



DOI:10.13364/j.issn.1672-6510.20160144

橡胶挤出机检测与控制系统研究

杨世凤, 李欢欢, 石赫男, 张宇星, 赵继民
(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

摘要: 针对国内橡胶挤出机自动化程度低、生产效率低的现状, 选用热电偶温度传感器、超声波位移传感器和压力传感器, 采用虚拟仪器、可编程控制器、工业以太网、计算机系统集成等技术构建了橡胶挤出机实时检测与控制系统。系统实现了挤出机橡胶挤出过程的温度控制、挤出量的测量与控制, 同时实现了故障实时报警、生产数据自动生成、存储与报送功能。系统运行表明: 橡胶挤出机的自动化程度和生产效率得到显著提高, 运行可靠。

关键词: LabVIEW; 控制器; 挤出机; 故障报警; 自动化

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6510(2017)04-0063-04

Research on the Detection and Control System of Rubber Extruder

YANG Shifeng, LI Huanhuan, SHI Henan, ZHANG Yuxing, ZHAO Jimin

(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: In view of the present low level automation and production efficiency of rubber extruder in China, a real-time detection and control system of rubber extruder was developed by using thermocouple temperature sensors, ultrasonic displacement sensors, pressure sensors, virtual instruments, programmable logic controllers (PLC), industrial Ethernet technology and computer system integration. The system can control not only the temperature of the rubber extrusion process, but also the measurement and quantity of the extrusion. At the same time, the system can realize the real-time alarm of fault, automatic generation, storage and delivery of production data. The application of the system shows that the automation degree and production efficiency of the rubber extruder is improved, and the system runs reliably.

Key words: LabVIEW; controller; extruder; fault alarm; automation

目前轮胎市场行业竞争加剧, 国内外轮胎行业面临诸多的挑战, 如何保证轮胎的产品质量, 提高轮胎制造业的自动化水平与生产效率, 成为轮胎制造业研究的热点^[1]。

轮胎是将各种材料加入到橡胶原材料中, 经过混合加工、压出、成型、硫化工序制成, 压出环节采用的设备是橡胶挤出机, 它在轮胎和橡胶制品的生产过程中起着非常重要的作用, 直接影响着轮胎和橡胶制品的质量。传统的国内橡胶挤出机的上位机监控系统多是采用 C 语言或组态王开发的。由于 C 语言代码繁杂, 拓展性、可读性差, 再进行二次开发时费时费力, 程序重用性差; 而组态王作为传统的单一监控技术, 很难实现数据的高速传输和数学算法分析功能,

难以利用计算机处理器的多核性和多线程特点, 实时性差。

本文基于虚拟仪器技术开发平台, 结合可编程控制器、工业以太网技术构建橡胶挤出机控制系统, 实现了挤出机运行状态实时监测和实时故障报警功能, 并可对历史数据进行分析, 将处理结果以 Excel 文件形式输出。

1 橡胶挤出机系统组成和工作过程

橡胶挤出机系统主要由主机侧和辅机侧两部分组成: 主机侧包括机筒、螺杆、加料装置、机头、冷却装置和电气传动系统, 完成胶料的加热挤出等加工工

收稿日期: 2016-04-21; 修回日期: 2017-05-12

基金项目: 天津市应用基础与前沿技术研究计划资助项目(14JCZDJC39000)

作者简介: 杨世凤(1960—), 男, 河北人, 教授, yangsf@tust.edu.cn

序;辅机侧包括切割和卷取装置,主要完成挤出胶料的牵引与传送等,其工作流程见图 1.

