

第8章 互联网技术在计算机控制系统中的应用

随着信息技术的高速发展，控制系统正面临革命性的技术突破，逐步发展为全分散、全数字、全开放的网络化应用系统。近年来互联网在全球范围内的高速发展和普及，将互联网技术引入控制系统，充分利用其技术优势和特点实现企业管理自动化，或借助广泛使用的公众互联网进一步拓宽计算机控制系统的服务和作用范围，构成远程控制系统，已成为计算机控制系统技术的重要发展方向。

引入互联网技术的计算机控制系统综合应用了计算机、通信和自动控制技术，它是近年来信息技术向传统产业渗透的必然结果。互联网和互联网技术的采用不仅有可能消除地域限制带来的不便性，使操作人员能够远离具有危险性、遥远偏僻或不可达的工作环境，同时能充分利用包括专家经验在内的各类网络资源和服务，从而扩大控制系统的地域范围和服务性能，提高应用系统的效率和质量。目前，引入互联网技术的计算机控制系统已应用于外科手术、机电控制、生产制造和机器人等多个领域。

引入互联网和互联网技术的计算机控制系统的形式很多，有采用经典控制理论的全闭环控制系统，例如著名的机器人运动控制实验系统 TeleGarden 和 PumaPaint 等，被控系统通过网络接收、执行远端操作者的指令，并将执行结果通过网络反馈到命令端，连接在互联网上的机器人的行为完全由人来控制；也可以采用半闭环的形式，例如移动机器人 Xavier、Minerva 自身具备一定的智能，如简单的避障、定位等，而远端的操作者可以给机器人指定一个任务，如走到某个房间去，提供机器人反馈的图像等信息；或者仅仅是单向的信息传输，例如当机器人接受某一个远程操作者的控制时，网上的其他监控者则只能观看机器人反馈的视频信息；或利用互联网的 Web 服务技术发布、查询系统状态等信息，实施系统监控或辅助故障诊断，简化了客户端软件的复杂性。

互联网技术的引入为计算机控制系统注入了新的内容和活力，使它在传统的控制理论、系统结构的基础上又增加了

网络的特征。其中客户机/服务器和浏览器/服务器模式可以应用在不同的控制系统中，体现出不同的信息交换方式。互联网技术为控制系统提供了开放的、面向大众的信息管理和发布平台，动态数据库、Web 站点等成为新型的控制数据的管理和发布手段，SNMP 也为远程设备的管理和维护提供了技术标准，远程视频监控则在众多的远程控制系统中率先得到了广泛的应用。

但是，互联网技术的引入也为控制系统带来了新的问题和挑战，例如通过互联网传输信息时常会遇到数据延迟、阻塞和丢失等问题，需要通过数据压缩，流量控制容错、预测等技术来解决。

1 互联网及其接入

互联网由采用不同拓扑结构的各种局域网组成，异构的网络之间通过中继器、网桥、路由器和网关等设备连接起来。在互联网上通信需要遵守标准网络协议，主要有 NET-BEUI/NETBIOS、IPX/SPX 和 TCP/IP 等。

1.1 局域网与互联网

局域网 (LAN) 一般是专用网络，虽然可覆盖几千米或更远的范围，但通常位于一个建筑物内、一个企业内部或一个分布式控制系统内，用来连接多台个人计算机、工作站或控制系统，以便共享资源和交换信息。局域网中计算机等设备可通过物理介质连接，如电缆、光纤，也可借助无线网络，各设备按一定的信道控制规则使用介质传输信息包。本篇第7章中讨论的控制系统现场通信网也具有局域网的基本特性，但网络结构、传输控制简单，信息量小，可靠性和实时性要求更高。

局域网的拓扑结构指网络形状。典型的网络拓扑结构如图 3.8-1 所示，其中星型拓扑典型的例子有异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM)、总线拓扑以太网 (Ethernet) 和 LocalTalk (苹果公司开发)、环型拓扑令牌环

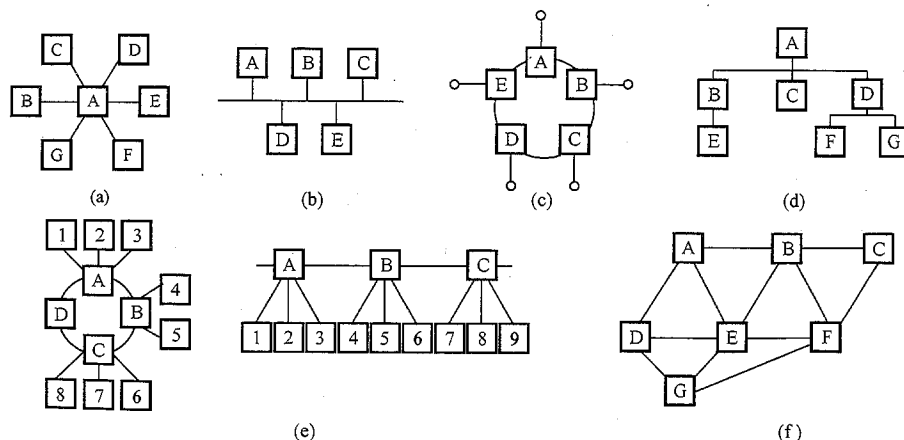


图 3.8-1 各种典型的网络拓扑

(a) 星型拓扑；(b) 总线拓扑；(c) 环型拓扑；(d) 树型拓扑；(e) 混合型拓扑；(f) 网型拓扑

网 (Token Ring Network, IBM 公司开发) 和光纤分布数据互连 (Fiber Distributed Data Interconnect, FDDI) 等。

在局域网的早期阶段, 各个子网相互独立, 互不相连。其后形成了一系列异构网络间互联互通的通信技术标准, 用于连接各物理网络, 为所有相连设备和计算机提供通用服务。连接各种物理网络形成的最终系统被称为互联网 (Internet)。用于连接异构网络的基本硬件有中继器、网桥、路由器和网关, 分别工作在网络协议的不同层, 其关系和作用如表 3.8-1 所示。

表 3.8-1 连接异构网络的基本硬件

硬件名称	工作层	作用
中继器	物理层	用于放大传递通过网络传输的数据信号, 扩展局部网的连接作用范围
网桥	数据链路层	存在于网络的公共边界, 连接各种不同传输介质构成的网络。当一个信息包通过网桥时, 网桥检查其源地址和目的地址。如果目的地址属于另一网络, 则网桥进行信息包转发, 反之则不转发
路由器	网络层	存放着一组路由表, 通过一定的规则计算确定数据的流向通路, 用于连接多个网络和多种传输介质, 适用于复杂和大型的网络互连
网关	对话层、表示层和应用层	把一种网络协议转换为另一种协议, 并且仍保留原有的功能, 也称为协议转换器。主要用于通用的网络系统, 如电子邮件等

如果局域网连接到互联网上成为互联网的一部分, 则局域网上的各节点也随之成为互联网上的节点。理论上讲, 互联网上的任何节点都可以与该局域网内的节点进行通信。

各类局域网中, 以太网的结构简单、可靠, 成为构建局域网的主要方式, 并不断向城域网和广域网延伸覆盖。

1.2 互联网协议

网络协议即通信规约, 一般采用分层结构。网络互连中, 为了统一不同的通信方式, 使网络中的所有主机都使用相同的语言, 需要开发严格的标准协议, 并定义主机之间通信包中的各字段。局域网中最常见的三个协议是 Microsoft 的 NETBEUI/NETBIOS、Novell 的 IPX/SPX 和交叉平台 TCP/IP。

