

# 山区小流域电站雨情遥测及水库防洪调度系统

唐 军<sup>1,2</sup>, 王俊超<sup>1</sup>, 彭 涛<sup>1</sup>, 殷志远<sup>1</sup>

(1. 中国气象局武汉暴雨研究所 暴雨监测预警湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430074;  
2. 兴山县气象局, 湖北 宜昌 443000)

**摘 要:**以三峡库区香溪河上游古洞口电站为研究对象, 针对电站运行管理的实际需求, 开发了基于 Web Service 的水库防洪调度系统。利用 Java Servlet 技术实现了 B/S 模式的整体框架, 以水雨情遥测、闸门监控等为信息采集手段, 计算机局域网和数据库为纽带, 水库信息采集与处理、洪水预报与调度、信息服务、信息远程交互及水调业务管理为最终目标, 设计并实现了山区小流域电站雨情遥测及水库防洪调度系统。系统实现了从信息采集到水库防洪调度决策工作全程自动化, 基本上解决了水库遥测信息与预报、调度间的数据连接问题, 从而提高了电站防洪和电力生产科学调度能力。

**关键词:**山区中小电站; 雨情遥测; 防洪调度; Web

中图分类号: TP302.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)09-0191-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.09.044

## Rainfall Telemetry and Reservoir Flood Control Decision Support System of Power Station at Small Catchments in Mountain Area

TANG Jun<sup>1,2</sup>, WANG Jun-chao<sup>1</sup>, PENG Tao<sup>1</sup>, YIN Zhi-yuan<sup>1</sup>

(1. Hubei Key Laboratory for Heavy Rain Monitoring and Warning Research, Institute of Heavy Rain of China Meteorological Administration, Wuhan 430074, China;  
2. Meteorological Bureau of Xingshan County, Yichang 443000, China)

**Abstract:** Selecting upstream ancient Xiangxi brook power station in the three gorges reservoir as the research object, in view of the actual demand of the power plant operation and management, develop the reservoir flood dispatching system based on Web Service. Accomplish the overall structure of B/S by using Java Servlet. It takes water and rainfall telemetry, gate monitoring as the tools for the information collection, computer LAN and the database as a link, information collection and processing, flood forecasting and scheduling, information services, information remote interaction and water transfer business management as the ultimate goal, design and realize rainfall telemetry and reservoir flood control decision support system of power station at small catchments in mountain area. The system implements full automation from information collection to flood control work and basically solves the data connection problems between reservoir telemetry information and forecasting and scheduling in order to improve flood control and capabilities of power production plant science scheduling.

**Key words:** small and medium power station in mountain area; rainfall telemetry; flood control decision; Web

## 0 引言

水利关系到国计民生, 尽可能地减少洪灾损失, 保障国家人民生命财产安全是近年来国内外学者十分重视的一项工作。在水库防洪管理中, 建立一个好的水库洪水调度机制<sup>[1-5]</sup>能够准确地处理各种洪水参数、提供多种调度方式, 为防汛决策者优化调度提供技术支持。随着 Internet 技术以及分布式数据库的迅速发展, 以 Web 为技术平台的 B/S 结构得到了广泛的应

用。防洪管理与决策工作中对远程数据库访问以及信息获取等需求提出了更高的要求, 而以多层结构和分布式数据库技术为核心的 B/S 模式水库洪水调度系统的实现是基于 Internet 的水库洪水调度系统集成与信息共享的途径。

文中以三峡库区香溪河上游古洞口电站为例, 基于以上技术介绍了山区小流域电站雨情遥测及水库防洪调度系统研发。

收稿日期: 2013-11-06

修回日期: 2014-02-12

网络出版时间: 2014-07-17

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41205086, 51379149); 国家公益性行业(气象)专项(GYHY201206028, GYHY201306056)

作者简介: 唐 军(1970-), 男, 工程师, 从事气象科技服务工作。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140717.1231.034.html>

