



基于 B/S 与 M/S 混合架构的排水管网 巡查养护 WebGIS 系统

赵冬泉¹, 王浩正¹, 陈吉宁², 盛 政¹, 张金禄¹

(1. 北京清华城市规划设计研究院 环境与市政所, 北京 100084 2. 清华大学 环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要: 阐述了 B/S(Browser/Server, 浏览器/服务器)架构和 M/S(Mobile/Server, 移动设备/服务器)架构的特点, 总结了 GIS 技术在排水管网管理中的应用。以城市排水管网巡查养护管理工作的需求为基础, 介绍了基于 B/S 与 M/S 混合架构的城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统的结构设计和功能实现, 包含管网巡查、管网养护、管网应急管理等功能。将该系统应用于城市排水管网的运营管理过程, 可改善目前排水管网粗放不系统的管理模式, 提高城市排水管网巡查养护工作的效率和监管力度。

关键词: WebGIS, 排水管网, 巡查, 养护, 应急管理

WebGIS System for Maintenance and Inspection of Urban Drainage Network Based on the Mixed Architec- ture of B/S and M/S

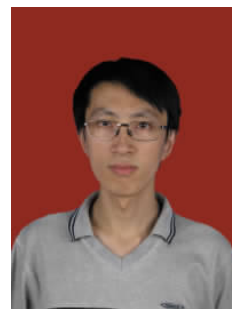
ZHAO Dong-quan¹, WANG Hao-zheng¹, CHEN Ji-ning²,

SHENG Zheng¹, ZHANG Jin-lu¹

(1. Department of Environment and Infrastructure, Urban Planning & Design Institute, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: This paper introduced the characteristic of B/S(Browser/Server) architecture and M/S (Mobile/Server) architecture, and summarized the application of GIS technology in management of urban drainage network. Based on the requirement of maintenance and inspection of urban drainage administrative department, this paper presented the framework design and functions of the WebGIS system for urban drainage system management based on mixed architecture of B/S and M/S, and gave the introduction in details about the function of inspection, maintenance and emergency management. The application of the system in urban drainage network management could build up a systematic management mode instead of traditional extensive management mode, and improve the efficiency and supervision of drainage maintenance and inspection.

Keywords: WebGIS; drainage network; inspection; maintenance; emergency management



赵冬泉(1978-), 男, 甘肃兰州人, 博士, 2009年毕业于清华大学环境科学与工程专业, 主要从事 GIS 在环境规划管理中的应用以及城市非点源模拟的研究。

基金项目: 水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07318-005-2)资助
E-mail: zdq01@mails.

tsinghua.edu.cn

收稿日期 2010-06-20

0 引言

城市排水设施是否完善, 功能是否健全, 直接关系到人民的生活质量和城市经济与社会的可持续发展。高效、有序、全面地进行巡查养护工作能够帮助管理部门及时发现和清除管网中的“病患”, 保障

城市的排水安全。但是, 当前排水管网设施的运行同所有城市水系统基础设施一样, 面临三大压力: 气候变化; 人口增长和城市化, 设施老化^[1], 排水管网管理的难度越来越大。传统的粗放型管理方式无法使管理部门及时掌握排水管网的相关信息及运行状况, 造成管网

巡查的无序状态, 养护效率偏低, 对排水管网的安全稳定运行造成隐患。

开发基于 B/S 与 M/S 混合架构的城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统, 可以使管网结构信息与地形、道路等空间信息融为一体, 并融合地理信息可视化技术,



为管网巡查养护和应急管理等业务提供直观的决策支持。管理人员利用计算机、手机或移动 PDA 等多种不同的终端浏览和查询同一区域的各类排水管网信息,实现巡查养护工单的有序制定、发放和审核。现场作业员利用 PDA 可实现现场信息的采集与实时上报,便于管理人员对现场作业人员进行监管,对管网状态进行监控。从而保证排水管网管理的及时性、连续性和整体性,提高工作效率和工作质量,保障排水安全。

