



【综述】

GIS和GPRS在国内市政管网系统中的应用

杨世凤¹, 高相铭², 胡瑜¹

(1. 天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222; 2. 天津科技大学机械工程学院, 天津 300222)

摘要: 分析了当前市政管网系统在管理和运行中存在的问题, 简要介绍了GIS和GPRS技术及其特点, 系统地总结了GIS和GPRS技术在国内市政管网系统中的应用现状和发展趋势. 经过分析论证得出的结论是: 研究GIS和GPRS相结合的技术是今后努力的方向.

关键词: 市政管网; GPRS; GIS

中图分类号: TP393 文献标志码: A 文章编号: 1672-6510(2010)01-0073-06

Application of GIS and GPRS in Domestic Municipal Pipe Network

YANG Shi-feng¹, GAO Xiang-ming², HU Yu¹

(1. College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China;
2. College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Problems of the current municipal pipe network system in the management and operation were analysed. GIS and GPRS technology with characteristic were introduced briefly. Application status of GIS and GPRS technology in the municipal pipe network system were summarised systematically. The conclusion that research on technology about integrating GIS and GPRS was the development direction in the future were drawn.

Keywords: municipal pipe network; GPRS; GIS

市政管网是构建在城市三维空间上的错综复杂的网络系统, 是城市的重要基础设施. 自来水、燃气、蒸汽管道等连接着千家万户, 是城市的“血管”, 担负着整个城市的能量输送工作, 是城市赖以生存和发展的物质基础, 被称为城市的“生命线”.

1 市政管网系统运行和管理中存在的问题

随着城市规模的不断扩大和现代化程度的日益提高, 市政管线越来越密集、越来越复杂. 这些管线如同巨大的地下迷宫, 成为城市管理的“盲点”. 要想了解管道的平面管位、埋深、种类、管径等信息, 只能通过报建资料、竣工资料、管网普查资料获得, 有时还必须进行现场勘测. 在道路工程施工时, 屡屡出现煤气、自来水管线被挖断的情况, 往往因缺乏准确详实的资料而不能迅速准确地关闭相应阀门, 以致影响

了事故的及时排除. 我国市政管网的管理落后于城市的发展和国际同类水平, 其混乱无序的落后状况已成为城市现代化建设的瓶颈之一^[1].

城市管网的隐蔽性、复杂性以及分布的广泛性等特点使得管网的实时运行工况难以测量和集中监控, 一旦事故发生, 调度人员不能及时制定合理有效的抢修预案. 因此, 应用现代科学技术对市政管网进行数字化和信息化管理已成为当务之急.

2 GIS在市政管网系统中的应用现状

GIS是计算机技术和信息系统发展的共同产物, 是一门新兴的边缘学科^[2]. 它集成了计算机技术、测绘与遥感技术、信息处理技术等现代科学技术, 用来采集、存储、管理、分析和描述空间地理信息.

作为一种高速发展的现代化高科技信息管理系

收稿日期: 2009-06-22; 修回日期: 2009-11-22

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAJ16B08)

作者简介: 杨世凤(1960—), 男, 河北人, 教授, 博士生导师, yangsf@tust.edu.cn.

统, GIS 不仅可以像传统的数据库管理系统那样管理数据和文字信息, 而且可以管理空间信息, 能够提供各种空间分析的方法, 对各种不同的空间信息进行综合分析与解释, 提供基于地理信息的查询、管理、统计分析等功能. 这些独具特色的优势使其在市政管网系统中得到了广泛应用.

2.1 GIS 在供水管网事故关阀分析中的应用

在 GIS 环境下, 可以把城市供水管网看成一种有压流的“连通图”, 管网中的节点与连通图中的顶点相对应, 管网中的管段与连通图中的弧段相对应, 管段被定义为一条由两个节点连接而成的管线. 管网发生爆管事故后, 首先从事事故管段的两端出发, 通过管网的网络拓扑关系, 找到最小的阀门封闭区域, 这就是 GIS 实现事故关阀分析的原理.