## 1 系统总体架构和功能

结合山区小流域电站的特点,从满足信息收集的广泛性、多源性和异构性及实际应用出发,雨情遥测及水库防洪调度系统在设计中满足以下设计原则:实用性、易用性;先进性与成熟性;可靠性与安全性;经济性;可扩展性、可维护性和通用性;资源整合和共享相结合。模块采用了显示层、业务逻辑层和数据层三层模式<sup>[6]</sup>开发,其中业务逻辑层包括系统时间设置、数据存储、数据提取、决策调度、洪水预报、洪水成果查询、用户权限管理等模块,在逻辑上各自相互独立,增强了代码的可重用性。系统的拓扑结构见图 1。

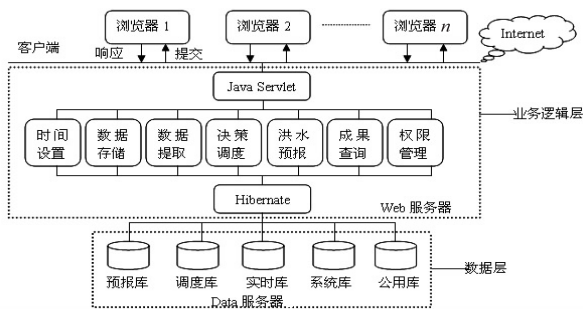


图 1 水库防洪调度系统拓扑结构图

系统数据层包含预报库、调度库、实时库、系统库和公用库等数据库,用户通过界面操作实现雨量信息、水位库容、出入库流量、闸门开度、气象预报、水文预报以及洪水调度基本信息查询及显示等功能的操作。后台数据处理采用 C 语言编程每隔一段时间由遥测库提取最新的水雨情数据。

图 2 为水库防洪调度系统功能简图。

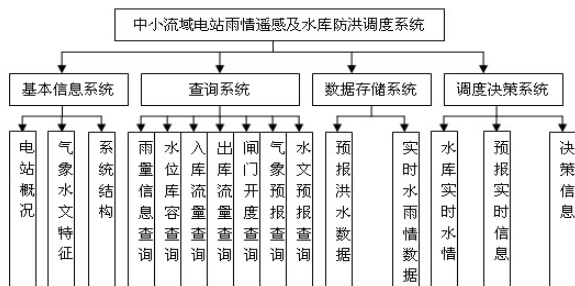


图 2 水库防洪调度系统功能简图

## 2 系统关键技术

### 2.1 系统开发平台

平台操作系统采用 Windows,数据库采用 Microsoft SQL Server 2008,采用 Java 编程语言编程,后台数据处理算法采用 C 语言,表示层采用 ASP.NET 开发 Web 页面。同时为了增加美观和可操作性,还采用了 JFreeChart、HighCharts、Hibernate、JSP、HTML 等技术,系统界面显示以及功能模块显示主要采用树状菜单结构配合工具条和图形图表等显示形式。

### 2.2 安全登录机制

基于 Web 的应用系统的安全问题尤为重要。该系统的安全登录机制采用先进的数字加密技术对权限进行判断,数据加密算法采用 RSA 算法,有效地保证了应用程序的安全,通过引进 Web Services 属性证书和对 WSDL 进行扩展的方法为 Web Services 用户提供安全的用户授权方法,使得系统管理员很方便地根据不同用户角色授予相应级别的用户权限。

### 2.3 设计模式的应用

在全面分析山区小流域电站雨情遥测及水库防洪调度系统数据结构的基础上,采用层次聚类分析法自顶向下、逐步求精的建模思路,将系统对象模型分为预报类、调度类、实时类、系统类和公用类 5 个基本类,然后分别对每个类进行抽象和分解,逐步实现功能模块。基于对象模型思想开发基于 Web 的水库洪水预报调度系统采用工厂方法模式,从而提高了系统的维护性和扩展性。

### 2.4 第三方图表组件的应用

系统采用 HighCharts 和 JFreeChart 图表组件开发系统图表控件。

HighCharts 是一个制作图表的纯 JavaScript 类库,能够很方便地添加有交互性的图表,支持多种图表类型格式。HighCharts 界面美观,由于使用 JavaScript 编写,所以不需要像 Flash 和 Java 那样需要插件才可以运行,而且运行速度快。另外 HighCharts 还有很好的兼容性,能够完美支持当前大多数浏览器。不需要特殊的开发技能,只需要设置一下选项就可以制作适合自己的图表。

