

应用技术

PLC 结合变频技术在定位控制中的应用

徐迎军^{1,2}, 傅戈雁¹

(1. 苏州大学机电工程学院, 江苏苏州 215021; 2. 苏福马机械有限公司, 江苏苏州 215013)

摘要: 从升降系统的控制原理、系统设计、触摸屏画面设计、程序设计等方面, 阐述了应用 PLC 结合变频调速技术, 加上旋转编码器作位置反馈, 实现精确定位控制的方法, 并分析和评估控制系统的定位精度以及实现砂光机升降精确定位控制的可行性, 为在国内同类设备中的应用提供借鉴。

关键词: 人造板砂光机; PLC 技术; 变频调速; 定位控制; 板厚

中图分类号: TS64; TP273 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2008)05-0035-04

Application of Programmable Logical Controller with Frequency Conversion Technology for Controlling Localized Position of Sanding Machine

XU Ying-jun^{1,2}, FU Ge-yan¹

(1. Suzhou University, Suzhou 215021, Jiangsu, China; 2. Sufoma Machinery Co., LTD, Suzhou 215013, Jiangsu, China)

Abstract: Consistence in the thickness of wood products after sanding plays an import role in determining the product appearance and value. A programmable logical controller (PLC) with frequency conversion was used in this study to improve the localized position control of a wood sanding machine. The detailed design and control systems were described. The feasibility of applying the position control, and localized precision control system, in industrial plants was analyzed and evaluated. The result showed the potential of commercialization of this position control system for wood sanding machines.

Key words: wood sanding machine; PLC; frequency conversion; position control; thickness

在机械加工和制造行业中,经常需要高精度的位置控制,一般可通过采用直流或交流伺服技术来解决,但造价昂贵、成本较高。

为寻找一种经济、有效的控制方式,在人造板砂光机升降控制系统中,笔者应用 PLC(Programmable Logical Controller),结合变频调速技术及旋转脉冲编码器位置检测、反馈技术,开发并实现了位置检测的半闭环控制。实践证明,该系统定位精度达到 0.01 mm,满足了 GB/T 6202-2000《宽带砂光机通用技术条件》中,对砂光机工作精度的要求,而且该系统造价较伺服技术降低 30%左右,为在国内同类设备中的应用提供借鉴。

1 人造板砂光机升降系统简述

人造板砂光机是一种砂带磨削设备,能对纤维板、刨花板、金属板等进行定厚加工。当工件通过上、下对顶布置的高速旋转的砂辊时,即进行工件的定厚砂削。调整对置砂辊的间隙,可控制工件的厚度,而对置砂辊的间隙的调整,则是通过系统的滚珠丝杆升降立柱的定位来完成(如图 1)。

升降系统(图 1 中 A-A 所示)的机械部分,由减速电机、转向器(锥齿轮直交传动)、旋转脉冲编码器、蜗轮蜗杆减速器、滚珠丝杆升降立柱等部件组成,各传动件间为刚性连接。其中:升降系统的电机为 SEW 变频电机,配备独立风冷及独立供电制动器,适应于低频运行;减速电机的减速比 $i=10$, $P=1.5$ kW,电机转速为 1 440 r/min;转向器的速比 $i=1$;旋转脉冲编码器与转向器的输出轴连接,是一种

收稿日期: 2008-06-12; 修改日期: 2008-08-22

作者简介: 徐迎军(1978—),男,苏福马机械有限公司工程师;苏州大学机电工程学院硕士研究生。

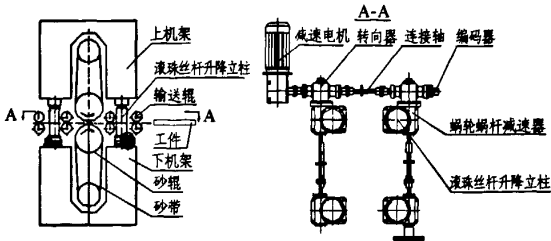


图 1 砂光机及上机架(含上砂绳)升降系统
Fig. 1 The diagram of sanding machine

A、B两相增量型编码器,脉冲量为1 000;蜗轮蜗杆减速器的减速比 $i=50$;滚珠丝杆升降立柱的导程 $q=8\text{ mm}$ 。

结合以上参数可知:升降速度 $v=1\,440/10/50\times8=23.04\text{ mm/min}$ (50 Hz),每个脉冲对位移的分辨率为 $0.000\,16\text{ mm}$ 。