胡新玲等^[3]应用 GIS 技术建立事故关阀分析的逻辑网络模型, 并结合图论的方法进行事故关阀分析的算法设计, 通过对拓扑邻接表进行广度优先搜索, 寻找与爆管段有关的阀门, 然后通过分析这些阀门间的控制关系和与水源的连通性, 得到正确而经济的关阀方案. 该设计方案已经在“新疆克拉玛依供水地理信息系统”中进行了成功应用. 史义雄^[4]通过对 GIS 环境下供水管网事故关阀机制的分析, 结合工程实际情况着重研究了关阀分析算法的设计与实现. 黄玲等^[5]通过分析目前城市供水管网在事故状态下关阀时存在的问题, 提出了在 GIS 环境下建立供水管网数据拓扑关系和阀门控制关系的解决思路.

这些研究充分利用了 GIS 强大的数据库管理功能, 通过将阀门之间的控制关系存放在数据库中, 利用数据库的高效检索和管理能力, 迅速准确地得到管网事故时的关阀方案和事故影响范围的详细数据. 较之以前的人工查阅图纸来确定关阀方案, 不仅降低了工作量、提高了工作效率, 而且赢得了宝贵的抢修时间, 为供水管理部门及时修复事故点提供了方便.

2.2 GIS 在供水管道爆管因素分析中应用

空间分析功能是 GIS 区别于其他信息系统的主要特征, 它包括数字地形模型分析、空间特征的几何分析、空间缓冲分析、叠加分析、网络分析、数字影像分析和空间统计分析等. 利用 GIS 的空间分析功能可以实现供水管道的爆管因素分析.

目前国内在爆管因素分析研究方面, 主要以传统的描述性统计分析为主, 手段比较单一, 所得信息十分有限. 方丹霞等^[6]利用 GIS 的空间分析功能对爆管因素进行分析研究, 克服了描述性统计分析的不足. 她们以 GIS 空间分析功能为技术支撑, 分别对供水管

网图和各个影响因素图进行叠加, 通过统计、分析, 总结管线与各个爆管影响因素的对应关系, 快速确定存在爆管隐患可能性最大的管段.

GIS 应用于爆管因素分析的意义在于工程人员能够准确快速掌握管网安全薄弱环节, 对管网中易发事故管段进行实时重点监测, 降低爆管率, 提高城市供水安全性.

2.3 GIS 在管网震害预测系统中的应用

国内外多次强地震震害调查表明, 城市的各种管网在震后常有不同程度的损坏. 它们的损坏不仅可能给人们的生活带来不便, 有时甚至可能引起次生灾害. 地震灾害属于空间信息范畴, 可以将 GIS 的各种空间数据的管理和分析能力应用于管网系统的震害预测. 管网震害预测主要是选择地震强度作为影响震害的因素, 采用综合概率预测方法, 同时考虑管道本身的性质(管材、管径、接口类型等)对管道失效的影响, 建立供水管网震害分析预测模型.

江建华等^[7]以 ArcView 为开发平台, 运用网络可靠性分析法进行了给水管网的震害预测, 设计了可视化的上海市给水管网地震反应仿真信息系统. 杨庆等^[8]以管线的可靠度分析为基础, 采用 H.L 公式计算所有管线的失效概率后, 用 Monte-Carlo 法计算供水管网的连通性, 采用点式渗漏模型模拟震后管线的渗漏, 实现对震后供水管网的水力计算. 裴宗厂等^[9]在 GIS 基础上开发的供水管道震害预测系统利用地震影响范围分析模块实现地震震动参数的确定, 依据地震危险性分析结果和地震易损性实现对实际供水管道的震害预测.

GIS 的空间数据管理功能通过对管线的地理属性信息和结构属性信息进行动态分析, 实现对管网受地震影响程度的预测, 为城市供水管网的防震减灾设防对策提供了实用的技术支持条件.

2.4 GIS 在管网信息管理中的应用

相对于城市地下管网的快速发展, 我国对城市地下管网的管理却显得滞后, 大量的设计、施工与竣工资料和图表一直采用人工管理, 管网资料并未真正发挥出作用; 而且各种纸质资料易于损坏、丢失且查找不方便. 利用 GIS 进行城市地下管网的综合管理, 可将管网的图形数据和属性数据存入计算机中, 实时更新数据, 并能提供方便的数据查询和分析功能, 从而提高效率, 真正实现城市管网的现代化管理.

