

## 平面运动控制系统

天津大学 郭庆尧, 朱沐勋, 常淞泓, 方兆慧, 何嘉敏

(第一作者单位 精密仪器学院, 天津市 邮编 300072)

指导教师 段发阶 (教授)

**摘要:** 平面运动控制系统旨在实现使用按键控制平面上一点上下左右定位移动。实现的方法是以飞思卡尔 MC9S08JM60 单片机作为核心, 通过 HYQD60-4220 步进电机驱动器驱动步进电机, 以丝杠导轨传动的方式控制滑块移动。目前实现了上、下、左、右、左上、左下、右上、右下等运动方式, 而且可以改变传动速度和通过更改转速比来改变轨迹的倾斜角度。功能选择通过 4\*4 矩阵键盘实现, 选择的功能会在一块 lcd12864 液晶显示屏上显示。

**关键词:** 平面运动控制; 步进电动机; 滚珠丝杠导轨

**Abstract:** Planar motion control system is designed to achieve using the buttons on the control plane that moves up and down about positioning. MC9S08JM60 implemented method is based on Freescale microcontroller as the core, through HYQD60-4220 stepper motor driver to drive a stepper motor to drive the screw guide way control slider movement. The current implementation of the up, down, left, right, upper left, lower left, upper right, lower right movement, etc., and can change the transmission speed and the speed ratio is changed by changing the inclination angle of the trajectory. Function selected by the 4 \* 4 matrix keyboard implementation, the selected function will be displayed on a lcd12864 LCD.

**Key Words:** Planar Motion Control; Stepper motors; Ball Rail

**作者简介:** 郭庆尧 1993, 男, 精密仪器学院 11 级测控技术与仪器 3011202100;  
朱沐勋 1993, 男, 精密仪器学院 11 级测控技术与仪器 3011202064;  
常淞泓 1994, 男, 精密仪器学院 12 级测控技术与仪器 3012202038;

方兆慧 1994, 女, 精密仪器学院 12 级测控技术与仪器 3012202039;

何嘉敏 1995, 女, 精密仪器学院 13 级测控技术与仪器 3013202042

**引言:** 本文介绍了一种基于丝杠导轨传动的平面运动控制系统。通过按键选择功能可以实现平面上一点的上下左右定位移动。本产品使用 24v 直流电源供电, LM7805 稳压模块提供稳压电源, 选用飞思卡尔 MC9S08JM60 单片机, 矩阵键盘模块、HYQD60-4220 步进电机驱动器模块、滚珠丝杠导轨、lcd12864 液晶屏。随着各种行业领域自动化水平的提高, 无论是在工厂还是实验室等场合, 对平面运动控制系统的需求都急剧增加, 平面运动控制系统可以对工件或样品的运动轨迹和放置位置进行更精确的控制。在节省人力的同时提高了工作精度和工作效率。同时, 其兼具良好的扩展性, 与其他模块相结合后可以实现更加丰富、复杂的功能。本项目旨在利用 MCU 实现对平面上一点的运动进行精确地控制和定位, 并争取在大学的一些实验室开始实际应用。

## 一 项目背景

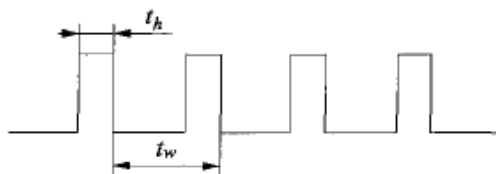
在国外, 运动控制已成为一个专门的产业, 近年来, 随着运动控制技术的不断进步和完善, 运动控制器作为一个独立的工业自动化控制类产品, 已经被越来越多的产业领域接受, 一大批厂家正在不断开发这方面的技术, 研制这方面的新产品, 它已经达到一个引人注目的市场规模。

我国在运动控制器产品开发方面相对落后, 1999 年固高科技有限公司在深圳成立, 是国内第一家专业开发、生产开放式运动控制器产品的公司。其后, 国内又有其他的几家公司涉足该领域。但实际上, 大多是在国内推广国外生产的运动控制器产品, 真正进行自主开发的公司较少。所以, 该项目的研究具有巨大的发展空间和广阔的市场前景。