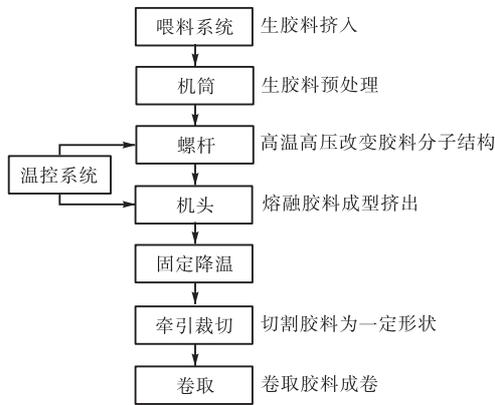


图 1 橡胶挤出机工作流程
Fig. 1 Workflow of rubber extruder

2 测控系统的硬件构建及功能

橡胶挤出机的检测与控制系统硬件主要由检测设备、现场工控机和控制器等组成,其结构图如图 2 所示.

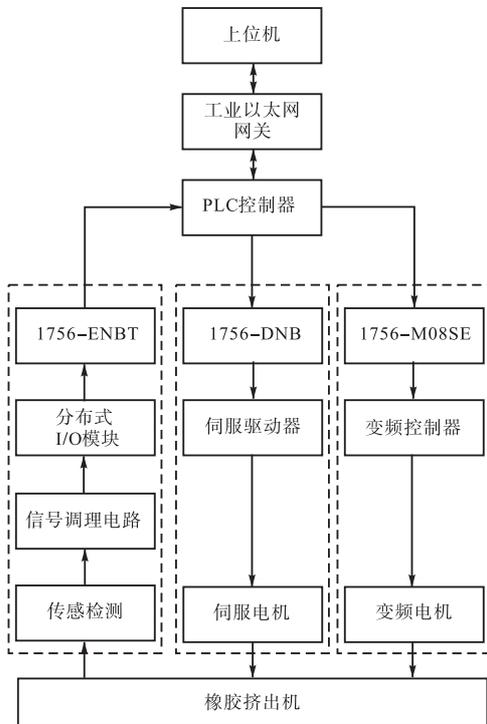


图 2 检测与控制系统硬件结构框图
Fig. 2 Hardware structure diagram of the detection and control system

系统检测部分主要由热电偶温度传感器、超声波位移传感器分别将胶料的温度和螺杆位移量(挤出

量)转换成电信号,通过集成的信号调理电路转换成数字量信号,然后输入给分布式 I/O 模块及 1756-ENBT 检测单元模块,最后输入给 PLC 控制器,通过工业以太网网关将数据传输到工控机上,工控机通过控制算法实施对挤出机的控制.

挤出机的控制系统按照工控机传输的指令,遵循通信协议通过工业以太网网关传输给 PLC 控制器, PLC 控制程序分别将信号发送给伺服驱动模块 1756-DNB 和变频驱动模块 M08SE,并通过伺服驱动器和变频控制器分别控制伺服电机和变频电机,从而控制挤出机工作过程.工控机选用研华工控机 IPPC-6152A,系统人机交互界面基于 LabVIEW 虚拟仪器开发并嵌入 Access 数据库系统,完成对生产过程的监控、数据存储和现场级的故障诊断^[2].

3 测控系统的软件开发与实现

系统现场测试与控制层由 PLC 采用梯形图语言编程实现系统温度和位移等的检测与控制功能,工控机系统基于虚拟仪器技术 LabVIEW 编程实现温度控制算法、状态监测与故障诊断、生产数据记录报表等功能^[3],系统软件框图如图 3 所示.

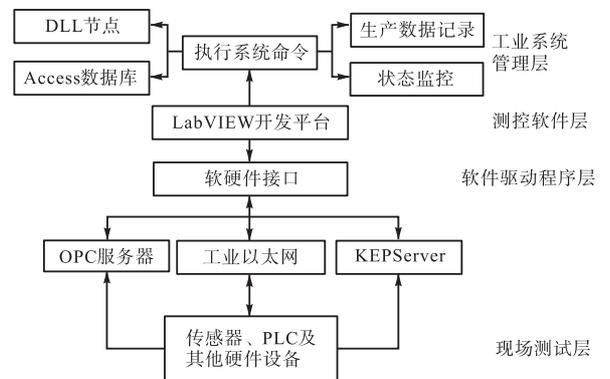


图 3 系统软件框图
Fig. 3 System software block diagram

3.1 PLC 程序的设计与实现

PLC 编程利用 RSLogix5000 编程软件,采用梯形图编写.采用模块化编程思想,将不同功能按模块划分后编写为子程序,只在调用时才运行,调用结束后清空内存.主程序通过调用子程序完成检测和控制功能,并通过工业以太网协议与上位工业控制机进行信息交互,便于系统的组态和监控^[4].