1 B/S 与 M/S 架构的特点

B/S 架构是随着 Internet 技术的发展与普及,对 C/S(Client/Server,客户端/服务器)架构改进的一种系统架构。用户工作界面通过 WWW 浏览器实现,客户端除浏览器之外,一般不需要安装其他程序,只需要通过网页地址从 Web 服务器执行并将处理结果以网页的形式展示给用户。B/S 架构具有使用方便、分布性广、业务扩展方便、维护成本较低、共享性强等特点。

M/S 架构是结合 GIS、GPS 和 GPRS/CDMA 等前沿技术,把软件系统的应用由有线向无线进行延伸,由户内向户外进行扩展,由桌面向掌上进行转移,将丰富全面的信息带到工作现场,以更有效地指导现场工作,同时利用手持终端将现场的情况及时上传到监控中心,使管理决策者能够全面直观的了解现场情况,辅助做出科学决策。

将 B/S 架构与 M/S 架构相结

合,开发城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统,可充分利用两种系统架构的优势,将各个业务子系统建立在统一的数据库结构之上,避免了子系统单独设计而产生的“数据孤岛”效应,在保证系统简单易用的前提下,增强工作现场与监控中心的信息交互,提高城市排水管网管理的科学性。

2 GIS 技术在排水管理中的应用

地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS)是采集、处理、贮存、分析、检索、显示与输出地理空间信息的计算机系统^[2],具有强大的空间数据管理和分析能力,在发达国家中已经被广泛应用于城市排水管网管理^[3]。如美国弗吉尼亚的 Richard Greene 等人利用 GIS 的网络分析功能与拓扑分析功能,将 GIS 与重力流污水管网设计程序(GSDPM3)结合起来描述排水流域状况,进行管网定线,确定污水提升泵站位置及压力管路线。国内学者也对 GIS 在排水管理中的应用进行了研究。赵新华^[5]等以 GIS 为技术支持,结合排水管网管理的实际需求建立了排水管网信息管理系统,实现了对排水管网的信息化管理;梁洁^[6]等创建了基于 ArcGIS 的 Geodatabase 设计过程及基于 ArcObjects 组件对象进行开发的方法,实现了排水管网的网络追踪分析;陈勇民^[7]等基于 GIS 平台开发了排水管网规划管理系统,使得规划管理人员的工作效率得到提高;赵冬泉^[8]等基于 GIS 开发了数字排水平台(Digital-

Water),可为排水管网的规划设计、事故应急、布局优化和在线监测等数字化管理需求提供技术支持,基于数字排水平台开发的相关业务系统,极大提高了排水管网的数据管理和专业分析水平。

WebGIS 是将因特网(Internet)技术应用于 GIS 开发的产物。它的基本思想是在互联网上提供地理信息服务^[9]。WebGIS 不但具有大部分传统 GIS 软件的功能,而且还可利用 Internet 优势,用户不必在本地计算机上安装复杂庞大的 GIS 软件就可以在 Internet 上访问远程的 GIS 数据和应用程序,进行 GIS 分析。我国曾有研究人员研究基于 WebGIS 的排水信息发布系统^[10],在排水管网管理中,Internet 用户可以浏览 WebGIS 站点中的空间数据和管网资源属性,从而实现对管网资源的空间检索和分析。但现有系统中交互性不强,仅提供简单的空间查询功能,本研究基于 B/S 与 M/S 混合架构开发城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统,除实现信息的查询和分析外,还可实现工作现场与监控中心的信息动态交互,提高管网巡查养护工作的效率。

3 系统设计与功能开发

3.1 系统总体设计

城市排水管网系统是由污水管线、雨水管线、合流管线、检查井、泵站、排水接口区域、闸阀和污水处理厂进水口等设施组成的综合系统^[5],需要根据每个城市管网的特性来进行相应的运营管理。系统的总体设计如图 1 所示,分为数



据层、GIS 服务层和应用层。其中数据层和 GIS 服务层为硬件支撑层,分别部署数据库软件和 ArcGIS 软件。根据排水管网管理的日常业务,对系统的功能模块进行了统一设计,B/S 子系统包含巡查管理、养护管理和应急管理三个模块,分别管理三类不同的业务,M/S 子系统则相对应包含管网巡查、管网养护和应急处理模块分别用于不同任务的野外作业人员进行现场处理。B/S 子系统与 M/S 子系统访问同一套地图和管网数据,实现了数据的共享与同步,利用网络进

