

基于WebGIS的电力设备局放数据管理方法

WebGIS是互联网与地理信息系统 (GeoGraphic Infomation System, GIS) 结合的产物, 能提供基于Web的地理位置服务。讨论了WebGIS的实现方法及在此平台上进行局部放电 (以下简称局放) 数据管理的实现方法。相对于传统的局放数据管理方式, 基于WebGIS的空间分析功能可以充分利用局放数据的空间属性来实现基于位置的局放数据管理和查询分析, 该方法能提高数据管理效率和挖掘数据中

韩 军¹ 孙 帆² 马勤勇² 李大立¹ 马 智³/1. 国网新疆电力公司疆南供电公司 2. 国网新疆电力公司电力科学研究院 3. 新疆天成鲁源电气工程有限公司

0 引言

地理信息系统 (GeoGraphic Infomation System, GIS) 是计算机技术与传统地理学科交叉的产物, 用计算机来管理和处理空间信息, 并将空间信息及其他属性信息以图文并茂的形式在设备终端进行可视化表达。WebGIS是互联网与GIS技术进一步整合的结果, 其通过地图服务器、互联网及客户端浏览器对外提供基于地理位置的数据管理与查询分析服务, 实现了数据的共享和互操作。WebGIS目前已经广泛应用于交通、环保、农业、水利、国土资源、海洋、气象、电力和卫生等领域^[1-4]。

局部放电 (以下简称局放) 是指在电力设备绝缘系统中, 因绝缘体内存在气隙、裂纹、可自由移动的金属微粒、针尖状突出物、固定微粒或其周围存在悬浮电位体以及导体间接触不良等原因, 而造成电力设备部分区域发生放电、漏电的现象^[5-9]。由于绝缘体在发生击穿前都有局放现象发生, 所以进行局放检测可以发

现绝缘体的早期故障, 减少因电力设备故障而引发的电力事故^[10-11]。局放的检测方法一般包括光学检测法、化学检测法、声学检测和电气检测法等。

随着局放检测的深入, 局放数据量越来越大, 高效的局放数据管理方式是数据的深度利用和价值挖掘前提。空间位置是局放数据的一个重要属性, 每一条局放检测数据必然有一个空间位置 (经纬度坐标) 与之相对应, 利用这一特性对局放数据管理有利于数据的分类, 查询和分析, 但传统的局放数据管理方式因缺少对这一属性的有效载体, 所以在实际管理应用中很少用到空间位置。

WebGIS技术是承载空间属性的重要平台。利用WebGIS可充分利用数据的空间属性, 展示数据之间的空间位置关系, 提高数据存储管理效率, 挖掘数据中隐含信息, 实现基于空间地理计算的局放数据管理和分析方法。

1 WebGIS整体架构

1.1 WebGIS拓扑结构

WebGIS包括客户端浏览器、互联网、Web服务区、地图服务器和地图数据库, 其结构关系如图1所示。

客户端指使用地图服务的用户终端。客户端通过Web浏览器向服务器发送请求, 通过HTTP或TCP/IP协议与服务器建立通信, 来提交请求和获取服务。

Web服务器是客户端和GIS服务器的中间件, 通过接收客户端请求, 并将



韩 军/高级工程师

关键词/Keywords

WebGIS ·
局部放电 ·
空间属性 ·
空间分析 ·

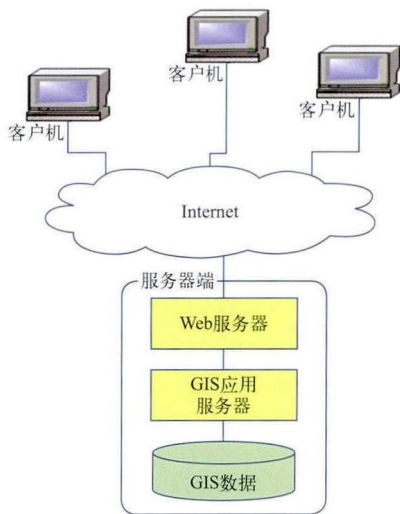


图1 WebGIS结构图

请求发送给GIS服务器，同时将GIS服务器返回的结果发送给客户端。常用的Web服务器有IIS、Tomcate和Apache等。

GIS服务器根据请求参数，调用相关程序，执行空间运算，并对结果进行渲染，最后通过Web服务器返回给客户端呈现。常用的GIS服务器有GeoServer、ArcServer等。

