

基于以太网精装联动线控制系统研究

孙刘杰, 王洪来

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: 在深入分析精装联动线生产工艺要求的基础上, 设计了一套基于以太网精装联动线自动控制系统。该系统采用台达的 DVPEN 以太网模块、DVP28SV PLC 以及 DVP10MC 多轴运动控制器。阐述了 DVPEN 以太网模块与 DVP10MC 运动控制器的工作特点, 并分析了以太网在系统中的应用。实践表明, 该系统结构设计合理, 减少了系统的开发时间, 同时操作便利。

关键词: 精装联动线; 控制系统; 以太网通信

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)07-0061-04

Development of Hard-Cover Binding Line Control System Based on Ethernet

SUN Liu-jie, WANG Hong-lai

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: A hard-cover binding line automatic control system was designed after the in-depth analysis of the production process requirements. The system was composed of Delta DVPEN Ethernet module, DVP28SV PLC, and DVP10MC multiple axial motion controller. The working characteristics of DVPEN Ethernet module and DVP10MC multiple axial motion controller were introduced; their applications in Ethernet system were analyzed. Application practice proved that the system structure design is reasonable; it reduce development period and its operation is much more convenient.

Key words: hard-cover binding line; control system; Ethernet communication

目前国内生产精装书的设备比较落后, 相当一部分生产仍采取单机或手工制作^[1]。以太网技术的发展, 给国内自行研发精装联动线提供了极大的便利。以太网已是一种非常重要的工业通信方式, 具有传输速率高、成本低廉、带宽易于扩展等诸多无可比拟的优越性, 成为当今最有生气的网络技术^[2]。笔者根据精装联动线的工艺流程, 设计了一个基于以太网精装联动线自动控制系统。

加工以及书壳加工在生产线以外已经完成。该联动线按工艺流程划分 5 个部分, 见图 1。

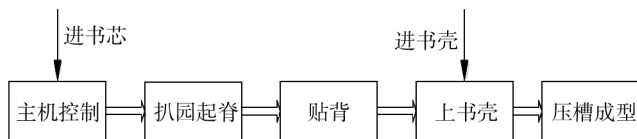


图 1 精装联动线工艺流程

Fig. 1 Hard-cover binding line process

1 设计分析

1.1 精装联动线工艺分析^[3]

精装联动线的作用是对精装书经过前加工的书芯进行后阶段的加工, 直到成书。精装联动线的书芯

经深入分析精装联动线工艺流程, 得出系统各个部分功能有如下需求。

1) 主机: 书芯、书壳尺寸的检测, 连接变频器对精装联动线传输速度的调节。

2) 扒园起脊: 8 处位置调节(书芯高度调节、书

收稿日期: 2013-01-16

作者简介: 孙刘杰(1965-), 男, 安徽人, 博士, 上海理工大学教授, 主要从事印刷机测量与控制技术、数字印刷防伪技术、光信息处理技术等研究和教学工作。

芯宽度调节、拨书杆伸出长度调节、书芯托板高低调节、起脊开档、初扒圆压角高低调节、书背高低调节、书芯开档),起脊开关、加热开关等。

3) 贴背:5 处位置调节(衬纸宽度调节、纱布宽度调节、送纸芯链条厚度调节、分本处书度调节、分本处书芯厚度调节),2 组主动电机(纱布主动电机、衬纸主动电机),3 组气阀开关,4 组加热开关等。

4) 上书壳:7 处位置调节(书壳长度调节、胶斗开档调节、书壳定位调节、中心条宽度调节、书壳长度调节、书壳宽度调节、书芯厚度调节);6 组普通电机,3 组加热开关等。

5) 压槽机:3 处位置调节(书本送进调节、加紧调节、压槽),6 组加热开关等。

从上述功能需求可以看出,精装联动线控制系统即是多输入多输出控制系统,也是多轴运动的控制系统。

1.2 以太网技术

过去由于以太网的介质访问控制(MAC)层协议采用的是带碰撞检测的载波监听多址访问(CSMA/CD)方式,被认为是一种“非稳定”的网络,达不到工业控制的要求而不被采用。然而以太网具有通信速率高、成本低廉、传输距离远、资源共享能力强等优点,工业上对以太网进行了改造以满足工业上需求。主要表现在^[4-5]:①交换式以太网代替共享式以太网。普通共享式中,集线器采用的是被动接收输入端信息并以广播方式给所有端口的策略;交换以太网中,交换机主动识别接收信息的目的的端口并将数据帧通过目的端口传递出去,从而有效避免了碰撞,同时交换以太网采用全双工方式也显著提高了传输效率。②以太网与现场总线技术的结合。应用层采用现场应用层的协议如 Modbus TCP,兼容现有成熟的传统控制系统以及各大设备开发商都开发相应 EtherNet 功能模块。