行交互操作,实现巡查养护信息的互联互通。

基于 B/S 与 M/S 混合架构开发城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统,可充分发挥不同系统的优势,其中 B/S 子系统实现管网数据的网络发布与共享,使用户可通过登陆该网站,对排水管网的空间地图、资产信息和业务数据进行简便快捷的浏览、查询、网络结构分析、统计分析和巡查养护工单的维护;M/S 子系统可部署到具有 GPS 功能的 PDA 手机上,实现巡查养护过程中地图数据下载与查看和现

场信息的采集与上传,借助 GPRS 或 3G 网络可实现外业人员与监控中心信息的及时沟通,业务操作人员可在监控中心对现场巡查养护情况进行动态监管,对发现的问题及时处理。

系统选用 Microsoft Windows Server 2008 标准版为服务器操作系统,采用 ESRI ArcGIS Server 9.3 为 WebGIS 开发平台和部署,选用 Oracle 11g 标准版为数据库软件,使用 ESRI ArcSDE 9.3 为空间数据引擎,客户端支持 IE 等通用浏览器。使用 Microsoft Visual Studio 2008 为 B/S 和 M/S 软件系统的开发环境,移动设备采用 Microsoft Windows Mobile 6.1 专业版。

3.2 管网养护功能模块设计

管网养护功能模块主要用于制定管网的养护计划并对养护工单进行管理和统计,包括定制养护计划、养护工单管理和养护工单统计。其养护流程如图 2 所示。

在管网养护过程中,监控中心管理人员首先根据历史巡查记录通过 B/S 子系统制定管网养护计划,可选按年度、季度或月份生成

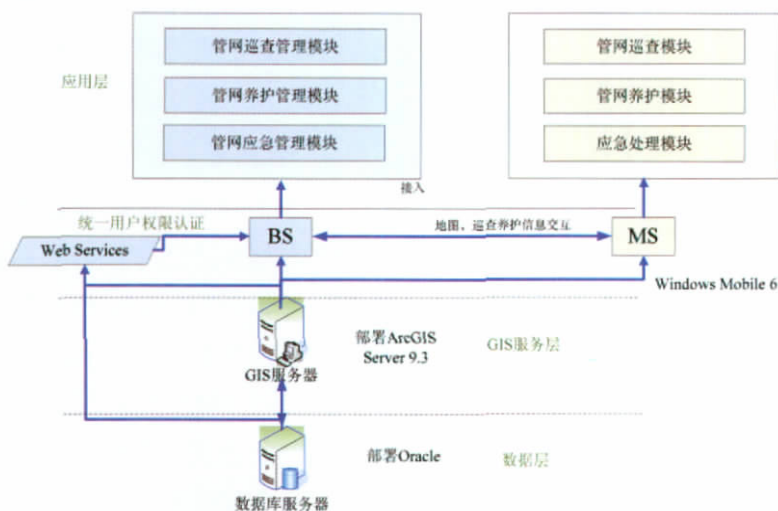


图 1 基于 B/S 与 M/S 混合架构的城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统功能结构
Fig.1 The framework of WebGIS system for urban drainage maintenance and inspection based on mixed architecture of B/S and M/S