(1) NETBEUI/NETBIOS 协议。网络输入与输出系统 NETBIOS 是与 IBM 公司的第一个局域网系统 IBM PC Network Program 一起推出的。NETBIOS 是会话层与表示层之间的窗口。NETBIOS 接口向使用它的应用程序提供了一个访问网络服务的标准方法, 它对上层隐藏了有关通信建立和管理的各种细节。

NETBIOS 下的扩展用户接口 NETBEUI 是 1985 年由 IBM 公司提出的一种局域网协议标准, 现在被 MS-Windows 作为网络默认通信协议。NETBEUI 属于非路由协议, 用于携带 NETBIOS 通信, 但 NETBEUI 缺乏路由和网络层寻址功能。由于它不需要附加的网络地址和网络层头尾部分, 速度快而有效, 适用于只有单个网络或整个环境都桥接起来的小工作组环境。

(2) IPX/SPX 协议。IPX/SPX 是 Novell 网络操作系统 NetWare 协议体系中的重要部分。IPX 是网络层协议, 它提供无连接服务, 类似于 TCP/IP 中的 IP 协议。SPX 是传输层协议, 提供面向连接的可靠数据报传输, 相当于 TCP/IP 中的 TCP 协议。IPX 具有完全的路由能力, 包括 32 位网络

地址, 在单个环境中允许有多路由网络, 可用于大型企业网。

(3) TCP/IP 协议。TCP/IP 是在 20 世纪 60 年代由麻省理工学院和一些商业组织为美国国防部开发的。它由一组协议构成, 组成 TCP/IP 协议簇。其中传输控制协议 (TCP) 和网际协议 (IP) 是最重要的、用于确保数据完整传输的两个协议。TCP/IP 协议的基本传输单位是数据包, 协议负责把数据分成若干数据包, 并加上包头, 配上接收端的地址。如果传输过程中出现数据丢失、数据错误等情况, TCP/IP 协议会自动要求数据重新传输, 并重新组包。OSI 七层网络模型中各层的 TCP/IP 协议名称和作用如表 3.8-2 所示。

表 3.8-2 TCP/IP 协议

层	协议名称	作用
数据链路层	串行线路网际协议 SLIP (Serial Line IP)	提供在串行通信线路上封装 IP 分组的简单方法, 用以远程用户通过电话线和调制解调器方便地接入 TCP/IP 网络
	点对点协议 PPP (Point to Point Protocol)	由三部分组成, 即串行通信线路上的组帧方式, 用于建立、配制、测试和拆除数据链路的链路控制协议 LCP 及一组用以支持不同网络层协议的网际控制协议 NCPs
	互联网协议 IP (Internet Protocol)	基本任务是通过互联网传送数据报, 各个 IP 数据报之间相互独立
	互联网控制报文协议 ICMP (Internet Control Message Protocol)	使互联网能报告差错, 或提供有关意外情况的信息
网络层	地址转换协议 ARP (Address Resolution Protocol)	把互联网地址变换为物理地址
	反向地址转换协议 RARP (Reverse Address Resolution Protocol)	把物理地址变换为互联网地址
传输层	传输控制协议 TCP (Transmission Control Protocol)	在 IP 协议的基础上, 提供端到端的面向连接的可靠传输。当传送数据出现差错, 或基础网络故障, 或网络负荷太重而使网际基本传输系统 (无连接报文递交系统) 不能正常工作时, 则通过该协议保证可靠的通信
	用户数据报协议 UDP (User Datagram Protocol)	对 IP 协议组的扩充协议和机制, 发送方使用这种机制可以区分一台计算机上的多个接收者。每个 UDP 报文除了包含某用户进程发送的数据外, 还有报文目的端口的编号和报文源端口的编号, 使 UDP 的这种扩充提供在两个用户进程之间递送数据报的可能
应用层	文件传输协议 FTP (File Transfer Protocol)	提供用于访问远程机器的一个网际协议, 它使用户可以在本地机与远程机之间进行有关文件的操作
	远程终端访问 Telnet	提供与终端设备或终端进程交互的标准方法, 支持终端到终端的连接及进程到进程分布式计算的通信

续表

层	协议名称	作用
应用层	域名服务 DNS (Domain Name Server)	提供域名到 IP 地址的转换, 允许对域名资源进行分散管理
	简单邮件传送协议 SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	互联网标准中的电子邮件是一个基于文件的协议, 用于可靠、有效的数据传输
	简单网络管理协议 SNMP (Simple Network Management Protocol)	SNMP 是专门设计用于在 IP 网络中管理网络节点(服务器、工作站、路由器、交换机及接线器等)的一种标准协议, 属于应用层协议。SNMP 使网络管理员能够管理网络效能, 发现并解决网络问题以及规划网络的增长。网络管理系统通过 SNMP 接收随机消息(及事件报告)获知网络中存在的问题

1.3 常见互联网接入方式

为了利用互联网进行服务乃至远程控制, 必须考虑网络接入的问题, 即互联网用户端的连接。为适合各种各样的互联网用户, 已开发出了各种接入互联网的方式。表 3.8-3 列出了常用的接入方式。可以看出, 用于控制系统的互联网接入技术很多, 在选择的时候需要综合考虑带宽、覆盖范围、稳定性、安全性、接入成本以及相关的接入政策等因素。

表 3.8-3 常见互联网接入方式

接入方式	特点
PSTN 公共电话网	使用调制解调器通过电话线路接入。调制解调器和接入服务所支持的通信协议标准决定接入的速度, 目前最高上传速率为 48kb/s, 下传极限速率为 56kb/s。该方式简便易用, 费用低廉。缺点是传输速度低, 线路可靠性差, 适合对速度、可靠性要求不高的办公室及小型企业
综合业务数字网 ISDN	通过对电话网进行数字化改造获得, 提供端到端的数字连接, 支持一系列广泛的业务, 包括语音、数据、传真、可视图文等。与普通拨号上网方式相比, ISDN 接入方式可提供稍高的速率, 传输质量得到了很大的提高
ADSL 非对称数字用户线路	美国 Bell Core 于 1989 年首先提出, 使用普通的电话线路, 但不产生语音通话费用, 可提供 1.5Mb/s~8Mb/s 的下行速率和 512kb/s~1.5Mb/s 的上行速率。该方式使用点对点方式, 线路的稳定性与安全性相对较高, 适合中、小企业, 但用户距离电信的交换机房的线路距离有限制
DDN 数字数据网	采用数字传输信道传输数据信号的通信网, 可以提供点对点、点对多点透明传输的数据专线出租电路, 传输数据、图像、声音等信息, 最高速率目前为 155Mb/s, 适合对带宽要求较高的应用, 费用较高
卫星接入	用户一般需要安装一个甚小口径终端(VSAT), 包括天线和其他接收设备, 下行数据的传输速率约为 1Mb/s, 上行通过 PSTN 或者 ISDN 接入 ISP。终端设备和通信费用都较低
以太网接入	通常指光纤到服务区、双绞线局域网方式到用户的有线互联网接入方式, 采用以太网交换机
光纤同轴电缆接入	即 HFC 接入, 指光纤同轴电缆混合接入, 是在 CATV (有线电视网) 的基础之上发展起来的一种新型宽带接入技术。该方式采用光纤连接到服务区, 在用户端采用同轴电缆

