

油气生产远程监控体系的关键技术研究

杨 力, 曹谢东, 袁海燕

(西南石油大学计算机科学学院, 成都 610500)

摘 要: 油气田生产信息远程采集、传输与处理是油气田生产管理的重要环节, 通过对油气生产现状的分析, 针对现有监控体系的不足, 提出了三层监控体系结构, 即采用流量计算机、RTU、无线传感网络为主, 以手持移动 PDA 为补充的终端子系统, 以 GPRS(CDMA)+APN 为安全传输通道的传输子系统, 以虚拟数据中心为交换平台的中心监控系统。形成了 4 大关键新技术, 并把形成的关键技术应用到油气田生产实际中, 提高了油气生产的工作效率, 降低了安全事故的发生, 具有实际的应用前景和推广价值。

关键词: 远程监控; 交换中心; 虚拟数据中心; 虚拟专用网; 元数据

Key Technologies Research of Remote Monitor System on Oil-gas Production

YANG Li, CAO Xie-dong, YUAN Hai-yan

(School of Computer Science, Southwest Petroleum Institute, Chengdu 610500)

【Abstract】 Analysing present situation of oil and gas production and defect of present monitor control system, three-ties architecture is presented. Terminal subsystem is the first layer, which is mainly made of RTU, flow computer, wireless sensor network. The Second layer is security transmission subsystem, which is made of GPRS(CDMA)+APN. The last layer is centre monitor subsystem, which is exchange platform based on virtual data centre. Four key technologies are applied to the remote monitoring system. As a result, work efficiency of oil-gas production has been greatly increased, and safety accidents have been reduced.

【Key words】 remote monitor; exchange centre; virtual data centre; Virtual Private Network(VPN); meta data

1 概述

随着中国经济的快速发展, 石油天然气等能源产业在国家经济中的地位愈加显著。实现高效安全生产, 实行数字化远程管理, 有效控制生产过程中的关键技术环节, 实现大规模生产所要求的统一、协调、高效、远程调度指挥、监管和控制是目前众多大型企业所期盼的。但是采油地常常分布在人烟稀少的偏僻地区, 交通通信不便, 分布地域广泛, 现场人员较少, 大部分地区处于无人或少人职守状态, 工作效率低下, 面临人为或自然因素破坏的危险, 系统维护成本较高。随着油田的发展及工业自动化水平的提高, 通过在油气田生产实际中的具体应用, 形成了油气田生产远程传输和监控新技术, 并对关键技术进行了研究, 提出了以现代无线通信技术为主、以无线传感网络为补充, 本地和远程监控相配合, 图形和视频相结合的虚拟数据中心远程立体监控新体系。

2 系统物理体系结构

如图 1 所示, 本体系结构远程终端为自动采集 RTU、无线传感器和手持移动 PDA, 以无线通信网络(GPRS, CDMA)为传输手段的, 实现数据采集与远程监控, 满足油气田实际需要的数据采集管理应用系统。该系统分为 3 层: 终端子系统, 无线传输网络以及中心平台管理子系统^[1]。

终端子系统基于 RTU 和无线传感网络负责完成生产数据的采集和发送以及查询, 安全数据的采集和发送以及查询, 其他重要情况的汇报。中心平台管理子系统实时接收终端子系统上传数据, 对远程井站生产状况进行实时监控、及时报警、统计分析、报表生成及与生产运行系统的集成等。

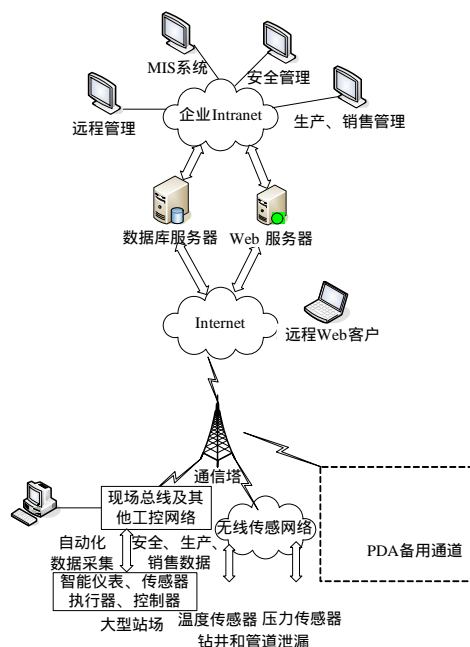


图 1 系统物理体系结构

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划基金资助项目(2004BA616A-11-01)

