

基于 PLC 的液压站精确定位 PID 控制系统

杭柏林^{1,2}, 吕浦伟², 高国威¹

(1. 青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061; 2. 软控股份有限公司, 山东 青岛 266042)

摘要:利用可编程控制器(PLC)内嵌的 PID 控制功能设计轮胎均匀性试验机的液压站精确定位系统。介绍定位系统的结构、液压站模块的硬件组成以及 PID 控制算法实现。实践表明采用 PLC 内嵌的 PID 功能并增设位置误差判断后, 完全满足定位精度要求, 轮胎定位精度可控制在 0.05 mm 以内。

关键词:PLC; PID; 精确定位

中图分类号:TQ330.4+92 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2011)05-0307-03

液压站为轮胎均匀性试验机的重要组成部分。传统液压站控制系统通常利用液压站生产厂家提供的控制器实现上轮辋轴的精确定位, 而液压站控制器内嵌的控制程序大多为生产厂家编写, 利用计算机高级语言以及对应的板卡完成控制过程, 因而普通的技术人员掌握困难, 不利于调试, 可靠性也较差。为满足检测类设备发展状况对轮胎均匀性试验机液压站的要求, 本工作采用具有可靠性的可编程控制器(PLC)作为控制中心, 利用数字 PID 控制算法实现液压站的精确定位。该控制系统具有液压站精确定位过程中的自动调控、自动保护和故障报警等功能, 可将整个定位过程中的各种数据进行显示、存储, 并可使用计算机管理系统通过 QJ71E71-100 以太网模块将数据下传至 PLC, 便于操作人员随时根据轮胎规格调整轮辋宽度和设备工作状态。

1 系统结构

液压站精确定位 PID 控制系统结构如图 1 所示。

PLC 的 CPU 模块采用 I/O 点数为 4 096 的 Q02HCPU。由于控制系统涉及到数字量和模拟量相互转换, 因此需采用数字量输入/输出和模拟量输入/输出模块扩展系统。CPU 和数字量扩展

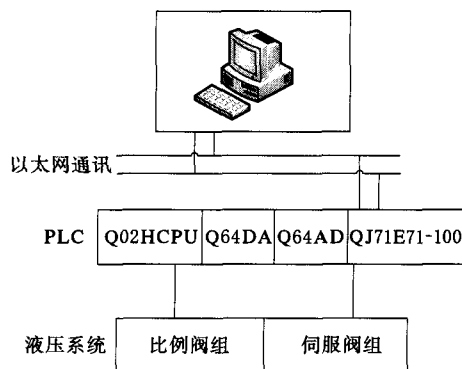


图 1 液压站精确定位 PID 控制系统结构

模块负责液压站定位过程中的数字量的输入和输出控制, 模拟量控制模块具有 4 路模拟量输入, 负责定位过程中液压缸位置和阀组开度的采集和控制, 将液压站现场的电流、电压信号进行 A/D 转换, 并将转换结果送至 CPU 处理。

上位机实现参数设定、远程控制、数据存储和报警处理等功能。触摸屏用于手动动作、实时数据动态显示及监控等功能。为实现可靠稳定的传输和通信, 系统采用 Ethernet 通信传输协议, 因此通信模块选择具有该传输协议的 QJ71E71-100 模块。

2 硬件结构

液压站定位过程中其位移传感器测得的位置值会逐渐变化, 当液压站运动至上位机设置的轮胎所需段宽时, 要保证段宽恒定不变, 必须相应地调整伺服阀组的开度, 通过调整阀组的开度可维持上轮辋的精确位置。系统将液压缸的位移作为

基金项目:国家科技支撑项目(2007BAF14B00)

作者简介:杭柏林(1959—), 男, 内蒙古通辽人, 青岛科技大学研究员, 硕士, 主要从事管控一体化、机电一体化、智能控制及轮胎检测设备的研究与开发。

反馈信号实施闭环控制,上位机设定的段宽位置与实际液压缸所处位置比较得到误差 e ,误差信号经过 PLC 内部的 PID 调节器计算后通过模拟量输出模块控制伺服阀组,可使实际的液压缸位置跟踪设定位置,从而实现液压站的精确定位。