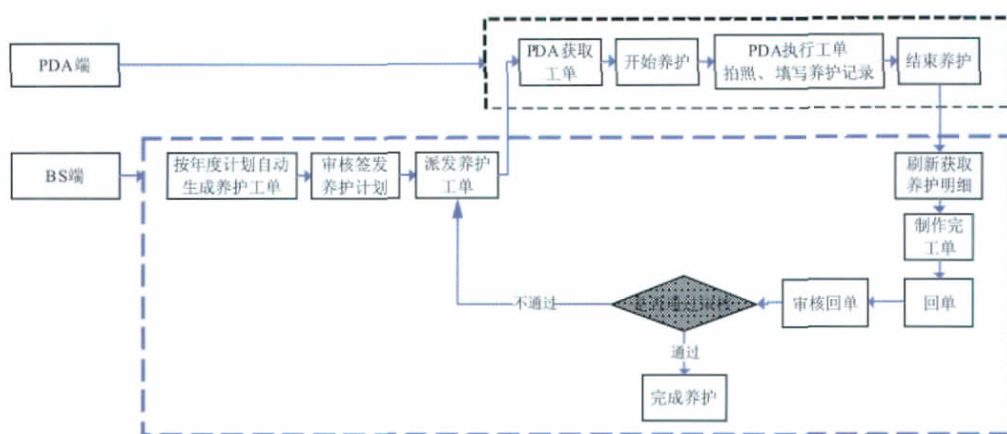


图 2 管网养护 workflow 设计图
Fig.2 The flow chart of drainage maintenance process



电子巡查工单并通过网络派发到现场作业人员的 PDA 上;现场作业人员通过 M/S 子系统登录后,如图 3 所示,可自动获取需要执行的养护工单列表,通过 PDA 进行现场巡查作业,查看巡查点周边地

自的优势和特点,结合使用场地与操作复杂度进行养护工作各环节实现方式的合理划分与设计,避免了单一架构体系无法覆盖养护工作全过程管理的缺点,大大提高了排水管网的养护管理的数字化水

设施信息,系统利用 GPS 记录巡查位置坐标,巡查员可利用标准的界面进行文字填报和现场拍照,如图 5 所示,上述信息可以在巡查结束后一次上传到监控中心,也可以通过无线通讯网络进行实时上报,每次巡查结束后系统会自动生成一条巡查明细记录,便于监控中心的工作人员进行查询统计。

通过登录 B/S 子系统,管理人员可以随时获取管网巡查线路、管网设施状态、工作人员的空间分布等信息,便于对巡查工作进行动态监管,便于及时发现排水管网系统的问题,处置管网巡查中发现的积水、堵塞、坍塌等的突发事件,保障管网的安全高效运行。

3.4 管网应急管理

管网堵塞、淤积、溢流等事故会影响城市居民正常生活,对各类排水事故进行应急处理是排水管理部门的重要工作之一。图 6 为管网应急管理模块界面,利用该系统可对巡查报警和市民通过热线报警等信息的收集、记录和报警,及时发现排水管网事故和运行风险,快速制定应急处理方案并下发任务到 PDA 手机,使应急处理作业人员能通过对电子地图、监测数



图 3 M/S 子系统管网养护流程示意图

Fig.3 The flow chart of drainage maintenance of M/S sub-system

图,并在 GPS 定位功能的辅助下记录真实巡查路线,完成现场排水管网设施的养护工作,并通过拍照、文字填写等记录现场养护信息,养护工作完成后,可以批量上传现场养护信息,监控中心的管理人员可实时对上传工单的执行过程进行审核处理。

通过制定标准化的管网养护工作流程,利用 B/S 和 M/S 体系各

平。

3.3 管网巡查功能设计

管网巡查功能模块主要用于管理巡查作业,支持巡查作业的查询和详细信息的查看。其主要流程如图 4 所示,在管网巡查过程中,现场作业人员通过 PDA 登录 M/S 子系统,并点击开始巡查按钮,进行现场巡查作业,在巡查过程中可以随时查看巡查点周边的地图与

