

基于 WebAccess 和 PLC 的轮胎 胶囊硫化机群控系统

王新建, 邢建国*, 于红艳
(青岛大学 机电工程学院, 山东 青岛 266071)

摘要: 为实现轮胎胶囊注射硫化机群控系统, 采用工控机和 PLC 组成了上下位机控制系统。工控机作为上位机, 以组态软件 WebAccess 为开发平台, 可实现数据动态显示、存储、查询、统计、报表等功能; PLC 作为下位机, 对硫化机工作过程进行控制; 采用串行通讯方式实现了上、下位机的通讯; 基于模糊控制策略实现了硫化机温度的控制, 并给出了模糊控制器的设计。研究结果表明, 系统界面友好, 操作方便, 与单机控制相比, 群控系统可以提高胶囊质量和生产效率, 提高生产管理信息化水平。

关键词: 轮胎胶囊硫化机; 可编程控制器; 群控; WebAccess

中图分类号: TP273.5; TH39

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2012)02-0234-04

Design of group control system for tyre capsule vulcanizer based on WebAccess and PLC

WANG Xin-jian, XING Jian-guo, YU Hong-yan

(College of Mechanical & Electronic Engineering, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: In order to realize group control of tyre capsule vulcanizer, a master-slave control system was composed of industry computer and programmable logic controller (PLC). The industry computer was taken as host computer. WebAccess configuration software was applied as development platform. The industry computer can realize dynamic display of data, storage, query, statistics, reports and other functions. PLC was adopted as slave machine to control vulcanizer. The communication of industry computer and PLC was realized through serial port. The temperature of vulcanizer was controlled with fuzzy control strategy. And the fuzzy control strategy was given. The test results indicate that the group control system has friendly interface and operates conveniently. Compared with single control system, the system can improve the capsule quality, production efficiency and level of automation.

Key words: tyre capsule vulcanizer; programmable logic controller (PLC); computer group control; WebAccess

0 引言

随着计算机网络技术的发展和工业控制网络化的需求, 工业控制向网络化分布式发展成为一种趋势, 组态软件网络功能的完善更加促进了工业自动化生产远程监控的进步。目前轮胎胶囊硫化机的控制大都是基于单机模式, 随着生产规模的扩大和对生产管理信息化要求的提高, 以及企业向着网络化分散制造

模式的发展, 单机控制显现出其不足。已有对轮胎硫化机群控的研究及系统的开发, 例如桂林机械轮胎硫化机网络群控系统 GRM Link, 该系统采用以太网作为监控主干网, 其结构主要分为 3 层: 底层网络、主控层网络以及信息应用管理层网络。该群控系统采用上下位机结构, 上位机应用组态软件, 具有全图形化、全中文文化人机界面, 可实现和公司的局域网通信, 实现对生产设备的远程监控与管理及生产数据的共享与

收稿日期: 2011-07-20

作者简介: 王新建(1987-), 男, 山东枣庄人, 主要从事数控技术方面的研究。E-mail: qdwxjzt@126.com

通信联系人: 邢建国, 男, 教授, 硕士生导师。E-mail: xing_jg@163.com

管理。下位机 PLC 完成对硫化机的作业控制。整个系统集设备自动化分散控制、集中监控、数据管理于一体,便于生产的管理和控制的集成。

本研究主要探讨基于 WebAccess 和 PLC 的轮胎胶囊硫化机群控系统。

1 控制系统总体方案

根据对胶囊硫化机生产流程的分析,借鉴集散控制系统,本研究开发了一套基于 WebAccess 和 PLC 的群控系统,上位机采用工控机控制,下位机采用 PLC 来对硫化机进行直接控制,以实现现场的控制。系统的总体方案如图 1 所示。

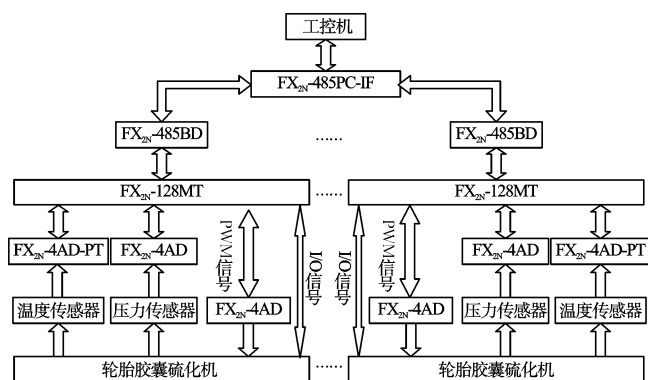


图1 硫化机群控系统方案

轮胎胶囊群控系统相对单控系统的核心技术在于如何实现工控机和各硫化机 PLC 的通讯,该系统采用通讯模块 FX_{2N}-485BD 和通讯转换模块 FX_{2N}-485PC-IF 实现 PLC 和工业控制计算机的串行通讯,在 WebAccess 中通过添加通讯端口,添加设备,设置单元号,根据不同的单元号来区分各硫化机的 PLC,并在 WebAccess 中添加输入/输出点,实现 PLC 与 WebAccess 的通讯。

