

智慧管网系统的设计与实现

戴彦群

(成都理工大学 工程技术学院, 四川 乐山 614007)

摘要:随着城市现代化水平的不断提高、城市功能的不断完善,市政管网系统是否合理、设施运营是否安全、功能是否完善,已成为判断城市是否可持续发展的重要指标。针对当前城市管线大数据信息分析、表达、应用的实际需要,设计和实现了智慧管网系统。结合 GIS 空间信息技术、Web 技术和移动平台技术,设计桌面端、Web 端和移动端的相互融合,实现数据资源的集中管理和分布应用。有效地将城市地下管线数据资源融入系统之中,实现地下管线数据二维一体化,动态监测数据与规划设计于一体,融合空间信息、市政管理和应急决策于一体,提高管线在现代城市中运作的高效性。通过实际的数据进行验证,较好地实现了桌面端、Web 端和移动端的智能统计、数据监测、业务统计以及巡检等功能,满足了智慧管网系统的功能需要。

关键词:GIS; Web 技术; 移动平台; 管线; 智慧管网

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)11-0206-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.041

Design and Implementation of Smart Pipe Network System

DAI Yan-qun

(School of Engineering and Technology, Chengdu University of Technology, Leshan 614007, China)

Abstract: With the continuous improvement of urban modernization level and urban function, whether the municipal pipe network system is reasonable, the facility operation is safe and the function is perfect has become an important indicator to judge whether the city is sustainable. Aiming at the practical needs of analyzing, expressing and applying big data of urban pipeline, we design and implement the intelligent pipeline system. Combining GIS spatial information technology, Web technology and mobile platform technology, we design the integration of desktop end, Web end and mobile end to realize centralized management and distributed application of data resources. The urban underground pipeline data resources are integrated into the system effectively to realize the two-three-dimensional integration of underground pipeline data, the integration of dynamic monitoring data with planning and design, and the integration of spatial information, municipal management and emergency decision-making, so that the efficient operation of pipelines in modern cities is improved. Through the actual data verification, the functions of intelligent statistics, data monitoring, business statistics and patrol inspection on desktop, Web and mobile terminals are implemented, satisfying the functional requirements of intelligent pipe network system.

Key words: GIS; Web technology; mobile platform; pipeline; smart pipe network

0 引言

城市市政地下管线是其“神经网络”和“血管网”,保证着其运转和发展,同时,也是整个城市的“生命线”。城市的持续扩大,也加快了对其地下管网的建设。由于新旧管线的结构交错,复杂多变,地下管线信息管理也处于动态变化中,多部门化的管理模式势必导致管线信息的丢失。对于城市的建设、施工、数据管理,若没有一套正确的城市地下管网数据,将会导致各种事

故的频发,难以有效地进行城市建设。

针对地下管线当前形势、发展方向以及城市地下管网的背景和面临的挑战,对地下管网^[1-3]的智能化管管理采用了 GIS 思想进行设计,并研究了技术解决路线。对当前城市地下管线现状,采用 ArcEngine 进行桌面系统开发,应用 WebGIS 平台拓展系统服务^[4],结合移动平台对管线进行巡检监测,实现了智慧管理系统,并实现了智能查询、智能管理^[5]、智能巡检^[6-7]、三

维管网分析^[8]等功能以及管网业务管理功能。

1 系统结构设计

系统主要分为三个大的平台:桌面端、Web 端、移动端。桌面端主要用于后台管理人员的数据编辑、流量监测、管网规划等;Web 端用于水费管网人员信息的查询操作等;移动端用于外业巡检人员的外出巡检工作,系统结构如图 1 所示。

