

基于智能客户端的 GPS 大坝 变形监测资料整编与分析系统

葛从兵 鲍 亮

(南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要 开发了从 GPS 实时测量软件中获取测量数据进行资料整编与分析的 GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统。该系统具有测点与仪器管理、数据处理、资料维护、报表、图形、资料分析和系统管理等功能。系统由数据库、Web Service、智能客户端等组成, Web Service 通过数据集在数据库和智能客户端之间传递数据。系统采用智能客户端技术, 兼有交互性强和易于部署与维护等特性。智能客户端可以自动更新, 拥有联机 and 脱机 2 种运行模式。该系统已在福建省漳州市南一水库投入运行, 取得较好效果。

关键词 智能客户端; GPS; 大坝变形资料整编; 资料分析

中图分类号 TV698.1+1

文献标识码 B

文章编号 1006-7647(2010)05-0053-04

Smart client-based data compilation and analysis system of dam deformation monitoring using GPS // GE Cong-bing, BAO Liang (Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract : A data compilation and analysis system of dam deformation monitoring using GPS was developed, which inputs metrical data from GPS real-time measuring software and carries out data compilation and analysis. It has functions of measuring point and instrument management, data processing, data management, report form, graph, data analysis and system administration. The system is composed of Database, Web Service and Smart Client. The Web Service transmits data between Database and Smart Client through DataSet. The system is interactive strongly, easy to deploy and maintain at the same time by use of the smart client technology. The Smart Client may renew automatically and has two kinds of running modes, on-line and off-line. The developed system was applied to Nanyi reservoir in Zhangzhou City of Fujian Province, and good effectiveness was achieved.

Key words : smart client; GPS; dam deformation data compilation; data analysis

GPS^[1]技术作为先进的测量手段,已应用于大坝变形监测,并取得良好的效果。多数 GPS 大坝变形监测系统采用通用数据后处理软件,这些软件具有数据处理和通用图形绘制功能,但缺少报表和相关的分析,图形在概念和表示方面与大坝变形监测存在差异。

针对上述情况,在水利部引进国际先进水利科学技术项目“高精度 GPS 系统在大坝安全监测中的应用”中,根据大坝变形监测的特点,开发了基于智能客户端的 GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统。

1 系统设计

1.1 系统功能

GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统是从

GPS 实时测量软件中获取测量数据进行资料整编与分析的信息系统。与通用 GPS 后处理软件相比,它具有数据突变检查、基础资料表、统计表、历年特征表、变化速率过程线、相关线、断面分布图、统计模型、资料分析^[2-3]等功能;与一般资料整编系统相比,它具有数据导入、坐标系转换、位移计算、统计模型、资料分析等功能。

1.2 系统结构

目前,信息系统结构主要有客户机/服务器(C/S)和浏览器/服务器(B/S)。C/S 结构具有交换性强、存取模式安全、网络通信量低等优点和开发成本较高、移植困难、部署及升级工作量大、维护难度大等缺点;B/S 结构具有操作简单、易于部署、易于升级和维护、技术平台稳定、信息共享度高等优点和

需在线工作、未利用客户端资源、网络传输量大、安全性较低等缺点。

智能客户端^[4]是一个可扩展、可集成不同桌面的应用程序,它允许本地应用程序通过 Web 服务器和服务器应用程序交互,兼有胖客户端的丰富性和瘦客户端的易于部署及可管理性。

GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统采用智能客户端技术构建系统,系统由数据库、Web Service 和智能客户端组成,见图 1。数据库服务器存储 GPS 测量数据和经过数据处理后的变形数据,Web 服务器提供变形数据的 Web Service,为智能客户端提供数据,智能客户端完成数据导入、数据处理、资料整编和分析等任务。

1.3 Web Service

Web Service^[5]为智能客户端提供数据并根据智能客户端的请求对数据库中的数据进行更新。通常情况下,Web Service 实现接口,并在 UDDI(统一描述、发现和集成)上发布 WSDL(Web 服务描述语言)文件。Web Service 请求提供服务时先对用户进行验证,然后再提交数据。传输数据格式采用 XML,并用 DES 加密算法对数据加密。在 GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统中,由于智能客户端已知 Web Service 的接口定义,不需要在 UDDI 发布 WSDL 服务描述文件。

Web Service 通过数据集^[6]在数据库和智能客户端之间传递数据。Web Service 提供的多达 30 种方法供智能客户端调用:数据集获取、数据集上传、数据导入、坐标系转换等。

1.4 脱机-联机数据模型

智能客户端有 2 种运行模式:联机模式和脱机模式。当用户登录远程服务器时,智能客户端处于联机状态,它管理内存中的所有数据,依靠 Web 服务获取远程数据库中最新数据和将用户更改的数据更新至数据库中;当用户未登录远程服务器、选择脱机模式或因网络问题不能登录远程服务器时,智能

