

基于 B/S 三层体系结构的水文数据在线分析系统

王 颖¹,陈春华²,许 洁¹,陈雅莉²

(1. 宁波市水文站,浙江 宁波 315020; 2 长江水利委员会水文局,湖北 武汉 430010)

摘要:基于多级分布式计算的水文数据分析和面向水文服务的双缓存机制等关键技术,构建基于 B/S 三层体系结构的水文数据在线分析系统。经测试该系统可实现历史水文数据与实时水文遥测数据的联动分析计算、高效率的水文数据在线分析计算和水文分析计算模块的颗粒化、组件化,提高了其共享和复用程度。
关键词:水文数据;B/S;整合;在线分析
中图分类号:TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2017)S1-0016-03

社会经济的快速发展促进了高新技术在水利行业中的应用,水利非工程措施在防御自然灾害方面发挥越来越重要的作用。近年来,在全国大力推行水利信息化的新形势下,宁波市水文站按照《宁波市水利信息化“十二五”发展规划》要求,积极开展水利信息化建设项目,在信息采集、存储、处理、分析和服务等环节都有许多显著成果,积累了大量的水文信息资源,但是对水文数据的挖掘分析和应用还相对有限,亟须借助当前水利信息化建设不断推进的有利形势,采用先进的信息技术,对水文数据资源进行全面、系统、科学地分析与管理,切实提升数据分析及应用能力,为防汛抗旱和水资源管理、公共基础设施建设提供更优质、更全面的服务。

1 主要目标与需求

根据宁波市水文站水文资料管理工作的实际要求,在现有水利信息化成果基础上,利用数据库技术将分散存储的国家基本站和大中型水库历史整编数据统一存储到宁波市水文历史整编数据库中,同时利用现代水文综合分析技术,对宁波市国家基本站和大中型水库历史整编数据资源进行全面、系统、科学地分析与管理,建设宁波市水文数据管理与分析应用系统,实现历史水文整编数据统一存储、统一应用、统一管理,为水利工程建设管理、防汛抗旱、水资源管理、水环境保护提供更优质、更全面的服务。

2 系统总体设计

宁波市水文数据分析应用系统遵循平台整体技

术框架规约,采用面向服务的体系结构,采用 J2EE 和 .net 结合的技术标准。开发语言上平台建设遵循 SOA 标准的可跨平台应用开发语言,采用面向对象的高级语言编程。系统采用 B/S 三层体系结构搭建。这种模式是在网络环境下对 C/S 结构的改良,通过将用户操作与应用逻辑分离,旨在简化用户操作和优化程序维护。应用于本系统中则分成 3 个独立的系统单元:业务层、逻辑层和数据层。系统各项定制数据服务功能以 web 服务包的形式嵌入系统中,每项数据服务功能打包为一个独立的 web 服务模块,由前端调用,通过 web 客户端供用户使用。系统的架构示意图见图 1。

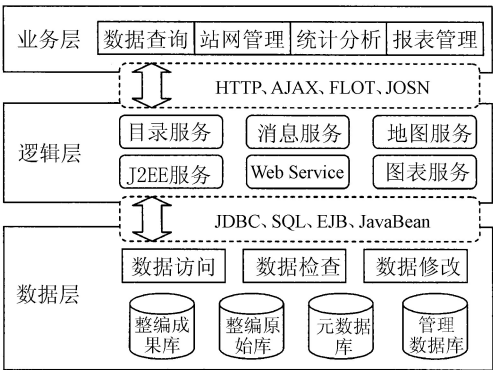


图 1 基于 Web 的水文数据在线分析架构示意图

数据层以宁波市水文数据库(包括整编成果数据库和整编原始数据库)为核心数据资源,通过数据抽取、数据描述等从水文数据库中提取水文元数据和水文目录索引数据,并与管理数据库一起组成平台的数据资源层。逻辑层也可称为中间连接层,

作者简介:王颖(1982—),女,高级工程师,主要从事水文水资源保护工作。E-mail:119796562@qq.com

在本服务系统中主要是针对从用户层接收到的具体申请,调用相应的逻辑操作,通过与底层数据层的连接,提取并返回确切的数据信息的技术层,包括地图服务、目录服务、图表组件、计算组件等应用支撑单元。业务层主要在 Web 环境下,利用 AJAX(异步的 JavaScript 与 XML 技术)应用,通过 HTTP 传输协议向服务器提出申请。AJAX 应用仅向服务器发送并取回必需的数据,大大减少服务器和浏览器之间的数据交换量,有效地提高系统处理请求的速率。它主要使用 SOAP 或其他一些基于 XML 的页面服务接口,并在客户端采用 JavaScript 处理来自服务器的回应。

3 系统关键技术

3.1 基于反射机制和动态演化的水文数据转储

宁波市水文站 2013 年之前的水文数据都是按照《水文数据库表结构方案(3.0 版本)》规定的表结构组织存储,2013 年以后的数据是按照《SL423—2005 基础水文数据库表结构及标识符标准》组织存储。基于以上需求,设计开发了水文数据转储系统,通过对大量水文数据的分析和两种数据库表结构的研究,提出了基于映射关系描述体系,以反射机制和动态演化为支撑的水文数据转储模型,其核心是将表之间的映射关系描述成独立的功能组件,通过动态加载的方式解析执行,并不断充实和更新映射关系组件,实现源数据库到目标数据库的转储。

