

电力通信光缆线路资源管理地理信息系统应用探讨

赵志宇¹，蒋陵¹，葛嵩¹，于阳²

(1.南京供电公司, 江苏 南京 210019; 2.南京有嘉科技有限公司, 江苏 南京 210016)

摘 要: 随着电力通信网发展, 作为通信网重要资源的光缆资源数量越来越庞大, 管理也越来越重要。本文主要结合南京供电公司在电力通信光缆网络资源管理研发应用经验, 介绍电力系统通信光缆线路资源管理系统应开发设计思路与主要功能。

关键词: 通信光缆线路资源管理; 地理信息系统; 一体化集中管理

0 引言

地理信息系统 (Geographic Information System)，简称为GIS。是一种特定而又十分重要的空间信息系统，它是以采集、存储、管理、分析和描述整个或部分地球表面（包括大气层在内）与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统。

当前电力通信线路维护的工作主要包括通信线路的设计、建设、线路改迁、抢修与巡视等。以往依靠图纸、EXCEL与MIS结合管理通信光缆资源的维护模式逐渐暴露出数据分散, 图纸版本众多, 资源难以共享等诸多不足。“信息化、自动化、互动化”的不足, 造成了电网通信在“可靠性、优质性和经济性”上的缺乏, 为了进一步满足电力企业及其广大用户对电网“安全、可靠、优质、高效、经济运行”的现代化要求, 需要采用现代化的技术和管理手段来进行规划和管理,

以地理信息系统为基础构建电力通信光缆线路资源管理系统,可以准确而直观的反映通信线路以及相关设备,班组人员方便集中管理设备数据,协同开展业务,提高工作准确性、时效性和数据完整性。充分发挥GIS在通信业务方面的作用,将通信GIS平台与通信业务场景紧密结合起来,立足于解决实际工作中的问题,提高信息化应用的水平。为此,利用GIS技术进行管理已是大势所趋。

1 技术构架与实现

1.1 技术架构

基于J2EE/.NET的技术实现,采用多层架构的技术方式,将界面控制、业务逻辑和数据映射分离,实现系统内部的松耦合,以灵活、快速地响应业务变化对系统的需求。如图1所示,系统层次结构总体上划分为数据层、数据逻辑层、公共服务层、业务逻辑层以及业务功能层,通过各层次系统组件间服务的承载关系,实现系统功能。

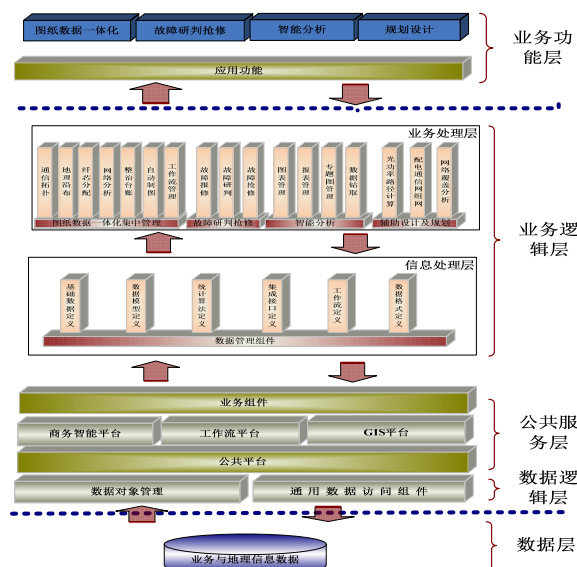


图 1 系统技术架构

1.2 物理结构

见图2。地图服务器放置与系统内网作为地理信息数据源，提供地理信息存储服务，应用图层服务器提供基于Web方式的图形数据展示和信息处理服务。同时通过OLEDB通用数据访问组件管理和使用 workflow MIS、资源台帐以及规划设计等业务数据库。对外部提供集成服务总线服务器，提供基于WebService的外部接口服务器。通过网络隔离设备或数据拷贝同步方式将基于公网传输的轨迹、即时缺陷照片等信息融入内部信息化管理网中。

