

基于ArcEngine的输电走廊三维可视化系统设计与实现

尹 晖¹ 王艳涛¹ 张晓鸣¹ 干喆渊² 钟 琦^{1,3} 孙梦婷¹

(1 武汉大学测绘学院, 武汉市珞喻路 129 号, 430079; 2 中国电力科学研究院高压研究所, 武汉市珞喻路 143 号, 430074;
3 75200 部队, 惠州市, 516001)

A 3D Visualization Platform Design and Realization for Transmission Corridor Based on ArcEngine

YIN Hui¹ WANG Yantao¹ ZHANG Xiaoming¹ GAN Zheyuan² ZHONG Qi^{1,3} SUN Mengting¹

(1 School of Surveying and Mapping, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China; 2 High Voltage Department, China Electric Power Research Institute, 143 Luoyu Road, Wuhan 430074, China; 3 Troops 75200, Huizhou 516001, China)

摘 要: 以特高压输电线路电磁散射高效模型及对无线电台(站)干扰仿真和防护设计平台建设为目标, 采用组件 GIS 开发技术, 以 VS 2010(C#语言)为平台, ArcEngine 10.0 组件为工具, 设计并实现了特高压交流试验示范工程输电走廊三维可视化仿真平台系统。

关键词: GIS; ArcEngine; 特高压输电线路; 三维可视化; 电磁干扰

中图法分类号: P208

文献标识码: A

Abstract: Aiming at the efficient electromagnetic scattering model and EMI simulation and protection platform construction demand, this paper designs and develops a 3D visualization system for UHV AC demonstration project by applying component GIS technology, VS 2010(C# language) platform and ArcEngine 10.0 tool.

Key words: GIS; ArcEngine; UHV transmission line; 3D visualization; EMI

随着我国特高压电网的建设和电力体制改革的不深化, 智能电网已成为目前我国电网建设和发展的目标^[1]。其中, 三维数字化电网技术是智能电网建设与发展的重要组成部分, 将输电线路、电网基础设施、电力应用与 GIS 技术高度集成, 以三维数字化形式展现高压输电线路、电磁防护目标和周边地形地貌的三维地理信息, 对加快三维数字化输电工程与智能电网建设具有十分重要的现实意义。

本文采用组件 GIS 开发技术, 以 VS 2010(C#语

言)为开发平台, ArcEngine 10.0 组件为开发工具, 将专业 GIS 软件的强大空间分析功能与专业建模软件的强大三维显示功能进行组合, 将三维可视化与三维空间对象管理耦合起来, 设计开发并实现了我国首条 1 000 kV 特高压交流试验示范工程输电线路的三维可视化仿真平台系统。该系统主要包括卫星影像、数字高程模型、SketchUp 三维模型等多类型地理信息管理, 输电走廊三维可视化虚拟场景构建, 特高压输电杆塔三维建模, 输电线路及杆塔信息管理, 电磁干扰计算数据接口, 以及电磁干扰云图三维可视化等功能, 可服务于特高压输电工程电磁干扰仿真和电磁兼容防护设计, 是三维 GIS 应用于数字化输电工程建设的有益探索与实践。

1 三维 GIS 系统平台选择及特点

20 世纪 80 年代末以来, 空间信息三维可视化技术成为业界研究的热点并以惊人的速度迅速发展起来, 首先是美国推出 Google Earth、Skyline、World Wind、Virtual Earth、ArcGIS Explorer 等, 我国也紧随推出了 EV-Globe、GeoGlobe、VRMap、IMAGIS 等软件与国外软件竞争本土市场。

三维 GIS 系统的建设要经历从数据获取与处理、数据存储与管理、可视化场景创建、面向业务的空间分析、应用系统开发到服务发布与共享等一系列的过程。ESRI 公司基于三维全球视图的 ArcGlobe 模块, 将所有数据投影到球体表面上, 使场景显示更

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51077105); 国家电网公司科技攻关团队资助项目(SG11013); 武汉大学教学研究资助项目(QYW201213); 武汉大学测绘学院本科专业综合改革教学研究资助项目(201203)。

接近现实世界。而 ArcEngine 为用户提供了功能强大的 GIS 框架, 基于 ArcObjects 核心构建, 全面采用 COM 技术, 支持跨平台、跨语言及多模式开发。提供用于三维开发的可视化控件 GlobeControl, 其定义的属性和方法都与 ArcGlobe 应用程序类似, 适合于海量数据集、无缝的栅格与要素数据的可视化^[2], 可帮助开发者快速方便地定制出满足特定应用需求的 GIS 系统。