续表

接入方式	特点
无线局域网接入	与以太网接入方式相似, 但采用无线网络技术, 用户的计算机上需要使用无线网卡, 连接服务灵活, 但受地形和距离的限制
无线公网接入	利用移动通信服务商提供的无线数据业务, 通过一台内置移动通信无线数据功能的计算机, 或者为原有的终端设备增加无线数据适配卡, 或者连接一部网络手机。无线数据服务通过不同的技术来实现, 工作于不同的网络, 接入速率从 64kb/s 到 250kb/s 不等
Cable 有线接入	使用电缆调制解调器(Cable Modem)通过有线电视网络线路接入互联网。该接入方式以 HFC 为传输介质, 采用光纤到服务区, 再通过同轴电缆进入用户家中的混合结构。该方式拥有上/下行 10Mb/s 速率以上的带宽, 可以提供上/下行 500kb/s~2Mb/s 速率的对称型接入服务, 或者提供上传速率为 500kb/s~10Mb/s, 数据下载速率为 2Mb/s~40Mb/s 的非对称型接入服务, 具有抗干扰能力强、网络频谱范围宽、数据传输速度快等特点
电力线接入	简称 PLC (Power Line Communication, 电力线通信), 是一种利用电力线传输高频数据和话音信号载波的通信方式。该方式可以在不需要重新布线的基础上, 实现高达 14Mb/s 或 45Mb/s 的传输速率, 网络接入服务方便; 但电力调制解调器价格比较高, 稳定性受电网质量影响大, 也无法保证信息的安全。此外非技术因素也限制了这类技术的推广应用

1.4 互联网交换技术

多点数据经编码后在通信线路上进行传输, 按数据传送技术可分为电路交换、报文交换和分组交换。

(1) 电路交换: 数据通信网发展初期使用的一项基于电话交换原理的技术。当用户要发信息时, 由源交换机根据信息要到达的目的地址把线路连接到目的交换机(即线路接续); 通信完毕, 由通信双方的某一方向自己所属的交换机发出拆除线路的要求, 交换机收到此信号后就将其线路拆除, 以供其他用户继续呼叫使用。

电路交换方式的信息传输延迟小, 对给定的接续路由来说, 传输延迟是固定不变的; 它的信息编码方法、信息格式以及传输控制程序等都不受限制, 可向用户提供透明的通路。但电路接续时间长, 线路利用率低, 目前电路交换方式的数据通信网需利用现有电话网实现, 所以数据终端的接续控制等信号要做到与电话网兼容。

(2) 报文交换: 利用存储—转发交换方式, 以获得较好的信道利用率。20 世纪 60 年代和 20 世纪 70 年代的数据通信中普遍采用报文交换, 目前仍普遍应用在某些领域(如电子邮箱等)。其基本原理是用户之间进行数据传输时, 主叫用户不需要先建立呼叫, 而先进入本地交换机存储器, 等到连接该交换机的中继线空闲时, 再根据确定的路由转发到目的交换机。由于每份报文的头部都含有被寻址用户的完整地址, 所以每条路由不是固定分配给某一个用户, 而是由多个用户进行复用。

报文交换中, 若报文较长, 需要较大容量的存储器; 若将报文放到外存储器中, 会造成响应时间过长, 增加网路延迟时间。另一方面报文交换通信线路的使用效率仍不高。

(3) 分组交换: 分组交换首先把来自用户的信息报文暂存于存储装置中, 并划分为多个一定长度的分组, 每个分组

报文前都加上固定格式的分组标题，用于指明该分组的发端地址、收端地址及分组序号等。这种方式在各交换节点之间传送比较灵活，交换节点不必等待整个报文的其他分组到齐即可转发，可以大大压缩节点所需的存储容量，也缩短了网路时延。另外，较短的报文分组比长的报文可大大减少差错的生产，提高了传输的可靠性。

交换机是互联网信息交换的基础，从传输介质和传输速度上看，可以分为以太网交换机、快速以太网交换机、千兆以太网交换机、FDDI 交换机、ATM 交换机和令牌环交换机等多种；按照最广泛的普通分类方法，又可以分为桌面型交换机（Desktop Switch）、组型交换机（Workgroup Switch）和园区网交换机（Campus Switch）三类；根据架构特点，还可以分为机架式、带扩展槽固定配置式、不带扩展槽固定配置式三种。

1.5 互联网路由技术

所谓路由技术，简单而言就是采用一种或多种策略，为数据分组从源地址到目的地址的转发选择一条或几条优化的路径。路由技术是通过在路由设备（如路由器等）上运行路由协议来实现的。通过路由器相互间的通信，每个路由器都建立一个路由表，存放网络的路由转发信息。当路由器转发数据分组时，首先根据数据分组的地址查找路由表表项，然后按表项中提供的相应下一站的地址对该数据分组进行转发。

路由算法形式多样，得到广泛应用的有两种，即距离向量算法和链路状态算法。目前大多数路由协议基于这两种路由算法之一。

2 基于互联网技术的控制系统结构与特点

基于互联网技术的控制系统，按结构可以分为客户机/服务器（Client/Server, C/S）模式和浏览器/服务器（Browser/Server, B/S）模式两种，两者各有所长，适用于不同场合。控制系统中的控制指令、状态数据等信息，需要通过互联网在控制端和被控端之间进行交换传输。不同于传统的现场工业控制网络形式，基于互联网的数据交换和传输具有其自身的特点。互联网的数据交换和传输具有其自身的特点。互联网的数据交换和传输具有其自身的特点。互联网的数据交换和传输具有其自身的特点。互联网的数据交换和传输具有其自身的特点。

2.1 客户机/服务器模式

20 世纪 90 年代初的客户机/服务器（C/S）模式是由终端/主机模式发展而来的一种分布式体系结构，典型系统结构由客户端和服务端组成，如图 3.8-2 所示。服务器具有数据采集、控制和与客户端通信的功能，客户端则包括与服务器通信和用户界面模块，运行关系体现为请求/响应的应答模式。

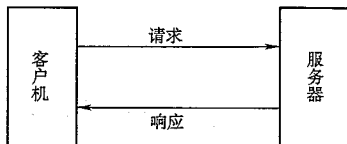


图 3.8-2 两层客户机/服务器（C/S）结构

对控制系统而言，C/S 模式适用于局域网范围内的远程监控。它基于两层结构，系统响应时间短，实时性好；由于安装客户端软件，系统相对封闭，但有效地保证了安全性；

通过将任务合理分配到客户端和服务器，降低了系统的通信开销，可充分利用两端的软硬件资源。但它需要安装客户端软件，对客户端的性能要求较高，使用和维护不便，也可能受到客户端安全规定的限制。

图 3.8-3 所示为一个典型的采用 C/S 结构的交流伺服控制器的远程控制系统实例。系统通过互联网实现异地计算机监控本地电动机的运行状态，并能及时地调整电动机的运行状态。

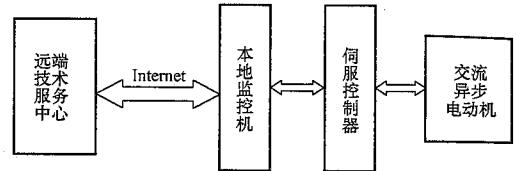


图 3.8-3 采用 C/S 模式的交流伺服控制器远程控制系统框图

其中，远端技术服务中心作为客户端，主要用于与监控用户的交互，从网络中得到电动机的状态信息并将其传递给监控用户进行分析和处理，其分析结果、控制信息和参数信息通过网络传递给本地监控机（即服务器）执行。本地监控机作为服务器，一方面，它通过本身的通信接口与交流伺服控制器进行通信，获取电动机的运行状态信息和控制信息；另一方面，它能够通过网络传送电动机的数据信息（如电动机设置参数）和控制信息（如控制电动机运转方式）。当开启远程控制时，服务器能够根据客户端的要求采集电动机的状态信息并通过网络发送。

客户端和服务端间传递的信息，主要有客户端的控制信息、数据信息和服务器端的状态信息，如图 3.8-4 所示。编写 TCP/IP 通信程序需要采用套接字 Socket 编程，Client 端和 Server 端之间的协同工作原理如图 3.8-5 所示。

