

# B/S 模式横山水库洪水预报调度系统研究

王伟杰<sup>1</sup>, 杨 军<sup>2</sup>

(1. 江苏省宜兴市水利局, 江苏 宜兴 214031; 2. 江苏省水利厅, 江苏 南京 210029)

**摘要:** 针对传统 C/S 模式洪水预报系统存在的缺点及横山水库洪水预报系统的总体开发目标, 介绍了基于 B/S 模式的洪水预报系统, 阐述开发环境中采用的关键技术, 提出了水库洪水预报系统的总体结构。基于 B/S 模式的洪水预报系统, 在分析了洪水预报功能模块设计、数据操作类及图形交互操作、跨域访问策略和系统安全性等核心问题的解决方法的基础上, 实现了横山水库洪水预报系统的各项功能。

**关键词:** B/S 模式; 洪水预报; 横山水库

**中图分类号:** TV222.2      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2016) 04-0050-06

Study on flood forecasting and control system of Hengshan reservoir based on B/S model

WANG Weijie<sup>1</sup>, YANG Jun<sup>2</sup>

( 1. Yixing Water Conservancy Bureau, Yixing 214031, Jiangsu;

2. Water Resources Department of Jiangsu Province, Nanjing 210029, Jiangsu )

**Abstract:** With respect to the shortcomings of flood forecasting system based on C/S model and the overall development goal of Hengshan reservoir flood forecasting system, the flood forecasting and control system based on B/S model is introduced. The main technologies adopted in the development environment are elaborated. The overall structure of the reservoir flood forecasting system is put forward. The core problems about the flood forecasting function module design, data operation class and interactive graphics operation, cross domain access strategy and the security of the system are analyzed. Based on B/S model, all the functions of flood forecasting and control system of Hengshan reservoir are achieved.

**Key words:** B/S model; flood forecasting; Hengshan reservoir

## 0 引言

目前, 国内大多数大型水库均已建设了以洪水预报为核心的防洪调度系统, 并且发挥了重要的防洪减灾作用<sup>[1, 2]</sup>。这些系统的设计结构大部分都是传统的 C/S (Client/Server) 模式<sup>[3]</sup>, 即采用“功能分布”原则, 将计算机应用任务分解成多个子任务。其中, 由作为客户端的计算机完成数据处理、数据表示以及用户接口功能, 由作为服务器端的服务器完成 DBMS (数据库管理系统) 的核心功能。

C/S 模式的优点是能充分发挥作为客户端的计算机的处理能力, 很多工作可以在客户端处理后再提交给服务器, 减轻了服务器的数据运营负荷, 提高了预报系统的整体运行效率。但缺点也很明显:

(1) 客户端需要安装专用的客户端软件。整个系统在运行时, 水库管理部门一般需要安装许多专门的客户端程序。系统安装、维护和后期升级的工作量和成本巨大。同时, 对客户端计算机的操作系统有一定的运行环境要求, 达不到真正意义上的开放性和可移植性。

收稿日期: 2015-12-15

基金项目: 江苏省水利科技项目 (2013090)

作者简介: 王伟杰 (1976-), 男, 工程师, 主要从事水利工程项目管理工作。

(2) 服务器端的数据管理要求很高。由于要实现分布在多地(多个客户端)的数据“实时”同步,多地客户端的操作者需直接访问同一个数据库,因此必须在多地间建立实时的通讯连接,占用了大量的计算机资源,同时需要高昂的投资和复杂的技术支持。

因此,基于 C/S 模式的系统存在计算机资源占用量大、维护和升级困难、重复开发工作量大、移植性和扩展性差、信息难以共享等缺点。

随着互联网的飞速发展,移动办公和分布式办公越来越普及,开发出来的系统要求具有一定的扩展性。同时也要求系统开发者采用专门的技术来保证数据的远程访问,并且对系统进行专门的设计来处理分布式的数据。

以 Web 技术为核心的 B/S (Browser/Server) 模式系统是在 C/S 模式系统的基础上发展起来的一种多层结构系统,其运行机制采用了标准的 B/S 模式分布式处理<sup>[4]</sup>。基于该模式的系统运行优势非常明显:

(1) 客户端程序安装方便,系统扩展容易。不同于传统的 C/S 模式系统, B/S 模式系统中,服务器端实现业务规则层和数据层,而用户端界面将全部是 Web 浏览器页面,不需要安装任何专门的软件。用户从浏览器端向服务器端提交服务请求,服务器将处理结果通过网络返回浏览器端。通过一个浏览器可以访问多个应用服务器,形成点到点、多点到多点的结构模式。

