

基于 WebGIS 电力电缆信息管理系统设计与实现

杜颖¹, 卢继平¹, 沈智健¹, 吕东², 冉红兵², 王锐², 杨寅²

(1. 重庆大学电气工程学院高电压与电工新技术教育部重点实验室, 重庆 400044; 2. 重庆市城区供电局, 重庆 400013)

摘要: 分析了目前电力电缆管理系统存在的缺陷, 并且针对问题提出基于 Internet+GIS 的 WebGIS 电力电缆信息管理系统总体设计方案。以 Mapinfo 公司的 MapXtreme 为开发平台, 采用 B/S 和 C/S 混合模式, 应用 Microsoft 的 ASP 技术编程来实现系统各个功能——定位点管理、分支箱管理、电缆管理、电缆沟(隧)道管理等。通过该系统来管理电力电缆, 可以节约大量的资源, 提高工作效率, 提高管理质量。

关键词: 电力电缆; 管理系统; WebGIS; MapXtreme; ASP

Design and implementation of electric cable information management system based on WebGIS

DU Ying¹, LU Ji-ping¹, SHEN Zhi-jian¹, LU Dong², RAN Hong-bing², WANG Rui², YANG Yin²

(1. The Key Laboratory of High Voltage Engineering & Electrical New Technology, Ministry of Education,

Electrical Engineering College, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. Chongqing City Zone Power Supply Bureau, Chongqing 400044, China)

Abstract: This paper analyzes the existing problem of the power cable management system, and proposes the WebGIS power cables information management system total design programs based on the above problem. The designed system takes MapXtreme developed by Mapinfo as development platform, applies ASP technique of Microsoft to realize the function, such as positioning point management, feeder pillar management, power cable management, electrical trench management and so on, which can greatly save resources, and increase the work efficiency and management quality with the mixed model of B/S and C/S.

Key words: power cable; management system; WebGIS; MapXtreme; ASP

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)12-0064-05

0 引言

随着城市化进程的推进,城市用电量迅速增加,新增供电线路的建设必不可少,架空输电线路受到城市规划、环境景观、线路走廊的限制,电力电缆的应用日益增加,电缆网络的覆盖范围不断扩大。提高电缆供电可靠性,降低高压电缆故障率,加强电力电缆的建设管理和运行管理已迫在眉睫。

目前我国高压电力电缆管理绝大多数依赖于从业人员的经验知识和对电缆网络的熟悉程度,人员专业素质直接影响到电力电缆的运行维护水平,甚至影响到电网的安全运行。现阶段由于种种原因,现有线路的资料多残缺不全,且有关资料精度不高或与现状不符;此外,大部分供电局现有的电缆的资料都以图纸、图表等形式记录保存,采用人工方

式管理,效率低下。随着科学技术的发展,电网建设的现代化步伐日趋加快,采用高新技术和方法来高效管理电缆线路,满足决策、管理部门和施工单位的需要已成为当务之急。

1 解决的办法——基于 Web 的 GIS 系统

地理信息管理系统^[1]GIS(Geographic Information System)是一种特定的空间信息系统。它是在计算机硬、软件系统支持下,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。地理信息系统处理、管理的对象是多种地理空间实体数据及其关系,包括空间定位数据、图形数据、遥感图像数据、属性数据等,用于分析和处理在一定地理区域内分布的各种现象和过程,解决复杂的规划、决策和管理问题。由于高压电力电缆及相关设施具有隐蔽性、动态性、网络性和多

基金项目:重庆市电力公司科技项目

样性, 电缆信息管理系统应该提供能够反映电力电缆网络电气属性和地理环境属性的文字和图像信息, 另外还应该具有描述电力电缆运行状况和检修情况的信息, 因此采用地理信息系统 GIS (Geographical Information System) 是行之有效的方案。