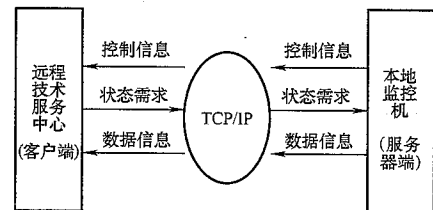


图 3.8-4 C/S 模式远程控制系统实例信息交换

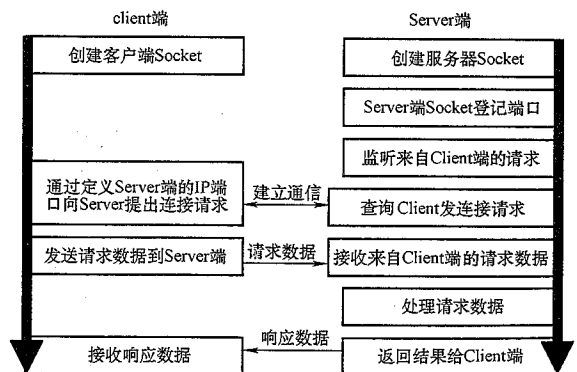


图 3.8-5 C/S 端 Socket 协同工作原理

2.2 浏览器/服务器模式

浏览器/服务器（B/S）模式是随着 Internet 技术的兴起，对 C/S 结构进行改进而研发的三层分布式体系结构，

其系统结构由浏览器、Web 服务器和数据库服务器组成，如图 3.8-6 所示。浏览器为用户提供界面，并向 Web 服务器提出请求，Web 服务器执行相应程序与数据库服务器进行连接，数据库服务器执行数据操作并将运行结果提交给 Web 服务器，Web 服务器利用 HTTP 协议将结果显示在浏览器上。

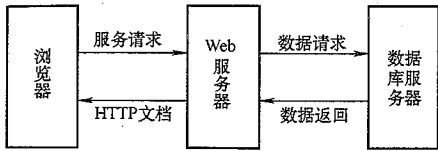


图 3.8-6 三层 B/S 结构模式

B/S 模式是一种“瘦客户机”模式，主要利用日益成熟的 WWW 浏览器技术，结合浏览器的多种脚本 (Script) 语言 (如 VBScript、JavaScript 等) 和 ActiveX 技术，用通用浏览器实现原来需要复杂的专用软件才能实现的强大功能，开发和维护工作完全集中在服务器端，减轻了客户端的负担，也节约了开发应用成本。其次，客户端只配置浏览器，具有良好的扩展能力和跨平台性。但 B/S 模式的开放性使系统容易受到外界攻击，系统安全性差；另外，客户端只安装 Web 浏览器，交互性略差。

基于浏览器/服务器模式的远程监控系统的原理如图 3.8-7 所示。客户端浏览器通过互联网可以访问到控制系统的 Web 服务器。在控制系统一端，由现场总线和各个现场节点组成的局域网负责实现系统的实际控制和实时数据信息的获取。工控机负责对现场的整个系统进行控制，并将实时数据信息存入数据库服务器。数据库服务器通过例如 ASP、JSP 等数据发布技术，将各种数据信息发送给 Web 服务器，并发布在 Web 页面上，供 Web 用户访问。由于工业控制系统对网络的安全性要求很高，所以一般在提供 Web 访问的同时，需要防火墙等提供实时的安全性监控与防护。

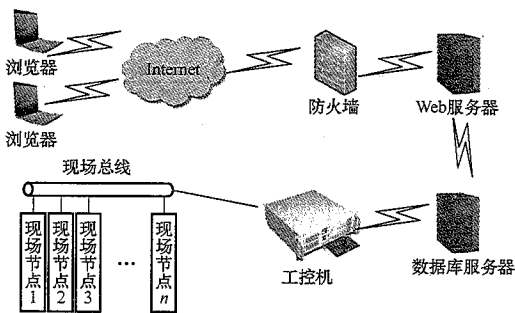


图 3.8-7 B/S 模式下的远程监控系统结构

C/S 和 B/S 结构在技术和应用上各有特点，见表 3.8-4。近年来 B/S 结构模式的应用系统发展很快，已为越来越多的用户所接受。

表 3.8-4 C/S 与 B/S 结构模式的比较

方 面	C/S 模式	B/S 模式
硬件环境	小范围网络环境	局域网、广域网
程序架构	注重流程，可以对权限进行多层次校验，系统运行速度可以较少考虑	对安全以及访问速度的多重考虑，建立在需要更加优化的基础之上，比 C/S 有更高的要求

续表

方 面	C/S 模式	B/S 模式
软件重用	可以整体性考虑，构件的重用性达不到 B/S 结构的要求	对多重结构要求构件具有相对独立的功能，能相对较好地重用这些构件
处理问题	界面是固定的，在相同区域的安全要求高，需求与操作系统相关	面向不同的用户群，地域分散，与操作系统关联小
用户接口	建立在专用操作系统平台上，表现方法有限，对程序员普遍要求较高，需要客户端用户培训	以浏览器为基础，与用户交流的方式更加简单、丰富和生动，开发成本低，无需客户端培训
信息流	典型的集中式、机械式处理，交互性相对低	信息流向可变化，信息流向的变化大，交互性好
系统维护	需整体考察处理问题和系统升级，升级较难	可实现系统无缝升级，系统维护开销减到最小
安全性	面向相对固定的用户群，信息安全控制能力强	面向不可知的用户群，安全控制能力相对较弱，需较多防范措施

2.3 基于互联网的测控系统数据交换

测控系统通过现场数据采集设备采集到所需的信息后，借助互联网数据交换技术将这些信息以数字、图像或者其他方式传送到远程监控设备显示或保存。对于基于互联网的控制系统而言，数据的交换与访问主要集中在以下方面：

(1) 受控端之间的数据交换。受控端的计算机控制系统可以采用分层结构，由设备层、控制层、信息层组成，具体结构和信息交换如图 3.8-8 所示。

设备层是指安装在工业现场的控制机、PLC、智能仪表、数据采集器等设备，它完成对现场设备的控制及数据采集，并与控制层进行数据交换。控制层实现对采集数据的处理、显示以及对设备层的管理、控制，它可由多个计算机子站构成，通过现场控制网络与设备层进行数据交换。信息层是以控制层为基础的信息系统，它对现场数据分类，建立和管理实时数据库和历史数据库，并通过企业信息网发布数据。

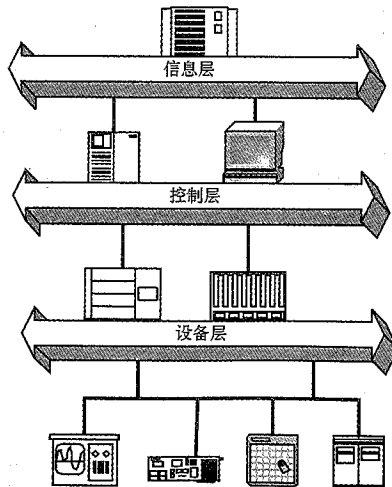


图 3.8-8 受控端系统层次结构

(2) 受控端与施控端之间的数据交换。图 3.8-9 所示为一 B/S 模式下的基于互联网数据交换实例。互联网上的施

控端通过浏览器向 Web 服务器发出请求, Web 服务器的远程数据服务组件处理请求, 发向 DBMS (数据库管理系统), DBMS 响应该请求并返回数据。客户端的软件在功能上很简单, 服务程序通过标准的 HTML 语言代码形成用户接口。Web 服务器实现客户方与服务器之间的所有交互操作, 其中组件被用于提高处理的效率, 服务器利用公共网关接口 (Common Gateway Interface, CGI)、互联网服务器应用程序接口 (Internet Server Application Program Interface, ISAPI) 或 Java 语言来生成基于数据信息的 HTML 文件。此外, 还可通过引入 ActiveX 组件、Java 组件等来增强 HTML 语言实现的界面, 浏览器不需要任何数据库驱动程序, 但是需要下载这些组件, 以使客户端的功能趋于完善。Web 服务器可以通过不同的方式访问数据库, 如 CGI、ISAPI、ASP、Java 或 CORBA。