2 模块选型

在精装联动线工艺分析中,得出了精装联动线是一个多轴运动,多输入多输出的控制系统^[5]。在模块选型上,应考虑以下几个方面:①系统精确度、实时性;②系统架构接线复杂度、可操作性;③系统研发周期;④系统成本。

DVP10MC 是基于 CANOpen 现场总线的高性能

多轴运动器,控制实轴多达 16 个。内部包含标准的 PLC 模块与 MC 运动控制模块,两者存在独立的处理器,MC 运动控制任务与 PLC 逻辑运算并行处理,PLC 基本指令的扫描周期 0.35 ~ 1 μs。模块中特殊寄存器 D6000 ~ 6226 与 D6250 ~ 6476 作为 PLC 与 MC 模块的内部数据交换区。模块提供 CANOpen 总线接口,伺服驱动器采用菊花链的形式接入 MC 模块,MC 通 CANOpen 总线发送控制信号给伺服驱动器。内部结构见图 2。

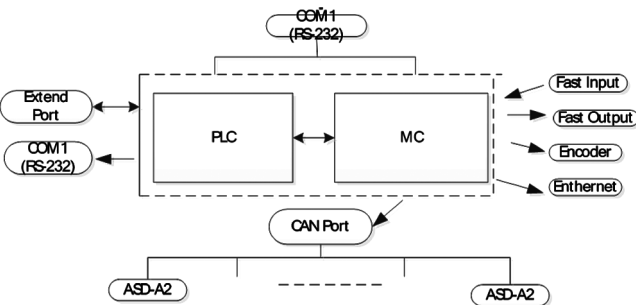


图 2 DVP10MC 内部结构
Fig. 2 DVP10MC internal structure

DVPEN 为以太网通讯模块,自动检测 10/100M 传输速率,支持 Modbus TCP 协议^[6-7]、点到点数据交换。DVPEN 以太网模块作为 PLC 的扩展模块以及以太网的连接设备。通过 DVPEN 可以快速实现人机界面与 PLC 通信,主机与主机之间数据交换。数据交换启动方式有 2 种形式:永久启动,程序启动。永久启动的方式,数据交换时将按照先写入后读取的顺序。DVPEN 数据交换设置界面见图 3。

