

油田注水泵站远程监控系统设计

蒋从锋^{1,2}, 蒙培生¹, 赵颖辉²

(1. 华中科技大学工程计算与仿真研究所, 武汉 430074; 2. 华中科技大学水电与数字化工程学院, 武汉 430074)

摘要: 针对油田注水泵站的生产实际, 设计了 Web 平台上的油田注水泵站远程监控系统 5 层体系结构。传感器和可编程控制器采集的数据通过 Profibus 总线送到控制工程师工作站。控制工程师工作站对注水泵站进行动态全过程自动监视, 并控制机泵设备的起停、电机转速及泵流量的调节。OPC 技术作为控制工程师工作站与上层应用程序的通信接口, 实现泵站运行设备和数据库服务器之间的数据传输和交换。Web 服务器和后台实时数据库实现了泵站运行信息的在线查询和报表处理。给出了基于上述体系结构的某油田 Web 平台上的泵站运行数据远程监控与查询系统设计实例, 系统远程访问的响应时间小于 2s, 满足注水泵站实时监控要求。

关键词: 远程监控; 注水泵站; OPC

Design of Remote Supervisory Control System for Pump Station in Oil Field

JIANG Cong-feng^{1,2}, MENG Pei-sheng¹, ZHAO Ying-hui²

(1. Institute of Engineering Computing and Simulation, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074;

2. College of Hydropower and Information Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

【Abstract】 A five-tier remote supervisory control system architecture is designed for pump station in oil field. In this architecture, run time data are acquired by sensors and programmable logic controllers (PLC) and transferred to CES via Profibus. Production process of pump station is automatically supervised in real time by CES. Data between CES and database server are exchanged by OPC (OLE for process control) server. The Web server for remote querying and report application are constructed on the database server. A case study is provided and a remote supervisory control system for a pump station is implemented based on the above architecture. The response time of the database is less than two seconds, which can meet the real-time controlling requirement for pump station.

【Key words】 remote supervisory control; pump station; OLE for process control (OPC)

注水是采油生产过程中最重要的工作之一, 注水泵站是注水系统的重要组成部分。目前大多数油田注水泵站依靠人工按时巡检获取设备运行参数, 其他时间各设备基本上处于无人监控状态, 主要机泵的运行参数很难做到在线监测和实时控制, 造成出现重大事故时无法界定责任人, 也无法确定防范措施; 注水生产报表基本上全靠人工抄写, 工人重复劳动强度较大, 容易出现偏差, 而且信息传递不及时, 无法适应数据上传至生产调度系统、实现注水设备在线运行监控的要求。因此, 建设一个远程监控系统, 实现在线实时监视电机、泵的各种运行参数、远程操作泵房内设备和自动生成报表, 对于注水泵站的安全高效运行、降低岗位工人的劳动强度、提高管理的信息化水平、增大系统综合效益等具有重要意义。

1 OPC

OPC(OLE for process control)是一套标准的与制造商无关的接口协议, 它使得过程控制中自动化设备、现场系统之间具有更大的互操作性, 可以灵活有效地在应用系统和过程控制设备之间读写数据, 有效地解决了现场设备和通信协议的多样性问题^[1]。OPC接口的基础是微软的COM(组件对象模型)和DCOM(分布式组件对象模型)技术。COM是位于同一计算机上的对象之间通信的标准协议, DCOM是COM功能的扩展, 它允许对远程计算机上的对象进行访问^[2]。

OPC 服务器是一个程序, 它提供给不同制造商的应用程

序一个标准的软件接口, 是处理过程数据的应用程序、各种网络协议和访问这些数据的接口之间的中间设备; OPC 客户机是访问过程数据、消息和 OPC 服务器归档的应用程序。任何基于特殊的 OPC 规范的软件都可用作 OPC 客户机, 也可创建专用的 OPC 客户机来更好地满足特定的应用需求。

2 系统架构

油田注水泵站远程监控系统包含两个模块: 即硬件模块和软件模块。其中, 硬件模块包括传感器、可编程逻辑控制器(PLC)及其他控制设备, 软件模块则包括控制工程师工作站、数据库服务器和 Web 服务器、报表程序及其他专用程序。

