

轮胎成型机实时监控系统的研究

杨世凤, 刘帆, 樊祺

(天津科技大学 电子信息与自动化学院, 天津 300222)

摘要:针对现有成型机监控系统 OPC 技术的数据丢包、延时较长等缺点, 基于虚拟仪器 LabVIEW 开发平台, 开发了智能检测与监控系统。该系统采用调用动态链接库的方式, 编写 LabVIEW 程序, 直接通过以太网模块与下位机通讯。以太网环网采用 EN2TR 和 ETAP 模块, 实现了线形与星形的网络结构相结合, 有效地解决了星形连接中出现单断点造成整体网络掉线等问题。通过实验室及场内测试表明, 该系统可以满足成型机的工作要求和上位机监控系统对实时性与稳定性的要求。

关键词:轮胎; 成型机; 监控系统; 虚拟仪器; 以太网; 环网

中图分类号: TQ330.4+6 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2014)01-0040-05

目前, 国内工业自动化领域大量采用如 WINCC、组态王、Ifix 以及 Rockwell 公司的 RS-View SE 等组态软件, 这些组态软件的设计面向多个行业, 可靠性提高, 功能强大, 可缩短工业监控系统的开发周期。但该类组态软件在一些方面实现的功能较为基础, 难以满足定制化、精细化的设计要求。例如, 参数中配方修改记录的功能只能与报警模块做到一起, 当两次修改同一参数时, 第一次修改的记录就会被清除, 对成型工艺实际工程造成了困扰。

基于 LabVIEW 的远程自动监测^[1]与智能诊断系统平台技术, 将虚拟仪器技术、智能技术、超媒体技术和集成分布技术等应用于大型设备的远程监测和故障诊断中, 进一步提高了设备运行的实时可靠性以及故障诊断的准确性和高效性, 减少了事故的危害性, 为轮胎成型机的远程监控技术研发开辟了新的路径^[2]。

本工作根据轮胎成型机工艺要求, 基于虚拟仪器 LabVIEW 开发平台, 独立开发了上位机智能检测与监控系统, 旨在实现轮胎成型机操作实时监控, 提高轮胎制造的技术水平。

1 硬件结构

轮胎成型机是轮胎生产过程中将半成品部件

按工艺要求成型轮胎胎坯的专用生产设备。成型过程可看作是各“零部件”的组装过程, 在很大程度上决定了轮胎成品的质量高低。

轮胎成型机实时监控系统中, 上位机、下位机和网络通信三部分构成。上位机操作界面采用 LabVIEW 构建基于 Internet 的远程监控与智能诊断开发平台, 采用实时在线控制和智能管理相结合、数学模型和知识工程相结合的设计方法解决系统的建立和编程问题。监控系统结构如图 1 所示。

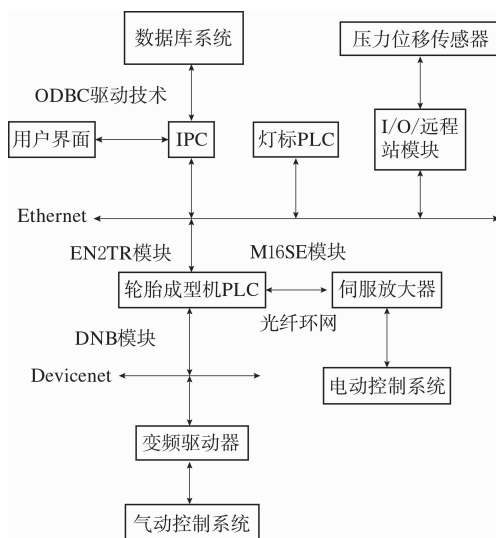


图 1 监控系统结构

2 软件设计

软件设计主要包括上位机 LabVIEW 软件设

计、下位机 PLC 的编程设计以及网络拓扑结构设计与 Web 发布三部分。

2.1 上位机 LabVIEW 软件设计

2.1.1 数据通讯

虽然通过 DataSocket 技术连接至 OPC 服务器与 PLC 进行数据交互在现阶段通用性好,且技术较为成熟,OPC 的开放性占据一定优势,但由于其延时较长,后台程序必须通过实时循环扫描读取,易造成读取数据的丢失,故采用上位机监控系统直接与 PLC Ethernet 环网模块进行通讯,以提高通讯速度。采用面向测量和自动化工程的网上实时在线监测编程技术,完成上位机系统软件的开发。PLC 与 IPC 的通讯结构如图 2 所示。

