

企业控制网络技术

唐鸿儒 扬州大学工学院电气工程系 (225009)
丁伟 东南大学计算机科学与工程系 (210096)
褚健 浙江大学工业自动化国家工程研究中心(310027)

Abstract

Nowadays the number of devices of measurement and control on the plant-floor is more large than the nodes of Internet. The control network to connect those devices will enhance the performance of control system. And the mode of running the plant will be changed. Following the analyzing the current status, coexistence of multi-fieldbuses and multi-systems and multi-techniques, this article sets forth the theme for the control network that will be integration. Several significant techniques for plant-floor control network such as interoperability, OPC, industrial Ethernet, TCP/IP used in field, and real-time management system of field intelligent device is introduced briefly. Some integration technology such as interconnection of control network, groupware of automation software, and browsing real-time data based on Web browser are presented.

Key Words: control network, integration, groupware of automation, browsing real-time data

摘要

工业现场测控设备的数量远比现在 Internet 上的设备多,连接这些设备的控制网络将使得控制系统的性能大幅度提高,并将改变企业的运行管理模式。本文从当前现场控制网络中存在多种现场总线、多种系统和多种技术的现状,阐述了集成是现场控制网络发展的主题。简要介绍了对现场控制网络具有重要影响的设备互操作性技术、OPC 技术、工业 Ethernet 技术、测控现场采用 TCP/IP 技术和现场设备实时管理技术。介绍了现场控制网络集成中的网络连接技术、自动化软件套件技术和基于 WEB 浏览器的实时信息监视技术。

关键词:控制网络,集成,自动化软件套件,实时信息浏览

1 概述

控制网络分布在各种工厂的自动化生产系统中,分布在建筑物的照明、空调、安全等系统中,甚至电饭煲、洗衣机等家电设备也可以接入控制网络。由于控制网络的使用范围十分广泛,特别是,控制网络上设备的数量要远远超过数据网络上设备的数量,因此根据 Metcalfe 定律(Metcalfe 定律:由于通信及数据共享能力的增加,网络系统的功能将随网络设备数目的增长而呈现指数性地增长。)可知,控制网络分布得越广,网上的设备越多,它的功能就越强。现在 Internet 和 Intranet 正在把世界范围的计算机和通信设备联成一个全球化的数据网络,产生了比孤立的网络强大得多的功能。如果控制网络上的设备也接入 Internet,前景将无限广阔。

2 集成是现场控制网络发展的主题

图 1 给出了一个企业信息网络系统结构示意图。企业内部管理采用 Intranet 技术,并且和 Internet 连接,生产过程检测、控制由各种现场总线智能单元

组成现场控制网络,它又称为工厂底层网络,或者称为 Infranet。这种 Internet Intranet Infranet 企业信息网络结构使得生产现场的运行数据能够方便地提供给各级相关人员,为科学管理、安全运行和有效维护提供了基础。由于各种现场总线技术的发展和竞争、各种计算机主流技术在工业控制领域的渗透和应用以及自动化技术发展的延续性和继承性,工厂现场控制网络必将出现多种现场总线共存、多种系统集成和多种技术集成的局面。图 1 中的现场测控层由各种控制系统组成,如 FF 现场控制系统、Profibus 现场控制系统、DCS 系统等协同完成测控任务,因此,集成将是近期企业信息网络发展的主题。

2.1 多现场总线集成

世界上已经出现二百多种现场总线技术,其中有十几种在不同的领域得到了广泛应用。由于各种现场总线代表着不同公司多年的研发投资和市场利益,不同总线的技术侧重面不同,各有特色,各有相应的应用领域,且就目前各种现场总线技术来看,没有哪种

现场总线能够完全适用于所有的应用领域。从多年来现场总线国际标准制定过程的激烈竞争情况,也可以看出这点,在无奈和妥协中,FF的H1、ControlNet、Profibus、InterBus、P-Net、WorldFIP、Swiftnet、FF的高速Ethernet即HSE共8种现场总线同时成为IEC现场总线标准的子集。有些虽不是国际标准的现场总线同样也已经占有很大的市场份额,如LonWorks,它们同样可能在某一个或者某几个领域占有主导地位。因此,多种总线共存的情况将在一个很长的时间内共存。各个公司顺应这一情况,相继推出能够让多种现场总线协同工作的控制系统。如FF的急先锋的Smar公司的System 302系统能够包容Profibus, FF, HART和4-20mA;西门子公司PCS7系统上则由工业Ethernet, Profibus (DP, PA), DeviceNet, AS-interface等组成,罗克韦尔公司则推出由Ethernet、ControlNet、DeviceNet层总线构成的系统;法国Alstom公司的Alspa 8000系统能够包容Ethernet、WorldFIP、Hart。相互包容,多种现场总线集成起来协同完成工厂测控任务,是目前自动化系统供应商抢夺市场的重要策略,只有这样才能适应目前现场测控设备多态性和用户需求多样性的需要,最大限度地保护用户的利益。