本文使用三维 GIS 系统实现一种可行的技术路线, 使用 SketchUp 软件构造三维立体模型(主要指输电杆塔及设施), 利用对 ArcGlobe 模块作为集成平台, 组织基础地理空间数据, 搭建输电走廊三维可视化场景。同时结合 ArcEngine 平台, 开发特高压工程输电走廊三维可视化仿真平台系统, 实现特高压输电线路电磁干扰影响的仿真与三维可视化的展示^[3]。

2 系统总体架构

系统总体架构采用分层模式, 分为数据层、支撑层、应用层、展示层和用户层。①数据层负责对基础地理空间数据、三维模型数据及属性数据进行合理组织与存储, 满足系统对海量多源地理信息数据的集成要求; ②支撑层集中了系统大部分的开发工作, 利用多种开发组件和接口技术, 实现前端系统和后台数据库的交互, 为系统应用提供技术支撑; ③应用层以支撑层为依托, 包括了系统的所有功能模块, 提供人机交互界面; ④展示层直接面向终端用户层, 是系统三维显示和三维分析的集中表现层。系统分层结构整体架构如图 1 所示。

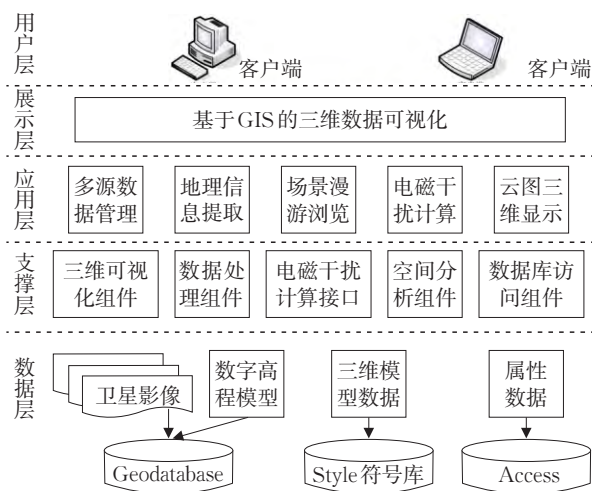


图 1 系统整体架构图

2.1 空间数据的获取与组织

输电走廊场景的空间数据主要包括影像数据、DEM 数据、杆塔点位坐标以及敏感点坐标数据。影

像数据主要来源于商用卫星影像; DEM 采用 30 m 分辨率的 ASTER GDEM 数据; 杆塔及敏感点点位坐标由电力部门提供^[4,5]。

以基于文件的镶嵌数据集多层嵌套的方式, 使用 ArcGIS 的镶嵌数据集组织管理影像和 DEM 数据, 并通过影像金字塔多级压缩、按视角高度分层显示的方法, 实现大场景数据的高质量流畅显示。

2.2 输电杆塔的三维建模

三维数字化电网技术中, 各种输电塔、门型塔、输电线、变电站等是电力系统的主要建筑物。具有数量庞大、结构复杂且型号多样的特点, 杆塔三维建模主要根据电力部门提供的输电杆塔结构设计图等相关资料利用 SketchUp 软件完成^[6]。首先, 根据杆塔的尺寸数据, 绘制出杆塔的三维线状结构; 然后, 对线条加粗渲染; 最后, 利用杆塔图片对三维杆塔结构叠加相应的纹理。构建好的杆塔模型作为三维符号导入到 ArcGIS 的符号库文件 (*.style) 中进行存储。

2.3 三维可视化场景搭建

根据杆塔的坐标数据, 创建杆塔图层(点图层)和线路图层(线图层), 利用 ArcGIS 符号库文件中的三维杆塔符号, 对杆塔图层进行符号化。在统一的坐标参考框架(WGS84 坐标系)下, 将矢量图层(杆塔图层、线路图层)与栅格图层(影像图层、DEM 图层)进行叠加, 即完成了三维可视化场景的搭建。

3 系统的主要功能

本文开发的输电走廊三维可视化系统平台, 通过数据输入与转换、图形与文本编辑、数据存储与管理、空间查询与分析以及空间数据可视化与输出等功能, 将特高压输电线路、电磁防护目标和周边地形地貌的三维地理信息, 转换为各种专业计算机软件的计算模型格式, 可快速开展后续的各种电磁计算。构建计算模型和数据接口, 实现和电磁干扰计算模型的集成, 将电磁干扰模型计算的结果以电磁等位线的形式显示在三维 GIS 平台中。

3.1 系统主界面

本系统利用有关的基础地理空间数据(卫星影像、DEM 等), 结合人工构建的三维立体模型, 实现了对特高压输电走廊沿线地形、地物以及地貌的三维可视化模拟, 支持多比例尺、多视觉角度、多细节层次的三维场景可视化显示及操作。操作界面使用 GlobeControl 控件展示三维场景, 使用 ToolBarControl 控件绑定用户常用交互工具。