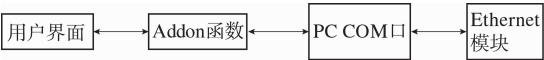


图 2 PLC 与 IPC 通讯结构示意图

1756-EN2TR 模块使用 Ethernet/IP 信息封装,符合标准的 TCP/UDP/IP 协议,通过 RSLinkx 或标准的 BootP 工具进行组态。PLC 的数据通讯接口除 AB RSView SE 以外,只提供基于 CIP 协议和 OPC 协议两类接口。本系统将上位机与下位机各部分设置好的 IP 地址通过交换机网线连接实现通讯,采用 LabVIEW 的 Addons 工具包 Ethernet/IP Industrial Communication VI 节点调用在任意线程运行的 EthernetIPInterface,根据编写的数据类型接口,程序设置好 EN2TR 模块的 Network path、Tag Name 和读取个数等,实现 PLC 与 IPC 之间的数据交换和数据处理。动态链接库调用的操作函数如下。

```
LV_AddAssemblyInstance;  
LV_CIPGetAttributeSingle;  
LV_CIPSetAttributeSingle;  
LV_CleanupSession;  
LV_CloseSession;  
LV_GetAssemblyINstanceData;  
LV_GetAttribute.
```

基于 CIP 协议对数据进行打包,使用 Sniffer 软件有针对性地对数据读写进行监控。主界面通讯数据打包前后的监控结果如图 3 所示。

对需要较大通讯量的实时数据获取、处理、数据转化、数据工程化和数据压缩,并针对配方参

协议	源IP	源端口	目标IP	目标端口	数据长度
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	47
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	47
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	47
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	47
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	47
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	47
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3116	50

(a)数据打包前

协议	源IP	源端口	目标IP	目标端口	数据长度
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	0
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	190
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	46
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	118
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	118
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	0
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	190
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	190
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	46
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	118
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	210
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	0
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	190
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	46
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	118
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	0
TCP	192.168.0.1	44818	192.168.0.250	3125	210

(b)数据打包后

图 3 主界面通讯数据打包前后监控结果

数、报警和手动操作等模块采取并行读取方式,以提高数据的传输速率。针对轮胎成型机自身的特殊工艺,本系统除 PLC 与 IPC 之间的数据实时通讯外,还需要读取并写入配置文件以及数据库等相关内容,实现成型机监控系统的功能。

通过配置文件对保存在项目中的加密配置文件进行访问,可以实现系统的初始化。初始化的具体过程是在系统开始运行时,通过读取预先配置好保存在配置文件中的数据,对程序中的相关变量进行初始化赋值;在系统结束运行时,将相关变量的值写入到配置文件中保存,以便下次运行时调用。

2.1.2 数据存储与管理

轮胎成型机在生产过程中,实时读写的数据大致可分为 Dint,Real 和 Bool 等,它们通常以数组形式存在。同时配方参数、产量信息和配方修改记录等大量数据需要实时存储和导出。产量管理程序框图如图 4 所示。本监控系统除了满足数据的读写操作外,还可以对记录在数据库的数据以 3D 饼图、列表和柱状图等形式展示,便于厂家对数据进行分析统计,可减少后续数据处理工作。数据分析的 3D 饼图如图 5 所示。同时,产量信息和报警记录等数据可以一键导出成 CSV 文件,为数据实时保存提供了平台。