GIS数据源按类型可分为矢量数据和栅格数据。矢量数据通过记录坐标以点、线和面的形式来存储地理实体，可以进行无缝缩放，当前使用最广泛的shp格式的数据。栅格数据以灰度表示地物实体，通过图像行列号来表示空间位置，特点是地物表现直观明了，遥感影像是典型栅格数据。

1.2 WebGIS服务标准

为统一不同GIS商家之间异构空间数据的互操作性，国际开放地理空间信息联盟和ISO/TC211共同推出了基于Web服务的空间数据互操作实现规范Web Map Service (WMS)、Web Feature Service (WFS)、Web Coverage Service (WCS) 以及地理信息标记语言 (GML)。

网络地图服务 (WMS) 定义了创建和显示地图图像的三个基本操作：获取地图服务 (GetCapabilities)、获取地图 (GetMap) 和获取对象信息 (GetFeatureInfo)。GetMap是实现WebGIS最重要的规范，其请求参数如表1所示。

表1 WMS GetMap请求参数

参数名称	参数说明
service	表示该服务为WMS服务
Version	WMS服务版本
request	WMS服务请求接口类型，GetMap表示请求地图数据
layers	WMS所请求的地图图层
Styles	图层样式
bbox	请求的地图图层范围
width	宽度
height	高度
srs	地理空间引用标准
format	地图响应格式 (openlayers)

2 空间相对位置计算算法

空间位置关系计算是空间查询的基础，在局放数据的管理上主要涉及两类空间位置关系的计算：空间距离和空间包含。

常用的地理空间距离计算方法有三种。

1) 椭球模型。该模型贴近真实地球，计算准确度高，计算复杂，使用较少。

2) 球面模型。该模型将地球看成标准球体，球面上两点之间的距离就是大圆弧长，计算相对简单，应用较多。球面模型空间距离计算方法为：假设球面上有 $A(j_a, w_a)$ 、 $B(j_b, w_b)$ 两点 (j_a 和 j_b 分别为 A 和 B 的经度， w_a 和 w_b 分别为 A 和 B 的纬度)， A 、 B 两点的距离就是弧 AB 的长，如图2所示。

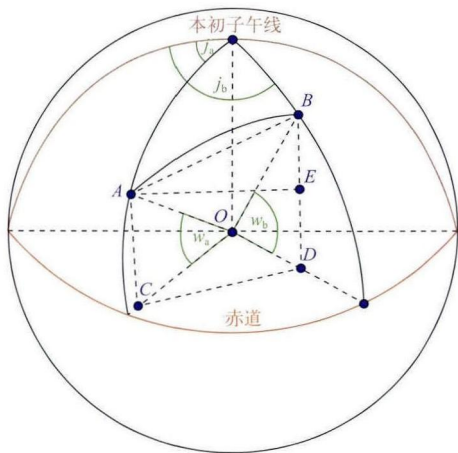


图2 距离计算—球面模型

根据经纬度及地球半径 R ，计算 A 、 B 空间三维坐标

$$A \begin{cases} X_a = R \cos(w_a) \cos(j_a) \\ Y_a = R \cos(w_a) \sin(j_a) \\ Z_a = R \sin(w_a) \end{cases} \quad (1)$$

$$B \begin{cases} X_b = R \cos(w_b) \cos(j_b) \\ Y_b = R \cos(w_b) \sin(j_b) \\ Z_b = R \sin(w_b) \end{cases} \quad (2)$$