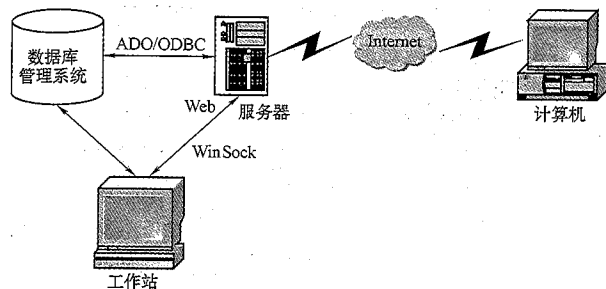


图 3.8-9 B/S 模式下的数据交换

2.4 基于互联网的数据传输

基于互联网的数据传输在远程控制中起着关键的作用, 直接影响系统性能。根据系统结构的不同, 数据传输方式也各不相同。

2.4.1 C/S 模式下的数据传输

对于基于互联网的远程控制用户 (施控端), 在 C/S 模式下, 作为客户端向受控端 (即服务器端) 发出请求, 这些请求可包括数据信息请求、图像信息请求或者控制请求, 服务器则提供服务, 将客户所要求的数据、图像信息等传送给客户或按客户的指令要求予以执行。

TCP/IP 网络通信的基础是套接字 (Sockets), 其实质是通信端点的一种抽象, 它提供了一种发送和接收数据的机制。例如 WinSock 是 Sockets 的 Windows 实现, 它是 Windows 下网络编程的规范。套接字定义并记录了任何使用 API 与互联网协议簇 (IPS, 通常指的是 TCP/IP) 的连接。应用程序调用套接字的 API 实现相互之间的通信。Windows Sockets 利用下层的网络通信协议功能和操作系统调用实现实际的通信工作。它们之间的关系如图 3.8-10 所示。

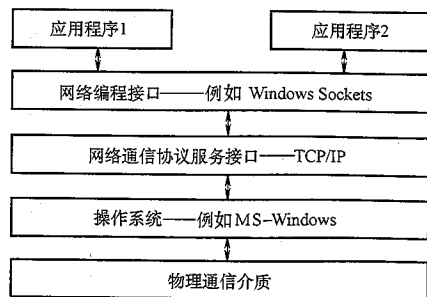


图 3.8-10 应用程序与套接字的工作关系

Sockets 主要有两种形式: 数据报套接字 (Datagram Socket) 和流套接字 (Stream Socket)。流套接字采用的是

TCP 协议, 它提供了双向、有序、无重复并且无记录边界的数据流服务。流套接字的特点是通信可靠, 对数据有校验和重发的机制, 通常用作数据文件的传输如 FTP、Telnet 等, 适合于大量数据的传输。数据报套接字采用的是 UDP 协议, 它建立在 IP 协议上, 提供无连接数据报传输, 支持双向的数据流, 但并不保证可靠、有序、非重复要求。数据报方式由于取消了重发检验机制, 能够达到较高的通信速率, 可以用于一些对数据可靠性要求不高的信息或周期性重复信息的传输, 如实时的语音、图像传输等。

远程控制的数据传输过程为: 现场控制主机定时获取设备系统的状态信息, 并根据需要将其交给传输任务发送到远程的施控端。可以分两种模式进行:

(1) 例行传输: 现场控制主机连续、定时、高频率地获取信息, 并周期性地发送到施控端, 供施控端处理和查看。

(2) 特殊传输: 根据需要临时、低频率或者一次性地操作信息传输, 如监控人员通过控制命令请求来要求查看系统某些测点某一时刻的状态, 系统控制主机响应该控制命令, 并将获取的状态数据发送到施控端。

对于例行传输, 一般采取数据报套接字, 传输层协议使用 UDP, 以便提高效率, 但是监控端也需要对收到的数据做必要的处理, 还需要在数据包中加一些传输控制信息。第二种传输模式要求单次操作的高可靠性, 一般采取流套接字方式。

2.4.2 B/S 模式下的数据传输

B/S 模式下, 表示层、功能层、数据层存放在三个独立的逻辑单元中, 分别为 Web 浏览器、Web 服务器和数据服务器。其中, 表示层位于客户端, 用于通过 Web 浏览器向 Web 服务器提出数据请求和接收 Web 服务器传送过来的页面并显示; 功能层由 Web 服务器来实现, 用于接收用户的请求, 执行相应的应用程序访问数据库, 并将得到的结果处理后, 以通用的格式 (通常为 HTML 文件格式) 传送给客户端; 数据层位于数据服务器端, 用于接收 Web 服务器对数据库操作的请求, 实现对数据库的查询、修改、更新等功能, 把运行结果提交给 Web 服务器。

数据服务器上一般安装通用数据库系统, 既要方便与 Web 服务器进行数据交换, 又要能快速存储数据层数据。这往往需要建立两种类型的数据库: 实时数据库和历史数据库。前者用来存储实时数据, 以供 Web 服务器进行动态显示; 后者用来存储每一时段的历史数据, 以供用户在线查询。Web 服务器是整个系统中任务最繁重的设备, 需要根据用户请求生成各类显示画面以及报表, 提供数据查询服务, 对数据层直接进行读写操作, 完成相应控制功能, 管理数据库和用户安全等。浏览器端一般没有应用程序, 借助于 Java 虚拟机、脚本语言解释器、ActiveX 等技术可以处理一些简单的客户端处理逻辑, 显示用户界面和 Web 服务器端的运行结果。

在 B/S 模式下, 施控端通过浏览器向 Web 服务器发出查询设备状态的请求或发送控制命令, Web 服务器的远程数据服务组件处理该请求并将该请求发向数据服务器, 后者再根据请求的不同类型将相应信息发送给施控端, 或向现场设备传递控制指令。

2.5 互联网控制的网络延迟

基于公众互联网实现远程控制的难点之一在于网络传输的延迟及不确定性、信息包丢失及不确定性。由于通信过程中延迟的随机存在, 控制系统的性能会下降, 甚至导致系统

不稳定。

对于固定延迟的远程控制，目前已经有多种解决方案，但对于随机延迟的远程控制，目前尚没有特别有效的解决方案。多数是通过分析已有的数据找到延迟的变化规律，通过使用 n 步预测器来抵消延迟的变化，把延迟的变化加到处理的程序中。但由于这些方法的控制策略大都是针对平均传输延迟的，或需要一些先决条件，如下一个延迟的上界等，所以应用到基于互联网的网络控制环境中存在难度。由于在互联网上很难建立一个对延迟的分析模型，可利用软件进行实时测量来建模，即由计算机经过网络传递给远程设备系统平台一个测试数据包（如命令 ping），测量经过此环路所需要的往返时间（Round Trip Time），计算出当前连接线路的吞吐能力，从而定义控制器带宽上限等参数。

