

基于工业以太网的染色设备监控系统

张建新

(浙江理工大学 浙江省现代纺织装备技术重点实验室, 浙江 杭州 310018)

摘要 鉴于传统现场总线控制系统的局限,研究工业以太网进入染色设备监控领域的技术背景及可行性。探讨以太监控网络的现场控制层和生产管理层的硬件和软件组成。利用以太网模块 ADAM5000 实现了该监控网络,并开发了染色过程控制软件以及生产管理软件。研究表明,基于工业以太网的染色设备监控网络具有组网简单、开发维护容易、性能优越等特点,对于实现纺织工业通讯的标准化和印染厂的自动化、信息化具有较强的现实意义。

关键词 工业以太网; TCP/IP; 染整; 监控

中图分类号: TS 103.7 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2005)04-0109-04

Supervising and controlling system of dyeing machines based on industrial Ethernet

ZHANG Jian-xin

(Zhejiang Provincial Key Laboratory of Modern Textile Machinery,
Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou, Zhejiang 310018, China)

Abstract Because of the limits of the traditional fieldbus control system, the technology background and feasibility of applying the industrial Ethernet network to the field of supervision and controlling of dyeing machines were studied. Especially the architecture of this network including its hardware components and software components was researched. The network was realized using the ADAM5000 Ethernet modules and the software including the dyeing control process software and the production management software was developed. The results show that the dyeing machines network based on the industrial Ethernet network has the advantages of building network simply, developing and maintaining easily and performing well and so on, and will provide some better realistic instructions on realizing the communication standardization of textile industry, the automatization and the informatization of the dyeing industry.

Key words industrial Ethernet; TCP/IP; dyeing and finishing; supervising and controlling

纺织染整企业要建立小批量、多品种的快捷生产方式,就必须建立全企业的管理网络和控制网络,实现计算机集成制造。目前染整企业管理网络采用成熟的以太网技术,实现了企业的办公自动化系统。但是在传统染整企业中,染色设备之间并没有实现真正意义上的联网,控制网络并不发达,管理网络无法和控制网络集成,来获取生产现场信息。

近年来出现的现场总线技术,使得设备之间甚至传感器、执行器之间的互联成为可能,实现了企业的控制网络。但现场总线也面临着标准繁多、难以与企业管理网络集成等诸多问题。近年来出现的工业以太网技术,以成熟的 TCP/IP 协议作为设备、器件之间通信的标准协议,将整个企业的管理网络和控制网络的网络协议进行了统一,解决了控制网络的实现以及控制网络与管理网络的集成问题。

本文设计了一个基于工业以太网技术的染整企业监控网络,采用 ADAM5000 模块实现,并对组成该网络的硬件和软件系统进行分析和介绍。该网络的建成,对于实现美国纺织工业协会(ATMI)提出“需要一种统一的标准实现纺织企业的信息标准化流动”^[1]的目标进行了有益的尝试。

1 工业以太网技术概述

工业以太网技术是以太网技术在工业过程领域的应用,其协议标准与以太网技术完全相同。以太网技术以其灵活、方便的连接方式,高效、低廉的性价比,在当前的局域网领域得到了广泛的应用。但是,众所周知,传统以太网由于采用共享介质拓扑结构,多个设备(结点)采用 CSMA/CD 介质访问控制方法来争用一个介质,因而它是一个不确定性网络,这

是影响以太网长期无法进入工业控制领域的重要原因。另外,由于工业以太网设备的工作环境与办公环境存在较大差别,所以工业以太网设备要求能在较宽温度范围内工作,封装牢固(抗振和防冲击)、导轨安装等。

近年来,对传统以太网进行了以下方面的改造,使其逐渐适应工业现场的需要,能够被现场使用^[2]。

1) 采用快速以太网来加大网络带宽,通过采用提高带宽,限制总线上站点数目,控制网络流量等措施后,在相同通信量的条件下,可以使总线型网络保持在轻负载工作条件下。因而减少了因竞争信道而引起的碰撞,相应地提高了实时性,也就提高了网络通信的确定性。2) 采用交换式以太网,用交换技术替代原有的总线型 CSMA/CD 技术,避免了由于多个站点共享并且竞争信道导致发生的碰撞,减少了信道带宽的浪费。3) 很多公司已经开发出可以应用在工业现场的嵌入式以太网模块,实现远程监控。它们能适应工业现场的恶劣环境而正常工作。

以太网在企业基层的应用使得接口问题和不同系统、不同层次之间的数据转换问题成为过去。据预测,2004—2007年,工业以太网结点将年增长 84.1%,到 2007 年将会达到 6 百万个结点。

2 系统的硬件组成

2.1 网络拓扑结构图

在设计网络拓扑结构的时候,首先要考虑以太网的实时性和不确定性问题。采用基于分散控制的设计思想进行网络拓扑结构的设计^[3]。分散控制思想可以使控制风险分散,并减少网络中的信息流量,从而提高实时性。每台染色设备配备一个电控箱,作为工业以太网的一个结点,分配一个独立的 IP 地址。整个网络的拓扑结构图可以组成一个交换式的星形网络。整个监控系统网络分为 2 层:现场控制层和生产控制层。如图 1 所示。