2 人造板砂光机升降系统的控制

2.1 升降系统控制原理

如图2所示,系统的控制元件由:触摸屏PWS 3261(罗升公司)、PLC可编程控制器FX2N(三菱公司)、模拟量模块FX-2DA(三菱公司)、变频器A740(三菱公司)组成;执行元件为:SEW交流变频带制动电机及丝杆传动部件;检测元件为旋转脉冲编码器。

PWS 3261 触摸屏与FX2N系列PLC,基于RS422接口协议,建立1:1 对等连接,与PLC之间进行变量连接、数据传输工作。利用触摸屏,通过改变PLC的数据存储器值或变量值,来设定升降系统的目标位置,修正升降系统的当前位置,设定升降速度以及定位启、停等。

FX2N系列是一种功能较强的整体式PLC,其自带输入、输出点,可给定变频器正、反转使能信号;内

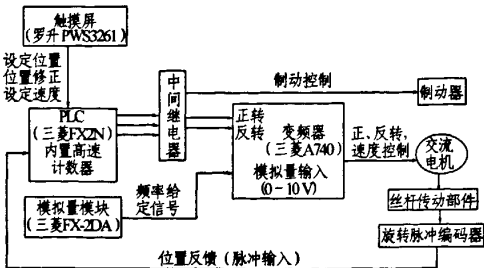


图 2 升降系统控制原理
Fig. 2 Principle of a typical position control system of sanding machine

置的高速计数单元,最高能接收5 kHz的脉冲信号,能对普通光电编码器的A、B两相进行双相增/减计数;扩展的FX-2DA模拟量输出单元,可将数字量 $0\sim4\,000$ 转化为 $0\sim10\text{ V}$ 的电压信号,作为变频器的模拟端频率给定信号(即电机运行频率)。

检测用的旋转脉冲编码器,是一种常用的角位移传感器,也是一种旋转式脉冲发生器,可将机械角位移变成电脉冲,脉冲输出类型为适应于PLC输入的NPN晶体管输出,该编码器将电机的转动量转化为脉冲,输送给PLC的高速计数器,作为升降位置的反馈,完成检测功能。由此可见,整个控制系统组成了典型的半闭环控制系统。

2.2 PLC的软元件、地址分配

选用FX2N系列PLC的内置高速计数器C251,该计数器有掉电保护功能,可始终记忆升降系统的当前位置;也可通过PLC对计数器赋值,其默认的脉冲信号输入点为 X_0 、 X_1 ,与脉冲旋转编码器的A、B两相连接;选用32位D数据存储器,存储升降系统的当前位置和设定的目标位置(相应的脉冲当量);选用16位D数据存储器,存储升降速度设定值^[1]。

根据FX2N系列PLC的特殊扩展模块的地址分配协议,按照与PLC的连接顺序,相应地分配地址 $0,1,2\cdots$,针对FX-2DA模拟量模块的连接位置,可清楚地了解其地址分配,以便于在模拟量传输编程时,正确使用地址。

2.3 触摸屏画面的编程

PWS 3261 触摸屏配备有10.4"LCD显示屏及12.1"类式触控面板,是一种典型的高功能人机界面^[2]。界面的工作电压为+24 V,具备通讯口COM1与COM2,可方便与PLC或者电脑以RS232/RS485/RS422协议建立通讯连接。在与PLC建立应用前,可利用应用软件ADP6,对触摸屏进行工作参数设置(图3)及画面程序设计(图4)。按图3的对



图 3 参数设置对话框
Fig. 3 Dialog box for setting control parameters

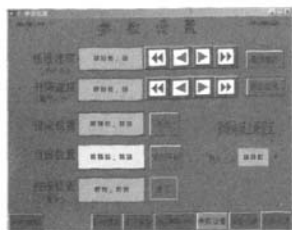


图4 参数设置画面

Fig. 4 Typical interface for setting parameter

话框所示,设定 PLC 类型为 Mitsubishi i-FX, 并调整 PWS 与 FX2N 系列 PLC 的通讯参数。

对触摸屏 PWS 建立应用,主要是进行画面编程设计,图4为按照砂光机升降系统定位过程的要求,设计参数设置的画面,包含的图形元件有:数值类型的“设定位置”、“当前位置”、“校准位置”、“升降速度”图形元件,以及按钮类型的“定位开始”、“修正”。