## 二 工作原理

本系统的运动核心是步进电机。步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构,其主要特点是没有累积误差。纵观驱动电机功率小、控制系统必须非常稳定的二维平面运动控制系统(见图1),可采用的控制方式有两种,一类控制器只是驱动器,所有的控制命令由PC机发出,称为微机直接控制方式;另一类控制器采用微控制器,通过微控制器与PC机的协调工作,共同指挥执行机构,称为微控制器控制方式。对于以PC机为核心的微机直接控制方式,可采用PC机已有的端口资源,特别是并行端口,实现步进电机的运动控制。对于微控制器控制方式,可采用在ISA或PCI扩展槽上扩展运动控制卡的方式;也可以采用外接微控制器如单片机或DSP的方式,通过PC机接口如并口、串口或USB口来连接PC机与微控制器。本作品选择的是第二种方式,通过Freescale HCS08JM60单片机进行控制,使用24V直流电源对步进电机驱动器供电,使用LM7805稳压模块输出5V电压对其他模块供电。首先,利用矩阵键盘按键选择运动方式,发出信号给单片机,单片机通过两轴独立的步进电机驱动器驱动滚珠丝杠导轨传动滑块,同时将对应的运动方式显示在lcd12864屏幕上。

此系统采用的是开环步进电机控制系统。其中,驱动步进电机需要一个驱动电路,驱动电路接受两路信号:指示电机转向的方向信号和控制电机转动的控制脉冲信号。若方向信号为高电平时,电机正转;否则为低电平时,电机反转。控制脉冲信号如图所示。



步进电机的驱动脉冲信号

图中,  $t_w$  为脉冲周期,  $t_h$  为高电平保持时间, 设电机在脉冲的下降沿动作, 为保证驱动电路正常工作, 需满足:  $t_h \geq \xi$ 。  $\xi$  为步进电机正常工作的时间阈值。设步进电机的脉冲当量为  $\delta$ , 对运动速度  $v$  有:  $v = \delta / t_w$ 。

平面运动控制系统的整个供电系统是由 24v 的开关电源, 带有 LM7805 模块的自制的 24v 转 5v 电路来分别实现步进电机驱动要求的 24v 供电, 单片机及液晶屏要求的 5v 供电。

### 三 应用方向

该系统具有较高的开放性与移植性, 根据其原理可应用于多种方向, 如通用机床、数控类机床、物流机械、包装机械、木工机械、汽车生产线、飞机生产线、电子产品生产线、印刷机械、切割机械、焊接机械、多轴机械手、检测设备、广告喷绘机械以及其他有直线传动和定位要求的设备。

### 四 传动系统刚度对定位误差的影响

滚珠丝杠传动系统的刚度  $K$  主要取决于滚珠丝杠本身的拉压刚度  $K_s$ , 丝杠两端支承轴承的刚度  $K_b$  以及滚珠与螺纹滚道间的接触刚度  $K_c$ 。当移动部件处于不同位置时, 刚度  $K$  是变化的, 刚度最小处为  $K_{min}$ , 当滚珠丝杠在轴向工作载荷  $F$  作用下,  $K_{min}$  处的弹性变形量为最大。通常, 机械伺服系统的误差在空载下检验, 空载时作用在滚珠丝杠上的最大轴向工作载荷是导轨副中的静摩擦力  $F_s$  (当导轨垂直放置时还应包括导轨移动部件的重力), 当移动部件在  $K_{min}$  处起动和反向时, 由于  $F_s$  方向的变化将产生反向误差  $2F_s / K_{min}$ , 它是影响移动部件重复定位误差的主要因素, 一般约占重复定位误差的  $1/2 \sim 2/3$ , 所以规定滚珠丝杠副的最大轴向变形  $\delta_m = F_s / K_{min} = (1/3 \sim 1/4)$  为允许重复定位误差。因此, 在设计滚珠丝杠传动系统时, 应合理确定系统的结构参数、丝杠两端支承轴承的型式以及轴承与滚珠丝杠副预紧力的大小,

以保证传动系统具有足够的刚度。

## 五 结束语

以步进电机、滚珠丝杠副与直线滚动导轨副为主体的二维传动装置,具有传动准确度高、运动灵活性好、结构简单紧凑等优点,且调整方便。在自动化运动控制系统中,利用滚珠丝杠与滚动导轨本身的功能,易于实现运动过程的自动循环与多参数综合测量,大大简化了系统的设计和制造,有利于系统的模块化,并提高其工作可靠性。

### 参考文献

- [1]王宜怀-嵌入式技术基础与实践[M].北京:清华大学出版社.2011
- [2]李晓飞-平面电机运动控制系统的研究[D].山西:中北大学.2014
- [3]孙肖子,张启民-模拟电子技术基础[M].西安:西安电子科技大学出版社.2006
- [4]黄海鸿、刘志峰-激光雕刻机二维步进电机运动控制系统研究[J].控制与检测,2005,6:65-67.