硬件模块负责采集现场运行数据, 并将运行数据通过 Profibus 总线传送到控制工程师工作站并对机泵设备进行远程操作。

控制工程师工作站对注水泵站进行动态全过程自动监视, 并向上层应用提供运行数据。在控制工程师工作站和上层应用之间, 搭建 OPC 服务器, 作为软硬件系统和不同软件系统之间的数据通信接口, 以增强软硬件系统的兼容性和上层应用开发的灵活性。

为了满足系统的可移植性、安全性、可扩展性和大规模

作者简介: 蒋从锋(1980 -), 男, 博士研究生, 主研方向: 系统建模, 计算机控制与仿真; 蒙培生, 副教授; 赵颖辉, 硕士研究生

收稿日期: 2006-11-15 **E-mail:** justaojiang@vip.sohu.com

数据交换和网络访问的要求,将 Web 服务器和 OPC 服务器分别建立在不同的主机节点上,并将 OPC 服务器的实时数据利用程序自动转储到专用的数据库服务器上。系统架构如图 1 所示。

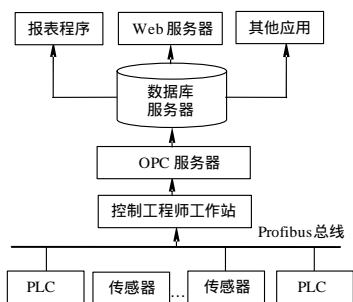


图 1 油田注水泵站远程监控系统架构

3 系统设计

3.1 控制工程师工作站

可编程控制器和机泵自动监测系统通过 Profibus 总线和控制工程师工作站进行连接和通信。

控制工程师工作站实现以下功能：

3.1.1 过程组态

控制工程师工作站根据现场工艺情况编辑应用程序,如控制回路组态、画面生成、历史曲线生成等。组态程序具备以下功能：过程变量的零点、量程及报警限设定,建立实时和历史数据库,建立显示画面,程序编辑和编译,组态下装,组态在线修改和过程变量监视。

3.1.2 实施监视设备运行状态

通过控制工程师工作站的操作界面可以在线监视泵房内设备的运行状态,如泵的进出口压力、流量、泵和电机的润滑油压力、电机电流、电压、干网压力等参数。当被检测点数据超过报警或故障限制点时,控制工程师工作站画面上将会出现声光报警信息,提示操作员有故障或将要有故障出现,应采取相应措施处理故障或避免故障的出现。

3.1.3 远程操作

操作员可通过控制工程师工作站远程操作泵房内设备：

- (1)以自动或手动方式控制泵出口阀门,实现小范围内的汇管压力及流量的调整；
- (2)手动或自动控制变频电机的转速；
- (3)离心泵启动前各点就绪的确认(如进口压力不足不能启泵并报警,泵润滑油压力不足不能启泵并报警)；
- (4)设定汇管压力；
- (5)在系统本身高可靠性的前提下实现变频器旁路自动切换、手动自动切换和备用泵切换。

3.2 OPC 服务器

利用控制工程师工作站上的工业组态软件,建立 OPC 服务器,开发专用的数据转储程序,将注水泵站的生产过程实时数据通过 OPC 接口传送到专用数据库服务器中。

OPC 服务器数据访问规范包括 OPC 数据访问自动化接口规范和 OPC 数据访问定制接口规范^[3]。OPC 数据访问定制接口是一组 COM 接口,可以通过 C/C++ 来进行开发和访问。OPC 基金会提供了标准的接口函数,但对于服务器端的开发,在不改动原有接口函数的基础上,也可以增加一些函数来扩展功能。OPC 数据访问自动化接口是对定制接口的进一步封装,使自定义的 COM 接口转换为自动化的 OLE(object link and embedding)接口。用 Visual Basic、Delphi 等高级语言开发工

