

PI实时数据库在供电企业中的应用

田家英, 赵 舫

(浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘要: 实时数据库是实现供电企业管控一体化的桥梁。PI系统是商品化的实时数据库应用平台,在响应速度、可靠性、容量等方面具有极大优势。将PI系统和电力行业应用紧密联系起来,是用好PI系统关键。首先从PI实时数据库的特点和结构入手,分析了PI在供电企业的应用构架;之后针对目前实时信息集成模式中存在的重复开发、开放性差等弊端,从数据模型和数据库访问两个方面探讨了PI与IEC61970的结合,提出了实施方案。该方案符合电力信息集成的发展趋势,具有可行性。

关键词: PI 供电企业; IEC61970; 公共信息模型; 组件接口规范

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)15-0046-04

0 引言

实时数据库是实现电力企业管控一体化的桥梁,是企业监控信息系统的核心^[1]。实时数据库实施的成功与否直接影响企业的信息化过程。

PI系统(Plant Information System)是由美国OS-Isolt公司开发的商品化实时数据库应用平台,在响应速度、可靠性、容量等方面有极大优势,适用于电力企业的实时信息集成。

将PI系统的特点和电力行业应用紧密结合起来,满足生产的需要,是应用PI系统的重要课题。本文从PI系统的结构特点出发,探讨了其在供电企业中的应用优化。

1 PI系统的结构特点

PI系统可以实现C/S和B/S结构配置,包括接口机、服务器和客户端三层。

1.1 接口机

PI的接口机里包含了三类程序:面向设备的数据通讯接口程序、面向PI服务器的API模块以及介于两者之间的界面程序。其作用分为:建立与数据来源设备之间的连接,读取实时数据;通过PI-API访问PI服务器,将实时数据送入PI服务器。

接口机里设置了例外检查(Exception check)环节,根据数据的变化决定数据的取舍。只有变化量超过设定范围的数据才会被送往PI服务器的快照子系统,成为该测点的当前值。

接口机是实时数据进入PI数据库的桥梁,其运行的可靠性直接关系到实时数据库的效能。为保证

数据的完整性,PI的接口机提供数据缓冲服务。当PI服务器与接口机之间因软件、硬件升级等原因引起离线时,接口机可把采集的现场数据暂存起来;待PI服务器恢复正常运行后,再把缓存队列中数据传送到PI服务器数据库中。

1.2 PI服务器

PI服务器是整个系统关键部分,提供对实时数据的采集和存储及对整个系统的维护,其核心部分主要包括:基本子系统,用来维护数据库中测点的属性信息;快照子系统,PI数据库将实时数据的当前值存放在内存中作为该测点的快照,供用户访问;归档子系统,用来维护历史数据。系统的数据流见图1。

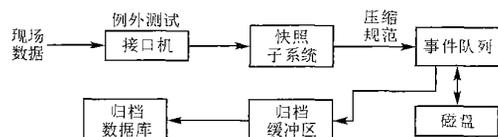


图1 PI系统的数据流图

Fig 1 Data flow of PI system

来自现场的实时数据在接口机里通过例外测试后,被送往快照子系统,成为当前值;先前的快照值经过压缩后,被送到归档子系统。PI数据库采用旋转门压缩算法,根据数据的变化趋势进行精度可调的有损压缩,只提取重要数据。在历史数据查询时通过数据插值快速解压缩。

实时数据的产生具有周期性和波动性特点,而每次磁盘操作都需要花费较长的时间,须要对磁盘访问进行优化。PI数据库设置了事件队列和归档缓存区。经过压缩算法过滤后的实时数据被保存在

事件队列中,由归档进程写入归档缓存。在事件队列已满并且归档进程忙的情况下,事件队列中的数据将被写入磁盘文件,等归档可用时再转入归档数据库。当归档缓存已满或者距离上次归档超过规定时间,归档缓存中的数据将被写入归档数据库,成为历史数据。

P的服务器应用模块主要包括:性能方程式模块,允许用户不必用高级语言来实施复杂的计算;批处理模块,以一个批量前后关系存储和读取 P系统的数据,而不是单纯地以时间轴为依据;报警服务模块,可对 P系统中任何一个测点设置报警条件,捕捉到的事件可被送到 P系统的事件档案中,供用户筛选和查看。