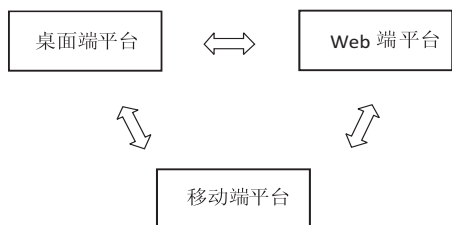


图 1 系统结构

桌面端系统管理平台,通过 ArcGIS Engine 的桌面端二次开发,系统主要应用于城市地下管网的数据查询、编辑、管理、事故处理入库等数据操作,在三维方面,充分发挥 ArcScene 和 ArcGlobe 的三维渲染效果^[9],对管线进行三维数据渲染,可用于可视化巡检,同时支持二三维联动操作。系统会根据登录用户的管理权限,制定不同的操作权限,确保系统数据安全和管理规范化。

Web 端系统平台^[10]主要面向政务管理者,用于数据查询、表单统计、人员安排调度等相关操作,系统会依据登录权限给予相应的操作权限,以最大程度地保证整个管理平台有序合理的运行。Web 端平台不开放管网数据操作权限,确保数据在网络中的安全性,同时由于分工安排的不同,能够有效利用现有资源,提高效率。

在移动端系统平台,移动端管网巡检 APP 主要针对对巡检员,并可根据实时分享上传的 GPS 位置数据^[11-12],使得管理员可在系统平台上实时监控调度外业人员安排,同时,针对现场事故位置的不确定性,移动端平台可上报事件情况并拍照,确保第一时间了解事发地真实情况,以便做下一步的工作。

2 系统总体架构设计

该系统的架构主要分为四个层面,使系统在处理庞大数据和进行复杂算法分析时能够进行快速响应和避免假死状态。独立地将数据服务和业务功能服务分开,在操作空间地理数据的同时不影响对业务数据的干扰,实现了分层设计的需求;在 AO 接口开发和 JS API 接口服务开发的同时^[13],将 SDE 空间数据库服务进行版本化的处理,使不同的管理人员可以通过不同的平台对同一数据源进行操作分析,有效地实现一张

图操作模式;系统将后台管理代码托管到云服务平台中,并通过网络对数据进行访问操作,大大提高应用范围,并支持移动端对其进行相应数据的查询等操作。系统总体架构设计如图 2 所示。

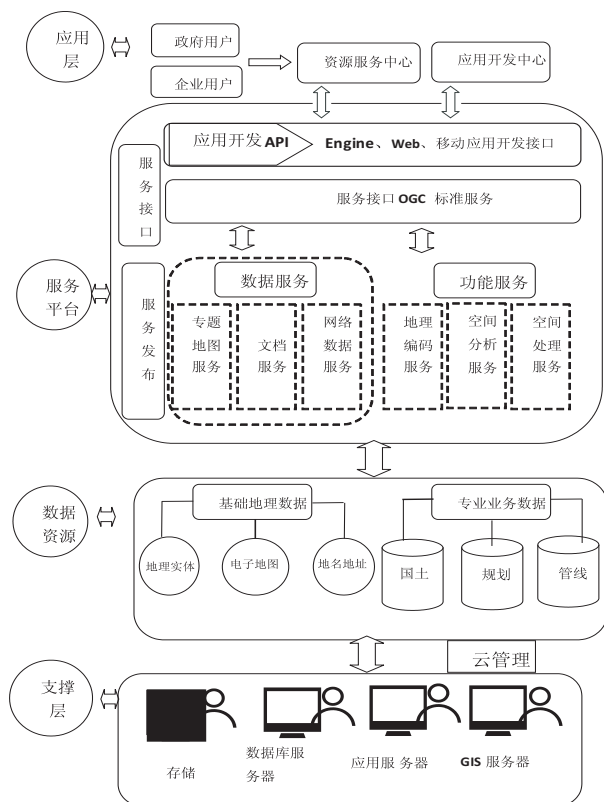


图 2 系统总体架构

(1) 应用层。

应用层主要以企业用户或政府用户为主,普通用户通过资源服务中心访问发布的各种数据服务进行相应操作,管理员或者开发者可通过应用开发中心进行系统的开发和修改,通过调用 API 实现对服务平台的开发。

