

舰载箱式无人机电控传送系统设计*

朱玉川, 夏 冉

(南京航空航天大学机电学院, 南京 210016)

摘 要:在现今的自动控制领域, PLC 的应用已十分广泛。首先对舰载箱式无人机的设计进行简要介绍。为实现舰载箱式无人机发射系统传动的高精度、高效率, 提出 PLC 电控传送系统并进行相应设计。通过对液压执行系统硬件结构设计, 高精度电液比例控制设计, 控制流程设计, PLC 选型, 控制软件设计等完成了整个电控系统设计过程, 在对控制系统程序调试后, 控制系统完成了相应的功能需求, 达到了设计要求。

关键词:舰载, 箱式, PLC, 电控系统

中图分类号: TJ02

文献标识码: A

Electrical Control System Design of Shipboard Box Weapon

ZHU Yu-chuan, XIA Ran

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: In automatic control domain, PLC has been widely used. One design of ship-borne box of unmanned aerial vehicle firstly been introduced briefly. To achieve high precision and high efficiency of carrier box weapon launch system transmission, system choose PLC as the core of the electrical control system. Through the design of electronic control system hardware structure and control software design, it implements the shipboard box-type weapons sent efficiency and precision positioning.

Key words: shipboard, box, PLC, electrical control

引 言

无人机等先进武器技术飞速发展, 无人机性能大为提高。然而在战时, 减小无人机的反应时间, 提升无人机多架次发射效率也显得十分重要。而在海军舰载平台上, 平台受海况影响而不稳定, 因此, 舰载武器要求既能保障使用效率又要保证使用的安全性。在项目支持下, 已经提出并设计了一种舰载小型箱式无人机的发射系统, 该系统集贮存、发射功能于一体, 在战时, 可以迅速、安全地将武器箱体推入发射平台, 为了保证这种传送效率和传送精度, 需要一套高效的电控传输系统。系统由以液压缸、气缸、电液比例阀等构成的液压执行系统和以 PLC(可编程控制器)为控制核心的数字控制系统

组成。

1 箱式无人机发射系统简介

舰载小型箱式无人机发射系统由贮运传送部分和发射平台组成, 整个系统可分为上下两层, 每层有两套输送线, 贮运箱体共可贮存 8 只箱式无人机, 系统整体俯视下的单层传送示意图如图 1 所示。

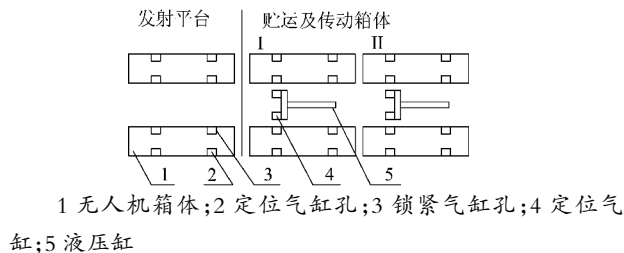


图 1 无人机箱体传动流程示意图

收稿日期: 2013-11-16

修回日期: 2014-01-07

* 基金项目: 中央高校基本科研业务专项基金资助项目(NZ2012013)

作者简介: 朱玉川(1974-)男, 安徽淮南人, 副教授。研究方向: 流体传动与控制、机电控制及自动化。

工作时,安装于每层中部的液压缸及其端部的锁紧气缸可将无人机箱体传送至发射平台,贮运箱体两侧的定位气缸则保证无人机在静态时的稳定性和安全性。上下层的液压缸、气缸同时工作每次可同时传送 4 只箱式无人机至发射平台。发射平台是高精度随动系统,保证发射精度。同时,发射平台上也装有定位气缸。

2 电控传送系统硬件结构

电控传送系统主要由液压缸、气缸等执行元件,电磁阀、比例阀等信号转换放大元件,接近开关等传感反馈元件、PLC 控制器以及触摸屏监控元件等组成。监控系统原理图如图 2 所示。

