

一种基于电子凸轮的运动控制实训装置设计

王洋

无锡信捷电气股份有限公司

[摘要]随着运动控制技术越发在传统的工业控制中占据主要地位。这对高校相关专业的学生培养提出了更高的要求。本文设计的实验装置从实际工程项目中提炼而来，将先进的工业控制技术引入到传统的工程实验教学中，由PLC控制伺服系统实现凸轮曲线，进行飞剪、追剪的运动控制过程的模拟。让学生加深对专业技术基础课程的理解，强化分析问题和综合运用专业知识的实践能力。

[关键词]运动控制；凸轮；伺服

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.904

引言

电子凸轮的原理是通过构造电子凸轮曲线来模拟机械凸轮，替代机械凸轮进行凸轮轴于主轴之间相对运动的软件系统^[1]，主要应用在实现复杂运动控制系统，如飞剪、追剪、跟随、同步等。电子凸轮相具备精度高、柔性输出、响应快等优点，在汽车制造、机械加工、印刷、纺织、食品包装等多领域有广泛应用^[2]。

当前高校的运动控制教学设备主要建立在研究控制理论和规律^[3]，对于学习应用系统设计的设备十分罕见。特别是有一定复杂性的运动控制，目前的高校实训装备多以验证性实验为主，一定程度上抑制了学生探索的兴趣。

综合性、创新性和开放性实验是培养工科类大学生动手能力、专业技能和创新意识的重要手段，研制和开发相关实验仪器设备对工科实验教学有重要的意义^[4]。

一、实训装置的机械结构设计

本文设计的基于电子凸轮的运动控制实训装置包含了PLC、人机界面、多轴伺服，使学员初步掌握一个综合完整的运动控制应用系统的设计方法及实现控制策略，奠定实际运动控制应用系统开发和认知基础。

该实训装置的外观机械结构如图1所示，主要包含飞剪轴

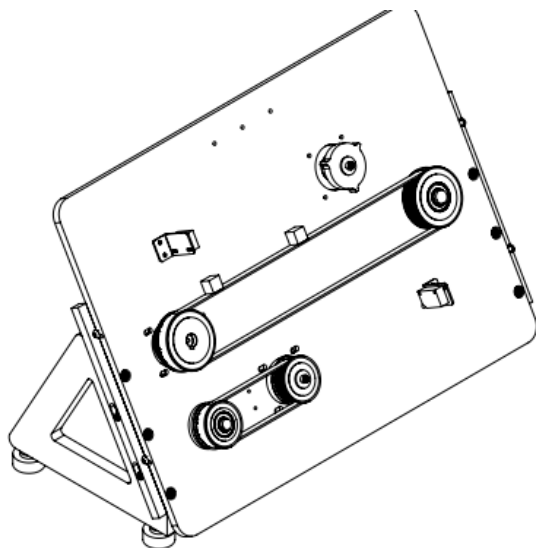


图1 实训装置的外观机械结构图

色标检测装置，飞剪轴（从轴），追剪轴色标检测装置，追剪轴（从轴）以及主轴，主轴上面粘的块为色标。主轴为传送带（平台中间的轴），传送带上的色标为切点位置，主轴运动时，切点标记经过传感器会产生信号。从轴分别是追剪从轴和飞剪从轴，其中追剪从轴会随着主轴的运动进行周期往复运动（在剪裁时跟随送料轴速度实时同步，在同步的过程中完成裁剪，完成后快速返回等待下一次剪裁循环），飞剪从轴随主轴的运动进行周期圆周运动（飞剪轴旋转，切点为切刀的刀口垂直向下，且位于物料中心处，在切点左右侧的同步区域内，跟随送料轴同步，完成裁切后旋转等待进入下一个裁切同步循环）。

二、实训装置的电气系统设计

（一）控制系统结构

该实训装置的电气系统采用PLC作为CPU、触摸屏实现人机交互，控制三套伺服，模拟飞剪和追剪两类实验。

该实训装置控制系统结构框图如图2所示。

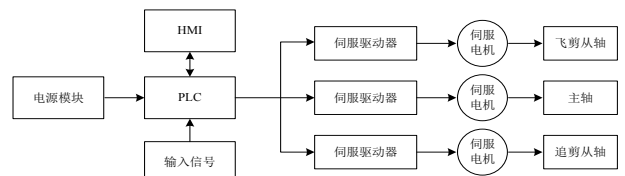


图2 实训装置控制系统结构框图

（二）系统硬件配置

1. 触摸屏

信捷TG765-MT触摸屏作为该实训装置的人机界面，支持C语言脚本，自由协议编写、提高编程自由度，保存采集数据，以及配方数据的双向传送与存储，大大提升工作效率。

触摸屏主界面之一如图3所示。

2. 可编程逻辑控制器PLC

选用信捷XDH-60T4-E型号的运动控制型PLC，集成了电子凸轮算法的同时还支持EtherCAT运动总线以及4轴脉冲输出。从而可以选择控制三套伺服系统的运行方式。