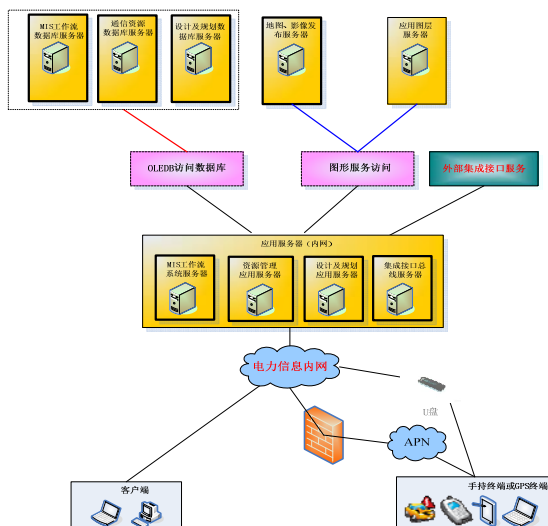


图 2 系统物理架构

1.3 设计开发

采用迭代开发方式进行软件规划和持续集成，使软件开发中相关的各方随时可以了解软件开发的进度，以可视化的方式看到软件开发的成果，及时纠正软件开发过程中的问题。通常，使用者由于自身的局限可能描述不清自己的需求，通过可视化的方式一次一次看见可运行的软件，更直观地提出自己的意见，使自己的需求越来越清晰，并有效地告知开发者。开发流程见图3。

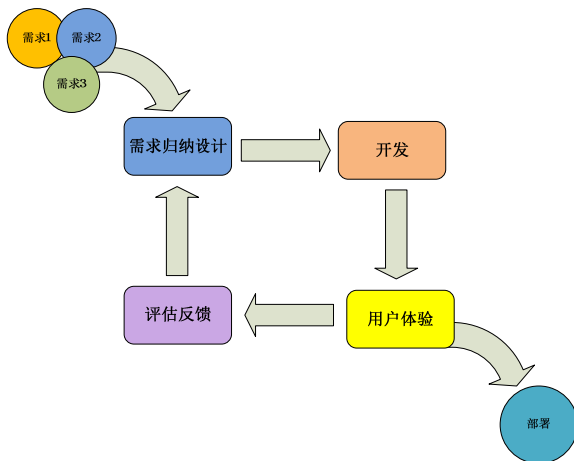
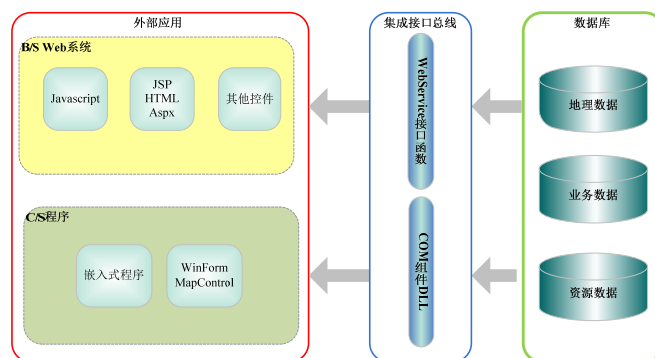


图 3 开发流程

1.4 接口集成

如图2所示，与外部系统的集成主要分为B/SWeb部分集成与C/S应用程序集成两部分。通过编写标准规范化WebService函数提供外部系统web程序调用集成。集成商可通过WebService网页查看接口函数名，通过阅读接口函数文档定义、调用案例等使用特殊功能的web服务。在C/S应用程序集成时，使用开发符合COM服务组件规范DLL文件及其接口函数文档进行发布，供外部C/S应用程序开发者使用与打包。



2 南京供电公司通信光缆线路资源管理地理信息系统应用

2.1 图纸、数据一体化集中管理

传统管理方式中 CAD 图形信息与 MIS 数据信息, 存储分散且图形信息与数据信息难以实现关系数据结构、关系操作集合和完整性约束等关系数据库特点。GIS 系统恰恰可将涉及业务的图形乃至整个地理空间数据存储到一个集中式数据库中, 弥补以上不足。见图 5。南京供电公司利用地理信息技术 (GIS) 将通信线路中大量分散的图纸、缆线、纤芯和光配等数据信息集成到一张电子地图, 使用同一个数据共享与协作平台进行管理。



通过平台的图形数据一体化特性，工作人员录入图形就能获得数据，录入数据就能生成图形，提高了工作效率。例如光纤连接关系通过数据批量关联操作即可生成纤芯分配图。见图6。