染色车间的各台染色设备通过车间级交换机连接起来,构成星形网络。在每个车间有一个车间级的现场控制服务器,负责染色流程编辑、下载、化验室管理和称重、自动加药、货物调配、实时数据采集等功能,组成了一个车间级的染色设备监控系统。该监控网络再和整个工厂的其它网络和服务器通过工厂级以太网交换机连接起来,组成一个全交换层次结构的网络。传统的 DCS 系统采用和上面的结构类似的结构,但是封闭专有的网络。而常规的现场总线控制网络,其在车间级上的结点互连采用的是以太网,而在现场控制层则采用现场总线作为通

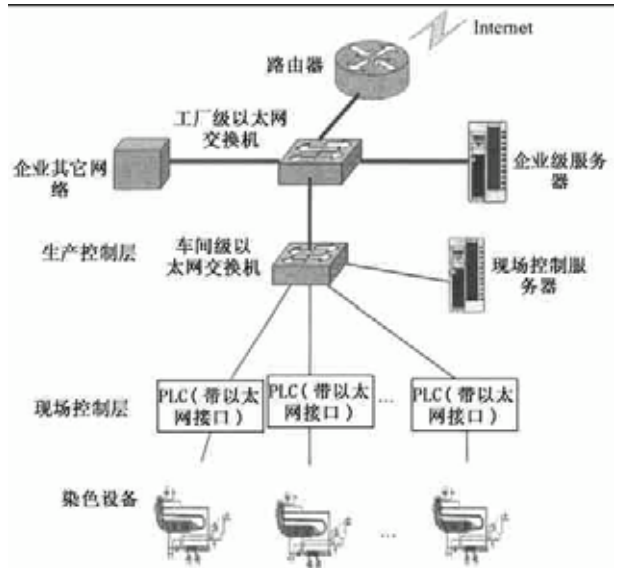


图 1 网络拓扑结构图

信介质,需要采用专有的现场总线设备,编制专有的软件系统,与上层办公以太网不能实现无缝连接。

2.2 现场控制层的硬件组成

现场控制层的硬件主要是由以太网接口的 PLC 输入输出模块和以太网交换机等组成^[4]。PLC 和输入输出模块安装在电控箱中,负责对各自的染色设备进行巡回检测,采集所需的数据,并根据上位机设定的参数和染色流程,指挥染色设备上的阀门、电机等执行器件实现对单台染色设备入水、入布、备药、加药及药桶水洗、压力控制、温度控制、水洗、出布等工序工艺参数的控制,保证染色的均匀性。以太网交换机负责将车间各台次染色设备控制器连接起来。可以根据车间内染色机台的多少来选择以太网交换机。原则上对所连接的设备个数没有具体的限制。

带以太网接口的 PLC 选择的是 ADAM8000 系列产品或者选择传统的基于 PC 的 ADAM510 PLC。由于 510 没有以太网接口,需要再选用一块 ADAM4577 模块(串行口转以太网模块)将其连入以太网。溢流染色机包含的输入输出点数为:DI 共 16 个、DO 共 27 个、AI 共 2 个(用于温度控制和液位控制),为此可以选购带 16 路 AI 的 ADAM5051 一块、16 路 DO 模块 ADAM5056 二块,8 路 AI 输入模块 ADAM5017 一块共 4 块,恰好可以供一台 510 PLC 的 4 个插槽。以太网交换机的选择必须适应工业现场的要求,不能使用普通机房用的交换机,本文选用 MOXA 的工业以太网设备服务器 ED6008-MM-SC。

2.3 生产管理层的硬件组成

生产管理层的计算机主要任务是对生产过程进行监控,并为上级管理层提供生产过程信息。主要

包括生产过程管理计算机和数据库服务器以及网络服务器等。本层向上通过办公室以太网连接到工厂的 Intranet 中,向下通过工业以太网将各个染色设备连接成网络。

生产管理机上运行生产管理系统软件,其主要功能:1)对染色设备进行控制参数设定,设定和编辑染色流程;设定和编辑染色机参数如温度控制的 PID 参数,液位参数等。2)实时采集并显示染色设备的数据如液位、温度、步骤信息。3)根据订单,产生工序单、生产指令单以及染料单进行排缸等运算。生产管理机需要采用较好的硬件系统,可以是一台和多台计算机,一般用 Windows 作为操作系统。

数据库服务器也需要采用性能较好的硬件系统。其操作系统可以是 Linux 和 Windows,可以选用各种合适的数据库管理系统。在生产管理层,网络服务器主要功能是实现上下层网络的互联,由于上下层网络类型相同,不需要协议转换软件,网络服务器也可以和生产过程管理计算机合二为一。