JFreeChart 是 Java 平台上的一个开放的图表绘制类库。较多开源框架或产品均用 JFreeChart,如基于 JFreeChart 的图表标签库 Cewolf 等。它完全使用 Java 语言编写,是为 applications, applets, servlets 以及 JSP 等使用所设计。JFreeChart 可生成饼图 (pie charts)、柱状图 (bar charts)、散点图 (scatter plots)、时序图 (time series)、甘特图 (Gantt charts) 等多种图表。

### 2.5 水文气象模型选择

气象预报中的常规资料主要利用自动气象站、加密站、水文站等实时监测资料以及短临预报系统 SWAN 中的雷达估算降水产品结合流域地理边界实现;模式资料主要利用数值模式 (AREM 模式、RUC 模式、WRF 模式等) 预报结果结合流域地理边界实现。

由于流域所处地理位置不同,其气候特征也存在明显的差异,流域水文模型预报模型构建首先需要根据流域区域地理气候特征,选择并确定合适的水文模型 (例如三水源新安江模型适用于湿润半湿润地区)<sup>[7]</sup>;其次要建立流域水文模型;最后需结合流域已

知的大气降水量和蒸发量以及河流、水库流量等水文气象资料对流域水文模型参数进行率定,获取合适的流域水文参数<sup>[8-14]</sup>。

### 3 系统应用实例

### 3.1 流域概况

古洞口水电站位于湖北省兴山县境内、长江支流香溪上游古夫河古洞口峡谷出口处,混凝土面板堆石坝,最大坝高 120 m,坝址控制流域面积 965 km<sup>2</sup>,电站总装机容量 4.5 万 kW,保证出力 0.73 万 kW,多年平均发电量 1.22 亿 kW。流域地处鄂西山地,属山溪性河流,地貌复杂、高差悬殊,为南北冷暖气流交绥要道。受西风带天气系统和副热带高压系统影响,流域气候具有复杂多变特性,全年降水丰沛,但时空分布不均。

### 3.2 系统展示

系统由雨量自动采集、流量自动采集、闸门开度数据采集、气象水文预报、电力生产及水库防洪调度等功能组成,实现对水库流域雨量、水文数据适时监测,利用气象通信网络和数值预报产品及气象水文资料,建立水库流域气象及水文预报模型,实现对库区流域降水、水文的预报,从而提高电站防洪和电力生产科学调度能力。具有良好的实用性、通用性、扩展性、可移植性;界面简洁、直观。

其中气象预报模块(如图3(a))结合流域实况监测降水、流域雷达估算降水以及流域模式预报降水实现了雨量自动预报(3小时、6小时、12小时、24小时)、雨量订正预报(3小时、6小时、24小时、48小时、72小时)以及汛期降水预报(3小时、6小时、24小时、48小时、72小时)。雨量信息(如图3(b))主要实现站点站名、雨量和温度的显示,背景地图为水系图和地形图,同时完成时段雨量和累计雨量的查询,通过下拉列表选择实现年、月、旬、季的查询,等值线绘制主要分为色斑图和等值线显示。

水文预报模块(如图4(a))主要通过利用自动雨量站、雷达测雨、中尺度暴雨预报等技术获取高时空分辨率的水文资料(降雨等)场输入水文模型来进行实时水文气象预报,实现了在水文预报中对水文模型的参数进行修正,并将流域水文预报信息列表成数据文件,最终形成图形产品显示,同时结合水库实时水情和预报实时信息生成最终的决策信息,最终的调度结果结合具体实际也充分证明了模型的准确性以及其操作的简便性等优势。实时水文监测信息(如图4(b))主要包括实时流量信息和实时水位显示,并实现指定查询的控制。实时水文监测数据来源于水利部水情网,通过运行指定程序并设置相应的配置文件自动获取实时水文数据到指定的数据目录。