针对具体的基于互联网的电气设备远程控制系统，首先需要分析网络传输的延迟问题及解决方法，在此基础上通过技术方法进行改进或处理。

以 B/S 模式的应用系统为例，远程的控制用户发出控制指令给本地的操作系统，交由本地的控制系统执行，并将执行情况返回给控制用户。因此，B/S 结构控制系统中的远程控制简单地说就是远程客户通过互联网对工业现场的运行参数进行设定，并能对某些设备进行操作。一般的远程控制程序包括两个部分，即客户应用程序和控制服务程序。客户应用程序通过远程的控制服务程序对设备进行操作，而控制服务程序负责与客户应用程序进行远程通信，并执行客户应用程序的控制指令。在实现 B/S 结构系统的远程控制中，关键需要解决由浏览器（客户应用程序）到 Web 服务器（控制服务程序）再到现场设备过程中的数据延迟问题。这类环境下的远程控制难以保证实时控制，其延迟响应时间为

$$T_r = T_p + \frac{D_s + D_r}{v_l} + T_c \quad (3.8-1)$$

式中： T_r 为延迟响应时间； T_p 为控制服务程序与现场设备的数据交换时间； D_s 为发送数据量； D_r 为数据接收量； v_l 为网络传输速度； T_c 为通信初始化时间。

可以看出，要减小远程控制的延迟响应时间，可以减小 T_p 、 D_s 、 D_r 、 T_c ，增大 v_l 。 v_l 由网络的硬件设备决定，而 T_c 取决于 TCP/IP 协议， T_p 由控制服务器程序与现场设备的数据交换方式决定。因此在设计系统时，主要从 T_p 、 D_s 、 D_r 三方面进行考虑。

为减小控制过程中网络的数据流量，可以采用 ActiveX 技术来封装客户端程序，将其下载到客户端，在浏览器中实现与控制服务程序的通信。某控制系统框架如图 3.8-11 所示，其中 Web 服务器与现场控制设备的连接通过 OPC 服务器的标准接口和工控软件的动态数据交换实现。

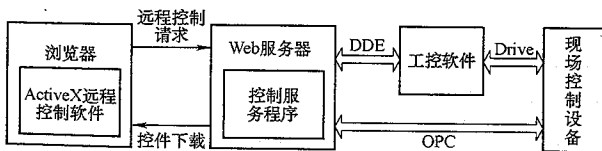


图 3.8-11 采用 ActiveX 技术的远程控制系统框架

3 基于互联网的控制系统

除了较多的机器人远程监控的应用和研究外，在工业控制领域，由于工厂和设备系统在地域上越来越分散，常常需要通过互联网收集掌握现场控制信息和生产状况，或对分散在各工厂和生产线上的控制网络进行状态监控、远程软件下载及设备的诊断维护。分散型综合控制系统（如 DCS）应

用中，对于大型的公司要实现分散在各地的下属企业进行经营、生产概况的数据、曲线浏览，监视工厂生产装置的运行状态，则更迫切要求控制网络和互联网相结合，由此便形成了控制领域的一个新方向，并产生了基于互联网的控制系统，有时也归于网络化控制系统（Networked Control System, NCS）。

3.1 网络化远程控制

网络化控制系统是指本地计算机通过网络实现对远端设备的监视和控制的一类软、硬件应用系统。将被控设备或过程的监控信息接入互联网，在一定条件下就可以通过互联网监视生产系统和现场设备的运行状态和各种参数，根据经营的需要及时发出调度指令，或者利用本地丰富的软硬件资源对远程对象进行高级控制等。与传统的电气控制系统相比，远程控制的最大的特点就是开放性，无论何时何地，只要能连上互联网，就能实现对远程设备的控制。

这类系统的应用范围非常广泛，包括工业自动化（例如机器人的网络化控制）、建筑自动化、家庭自动化以及当代航空航天系统的控制等。按远程控制设备自主能力的不同，其控制方式可以分为如下三种类型：

(1) 保持型的远程控制：在不断提高设备本身的智能化水平、对突发事件的应对能力和系统的鲁棒性的前提下，远程控制仅仅向受控端发出控制命令。而由设备自主完成命令。施控端只对设备进行监视，在必要时对设备进行干预，要求设备不断向施控端发送设备运行信息。这样施控端必须维持与设备建立起来的通信连接，信息的传输允许有一定的时间延迟。由于现场设备有一定的智能或预测处理能力，一旦事故发生可自行及时处理，或暂停任务，等待施控端的解决方法。这种方式可实现远程设备的无人控制，可应用于危险环境和人力不能到达的地方等。

(2) 完成型的远程控制：这种控制方式的施控端仅仅向受控端发出控制命令，而由设备自主地完成命令，施控端不对设备的具体实现过程进行控制干预，设备完成任务后向施控端报告。设备的操作控制完全在本地进行，设备在本地操作人员的监控下完成加工任务。

(3) 完全型的远程控制：这种控制方式的设备的本地控制系统仅仅控制设备的执行机构，全部的操作控制由施控端完成。这种方式中设备控制系统与设备是分离的，而在受控端内信号的传递速度要求很高，施控端能够立刻对现场进行反应，要求通信线路高速可靠。这种控制方式用于一些特殊的行业。

3.2 控制数据的互联网发布

WWW 是基于 Internet、Intranet 的大规模信息服务系统，目前已经成为信息发布的主要手段。典型的信息发布流程如图 3.8-12 所示，包括以下操作：

(1) 数据采集系统从控制设备现场采集到原始信息（电流、电压、速度、温度、湿度、压力等）。

(2) 经过数据整理，形成系统数据库信息。

(3) 根据远程客户端的请求从数据库中提取信息，得到待发布的信息。

(4) 系统将待发布信息按照模板文件规定的页面表现样式进行排列，形成最终符合要求的页面，通过发布程序一次性或定时刷新发布到 Web 服务器上。

常见的互联网数据的发布技术有 ASP、PHP、JSP 等，通过嵌入 Java 小程序可以方便地实现控制系统信息交互

作用。

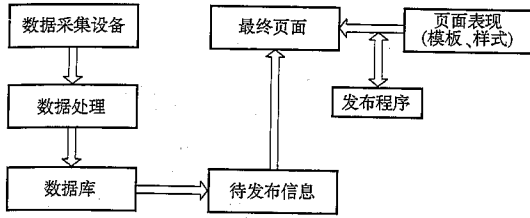


图 3.8-12 基于互联网技术的测控系统信息发布流程图

3.2.1 ASP 技术

ASP (Active Server Pages, 动态服务器页面) 是微软公司推出的一种网络编程技术。准确地说, ASP 不能算作是一种编程语言, 因为 ASP 没有提供自己专门的编程语言, 而允许用户使用包括 VBScript、JavaScript 等在内的已有的脚本语言编写 ASP 的应用程序。因此, ASP 实际上应当是一种脚本语言的服务器端编写环境。

ASP 默认脚本编写语言为 VBScript, 但是只要用户安装了相应的脚本引擎, 就可以使用各种脚本语言编写 ASP 应用程序。ASP 吸收了当今许多流行的技术, 如 IIS、ActiveX、VBScript、ODBC 等, 是一种发展较为成熟的网络应用程序开发技术。与其他的的技术相比, ASP 易于编辑, 源程序安全, 并具有以下特点:

- (1) 使用 VBScript、JavaScript 等简单易懂的脚本语言, 结合 HTML 代码, 即可快速地完成网站应用程序的开发。
- (2) 无须编译, 容易编写, 可在服务器端直接执行。
- (3) 与浏览器无关, 用户端只需使用可执行 HTML 代码的浏览器, 即可浏览利用 ASP 技术设计的网页内容。ASP 所使用的脚本语言均在 Web 服务器端执行, 用户端的浏览器不执行这些脚本语言。
- (4) ASP 能与任何 ActiveX Scripting 语言相容。除了可以使用 VBScript 和 JavaScript 语言设计外, 还可通过插件方式使用由第三方所提供的其他脚本语言, 如 Perl、Tcl 等。脚本引擎是处理脚本程序的 COM 对象。