从 90 年代开始, 基于 GIS 的管网信息管理系统陆续出现. “银川市地下管网信息系统”^[10], “无锡市管网信息管理系统”^[11], “广州供水管网地理信息

系统”^[12]等都是应用比较成功的系统.这些系统以城市地下管网为管理对象,综合运用GIS技术、数据库技术和专题应用模型,实现对地下管网信息的采集、录入、处理、存储、查询、分析、显示、输出、信息更新等应用,实现了科学的、完整的、功能齐全的、可快速分析、查询的地下管线信息管理功能,解决了现有管线资料存在的现势性不强、存储格式和精度不统一等问题,实现了供水管网的信息化管理.

然而美中不足的是,这些管网信息管理系统只能对管网静态资料进行管理,不能实时获取管网中介质的参数,无法及时反映管网的故障信息.如果将GIS与基于GPRS无线通信的SCADA系统结合,将会成功的解决管网实时数据获取的问题.

2.5 GIS在地下管网断面可视化分析中的应用

管线断面可视化分析可以产生管网任意切面的横断面图和任意管线的纵断面图.断面图可以很直观地反映出不同管线之间的相对位置、埋深、距离、类型、管径等信息,有效遏制目前频频出现的挖断损坏其他管线事故^[13].

张书亮等^[13]提出的基于向导的截面可视化生成技术的思路是:从二维地图和GIS数据库获得断面原始数据,据此求出断面截线的外接多边形的闭包坐标及其对角线余弦值,进行坐标换算,然后通过ADO访问数据库属性表,读取与截线相交的管线名称和标高埋深等数据.最后利用GIS的计算可视化功能即可实现管线断面的可视化分析.张玉洁等^[14]也从软件工程角度利用GIS的计算可视化功能对管网断面的可视化分析进行了研究.

一般认为,目前二维GIS的数据模型设计已经能够满足需要,加上目前大多数的GIS软件在几何建模和可视化分析功能上的不足,从而影响了GIS在管网可视化分析中的广泛应用.

2.6 GIS在燃气管网中的应用

对于燃气输配管网系统来说,GIS技术最基本的应用主要在于系统的日常运行管理方面.目前,国内已有10多个城市的燃气行业开始初步应用GIS.

管网规划设计是GIS在燃气管网中的深入应用之一.通过运用GIS强大的空间数据管理功能使燃气设计CAD系统融入到燃气GIS系统中.利用GIS和实际管网图构造出管网计算图形,并从GIS的属性数据库中提取相关基础数据,通过编程进行管网工况参数及用气负荷分析.在此基础上将GIS的网络分析与优化模型同CAD融合,从而建立一个集管网优化设计和扩建、改造为一身的辅助设计系统^[15].

管网优化调度是GIS的又一深入应用.它利用GIS数字高程模型模拟管网压力分布状态,并以二维或三维图形的方式直观显示,通过与管网SCADA系统集成,还能动态显示实时数据,为燃气供应优化调度提供决策依据.

南京港华燃气有限公司^[16]于2004年初开始建设燃气管网GIS系统,2005年3月系统正式投入使用,为天然气置换以及地下管网设施的管理提供了极大的方便.中地数码开发的燃气管网GIS系统在廊坊新奥燃气有限公司^[17]发挥着越来越大的作用,大大提高了公司的管理效率和管理质量.

毋庸置疑,已有的研究表明GIS在城市管网中得到了广泛而成功的应用.利用GIS特有的空间分析功能,可以实现高效、科学的事关分析、爆管因素分析、管网系统的震害预测等功能,为管理部门的事故处理提供了辅助分析与决策;利用GIS强大的空间数据和属性数据的管理功能,实现了供水管网的信息化、可视化管理,为城市地下空间的合理规划和开发利用提供了完备的地理信息服务.但是,随着GIS技术的迅速发展,一些最新的GIS技术在城市管网系统中没有得到应用,例如能给人以更真实的感受的三维GIS、结合GIS和Web技术能够运行于Internet上的WebGIS、将GIS与DSS(决策支持系统)有机结合而产生的空间调度决策支持系统等.这些都将是GIS在管网中应用的研究重点.