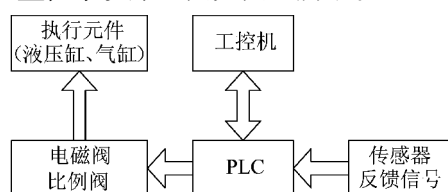


图 2 PLC 监控系统示意图

传感器信号给出 PLC 的控制输入信号,在程序执行后,输出控制信号到电磁阀、比例阀等放大元件,从而驱动液压缸、气缸等运行动作。

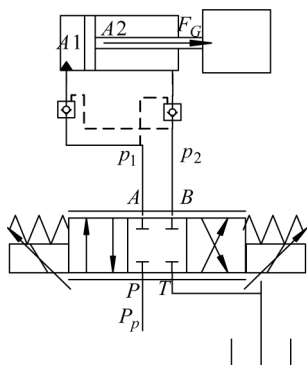


图 3 电磁阀驱动推缸示意图

综合考虑系统的输入、输出量,系统对控制器性能的要求等,系统选择 SIEMENS S7-200 PLC 作为控制器,并根据具体需求选用相应的模拟量输出模块、数字量 I/O 模块等扩展模块。

为保证传送效率及定位精度,液压缸采用电液比例阀,分两级速度控制:初期先以较高速行进,保证传送效率;在接近末端时,相应位置的接近开关给出传感信号,电液比例阀控制液压缸以低速行进至末端,提高定位精度,减小末端冲击。速度曲线图如图 4 所示。

通过 SIEMENS PLC 的模拟量输出扩展模块,给出不同的模拟量电压信号控制电液比例阀,从而驱动液压缸行进。通过修改 PLC 控制程序中的模拟量输入数字大小,即可改变模拟量模块的电压输出,

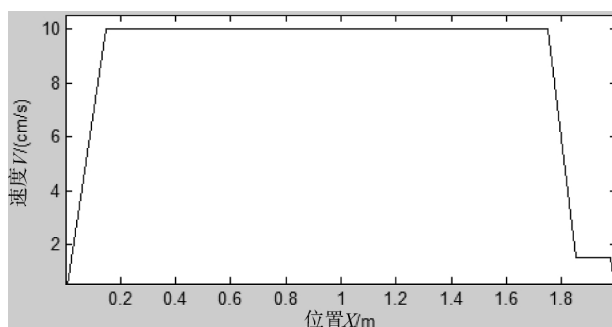


图 4 液压缸速度曲线图

从而调整液压缸运行速度,满足实际具体要求。

3 电控系统软件设计

3.1 控制过程分析

该系统整个传送过程实现完全自动化,可自动检测发射平台及贮运箱体中各位置是否有武器箱体,并自动将武器箱体传送至发射平台。控制流程图如图 5 所示。

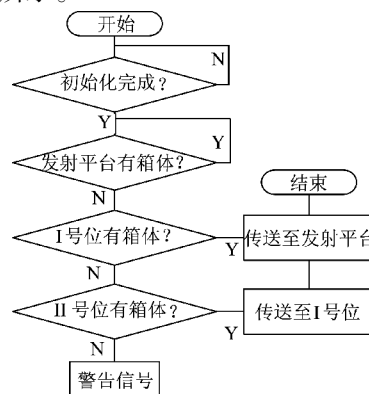
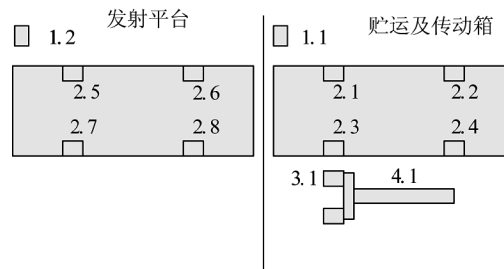


图 5 系统控制流程图

系统的传送过程是系统自动运行时的主体过程,是最核心的环节。系统具有上下、左右两个方向对称性,执行元件布置重复,控制程序过程相同,因此,仅选用单箱无人机从靠近发射平台的位置传送至发射平台就足以说明该传送过程。而系统总体的传送过程则完全类似,故可以选择如图 6 的部分进行传送过程的说明。



1.x 位置检测; 2.x 定位气缸; 3.x 锁紧气缸; 4.x 液压缸

图 6 部分控制程序元件

由于液压缸行程所限和无人机箱体长度,液压缸不足以一次将无人机箱体传送至发射平台,故需要两个液压缸行程完成一次传输。

根据图 6 中元件标示,初始状态为:1.1 显示对应位置有无人机箱体,1.2 显示对应位置空置,2.1 至 2.4 定位气缸为伸出状态,2.5 至 2.8 定位气缸为缩回状态,3.1 锁紧气缸和 4.1 液压缸也为缩回状态。控制流程如图 7 所示。转换条件为各传感器到位信号。