3 系统的软件组成

系统的监控软件可以分为系统软件和应用软件两大类^[3]。系统软件包括数据库管理系统软件、操作系统软件。应用软件包括 2 个部分:一个是前面所述的生产管理软件,它运行在服务器上,另一个是在每个 PLC 上运行的染色过程控制软件。从软件模块功能分,可以分为数据库软件模块、总控模块、监控模块、生产管理模块和通信模块。

3.1 数据库的设计

在数据库设计中,将监控系统部分的数据库和整个染整企业的生产管理数据库系统结合起来,这样生产过程的数据能为整个企业管理信息系统所共享。整个数据库系统包含从订单到化验室、生产过程等多个数据表格。与监控系统有关的数据表格主要有:染色设备信息表(主要记录染色设备的各项参

数如编号以及 IP 地址、生产厂家等);通信协议表格(记录应用层通信协议的相关信息,主要是指传递数据的格式);染色流程信息表格(记录染色流程的信息以及步骤参数);染色设备状态信息表(记录染色设备实时的参数状况,如温度、压力和液位,当前正在执行的染色流程步骤号等)。其它的如染色配方表、订单表以及织物(纱线)规格表等都是生产管理数据库的一部分。

数据库管理系统软件采用 Linux 平台下的 PostgreSQL 开放源码的数据库管理系统,它具有性能优越、成本低等优点。

3.2 生产管理软件的设计

如前所述,生产管理软件主要由染色流程编辑模块、通信模块、染色参数设定模块(这个模块和染色流程编辑模块合在一起,作为一个特殊的染色流程,如参数设定染色流程)、实时数据监控模块以及排缸模块等组成。本项目中整个软件采用 PowerBuilder 开发。生产管理软件和染色过程控制软件之间通过 TCP/IP 协议进行通信。TCP/IP 协议没有应用层协议。针对这个具体的应用,定义了一个简单应用层的协议,指出了生产管理软件和染色过程控制软件之间传送参数、监控数据回传时的具体格式。参数有染色设备参数和染色工艺参数两类。染色设备参数包括染缸的最高温度、安全温度、染缸排水排干时间、取样和检查时间、PID 参数等,其值相对固定。染色工艺参数与所染布匹、所染颜色等具体的工艺过程密切相关,是通过打样时生成的染色工艺曲线获取的。回传数据指出当前染色设备的状态和染色工艺的状态,也包含报警信息的状态。

3.3 染色过程控制软件的设计

该软件运行在 PLC 上,软件编制采用 PLC 编程语言——梯形图语言完成。本研究采用基于 PC 的 PLC ADAM510,不需要学习专门的梯形图语言,可以直接用 C 语言完成程序的设计。整个软件的架构见图 2。

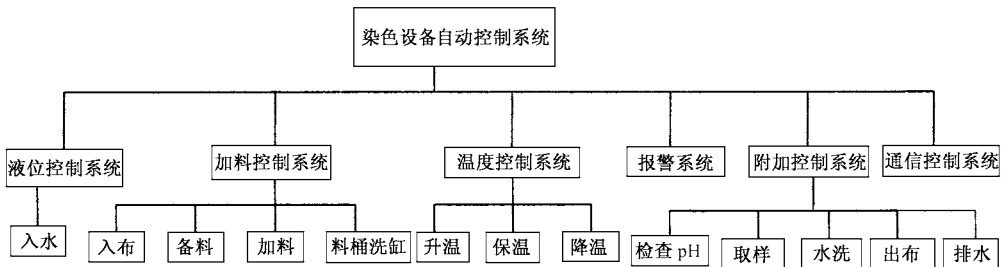


图 2 染色过程控制软件架构

4 结 论

采用 TCP/IP 协议的工业以太网,正逐渐替代标

准繁多的现场总线,成为纺织行业新的设备联网标准。从目前的趋势看,以太网进入工业控制领域是

(下转第 114 页)

(上接第 111 页)

必然的。

基于工业以太网标准的染色设备监控网络,是染整企业 Intranet 的一个重要组成部分。它可以和染整厂的染料称重配色系统、纱(布)出库和入库系统组成一个全自动化的染整厂层次化控制系统。该自动控制系统和染整企业的财务子系统、销售子系统和人事子系统等一起,组成染整厂信息化的基本模型。工业以太网使得这个层次化模型之间的连接变得更加畅通和容易。

参考文献:

- [1] George Schneider. Industrial Ethernet :an open standard in the market [J]. Control Solution International ,2003 ,(9) :30 - 32 .
- [2] 张广辉,徐江华,邵惠鹤.基于交换式以太网的嵌入式控制系统[J].自动化仪表,2003,24(6) :5 - 7 .
- [3] 诸葛振荣,柏建新,刘伟成. Intranet 在电子提花机生产监控中的应用[J].纺织学报,2002,23(3) :52 - 53 .
- [4] 朱新杰,陈宗农,詹建潮,等.基于 PLC 的织机集散监控系统 [J].纺织学报,2001,22(6) :35 - 36 .