作者简介: 杨 力(1975 -), 男, 讲师、系统分析师、硕士, 主研方向: 智能 SCADA 系统, 测量控制技术, 人工智能, 分布式计算; 曹谢东, 教授; 袁海燕, 工程师

收稿日期: 2008-05-13 **E-mail:** scncyl@yahoo.com.cn

系统架构在无线公网的基础之上, 终端子系统、传输通道、中心平台管理子系统三者结合, 构成统一整体实现数据传输及时、可靠, 为油气田进一步科学决策提供准确的基础数据保证。

3 主要关键技术

3.1 RTU 终端单元与手持移动 PDA 双重冗余

在大型站场整个信息采集与监控系统的总体结构采用三级控制模式, 由现场设备、工控机与计算机人机界面、数据远传系统构成。远程终端单元 RTU 完成井口压力、气体浓度及站场各个阀门的状态等各类信息的现场采集; 工控机与计算机人机界面构成一个站场设备信息交换平台, 对站场瞬时信息进行实时浏览和监控, 当出现压力超高等任一突发险情时, 通过系统网络接收本地及远程控制; 为进行现场信息的远程实时监控, 在系统流量计算机内加载数据远传通信模块, 构成数据远程监控系统的终端单元。

数据实时采集系统由传感器、变送器、流量计、工业控制机、上位计算机等多种智能设备组成。SCADA 系统采用了总线结构和模块化设计, 一条总线上可带多达上百台流量计算机和数据采集终端, 一台流量计算机可带 8 个流量, 一台采集终端可进行 16 个点的信息采集, 所以, 将来对系统硬件的扩充也非常的方便。站场 SCADA 系统整体结构如图 2 所示。

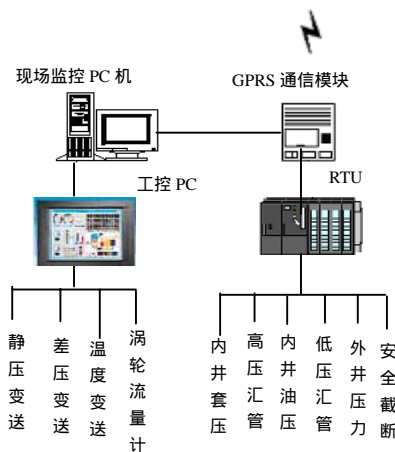


图 2 站场 SCADA 系统整体结构

当现场 RTU 设备或现场监控 PC 故障, 启动备用通道, 利用手持移动 PDA 进行生产数据人工上报, 使得在设备检修期间, 数据也能及时进行上报到远程中心。

3.2 无线传感器网络和基于 APN 的无线通信网络相结合

由于石油行业具有的特殊性, 油气勘探和开采常处于边远或偏僻野外地区, 而且流动性比较大, 采集点不集中, 有一定距离, 这样采用集中布线方式采集已不可能。而油井监控的特点是数据量要求比较低, 油井间地形空旷适合部署无线网络, 而且无线传感器网络部署容易和简单, 移动方便, 自动组网, 易扩展添加新的节点, 特别适合流动性大等作业项目, 因此, 在钻井和管道泄露检测中采用无线传感器网络是很适合的。

传感器采集的压力、温度和天然气泄露等数据通过无线传感器网络汇节点的处理和计算, 把报警信息和计算后的必要数据通过 GPRS 实时传输到远程中心平台, 通过 GPRS+APN 方式保证数据的安全传输。无线传感器网络结构如图 3 所示。

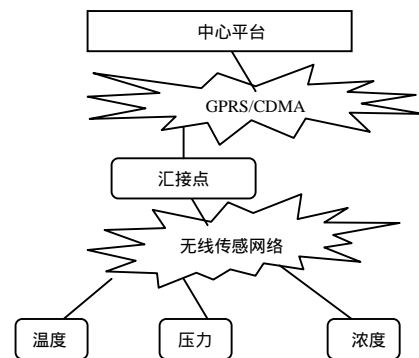


图 3 无线传感器网络结构

(1)GPRS 安全接入 APN

利用 SIM 卡的唯一性, 对用户 SIM 卡手机号码进行鉴别授权, 在网络侧对 SIM 卡号和 APN 进行绑定, 划定用户可接入某系统的范围, 只有属于指定行业的 SIM 卡手机号才能访问专用 APN, 普通手机的 SIM 卡号无法呼叫专门的 APN。专用网络采用专用 IP 地址和 VPN 方式, 且和外网 Internet 无接口, 封闭隔离, 保护入网 PDA、手机、系统平台和油气田专网安全。