3. 伺服系统

选用信捷DS5C-20P1-PTA型号伺服驱动系统，标配



图3 触摸屏主界面之一

EtherCAT通讯, 也支持脉冲控制, 伺服电机分别带动主轴和从轴运行, 实现两两配合。

三、实训项目设计

该实验平台可以设计多个运动控制实验, 既能让学生充分了解各个控制单元, 也能学会综合应用, 从系统的视角, 设计梳理系统框架。此平台实验项目的设计, 不再是传统的验证性实验, 不会再给出具体的步骤和设计好的程序, 只提出控制工艺要求, 让学生自己钻研, 编程, 调试。模拟工业现场, 站在企业用人的角度培养大学生的创新创造能力, 培养真正能设计的工程师。

下面简述实验项目的控制要求, 控制方案、程序等均不限制, 有多种实现方式。

(一) PLC控制要求

1. 设计手动/自动模式, 要求手动模式下每个轴可以设定速度, 互不影响。

2. 自动模式下运行流程如下:

先进行轴一键设定多个参数初始化参数赋值, 让轴快速动起来。

按下启动按钮后, 系统先进行各轴的复位程序, 然后再根据用户设定的模式, 追剪/飞剪系统分别能够实现定长与定标模式的自动运行。三个轴同时进行运动, 如果出现报警, 所有轴停止, 等修复报警后需重新复位才可启动。

3. 要求

① 同步距离、标到切点距离、色标检测范围、剪切相位等参数可修改;

② 离开色标检测保护距离外误触光电传感器, 追剪飞剪轴不会出现偏差飞转等情况;

③ 定长模式下运动过程中可以修改料长;

④ 运动过程中可以暂停, 再次启动按原先设定速度运

行, 可以进行飞剪与追剪的相位补偿。

(二) 触摸屏设计要求

1. 要求整体画面设计美观, 分布有规律, 可操作性强。
2. 当正确输入密码后, 允许修改机械设备固有参数, 如轴的每圈脉冲数, 每圈移动量, 减速比等, 并给出何时生效提示。
3. 具有“配方”功能, 即剪切长度、剪切个数以及备用数据, 以配方的形式, 一键导入, 调出。
4. 人机界面设计要求能够设定/显示各轴速度, 追剪/飞剪的剪切长度, 剪切的目标及已完成数量, 设置色标保护距离, 修改运行模式及点动、启动、暂停、停止、复位、急停等控制按钮。

5. 监控输入/输出端子是否有信号, 要求排列整齐, 通用性强。

6. 报警窗口: PLC停止运行或系统发生故障时能够弹出报警窗口。

7. 对于加速段、同步段、减速段、换向段、返回段、等待段的设定, 指定人员输入更高级别的密码后才可进入操作。

(三) 实验输出

要求学生根据控制要求, 绘制系统控制框图梳理控制思路以及控制方案后, 绘制电气接线图并进行系统接线训练。

硬件搭建好后, 开始根据控制方案编写PLC以及触摸屏程序, 并进行系统调试, 最终实现所有工艺的控制要求。

四、结束语

在该平台上, 使学生对专业知识的应用有了全面的总结以及全新的认识, 提升了对工程实验课程的兴趣。基于该实验台开发的开放型实验项目, 有利于引导学生将所学理论综合应用到实际复杂项目工程。本实训装置已经在信捷公司内部培训, 在众多自动化专业院校学生以及自动化行业的社会人士的实验教学中取得了比较好的教学效果, 值得引进课堂教学。

参考文献:

- [1] 王程, 贺炜. 凸轮机构CAD/CAM研究的回顾与展望[J]. 机械传动, 2008, 32(6): 119-123.
- [2] 柏淑红. 采用伺服电机的电子凸轮控制系统设计[J]. 机电工程2012, 29(6): 689-692.
- [3] 杨宏, 李国辉. 走自制实验设备之路促进实验教学改革[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(1): 225-227.
- [4] 刘洪光, 李明思, 王京, 等. 工科学生设计性实验训练的特点和要求[J]. 实验室科学, 15(6): 158-161.