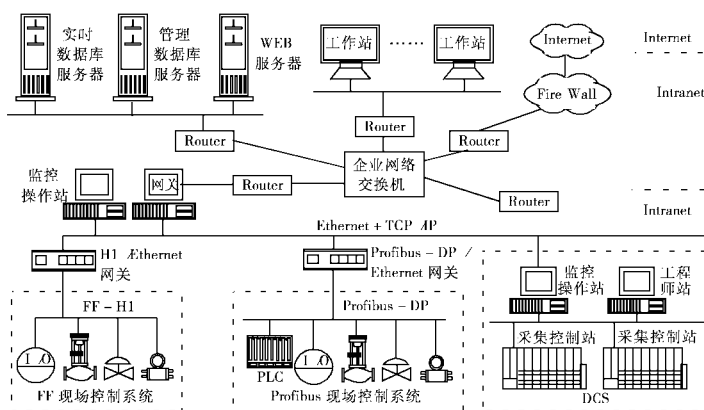


图1 企业信息网络系统结构示意图

2.2 多系统集成

由于技术发展的连续性和继承性,同样也是由于不同系统研发投资和市场利益的驱使,现场总线控制系统(FCS)的出现,不会使得其它系统很快消失。作为产品形态的DCS、PLC等已经具有大量的应用基础,加之DCS、PLC自身的全数字化、网络化等的改进,它们必将继续存在一段时间。多种系统集成将是现场总线控制系统与传统控制系统(如DCS、PLC等)的集成和各种现场总线控制系统之间的集

成。集成主要体现在现场通信协议的相容、不同系统数据的交换以及组态、监控、操作界面的统一。

2.3 多技术集成

多年来,由于工业环境的特点,自动控制技术的发展一直沿着自己道路向前,然而,近二十年来,计算机技术、通信技术、芯片技术、网络技术飞速发展,许多有识之士惊呼“技术发展太快了!”的同时,在思考如何直接利用别的领域的技术,来带动本领域的发展,跟上时代的步伐。由此,在计算机控制网络中出现了多种技术的集成。最为典型的是国际现场总线基金会(FF)在制定其高速现场总线标准时,直接借用100M的Ethernet作为它的高速现场总线标准,这是自动化领域第一次采用别的领域的标准,这是一个新开端,紧跟其后,许多计算机网络中的主流技术如Ethernet、TCP/IP、WEB等被应用到工业现场。我们在研究时注意到下面的技术对现场控制网络具有极其重要的影响:

2.3.1 设备互操作性技术

互操作性包括两方面的含义:一是设备的可互换性,指来自不同厂商的设备在功能上可以用同一功能的同类设备互换,而不影响设备的功能,也不牺牲控制系统的集成度。二是设备的可互操作性,指来自不同厂商的设备可以相互通信,还能正确理解所交换数据的含义,并能在不同的环境中完成其功能。实现互操作性有两大关键技术:功能块和设备描述(DD)功能块(FB)技术是程序设计中的模块组件技术在现场总线中的应用,所不同的是在现场控制网络中模块之间交换的数据许多是通过网络来交换的,它使得测控工作有现场测控仪表就地完成。现场总线设备描述(DD)技术和Windows程序设计中的设备无关技术有许多相似点,为设备的可互操作性奠定了基础。

2.3.2 OPC技术

目前工业自动化系统绝大多数是封闭的系统,缺乏统一、标准的开放式接口。不同厂家的SCADA、DCS、HMI软件对控制系统硬件操作的设备驱动程序接口也各不相同,这样为了对市场上不同厂家的设备都能管理,控制软件厂家必须针对市场上的几百种常用的硬件都开发设备驱动程序。OPC(OLE for Process Control)的开发目的是要标准化监控或者管理软件与现场设备之间的接口,建立统一的数据存取规范,这个接口规范不但能够应用于单台计算

机,而且可以支持网络上分布式应用程序之间通讯,以及不同平台上应用程序之间的通讯。OPC的基础是微软的OLE、COM及DCOM技术,该技术完全支持上述分布式应用和异构环境下应用程序之间软件的无缝集成和互操作性。

2.3.3 Ethernet 进入工业现场

Ethernet 进入工业现场是在没有任何组织推行下、工业控制领域的志愿行为,它源于 Ethernet 的低成本、开放性、广泛的开发和应用的软件硬件支持,也是目前应用最广泛的网络技术。目前许多控制系统设备提供厂商都已经采用 Ethernet 作为工厂底层控制网络的信息传输主干,用以连接系统监控设备和现场高级智能设备。Ethernet 是很有潜力的现场总线。