(2) 服务平台。

服务平台分为服务接口和服务发布,其中服务接口包含 Web 应用开发接口和服务接口 OGC 标准服务,应用开发人员可以根据此接口开发标准化的应用服务,满足用户的各个需求;服务发布包含数据服务和功能服务,数据服务主要有:专题地图服务、文档服务、网络数据服务,功能服务主要有:地理编码服务、空间分析服务、空间处理服务。普通用户通过访问各个服务,进行相应的信息交互处理,通过分布式的架构,使得服务平台更高效地响应用户操作。

(3) 数据资源。

数据资源为服务平台提供各种数据支持。数据资源分为基础地理数据和专业业务数据,其中基础地理数据包含地理实体数据、电子地图数据、地名地址数据,专业业务数据包含国土方面、规划方面、管线方面。

数据是系统平台的核心,所以在数据资源的管理上,采用基础地理数据和业务数据的划分存储管理,保障系统数据库安全,通过分别部署操作,方便后期管理和维护。

(4) 支持层。

支持层为云管理平台,分为存储服务、数据库服务、应用服务器、GIS 服务器^[14]。通过云管理平台对各个服务体系进行部署管理,协调各部分工作,优化系统性能。

3 空间数据库的设计

在整个系统中,地下管网数据无疑是整个系统的核心,其所有的操作服务都是围绕数据进行的,因此,地下管网数据的准确性、完整性从很大程度上影响了系统的好坏。

(1) 管网数据的收集整理。

对于埋深于地下的管网来说,需要进行专业的探查工作,主要查明管网的二维坐标、管径、流向、埋深、材质、权属单位、安装日期、维护周期、壁厚等相关信息,并通过探明的信息绘出地下管网综合图,进行数据矢量化入库,确保数据的实时更新。

对于地下管网的测量调查工作,一般采用人工外业调查,布控制点,对井盖进行测量定位,并下井探明管线走向和分布情况,做好记录,确保外业测量数据的准确性。

(2) 管网数据的架构

一个城市的地下管网往往是错综复杂的,同时,在组成架构上也是如此,可分为管网基础数据和管网辅助数据。管网基础数据主要包括各个管线的线数据,阀门、预留口、调压阀等点数据;管网辅助数据主要包括城市道路数据、居民或商业区数据、各个工厂区域数据、水域数据、地面高程数据等。结合管网设计图和实际管网信息,规划设计现代城市的地下管网分布图,并进行实时的数据入库,有效地管理管网数据信息,避免了传统方式的杂乱无章,同时在应对突发情况时,也能够妥善快速地进行处理,减少事故损失。

系统数据库分为地理数据库和业务数据库两个大块。地理数据库主要为 ArcSDE 数据库,配合 SQLServer 的数据库服务和安全体系,最大程度上使管网数据处于一个相对安全规范的范围内;业务数据库主要是系统人员信息、各个表单信息、监测历史数据信息等。

针对系统的地理信息和业务的复杂性,将所有信息数据架构成应用于 SQL 数据库的逻辑结构。具体包括管线数据颜色表(不同等级的数据用不同的颜色表示)、管线信息表、水厂信息表、阀门表、水塔/高位

水池表、管道监测点信息表等。其中管线信息表为系统核心,具体设计如表 1 所示。

表 1 管线信息表

名称	说明	备注
Name	要素名称	
Z	高程值	
class	类型	
diameter	管道直径	
remark	备注	
style	样式	
w_pressure	水压值	表示管道水压值
PH	PH 值	表示管道内水的 PH 值
runoff	经流量	管道内水的流量,流速
material	材料	管道材料
o_pressure	外压值	外部对管道的压力
resistance	水流阻力	管道水流阻力值
temperature	水温	管道水温值
b_depth	埋深	管道埋藏深度
rank	级别	管道级别
age	管道年龄	管道年龄
chlorine	余氯含量	管道内余氯含量
w_thickness	管壁厚度	管道壁厚值
antiseptic_style	防腐形式	
install_U	安装单位	
M_P	维护周期	
address	地理位置	