数据库可以方便地实现数据的存储、管理和条件查询。针对成型机配方管理、产量管理等模

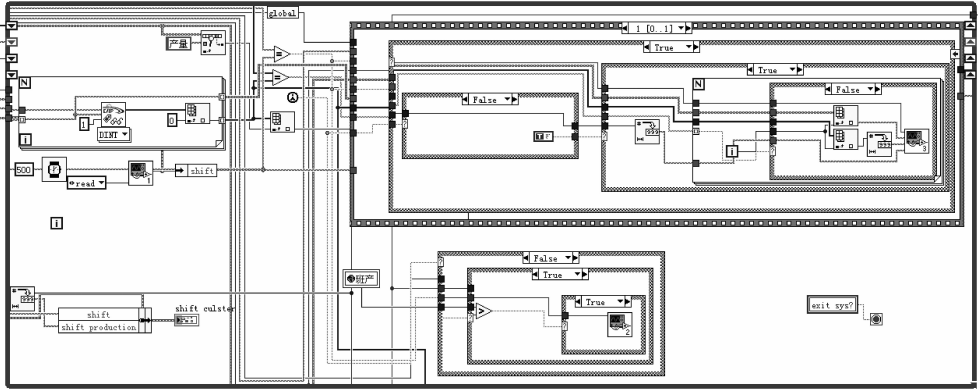


图 4 产量管理程序框图

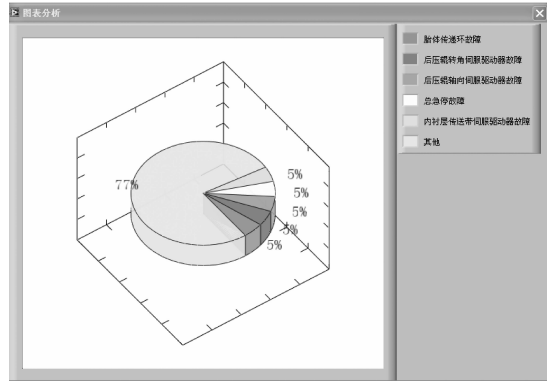


图 5 数据分析 3D 饼图

块的需求,采用 Microsoft Access 数据库以及开放式数据库互联 (Open Database Connectivity, ODBC) 技术,编写 ODBC 注册机对数据源进行注册,LabVIEW 可以通过 Database 工具包实现对数据库的访问。实现对 Access 数据库的操作过程包括 3 个步骤:打开已配置好的根目录数据源,对数据源通过 SQL 语句执行一系列的读、写、创建表等操作,关闭与数据库的链接。同时考虑到数据库因存储超过一定量的数据会崩溃而影响设备正常生产等问题,设计了数据库定时处理的模块,用户可以通过“系统设置-选项-数据库清零设定”对设定的数据库定期清除记录,保证监控系统的正常运行。

本系统构建一机多卡的刷卡机制,编写了 LabVIEW 程序上位机与刷卡机之间的通讯接口,用户信息的保密性得到了显著提高。通过对 Access 进行加密,实现不同用户权限的区分以及小时制密码后缀的动态性密码,提高了上位机监控系统数据以及用户权限的保密性。

2.1.3 界面及其他模块设计

根据轮胎成型工艺的要求,上位机监控系统需具备用户登录、手动操作、状态显示、参数设定、产量管理、系统配置和报警信息等 10 大功能模块,如图 6 所示。同时成型轮胎停留时间较长的界面应具备工位、操作方式、当前步骤、状态参数以及操作步骤等内容的显示功能。监控系统主界面如图 7 所示。

采用具有极大灵活性和可扩展性的状态机编程思想。将系统的功能划分为一系列状态,各状态间相互独立,减少了系统之间的依赖性,提高了程序的可靠性和灵活性。这种编程方法大大提高了程序模块之间连接和搭建的效率。