(5) ActiveX 服务器组件具有无限可扩充性。可以使用 Visual Basic、Java、Visual C++、COBOL 等编程语言来编写所需要的组件。

ASP 主要运行在 Windows 系列操作系统上, 使用 PWS (Personal Web Server) 或 IIS (Internet Information Server) 作为服务器软件, 返回给客户端的是 HTML 文件, 对客户隐藏其实现逻辑, 同时减轻了客户端服务器的负担, 也使其客户端与平台无关。使用 ASP 可以实现服务器端的文件系统访问和连接数据库及基于数据库的开发应用, 并可在应用中方便地嵌入 ActiveX、COM 组件和 Java 小程序。

ASP 的核心技术是对组件和对象技术的充分支持。通过使用 ASP 的组件和对象技术, 用户可以直接使用 ActiveX 控件, 调用对象的方法和属性, 以简单的方式实现强大的功能。

ASP 也有自身的缺点, 比如运行速度较慢, 安全性和跨平台服务性较差等。

3.2.2 JSP 技术

JSP (Java Server Pages) 是由 Sun Microsystem 公司首先推出的基于 Java Servlet 以及整个 Java 体系的 Web 开发技术。JSP 和 ASP 在技术方面有许多相似之处, 但 JSP 使用的是类似于 HTML 的标记和 Java 代码片段, 而不是用 VBScript。两者来源于不同的技术规范组织, ASP 一般只应用

于 Windows 平台, 而 JSP 则可以在绝大多数的服务器上运行。基于 JSP 技术的应用程序比基于 ASP 的应用程序易于维护和管理。

由于 JSP 页面的内置脚本语言是基于 Java 编程语言的, 而且所有的 JSP 页面都被编译成为 Java Servlet, 因此 JSP 页面具有 Java 技术的所有优点, 包括高效的存储管理和安全性。作为 Java 平台的一部分, JSP 拥有 Java 编程语言一次编写多处运行的特点。随着越来越多的供应商将 JSP 支持添加到他们的产品中, 用户可以使用自己所选择的服务器和工具更改工具或服务器, 而不影响当前的应用。

3.2.3 PHP 技术

PHP (Personal Home Page Tools) 是综合了 Perl、Java 和 C 语言精华的脚本语言, 能够提供各种强大的功能。不同于其他网络编程技术, PHP 是一种自由软件。

除了能够对数据库进行读取之外, PHP 还支持生成动态图像、IMAP、SNMP、LDAP、XML 等。在数据库方面, PHP 能够支持 Sybase、Oracle、Informix、MSSQL 等多种数据库。

PHP 具有良好的跨平台可移植性, 可以在 Windows、Unix 和 Linux 系统下的 Web 服务器上正常运行, 支持包括 IIS、Apache 等在内的多种流行的 Web 服务器。此外, 当用户变换工作平台时, 无需更改 PHP 代码, 直接可以在新的平台上使用。

3.3 面向互联网的 SNMP 设备远程监控

SNMP (Simple Network Management Protocol, 简单网络管理协议) 是一种开放的基于标准的网络管理协议框架, 主要运行于 TCP/IP 协议集上。SNMP 的开放性使得企业可以采用基于通用系统的方法来分析、改善系统的结构, 其标准化的定义方法增强了 SNMP 框架的灵活性和可扩展性。SNMP 为网络设备的监测和控制提供了良好的通信机制和通用的设计模式, 使用 SNMP 的 GET 命令可以获取设备运行参数的值, 使用 SET 命令可以设置设备运行的参数, 从而对设备运行进行动态监测和控制。该协议简单、通用, 有利于系统的开发和扩展。

由于 SNMP 的这些特性, 目前重要的控制设备中一般都提供 SNMP 协议支持, 小到路由器、交换机、调制解调器, 大到程控交换机、带有网络接口的重要电源设备、UPS 及大型电气自动化设备, 甚至有的数据库系统也提供对 SNMP 的支持。用户可以了解网络设备的运行情况, 设置设备的参数, 收集相关数据, 了解网络的使用效率, 用于故障诊断。

3.3.1 SNMP 模型与配置

SNMP 采用 A/M (Agent/Management) 代理/管理站模型, 如图 3.8-13 所示。它由四部分组成, 包括管理节点、管理站、管理信息和管理协议。

管理节点是指主机、路由器、网桥、打印机及任何可以与外界交流信息的设备。管理节点需能运行 SNMP 代理 (Agent) 程序。每一个代理维护一个本地数据库。每个被管理的设备都具有一个或者多个变量来描述自己的状态, 称为对象。

管理信息库 MIB (Management Information Base) 用来存放这些对象的数据结构。管理站 (Manager) 使用 SNMP 协议与代理通信。该协议允许管理站查询代理的本地对象的状态, 必要时可修改。同时 MIB 模块定义了每个重要的事件, 当一个代理发现重要的事件时, 就立刻把事件汇报给配

置表中的所有管理站,该报告称作 SNMP 陷阱 (Trap)。异常事件包括管理节点的崩溃重启、线路的中断恢复、拥塞等,也可由用户自己定义。

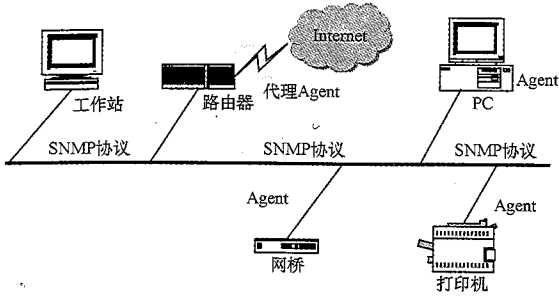


图 3.8-13 简单网络管理协议 SNMP 的管理模型

管理信息结构 SMI (Structure of Management Information) 定义了 SNMP 框架所用信息的组织、组成和标记,还为描述 MIB 对象和描述协议如何交换信息奠定了基础。例如,SMI 定义了 MIB 管理对象的树状结构,用树中的节点表示已经命名的各种对象,有利于 MIB 树的不断扩展。

图 3.8-14 所示为一基于 SNMP 的网络设备监视系统的功能示意图,系统运行在一台有网络连接的工作站上,主要提供两个方面的服务功能:

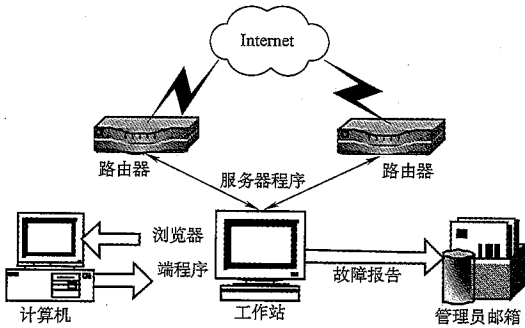


图 3.8-14 系统功能示意图

(1) 能够监测网络设备的运行状态,并在设备出现故障时通过一定的方式向网络管理员发出警告,如电子邮件。这种方式实现简单,信息周全具体,使得管理员可以很快地定位故障,节省寻找故障点的时间。

(2) 提供通过浏览器查看网络设备信息的功能,而无需安装客户端软件,可大大方便网络管理员。

为了实现上述功能,该系统采用了 B/S 结构模式。为保证系统的灵活性和可扩展性,使用了多个配置文件:

(1) 用户信息文件包含用户名、用户口令以及用户被授权可以查询的设备索引号。

(2) 设备索引文件包括设备索引号及其对应设备的 IP 地址。

(3) 设备文件包括设备 IP 地址、团体 (Community) 名称及其他的一些描述信息,如负责该设备的网络管理员的邮箱地址,该信息在该设备出现故障时给管理员警告时使用。