电力系统包含运行数据和管理数据,分别由实时数据库和在关系型数据库保存。在某些应用中,需要将两类数据结合在一起,这就涉及到了数据库之间的数据交换。PI历史数据库不是基于关系型数据库结构的,但在 PI服务器里包含了 PI-SQL服务器模块,解决了这一问题。PI-SQL负责处理 SQL访问请求,允许用户直接通过 SQL来访问 P数据。通过 COM连接转向器(COM Connect Redirector),PI-SQL还可以从外部关系数据库中获取数据。采用这种方式,PI系统数据库可以非常方便地与关系型数据库进行交互,而不需要将 PI或关系型数据库的数据先复制到某一区域,然后再从该区域由另一个数据库来存取。

1.3 客户端

PI是第一个在客户端产品中在低层完全采用微软 Windows技术并将界面 Windows化的实时数据库产品。迄今为止,PI的客户端模块之功能强大、灵活、易用,在业界一直保持着领先的地位。PI系统提供的基于微软平台的客户端软件工具,允许用户按照不同的方式从 P服务器里获得数据,主要包括以下几种:

PI-ProcessBook是一个流程画面在线组态和运行工具,为用户提供了一个图形界面。用户可在此定义或显示各种画面,包括:趋势图、流程图、棒图、动态图形等。

PI-ActiveView是一个 WEB客户端的应用,它允许用户将 PI-ProcessBook中生成的画面在通用的浏览器中进行发布。

PI-DataLink提供了通过电子表格软件(Excel Lotus1-2-3)访问实时数据库数据的接口。用户可在 Excel中通过该工具直接取得服务器中的实

时数据,用于分析或改进工艺流程,编制各种应用报表。

PI-API/SDK给用户提供了一个自己编程访问 PI系统信息的途径。PI-API是一套可以被包括 C、Visual Basic等多种语言调用的函数库,为第三方软件提供了功能强大的编程接口。PI-SDK提供了面向对象的类库,用户使用该工具编程可以提高开发效率,该工具可以在 VC++,VB,VBScript等开发环境下使用。PI-API/SDK可在多个软硬件平台上使用,包括:Windows NT,UNIX,OPENVMS。

PI-ODBC-PC用来调用 PI服务器中的 PI-SQL模块。任何符合 SQL调用的客户端均可以使用 PI-ODBC-PC,它能够穿透式地读取实时数据,而不用将数据复制到关系数据库中。此外,PI对 ODBC的支持还体现在客户端程序上,PI-ProcessBook能够直接通过 ODBC接口访问关系型数据库。这一特性允许用户从 PI系统这一端,去观察与 ODBC兼容的任意一个数据库中的数据。

2 PI系统的应用框架

对供电企业来说,PI实时数据库主要用于集成生产数据,包括 SCADA系统、在线监测数据及负荷控制数据,图 2所示为典型的应用框架。

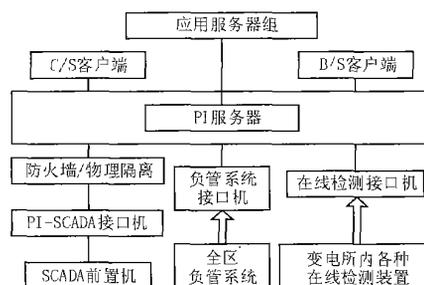


图 2 PI系统在供电企业中的应用框架

Fig 2 Architecture of PI system in power supply enterprise

SCADA系统是最主要的数据源,不仅包含了大量的实时数据,还包含了电网拓扑信息和图元。三类信息以不同的方式接入 PI系统,例如:通过 XML文件传送电网拓扑信息和图元,通过 IEC870-5-104协议传送实时数据。为保证生产网络的安全,通常在 PI-SCADA接口和 PI服务器之间设置隔离装置。负控、电能量采集和变电站在线检测装置不包含电网模型,而仅仅是实时数据,其涉及的厂商较多。主要有两种接入方式:采用简单数据访问 PI-API实现实时数据的简易、快速接入;遵循 OPC标准实现实时数据的 OPC接入。