客户端处于脱机状态,它管理内存中的所有数据,不能获取或更新远程数据库中的数据,但可将更新数据保存至本地硬盘。

由联机模式转为脱机模式时,智能客户端将数据集以 XML 格式保存至本地硬盘,将相关对象写入注册表;由脱机模式转为联机模式时,智能客户端将更新远程数据库中的数据,删除以 XML 格式保存至本地硬盘上的数据文件,并删除注册表中相关信息。

1.5 数据冲突处理

当多个智能客户端同时对数据库中的数据进行更新时,存在数据冲突可能。常见的冲突情况是智能客户端尝试更新或删除数据库中的数据时,这些数据自该智能客户端上次访问它们后已被更改或删除。

为了解决数据冲突,在数据更新时利用数据集存储数据更新信息的特点,验证数据库中记录自其副本存储到智能客户端数据集后是否被更改。如未被更改,则对记录进行更新;否则,将逐一显示存在冲突的记录在数据库中的当前值及待更新值,并询问用户是否用待更新值去替换数据库中的当前值。

1.6 客户端自动更新

GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统采用 .NET Application Updater 组件下载智能客户端最新的版本,实现智能客户端自动更新。

.NET Application Updater 组件由 2 部分组成:1 个可执行文件 AppStart.exe 和 1 个内置在智能客户端的组件 AppUpdater。可执行文件 AppStart.exe 通过读取本地配置文件 AppStart.config 启动智能客户端的适当版本。AppUpdater 组件在后台工作,通过轮询位于远程服务器上的 XML 文件 UpdateVersion.xml 来检查是否存在更新版本的智能客户端。若存在,则创建 1 个新的本地目录,将新版的文件下载至该目录,编辑本地配置文件,并将可执行文件 AppStart.exe 重定向为更新版本的本地目录。

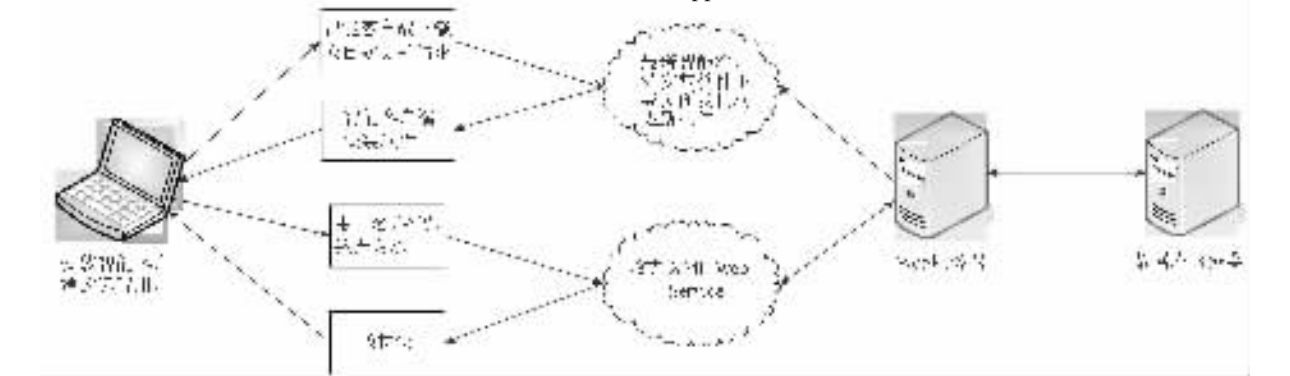


图 1 系统结构

2 数据处理与分析

2.1 坐标转换

GPS 测量数据一般是 WGS84 坐标系统的大地坐标,需先转换为沿坝轴线坐标系下的坐标,然后才能计算各个方向的位移。坐标转换由高斯投影⁷¹、平移、旋转、再平移等 4 步组成,平移、旋转、再平移时需选择 1 个 GPS 测点作为参考点 $G_{\text{参}}$ 。高斯投影将测量数据由 WGS84 坐标系统的大地坐标系转换为 54 年北京坐标系,平移、旋转、再平移分别完成 54 年北京坐标系转换为原点为 $G_{\text{参}}$ 的坐标系,坐标系旋转使 x 轴方向与坝轴线方向一致,坐标原点平移至坝轴线与桩号 0+000 的交点。平移、旋转、再平移公式分别为式(1)、式(2)、式(3):

$$\begin{cases} x_1 = x - x_{54} \\ y_1 = y - y_{54} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} x_2 = x_1 \cos \theta - y_1 \sin \theta \\ y_2 = x_1 \sin \theta + y_1 \cos \theta \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} x_3 = x_2 + x_b \\ y_3 = y_2 + y_b \end{cases} \quad (3)$$

