

# 基于数据库技术和 Web 应用的地方电网线损管理系统

张小敏, 李晓明, 潘艳蓉

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 介绍了以优化数据库设计和数据库管理的数据库技术为基础的地方电网线损管理系统,采用 3 层 B/S (浏览器/ Web 服务器/ 数据库服务器) 模式实现线损管理信息的模块化设计并在 Web 上发布,从而实现了地方电网线损管理智能化、科学化的管理要求。目前此系统已应用于江西吉安供电公司的线损管理。

**关键词:** 线损管理; 数据库技术; 模块化; B/S; Web

**中图分类号:** TM73      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-4897(2004)23-0062-04

## 0 引言

地方电网的线损管理涉及多个方面,包括发电、输电、供电、用电等环节,要进行各时间段线损数据统计分析,以及各厂站、各输电线路的线损电量和分压、分线、母线不平衡率、主变变损率、关口及小水电电量等各项指标的计算<sup>[1]</sup>。而传统的地方电网线损管理往往采用手工制作报表,且数据复杂、任务量大、可维护性差,为减轻管理人员的工作量,方便对其进行计算机科学管理,本系统在优化设计数据库的基础上,进行系统功能的完善设计,从而方便管理人员实现厂站线损数据汇总、查询、各种线损指标数据计算以及报表生成等诸多管理事务。随着 Internet/ Intranet 的迅速发展,引发了电力企业信息管理系统向 Internet/ Intranet 的迁移。本文采用了 Active Form 技术,结合数据库服务器来简捷快速地开发线损管理的 Web 应用,从而实现线损管理信息网上发布,可以实现电力企业内部高效便捷的信息共享,对电力生产和监控以及配电信息管理、用电监督具有重要意义。

## 1 数据库设计

地方线损管理对于总局或分局而言都要进行线损量、线损率等线损小指标计算,从而方便信息管理,并完成报表的制作。地方线损管理系统首要任务是设计一个好的数据库,在此基础上,进行方便、高效、快捷的线损管理。

地方电网线损管理系统数据库的优化设计成为应用系统良好运行的关键,本数据库设计采用方法为运用概念型数据模型向关系型数据模型转化,以 E-R 图作为建模工具,利用多种范式(Normal Form),以减少连接运算和减少关系模式的大小和数据量为

优化原则<sup>[2]</sup>,来提高线损管理系统的工作效率及性能。

### 1.1 概念模型的设计步骤

1) 合理划分局部 E-R 图范围,画出局部 E-R 图。在线损管理系统中划分为 3 个局部 E-R 图:分局上报 E-R 图、线损小指标计算 E-R 图、总局报表生成 E-R 图<sup>[2]</sup>。例如在分局上报 E-R 图中,在分压母线不平衡率的计算中,因安装在主变侧和线路侧的电表的输入输出方向不同,其各自的电量也是独立的,因此需要区别这两种安装点,所以在厂站包含安装点的 1:N 联系中引入“安装点类型”属性,从而在安装点的本月底码中增加相应的底码类型。

2) 合并局部 E-R 图,消除局部 E-R 图之间不一致的情况。如底码抄表时间设成字符串型而非日期型,将年和月组合与分离,利于制作月报表和年报表,从而消除属性冲突(即属性值的类型或取值范围不一致)。

3) 调整,消除数据冗余,生成全局 E-R 图。例如体现不同联系的各种异常属性情况,可以通过引入异常情况细节来将各种异常属性统一到一个联系中。

### 1.2 关系模型设计

利用 E-R 图向关系模型转换的基本原则所建立的初始关系模型如下:

厂站 = {厂站名称, 厂站编号, 分局名称}

安装点 = {安装点编号, 厂站编号, 安装点名称, 开关编号, 电压等级, 安装点类型}

电能表 = {安装点编号, 安装点名称, 倍率}

本月底码 = {安装点编号, 底码年月, 底码抄表日期, 底码类型, 底码值}

异常情况细节 = {安装点编号, 底码年月, 底码抄表日期, 底码类型, 异常电量, 异常说明}

### 1.3 数据库的优化

评价数据库性能的两个重要标准是计算量和存储量<sup>[2]</sup>,考虑到线损管理系统重在处理运算数据的特点,为消除数据冗余,以减少连接运算、减少关系模式的大小与数据量,从而最大限度地减少存储空间。本应用系统的数据库优化主要体现在以下两个方面:

#### 1) 异常情况细节优化调整

将异常情况细节合并到本月底码细节可以有效消除数据冗余,减少存储量,减少连接运算,使计算安装点输入(输出)电量时不需要从 3 个数据表中读取数据。本月底码细节关系如下:

本月底码细节 = { 安装点编号, 底码年月, 底码抄表日期, 底码类型, 底码值, 倍率, 异常电量, 异常说明 }

#### 2) 本月底码细节优化调整

在线损管理中,各安装点输入(输出)电量的计算频繁,且是其它各线损小指标计算的基础,为减小查询次数,避免多表连接运算,对本月底码细节数据表进行调整:

本月底码细节 = { 安装点编号, 底码年月, 底码抄表日期, 底码类型, 上月底码值, 本月底码值, 倍率, 本月异常电量, 本月异常说明 }

## 2 线损管理系统 3 层模式

线损管理系统采用了 3 层应用软件结构(见图 1):客户端应用层,Web 服务器层,异构电力信息系统数据库服务器层,其中 Web 服务器层又为应用程序服务器。

其中客户端应用层负责处理界面的显示、与用户的交互及与 Web 服务器层的交互。Web 服务器层接受来自用户客户端的请求,然后将这个请求转化为数据库请求(SQL 指令)与线损数据库服务器层进行交互,并将与数据库交互的结果进行各种相关的统计、分析、计算处理后传送给用户客户端。线损数据库服务器层根据 Web 服务器层发送的请求进行数据库操作,并将操作结果发送给 Web 服务器层。

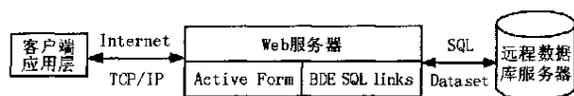


图 1 线损管理模式

Fig. 1 Mode of line loss management

### 2.1 数据库服务器层

针对目前供电局和电力公司一般都建立起若干个电力信息系统,而本系统充分利用吉安多异构系统 Oracle9i 数据库,将线损管理系统 Microsoft Access 数据库导入其中从而实现数据库集成。考虑到 Microsoft Access 数据库属于小型数据库,其数据库实现集成的方法是:充分利用吉安供电局的企业内部网,借助面向对象编程语言 Delphi 6.0 提供的数据库引擎 BDE(Borland Database Engine 数据库引擎)可以实时把线损数据库及时导入远程数据库服务器(该系统的远程数据库采用异构电力信息系统数据库服务器层的 Oracle9i 数据库)中,因为 BDE 不仅可以动态地连接到本地数据库,还可以连接到远程数据库,因此在数据库引擎管理器 BDE Administrator 中建立源数据库和目标数据库的别名的过程中,就可以把线损数据库作为远程源数据库连接,然后利用 Delphi 6.0 提供的导换数据工具,满足约束的情况下倒入目标数据库中。

### 2.2 Web 服务器层

本系统在 Active Form 中调用 ODAC(Oracle 数据库访问控件)控件,直接通过 OCI 访问 Oracle 数据库,只要在 ODAC 的参数配置中输入正确的 Oracle 数据库主机名(或 IP 地址),SID(系统标志符)和端口号及用户名、密码,就可以连接上数据库<sup>[4]</sup>。利用 Delphi 提供的 Active Form,并借助 Delphi 工具栏中的 Web Deploy 和 Register 功能将设计好的 Active Form 嵌入超文本文件 HTML 内,并将 Active Form 注册在 Web 服务器内,用户执行程序时,ODAC 自动根据先前保存的配置信息从网络访问数据库,从而省去了复杂的 BDE 等数据库引擎或客户端的安装和配置,程序分发维护工作大大减轻。

### 2.3 客户端应用层

客户端应用层负责处理界面的显示与用户的交互及与 Web 服务器层的交互。Active X 程序代码在系统中是流动的,当某台客户机第一次发出相应请求时,系统 http 服务器将 Active X 程序下载到客户机硬盘,并可在浏览中运行,因此,非常轻松地实现了对整个系统的裁剪,用户所面对的仅仅是与自己相关的应用。