传统的地理信息系统大多是独立的单机系统, 即使采用服务器/客户机结构, 其服务器和用户端的信息交换通常也仅限于局域网内。利用互联网技术来扩展和完善地理信息系统, 是解决上述问题的新途径。

2 系统分析和设计

2.1 系统功能分析

针对电力电缆运行特点, 本系统需着重解决的主要问题有: 1) 技术资料的管理。技术资料包括有: 施工前的有关文件资料, 如设计书、电缆路径图等, 施工记录、报表、竣工图纸, 运行后各年度的运行、维修资料等等。本系统应为每一条电缆线路编制线路索引, 为每一条电缆线路设置完备的资料数据库。而且要给出 GIS 电缆线路地下分布总图。2) 地下电缆的隐蔽性、动态性、网络性和多样性。鉴于电缆这些特点, 本系统采用定位点加地图的方式来展现每条电缆线路。我们选变电站、开闭所、电缆分支箱、杆塔、电缆井作为电缆定位点, 定位点信息包括该电缆在电缆沟道或电缆隧道中所处的位置、中间接头信息等, 并且还关联了整条电缆的许多其他方面的信息, 详细请查看第三部分系统功能。3) 编制电缆线路维修和更新改造计划, 包括年度、季度和月度计划, 这是运行管理部门一项综合性管理工作, 往往也是令人头痛的一项工作。因此, 本系统应为电缆管理决策人员提供电缆线路巡视检查、温度测量、负荷记录等所反映的电缆线路缺陷和问题, 以及提供每年、月、周事故电缆的检修信息查询。通过这些揭示电缆运行的薄弱环节和电缆运行总体情况, 从而对该电缆进行有效评估。4) 电缆线路带缺陷运行的监视。电缆线路在运行中发现有影响安全运行的缺陷, 仍需继续运行。本系统应对此状态的电缆以示警告和用红色标注, 并以消息告知监视人员, 督促有关人员尽早通过维修消除缺陷。5) 与其他应用系统之间的数据交换和信息共享。

2.2 运行方式设计

现阶段, WebGIS 的处理模型主要有两种: ① 客户机/服务器 (C/S) 模型。② 浏览器/服务器 (B/S) 模型。(C/S) 模型采用的是二层网络结构体系——浏览器、服务器, 其优点: 充分利用客户端计算机

的有效资源; 用户在数据处理过程中不需要通过 Internet 频繁发送和接收数据, 相对于 (B/S) 模型, 一定程度上缓解了网络传输的压力。缺点: 开发配置费用相当高, 而且违背了 WebGIS 的初衷, 实用价值不大。(B/S) 模型采用的三层网络结构体系——浏览器、中间层、服务器, 把 (C/S) 模型的服务器分成 Web 服务器和数据库服务器, 其优点: 大大减轻服务器的负担, 增强了网络的客流量和安全性, 而且配置成本低。其缺点: 为网络传输带来了很大的压力, 因为用户的每一次请求, 无论是多么简单的请求, 都必须交由服务器处理, 处理后通过 Internet 返回客户端。

鉴于对以上两种实现方式的分析, 本系统采用 (C/S) + (B/S) 混合模式的 WebGIS 模型, 如图 1 所示。客户机服务器结构针对具有权限的专工人员使用, 具有权限的专工人员可在任何一台装有本系统的客户机上对图纸和电缆数据进行修改和管理, 修改之后的图纸和数据自动传到服务器上。浏览器服务器结构针对非专工人员使用, 对于企业内部的一般职工, 只要能够上网, 就可以通过浏览器对图纸及与电缆有关的数据进行查阅。