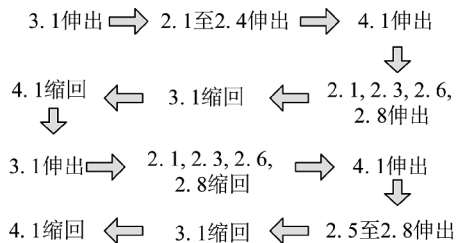


图 7 单箱传动元件动作图

3.2 程序设计

PLC 程序设计包括程序流程设计和用户程序编写两大部分。由于 PLC 采用循环扫描的程序运行方式,应采用顺序结构设计各主程序和子程序。程序设计流程可参照前述图 5 的控制流程图和图 7 的单箱传动元件动作图。

常用的 PLC 程序设计方法有梯形图(LAD)、功能块图(FBD)和语句表(STL)等。梯形图使用直观方便,可建立与电路图相似的梯形逻辑图,这里的程序设计即采用梯形图设计方法。

电控系统程序设计的目的是实现系统的全自动运行,保障系统的传输效率。应用模块化程序设计方法,程序包括:主程序模块,初始化子程序,复位子程序,传送子程序以及手动操作等子程序模块。程序模块结构及相应的功能如图 8 所示。

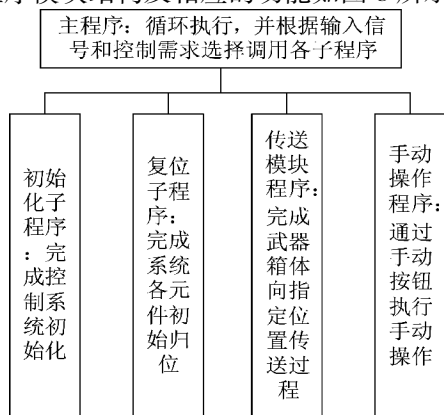


图 8 程序结构示意图

主程序在首次扫描执行时,将自动调用初始化子程序完成程序中各个元件的初始化设置。通过按钮输入选择自动运行或者手动运行模式,选择自动运行模式,程序将首先调用一次复位程序进行各执行元件的复位操作,然后进入自动检测运行状态,并调用相应的传送子程序;选择手动运行模式后,程序将执行手动操作。

4 系统调试

为检验程序功能能否正确实现,达到设计要求,需要对 PLC 控制系统程序进行调试运行。

SIEMENS PLC 有较好的基于 Windows 系统的程序设计软件 STEP7-Micro/WIN,使用该软件可非常方便地在普通微机上完成系统程序的编写。通过与 PLC 通信,即可将程序下载到 PLC 中。不仅如此,在通信状态下,STEP7-Micro/WIN 还可实时对运行中的 PLC 进行监视,并通过深蓝色连线反映梯形图中元件的接通状况,从而对程序进行调试。部分程序调试界面如图 9 所示。

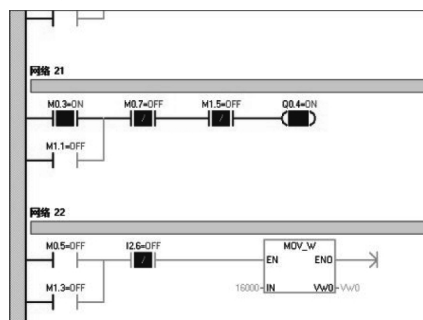


图 9 部分程序调试界面

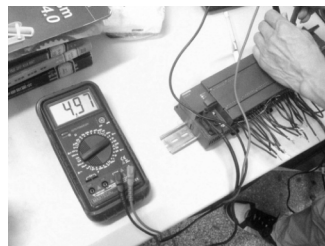


图 10 PLC 模拟量输出调试

5 结束语

PLC 控制系统的运行效率和功能实现直接关系到箱式无人机的作战效能。通过该电控传送系统的控制需求,完成了控制系统的硬件设计及控制软件设计,并通过对软件进行了相应的调试运行,检验了控制系统能够达到电控传送系统的动能需求,满足了设计要求。该电控传送控制系统表现出易扩展、维护方便、反映迅速等特点。

参考文献:

- [1] 朱玉川,马大为,李志刚.防空多管火箭炮交流位置伺服系统的控制策略[J].兵工自动化,2006,25(4):5-6.
- [2] 朱玉川,李志刚,马大为.某箱式多管火箭炮自动装填装置设计[J].弹箭与制导学报,2006,26(1):97-99.
- [3] 徐晓东,龚国芳,李喜莲等.大型液压设备 PLC 控制系统设计[J].机床与液压,2008,36(3):149-151.
- [4] 庞艳珂,韩磊,张民权.攻击型巡飞弹技术现状及发展趋势[J].兵工学报,2010,31(S2):149-152.