具编写的 OPC 客户端程序只能通过自动化接口访问 OPC 服务器^[4]。考虑到系统开发的便捷性,利用自动化接口作为 OPC 服务器和应用程序的接口。

3.3 数据库

注水泵站的实际生产数据众多,为了有效地管理这些数据信息,使工作人员方便、及时、准确地获得所需要的信息,必须对数据库进行合理的逻辑设计和有效的物理设计。

3.3.1 功能分析

根据上述系统架构,数据库中需要存储注水泵站的设备信息、实时运行数据、历史数据、报警与事件数据及各种边界条件,在线查询处理的响应时间应在 5s 左右。

对于局域网内部用户,数据库服务器本身的用户权限管理功能已经可以保证数据的安全性。另外,可以通过一些管理手段来达到保护数据安全的目的,如制定安全管理制度、员工安全意识培训等;对于 Web 访问用户,通过在 Web 服务器和 Internet 之间设立防火墙来屏蔽恶意的访问和攻击,保证数据的安全性和一致性。

3.3.2 结构设计

根据油田注水泵站运行管理的特点和远程监控系统的需要,将系统的数据抽象为下面几类:(1)机泵设备数据;(2)实时生产数据;(3)报表数据;(4)报警与历史事件数据;(5)授权用户信息;(6)数据字典。

将上述概念数据模型转换为关系数据模型,可以得到一组对应的关系模式,如表 1 所示。

表 1 关系模式一览

关系名称	关系属性	主码
泵信息	泵编号、名称、泵类型、购置时间、厂家、额定电压、额定电流、额定功率	泵编号
电机信息	电机编号、名称、购置时间、厂家、额定电压、额定电流、额定功率	电机编号
实时生产数据	泵编号、时间、电压、电流、进口泵压、出口泵压、平衡管压力、冷却水压力、泵润滑油压力、电机润滑油压力、注水泵前轴承温度、注水泵后轴承温度、曲轴箱温度、齿轮减速箱前温度、齿轮减速箱后温度、电机前轴承温度、电机后轴承温度、电机机温、流量计读数、大罐水位、干网压力、汇管流量	泵编号、时间
报表数据	泵编号、日期、开泵、停泵时间、总耗电量、注水单耗、班计、一保、二保、三保、机泵运行时间	泵编号、日期
报警与事件数据	泵编号、报警时间、故障描述、值班人	泵编号、报警时间
用户信息	用户名、密码、权限等级	用户名
数据字典	字段名称、描述	字段名称

再将上述转换后的关系模式向特定数据库管理系统支持的数据模型转换。以 SQL Server 2000 数据库为例,实时生产数据的表结构如表 2 所示。

表 2 实时生产数据的表结构

列名	数据类型	数据长度/bit	是否允许空值
泵编号	int	4	0
时间	datetime	8	0
电压	float	8	1
电流	float	8	1
进口泵压	float	8	1
出口泵压	float	8	1
平衡管压力	float	8	1
冷却水压力	float	8	1
.....			

3.3.3 物理设计

数据库物理设计是为逻辑数据模型选取一个与应用环境最适合的物理结构。

在整个注水泵站的数据采集和报表生成过程中,泵号和时间是数据查询的主要关键词。因此,在泵号和时间上建立索引,能够提高相关数据的查询处理速度。

确定数据的存放位置和存储结构要综合考虑存取时间、存储空间利用率和维护代价 3 方面的因素。为了提高系统性能,将数据的易变部分与稳定部分、经常存取部分和存取频率较低部分分开存放^[5]。例如,数据库服务器有 3 个硬盘: disk1、disk2 和 disk3,将传感器获取数据存放在 disk1,将报表数据存放在 disk2,将数据备份和日志文件存放在 disk3 上。

3.4 报表

系统的报表模块基于 Web 服务器之上,实现所有运行数据的在线查询和更新,并能生成报表,供客户端直接打印。报表模块实现下述功能:

- (1)自动读取 OPC 服务器数据,并允许手动输入和更新;
- (2)对报表相关信息进行模糊查询;
- (3)报表数据录入和更新时进行数据校验和权限等级审核。

4 系统实现

4.1 OPC 服务器和客户端

OPC 服务器和客户端必须注册以下 Windows 组件^[6],分别是 OPCcomm_ps.dll(OPC 通用接口)、OPCdaAuto.dll(OPC 自动化接口)和 OPCProxy.dll(OPC 代理占位)。OPC 服务器和客户端还必须进行适当的 DCOM 配置,以允许 OPC 客户端访问远程 OPC 服务器。首先,服务器和客户端节点要启用 DCOM;其次,对域用户和组用户分别进行 DCOM 访问、启动、激活的权限设置和连接协议设置。