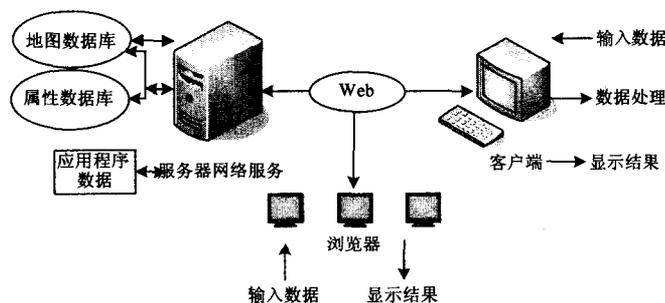


图 1 系统总体设计框架

Fig.1 System design framework

2.3 系统平台的选择

本系统使用的开发平台和应用平台有: ① 开放式关系数据库采用 SQL Server 2000, 支持多服务器、数据分布、共享存储、SQL 访问、权限管理、开放式的用户界面开发工具等。② 服务器操作系统为 Windows 2003 Server。③ 服务器的 WebServer 为 IIS 5.0。④ 客户端操作系统为 WindowsNT、Windows XP。⑤ 开发语言 ASP、Visual Inter-Dev6.0、JavaScript。⑥ 客户端具备 IE、NetScape 等浏览器。⑦ 地理信息系统与数据库相结合的地图手段为 MapInfo MapXtreme for NT, 将信息数据与地图目标对象相联系, 提供数据的地图显示能力和地理分析能力。

2.4 GIS 系统服务器

本系统的 GIS 服务器采用的是 MapXtreme, MapXtreme 是一个基于 Internet/Intranet 技术的 WebGIS 地图应用服务器, 通过对 MapX 的功能集成, 信息管理员只需在 Web 服务器上安装 MapXtreme, 并对其进行编程和管理, 用户即可通过 Internet/Intranet 使用 Web 浏览器访问 MapXtreme, 并获得 MapXtreme 所提供的 GIS 功能, 如显示地图、地图的缩放、漫游、访问地图上链接的信息、制作专题地图、进行地理分析等。其模型如图 2。

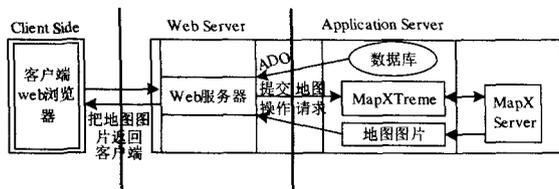


图 2 MapXtreme 工作方式
Fig.2 The way of MapXtreme

2.5 数据库设计

GIS 的表现是一种数据转换、展示平台和人机交互界面, 系统核心是应用数据库, 通常将相关数据分为:

①属性数据库, 又称特征编码, 或非空间关联属性数据, 是指需要在系统中处理的空间实体的特征数据, 主要的属性信息有: 电缆资料、分支箱资料、接头资料、缺陷报表、附件信息等。例如电缆资料表有以下字段: 电缆 ID、电缆名称、受电侧编号及名称、送电侧编号及名称、长度、截面积等。属性数据库包括两个文件——属性数据的表结构文件*.TAB 和属性数据文件*.DAT。前者定义了地图属性数据的表结构, 包括字段数、字段名称、字段类型、字段宽度、索引字段与相关图层的关键空间信息描述, 后者存放完整的地图属性数据)。

②空间数据库。空间数据结构的实现是空间数据编码, 可以将某区域电力电缆、电力作业等的地理地图、图片、图形、统计资料等采用适当的比例尺用点、线、面实体表示成矢量数据结构。它由空间数据文件*.MAP 组成, 该文件包含了地图对象的空间数据(几何类型、坐标信息等)。

本系统采用 MapInfo 软件来开发, 它是采用双数据库存储模式, 即其空间数据库和属性数据库是分开来存储的。属性数据存储在关系数据库的若干属性表中, 而空间数据则以 MapInfo 的自定义格式保存于若干文件中, 两者通过交叉索引文件*.ID 联系起来。其文件格式及数据关联机制如图 3 所示。