PI服务器是整个系统关键部分,在可靠性要求较高的应用中采用双机热备用方式。PI应用层提供C/S客户端、B/S客户端和上层应用接口三类访问途径。目前的应用重点集中在客户端组态软件上。在C/S客户端上,可以利用PI-ProcessBook建立数据展示界面,如:潮流分布图、负荷变化曲线;利用PI-DataLink将PI数据导入Excel表格,自动生成各类报表。在B/S客户端上,通过IE浏览器显示PB图。相对而言,C/S客户端访问效率高、组态及控制方式灵活、安全可靠性好;B/S客户端易于实施、成本低。PI的上层应用接口用于支持第三方软件,该接口标准化是信息集成的发展要求。

3 PI系统的应用优化

实时数据库整个监控信息系统的支撑平台,其数据的种类决定了上层应用的深度和广度。以往基于具体应用建立数据库系统,数据不完整,可扩展性差。新的需求出现后,数据库里的数据不能满足要求,必须开发新的系统。加之原有数据库的数据模型和访问接口的定义非标准,原有的上层应用往往不适应新的数据库。这种开发模式的效率很低。因此,按照IEC61970标准定义PI数据库数据库,使数据模型符合CM,使访问接口符合CIS^[4]。

3.1 与CM模型相结合

CM模型从对象、属性和联系这三个概念出发,按照面向对象的方法,对电力系统进行建模,提供了关于电力系统的全面逻辑视图。CM模型统一了对电力系统对象的描述和命名,隐藏了数据的具体储存细节,明确了数据的上下文语义,解决了“数据是什么”的问题。

在PI数据库中可以通过三种方式来存储数据模型:最基本的就是测点命名规范,其灵活性较差,在修改数据模型时,需要对所有测点进行重新命名;其次是将数据模型保存在外部数据库里,具有较好的灵活性,不足之处是增加了软件设计的复杂性,且与PI系统结合不够紧密,影响了系统性能发挥;MDB(Model Data Base)是PI系统的一个可选模块,允许用户通过定义分层分级的树状结构对设备进行归类,同时采用别名机制将设备和测点关联起来,具有良好的灵活性。通过比较,优先选择MDB来映射CM模型。

PIMDB所定义的是一种层次模型,而CM属于面向对象的模型,两者所描述的对象具有相同的物理含义,可以由CM模型生成MDB。以变电站为

例,电力系统资源是传导设备的父类,开关是传导设备的子类,断路器类继承开关类的属性,通过断路器类对特定的断路器进行建模;变电站类、电压等级类和传导设备类之间存在聚合关系,变电站内包含若干电压等级,特定电压等级下包含变压器、断路器等设备。从上述面向对象的模型可以抽取层次模型用于定义MDB。图3和图4分别表示了按照实体之间的包含关系和类之间的继承关系来定义MDB。图3符合电力系统的分层分级特点,可以按照由上而下、由公司到厂站的顺序逐层查找所要访问的设备及实时数据;图4从逻辑的角度对设备进行归类,利用该模型可以很方便地访问同类设备,如所有的断路器。

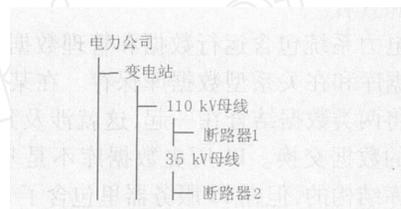


图3 按照实体间的层次关系定义MDB

Fig 3 Definition ofMDB based on instance relationship s

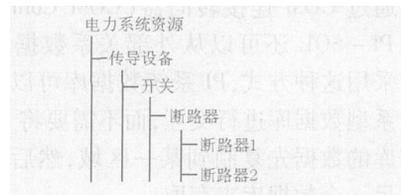


图4 按照类之间的层次关系定义MDB

Fig 4 Definition ofMDB based on class hierarchy

由PIMDB模型映射CM模型,上层应用对CM模型的访问被转化为对MDB模型的访问。PI数据库的模型具有了层次,底层为树状的MDB模型,上层是面向对象的CM模型。由于CM定义的对类及类之间的继承、聚合关系具有统一性和稳定性,由此生成的MDB同样具有统一性。客户端软件中,很多是基于PI-MDB的(如PI-ProcessBook),这就使得用户定义的数据组态界面具有很强的可重用性。