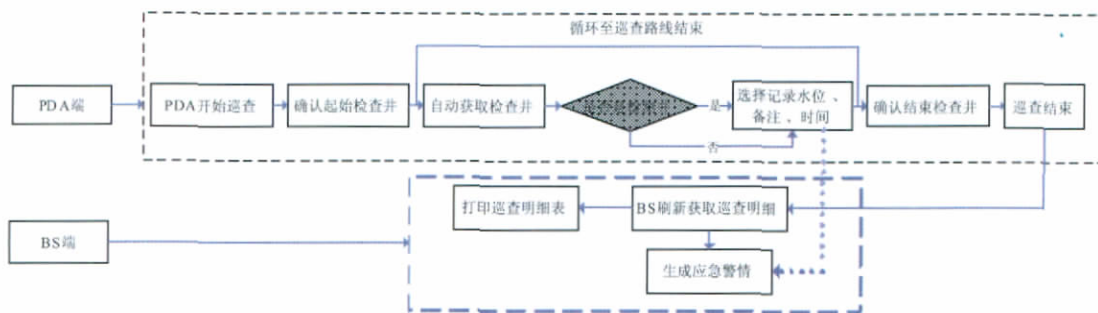


图 4 管网巡查流程

Fig.4 The process of drainage system inspection



图5 PDA 巡查信息界面

Fig.5 The interface of PDA inspection



图6 应急管理界面

Fig.6 The interface of emergency management

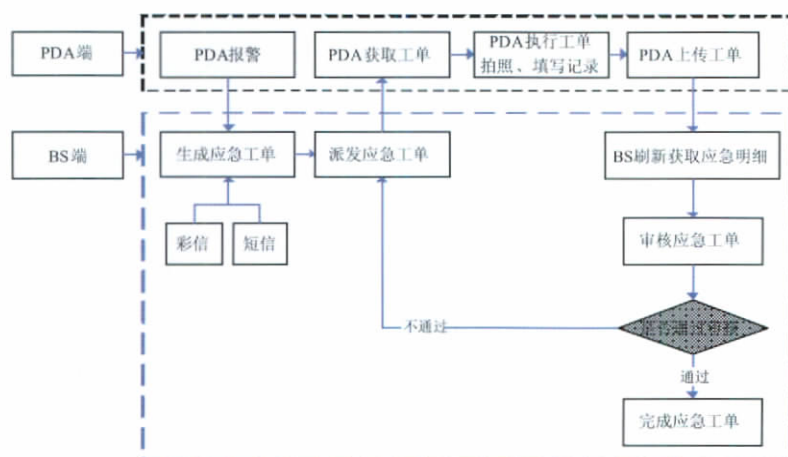


图7 应急管理流程

Fig.7 The flow chart of emergency management

据、历史处理记录等信息的查看快速了解事故点概况 辅助进行科学的应急抢修。

PDA 端巡查模块具有警情上报功能, 监控中心收到报警信息后会发出声音和图像报警(如图 6 所示), 监控中心工作人员收到报警后 根据警情内容和位置将报警信息发送给相关应急处理人员。现场应急处理人员利用 PDA 获取工单并执行操作, 在执行过程中完整记录明细信息, 任务完成后, 由监控中心对工单的完成情况进行审核, 流程如图 7 所示。通过流程化的操作和处理全过程的自动记录提高了应急处理的效率, 保证了应急处理的质量。

3.5 其他应用功能

城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统还包括排水户管理、管网地图、查询分析、泵站管理、设备管理、用户权限管理等功能模块。这些功能模块可用来满足排水管网的资产管理、地图操作、查询分析、设备维护管理等业务需求。

4 结论与建议

基于 B/S 与 M/S 混合架构的城市排水管网巡查养护 WebGIS 系统, 能够为管网养护、巡查计划的制定和巡查养护工作的日常管理提供操作平台。该系统部署方便、灵活, 用户可通过网络利用计算机或手机随时查看管网的巡查养护信息。该系统集“资产管理 - 巡查养护 - 事故应急”于一体, 实现了监控中心管理系统(B/S)与现场实施 PDA 系统(B/S)的同步与信息交互, 从而利用精细化的动态



管理改变传统的粗放型管理模式,改变巡查、养护工作的无序状态和难于监管的现状。结合实际业务需求,该系统可以为省、市、县、区等各级排水管理部门构建完整的排水管网巡查养护业务管理系统提供基础平台,并可为其他具有巡查、养护和应急管理业务的市政管理系统的开发提供借鉴意义。

参考文献

[1] Zhou.Y, Vairavamoorthy.K, Mansoor. M.A.M.Integration of urban water services [J].Desalination, 2009 2 48: 402-409.

[2] 刘春,姚连璧.车载导航电子地图中道路数据的空间逻辑描述[J].同济大学学报,2002,3(30):347-351.