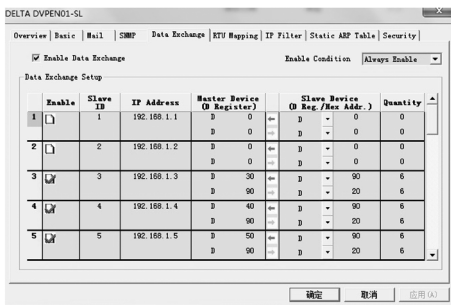


图 3 DVPEN 数据交换设置界面
Fig. 3 DVPEN setting interface for data exchange

3 精装联动线系统设计

3.1 系统框图

综合考虑以上因素,自动控制系统选取以太网作为通信干线,功能模块有:台达的 DVP28SV PLC,

DVPEN 以太网模块、DVP10MC 多轴运动控制器等。系统设计框架见图 4。

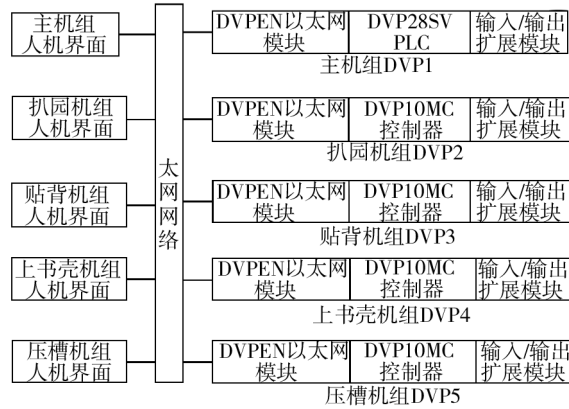


图 4 精装联动线控制系统结构

Fig. 4 Structure of the hard-cover binding line control system

3.2 系统网络规划及数据交换的定义

在联动线控制系统,以太网通信内容分为 2 个部分。

1) 人机界面与机组间的通信。精装联动线机组与人机界面分配与对应关系见表 1^[8]。

表 1 精装联动线 IP 地址分配

Tab. 1 Hard-cover binding line IP address assignment

机型	IP 地址 (DVPEN 以太网)	IP 地址 (人机界面)
主机(DVP28SV)	192.168.1.3	192.168.1.13
贴背机组(DVP10MC)	192.168.1.2	192.168.1.12
上书壳机组(DVP10MC)	192.168.1.4	192.168.1.14
扒圆机组(DVP10MC)	192.168.1.5	192.168.1.15
压槽机组(DVP10MC)	192.168.1.6	192.168.1.16

2) 机组之间,建立数据交换关系。各机组间数据交换见表 2。建立数据交换目的有:实现各个机组对主机的开启、停止、急停功能;书壳、书芯测量结果传送到各机组,实现对伺服位置调节。

3.3 系统功能实现流程

从表 2 可以看出,当数据交换时,贴背机组中 DVP10MC 模块 D90 寄存器的内容将写入主机 DVP28SV 的 D20 中,同时 DVP10MC 的 D30 读取主机 DVP28SV 的 D90 数据。主机测量书壳、书芯尺寸值装载于 DVP28SV PLC 的 D90 中,贴背机组的 DVP10MC 读入数据,后经 DVP10MC 内部模块(PLC 与 MC 运动模块)之间的数据交换,MC 模块获得贴背机中位置调节的参考值即书壳、书芯的尺寸。数据流见图 5。

表 2 精装联动线机组间的数据交换

Tab. 2 Hard-cover binding line data exchange between equipment

192.168.1.2 贴背机组						
主站	从站	IP 地址	主站装置	从站装置	笔数	
2	3	192.168.1.3	D30	←	D90	6
			D90	→	D20	6
2	4	192.168.1.4	D40	←	D90	6
			D90	→	D20	6
2	5	192.168.1.5	D50	←	D90	6
			D90	→	D20	6
2	6	192.168.1.6	D60	←	D90	6
			D90	→	D20	6
192.168.1.3 主机						
3	4	192.168.1.4	D40	←	D90	6
			D90	→	D30	6
3	5	192.168.1.5	D50	←	D90	6
			D90	→	D30	6
3	6	192.168.1.6	D60	←	D90	6
			D90	→	D30	6
192.168.1.4 上书壳机组						
4	5	192.168.1.5	D50	←	D90	6
			D90	→	D40	6
4	6	192.168.1.6	D60	←	D90	6
			D90	→	D40	6
192.168.1.5 扒圆机						
5	6	192.168.1.6	D60	←	D90	6
			D90	→	D50	6