(2) 维护和升级方式简单。由于 B/S 模式系统将功能分层,客户端、应用服务器、数据库服务器彼此分离,使得系统的结构更加简捷合理,功能也趋于完善。系统的运行、维护、升级,全部在服务器端进行,客户端不承担系统管理任务,可以更多地投入到与其专业相关的工作中,这对于水利管理人员来说,是十分必要的。

(3) 系统的运行成本降低,有利于系统的大范围推广。由于服务器全部由专业人员维护,既可保证系统的安全运行,降低系统运行成本,同时也提高了工作效率。在 B/S 模式系统中,可以通过建立通用类和专业类的方式,将系统进行模块化处理,各模块之间并不直接相关联,而通过数据库管理系统进行相互调用,这样系统的可移植性得以保证。系统可移植性的改善对于减少重复开发、避免资源浪费,以及系统在更大范围内进行推广

应用意义重大<sup>[5]</sup>。

## 1 洪水预报系统分析

### 1.1 系统开发目标

该系统的开发目标是针对横山水库实际水雨情特征,设计和开发一个面向应用服务架构的、界面友好的、通用可靠的 B/S 模式的水库洪水预报系统。用户仅需通过 Web 浏览器就可以查看流域内基本地理信息,从而完成实时水雨情信息的查询与整理、洪水预报及实时交互综合修正、预报成果查询与对比分析等工作。同时,出于系统可移植性的设计要求,对于不同的水库,只需修改配置文件,更新遥测站点信息,调整或添加新的预报模型,就可以实现系统的移植和扩展。此外,该水库洪水预报系统需要能够较好的解决网络安全、网络传输速率、系统维护、升级等问题;系统管理员的所有的管理和维护操作必须只针对服务器进行,便于系统的远程维护、升级和信息共享。

### 1.2 系统结构

B/S 模式横山水库洪水预报系统以数据库服务器和应用服务器为核心。数据库服务器负责系统运行过程中所有数据的存储。应用服务器是通过组件的应用程序接口把商业逻辑暴露给客户端应用程序,并配置多种可扩展和容错技术,然后用 Web Service 发布。应用服务器是所有数据操作、预报模型和系统维护模块的集合。

横山水库洪水预报系统的整个系统结构既相互独立,又相辅相成,可根据用户需要添加或扩展新的功能,系统良好的可扩展性为其后续开发提供了理想的基础。系统运行时,用户指令经由网络提交给服务器端,再通过服务引用由数据库服务器或应用服务器对指令进行响应,接着根据指令调用不同的方法类执行相应的操作,最后将响应结果返回到客户端,通过浏览器显示给用户。这样所有业务数据的处理、维护以及模型计算都在服务器端完成,大大地减轻了客户端的负担,显著提高工作效率并增强了人机交互性。系统的总体结构如图 1 所示。

### 1.3 系统开发环境

横山水库洪水预报系统的开发环境为 ASP.NET,系统开发中使用字符串日期格式,均以 Win Server 2003 系统标准为参照。系统目前支持的操作系统版本包括 Windows 2000、Windows XP、