4 实验分析

该系统采用 SQL 2008 R2 来存储业务数据,并通过 ArcSDE 10.2 来管理地理信息数据,开发平台应用 Visual Studio 2013,通过 C#语言来调用 ArcEngine 10.2 服务接口进行客户端桌面开发。系统采用 DevExpress 15.2 控件进行页面布置;Web 端平台开发采用的是 WebStorm 9.0.3,Web 服务采用发布本地服务部署,通过 ArcGIS Server 发布地图服务,通过部署在 IIS 上的服务接口访问地图服务,利用 Web Server 和 Ajax 调用服务对数据库进行操作;移动端开发平台采用 Android Studio 进行开发部署,利用打包的 tpk 地图包,调用服务进行数据交换和同步上传数据。采用四川省乐山市市中区管网数据作为实验数据。

桌面端实现了空间查询、空间分析、数据管理、三维联动操作、查询统计、数据编辑、横纵断面工具、事故处理、管网分析、综合分析、三维模拟等功能。

数据管理主要是进行各个数据的编辑管理操作,主要分为用户管理、添加地图数据、数据管理、事故管理。用户管理主要是管理登录用户,可以添加、修改、删除用户和分配其权限;添加地图数据主要是添加地图文档数据和文本数据,添加文本数据主要是 txt 文档

数据;数据管理主要是针对矢量地理数据进行编辑操作;事故管理主要是管理各个事故点数据的统计和入库备份。

空间分析主要分为路径分析、清除和导出图片功能。路径分析主要是通过添加站点和障碍点来进行路径分析,点击开始分析,激活功能按钮,在地图上点击添加站点和障碍点,点击生成路径,系统自动计算出最短路径,点击导出图片,系统会导出当前地图数据。

纵横断面主要是横断面、纵断面、道路断面;事故处理主要是设备预警、关阀搜索、消防栓搜索;管网分析主要是缓冲区分析、连通性分析、追踪分析;综合分析主要是覆土深度检测、水平碰撞检测、交叉垂直检测。

查询统计主要分为查询工具和统计工具。查询工具主要是沿线查询、空间查询、附属数据、多媒体工具;统计工具主要是管网统计、设备统计、材质统计、设备汇总。沿线查询主要通过缓冲区对要素进行缓冲叠加分析。选择搜索管线,输入缓冲范围,然后在要素栏选择需要查询的数据,点击开始搜索,数据栏会显示数据,单击自动定位到该要素。在地图上框选择需要查询的要素,系统自动弹出要素名称属性。

三维模拟主要分为 globe 窗口、三维模型生成、三维场景导出、globe 场景展示和视域监控区域分析。globe 窗口主要是加载 globe 文件、打开 globe 图层、打开 globe 工具条;三维模型生成主要是基于规则生成、导入模型;三维场景导出主要是导出 web 场景;globe 场景展示主要是实景模拟、动态展示、关闭动态、三维动画;视域监控区域分析主要是流量时空分布、盲区分析、视域监控。二三维联动操作如图 3 所示。

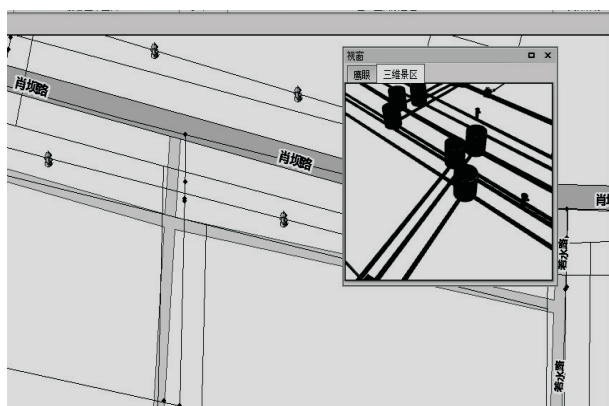


图 3 二三维联动

Web 端平台主要是数据查询方面的操作,不针对编辑矢量数据,确保数据的安全。Web 端主要分为业务操作、查询统计、管线服务、事故处理、消息管理。业务操作主要是水费台账、管材台账、消防台账、事故台账、设备管理、人事管理、出工日志,总体用于管理台账基本数据和安排人员数据等。查询统计主要是条件查