此外,采用模块化思想有助于软件的设计和

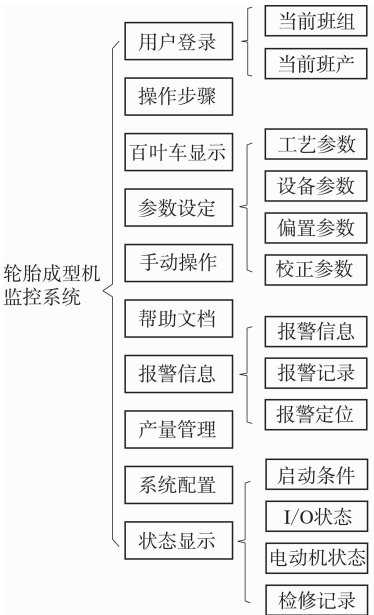


图 6 轮胎上位机监控系统功能模块



图 7 监控系统主界面

以后的改进升级。

2.2 PLC 程序设计

在选择控制系统方案时,因成型机不但有 I/O 逻辑顺序控制程序,而且具有伺服运动控制程序,Rock Well 公司的 ControllLogix 运动控制系统可以将这两种类型的控制集成在一起,非常适合成型机的控制。Rock Well 公司的 PLC 编程软件具有高度集成性,只需 1 个 RSLogix 5000 即可完成可编程控制器、伺服控制器和伺服驱动器的编程和设置,而有些系统则需要 2~3 个独立的软件包完成^[3]。Logix 可编程控制器处理器基于标记的寻址方式,可根据数据在应用中的用途来命名有意义的标记,使得编程更加轻松、程序可读性更强。运动控制部分采用虚轴和实轴相结合的方式达到控制目的,除常见梯形图结构编程外,使用 SFC 结构实现成型步骤自动控制部分程序的编写。考虑到 PLC 内部存储空间的结构,将与上位机通讯部分的 Tag 数据类型设置为 DINT 和 Real 型,使程序占用更少的内存。针对一些特殊工艺,模块化 PLC 程序,制定好模块的输入与输出,可提高程序的整体性与可读性。

2.3 网络拓扑结构设计与 Web 发布

下位机部分采用 RockWell 公司 AB Logix 5562 型 PLC,使用 1756-EN2TR 搭配 ETAP 模块进行以太网远程站的通讯,环网通讯^[4]解决了实际工程中单断点对设备造成的困扰,同时减少了通讯模块在交换机上的连接,有效的主环路和 ETAP 线性结构加上辅线路的星形拓扑结构,使设备的网络连接更加清晰。使用 1756-DNB 模块进行变频器通讯,使用 1756-M16SE 进行设备伺

服控制。通过 Ethernet, ControlNet 和 DeviceNet 三层网络连接,实现分布式处理以及上位机与下位机之间的通讯。同时考虑到除上位机外,所有 I/O 远程站以及灯标等模块的通讯均通过以太网,而以太网的 100 MB 带宽占用问题会影响数据的实时通讯效果,造成数据的延时和丢包,故在允许的范围之内设置各个模块的 RPI 时间,并设置相互之间交错数据包传输的时间间隔,实现数据包之间的相互传输时间间隔。

本监控系统通过 LabVIEW 的 Web 发布功能,采用 Embedded 嵌入方式,将用户程序完全嵌入到 Web 服务器,从而发布到互联网上。管理层人员可以在办公室或异地打开计算机通过浏览器连接到互联网,在浏览器的 URL 栏中输入服务器的 IP 地址或者 LabVIEW 生成的 HTML 文件名即可。通过申请程序控制权,在本地允许后获得监控系统的操作权。同时可以通过本地的锁定控制来锁住系统的控制权,保证系统运行的安全性。监控系统手动操作界面的 Web 发布如图 8 所示。



图 8 监控系统 Web 发布

3 结语

本系统使用 LabVIEW 开发平台实现了对轮胎成型机的监控,在实验室及场内的测试中,将上位机监控系统的结构进行了整合。系统主要特点如下。

(1) 实现了上位机与下位机通过以太网通讯, 将需要通讯的数据以数据包的形式发送与接收, 更好地利用了以太网的网络带宽, 避免了时延、丢包等问题。

(2)数据处理方便。如提供 3D 饼图、柱状

图、列表等多种显示方式,方便操作人员对数据进行处理分析,减少了工作人员在获取数据后再进行数据分析的工作量。CSV文件的导入导出功能实现了主辅机远程操作以及数据存储的功能。