3.2 分步骤实现标准的应用接口

数据模型解决“数据是什么”的问题,应用接口解决“数据如何访问”的问题。随着应用的深入,PI系统存储的实时数据会不断增加,其数据模型必然会有所扩展。为保证PI系统的开放性,所定义的应用接口需要提供两种机制:访问数据库模型,得到所需数据项;根据数据项访问数据。进一步要求是将

应用接口标准化,即按照 IEC61970定义应用接口,使 PI系统成为统一信息集成平台。

IEC61970包括了两个级别的组件接口规范 CIS,规定了所交换信息的内容以及组件相应的动作,定义了 GD (Generic Interface Definition),其中包括:GDA (Generic Data Access)、HSDA (High - Speed Data Access)、TSDA (Time Series Data Access)和 GES (Generic Eventing and Subscription)四类接口。前三类与实时数据库相关:CIS/GDA提供数据模型访问,CIS/HSDA提供实时数据访问,CIS/TSDA提供历史数据访问。按照 CIS来定义 PI系统的应用接口,再结合中间件技术最终可实现“即插即用”、跨平台访问等目标^[5]。

目前,IEC61970系列标准尚处于研究和完善阶段,其中 CIS部分还未出完,已有的部分也在不断完善。针对这种情况,考虑到实际应用的可行性,定义标准应用接口需分阶段进行,以下从模型访问和数据访问两个方面分别讨论:

1)对于 PI系统,GDA接口的作用是根据上层应用的请求,搜索 PI-MDB,返回相应的测点名。GD支持 TC57PhysicaModel、TC57ClassModel和 TC57ISModel三种命名空间,其中前两种适用于实时数据库。TC57PhysicaModel反映了实体间的包含关系,TC57ClassModel类之间的继承关系,两种模型均具有层次结构,以之定义的 MDB,能够更好地支持 GD访问。在 GD标准稳定之前,通过 CM/XML文件实现静态的模型访问,即将模型库 MDB导出为 XML文件,上层应用根据此文件得到所需数据的测点名,完成静态配置。

2)HSDA和 TSDA完成数据访问,两者均建立在 OPC标准之上。PI系统具有 OPC接口,同时提供了可以运行在多种软硬件平台上的 API,据此按照以下原则实现数据访问:在 GD标准稳定之前,利用 PI-API实现数据访问,所有的上层应用均暂以 PI-API为接口标准进行封装,以保证 PI系统尽快投入使用;GD标准稳定之后,在 Microsoft平台上基于 PI-OPC开发 GD接口;随着跨平台的 PI-OPC出现,逐步将 Microsoft平台上已有的 GD移植

到其它平台上。

4 结语

P数据库遵循 IEC61970标准是供电企业信息集成的要求,也是当前应用的重点。本文结合 PI系统的特点,就当前情况下 PI数据库如何与 IEC61970标准结合这一问题提出了设想,即:通过 MDB映射 CM;先利用 XML文件实现模型访问,利用 PI-API实现数据访问,以保证 PI系统尽快投入使用;逐步建立符合 CIS标准的应用接口。这一思路旨在增强 PI系统的可扩展性以及与上层应用之间的独立性,具有可行性。

参考文献:

- [1] 刘吉臻,房方,牛玉广. 电力企业中的实时数据库技术[J]. 中国电力, 2004, 37(2): 73-75.
L U Ji-zhen, FANG Fang, N U Yu-guang Real-time Database in Electric Power Enterprise [J]. Electric Power, 2004, 37(2): 73-75.
- [2] OSIsoft Brief Review of PI System Architecture for T&D [Z]. 2004.
- [3] OSIsoft Review of PI Clients for T&D [Z]. 2004.
- [4] 张慎明,卜凡强,姚建国,等. 遵循 IEC61870标准的实时数据库管理系统[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(24): 26-30.
ZHANG Shen-ming, BU Fan-qiang, YAO Jian-guo, et al Real-time Database Management System that Conform to IEC61970 Standard [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(24): 26-30.
- [5] Mackiewicz R. The Impact of Standardized Models, Programming Interfaces, and Protocols on Substations [Z]. SISCO Inc