上位机是群控系统中能为用户进行信息交换的设备,以屏幕窗口的形式提供人机交互的界面。本研究采用串行通讯方式采集 PLC 传送上来的信号,在监控软件主界面对胶囊硫化机的硫化温度、压力和状态进行动态显示,并自动记录相关过程数据,监控软件还具有参数设置、查询及报表打印等功能。

胶囊注射硫化机的可调工艺参数有温度、压力、时间。可控温度为挤出机螺杆温度、挤出机机筒温度、注射机筒温度、模具温度 4 个。可调压力为供油压力、注射压力、芯模液压缸压力。下位机采用三菱公司 FX_{2N} 系列 PLC,型号为 FX_{2N}-128MT,特殊模块 FX_{2N}-4AD-PT 用来采集现场的热电阻温度信号,特殊模块 FX_{2N}-4AD(四通道 A/D)用来采集现场的压力信号传送给 PLC,特殊模块 FX_{2N}-4DA(四通道 D/A)用于压力

控制信号的输出,通讯模块 FX_{2N}-485BD 和通讯转换模块 FX_{2N}-485PC-IF 实现 PLC 和工业控制计算机的串行通讯。硫化机顺序动作控制主要是使硫化机根据工艺流程自动地进行各个动作,本研究针对不同的硫化机编制了不同的控制程序,每一台硫化机均可脱离上位机独立工作,每台硫化机均具有独立的基于模糊控制理论的 PLC 温控系统实现过程控制,各系统温控的组态都是相互独立的,可以单独操作,完全不受其他硫化机的影响。

本研究通过 PT100 热电阻采集挤出机螺杆温度、挤出机机筒温度、注射机筒温度、模具温度共 4 路温度信号,温度传感器采集来的电流信号经过 FX_{2N}-4AD-PT 模块转换为数字信号,传入 PLC 中,PLC 将采集来的温度数字信号进行运算,调用模糊算法子程序求出控制量,PLC 输出 PWM 通断信号经隔离放大后,直接驱动固态继电器(SSR)的直流端,对加热圈功率进行控制,以调节 4 个温度。

压力信号分别采集供油压力、注射压力、芯模液压缸压力 3 路信号,压力传感器采集来的模拟信号经过 FX_{2N}-4AD 模块转换为数字信号,传入 PLC,利用 FX_{2N} 系列 PLC 的 PID 功能指令指令,实现压力的 PID 控制,将 PLC 的处理结果通过 FX_{2N}-4DA 模块转换为模拟量输出信号,控制液压系统,从而实现压力的调节。

从胶囊硫化的流程可知,硫化的控制属于过程控制,采用 PLC 可方便地进行编程,实现硫化机的等效硫化时序。为提高运行速度、减少运行指令,本研究在控制软件设计中采用了模块化编程,设计了多种通用子程序,如数据采集及处理子程序、等效硫化计算子程序、报警子程序等。控制软件主程序流程简图如图 2 所示。

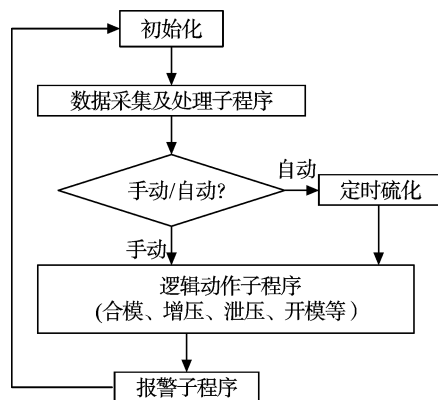


图2 控制软件主程序流程

2 温度模糊控制策略

硫化温度是橡胶发生硫化反应的基本条件,它直接影响硫化速度和产品质量。硫化温度高,硫化速度

快,生产效率高;反之,硫化速度慢,生产效率低。传统工业温控系统多使用 PID 控制,控制整定方便,适应性好。但 PID 存在严重缺陷,它基于反馈原理,对于滞后大的过程,如温度控制,则稳定时间过长。模糊控制实际上是一种基于知识的无模控制方法。模糊动态系统建模和分析的实质在于用具有算法结构的语言模型对不确定、大惯性、参数漂移大并高度复杂的动态系统进行足够准确的定性和描述。它又是来源于工业过程控制中的一类高级控制算法。硫化机温度控制就是一种不确定、大惯性、非线性严重的控制对象,采用模糊控制对其温度进行控制,可以取得较好的控制品质。