3.2 多源信息管理

信息管理包括线路、杆塔、杆塔模型信息管理。

①线路信息主要包括线路名称、杆塔数、起止点、线路长度、电压等级、输电性质、工程状态等;②杆塔信息主要包括所属线路、线路编号、所属标段、标段编号、经度、纬度、高程、杆塔类型等;③杆塔模型信息主要包括模型编号、电压等级、模型名称、模型总高、模型呼高、设计单位等,并可对模型进行三维视图预览。

3.3 快速定位杆塔

根据用户勾选待定位的杆塔编号,通过提取与之对应的杆塔经纬度坐标,以创建并播放帧动画的形式对三维可视化场景进行动态驱动,快速、连续、动态地从当前场景切换到定位的杆塔,并采用适当显示比例、适当观察视角展示在三维场景中,从而免除重复、低效的手动导航及拖拽操作。

3.4 线路动态漫游浏览

对输电线路进行全线路或分段区间进行动态漫游浏览,并可对飞行状态进行实时控制,包括加快(减慢)飞行速率、调整飞行视角、暂停(停止)、快进(快退)等。沿线路动态漫游浏览的场景如图2所示。

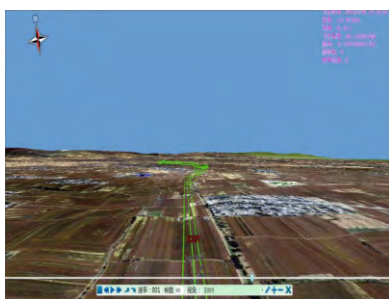


图2 沿线路动态漫游图

3.5 电磁干扰计算与云图展示

根据用户设置及从后台数据库获取的计算参数,自动生成参数文件(接口输入文件),通过专业的干扰计算接口进行计算,并可对计算结果以三维云图的形式展示在三维GIS场景中,可对周边敏感点的电磁强度进行定量模拟和直观展示,辅助专业人员进行决策判断。计算结果的云图如图3所示。

4 结束语

随着“数字地球”、“智慧城市”建设的不断推进,三维GIS已广泛应用于数字城市、环境监测、交通监控等各个领域。将GIS技术引入电力系统,成为融

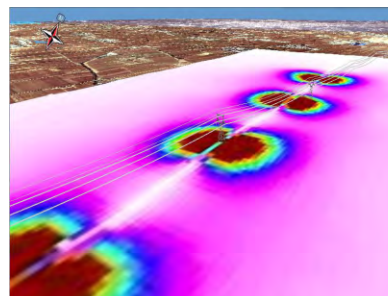


图3 三维云图展示图

合各专业子系统的基础平台,对于提高现代电力企业的工作效率和管理水平,推动智能电网的建设具有重要的现实意义与实用价值。

针对我国首条1 000 kV特高压交流试验示范工程输电线路,从空间数据获取、存储、查询以及空间分析着手,基于VS+AE,以组件式GIS开发的模式,将卫星影像、DEM、杆塔位置等多种地理信息数据进行合理组织,实现了对输电走廊三维可视化场景的创建、输电杆塔和线路信息管理、杆塔定位与巡线飞行,通过数据接口实现了电磁干扰专业计算与电磁干扰计算结果的三维可视化展示、敏感点电磁干扰距离量测与干扰强度查询等功能,该系统基本满足用户的功能需求和性能要求,可有效辅助电力部门进行特高压输电工程电磁干扰影响分析与防护设计。

参考文献

- [1] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等. 智能电网技术综述[J]. 电网技术,2009,33(8):1-7
- [2] 兰小机,刘德儿,魏瑞娟. 基于ArcObjects与C#.NET的GIS应用开发[M]. 北京:冶金工业出版社,2011
- [3] 吴建华. 基于ArcGIS Engine的GIS软件开发方法[J]. 测绘通报,2010(11):54-57
- [4] 魏祖宽,蒋楠,金在弘. 电力信息系统中三维GIS关键技术的应用研究[J]. 计算机与现代化,2010(5):83-88
- [5] 李晓骏,邱家驹. 基于三维GIS技术的输电线路地理信息系统的设计与实现[J]. 电力系统及其自动化学报,2003,15(1):5-9
- [6] 朱庆,高玉荣,危拥军,等. GIS中三维模型的设计[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2003,28(3):283-287

收稿日期:2014-09-15。

第一作者简介:尹晖,教授,博士,研究方向为空间信息处理的理论和方法。

E-mail:hyin@sgg.whu.edu.cn