3.2 系统上位机的软件编程实现

工控机系统软件采用 LabVIEW 开发,主界面如

图 4 所示. 开发的监控系统处于系统测控软件层, 通过调用 LabVIEW 提供的相关函数完成系统 DLL 节点和 ODBC 接口, 执行系统命令, 并通过工业以太网等外部接口完成现场设备信息交互^[5].

挤出机的状态监控与显示功能虚拟按钮置于工控机主程序控制面板上, 采用按钮触发程序模块响应方式触发具体功能, 主要包括用户登录、参数管理、状态显示、产量管理、急停示意、机头运行曲线等.



图 4 橡胶挤出机检测与控制系统主界面

Fig. 4 Main interface of measurement and control system of rubber extruder

3.2.1 温度检测与故障报警

对挤出胶料的温度检测是通过热电偶温度传感器实现的, 它与挤出速度、螺杆类型、机头压力、挤出温度分布、胶料配方等有关^[6]. 系统根据设定值实时检测每个工序的温度是否异常, 如果发生异常, 则弹出报警提示窗口, 并采用声光报警. 其中, 声音报警是利用 LabVIEW 的 ActiveX 控件调用 Windows 自身的媒体播放器, 播放已经录制好的报警音效文件, 提醒工程人员; 在报警的同时通过进料控制系统停止进料, 显示报警内容和故障定位; 系统软件提供的选项卡功能可以方便工程师在机头位置、温度检测、调节辊 3 个页面之间随时切换, 提高了检测效率. 温度检测实例如图 5 所示.



图 5 温度检测实例

Fig. 5 Example of processor temperature measurement

3.2.2 厚度和质量检测

在胶料挤出生产过程中, 采用超声波传感器检测挤出胶料的厚度, 采用称重压力传感器检测胶料质量, 并将胶料的厚度和质量通过控件的形式显示在面板上. 如图 6 所示, 图中通过柱状形式显示了每个工位的胶料厚度检测数据.



图 6 各个工位超声波胶料厚度检测

Fig. 6 Ultrasonic thickness measurement of each station

3.2.3 运行状态数据管理功能的实现

数据库注册之后, LabVIEW 便可以通过开放数据库互联技术 ODBC (open database connectivity) 访问目标数据库, 对数据库的访问通常分为打开、操作、关闭 3 个步骤. LabVIEW 内部集成大量的函数包, 其中就包括对数据库进行操作的函数包 DCT (database connectivity toolkit), 利用 DCT, 程序员不必知道 ODBC 技术的 API 接口就可以和目标数据库建立联系. 配合 SQL 语句的使用^[7], 可以方便地对数据库进行操作, 包括创建表格、删除表格、添加记录、查询记录等. 访问数据库示例见图 7.

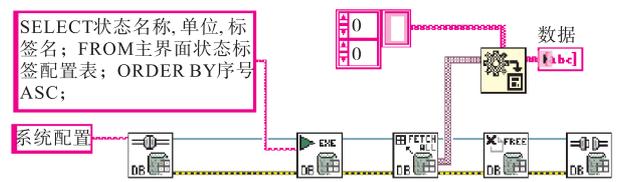


图 7 LabVIEW 访问数据库操作示例

Fig. 7 Operation example of LabVIEW access database

数据报表系统是生产中不可缺少的统计工具, 它能够将生产过程中的各个数据保存在 Excel 格式的数据表中, 为工程师分析生产过程提供科学的依据. LabVIEW 提供了 Report Toolkit 工具包^[8], 含有常用的 Excel 函数, 支持标准的 HTML、Word、Excel 文件格式. 使用 Toolkit 函数不仅可以设计表格格式, 还支持对打印机设备的调用, 可以方便地生成各种形式的报表, 提高工作效率.