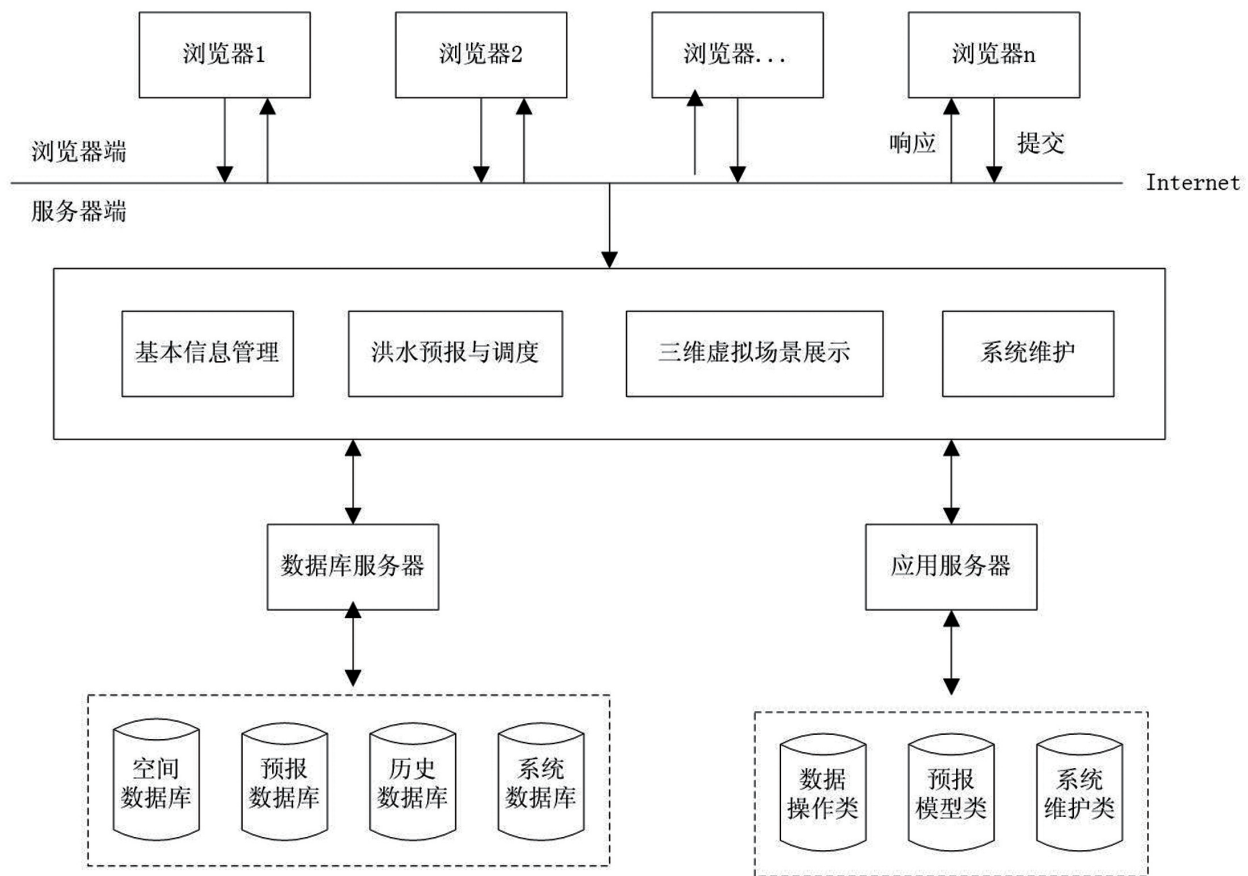


图 1 横山水库洪水预报系统总体结构图

Windows 2003 Server、Windows Vista、Win7。

.NET 是支持生成和运行下一代应用程序和 XML Web services 的内部 Windows 组件, 提供了“公共语言运行规范”和基本类库来支撑面向服务的整合应用。

ASP.NET 是 .NET 的 Web 模式, 应用程序需要使用 IIS (Internet Information Server) 发布, 客户端只需要通过浏览器, 输入服务器 IIS 发布的地址, 即可通过网络访问服务端发布的程序。客户端使用 HTTP 协议向服务器发送请求, 服务器 IIS 响应请求, 并产生动态的 HTML 文档返回给客户端, 浏览器编译返回的 HTML 文档并以用户界面形式展现在浏览器中<sup>[6]</sup>。ASP.NET 工作原理如图 2 所示。

2.1 系统主要功能设计

横山水库洪水预报系统, 旨在建立准确而符合精度要求的预测模型, 预测汛期水库的过程水位来为水库的行洪调度工作提供辅助决策和预警功能。同时, 该系统还将库区降雨量、水位以及水库基本信息等数据进行统一管理, 包括数据的查询、更新、浏览等基本功能。

具体包括基本信息管理、洪水预报与调度和三维虚拟场景展示三大模块。

(1) 基本信息管理模块。主要包括水库基本属性信息管理、水库实况水位示意图、库区水雨情分析和水库库区场景展示等子模块。

(2) 洪水预报与调度模块。洪水预报模块是



图 2 ASP.NET 工作原理示意图

2 洪水预报系统设计

系统中最重要模块之一。结合洪水预报模型使用经验, 分别选用双层土湿模型和新安江模型, 利



用 C# 语言将有关预报模型编写成标准的动态链接库(DLL),在服务端提供相应的接口,通过 Web Service 声明外部函数,在客户端添加服务引用调用有关的洪水预报模型。

(3) 三维虚拟场景展示模块。该模块是基于 skyline 平台建设的一个场景模型,是提供水库库区模型统一展示的平台。

## 2.2 数据结构设计

水库洪水预报系统的数据源包括多种类型数据,如不同比例尺的地理数据、水文数据、工情数据等。其中,地理数据主要服务于水库运行管理、洪水预报以及总体决策的背景图等,其设计内容主要是对各图层数据的坐标信息和要素特征进行关联。对于水文、工情数据,则应该按照国家规范建立相应的表格存储,保证数据的规范性和水利行业内数据库的一致性。横山水库洪水预报系统综合采用库区水利工程竣工图、遥感影像、数字高程图、野外测绘数据等资料作为数据源,构建库区 1:1 三维模型,为水库的调度管理、水雨情的监测和洪水预报工作提供决策依据。