## 3 系统功能设计

### 3.1 业务流程

该线损管理系统是以线损数据库为基础,实现各分局与总局间的数据交换并实现总局数据库的有

效管理,最终实现总局线损报表准确、实时的填报。其业务流程如图 2 所示。

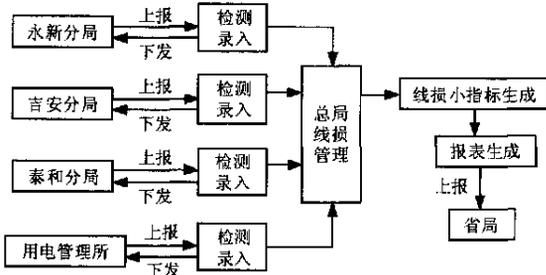


图 2 线损管理业务流程

Fig. 2 Operation flow chart of line loss management

图 2 所示业务关系描述如下:

1) 对于总局而言,若首次使用此总局线损管理系统,则根据无上月录入方式将各分局的底码数据录入;若数据库中已有上月底码数据,则根据需要进行本月底码数据检测,修正后录入至总局电能表底码数据表中,录入方式有两种:正常数据的批量录入和异常数据手工录入。总局在分局本月上报数据之前,下发上月底码数据库至分局。

2) 对于分局而言,分局线损管理系统的数据录入方式和总局线损管理类似,而本月底码的检测则以总局下发的上月底码数据库为基础,修正后录入至分局电能表底码数据表中,并制作相应的报表,最后通过 Email 的形式将分局的本月底码以 \*.dbf 文件的格式上报至总局。

### 3.2 系统功能设计

该线损管理系统分为总局线损管理系统和分局线损管理系统,其共同点都包含系统维护、数据维护、统计分析、报表形成、网上报表查询等功能模块;其区别为总局在系统维护中另增下发数据库功能,即下发各分局对应的上月底码数据。其功能描述如图 3 所示。

## 4 线损管理系统客户端应用功能实现

### 1) 数据查询

数据查询包括底码数据查询和档案信息查询。其中底码数据查询的查询约束为厂站名称、查询时间段、线路名称、底码类型。为提供不同厂站和不同时间段查询底码数据的对比性,数据查询实行多样性的查询,可以横向查询,即同一时间段所有厂站线路的档案及底码信息,也可纵向查询即同一厂站或同一线路在不同时期的档案与底码信息。而档案信息的查询则采用梯形模式缩小查询范围。其实现方

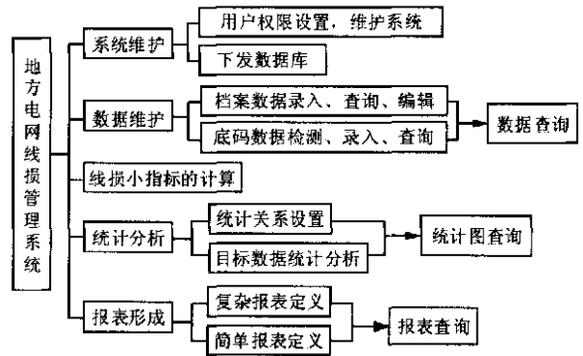


图 3 系统功能

Fig. 3 System functions

法是采用 Delphi 自带的数据库引擎 BDE (Borland Database Engine) 动态连接到数据库服务器,通过使用关系数据库中定义和操纵数据的标准语言 SQL 对数据库的记录进行插入、修改、删除、以及对不同的字段用 SQL 语言进行运算后对其结果进行查询显示。

### 2) 统计图查询

该系统除了能生成数据明确、显示直观的报表以外,还可以根据需要提供不同类型统计图形的输出,如柱形图、条形图、线形图、饼图等。实现统计图生成的工具是 Delphi6.0 中用于绘制统计图表的 TChart 组件。当查询命令执行后,TChart 控件动态产生 Series,随之将数据一次性赋予 Series 和报表形成控件。这样不仅减少访问数据库次数,而且使报表和统计图同时生成同时刷新,保证一致性。双击统计图显示区域,还可以弹出提示框,显示该数据系列的具体信息:查询对象、查询时间、数据属性、数值等。直观且美观的动态图形效果有利于决策分析,提高查询者的工作效率。如数据查询功能模块和报表生成功能模块都有以统计图显示其结果的功能。