(2)GPRS VPN 功能实现

GPRS 业务数据通信在网络连接中, 涉及到的 GPRS 网元主要有 GGSN(网关 GPRS 支持节点)和 CommHUB, 借助 GPRS 网络 APN/Radius/DHCP 等的功能特点, 在 GPRS 网络后台构筑业务网络接入平台。连接拓扑示意图如图 4 所示。

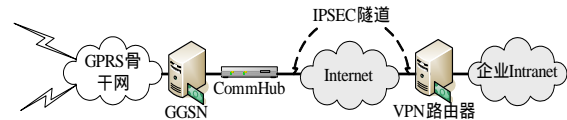


图 4 连接拓扑示意图

如图 4 所示, 在 CommHUB 划分专用企业客户专线连接业务虚网(Service VLAN), 通过防火墙与外部客户网络连接; 在 GGSN 和 GPRS 网络后台局端客户专线连接路由设备之间开设 GRE 路由通道, 保护内网地址空间的安全和实现网络业务的连接性; 在 GGSN 和后台业务路由连接设备间启用了 GRE 路由通道连接, 因此在防火墙上不用实施网络内外侧的地址转换(NAT); 在企业 Intranet 和移动出口网关服务器之间通过 Internet 连接, 建立 VPN 的 IPSEC 隧道, 保证这 2 点之间数据传输的安全性, 不被他人中途进行信息窃取、修改。

本传输系统在专用 APN 接入的基础上加上 VPN 接入方式的混合接入方式, 进一步提高系统的安全性。

3.3 基于虚拟数据中心的数据融合平台

由于油气田采集数据的多样性, 不仅有勘探的数据、钻井数据、地质录井数据, 而且有油气生产、测试等多种数据, 气田信息集成不仅要为预测和快速决策提供有效的基础信息支撑, 而且要满足生产调度实时性的需求, 同时要为用户(特别是高层管理人员)提供统一的数据视图, 使用户通过统一接口, 访问多个自治、分布、异构的数据源。因此, 根据气田信息中历史数据、实时数据、静态数据的不同应用特点, 考虑系统的性能和灵活性, 提出了一种虚拟数据中心气田信息整合平台体系结构。

考虑到分布、异构的数据源不利于预测决策等深层次的综合信息处理, 而且, 由于网络连接等问题, 数据源有时可

能离线的。同时，由于数据量大，许多数据在动态地发生变化，将所有数据都集中存储不仅浪费空间，也不能满足数据的实时性要求，因此将相关的历史数据存储于数据中心，其他数据仍分布在各个数据源中，整体构成一个虚拟数据中心^[2]。虚拟数据中心为用户提供了统一的数据视图，在用户或应用看来，仿佛所有数据都存储在数据中心。整个虚拟数据中心结构如图 5 所示。

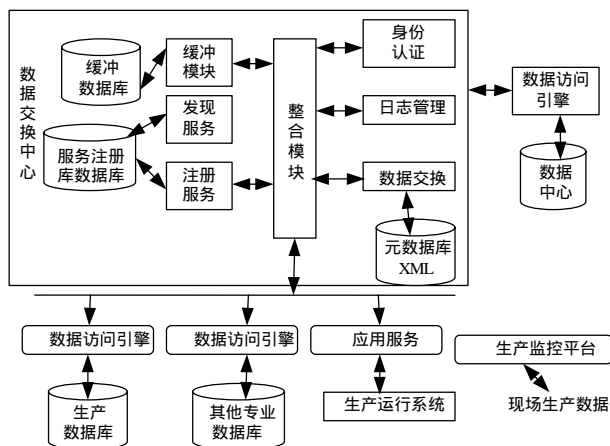


图 5 虚拟数据中心结构

(1) 技术架构分析

1) 目前分散在各部门的数据库系统(包括勘探、开发、生产调度等)在物理位置上保持现状,但在逻辑上和管理上统一纳入分布式数据库系统管理范畴。它们的数据源采集流程及数据质量保障则纳入标准化体系,对录入数据进行数据整理、质量审核、数据加载。