该系统的温度控制中采用了双输入、单输出的模糊控制方式,输入变量分别为温度偏差与温度变化率,输出量为长短不同的连续时间脉冲。PLC 程序周期性扫描,特殊模块 FX_{2N}-4AD-PT 读到的温度值,再根据模糊关系矩阵作出决策,以控制电加热丝的通电时间,以此实现温度的控制。硫化温度控制在 190℃ 附近,正负偏差不得超过 5℃。因此,在实际控制中,本研究以标准值的 10℃ 为模糊控制边界,细分了 16 个等级,给出了 8 个模糊子集,分别是 NL、NM、NS、NZ、PZ、PS、PM、PL,温度偏差的模糊子集隶属度值如表 1 所示,其中 $E = E_{\text{测}} - E_{\text{标准}}$ 。

表 1 温度偏差的模糊子集隶属度值

E	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
NL	1	0.7	0.2	0	0	0	0	0
NM	0	0.2	0.7	1	0.6	0	0	0
NS	0	0	0	0	0.3	1	0.2	0
NZ	0	0	0	0	0	0.2	0.9	1

温度的变化率则以 12℃ 为模糊控制边界,细分了 13 个等级,给出了 7 个模糊子集,分别是 NL、NM、NS、Z、PS、PM、PL。温度变化率的模糊子集隶属度值如表 2 所示,其中 $EC = E_{\text{检测}} - E_{\text{检测前}}$ 。

表 2 温度变化率的模糊子集隶属度值

EC	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
NL	1	0.8	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NM	0	0.2	0.8	0.7	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
NS	0	0	0	0.2	0.8	0.3	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0.7	1	0.7	0	0	0	0	0
PS	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.8	0.2	0	0	0
PM	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.7	0.8	0.2	0
PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.8	1	0

模糊控制器的输出是每 10 s 为周期的单位时间脉冲。输出的模糊子集分 5 个状态,分别是 PL、PM、

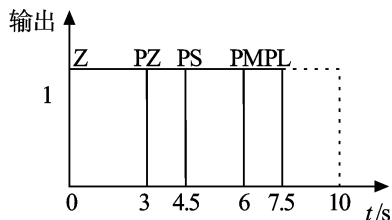


图 3 输出状态的占空比

PS、PZ、Z。5 个输出状态的占空比如图 3 所示,例如:PL 代表每周期中,有 7.5 s 输出为 1,2.5 s 输出为 0,即加热圈实际加热 7.5 s。Z 代表加热圈不加热。

模糊控制算法采用带自调整因子的解析公式法,输出控制由下式求出:

$$U = \langle \alpha E + (1 - \alpha) EC / 2 \rangle \quad (1)$$

式中: α —调整因子(权重)。

在硫化初期,当前温度值与标准值相差还很大,这时要以温度偏差为主要考虑因素,因此调整因子 α 的值应大于 0.5;在控制过程的中后期,温度偏差已经非常小,此时的主要考虑因素是温差的变化率大小, α 的值应小于 0.5。调整因子的模糊规则如表 3 所示。

表 3 调整因子的模糊规则表

$EC \backslash E$	NL	NM	NS	Z	PS	PM	PL
NL	*	*	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
NM	*	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5
NS	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4
NZ	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

本研究根据不同的输入状态,选择相应的 α 值,获得最终的模糊控制如表 4 所示。

表 4 最终模糊控制表

$EC \backslash E$	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
-7	*	*	*	*	5	5	5	5	5	4	4	3	2
-6	*	*	*	*	5	5	5	4	4	4	3	2	2
-5	*	*	5	5	5	4	3	3	3	2	2	1	1
-4	*	*	5	4	4	3	3	3	2	2	1	1	0
-3	*	*	4	3	3	3	2	2	1	1	1	0	0
-2	4	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
-1	4	3	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0
0	3	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0

3 监控软件设计

轮胎胶囊硫化机群控系统的监控软件采用网际组态软件 WebAccess,其基于 Web 浏览器完成整个工程的创建与运行,用户可以通过 Web 浏览器从 Web 服务器访问生产现场的实时数据,实现远程监控、远