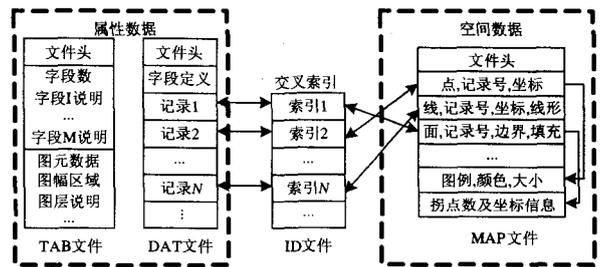


图 3 文件格式及数据关联机制

Fig.3 File formats and data association mechanism

3 系统功能

针对以上的系统功能分析, 本系统作出以下这些功能来实现电力电缆管理的要求。系统实行权限管理, 管理员用户可以进行添加、删除、修改所有信息; 而非管理员权限的只能查看信息。具体功能详见图 4。

(1) 系统用户管理

修改个人资料、密码等基本信息。管理员权限用户可以添加、删除、修改用户信息, 而且可以将一般用户转变为系统管理员。

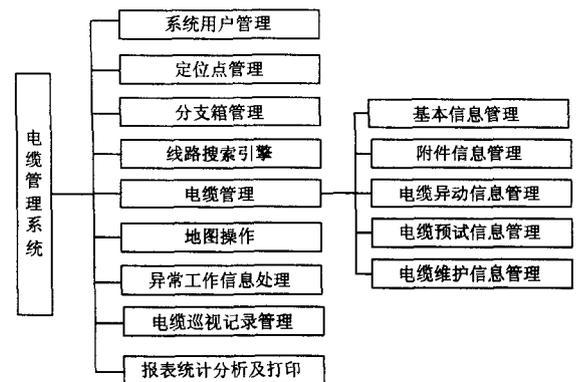


图 4 电缆管理系统功能图

Fig.4 Cable management system function chart

(2) 定位点管理

本系统对电缆采取从“点”到“线”到“面”的管理办法。将变电站、开闭所、电缆分支箱、杆塔、电缆井作为定位点, 其中有些重要的过街排管也作为定位点。对定位点进行统一编号, 并且对其命名, 其中电缆井由其附近标志性建筑物加上该点的编号来命名。定位点定了以后, 电缆及其附件信息要与定位点信息关联起来。关联后, 点击某一定位点就可以知道该点所经过的所有电缆, 再点击某一电缆, 中间接头等有关信息就一并出来。

(3) 分支箱管理

对供电局所有分支箱信息管理, 可以查看分支

箱图片和在地图上显示它们的地理位置,以及查询分支箱所有进线和出线。

(4) 线路搜索引擎

输入线路敏感文字,即可找到相关线路,从而获得线路的其他信息。线路的搜索功能包括电力电缆信息要素的空间查询,电力电缆要素条件查询与检索,对查询结果进行统计分析,以及对查询结果以表格、统计图以及文本的形式输出。线路查询可以分为两个部分,一是空间信息要素查询;二是通过属性进行空间信息要素检索。

(5) 电缆管理

电缆的全方位信息管理,包括有基本信息、附件信息、异动信息、预试信息和维护信息。使有关人员能随时掌握线路巡视、缺陷、事故、检修等运行维护情况及相关的线路资料,从而实现对线路状况的动态管理。

(6) 地图操作功能

采用分层管理的模式,对变电站、线路、杆塔、分支箱等不同种类的模型分别进行管理。地图可以进行放大、缩小、拖曳,并根据需要,对地图进行漫游和比例切换。采用分层管理,可以突出重点,用户可以根据需要对背景图层进行取舍。

(7) 异常工作信息处理

对未处理缺陷、未修复故障、超周期、抢修后图卡未修改情况及超时抢修情况等的统计与提示。

(8) 电缆巡视记录管理

按巡视性质可分为日常巡视、夜巡、分支箱巡视、特巡、在建工程巡视五种。该功能实现巡视记录电子化查阅、输入和输出。

(9) 报表统计分析及打印

系统提供完善的报表统计功能,对各种图形数据和属性数据进行实时统计分析、报表打印等。例如,可以在指定条件下,对某一区域或某一时间段或某条电缆的接头个数,检修情况进行统计,并将结果以报表形式打印输出。