2) 虚拟数据中心体系建立在分布式数据管理系统基础之上,提供索引编目、安全管理、元数据管理、权限管理、空间数据集成、数据抽取等服务。

3) 数据中心数据管理门户为虚拟数据中心管理人员提供统一的登陆和管理操作界面。

4) 企业应用门户提供数据资源需求用户统一的登陆、检索界面^[3]。

(2) 数据交换策略

1) 请求时交换。对于实时数据,当应用或用户请求时,由交换中心负责到相应数据源获取。

2) 周期性交换。对于存储在数据中心的历史数据,由交换中心定期将各数据源(如生产数据库、安全数据库、物资数据库等)中的相关数据交换到数据中心。数据中心的数据可以由高层应用直接使用,或通过交换中心查询。

3) 数据缓冲机制。对于一些静态数据或实时性不强的数据,在一定时期内,多次请求的数据是不变的。为了改善系统性能,引入缓冲数据库,存放最频繁访问的数据,以避免每次请求都要访问各个数据源。

缓冲数据库记录包括如下字段:请求字段;结果;访问位;年龄位。

当用户或应用请求数据时,交换中心首先查找缓冲数据库,如果该请求由匹配的缓冲记录,则直接返回结果,并将“访问位”置 1;否则,访问目标数据源,并更新缓冲数据库。如果缓冲数据库未满载,则插入一条缓冲记录,将“访问位”置 1,并设置“年龄位”为 0;否则,选择一条最近一段时间内未访问的缓冲记录进行替换。

替换算法如下:

(1) 交换中心周期性地将所有缓冲记录的“访问位”清 0。

(2) 当缓冲数据库已满,选择一项“访问位”为 0 的记录进行替换。

(3) 交换中心周期性地将所有缓冲记录的“年龄位”加 1,当“年龄位”达到阈值 T 时,将相应记录淘汰,以保证数据的有效性。阈值 T 根据数据的更新频率进行设定。

数据交换中心以统一的标准格式与各应用系统、数据源以及用户进行交互,当应用或用户需要数据时,向数据交换引擎发送请求,不需要关心数据分布的位置。

3.4 E-mail/手机短信的事件通知技术

在本系统中天然气泄漏报警、生产超限报警等重要的报警信息和一些重要的调度事件需要及时通知相关人员,互联网的出现推动了 E-mail 的发展,提供了方便、经济、快速传递信息的方式,但 E-mail 需要人为接收,实时性不强,考虑到手机短信业务的普及以及较高的实时性,系统结合 E-mail、手机短信,确保重要事件和事故报警得到及时处理。

在远程企业内部网内构建行业移动平台,包括 E-mail 服务器、移动短信、报警生成服务、邮件生成服务、邮件处理服务、实时报警库、历史报警库、事件库等。报警生成服务根据事件不同的报警级别,按优先级高低排序,放入报警实时库中,同一报警信息不多次存放,同时触发邮件生成服务,当事件恢复正常后,报警信息从报警实时库中删除^[4]。

邮件生成服务根据事件类型和报警级别筛选出需要通知的重要事件,生成相应的邮件主题、内容。邮件处理服务根据用户的 E-mail 地址和定制的事件类型、报警级别决定发送的对象,同时把手机号码和邮件内容发送到移动短信或寻呼网关,由移动短信把信息发送到相应的短信消息中心。

通过 E-mail、短消息相结合的技术实现重要事件和报警的高速传递,避免了大量信息的发送,同时确保信息传递的高可靠性,有利于油气田的安全生产。

4 数据采集、传输与控制实现流程

数据采集、传输与控制实现流程如下:

(1) 在大中型集输站场,生产及安全信息通过流量计算机和 RTU 进行采集;在偏远的小站场以及流动性作业场所通过构建无线传感网络实现油气生产、钻井、录井和管道泄露等信息的数据采集。

(2) 当现场设备发生故障,立即启用备用通道,利用手持移动 PDA 进行人工采集传输。

(3) 现场 DTU 发送采集的数据,经由 GPRS(CDMA)+APN 网络,安全地到达远程控制中心,并分别进入各专业数据库中,由交换中心根据应用需要实施交换策略。

(4) 中心报警模块对采集的数据根据预警阈值进行判断,形成报警信息,通过 E-mail 和移动短信方式通知管理人员,管理人员在接收到报警信息后,可以通过手持移动 PDA 发送控制指令,远程控制现场阀门等现场生产设备,实现油气田的安全生产。

5 结束语

油气田生产信息远程采集、传输与处理是油气田生产管理的重要环节,通过对生产信息采集、传输与处理 3 阶段的深入研究,代替了以前单一的数据采集方式,形成了油气田

(下转第 252 页)