2.3.4 TCP/IP 进入工业现场

TCP/IP 进入工业现场,使得工厂的管理可以深入到控制现场,是 Intranet 延伸到现场设备的基础,是通过 Internet 远程监控工业生产过程和远程系统调试、设备故障诊断的基础。工业现场最典型的应用形式是 Ethernet + TCP/IP。已经出现具有 Ethernet 接口和 TCP/IP 协议的现场测控仪表和传感器。

2.3.5 现场总线设备管理技术

由于模拟仪表只能提供过程参数的测量信号,不能提供任何别的信息,因而设备管理无从谈起。现场总线设备除了可以提供过程变量的测量值,还可提供设备运行的状态信息以及设备制造商提供的设备制造信息等。现场总线设备管理技术则好象在现场生产过程中开设了一扇窗口,运用现场总线仪表所赋予的丰富的管理信息,可以直观、全面地反映现场设备状态,以便把传统经验型的、被动的维护管理模式,改变成主动的、可预测性的设备管理与维护模式。设备管理系统所能完成的功能包括:设备组态管理,设备状态监测、故障诊断及调试,设备参数标定及管理,设备维护管理,设备管理报告自动生成。现场总线设备管理系统的目的是保证正常生产过程和避免非预计的事故停机。

3 现场控制网络集成技术

面对多种现场总线技术并存、多种系统并存、多种技术并存的局面,集成是近期现场控制网络研究的主题。下面简要介绍现场控制网络集成所涉及的一些主要技术。

3.1 网络互连技术

由于控制现场多种系统和多种总线的存在,控制网络的连接要求能够保证不同系统、不同总线实现数

据交换和不损失系统的原有功能。由于各种现场总线的通信协议差别很大,因此不同现场总线网络系统互连时通信协议的转换是研究的关键。不可能研制所有不同控制网络中两两互连的网关设备,目前主要的现场总线之间已经提供了互连的设备,或者提供了能够连接到某一公认网络的连接(如到 Ethernet 的连接)如在图 1 中的 FF H1/Ethernet 网关、Profibus-DP/Ethernet 网关、DCS/Ethernet 转换的网关等。现场网络交换机也是实现控制网络互连的重要解决方案,如我们可以用以太网交换机将 FF 现场控制系统、Profibus 现场控制系统、DCS 控制系统连接起来。但必须注意,网关设备进行协议转换可能会影响数据传输的实时性。此外,网络之间数据传输的路由选择也是网络互连的主要研究内容。

3.2 自动化软件套件

由于在现场设备中增加了在线组态、整定和自诊断等功能,监控组态软件必须设计成能够使用现场总线设备的视图功能、报警、趋势和静态事件更新等功能。在办公自动化中出现的集成软件套件技术在过程自动化领域中也开始出现这种趋势,OPC (OLE for Process Control) 技术使得工厂自动化套件成为可能。工厂自动化套件可能包括下列内容:(1)过程监督:操作员接口(各种实时数据、画面、趋势曲线)、批处理和报告。(2)设备实时管理:设备故障诊断、整定和设备维修管理和预测性维护。(3)组态:系统功能定义、控制策略、整定方法和诊断方法的建立。(4)工程设计:安装和布线设计及生产过程模拟。(5)质量和环境管理。(6)生产调度。这些软件能够适应现场安装的各个不同设备提供厂商提供的设备。

3.3 基于 WEB 浏览器的软件体系

随着计算机网络技术的发展,许多企业都建立了计算机网络,但是这些网络绝大多数仅局限于管理信息系统的应用。另一方面许多车间和装置安装了各种工业测控系统,但反映现场运行工况的画面、参数和报表,大部分只能在本地控制室内运行,只有现场操作人员能够了解,无法被生产的高层决策者直接利用。随着 Intranet 在企业内部的应用,可以利用企业管理信息网络,进行工厂实时运行数据的发布和显示,通过 Internet 浏览器使得管理者能够对现场工况进行实时监视,同时通过 Internet 便于进行生产过程的远程监视、远程设备调试和远程设备故障诊断、处理。图 2 为基于 WEB 浏览器的工业现场信息监视系统的软件体系结构图。图中虚线以上为管理信息网,

虚线以下为控制信息网。现场设备实时管理系统和生产过程监控系统通过 OPC 接口和现场设备、现场控制系统交换数据,并通过后台网关向实时数据库提供现场运行的实时数据和设备管理数据。各个管理工作站和远程工作站利用 WEB 浏览器通过 Internet /Intranet 可以观察到工业现场的生产过程运行数据和设备的运行状态。