程指挥调度、远程设备管理。

监控系统由工程节点、监控节点、客户端组成,其中客户端包括本地客户端和远程客户端。工程节点以 ASP 原理工作,是一个集中的中央 Access 数据库和 Web 服务器,承担相当于工程管理员的任务,实现系统的设置和存储系统的数据,为监控节点和客户端提供初始连接。

监控系统的人机交互界面由主界面和二级界面组成,主界面显示各硫化机的工作状况,如图 4 所示,二级界面显示硫化机工作过程中的详细参数,如图 5 所示,其中包括预压压力设定、预压时间设定、加压压力设定、加压温度设定、加压时间设定、加压时间和预压时间的显示,实际的温度通过模拟温度计显示,并能实现高温和低温报警,实际压力通过模拟压力表显示,同时可实现高压和低压报警。

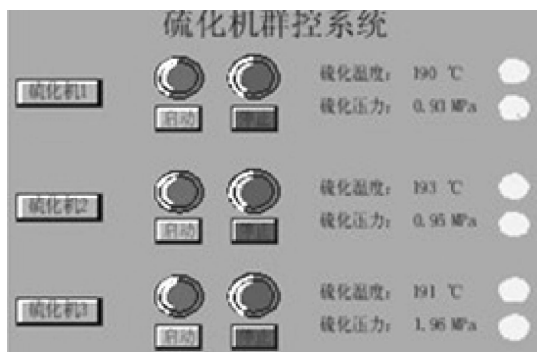


图 4 主界面

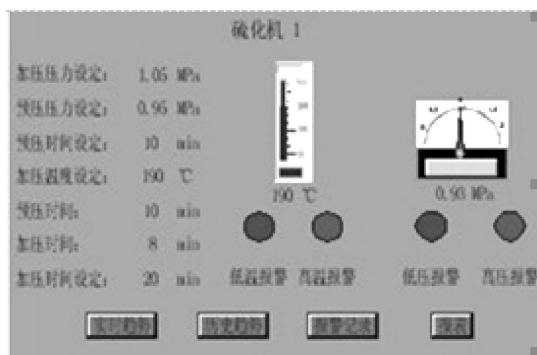


图 5 二级界面

通过人机交互界面,操作员可以方便对生产过程进行控制,生产数据可集成到企业信息管理系统,改善了工作环境,提高了企业生产的自动化和信息化程度。

4 结束语

轮胎胶囊硫化机的群控系统借助网络技术和先进的现场数据采集和管理技术对各独立的硫化机控制过程进行集中监控和管理,实现了以下功能:①自动完成全部顺序动作控制;②具有参数显示和设定的功能;③对温度分进行模糊控制;④对压力进行 PID 控制;⑤具有实时报警功能;⑥存储和查询历史数据,便于生产管理;⑦基于 WebAccess 组态可实现远程监控。

参考文献(References):

- [1] 张 华. 轮胎胶囊注射硫化机主从式控制系统设计[D]. 青岛:青岛大学机电工程学院,2010.
- [2] 张 华,邢建国,苗岱江. 轮胎胶囊硫化机主从控制系统开发[J]. 机电工程,2009,26(11):71-73.
- [3] JAMALUDIN J, RAHIM N A, HEW W P. An elevator group control system with a self-tuning fuzzy logic group controller [J]. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2010,57(12):4188-4198.
- [4] LABBAN A E, MOUSSEAU P. Temperature measurement and control within moulded rubber during vulcanization process[J]. *Measurement*, 2009,42(6):916-926.
- [5] 王明江. 硫化机群的集散控制系统应用[J]. 橡塑技术与装备,2000,27(4):39-42.
- [6] 周艳平,胡乃平,陈显利. 内胎硫化计算机群控及管理系统[J]. 青岛科技大学学报,2003,24(2):163-166.
- [7] 张仁杰. 网际组态软件 WebAccess 应用技术实用教程[M]. 研华(中国)公司,2010.
- [8] 徐笑庄,喻莉莉. PID 模糊参数自整定控制的硫化机群测控系统[J]. 现代电子技术,2008,31(15):132-134.
- [9] 段方红. 基于工业以太网的轮胎硫化过程控制研究[D]. 长沙:中南大学自动化学院,2007.
- [10] FABIAN M, HELLGREN A. PLC-based implementation of supervisory control for discrete event systems [C]// 37th IEEE Conference on Decision and Control. Tampa, FL: [s.n.], 1998: 3305-3310.
- [11] HE Q L, LIN J. Automatic Monitoring about Water Conservancy Information [C] // International Conference on Watershed Management and Urban Water Supply pt A: Watershed Management. Shenzhen: [s.n.], 2004: 527-531.

[编辑:李 辉]