式中: x, y 为 GPS 测点在 54 年北京坐标系下的坐标值; x_1, y_1, x_2, y_2 为中间变量; x_3, y_3 为 GPS 测点在沿坝轴线坐标系下的坐标值; x_{54}, y_{54} 为 $G_{\text{参}}$ 在 54 年北京坐标系下的坐标值; θ 为 54 年北京坐标系的 x 轴与坝轴线逆时针方向的夹角; x_b, y_b 分别为 $G_{\text{参}}$ 至桩号 0+000 和坝轴线的距离。

2.2 统计模型

GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统采用多元逐步回归方法建立横向水平位移、纵向水平位移、竖向位移的统计模型,并就回归效果给出好、一般或差的评价。统计模型为

$$\begin{aligned} y = & a_0 + a_1 H + a_2 H^2 + a_3 H^3 + a_4 H^4 + \\ & a_5 H_{30} + a_6 H_{30}^2 + a_7 H_{30}^3 + a_8 T_5 + a_9 T_{30} + \\ & a_{10} W_5 + a_{11} W_{30} + a_{12} t + a_{13} \ln t \end{aligned} \quad (4)$$

式中: a_i 为模型参数($i = 1, 2, \dots, 13$); H 为当日水深; H_{30} 为 30 d 平均水深; T_5 为 5 d 平均气温; T_{30} 为 30 d 平均气温; W_5 为 5 d 平均水温; W_{30} 为 30 d 平均水温; t 为时间。

3 系统实现与应用

3.1 系统实现

GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统编程语言采用 C#^[8],集成开发环境采用 Microsoft Visual Studio 2005^[9],数据库管理系统采用 Microsoft SQL Server 2000。

系统开发分为 3 步:①建立数据库,数据库设计参照 SL323—2005《实时雨水情数据库表结构与标识符标准》,以利于在水利系统内进行数据交换;②开发 Web Service,编写供智能客户端调用的方法并进行部署,采用浏览器测试这些方法;③开发智能客户端,添加对 Web Service 的 Web 引用,以便调用这些方法进行数据传递,编写程序代码,实行数据处理、数据维护、报表、图形等功能。

Web Service 运行在 Microsoft Windows Server 2003 上,并需安装 Microsoft .Net Framework 2.0。信息发布平台采用操作系统自带的 Internet 服务管理(IIS),Web Service 名称为 GPSService,部署在默认网站下虚拟目录 GPSWebService 中。Web Service 所在的服务器应能够访问 GPS 测量系统所在的计算机,以获取 GPS 监测数据。

智能客户端可以从 Web 服务器下载并安装,以后可以自动更新。智能客户端可以运行在 Microsoft Windows XP 以上操作系统。

3.2 系统应用

GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统已在福建省漳州市南一水库投入运行。南一水库 GPS 测量软件采用 Spider,其数据库名为 SpiderPositioning。GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统的 Web Service、智能客户端和 Spider 均在 1 个局域网内。

系统典型界面见图 2~4。图 2 所示的系统同时显示测点位置和监测数据,图形可以打印和保存;图 3 为各个测点 3 个方向位移的统计模型界面,图 4 为资料分析界面,显示实测值与预测值的差以及各种统计值,工程技术人员可以根据这些数据判断测点部位的变形是否异常。