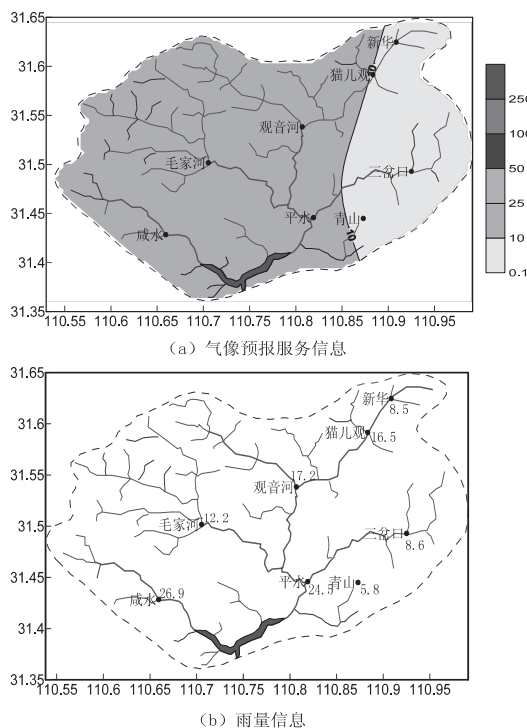


图3 气象预报服务信息和雨量信息

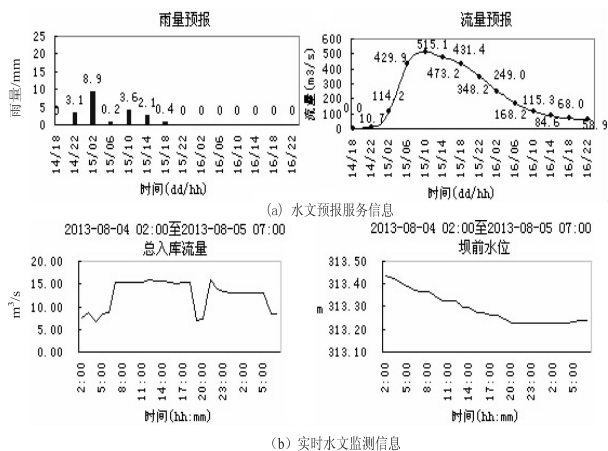


图4 水文预报服务信息和实时水文监测信息

## 4 结束语

山区小流域电站雨情遥测及水库防洪调度系统采用面向对象技术设计,有效地解决了电站系统的集成与管理,增强了系统的可复用性,减少了模块间的强耦合关系,具有较强的通用性和扩展性。实际应用结果表明:该系统功能齐全、界面友好、信息丰富。为决策者及时了解防汛形势,并进行实时水库洪水预报调度,提供有力的依据,并为以后在其他水库中的应用提供了理论参考和技术保障。

## 参考文献:

- [1] 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.



信息视频、温湿度、风速、雨量气象环境、负荷、潮流等电网运行信息以及安防消防等各类辅助决策信息,为决策与管理人员提供丰富的、可视化的、科学的信息综合集中展示平台,为及时掌握电网生产的整体情况,真实、准确的现场情况,以及科学决策提供完整的信息和技术支撑。

4 结束语

笔者提出一种电网信息综合展现可视化框架的解决方案,有效地实现了电网运行信息以及安防消防等各类辅助决策信息有逻辑的、互联互通的、交互的和实时的可视化展现。为决策与管理人员提供完整的信息和技术支撑。下一步工作是对海量电网信息的智能分析、处理、数据搜索等更高要求的研究。

参考文献:

[1] Netto A V. Visualization system integrated for electric power distribution networks[J]. IEEE Latin America Transactions, 2010,8(6):728-733.

[2] Overbye T J,Klump R P,Weber J D. A virtual environment for interactive visualization of power system economic and security information[C]//Proc of power engineering society summer meeting. Edmonton:IEEE,1999:846-851.

[3] Overbye T J,Weber J D. Visualization of power system data [C]//Proceedings of the 33rd Hawaii international conference on system sciences. Hawaii,USA:IEEE,2000.

[4] Overbye T J. New techniques for power system visualization under deregulation[C]//Proceeding of power engineering so-

ciety winter meeting. [ s. l. ]:IEEE,2000:28-33.

[5] Overbye T J. Visualizing the electric grid for power management and marketing[J]. Electric Light & Power,2002(10):24-27.

[6] Overbye T J. 电力系统可视化技术[J]. 电力系统自动化,2005,29(16):60-65.