液压站精确定位 PID 控制系统主要由控制电路、驱动电路、保护电路、光电隔离及伺服阀等组成,其硬件结构如图 2 所示。

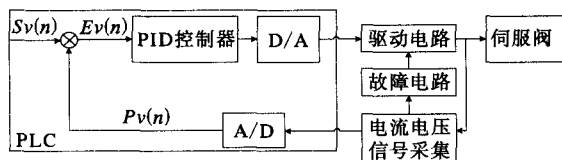


图2 液压站精确定位 PID 控制系统硬件结构

定位过程中,上轮辋与下轮辋之间距离构成的段宽直接影响着轮胎均匀性试验机所测参数及设备本身的精度。在生产过程中要求轮胎均匀性试验机上轮辋定位精度控制在 0.05 mm 之内,系统自动检测液压缸位置,当段宽大于设定范围时,会立即停止工作,同时蜂鸣器声光报警,上位机显示故障信息。

3 定位控制

用 PLC 对模拟量进行 PID 控制时,可使用 PID 过程控制模块,一个模块可以控制几路甚至几十路闭环回路,但模块价格较贵,一般应用于大型复杂控制系统,因此液压站定位控制系统使用 PID 算法嵌入型 PLC 提供的 PID 功能指令实现 PID 闭环控制,完成液压站的精确定位。

3.1 PID 控制算法^[1]

典型的基于数字 PID 的闭环控制系统结构如图 2 所示。其中虚线部分在 PLC 内部实现。PLC 的 PID 控制器设计以连续系统的 PID 控制规律为基础,将其数字化为离散形式的 PID 控制方程,再根据离散方程控制程序设计。在执行 PID 指令前,需要建立 PID 参数表。三菱 Q 系列的 PID 运算回路变量表(变量均为双字实数)如表 1 所示。

应用 PLC 的 PID 功能时,其中 PIDINIT 是回路表的起始地址,回路表中装入过程变量、设定值、输出值和增益等 PID 运算所需参数,设 PID

表 1 PID 运算回路变量

偏移地址	变量	类型	描述
0	启动指令 PIDINIT	输入	启动 PID
1	周期内闭环数量	输入	LOOP 回路号
2	动作方向	输入/输出	0 为正方向,1 为负方向
3	采样常数(t_s)	输入	应为 0.01~60 s
4	比例常数(k_c)	输入	单位为 0.01,可正可负
5	积分时间(t_i)	输入	单位为 100 ms,正数
6	微分时间(t_d)	输入	单位为 10 ms,正数
7	过程变量(P_n)	输入/输出	应为 -50~2 050
10	输出值(M_n)	输入/输出	应为 -50~2 050

参数表的首地址为 D900,则 D904 装比例常数, D906 装微分时间,依序按回路表装载其他参数。在 PID 控制开始之前,应使用 MOV 指令将位置设定值预先写入数据寄存器中。

3.2 精确定位 PID 控制

常规 PID 控制系统是按偏差比例、积分和微分线性组合进行控制的,主要在获取对象数学模型的基础上,根据某一整定原则,适当地整定 PID 的 k_c , t_i 和 t_d 参数,以获得比较满意的控制效果。实践证明,这种参数整定的过程实际上是对比例、积分、微分 3 个部分控制作用的折衷,这种控制无法解决稳定性与准确性之间的矛盾。加大控制作用可使误差减小、准确性提高,但降低了控制的稳定性。反之,为保证系统的稳定性,限制控制作用,又会降低控制的准确性。