### 3) 报表查询

该系统报表查询分为简单报表查询和复杂报表定义两种,简单报表是根据吉安电力公司现有需求报表制作的一些固定格式报表,只通过改变时间和厂站名称等约束量来制作报表。而针对线损管理以后生成报表的需要,该系统功能的优化还体现在智能报表的设计开发,用户可根据权限来设计显示自己所需要的报表。该系统直接调用吉安多异构系统智能报表<sup>[5]</sup>的 dll 文件进行复杂报表的定义。本系统在开发报表生成功能时都使用了 Active X 控件。在本系统中报表生成正是采用移植于 Active X 控件中的电子表格控件 Formula One Workbook。这个控

件支持屏幕打印,可以根据打印时选择的纸张自动缩放报表;支持用户最终设计、修改报表,生成后的报表支持修改,包括字体的设置、边框的设置、修改内容等。这一控件的使用方便报表功能的开发。

## 5 结论

目前,此线损管理系统作为江西省吉安供电公司多异构系统的子系统已投入使用。该系统从吉安电网线损管理的实际需要出发,在优化数据库设计基础上,根据目前地区电网线损管理的普遍需求进行较为全面的系统功能设计,且线损信息可进行网上查询,实现了线损的科学管理,从而有效地提高了线损管理的工作效率和性能。运行结果表明该系统响应时间快、综合性能优良、具有较强的实用价值。

## 参考文献:

- [1] 陈传波,李成东,等(CHEN Chuangbo, LI Chengdong, et al). 一种综合线损分析系统(A Synthesis Line Loss Analysis Systems) [J]. 江苏电机工程(Jiangsu Electrical Engineering), 2002, 21(3): 19-22.
- [2] 曹进克(CAO Jinke). 关系数据库设计中规范化与逆规范化的应用(Application of Normalization and Renormalization in Relational Database Design) [J]. 解放军测绘学院学

报(Journal of the PLA Institute of Surveying and Mapping), 1999, 16(4): 289-291.

- [3] 飞思科技产品研发中心(The Study Center of FEISI Science and Technology Production). Delphi 6 数据库开发(Database Exploration of Delphi 6) [M]. 北京:电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2002. 6-12.
- [4] 陈灿煌(CHEN Canhuang). Delphi 6 彻底研究(Downright Research of Delphi 6) [M]. 北京:中国铁道出版社(Beijing: China Railway Press), 2002. 583-592.
- [5] 李晓明(LI Xiaoming). 异构电力信息系统柔性动态报表的设计与实现(The Design and Implement of Flexible and Dynamic Reports in Heterogeneous Power Information Systems) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2003, 27(24): 56-58.

收稿日期: 2004-03-31; 修回日期: 2004-06-23

## 作者简介:

张小敏(1979-),女,硕士研究生,从事电力系统自动化运行与控制的学习和研究; E-mail: zxm197952@163.com

李晓明(1955-),男,教授,主要从事电力系统自动化运行与控制的科研和教学工作;

潘艳蓉(1978-),女,硕士研究生,从事电力系统自动化运行与控制的学习和研究。

## Energy loss management system of local electric network based on the technology of database and application of Web

ZHANG Xiaomin, LI Xiaoming, PAN Yanrong

(School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** This paper introduces a kind of energy loss management of local electric network which has been realized based on database technology of an optimized design and management of database. The proposed system adopts the B/S mode of three layer (browser / Web server / database server) to implement the modularization design and issue the information in Web to meet the demand of intelligence and fitfulness. At present, the system has been carried out on energy loss management of Ji an power supply bureau.

**Key words:** energy loss management; database technology; modularization; B/S; Web

(上接第 52 页 continued from page 52)

**Abstract:** To promote information integration of heterogeneous application systems in power plant, this paper proposes to construct information integrating system on the basis of introducing the power plant integrated automation system. Technologies of XML are analyzed, model of XML based power plant information integrating system is designed, and main components of the system and their implementations are introduced in detail. Main functions of the model have been developed experimentally in lab and the feasibility and validity of the model have been approved by running results of system, which will provide a scheme for implementing information integrating system of power plant and interconnecting of three-class network system, including DCS, SIS and MIS, and Internet, and make an attempt at the same time.

**Key words:** information integrating; XML; supervisory information system (SIS); integrated automation at power plant