询、几何查询、设施统计、材质统计、管长统计、监测点、流量分布,总体用于管网的查询统计等操作。管线服务主要是水质监测、埋深分析、管网规划、管网冲洗方案、巡检管理、测压站分布、事故管理,总体用于管线服务的分析操作。具体如图 4 所示。



图 4 Web 端业务操作功能

移动端系统主要面向外业端人员,外业人员除上传报告和现场信息外,还可应用移动端设备进行管网的日常巡检工作。移动端平台主要分为计划任务、即时信息、临时事件、地图浏览、历史事件、GPS 状态、系统设置。计划任务主要是制定每日计划并进行日常巡逻检查。临时事件主要是当发生突发事故的时候,巡检人员到达事故地点,应用移动端设备上传事故点详细信息,以便总部管理人员进行事故处理操作。临时事件功能如图 5 所示。



图 5 临时事件处理

5 结束语

文中采用多平台管理模式对智慧管网系统进行设计与实现,结合 GIS 软件平台、空间数据库技术、Web 服务、移动网络技术,整合城市地下综合管线数据资源,实现地下管线的存储、查询、爆管分析、故障定位、管网规划、三维可视化管理等功能,形成了一套完善的城市地下综合管线数据资源管理智能化、可视化的智能管网系统。该系统同时实现了管线地理空间信息平台的建设,逐步通过数据资源的“集中管理、分布应用”实现数据管理部门和应用部门之间的共建共享。最后采用乐山市的数据进行系统测试,证明了该设计方案和实现技术的先进性和实用性,为智慧管网系统的建设提供了理论依据和技术参考。

参考文献:

- [1] 陈子辉,胡建平,董春华.城市地下管网三维可视化实现技术研究[J].工程图学学报,2010,31(6):139-145.
- [2] 周源,周志雄,童成彪.物联网形式的供水管网压力控制管理系统[J].计算机工程与应用,2017,53(14):257-262.
- [3] 喻龙,刘栋梁,张征.基于扩展多叉树的城市供水管网信息系统设计[J].计算机工程与设计,2014,35(4):1452-1457.
- [4] 薛国新,陆柯彤,张晓芬.多水源供水管网的水压控制仿真研究[J].计算机仿真,2016,33(6):193-196.
- [5] 李忠虎,蔡志全,顾东洋.供水管网运行数据采集系统设计[J].电子技术应用,2014,40(7):82-84.
- [6] 王卫兵,于志斌,田春伟.供水管网爆管分析算法及其 GIS 组件的实现[J].哈尔滨理工大学学报,2015,20(4):122-126.
- [7] 曾武,徐速.基于移动 GIS 技术的供水管网巡线系统设计与开发[J].水利水电技术,2011,42(1):92-95.
- [8] 吴叶兰,何向飞,叶斌.基于 GPRS 的供水管网无线监控管理系统[J].计算机工程与设计,2010,31(1):19-21.
- [9] 王星捷,李春花.基于 ArcScene 平台的三维管网系统的研究[J].计算机技术与发展,2018,28(11):217-220.
- [10] 王星捷,李春花.基于 WebGIS 技术旅游系统的设计与实现[J].计算机技术与发展,2018,28(8):148-151.
- [11] DANIELEWICZ J, SNIECHOWSKA B, SAYEGH M A, et al. Three-dimensional numerical model of heat losses from district heating network pre-insulated pipes buried in the ground[J]. Energy, 2015, 108:172-184.
- [12] WEI Dong, TIAN Minghai, GUO Hao, et al. The design and implementation of the 3D pipelines network aided design system based on arc engine[C]//2015 international conference on computer science and mechanical automation. Hangzhou, China: IEEE, 2015:340-343.
- [13] KANG S, LEE J. Developing a tile-based rendering method to improve rendering speed of 3D geospatial data with HTML5 and WebGL[J]. Journal of Sensors, 2017, 2017: 9781307.
- [14] REN Feng, MA Guowei, WANG Yang, et al. Unified pipe network method for simulation of water flow in fractured porous rock[J]. Journal of Hydrology, 2017, 547:80-96.