其中:按钮类型的“定位开始”元件,与 PLC 辅助软元件 M 建立连接,作为升降定位的开始指令;数值类型的图形元件,与 PLC 的数值存储器 D 建立变量连接,对数值存储器 D 进行读、写操作,此处“当前位置”数值,读的是 PLC 高速计数单元对编码器的增减计数值;“位置设定”则是将目标位置(通过增益设置,转化为脉冲当量)写入 PLC 的数值存储器 D;“校准位置”与“修正”的图形元件设计,是将当前位置的实际值写入 PLC 的数值存储器 D,通过 PLC 程序,间接给 C251 高速计数器赋值,以修正当前的位置^[2]。

2.4 程序设计

升降定位系统的控制程序设计包括:PLC 对编码器的高速计数,与变频器正、反转、制动控制对应的 PLC 输出点的逻辑运算,设定位置与当前位置的对比运算,变频器频率给定信号的模拟量传输等,具体的程序编制可参阅 FX2N-PLC 说明书,本人重点阐述程序的流程。

PLC 程序流程如图5所示,通过触摸屏设定好升降速度、目标位置得到确认后,PLC 对目标位置与当前位置作比较运算,并对相应驱动软元件,发出变频器正转、反转及快、慢速选择等指令。

当目标位置大于当前位置时,变频器驱动电机及传动丝杆部件以快速正转上升(快速变频器运转频率值可以通过触摸屏设定),为保证定位的准确性;当临近目标位置1000脉冲时(丝杆位移0.16 mm),转为慢速正转上升(慢速变频器运转频率值为2.5 Hz,需在程序中修改,不能在触摸屏中修改)。当到达目标

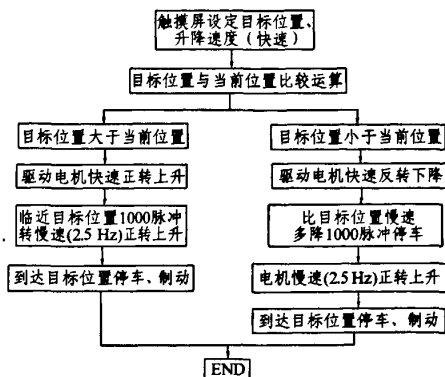


图5 程序流程图

Fig. 5 Schematic of the PLC control program

位置后,变频器驱动电机停止运行,且在慢速小惯性的条件下,电机制动系统及时制动传动部件,完成上升定位动作。

当目标位置小于当前位置时,为消除机械传动部件的传动间隙(回程差)对定位精度的影响,程序设置了:比目标位置多反转下降1000脉冲后,再正转上升,达到目标位置后停车。同理,当临近目标位置1000脉冲时(丝杆位移0.16 mm)亦转为慢速,以保证电机系统的及时制动。

2.5 升降系统定位精度的分析

1) 升降系统在定位过程中,程序中设计了多降后上升再定位的动作,即在下降至目标位置时,多下降一定位移,然后再上升定位的动作,有效地避免了传动间隙、回程差对定位精度的影响,保证了定位的精度。

2) 升降系统在定位过程中,为避免电机制动系统对定位精度的影响,在程序设计时,设计了距离目标位置0.16 mm(脉冲当量1000)时,变频器控制电机运行在2.5 Hz,此时电机转速为 $2.5/50 \times 1440/60 = 1.2 \text{ r/s}$;以旋转脉冲编码器脉冲当量计算,电机转速为 $1.2 \times 100 = 120 \text{ 脉冲/s}$;可得出制动时间^[3]:

$$t = t_1 + t_2 = 15 + 30 = 45 \text{ ms} < 0.5 \text{ s}$$

式中: t_1 —制动释放时间, t_2 —制动停止时间,得到因制动延时引起的定位误差,以脉冲当量计为: $0.5 \times 120 = 60$;转化为最终位移后,误差:

$$\delta = 60/1000 \times 0.16 = 0.0096 \text{ mm} < 0.01 \text{ mm} \quad (1)$$

式中: δ —除机械零部件(如滚珠丝杆等)制造误差以外的定位误差。

设备现场的实际定位检测,也验证了误差范围与式(1)相吻合。说明所设计的人造板砂光机升降控制系统具有很高的定位精度。

3 结语

1) 在砂光机升降系统定位控制中,PLC 结合变频调速技术与旋转脉冲编码器检测技术,组成了典型的半闭环控制系统。该系统对电机的速度控制合理有效,低速时电机制动控制反应迅速可靠;另外,合理的程序设计,避免了机械传动间隙的影响,保证了较高的定位精度。