3 GPRS在管网监测系统中的应用现状

20世纪90年代,我国大多数城市对管网系统运行参数的采集采用专人定期定点巡检和抄录,定期向调度中心报告的方法.这种方法收集的信息数量少、处理慢、传递迟,调度部门无法实时获取管网动态运行参数,也不能及时发现管网运行中出现的故障,影响了系统的安全可靠运行^[18].这种落后的监测手段已经很难适应管网现代化管理的需求.

随着我国工业化进程的迅速发展,自动监控系统逐渐应用到工业生产并扩展到其他行业.在管网系统方面,有些城市的供水管网实现了数据的自动采集和传输,并且取得了很好的效果^[19],既节省了人力资源又节约了能源.GPRS通信在管网数据传输中有其独到技术和应用优势^[20],它的资费便宜,计费合理;GPRS的通信质量稳定可靠,永不掉线;GPRS的网络接入速度快,网络覆盖性好,用户可随意分布和移动自己的网点.

3.1 GPRS在管网远程监控系统中的应用

由于目前 GPRS 网络已经覆盖了国内大部分城市,利用 GPRS 网络来组建可靠、高效、快速的远程数据通信平台已经成为可能,因此,使用 GPRS 技术进行远程数据传递的管网监测系统也应运而生. 此类应用通过结合管网 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, 数据采集与监控) 系统建立 GPRS 无线数据传输网络,实现数据的远程传输.

近年来,关于 GPRS 在城市管网中的应用研究方兴未艾. 欧阳人中^[21]开发的基于 GPRS 技术的城市管网监测管理系统通过 GPRS 模块将监测数据实时发送至监控中心,并通过监控中心管理软件进行数据管理,实现了方便快捷、经济适用的城市管网监测管理系统. 此外,韩卫杰^[22]研究了 GPRS 在城市供水管网远程测控调度系统中的应用;邓广龙等^[23]设计了基于 GPRS 的城市供水管网远程监控系统;吴杰等^[24]利用 GPRS 技术组建了管网压力监测系统;王志平等^[25]设计了基于 GPRS 的供水管网监控系统. 上述系统实现了对现场数据的实时监测,但是都不具有对现场设备进行远程控制的功能.

宋子健等^[26]对基于 GPRS 的城市管网 SCADA 系统进行了研究. 他们构建的城市供水供气管网的监测系统实现了对现场智能仪表等设备的运行环境进行实时监控、显示监测数据、仪表报警上下限的设置等功能. 任戈峰^[27]对 GPRS 在燃气管网远程监控系统的应用进行了研究,不但实现了实时采集现场数据,还能够对现场设备进行远程的自动控制,较好地满足了城市燃气管网监控的需要.

互联网的高速发展满足了数据共享的要求,吴炜^[28]针对供水管网管理运行特点,建立了 GPRS 网络和互联网技术相结合的远程数据采集和传输系统. 该系统充分考虑到数据采集点多且分散的特点,借助先进成熟的 GPRS 传输技术,将传感器采集来的数据通过 GPRS 发送给数据服务中心,并由 Web 发布,相关人员可以通过互联网进行数据的共享,满足了人们及时获取远程信息的要求.

3.2 GPRS在供水管网泄漏监测与定位中的应用

在自然力、城建施工或其他人为因素的作用下,供水管道可能发生爆管和地下泄漏. 一旦发生管道泄漏,必将造成大量的水量损失,致使工业生产、居民生活等受到影响,同时还危及生命和财产安全,产生负面的社会影响.

曹晓莉等^[29]设计了基于 GSM/GPRS 的供水管网泄漏监测与定位系统,由管网监测终端实时采集管网

流量、流速、流向和压力,通过 GSM/GPRS 无线网络将各网点数据不断送达监控中心,监控中心计算机对管网参数进行计算、分析,运用负压波和流量检测法进行泄漏模式识别与漏点定位,及时、准确的发现和定位泄漏点. 该方法的优点是能够及时准确判断管网中泄露量较大的漏点,但是,对于微渗漏和小泄漏判断精度较低.