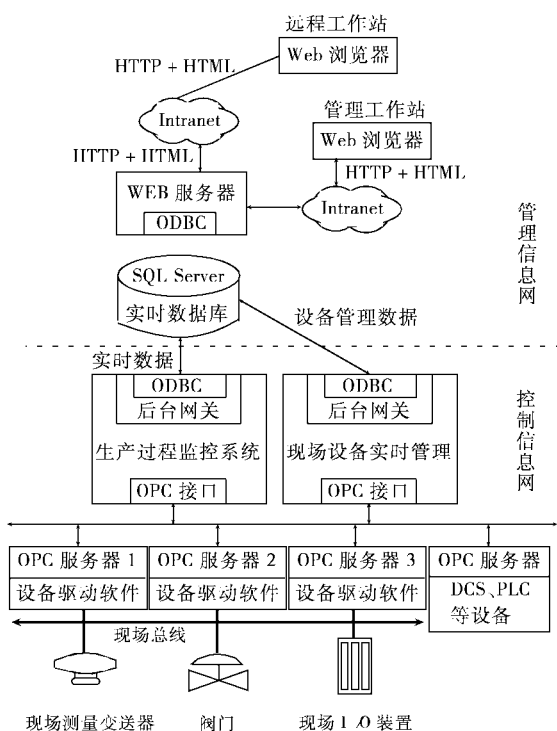


图2 基于WEB浏览器的现场信息监视系统的软件体系结构图

4 结语

现场控制网络是企业测控管一体化的基础,是多种技术的集成,它将对企业的生产方式、管理模式的变化产生深刻的影响。随着控制、管理要求的提高和芯片技术、网络技术、计算机技术等的高速发展,工业现场控制网络研究的主要途径应该是根据工业现场控制的特点,积极运用计算机领域的主流技术,进行创新,研制出开放性好、可靠性高、实时性好、组网灵活、适应性强、易于安装和维护的控制网络系统。

我国在现场控制网络方面的研究属于初期,在现场总线技术和产品的研究方面,取得了一些重要成果,但是由于它是一项综合技术要能形成自己的系统还有很长很长的路要走。因此,首要任务是选择适合我国国情的发展道路、广泛采用现有成熟的、投资少,

见效快,符合发展方向的技术。如可以采取如下措施:加强现场总线技术基础研究,开发现场总线智能单元;在已有的DCS技术基础上,进行现场总线产品与DCS集成研究,保护已有的投资,进行现场控制网络技术的积累和验证;避开硬件开发基础和能力的不足,进行集成研究,开发符合国情组态监控软件;寻找突破点,形成自己的现场总线技术及产品。如以低成本、开放性好、具有广泛的开发和应用的软件硬件支持的Ethernet+TCP/IP为现场总线技术的基础,开发现场控制网络,形成真正的Internet Intranet Intranet 测控管一体化网络。

参考文献

1. Kenna Amos, 1999 Outlook: From the control room to the fieldbus, Instrumentation Technology, January, 1999.
2. Steve Giovannelli, Effective asset management begins with accurate field-based data, Instrumentation Technology, May, 1998.
3. Paul Gruhn, Plant safety comes in numbers, assumptions, Instrumentation Technology, March, 1999.
4. Peter Dierauer, Smart sensors offer increased functionality, Instrumentation Technology, May, 1998.
5. Russ Jamerson, Enterprise demands real-time plant-floor data, Instrumentation Technology, July, 1998.
6. Pasha Ahmad and Curt Hertler, Improve enterprise performance using network communications, Instrumentation Technology, January, 1998.
7. Kimberly Walsh, Predictive maintenance profits from sensor diagnostics, Instrumentation Technology, June, 1999.
8. OPC Task Force, Industry Standard Specification: OPC Common Definitions, Version 1.0, OPC foundation, 1998. 10.
9. Gerald Schickhuber and Oliver McCarthy, Distributed fieldbus and control network systems, Computer & Control Engineering Journal, February 1997.
10. 阳先惠, 现场总线技术及其应用, 清华大学出版社, 1999. 6
11. Andrew S. Tanenbaum, Computer Networks, third edition, 清华大学出版社, Prentice Hall, 1996.
12. 郑文波, 控制网络技术的发展, 工业控制计算机, 1999. 5
13. 魏庆福, 现场总线技术发展的新动向, 工业控制计算机, 2000. 1
14. 唐鸿儒等, 现场总线设备管理技术, 自动化仪表, 2000. 5
15. 唐鸿儒等, 现场智能设备实时管理系统设计, 工业控制计算机, 2000. 4