4 系统实现

用 ASP 语言与封装在 MapXtreme 中 MapX 对象的强大功能相合,能方便地实现 B/S 模式的 WebGIS 系统。主要的库函数包含在以下几个 ASP 文件中:(1) MapEngine.asp,包含与地图操作有关的函数和过程。(2) MapMarker.asp,用于地理编码服务期应用(3) Function.asp 包含各种实用功能函数,如文件处理、表单处理、浏览器类型测试等;

(4) Debug.asp,用于输出当前地图引擎的状态参数;(5) Error.asp 包含各种错误跟踪和处理的函数

和过程;(6) Const.asp 定义系统常量。

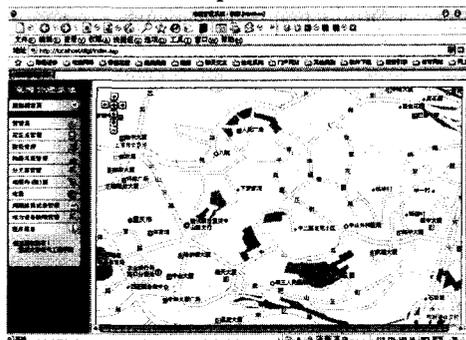


图 5 系统操作界面

Fig.5 System operator interface

5 结束语

把 WebGIS 引入电力电缆的管理,减轻了工作人员的工作量,使电力电缆管理工作革新,摆脱传统的作业模式,增强系统的可视化程度,提供工作效率和管理效率。该系统的实施对提高供电企业特别是电缆管理部门的管理素质和劳动生产率,对提高供电的可靠性,对加强电力市场建设和全用户服务体系,实施机构改革都有重要的意义。

参考文献

- [1] 孙才新. 电力地理信息系统及其在配电网中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 崔冬, 张哲. 基于 WebGIS 的输电线路管理系统[J]. 电网技术, 2002, 26(6): 43-45.
CUI Dong, ZHANG Zhe. A WEBGIS Based Transmission Line Management System[J]. Power System Technology, 2002, 26(6): 43-45.
- [3] 傅俊元,等. GIS 技术在金华电业局配网管理上的应用[J]. 电力需求侧管理, 2003,(6): 38-40.
FU Jun-yuan, et al. The Application of GIS in Jinhua Distribution Network Management[J]. Power Demand Side Management, 2003,(6): 38-40.
- [4] 美.Mapinfo 公司.Mapinfo MapXtreme for Windows Developer's Guide 3.0.2001[Z].
- [5] 罗启云. 数字化地理信息系统 MapInfo 应用大全[M]. 北京: 希望电子出版社, 2001.
- [6] 翁颖钧, 朱仲英. 基于的配电网调度管理系统[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(18): 83-86.
WENG Ying-jun, ZHU Zhong-ying. A Dispatch Management System for the Strategy Webgis-based Distribution Network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(18): 83-86.
- [7] 倪建立,等. 电力地理信息系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [8] 王学超. 配电网自动化中的动态地理信息系统[J]. 电网技术, 1999,23(8):58-60.

- WANG Xue-chao. Dynamic Geographic Information System in Distribution Automation[J]. Power System Technology, 1999,23(8):58-60.
- [9] 刘博, 王倩. 基于 WebGIS 的电铁枢纽站场设备管理系统研究[J]. 电工技术杂志, 2004, (8): 36-39.
- LIU Bo, WANG Qian. The Analysis of the Management System in the Railway Automation Equipments of Railway Hinge Based on WebGIS[J]. Electro Technical Journal, 2004, (8): 36-39.
- [10] 乐秀璠, 沈琴. WebGIS 在配电网管理系统中的应用[J]. 电力自动化设备, 2002, 22(5):47-48,51.
- LE Xiu-fan, SHEN Qin. The Application of Web GIS in Distribution Management System[J]. Electric Power Automation Equipment, 2002, 22(5):47-48,51.