以上研究成果表明,将 GPRS 应用于城市管网中是切实可行的. GPRS 独到的技术和通信优势可以满足城市管网实时监测的管理要求,大大降低人工值站的劳动强度;而基于 GPRS 的管网泄漏监测与定位系统实现了城域化、网络化、信息化的管网泄漏监测和定位抢险,其低成本、低费用、高可靠性的特点非常适合我国的国情和城市管网监管的需求.

但是,由于 GPRS 的核心网络是基于 IP 技术的,导致其在通信安全上容易出现伪造 IP 地址、更改 IP 数据包的内容、传送过程中数据包被截取等问题,存在一定的通信安全隐患.

4 GIS和GPRS在市政管网系统中应用的发展趋势

4.1 GIS在市政管网系统中应用的发展趋势

GIS 经过 40 年的发展,已从实现存储信息、建立数据库、查询检索、统计分析等基本功能转向建立多功能、多目标、多层次的专业化评价分析模型,智能化的专家系统和空间决策支持系统. GIS 正向着数据标准化 (Interoperable GIS)、平台网络化 (WebGIS)、数据多维化 (3D GIS)、系统集成化 (ComponentGIS)、系统智能化 (CyberGIS) 和应用社会化 (数字城市、数字地球) 的方向发展^[30]. 而这些新的 GIS 技术也将在市政管网系统中逐步得到应用.

4.1.1 发展三维 GIS 技术

目前二维 GIS 技术对于完整地描述地球空间现象具有一定限制,它为用户提供的分析和查询功能始终没有突破平面图形与数据表的操作和显示. 与二维 GIS 相比,三维 GIS 对客观世界的表达能给人以更真实的感受,它以立体造型技术向用户展现地理空间现象,不仅能够表达空间对象间的平面关系,而且能描述和表达它们之间的空间关系.

在很多情况下,人们需要分析具有三维坐标的管网空间关系,为确定地下管网的三维场景和管道间的位置关系、管网爆裂的影响范围等提供重要的信息. 因此,人们在原有的二维 GIS 软件的基础上,开始发

展满足实际需要的三维GIS应用^[31]。三维GIS是近几年来最热门的研究项目之一。

4.1.2 发展基于GIS的空间决策支持系统

空间决策支持系统是近年来在常规决策支持系统和GIS相结合的基础上发展起来的一种新型的信息系统。空间决策支持是应用空间分析的各种手段对空间数据进行处理变换,以提取出隐含于空间数据中的事实与关系,并以图形、表格和文字的形式直接地加以表达,为现实世界中的各种应用提供科学、合理的决策支持。由于空间分析的手段直接融合了数据的空间关系,并能充分利用数据的现实性特点,因此其提供的决策支持将更加符合客观现实,更有利于决策。

在市政管网系统系统中,国内已有此项技术的初步尝试性的应用。郑毅博士^[32]将GIS与DSS(决策支持系统)有机地集成起来,成功开发了城市供水管网事故状态调度决策支持系统。

4.1.3 发展网络GIS技术

WebGIS是运行在Internet上的网络GIS,它改变了传统GIS的运行模式,使用户可以方便地通过浏览器访问位于不同地区、不同类型的空间信息资源。

网络GIS发展的最终目标是实现GIS与互联网的有机结合,从Web的任意一个节点上,用户使用浏览器就能够浏览WebGIS站点中的空间数据、制作专题地图,进行地理信息的空间查询、空间分析,甚至预测和决策,从而给Web的信息发布加上了GIS这一直观工具,使人们通过Web浏览查询信息更加方便,也使GIS的功能通过Web得到普及和扩展。

网络GIS技术可以使相关人员及时获取管网的有用信息,在事故状态下可增强决策的准确性、及时性。它对于大区域内管网信息共享、管网事故抢险救援及公众了解有关信息都起着巨大的支撑作用。