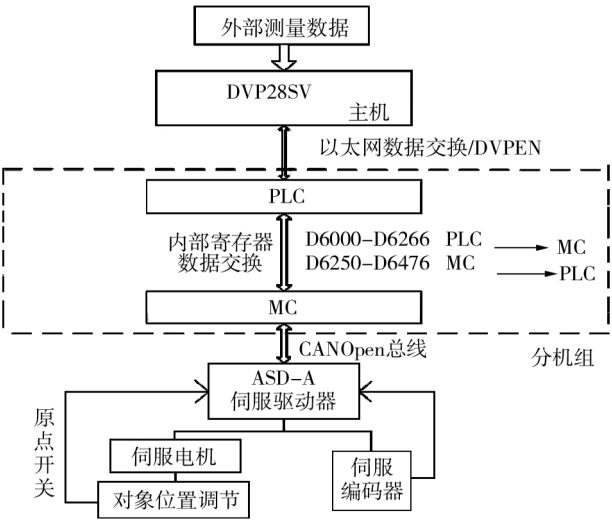


图 5 控制系统数据流

Fig. 5 Data stream of the control system

3.4 位置调节的实现

系统中采用的 ASD-A2 伺服驱动器电机的分辨率为 1 280 000 脉冲/圈,伺服电机自带的编码器为增

量编码器。在每次开机都要进行原点回归操作,工作模式根据现场条件和工艺要求选择合适的原点回归模式^[9]。各机组位置调节原理是^[10]:伺服电机带动外部多级齿轮,齿轮牵引丝杆带动负载移动。假设外部多级齿轮与电机的齿轮等效比为: N/M (该值为固定值),丝杆的螺距为 a ,DVP10MC 运动控制器的伺服齿轮比(电子齿轮比分子/电子齿轮比分母) A/B 。电机转一圈的外部输入脉冲为: $1\ 280\ 000 \cdot B/A$,由此可以得出丝杆偏移量分辨率为: $(Ma/1000N) \cdot (A/1\ 280\ 000B)$ mm。由于 N/M 为固定值,则调节伺服齿轮比 A/B 的值来控制丝杆偏移量的分辨率。在精装联动控制系统中,各调节位置的丝杆以及外部齿轮等效比存在差异的,排除外界干扰因素如机械设备等位置调节的偏移量,分辨率控制在 0.2 mm 范围内就可以达到控制的要求。

4 结论

针对精装联动线的现场工艺以及设计规则,设计了基于以太网的精装联动线控制系统。该系统采用以太网主干通信网,结构简单;DVP10MC 多轴运动控制器的使用,解决了系统中多轴的需求,简化了系统的设计;同时选型上采用台达系列的产品,降低了研发成本。着重介绍了精装联动线机组间的通信实现过程与机组中位置调节的计算方式。从整体来说,该系统设计方案设计合理。

参考文献:

- [1] 荣华阳. 如何在书刊装订领域占据强势地位[J]. 印刷技术, 2011(4): 80-81.
RONG Hua-yang. How to Occupy a Dominant Position in the Book Binding Field[J]. Printing Technology, 2011(4): 80-81.
- [2] 张继东, 张卫东, 许晓鸣. 现场总线与以太网互联研究[J]. 计算机工程, 2001, 27(1): 19-21.
ZHANG Ji-dong, ZHANG Wei-dong, XU Xiao-ming. Research of Fieldbus Interconnection with Ethernet[J]. Computer Engineering, 2001, 27(1): 19-21.
- [3] 印刷工业出版社编辑部. 印后加工工艺[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2011.
The Editorial Department of Graphic Communications Press. Process Printing[M]. Beijing: Graphic Communications Press, 2011.
- [4] 沈青, 桂卫华, 杨铁军. 基于工业以太网的实时控制性能分析[J]. 计算工程, 2007, 33(1): 233-235.
SHEN Qing, GUI Wei-hua, YANG Tie-jun. Real-time Control Performance Analysis Based on Industrial Ethernet[J]. Computer Engineering, 2007, 33(1): 233-235.
- [5] 孙培德, 张志杰, 刘晓洁. 现代运动控制技术及其应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
SUN Pei-de, ZHANG Zhi-jie, LIU Xiao-jie. Modern Motion Control Technology and Its Application[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012.
- [6] Modbus Application Protocol Specification V1. 1b. (余不详)
- [7] Modbus Messaging on Tcp/Ip Implementation Guide V1. 0b. (余不详)
- [8] 周国平, 申冬琴. 基于 PLC 的壁纸包装控制系统设计[J]. 包装工程, 2012, 33(9): 108-110.
ZHOU Guo-ping, SHEN Dong-qin. Design of Wallpaper Packaging Control System Based on PLC[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9): 108-110.
- [9] 杨威启, 常宗瑜. 机电工程控制基础[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
YANG Xian-qi, CHANG Zong-yu. Fundamentals of Mechanical and Electrical Engineering Control[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2005.
- [10] 厉虹, 杨黎明, 艾红. 伺服技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
LI Hong, YANG Li-ming, AI Hong. Servo Technology[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2008.
- [12] 卢富德, 陶伟明, 高德. 串联缓冲系统冲击响应与结构优化分析[J]. 浙江大学学报(工学版), 2012, 46(10): 1773-1777.
LU Fu-de, TAO Wei-ming, GAO De. Impact Response of Series Cushioning System and Structure Optimization Analysis[J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2012, 46(10): 1773-1777.
- [13] 卢富德, 陶伟明, 高德. 瓦楞纸板串联缓冲系统动力学响应[J]. 振动与冲击, 2012, 31(21): 30-32.
LU Fu-de, TAO Wei-ming, GAO De. Dynamic Response of a Series Cushioning Packaging System Made of Multi-layer Corrugated Paperboard[J]. Journal of Vibration and Shock, 2012, 31(21): 30-32.

(上接第 12 页)