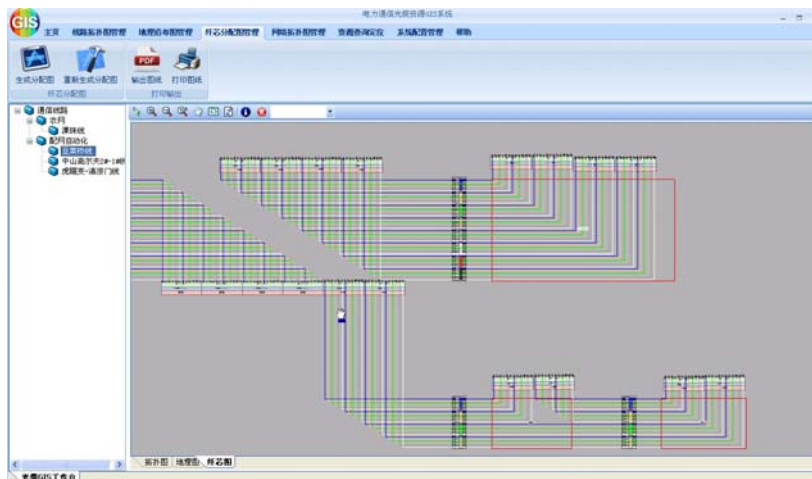


图 6 光纤连接图

通过集成基于工作流的MIS系统到平台中，将抢修、线路建设、迁移、消缺等与线路资源相关的工作流程管理系统接入或开发到地理信息系统中，以工单作为主线，在工单中加入资源维护和调用工作节点，在完成工单闭环同时也能完成线路资源维护工作，及时更新资源信息。例如消缺闭环管理从发现并利用GPRS或3G断点续传技术上传缺陷图片与信息、缺陷整理分类与派工、消缺照片回执等流程完成消缺管理闭环，通过现场发回的GPS坐标信息、杆塔信息进行故障快速定位，及时组织抢修和整改。

基于AutoDesk公司的dxf开放数据交换文件进行中转，导出各类地理背景、资源图纸dxf文件，通过CAD转化为dwg格式文件并进行灵活改造编辑，快速完成竣工报验、设计、勘测需要的CAD制图功能。

2.2 辅助通信故障研判

由于近年来城市建设加快，通信光缆遭受外力破坏导致通信中断逐步成为故障发生主要因素。电力通信光缆线路资源管理系统应在资源管理的基础上，将通信光缆断点研判作为重要功能之一，从而保障通信线路的畅通。一般应具备网管系统告警发生故障时，通过OTDR（OTDR是光缆工程施工和光缆线路维护工作中最重要的测试仪器，它能将长100多公里光纤的完好情况和故障状态，以一定斜率直线（曲线）的形式清晰的显示在几英寸的液晶屏上。根据事件表的数据，能迅速的查找确定故障点的位置和判断障碍的性质及类别，对分析光纤的主要特性参数能提供准确的数据）测试断点位置，通过输入断点位置距测试点长度，快速定位故障发生位置点光缆段。同时系统应该考虑隐蔽性故障点（如光纤衰耗过大造成的障碍、机房线路终端障碍、部分光纤阻断障碍等）的查找、分析计算以及误差排除等功能，缩短抢修中缺陷查找时间，提高抢修效率。南京供电公司在建设光缆线路上预留足够的备用纤芯，通过光纤故障定位装置与光开关组成线路在线监测系统，在发生故障时通过平台上准确定位故障发生点（经纬度），直接进行故障研判，减少使用OTDR检测断点的时间。

2.3 电力通信线路资源智能分析管理

电力通信线路资产管理涉及众多通信熔配节点、纤芯与光缆信息，通信线路资产情况的统计一直是通信部门精细化管理的要点。通过建立数据仓库（将传统业务数据表，转化成决策层需要数据进行存储的一种技术手段。）到地理信息平台中，用户可以摆脱传统MIS系统中的数据报表、图形显示等固定查询统计功能，按照数据仓中建立的数据多维度立方体进行维度（如时间、类别等）选择设定，快速生成统计图表，并通过数据挖掘技术（从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的实际应用数据中，提取隐含在其中的、人们事先不知道的、但又是潜在有用的信息和知识的过程）实现数据钻取功能。