根据A、B三维坐标计算AB长度, 得

$$AB^2 = (X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2 + (Z_a - Z_b)^2 \quad (3)$$

根据余弦定理, 求角AOB余弦

$$\cos(\angle AOB) = \frac{AB^2 - AO^2 - BO^2}{-2AO \cdot BO} = 1 - \frac{AB^2}{2R^2} \quad (4)$$

计算AB弧长为

$$AB = R \cdot \arccos[\cos w_a \cdot \cos w_b \cdot \cos(j_b - j_a) + \sin w_a \cdot \sin w_b] \quad (5)$$

3) 平面直角模型。这是一种距离简化算法, 在空间距离较短的情况下, 可用平面距离来代替球面距离。平面两点A(X_a, Y_a), B(X_b, Y_b)的距离可通过如下距离公式计算

$$AB = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2} \quad (6)$$

空间包含关系用于判断点是否在多边形内, 常用的方法有射线法, 就是判断从待求点P引出的射线与多边形交点的个数, 一般情况下, 交点为奇数可认为点在多边形内, 否则认为点在多边形外^[12]。

3 局放数据展示

WebGIS平台能利用局放数据的空间位置属性进行数据查询管理, 其实现结构如图3所示。

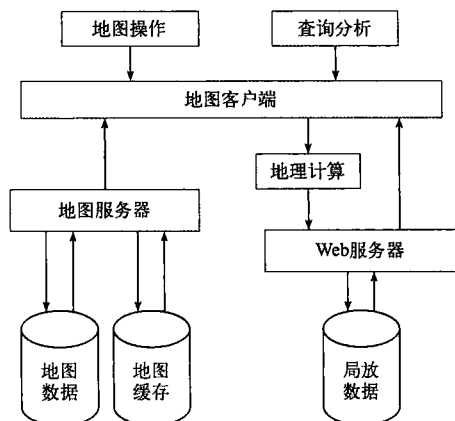


图3 基于WebGIS的局放数据管理结构图

3.1 电气设备局放数据关联

将带电设备的局放检测数据接入WebGIS平台后, 就可以进行联网发布, 如设备出现局放异常, 在客户端浏览器中地图页面上, 设备将变为报警状态, 管理人员可以快速定位识别异常设备, 查看具体超标信息, 从而做出相应的决策安排, 这样相关部门管理者就可以通过一幅地图掌控其所关心的所有设备的运行情况。

由于局放数据与空间位置相关联, 所以在数据的CRUD(增、删、改和查)中无可避免要进行空间关联操作, 而传统的局放数据管理方法空间位置关系表现不明显, 这样就增加了数据管理的复杂度。基于WebGIS平台, 在地图上通过交互设备进行数据的CRUD操作, 十分便捷, 同时保证数据操作的准确性。

3.3 基于空间范围的局放数据展示

基于WebGIS平台, 用户不必局限于行政区范围而可以通过在地图上定义多边形范围对局放数据进行查询统计, 这样就给局放数据空间范围统计带来了极大的灵活性。其实现过程为: WebGIS平台根据自定义的多边形, 计算其坐标范围参数, 然后根据点在多边形内的判断方法, 检索出该区域的所有带电设备, 通过后台程序调用相关方法, 查询所有局放数据并进行对比统计, 最后返回给客户端呈现, 流程如图4所示。

3.4 带电设备邻近查询

带电设备的局放数据一旦超标, 其潜在的影响可能不局限于单个带电设备, 而会对与该设备相邻的其他设备造成影响。这样就必须提供一种能根据距离进行查询的方法, 而传统的分析方法很难实现, 利用WebGIS平台, 根据空间点距离计算公式, 可以很方便地查询与该设备相距一定范围的所有带电设备及其局放数据, 实现流程如图5所示。