[7] 方景辉,徐伟明,朱晓峰,等. 基于物联网与三维可视化技术的变电站智能辅助控制系统的研究与应用[J]. 电力系统及其自动化,2012,34(3):67-70.

[8] 袁 灏,张伟刚,刘晓平. 基于 Web 的智能电网可视化需求建模[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2012,35(2):169-171.

[9] 胡 斌,李 健,周爱华,等. GIS 可视化在跨区电网中的应用[J]. 计算机与现代化,2012(8):114-117.

[10] 鲁 伟,董丽珍,张天兵,等. 电网应急指挥系统中开源 WebGIS 框架设计与应用[J]. 电力系统通信,2012,33(11):39-42.

[11] 黄 媛,刘俊勇,何 迈,等. 基于 Google Earth 的电网信息可视化研究及实现[J]. 四川电力技术,2009,32(A01):43-46.

[12] 高 剑,余兴祥,刘友波. 泸州电网实时可视化分析与预警系统[J]. 四川电力技术,2009,32(6):82-85.

[13] 侯 勇,李 维,唐陇军. 电力系统调度运行可视化功能应用[J]. 华东电力,2009,37(6):964-967.

[14] 沈国辉,吕俊峰,狄方春,等. 电网可视化展示技术的研究和应用[J]. 电力信息化,2009,7(4):59-62.

[15] 付仲良,逯跃锋,吴庆双. 基于 ArcGIS Engine 的电力规划数据可视化管理系统研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(5):169-172.

(上接第193页)

[2] 成卫青,于 静,杨 晶,等. 基于页面分类的 Web 信息抽取方法研究[J]. 计算机技术与发展,2013,23(1):54-58.

[3] 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.

[4] 李 根,姜卉芳,穆振侠,等. 基于 Web 的水库洪水调度系统[J]. 新疆农业大学学报,2006,29(1):79-82.

[5] 张光科,邱桢耀. 基于 Web Service 的水电站优化调度决策支持系统[J]. 水利水电技术,2005,36(7):120-122.

[6] 高 昂,卫文学. 基于 Hibernate 与 Struts 框架的数据持久化应用研究[J]. 计算机应用,2005,25(12):2817-2820.

[7] 赵人俊. 流域水文模拟-新安江模型与陕北模型[M]. 北京:水利电力出版社,1984.

[8] Cressman G P. An operational objective analysis system[J]. Monthly Weather Review,1959,87(10):367-374.

[9] Barnes S L. A technique for maximizing details in numerical weather map analysis [J]. Journal of Applied Meteorology, 1964,3:396-409.

[10] 彭 涛,宋星原,殷志远,等. 雷达定量降水估算在水文模式汛期洪水预报中的应用试验[J]. 气象,2010,36(12):50-55.

[11] 崔春光,彭 涛,沈铁元,等. 定量降水预报与水文模型耦合的中小流域汛期洪水预报试验[J]. 气象,2010,36(12):56-61.

[12] Okajima A. Strouhal numbers of rectangular cylinders[J]. Journal of Fluid Mechanics,1982,123:379-398.

[13] 张海燕,吴 方. 几种插值算法的比较研究[J]. 计算机技术与发展,2012,22(2):234-237.

[14] 彭 涛,李 俊,殷志远,等. 基于集合降水预报产品的汛期洪水预报试验[J]. 暴雨灾害,2010,29(3):274-278.

# 山区小流域电站雨情遥测及水库防洪调度系统

作者：[唐军](#)，[王俊超](#)，[彭涛](#)，[殷志远](#)，[TANG Jun](#)，[WANG Jun-chao](#)，[PENG Tao](#)，[YIN Zhi-yuan](#)

作者单位：[唐军, TANG Jun \(中国气象局武汉暴雨研究所 暴雨监测预警湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430074; 兴山县气象局, 湖北 宜昌 443000\)](#)，[王俊超, 彭涛, 殷志远, WANG Jun-chao, PENG Tao, YIN Zhi-yuan \(中国气象局武汉暴雨研究所 暴雨监测预警湖北省重点实验室, 湖北 武汉, 430074\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014 (9)

本文链接：[http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjz201409044.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201409044.aspx)