4 结 语

采用虚拟仪器、可编程控制器、计算机集成技术开发了橡胶挤出机监控系统,实现了系统运行状态的实时采集、实时分析、实时控制及故障诊断等功能,实现了挤出机生产过程的自动化.系统投入运行表明:基于虚拟仪器技术开发的系统性能稳定、可靠,可方便地为用户增加系统功能,减少开发成本和时间,提高了生产效率和设备利用率.

参考文献:

[1] 任昭,毕俊喜.国内橡胶挤出机的发展状况[J].化工中间体,2015(6):176.

[2] 于蕾,孙鹏. ControlLogix 控制系统在煤矿带式输送机

运输系统集中控制中的应用[J]. 矿山机械,2009,37(23):61-63.

[3] Fauci J L. PLC or DCS: Selection and trends[J]. Isa Transactions, 1997, 36(1): 21-28.

[4] 李澄非,梁淑芬. 基于 ControlLogix 系统的电梯多级控制网络的应用[J]. 煤炭技术,2009,29(5):181-183.

[5] 赵晶. 基于 LabVIEW 的 TST-LCZ-2430C1 型轮胎成型机监控技术研究[D]. 天津:天津科技大学,2012.

[6] 于洋. 橡胶挤出机温度测控系统的研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2012.

[7] 邓李. ControlLogix 系统实用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2009:23.

[8] 陈树学,刘萱. LabVIEW 宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2011:400.

责任编辑:常涛

(上接第 56 页)

[6] Kao H, Li M, Lü X, et al. Preparation and thermal properties of expanded graphite/paraffin/organic montmorillonite composite phase change material[J]. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2012, 107(1): 299-303.

[7] 周盾白,周子鹤,贾德民. 石蜡/蒙脱土纳米复合相变材料的制备及分析[J]. 化工新型材料, 2009, 37(7): 108-110.

[8] Cai Y B, Hu Y, Song L, et al. Preparation and flammability of high density polyethylene/paraffin/organophilic montmorillonite hybrids as a form stable phase change material[J]. Energy Conversion and Management, 2007, 48(2): 462-469.

[9] 李忠,于少明,伍广. 有机蒙脱土的制备研究[J]. 安徽理工大学学报:自然科学版,2005,25(2):55-58.

[10] Zhang J C, Zhang Z P, Hu B, et al. New method of preparation and property study of the montmorillonite modified with CTAB[J]. American Journal of Botany, 2011, 284/285/286(12): 377-381.

[11] 岳帅. 石蜡相变微胶囊的制备及其储热性能研究[D]. 沈阳:辽宁大学,2014.

[12] Lagaly G. Interaction of alkylamines with different types of layered compounds[J]. Solid State Ionics, 1986, 22(1): 43-51.

[13] 赵义清. 定形相变材料的制备及其定形效果的研究[D]. 上海:复旦大学,2011.

[14] 张金辉. 石蜡及其复合相变材料的热物性研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2014.

[15] 白庆华,李鸿义. 增稠剂的研究进展[J]. 河北化工, 2011, 34(7): 46-48.

[16] 徽英. 羧甲基纤维素石蜡松香胶[J]. 纸和造纸, 1982(3): 27-28.

[17] 赵华雄,韩卿,王利君. 石蜡乳液的制备及其在表面施胶中的应用[J]. 造纸化学品,2009,21(5):25-27.

[18] Lee T, Hawes D W, Banu D, et al. Control aspects of latent heat storage and recovery in concrete[J]. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2000, 62(3): 217-237.

责任编辑:周建军