(3)采用EN2TR和ETAP以太网环网模块,实现了网络的线形连接与星形连接相结合,有效解决了星形连接中出现的单断点问题。

(4)硬件采用RockWell公司的集成构架,缩短了工程开发时间,满足成型机的工艺需求。通过一机多卡等方式,使监控系统具有较高的保密性。

(5)可实现远程监控。通过Web发布功能使监控系统不仅可以在本地进行生产操作与控制,

在异地同样可以获取操作权,并且具有一定的安全性。

参考文献:

- [1] 路康,新贺敏.基于LabVIEW的农作物生态环境远程监测系统设计[J].安徽农业科学,2008,36(19):8378-8380.
- [2] 原晋辉.轮胎成型机计算机监控系统软件设计[D].天津:天津工业大学,2005.
- [3] 米玉柱.基于ControlLogix平台的运动控制系统的应用[J].科技资讯,2012,22(8):34.
- [4] 姚尹雄.分节环网通信协议的改进方法及其性能研究[J].长沙交通学院学报,1994,10(2):41-48.

收稿日期:2013-07-24

轮胎电子束预硫化新产品推介会 在武汉召开

中图分类号:TL55;TQ330.6+7;TQ336.1 文献标志码:D

2013年12月12日,湖北久瑞核技术股份有限公司“轮胎电子束预硫化新产品推介会”在武汉举行。中国橡胶工业协会轮胎分会、轮胎生产企业及媒体代表出席了推介会。

湖北久瑞核技术股份有限公司董事长兼总经理冯敬涛先生介绍:该公司是一家致力于民用非动力核技术研发、产业化及应用的高科技技术企业,经过多年的不懈努力,在薄膜辐照、轮胎预硫化、涂层固化等多个应用领域取得了突破,并在武汉市汉南区建成了工业电子加速器生产基地。该工业电子加速器生产基地的建成,填补了国内在低能和超低能自屏蔽电子加速器生产及其应用方面的空白。

中国橡胶工业协会轮胎分会秘书长蔡为民指出,当前,无论是轮胎行业还是装备行业都存在低端产品产能过剩的问题,恶性竞争、打价格战,搞不正当促销手段,伤害了行业和企业;制造业面临的问题是,企业之间趋同性,技术同质化、产品同质化,缺乏差异化和有自身特色的拳头产品。轮胎电子束预硫化设备可以提高劳动生产率,提升产品质量,轮胎行业和企业需要的就是这样的高新技术、高品质的装备。

湖北久瑞核技术股份有限公司轮胎事业部

技术总监郭英军以及轮胎用户代表对其实际应用情况做了详细介绍。电子束辐照轮胎预硫化技术主要运用于轮胎内衬层、过渡层和胎体纤维帘布层等材料的辐射预硫化,以达到降低轮胎制造成本并提高轮胎综合品质的目的。山东金宇轮胎集团有限公司采用该技术和设备生产了轿车子午线轮胎,检测数据表明,轮胎外缘尺寸、磨耗标志高度、强度、耐久性和高速性能均达到了国家标准GB 9743—2007的要求,而且成本效益很大。

“电子束(EB)辐射预硫化在轮胎制造中的应用技术”于2013年9月12日通过了中国化工学会组织的科技成果鉴定。鉴定意见为:项目研制的电子加速器具有高效、实用、辐照均匀性好、自屏蔽辐射安全可靠、占地面积小、安装简便等特点;创新的嵌入式电子加速器专用设备是射线自屏蔽技术、低能电子产生技术、引出技术、剩余电子吸收技术、高压电源技术等多项技术组合的整套低能自屏电子束辐射装置,已获得多项发明专利和实用新型专利,拥有完全的自主知识产权;电子束辐射预硫化技术在轿车子午线轮胎纤维帘布压延中的实际应用表明,设备性能稳定,各项性能指标符合设计要求,产品质量提高,轮胎耐久性、高速性能提高尤为明显,技术达到国际先进水平;项目经济效益显著,市场前景广阔,建议尽快推广应用。(本刊编辑部 李静萍 黄丽萍)