收稿日期: 2005-12-31

作者简介:

田家英(1981-),男,硕士研究生,主要研究方向为变电站信息接入 P数据库;E-mail: tianjy007@126.com

赵 舫(1962-),男,副教授,从事变电站信息集成与继电保护方面的教学与科研工作。

Application of PI real-time database in power supply enterprise

TIAN Jia-ying, ZHAO Fang

(College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

(下转第 53页 continued on page 53)

```

AfxMessageBox("读取失败!");
return 0;
}
.....
}

```

3 整体调试和试验结果

3.1 整体调试

整个系统访问流程如下:由应用程序发出控制命令和数据,调用内核函数访问驱动程序,驱动程序接收命令和数据并对 PCI卡进行硬件读写,然后把数据再返回驱动程序,由应用程序核对数据的正确性。

利用 DriverStudio 自带的 SoftIE、DriveMonitor 工具可以很方便地进行调试,具体步骤如下:

- 1) 使用 DriveMonitor 加载驱动程序,启用 softIE 跟踪调试。
- 2) 对于中断响应代码,利用 SoftIE 产生虚拟中断,单步跟踪中断。
- 3) 发送数据,通过查看内存的数据,确定数据传输是否正确。

3.2 试验结果

该 PC 控制卡通过驱动程序成功地接收了来自上位机的数据,经过处理输出所需的信号,有效地完成了对外围器件的实时控制。

参考文献:

- [1] 武安河,郜铭,于洪涛. W in 2000 / XP WDM 设备驱动程序开发 [M]. 北京:电子工业出版社, 2003.
WU An-he, TAI Ming, YU Hong-tao. W in 2000 / XP WDM Device Driving Program Development [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003.

收稿日期: 2006-01-04; 修回日期: 2006-02-15

作者简介:

唐兵(1980-),男,硕士研究生,专业方向为系统分析与集成;E-mail: tangbingaaa@tom.com

周健中(1959-),男,教授,博士生导师,主要研究方向为工业控制及自动化系统,模糊控制与人工智能理论,计算机大型数据库及网络系统,基于 INTERNET / INTRANET 的异质集群网络的计算机通讯技术;

邹托武(1981-),男,硕士研究生,专业方向为系统分析与集成。

Design of communication control card based on PCI and implementation of WDM driving program in microcomputer-based relay protection testing device

TANG Bing, ZHOU Jian-zhong, ZOU Tuo-wu, ZHAO Bing, HE Yu
(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: As a high-speed testing device, microcomputer-based relay protection testing device demands high performance of real time and stability. This paper introduces the hardware structure and the implementation method of communication control card based on PCI bus. It also details the characteristic of WDM driving program and the design of the main modules to complete the hardware and software design of the whole system. The application indicates that this system can effectively accomplish various relay protection testing experiments.

This project is supported by National Natural Science Foundation of China (No. 50579002), Key Project of National Natural Science Foundation of China (No. 50539140) and Research Fund for the Doctoral Program of Higher Education (No. 20050407062).

Key words: microcomputer-based relay protection testing device; PCI; DSP; DRAM; driving program; WDM

(上接第 49 页 continued from page 49)

Abstract: Real-time database acts as a bridge between the control system and the information management system in power supply enterprise. Plant Information System is a commercial real-time database provided with excellent performance such as fast-access, high-reliability, and efficient-storage. It is critical to combine the characteristics of PI and the requirements of the power industry when applying PI system. On this view point, this paper introduces the system structure and key modules of PI, and then presents the typical use of PI in the power supply enterprise. To improve openness of the whole information integration system, it discusses the design of the PI system that conforms to IEC61970 in such aspects as model definition and data access. The problems should be paid attention to and relevant suggestions for implementing PI system abide by IEC61970 are pointed out. At last, a feasible solution which meets the requirements of power information integration is brought forward.

Key words: PI; power supply enterprise; IEC61970; common information model; component interface specification