# 3 洪水预报系统功能实现

## 3.1 基本信息管理模块

用户进入系统之后,即默认显示水库的基本信息,包括:历史最高水位、历史最低水位、日供水规模、当前库容、调度知识和调度经验(其中当前库容一项,是根据当前水位计算得出,并非数据库中固有数据)。用户根据实际需要可对所有基本信息进行修改。此外,用户还可通过水库实况水位示意图查看水库当前的水位值。

系统通过水位雨量曲线,以统计曲线的形式展现水位变化趋势,反映库上水位情况。同时,以

直方图的形式展现降雨量的分布情况,反映近期库区降雨情况,用来对比降雨与水位变化的关系,如图 3 所示。

此外,系统还通过二维地图和库区三维虚拟照片全景图,向用户展示整个库区的航拍影像、二维地图和实景影像。

## 3.2 洪水预报与调度模块

系统还具备提供水位的预报、生成行洪过程流量曲线以及寻找历史类似过程曲线等功能。该模块主界面(如图 4)提供实况水位示意图的放大显示,以便于更加明确地判读当前水位和预报水位所处的位置。

洪水预报与调度模块的雨量行洪数据部分用以输入预报以及调度参数,调度相关部分用以计算指定水位对应的库容。此外,系统还包含行洪注意事项的浏览和编辑保存功能。洪水预警部分用以集成其它功能和子系统,包括短信预警功能、水库三维场景可视化展示子系统以及原有预报程序。

## 3.3 三维虚拟场景展示模块

在水库库区三维场景模型中,用户可以通过鼠标操作,实现:(1)定位水库库区的建筑、大坝等实体模型;(2)三维场景漫游;(3)查看建筑物模型属性信息。如图 5 所示。

# 4 结语

(1) 水库洪水预报系统是流域防洪决策支持系统的关键组成部分,是实现防洪决策系统科学、高效、可靠的基础。本文在分析横山水库洪水预报系统开发目标和系统结构的基础上,简要阐述了系统开发环境中的关键技术,提出了系统开发框架和核心功能实现,在 ASP.NET 平台上完成了