4.2 GPRS在管网系统中应用的发展趋势

GPRS网络在全程通信中采用分组加密和矢量压缩处理,并实行动态密钥管理,理论上用户的通信保密安全功能还是非常强的。但由于GPRS核心网络基于IP技术,从GPRS业务支持节点(SGSN)到企业内联网网关的整个路径上,IP业务在安全上存在漏洞,容易出现伪造IP地址、更改IP数据包的内容以及在传送过程中截取数据包的问题。

作为一种安全可靠的Internet访问通道,近年来VPN(Virtual Private Network, 虚拟专用网络)越来越受到人们的关注。随着IP骨干网引入移动通信领域,VPN已成为移动通信网络设计的一个重要议题^[33]。

隧道技术是VPN的核心,它是一种基于网络层协议的规范,用于确保两点之间或两端之间数据传输隧道的建立和拆除。它是一种通过使用互联网的基础设施在网络之间传递数据的方式,是在公用网上利用协议建立一条数据通道,从而保证数据传输的安全性。用VPN对GPRS网络传输的数据进行合理的分离和保护,保证了数据的安全。因此这种技术在以后的管网系统中将得到广泛的应用。

5 结 论

作为建立在信息技术基础之上的多学科集成的基础平台和综合环境,GIS已成为协调不同领域信息和不同信息源的理想工具。GIS技术的应用实现了管网信息系统中空间数据和属性数据的无缝结合,但缺乏管网运行参数的实时采集、快速传输和及时处理功能;而应用GPRS技术开发的管网监测系统可以很好地解决实时数据采集、传输和处理的问题。因此,基于GIS与GPRS技术无缝结合的研究将在当前的“数字化城市”建设中发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 汤铭潭. 城市市政管网实时监控、应急处理系统研究可行性分析[J]. 工程建设与设计, 2008(6): 30-33.
- [2] 毕硕本, 王桥, 徐秀华. 地理信息系统软件工程的原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 188-200.
- [3] 胡新玲, 张宏飞. 基于GIS的供水管网爆管分析的算法[J]. 给水排水, 2007(11): 109-112.
- [4] 史义雄. GIS环境下供水管网事故关阀分析的研究与实现[J]. 城市管理与科技, 2005(5): 204-206.
- [5] 黄玲, 盛克苏. 城市供水管网GIS系统中关阀分析的研究与实现[J]. 华中科技大学学报, 2003(12): 85-88.
- [6] 方丹霞, 陈明. 基于GIS的供水管道爆管因素空间分析[J]. 城市勘测, 2007(2): 30-32.
- [7] 江建华, 李素贞, 李杰. 基于GIS的城市生命线地震反应仿真研究——以上海市供水系统为例[J]. 工程抗震, 2001(1): 37-42.
- [8] 杨庆, 罗增文, 栾茂田, 等. GIS技术在秦皇岛港区供水管网震害预测系统中的应用[J]. 世界地震工程, 2003(6): 96-101.
- [9] 裴宗厂, 王晓青, 刘尧兴, 等. 供水管道震害预测模型及其在GIS环境下的实现[J]. 地震, 2005(4): 133-138.
- [10] 吴明. 银川市地下管网地理信息系统建设[J]. 宁夏工程技术, 2009(3): 66-68.
- [11] 王宜芳, 叶德燎, 江兴歌. 地理信息系统技术在无锡市