4.2 Web 服务器

考虑到系统开发和集成的方便性,利用 Windows 系统自带的 IIS(Internet information server)作为 Web 服务器。为防止未授权用户恶意更改或删除报表数据,利用 ASP 的 Session 和 Cookie 技术实现用户权限管理^[7]。

4.3 实例研究

某油田采油厂注水泵站现有 2 台往复泵,3 台离心泵,

现进行技术改造,要求实现注水泵站远程监控与操作。

根据上述系统架构,利用 WINCC 组态软件,实现控制工程师工作站对泵站的远程操作,将 WINCC 自带的 OPCServer.WinCC 作为数据通信的 OPC 服务器。利用 Visual Basic 开发数据转储程序,定时将 OPC 服务器上的数据转储到 SQLServer2000 数据库服务器中。考虑到系统开发和集成的方便性,利用 Windows 系统自带的 IIS 作为 Web 服务器。为防止未授权用户恶意更改或删除报表数据,利用 ASP 的 Session 和 Cookie 技术实现用户权限管理^[7]。用户通过浏览器即可远程监控和查询泵站实时运行状况。

系统运行情况表明,整个远程监控系统设计合理,运行稳定可靠,远程访问的响应时间在 2s 左右,达到了预定要求。该系统架构不仅适用于注水泵站远程监控系统设计,也可以应用于一般的生产过程控制的远程监控系统设计。

5 结束语

计算机和网络技术的发展,使得工业过程控制和管理的方式正在发生变化。和传统的 DDE 技术相比,OPC 具有数据传送性能高、开发成本低等优点^[4]。基于 Web 和 OPC 的油田注水泵站远程监控系统,不仅实现了注水设备的在线运行监控,而且大幅降低了岗位工人的劳动强度,提高了油田生产管理的信息化水平。

参考文献

- 1 张燕妮,丁维才. OPC 技术在机场灯光监控系统中的应用[J]. 计算机工程, 2005, 31(增刊): 273-277.
- 2 潘爱民. COM 原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- 3 OPC Foundations. OPC Data Access Custom Interface Specification (Version 2.05)[Z]. [2006-09]. <http://www.opcfoundation.org>.
- 4 陈卓,段其昌,张从力,等. 基于 OPC 和 Web 的水质在线监测系统的设计[J]. 仪器仪表学报, 2004, 25(4): 252-263.
- 5 萨师焯,王珊. 数据库系统概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- 6 殷卫兵,左信. OPC 数据服务器分析及程序开发[J]. 化工自动化及仪表, 2003, 30(5): 41-45.
- 7 任新见. ASP 动态网站快速开发实务[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

(上接第 242 页)

由于采用模块化设计,因此所实现的嵌入式 USB 主机系统在功能升级上有很大的余地。现在 USB IF 推出了最新的 USB OTG 协议,该协议彻底实现了 USB 通信点对点的通信方式,导致一个 USB OTG 接口可以实现主机和设备双重角色。目前已有几家公司推出了 USB OTG 芯片,如飞利浦公司的 ISP1362, Cypress 公司的 CY7C67200, Ali 公司的 M5636 等。因此,今后以其中一款芯片为基础设计的 USB OTG 模块,即可以在该测控平台上实现 USB OTG 传输方式。

参考文献

- 1 USB IF. Universal Serial Bus Special Revision 2.0[R]. 2000-04-27.
- 2 Philips Semiconductors. LPC2292/LPC2292 Rev 01-05[R]. 2004.
- 3 Axelson J. USB 大全[M]. 陈逸,译. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- 4 马伟. 嵌入式 USB 主机系统[J]. 计算机测量与控制, 2003, 11(5).
- 5 陈源,裘正定. 基于嵌入式系统的 USB 接口的设计[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(7).

(上接第 245 页)

4 Advantech Co., Ltd. PCL-818HD High Performance Multifunction Data Acquisition Card User's Manual[Z]. 2003.

- 5 Advantech Co., Ltd. Advantech Device Driver User Manual[Z]. 2004.
- 6 李文杰,于有生. VB 环境下基于 DLL 的 PCL-818HD 数据采集卡在焊接控制系统中的应用[J]. 兵器材料科学与工程, 2004, 27(2).