(上接第 51 页 continued from page 51)

动, 但因时间元件不动作, 故保护出口不会跳闸。待系统振荡平息, 恢复正常运行, ZKJ 及 U_L -P 都持续性地处于返回状态, 图 6 中的各元件都复原到常态。

发电机强行减磁, U_L -P 可能动作, 但 ZKJ 不会动作, 保护出口不会误跳闸。

顺便指出, 图 6 及前述的图 3、4、5 诸保护框图都是静稳阻抗型失磁主判据 ZKJ 与转子低压型失磁主判据 U_L -P 构成“&”与门出口跳闸。这是因为一个主判据单独出口跳闸较危险, 可能发生误跳闸。为了提高保护出口的可靠性, 才采用两个失磁主判据组成“&”与门出口的电路。

4 结论

通过对几种不妥的或者错误的含有 U_L -P 继电器的失磁保护框图的实例分析, 提出了含有 U_L -P 继电器失磁保护框图的优化方案, 采用自保持方式, 避免静稳边界后发电机异步运行时由于 U_L -P 发生抖动而引起保护出口抖动, 保证失磁保护出口能持续性地动作。

(上接第 63 页 continued from page 63)

- [6] IEC61850-9-2:2003, Communication Networks and Systems in Substations Part 9-2 Specific Communication Service Mapping (SCSM) Sampled Values over ISO/IEC8802-3 Link: 14-14[S].
- [7] IEC61850-9-1:2003, Communication Networks and Systems in Substations Part 9-1 Specific Communication Service Mapping (SCSM) Sampled Values Over Serial Unidirectional Multidrop Point to Point Link: 22-23[S].
- [8] IEEE Std 1646, IEEE Standard Communication Delivery Time Performance Requirements for Electric Power Substation Automation: 8-9[S].
- [9] 辛建波, 段献忠. 基于优先级标签的变电站过程层交换式以太网的信息传输方案[J]. 电网技术, 2004, 28(11): 26-30.
- XIN Jian-bo, DUAN Xian-zhong. A Transfer Scheme Based on Priority-tag in Switched Ethernet for Substation Process-evel[J]. Power System Technology, 2004, 28(11): 26-30.

参考文献

- [1] 赵建国, 姚晴林. 整定值自动随有功功率变化的转子低压失磁继电器的研究 [J]. 电力系统自动化, 1984, 16(4):49-57.
- ZHAO Jian-guo, YAO Qing-lin. Under Voltage Loss-of-Excitation Relay Provided by a New Design Method[J]. Automation of Electric Power Systems, 1984,16(4):49-57.
- [2] 姚晴林, 张学深, 张项安. 微机 U_L -P 型转子低压失磁继电器动作方程及整定计算的研究——与《大型发电机变压器继电器保护整定计算导则》商榷 [J]. 继电器, 2000, 28(7):31-34.
- YAO Qing-lin, ZHANG Xue-shen, ZHANG Xiang-an. Study on the Setting Calculation and Operation Equation of Microprocessor Based U_L -P Totro LV Loss of Excitation Relay[J]. Relay, 2000,28(7):31-34.

收稿日期: 2007-04-17

作者简介:

田 丰 (1988-), 男, 在读本科生, 研究方向为电力系统稳定、分析与控制等; E-mail: spykerfeng@yahoo.com.cn

李碧辉 (1986-), 女, 在读本科生, 研究方向为电力系统稳定、分析与控制等;

王 伟 (1978-), 女, 助理工程师, 主要从事电力系统继电保护方面研究。

收稿日期: 2007-08-08; 修回日期: 2008-03-04

作者简介:

曹津平 (1977-), 女, 工程师, 硕士, 主要从事继电保护研发工作。E-mail: caojinping@sf-auto.com