2) 与直流或交流伺服系统比较,PLC 结合变频调速技术的造价低、运行可靠;不足之处在于设备传

动部件速比大,定位动作时间偏长。总体而言,该技术能够满足砂光机和类似设备的定位控制,适用于对定位动作时间要求较宽松的设备的定位系统。

参考文献:

- [1] FX2N 系列 PLC 编程手册[Z]. 三菱公司.
- [2] HITECH 人机介面使用说明[Z]. 天津:天津罗升企业有限公司.
- [3] SEW 交流制动电机的技术数据(制动系统为独立供电)[Z]. 天津:SEW-传动设备天津有限公司.

(责任编辑 姜征)

欢迎订阅 2009 年 《北京林业大学学报》

(美国《工程索引》(Ei)收录期刊)

为教育部主管、国内外公开发行的全国性林学与森林生物学学术期刊,中文核心期刊、中国自然科学核心期刊、科技部“中国科技论文统计源期刊”和中国科学院“中国科学引文数据库统计源期刊”。2003 年荣获第二届国家期刊奖提名奖,2005 年荣获第三届全国期刊奖百种重点期刊,2006 年获“中国高校精品科技期刊”奖。

美国工程索引(Ei)、美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、英国“国际农业与生物科学研究中心”数据库(CABI)、英国《动物学记录》(ZR)、中国科技论文引文数据库(CSTPCD)、中国科学引文数据库、《中国学术期刊文摘》、《中国生物学文摘》、中国林业科技文献数据库等连续收录。

为保持学科特色,重点报道林木遗传育种学、森林培育学、森林经理学、森林生态学、树木生理学、森林土壤学、森林植物学、森林保护学、自然保护区学、园林植物与观赏园艺、水土保持与荒漠化防治、森林工程、木材科学与技术、林产化学加工工程、其他学科在林学上的应用等方面的论文。

双月刊,大 16 开 160 页左右,单月月底出版。每期 50 元。各地邮局发行,邮发代号:82-304。国内统一刊号:CN 11-1932/S。如错过征订时间,也可直接向本刊编辑部订阅。

地址:100083 北京市海淀区清华东路 35 号

《北京林业大学学报》编辑部

期刊发行:010-62338397 联系人:刘大林

Email:liudalin@bjfu.edu.cn

网址:http://www.bjfujournal.cn

欢迎订阅 2009 年 《林业科学》

ISSN 1001-7488, CN 11-1908/S

中国林学会主办、中国科协主管的林业综合性学术期刊,1955 年创刊、2 次荣获“国家期刊奖”,1 次名列“国家期刊奖提名奖”,被 CA、AJ、ZR、JST、CSCD 等国内外 20 多个检索系统与数据库收录。

主要刊登:林业及相关领域的创新科研成果,及时反映国家林业建设重点和热点,评述学术动向,开展学术讨论,促进国内外学术交流。

主要内容:森林培育、森林生态、林木遗传育种、森林保护、森林经理、森林与环境、生物多样性保护、野生动植物保护与利用、园林植物与观赏园艺、经济林、水土保持与荒漠化治理、森林工程、木材科学与技术、林产化学加工工程、林业经济、林业可持续发展及宏观决策研究等。

以学术论文、研究报告、综述为主,还设有学术问题讨论、研究简报、植物新品种与良种、科技动态、新书评介等栏目。

读者对象:为国内外从事林业及相关领域研究的科技人员、管理人员以及高校师生。本刊接受英文稿件(需附中文摘要)。

月刊,每月 25 日出版,大 16 开 128 页。单价:25 元,全年:300 元。国内外公开发行,邮发代号 82-6;发行代号:BM44。亦可直接向编辑部订阅。

地址:100091 北京万寿山后中国林学会

《林业科学》编辑部

电话:010-62889820,010-62888579

Email:linyikx@forestry.ac.cn

期刊主页:http://lyke.chinajournal.net.cn

期刊博客:http://blog.sina.com.cn/linyikx