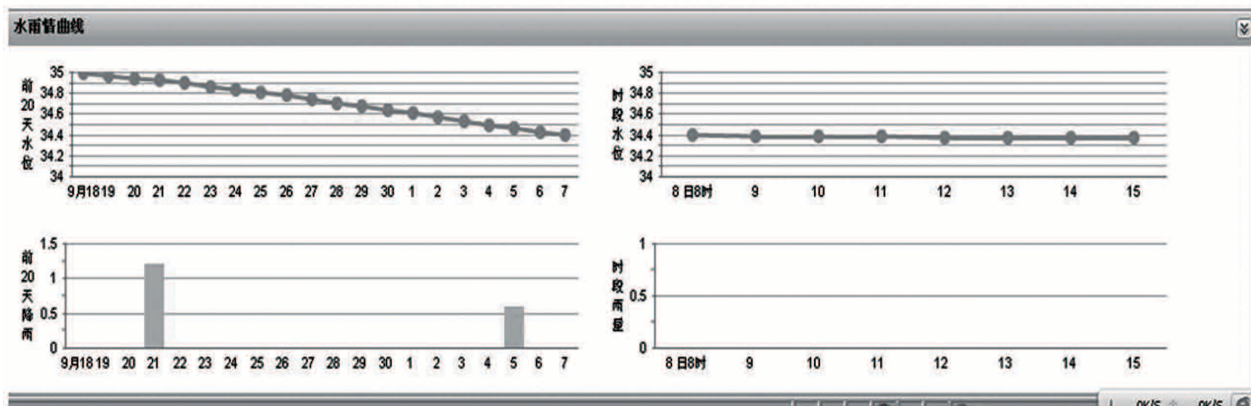


图3 水位雨量统计曲线和直方图



图4 洪水预报与调度模块主界面

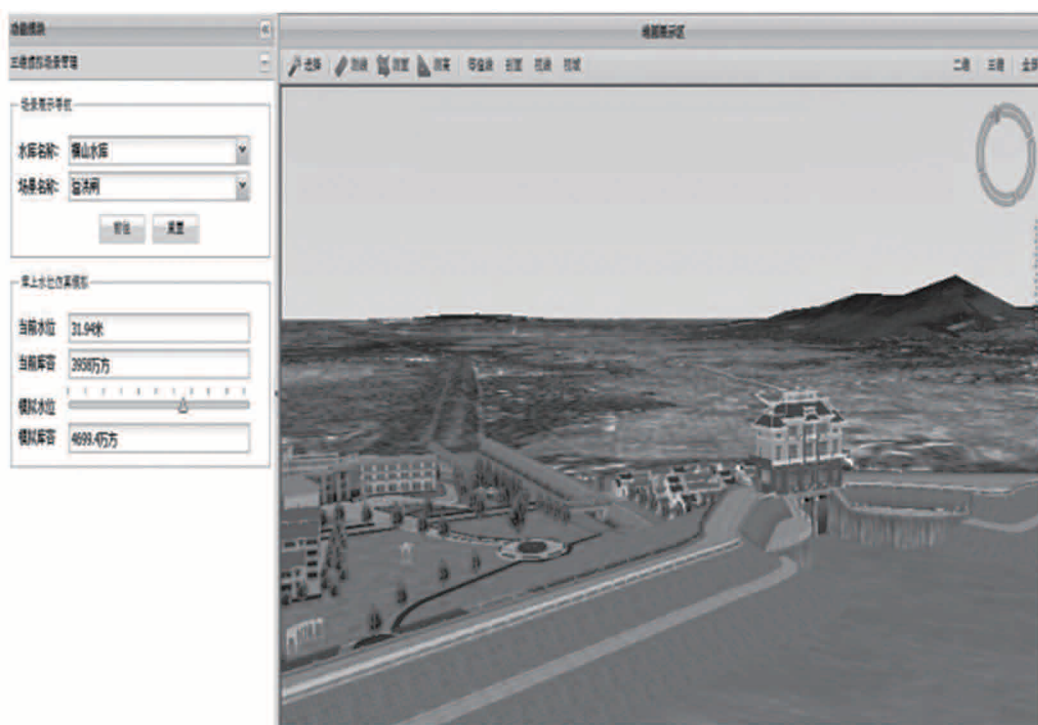


图5 三维虚拟场景展示—普通浏览模式

横山水库洪水预报系统的设计与开发,实现了流域地理信息管理、水雨情信息查询、实时洪水预报、预报成果管理等功能。

(2) 基于 skyline 平台开发的系统界面较之传统的基于 HTML 的界面,提供了更为丰富的界面元素,实现了一些传统 Web 应用程序中难以实现的一些界面操作,使得系统操作更加方便,具有更好的用户友好性和交互性。另外, B/S 模式统一了客户端,将系统功能实现的核心部分集中到服务器上,简化了系统的维护和使用。

(3) 系统采用 B/S 模式,访问客户机可以运行

在不同的软、硬件环境下,授权用户借助 Internet 即可在任何时间、任何地点实现对水库端数据库的远程访问;来自不同部门、不同地方的防汛主管部门和防汛专家均可利用同一套系统进行洪水过程预报,及时、准确地了解防汛信息,为防洪决策提供依据。

(4) 实际应用表明,基于 B/S 模式的横山水库洪水预报系统使用简便、界面友好、响应灵敏、运行稳定,具有良好的移植性和扩展性。可在水库、流域及各级防汛部门推广使用,提高其管理工作效率。

### 参考文献:

- [1] 陈华, 郭生练, 林凯荣, 等. 基于 Web 的水库洪水预报调度系统设计与开发 [J]. 武汉大学学报: 工学版, 2004, 37(3): 27-31.
- [2] 袁迪, 张艳军, 宋星原, 等. 基于 Silverlight 的 B/S 模式水库洪水预报系统设计与实现 [J]. 长江科学院院报, 2014, 31(8): 12-17.
- [3] 郭生练, 彭辉, 王金星, 等. 水库洪水调度系统设计与开发 [J]. 水文, 2001, 21(3): 4-7.
- [4] 王渺林, 傅华. 基于浏览器/服务器模式的洪水预报系统 [J]. 重庆交通大学学报: 自然科学版, 2005, 24(5): 140-142.
- [5] 靳开冠. B/S 模式的陆浑水库洪水预报系统研究 [D]. 郑州大学, 2012.
- [6] 郑阿奇, 编. ASP.NET 4.0 实用教程 [M]. 电子工业出版社, 2013.
- (责任编辑: 张亚男)