采用地图展示, 实现了基于WebGIS的局放数据管理系统。局放超标时发出报警, 在地图中采用红色闪烁的表示带电设备有局放超标, 绿色显示的表示设备运行正常。

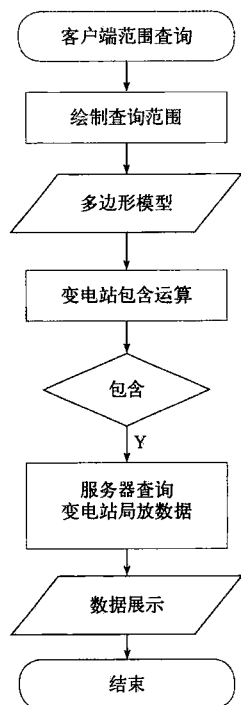


图4 空间范围查询流程

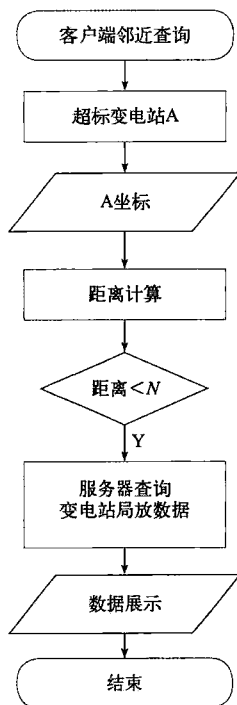


图5 邻近查询流程图

设计局放数据查询功能，当在地图上点击带电设备时将弹出带电设备的基本信息和局放检测数据及当前设备的运行状态。

4 结束语

本文讨论了基于WebGIS的局放数据管理方法的技术实现并介绍了其实例应用。

基于WebGIS空间分析方法，可充分利用局放数据空间属性，实现基于位置的局放数据查询管理，该方法在丰富数据的表现形式同时，能提高数据管理效率、挖掘数据中隐藏信息，为管理部门提供有效的决策支持服务。

参考文献

[1] 鲁学亮, 刘臻. 基于WebGIS的流感传播模拟与预警系统的设计与实现 [J]. 测绘与空间地理信息, 2014 (10): 58-60.

[2] 刘吉夫, 陈棋福, 黄静. WebGIS应用现状及其发展趋势 [J]. 地震, 2003, 23 (4): 15-17.

[3] 沈萍月, 潘娅英, 骆月珍. 基于WebGIS的浙江省天然气调控应急保障气象服务系统 [J]. 测绘与空间地理信息, 2014 (11): 115-117.

[4] 年雁云, 翟世常, 薛晨光. 基于WebGIS的渤海渔业服务系统设计与开发 [J]. 遥感技术与应用, 2015, 30 (2): 391-398.

[5] 邹依依, 郭灿新, 黄成军, 等. Embedded MATLAB 在局部放电DSP嵌入式采集系统中的应用 [J]. 电工技术, 2008 (12): 52-54.

[6] 肖燕, 郁惟镛. GIS中局部放电在线检测研究的现状与展望 [J]. 高电压技术, 2005, 31 (1): 47-49.

[7] 李晓丹, 李永清, 方临川, 等. 基于三相GIS电场分布的模型简化研究 [J]. 电气工程学报, 2015, 10 (11): 58-62.

[8] IEEE Substations Committee Working Group K4. Partial discharge testing of gas insulated substations [J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1992, 7 (2): 499-506.

[9] Baumgartner R, Fruth B, Lonz W, et al. Partial discharge part X: PD ingas-insulated substations-measurement and practical considerations [J]. IEEE Electrical Insulation, 1992, 8 (1): 16-27.

[10] 钱勇, 黄成军, 江秀臣. GIS中局部放电在线检测现状及发展 [J]. 高压电器, 2004, 40 (6): 453-456.

[11] Phil Bolin, Hermann Koch. Introduction and applications of gas insulated substation (GIS) [C]. IEEE Power Engineering Society General Meeting, San Francisco, 2005: 920-926.

[12] 孙晓明. 空间拓扑关系计算算法研究 [D]. 南京: 南京师范大学, 2011.

(收稿日期: 2016-10-09) **EA**