[3] 甘显峰,张彦晶,奚卫红.地理信息系统在城市排水管理中的应用[J].中国市政工程,2007,4(2):48-49,92.

[4] Richard Greene, Newland Agbenowosi, and G.V.Loganathan.GIS- Based Approach to Sewer System Design [J].Journal of Surveying Engineering, 1999, 125(1):36- 57

[5] 赵新华,李琼.城市排水管网信息 GIS 管理系统设计 [J]. 中国给水排水, 2002,18(9):55- 57.

[6] 梁洁,梁虹,朱红梅,等.基于 GIS 的排水管网网络分析功能设计与实现[J].

计算机工程与设计,2005,26(3): 595- 597.

[7] 陈勇民,陈治安,许志英,等.基于 GIS 的排水管网规划管理系统的开发及应用[J].浙江科技学院学报,2005,17(3):200- 203.

[8] 赵冬泉,王浩昌.GIS 在城市排水管网数字化管理中的应用与开发[C].2009 第八届 ESRI 中国用户大会论文集, 2009,457- 461.

[9] 陈磊,朱岩,裴国英,等.主要 WebGIS 平台的选择 [J]. 测绘通报,2007,5: 10- 13.

[10] 胡林.基于 WebGIS 的排水信息发布系统的设计与实现[D]. 武汉:武汉大学,2004.

(上接第 62 页)

策约束以及调整分配 3 个环节的决策支持技术思路,是一种基于目标引导下研究方法的探索与尝试。

4.2 不足及进一步研究展望

本研究提出工业用地调整的决策支持技术的框架(如图 1 所示),虽解决了广州市产业用地更新的时序问题,但还不是很完善,如不同政策下的影响仅限于空间范畴本身,若进一步研究可以根据不同政策空间影响的差异来评价不同政策的价值取向及合理性。另外如果将这套方法适当进行调整和优化,将会适用于各类用地布局研究以及公共设施配套优化,尤其适合综合考虑未来不同城市发展因素对于各类用地的空间布局影响。

(感谢导师宋小冬教授、副导师钮心毅老师对论文的悉心指导)

参考文献

[1] 熊孝刚,宫远发,李冬生.对杨浦区工

业用地调整的规划思路和建议 [J].上海城市规划,2000(3):34- 39.

[2] 李冬生,陈秉钊.上海市杨浦老工业区工业用地更新对策——从“工业杨浦”到“知识杨浦”[J].城市规划学刊,2005(1):44- 50.

[3] 周婕,王玲.城市中心区工业用地形成与调整[J].武汉大学学报,2004,37(4):142- 145.

[4] 胡晓玲,徐建刚,童江华,等.快速转型期老工业基地工业用地调整研究——以武汉为例 [J]. 城市规划, 2007,31(5):40- 46.

[5] 郑静.城市工业用地置换研究——以广州市为例 [D]. 广州:中山大学,2001.

[6] 黄炳山,梁智锋.城市规划引导的 2006 年度广州市用地计划的工业用地预测[J].四川建材,2006(5):70- 73.

[7] 尹涛,杨代友,何江.广州市工业布局问题研究 [J]. 规划 + 实践,2007(4): 33- 40.

[8] 王爱民,缪勃中,陈树荣.广州市工业用地空间分异及其影响因素分析[J].

热带地理,2007,27(2):32- 38.

[9] R. E.Klosterman, Loren Siebert, Mo- hanmed Ahmadul Hoque, Jung- Wook Kim,Aziza Parveen. Using an operational planning support system to evaluate farmland preservation policies [C] //GEERTMANS,STILLWELL J. Plan- ning support systems in practice. Hei- delberg:Springer,2003,391- 407.

[10] Christopher J Pettit. Use of a collabo- rate GIS- based planning- support sys- tem to assist in formulating a sustain- able- development scenario for Hervey Bay, Australia [J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2005,32: 523- 545.

[11] 叶嘉安,宋小冬,钮心毅,等.地理信息规划支持系统[M].北京:科学出版社,2006.

[12] 宋小冬,钮心毅.地理信息系统实习教程(ArcGIS 9.X)[M].北京:科学教育出版社,2007.