当网络设置的配置情况或者用户信息发生改变时,只需要修改相应的配置文件就可以保证系统的正常运行。

3.3.2 服务器端程序设计

由于要监测网络设备的运行情况,可把服务器端程序编写成一个守护进程 (Daemon),随系统一起启动,然后在后台运行,直到整个系统结束。为了提高程序的运行效率,程序设计采用多线程。

主线程的任务是从设备文件中读取设备的 IP 地址及团

体名,然后每隔一固定时间对各个设备的运行状态信息进行一次采集,对每台设备产生一个线程,由该线程负责对端口状态信息进行采集,把采集到的信息缓存起来,保证用户通过浏览器查询时立刻得到结果。

信息的采集是通过遍历网络设备的 MIB 树中的接口组 (Interfaces) 来实现的。例如网络设备端口的名字、类型、带宽,这些信息对应于接口组的对象 ifDescr、ifType 以及 ifSpeed。而网络设备的端口状态则通过接口组中对象 ifOperStatus 和 ifAdminStatus 的值组合确定。

每个线程在结束对相应网络设备的信息采集后向主线程报告结果。当无异常情况发生时,主线程不做处理;当有端口出现故障时,主线程就根据端口对应的设备,从设备文件中读取相应的管理员邮箱地址,并向该邮箱发送邮件报告情况。

3.3.3 浏览器端程序设计

为保证只有授权的用户才能查看设备信息,浏览器端程序提供了验证用户身份的功能。用户在使用该系统前需进行身份验证,通过认证后即可查看授权范围内的设备列表。列表中的每个表项是一个超级链接,当用户单击其中一个链接后,浏览器端程序就会与服务器程序进行交互以取得查询结果。

3.4 面向互联网的远程视频监控

大型设备系统或企业内的各种生产设备类型复杂,数目巨大,地域分布广,人工监视有很大困难。面向互联网的远程视频监控系统作为计算机广域信息网的重要功能之一,可以应用于无人值守的大型电气设备、配送设备或电厂综合监控系统、生产调度指挥系统及对灾害和突发事件的应急处理,以确保监控场所内设备的可靠运行及人员的安全。引入互联网技术,可将相对独立的设备和系统连入网络,视频监控技术也由原来传统的本地模拟视频监控发展到数字化网络视频监控,并引入了基于嵌入式系统的接入、视频信号的编码、视频流和控制流的网络传输等技术。

目前有两种数字网络视频监控系统类型:一种是基于台式机的简易视频监控系统,另一种是基于嵌入式 Web 服务器的网络视频监控系统。

3.4.1 基于台式机的简易视频监控系统

数字视频压缩编码技术日益成熟,计算机的普及为基于工业 PC 机的多媒体监控创造了条件。这种新型视频监控系统的迅速崛起,部分地取代了以视频矩阵图像分割器、录像机为核心,辅以其他传送器的模拟视频监控模式,其优越性主要表现为:

(1) PC 机的多媒体监控主机综合了视频矩阵、图像分割器、录像机等众多功能,使系统结构大为简化。

(2) 由于采用计算机网络技术,数字多媒体远程网络监控在理论上不受距离限制。

(3) 由于采用大容量磁盘阵列存储器或光盘存储器,可以节省大量的磁带介质,同时有利于系统实现多媒体信息查询。

这类系统主要利用视频采集卡采集压缩视频信号,存储或进行网上发布,实现基本的监视、录像、回放、备份、报警、控制、远程连接等功能。视频采集卡又分为硬件压缩和软件压缩两类,相比之下,软件压缩传输的稳定性、快速性要比硬件压缩传输逊色一些。这类系统的互联网应用需要另配一台 Web 服务器,负责对外转发服务,整体、稳定性稍差。

3.4.2 基于嵌入式 Web 服务器的网络视频监控系统

基于嵌入式 Web 服务器的网络视频监控是近年来出现的一种新型的数字化网络远程视频监控方法,工作原理是系统内置一个嵌入式 Web 服务器,并采用嵌入式实时操作系统。摄像机传送来的视频信号数字化后由高效压缩芯片压缩,通过内部总线传送到内置的 Web 服务器。网络上的用户可以直接用浏览器观看 Web 服务器上的摄像机图像,授权用户还可以控制摄像机云台镜头等设备的动作或对系统配置进行操作。由于把视频压缩和 Web 功能集中到一个体积很小的设备内,可以直接连入局域网,实现即插即看,省掉多种复杂的电缆,安装方便(仅需设置一个 IP 地址)。用户也无须安装任何硬件设备,仅用浏览器即可观看。

基于嵌入式 Web 服务器的网络视频监控系统使用现有的网络系统,采用嵌入式的网络视频服务器,实现从监控点前端到监控中心再到监控工作站的数字化处理,这也是监控系统发展的必然趋势。基于嵌入式 Web 服务器的网络视频监控系统的突出优点为:

(1) 监控区域广阔。嵌入式视频 Web 服务器监控系统的 Web 服务器直接连入网络,没有线缆长度和信号衰减的限制,同时网络没有距离概念,可扩展监控区域。另外,可以利用现有的网络资源,使用现成的通信协议,不需要为新建监控系统铺设电缆、增加设备。

(2) 系统具有较好的无缝扩展能力。所有设备都以 IP 地址进行标识,增加设备只是意味着 IP 地址的扩充,有网络的地方增加监控点设备就可扩展新的监控点。

(3) 可组成非常复杂的监控网络。采用基于嵌入式 Web 服务器为核心的监控系统,在组网方式上与传统的模拟监控和基于 PC 平台的监控方式有很大的不同,由于 Web 服务器的输出已完成模拟到数字的转换并压缩,可采用统一的协议在网络上传输,支持跨网关、跨路由器的远程视频传输。

(4) 性能稳定可靠,无须专人管理,维护费用低。嵌入式 Web 服务器实际上基于嵌入式系统技术,采用嵌入式实时多任务操作系统,又由于视频压缩和 Web 功能集中到一个体积很小的设备内,直接连入局域网或广域网,系统的实时性、稳定性、可靠性大大提高,非常适合于无人值守的环境。

例如使用瑞典 AXIS 公司生产的 AXIS 2400 嵌入式 Web 服务器构建的一个典型的远程视频监控系统结构如图 3.8-15 所示,支持 4 路 MPEG1 视频信号。目前各种更高性能的嵌入式视频服务器也已进入市场。

基于嵌入式 Web 服务器的网络服务已成为目前嵌入式系统重要的应用领域之一,应用时只需按 B/S 模式进行信息传输,借助 ASP、Java 程序实现相关的控制和人机交互。

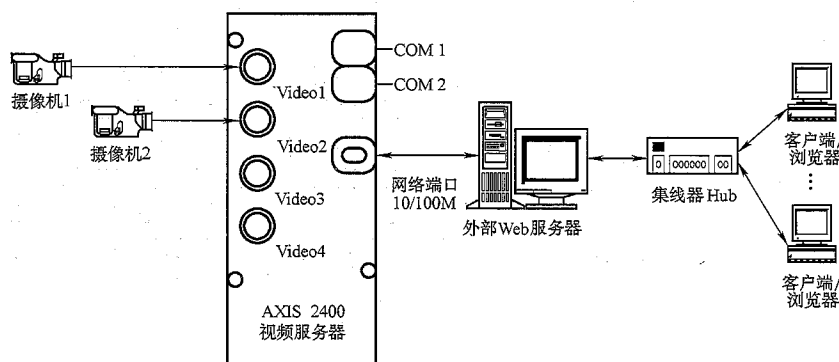


图 3.8-15 远程视频监控系统结构示意图