据采集装置,单片机用于处理采集到的数据并控制电机驱动和显示屏,电源部分采用了集成稳压芯片,确保了系统稳定可靠地运行。

2.1 电源模块

系统中一共用到了4种不同电压,电源模块分别提供3V、3.3V、5V、12V的稳定电压。3V、3.3V稳压采用三端集成电路,图4为5V、12V电源模块应用电路。

2.2 电机驱动电路

为了实现激光枪的精确瞄准,选择合适的电机至关重要。一种选择是采用普通直流电机并配上相应的齿轮组作为控制激光枪头的装置。普通电机控制电路简单,价格便宜,但而且齿轮装置结构复杂、体积大,调整困难且精度较差,不能很好地满足系统精确控制的需要。另一种方案是采用步进电机或舵机作为激光枪的瞄准控制装置。步进电机可以以角度为单位进行数字化的步进角控制,可以通过单片机改变控制脉冲频率以及施加脉冲的顺序改变转速和方向。另外,步进电机还具有过载性好、控制精度高以及整机结构简单可靠性好等特点。舵机是一种能够利用简单的输入信号比较精确的转动给定角度的电机系统,它集成了控制电路以及齿轮组,虽然舵机的转角只有180度,但在激光瞄准系统中已经足够了,而且舵机的力矩大,稳定性好。激光枪瞄准系统中使用了舵机控制水平方向的运动,垂直方向采用了步进电机,这样的结构形式安装最简单,并且具有较高的控制精度。激光枪组件安装时,将激光头改造的激光枪垂直固定在舵机的轴上,由舵机控制激光枪左右转动。将舵和激光枪组成的整体固定在步进电机的轴上,并使步进电机的轴与舵机的轴相互垂直。由步进电机控制激光枪上下转动。

步进电机是将脉冲信号转化为角位移,它的驱动电路根据控制信号工作,控制信号由单片机产生。当步进驱动器接收到一个脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度。控制

脉冲必须严格按照一定顺序分别控制各相的通断,通过控制脉冲个数即可以控制角位移量,从而达到准确定位的目的。而电机转动的速度是通过控制脉冲频率的大小来实现的。

舵机是一种能够利用简单的输入信号比较精确的转动给定角度的电机系统,通过齿轮组将电机减速并提高电机的输出扭矩。利用电位器和齿轮组的末级一起转动,单片机根据电压值的变化算出舵机轴转动的角度,从而产生PWM波控制舵机转动到设定角度或保持在设定角度。图5为电机驱动电路。

3 系统测试及结果分析

3.1 测试条件

在日光灯下,摄像头离地50cm,离靶环相距80cm;激光枪离地70cm,离靶300cm;靶环中心离地100cm。测试数据如下(表1、表2)。

3.2 测试结果

经测试,激光自动打靶系统能正常工作。键盘控制能够较精确地控制弹着点上下左右变化,弹着点环数与方位信息能够在点阵显示屏上正常显示,激光枪能够实现15秒内自动瞄准靶心位置并可根据设定要求击中任意自动环数。测试过程中弹着点无明显晃动。

4 结语

本设计采用了舵机和步进电机两种电机控制激光枪瞄准,具有手动和自动打靶两种模式,使用液晶显示器实时显示弹着点环数、方位等信息。整个激光自动射击装置性能稳定可靠,工作效果理想。

参考文献

- [1] 罗先觉. 著.《电路》[M]. 邱关源, 北京: 高等教育出版社, 2006 年.
- [2] 康华光. 著.《电子技术基础模拟部分》[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006 年.
- [3] 康华光. 著.《电子技术基础数字部分》[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006 年.
- [4] 李建忠. 著.《单片机原理及应用》[M]. 西安: 西安电子科技大学, 2002 年.
- [5] 戴仙金. 著.《51 单片机及其 C 语言程序开发实例》[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008 年.
- [6] 谭浩强. 著.《C 程序设计》[M]. 北京: 清华大学, 2005 年.

.....上接第8页

气压传感器,能够把输入气压的大小转为所需要的电压的值。至此,只需要把VOUT接到STM32芯片的ADC_IN9,然后通过A/D的转换就能把电压值变为计算机和人类更能接受的数字值。通过一系列的转换,最终把气压值变为了数字值。

2.3 PWM模块

图4中TIM4_CH1是STM32产生的PWM脉宽,我们可以通过调节它的占空比—高电平维持的时间,来实现对气泵工作的控制。当TIM4_CH1为高电平时,光电耦合器不工作,场效应管导通,电机工作。但是,当TIM4_CH1为低电平时,光电耦合器导通,场效应管截止,电机停止。至此负压控制电路设计已经完毕,下面我们需要通过程序代码来实现。

3 软件设计

3.1 软件设计思路

图5中刚开始时我们先初始化端口及要用到的时钟,然后让A/D进行一次转换,把转换所得到的值与我们所需要的值进行比较。并且根据值的大小对PWM信号进行相应的调节。

3.2 A/D转换的实现

为了实现A/D的转换实现我们需要通过下面的步骤:

(1)开启PB口时钟和ADC1时钟,设置PB1口为模拟输入;(2)复位ADC1,同时设置ADC1分频因子;(3)配置ADC1模式;(4)使能ADC并校准;(5)读取ADC值。

3.3 PWM的实现

(1)开启TIM4时钟及复用功能时钟,配置为输出PB6为输出;(2)初始化TIM4定时器,设置TIM4的ARR和PSC;(3)设置TIM4_CH1的PWM模式;(4)使能TIM4的CH1输出;(5)使能TIM3;(6)修改TIM4_CCR1来控制占空比。

4 心得体会

2014年3月,我开始了我的课题的设计,到今天为止,课题设计工作已经基本完成。从最初的茫然,到最后对整个设计思路的清晰,整个过程让我难以忘记。3月初,在与指导老师的交流讨论中我的设计的题目确定了下来:基于STM32的负压控制电路设计。课题报告下发后,我立即展开了资料的收集工作,当时面对浩瀚的书海当时是有些茫然,不知如何下手。我将这问题告诉了指导老师,在老师细心的指导下,终于使我对现在的研究方向有了重点。4月初,资料已经基本准备完毕了,我开始课题设计报告的写作,在写作中遇到困难我立即和指导老师取得联系,和同学讨论。在大家的帮忙下,困难一个一个得到了解决。设计的模型也初步成型。4月底,课题报告的文字叙述已经基本完成了。5月初,开始了相关的电路图设计和软件实现工作。在设计电路初期,由于缺少经验,觉得无从下手,有很多空思想,却不知道选哪个,经过老师的指导,我的设计思路逐渐有了思路,通过查阅资料,逐渐确立系统方案。当我完成了所有的工作后,感觉都很累,但同时看到设计的成果而感到很满足。这次专业课题设计,是我的一次再学习,再提高的过程,在设计过程中充分利用了我在大学期间所学到的知识。

参考文献

- [1] Brian W.Kernighan.The C Programming Language[M] (徐保文). 机械工业出版社: 李志, 2004, 113-204.
- [2] 刘火良, 杨森. STM32 库开发实战指南. 机械工业出版社, 2013.
- [3] 郭天祥. 新概念51 单片机C语言教程. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [4] 张毅刚, 彭喜元, 彭宇. 单片机原理及应用(第二版) 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [5] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996
- [6] 马潮. 串行接口 SPI 接口应用设计.
- [7] 顾卫刚. 串行外围接口.
- [8] 谭浩强. C 程序设计. 北京: 清华大学出版社, 1991.