- 管网信息管理中的应用[J]. 江苏测绘,2002(6):28-29.
- [12] 廖敏辉,吴玉琴,张钺. 广州市供水管网地理信息系统的开发与应用[J]. 给水排水,2002(4):81-84.
- [13] 张书亮,姜永发. 基于 GIS 的城市地下管网断面可视化分析[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2004(9):86-88.
- [14] 张玉洁. 地下管网综合管理系统的设计与实现[D]. 大连:大连理工大学,2003.
- [15] 沈德强,杨庆泉. GIS 在燃气管网系统中应用研究初探[J]. 上海煤气,2003(5):29-31.
- [16] 施明,方顺银. GIS 系统在燃气管网中的应用[J]. 上海煤气,2007(3):35-37.
- [17] 吴卫华. 燃气管网地理信息系统的应用[J]. 上海煤气,2007(2):43-46.
- [18] 林伟彬. 城市供水调度系统的现状与发展[J]. 遥测遥控,1998(5):23-29.
- [19] 吴少雷. GPRS/CDMA 无线数据通信技术应用浅析[J]. 安徽电力,2006(9):58-60.
- [20] 文志成. GPRS 网络技术[M]. 北京:电子工业出版社,2005:3-8.
- [21] 欧阳人中. 基于 GPRS 的城市管网监测管理系统设计[J]. 科技信息:学术版,2008(32):79-80.
- [22] 韩卫杰. GPRS 在城市供水管网远程测控调度系统中的应用[J]. 山西电子技术,2009(1):18-19.
- [23] 邓广龙,唐文军,田力. 基于GPRS的城市供水管网远程监控系统[J]. 自动化技术与应用,2008(5):129-131.
- [24] 吴杰,冯冬青. GPRS 技术在管网压力监测系统中的应用[J]. 微计算机信息,2006(7):137-139.
- [25] 王志平,胡战虎,李华. 基于 GPRS 的供水管网监控系统的设计与实现[J]. 工业控制计算机,2005(9):25-26.
- [26] 宋子健,莫德举. 基于 GPRS 网络的城市管网 SCADA 系统的研究[J]. 仪器仪表用户,2006(4):17-19.
- [27] 任戈峰. 基于 GPRS 的燃气管网远程监控系统[J]. 上海煤气,2007(4):31-33.
- [28] 吴炜. 基于 GPRS 通信的城市管网检测系统研究[D]. 南昌:南昌大学,2007.
- [29] 曹晓莉,江朝元,甘思源. 基于 GSM/GPRS 的供水管网泄漏监测与定位系统[J]. 仪器仪表学报,2004(8):173-175.
- [30] 修文群. 地理信息系统 GIS 数字化城市建设指南[M]. 北京:北京希望电子出版社,2001:1-2.
- [31] 姜小轶,孙运生. 三维地理信息系统(3D GIS)的发展现状及趋势[J]. 世界地质,1998(4):58-62.
- [32] 郑毅. 城市供水管网事故状态调度决策支持系统[D]. 天津:天津大学,2004.
- [33] 郭慧俐. IP—VPN 在 GPRS 网络中的应用[J]. 现代电信科技,2002(11):38-40.

(上接第 61 页)

4 结 语

本文提出了一个基于 Web 服务的精品课程建设与共享系统技术解决方案,该方案以知识共享为目的,用户生成内容,注重用户主动参与和交互,注重用户端的体验;同时也给高校精品课程资源建设及相应 MIS 的开发提供了一个可行的思路和方法. 随着 Web2.0 时代到来,信息的膨胀,优秀的精品课程建设与共享系统将成为高校在数字化建设过程中提高自身资源建设的有效手段.

参考文献:

- [1] 黄硕,项国雄. 国家精品课网站建设现状[J]. 现代教育技术,2008,18(5):99-103.
- [2] 施晓秋,薛伟. 精品课程共享资源建设中的问题及其对策[J]. 中国高教研究,2005(1):90-91.
- [3] 李安渝. Web Service 技术与实现[M]. 北京:国防工业出版社,2003.
- [4] 史同广,蔡菲,许玲,等. 基于 Web Service 的分布式文化信息资源共享系统研究[J]. 情报杂志,2006(2):20-22.
- [5] 张朝辉. AJAX 和 WEB 服务技术在万维网电子地图中的应用[J]. 科技信息,2007(34):400.
- [6] 肖永波. 移动 UGC 势不可挡[J]. 互联网天地,2008(5):54-55.
- [7] 向征,蔡先发,陈兴华. 基于 RSS 技术的新闻发布系统研究[J]. 电脑知识与技术,2009,5(9):2140-2141.
- [8] 湛湘倩,狄文辉,孙冬. 基于 SSH 框架与 AJAX 技术的 JavaWeb 应用开发[J]. 计算机工程与设计,2009,30(10):2590-2591.