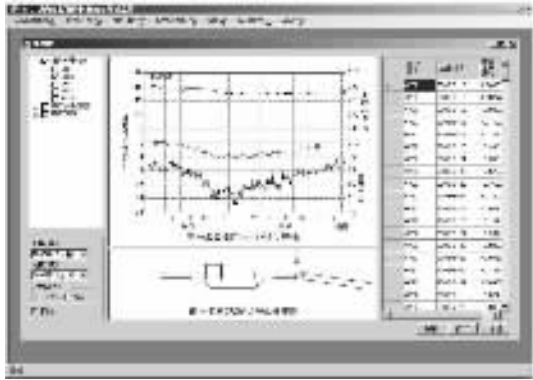


图 2 位移过程线界面

4 结 语

GPS 大坝变形监测资料整编与分析系统是 GPS 应用于大坝变形监测的数据后处理软件。系统采用智能客户端技术,兼有交互性强和易于部署与维护

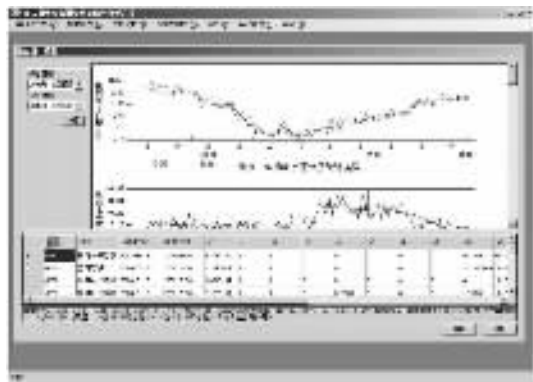


图3 统计模型界面

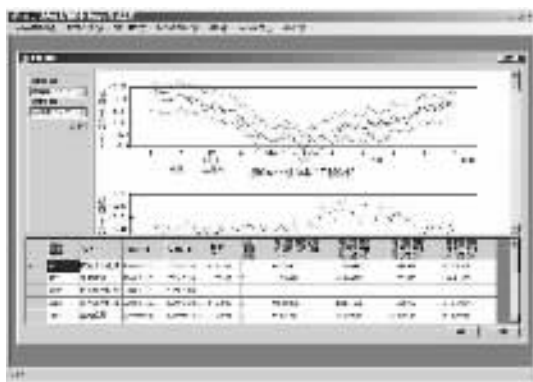


图4 资料分析界面

等特性。系统由测点与仪器管理、数据处理、资料维护、报表、图形、资料分析和系统管理等组成。该系

(上接第 11 页)

分析 2 种试验环境下钢筋初始锈蚀时间的均值模拟计算结论是可信的。

需要说明的是,上述结论是在给定配合比和设定气候环境条件下得到的。由于腐蚀环境因素的不同及测试和计算误差的存在,得到的结论是初步的。人工气候环境下的钢筋初始锈蚀时间与腐蚀因素、荷载条件及养护时间之间的关系还有待于进一步研究。

4 结 论

a. 人工气候环境下的混凝土表面存在明显的对流区,侵蚀试验结果类似于自然环境下的侵蚀。

b. 混凝土保护层的有效厚度对其中钢筋的初始锈蚀时间影响很大,适当增加保护层有效厚度可有效提高混凝土抗氯离子侵蚀的耐久性。

c. 标准养护后的自然养护时间对人工气候环境下钢筋的初始锈蚀时间有一定的影响,但影响不大。人工气候环境下,28 d 标准养护后再自然养护 28 d 的水工混凝土,其钢筋初始锈蚀时间大于自然

统的应用将进一步发挥用 GPS 测量的大坝变形资料对水库安全运行的指导作用,并推进 GPS 技术在大坝变形监测中普及。

参考文献:

- [1] ELLIOTT D K ,CHRISTOPHER J H. GPS 原理与应用[M]. 2 版.寇艳红,译.北京:电子工业出版社,2007:1-10.
- [2] 李立刚.小浪底水利枢纽大坝变形特性及成因分析[J].水利水电科技进展,2009,29(4):39-43.
- [3] 远近,郑东健,李波,等.模糊可拓模型在坝体变形评价中的应用[J].水利水电科技进展,2009,29(1):23-34.
- [4] 保慧,吴永明.基于 .NET Framework 的智能客户端:新一代无接触部署方式[J].计算机应用与软件,2005,22(5):133-135.
- [5] 郭靖. ASP.NET 开发技术大全[M].北京:清华大学出版社,2009:421-430.
- [6] SAHIL M. ADO.NET 2.0 高级程序设计[M].汤涛,邵晓翠,译.北京:人民邮电出版社,2007:93-153.
- [7] 王家耀,孙群,王光霞,等.地图学原理与方法[M].北京:科学出版社,2006:107-114.
- [8] 李佳,付强,丁宁. C# 开发技术大全[M].北京:清华大学出版社,2009:64-167.
- [9] ANDREW P ,NICK R. Visual Studio 2005 高级编程[M].吴雷,译.北京:清华大学出版社,2008:3-76.

(收稿日期:2009-11-23 编辑:高建群)

扩散法的钢筋初始锈蚀时间。

参考文献:

- [1] 郑建军,周欣竹,LI Chun-qing. 钢筋混凝土结构锈蚀损伤的解析解[J].水利学报,2004,35(12):62-68.
- [2] LIANG Ming-te ,LIN Li-hsien ,LIANG Chih-hsin. Service life prediction of existing reinforced concrete bridges exposed to chloride environment[J]. Journal of Infrastructure Systems , ASCE 2002,8(3):76-85.
- [3] 马亚丽,张爱林.混凝土结构钢筋初锈时间的概率模型[J].水利学报,2007,38(5):630-636.
- [4] 吴瑾,吴胜兴.海洋环境下混凝土中钢筋表面氯离子浓度的随机模型[J].河海大学学报:自然科学版,2004,32(1):38-41.
- [5] 周建民.既有混凝土及构件的氯盐侵蚀模拟试验研究[D].杭州:浙江工业大学,2009.
- [6] 吴建华,张亚梅.混凝土抗氯离子渗透性试验方法综述[J].混凝土,2009,23(2):38-41 A6.
- [7] 郑辉.自然环境下混凝土氯离子侵蚀的随机性及寿命预测[D].杭州:浙江工业大学,2009.
- [8] DL/T 5150—2001 水工混凝土试验规程[S].

(收稿日期:2010-01-12 编辑:高建群)