PID 控制算法程序框图如图 3 所示。液压站定位控制系统采用扩充的临界比例算法,利用 Q

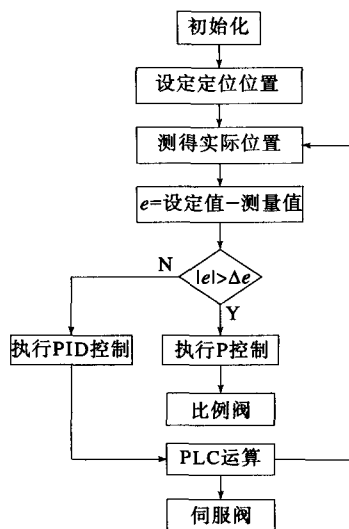


图3 PID 控制算法程序框图

系列 PLC 的 CPU 内部的自整定 PID 功能整定参数。为提高稳定精度,控制系统设置一个位置控制的限值 Δe 。PLC 对从现场采集的电流和电压信号进行处理后得到 e 值,进行判断,若 $|e| > \Delta e$,则实行比例控制,使液压缸位置迅速靠近目标值,改善控制系统的动态特性;当 $|e| < \Delta e$ 时,实行 PID 控制,保证定位精度满足设备所需测量参数要求。

4 结语

基于 PLC 的液压站精确定位 PID 控制系统,充分利用了 PLC 的控制能力和内嵌的 PID 控制

算法功能模块,在轮胎均匀性试验机上的应用表明,系统全过程能够实现精确定位,定位误差不大于 0.05 mm,完全满足轮胎均匀性试验机对设备参数的要求。该系统灵敏度高,可以准确地测量液压缸的定位位置;可靠性也较高,定位过程无需人工干预;智能化程度较高,主要采用 PLC 指令完成整个控制,方便维修人员维护。

参考文献:

- [1] 刘金琨. 先进 PID 控制及其 MATLAB 仿真[M]. 北京:北京电子工业出版社,2003.

收稿日期:2010-11-10

双星集团两项目获青岛市 科学技术进步奖

中图分类号:TS943.26;U463.341+.6 文献标志码:D

2011年3月28日,双星集团技术开发中心与青岛大学合作开发的J2010-2-20鞋类产品和谐智能计算机辅助概念设计(CACD)系统项目获青岛市科学技术进步二等奖;双星集团有限责任公司独立完成的J2010-3-12子午线轮胎保压节能硫化新技术项目获青岛市科学技术进步三等奖。

鞋类产品和谐智能计算机辅助概念设计(CACD)系统是用于鞋类产品研发的概念创新项目,主要通过建立知识库,使设计人员在短时间内实现产品快速设计,从配方、款式、楦型方面实现智能化,对提高我国制鞋业产品设计开发能力和水平具有重要促进作用。

子午线轮胎保压节能硫化新技术是通过调整介质硫化温度,在正硫化到一定时间后,保持并恒定硫化所需的内压力,充分利用橡胶具有传热后效性的特点,通过整个温度场各部位不同温度之间自身的相互热传递和硫化介质的余热继续进行硫化,尤其是轮胎内部不同部位、不同胶料温升积聚的热能之间的相互传递,使轮胎各部位的硫化程度更趋于平衡。这样不仅可以提高生产效率、节约能源、降低消耗,而且可以使轮胎外表面硫化程度有效降低、提高胎冠胶的硫化质量;同时各部

位胶料硫化程度的平衡匹配,可有效地提高轮胎内在质量,降低轮胎在行驶过程中的温升,提高轮胎使用性能、延长轮胎寿命。保压节能硫化新工艺可减少工厂及社会的物料消耗,提高生产效率,产品满足市场需求,具有十分显著的社会和经济效益以及广阔的市场前景。

(双星集团 王开良 耿丽红)

埃克森美孚化工上海研发中心投入运营

中图分类号:F276.7 文献标志码:D

2011年3月30日,埃克森美孚化工公司在上海紫竹科学园区举行仪式,庆祝其上海研发中心(STC)投入运营。该中心投资9000万美元,将在新型高端产品的开发中发挥至关重要的作用,而这些产品将在全球生产或销售。

埃克森美孚化工公司总裁裴力浩说,上海研发中心投入运营是一个重要的里程碑,充分显示了埃克森美孚化工对中国和该地区的承诺。埃克森美孚化工预计高端产品将大幅度增长,而该中心将通过为客户提供创新解决方案支持这种增长。

该中心占地2.7万m²,拥有先进的实验室分析和测试仪器以及生产规模的产品加工设备,包括吹膜和流延膜、注射成型、共混加工和包装。该中心是埃克森美孚化工全球第三大研发中心。

(本刊编辑部 黄丽萍)