通过地理信息平台数据叠加分析功能，能快速分析出网络分布图、纤芯分配图以及光纤路由图等传统工作方式难以迅速、准确分析完成的图形信息。同时平台在电力杆路、管沟资源数据等方面与公司“配电GIS”系统开放共享，无缝集成，快速生成地理背景元素图层，不但通信运维使用方便，而且为规划设计和工程施工提供了便利，节约了时间。

地理信息系统专题图（利用颜色渲染、图案填充、直方或饼图形式将属性数据在地图上表现出来。是用于分析和表现数据的一种强有力的方式）分析出通信线路建设范围、覆盖情况、超期服役线路、管孔占用率、备用光缆与纤芯路径显示等方面提供强有力的支持。

2.4 辅助通信网络规划和设计

伴随配网自动化通信系统建设，分支型通信网络结构比重逐步增加，如何利用好地理信息图层和配电GIS设备图层，辅助规划和设计配网自动化通信网络也成为重要的研究课题。如图7所示，单一配电网通信线路的建设主要考虑可供选择的厂家型号的分光器进行组网的不同组网方案并在众多方案中进行可行性、经济性、安全性取舍。主要通过分析设计方案路由图末端ONU设备能否实现实际距离上的衰耗要求进行取舍，在可行方案中对分光器进行统计汇总，选择经济型的组网方案。此类设计方案可通过GIS中划定范围内的站点、环网柜、开关、开闭所等电力设施后，通过软件自动抽象出

模型需求，使用算法计算出符合末端ONU光功率要求和分光器选型要求的光纤组网方案。



图 7 通信网络规划示意

光功率经过每个分光器和ONU的衰减计算公式如下：

光信号从OLT设备的某个PON口发射，经过多个分光器进入下一个分光器或者ONU终端时的衰减计算公式如下所示，其中D表示经过光缆路径总长，n表示经过的设备（包括进入的设备）数，sh表示经过每个分光器按照对应支路产生的光功率衰减，a表示光缆每公里衰减，b表示每个光纤从上一级设备出或进入本级设备产生的接头衰减。

光功率衰减计算公式：

$$D \times a + n \times 2 \times b + \sum_{i=1}^n sh$$

其中判断设备是否符合要求还需要在衰减的基础上增加智能配网通信标准的冗余度要求，按照算法则大于5km，按2dB计算，小于5km按1dB计算。我们使用 F_{yd} 表示冗余度，F表示OLT发光功率，S表示收光门限，即

设备是否可以加入设计方案判断公式为

$$D \times a + n \times 2 \times b + \sum_{i=1}^n sh \leq F - S - F_{yd}$$

3 结束语

南京供电公司电力通信地理信息系统的建设，在通信线路资源管理上实现了从图纸、数据分离到图纸数据一体化的转变，并依托地理信息平台闭环管理：通信建设、维护、巡视等光缆资源相关工作，实现了从逻辑路由快速转变到物理路由的光缆故障信息化故障研判手法。在配网自动化通信光缆线路智能设计、覆盖分析上也做出了积极的尝试。通过系统建设，构架起通信线路班组协同工作数据管理平台，发挥GIS软件快速查找、定位与分析等特点，提高运维、抢修效率，缩短了图纸更新时间和周期。南京通信网络GIS平台的建成，为建设具有“信息化、数字化、自动化、互动化”的坚强智能电网提供了强有力的支撑，为提高配网信息化水平打下了坚实基础。

参考文献：

- [1] 郭伦，张晶. 地理信息系统[M].北京:电子工业出版社,2002.
- [2] 孙才新. 电力地理信息系统及其在配电网中应用[M].科学出版社,2003.
- [3] (加) 罗杰·汤姆林森.地理信息系统规划与实施[M]. 蒋波涛(译). 北京:测绘出版社,2010.
- [4] 史兴华. 电网GIS及其应用[M].北京:中国电力出版社,2010.

作者简介：

赵志宇(1964-), 江苏南京人, 本科, 高工, 高级技师, 长期从事电力通信管理工作, E-mail: zhaozhiyu@vip.sina.com;

蒋 陵(1979-), 江苏南京人, 本科, 从事电力通信运维管理工作;

葛 嵩(1970-), 江苏南京人, 本科, 从事电力通信运维管理工作;

于 阳(1977-), 江苏南京人, 本科, 工程师, 从事电力通信及信息系统工作。