3.2 基于多级分布式计算的水文数据分析计算

水文数据分析应用系统除了一般的水文数据查询外,还包括基于水文数据的分析计算。传统的从数据库提取数据后再进行计算的模式,由于数据库中数据量较大而显得效率低下。为提高计算效率,在水文数据分析应用系统采用三级分布式并行计算的模式,将计算压力分布到客户端、服务器端和数据库端,并在客户端、服务器端和数据库端之间采用异步通信的方式进行并发控制,从而提高数据计算效率。

3.3 面向水文服务的双缓存机制

宁波市水文管理数据与分析应用系统作为一个 web 数据库系统,数据的读取和传输速度将极大地影响用户体验。缓存机制是解决上述问题,提高面向水文大数据操作的一种有效手段。缓存是提高数据的读取速度、减轻服务器负载、降低网络拥塞、增强 www 可扩展性的有效途径之一,其基本思想是利用客户访问的时间局部性原理,将客户访问过的内容在 Cache 中存放一个副本,当该内容下次被访问时,不必连接到驻留网站,而是由 Cache 中保留的副本提供。在本系统中,鉴于水文大数据自身的多样性、繁杂性等特点,其对应的水文数据索引信息和检

查资料的数据量较大而杂,系统采用了面向水文大数据的服务器端缓存和客户端本地缓存的双缓存机制来提高系统访问速度,增强用户体验。

4 系统功能与特色

4.1 系统功能

根据总体目标和需求分析,宁波水文数据在线分析系统主要实现各种条件下的水位、雨量、潮位、流量、水库站等的查询统计分析功能。

a. 历史数据查询与分析。本系统支持各类水文要素信息的查询检索。查询结果支持多种显示形式包括时序表格、年鉴表格、过程线(图 2)等。这些查询与显示功能是水文数据分析应用的基础,可以被嵌入在各个应用模块中,并设置各类参数对查询结果进行控制显示。

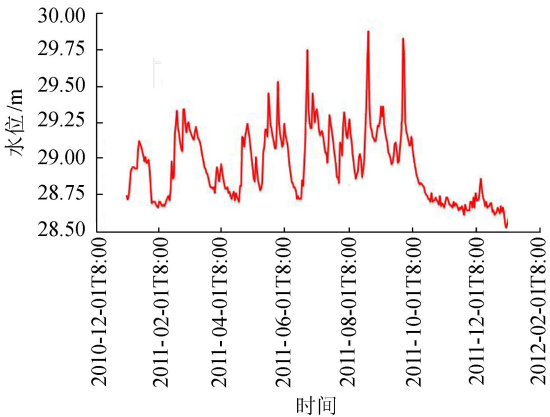


图 2 历史水位过程线查询

b. 雨量信息分析应用。系统可实现单站和多站实时雨量信息对比查询、各类降雨量统计分析、各时段最大雨量特征值统计、各分区面平均雨量统计、等值线(图 3)、等值面分析等功能。

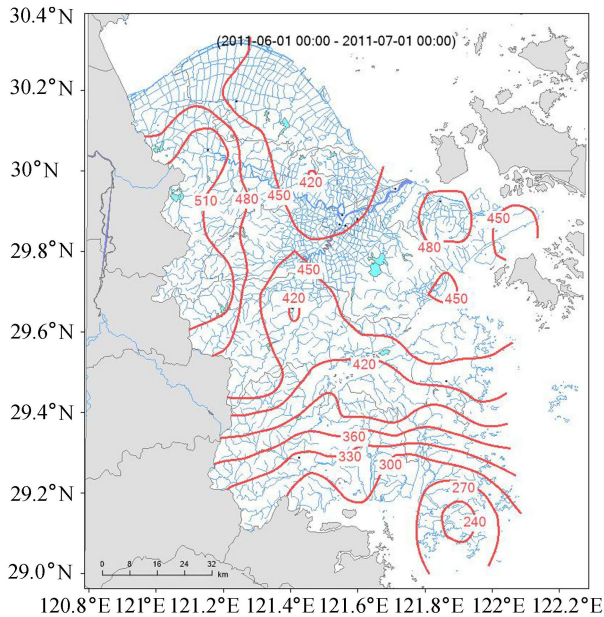


图 3 宁波市雨量等值线

c. 水情信息分析应用。系统可实现单站和多站实时水情信息对比查询、实时水情与重要节点水情信息对比、洪量计算(图4)、历史洪量对比、水文站断面数据查询并显示、动态展示多个站点在任意时间水位连接的过程线等功能。

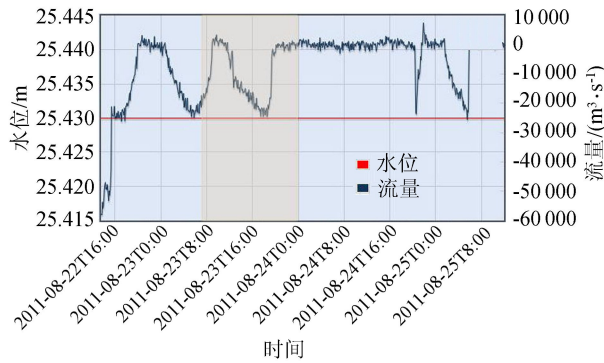


图4 洪量计算

d. 水库信息分析应用。系统可实现包括水库水位蓄水量过程分析、水库承洪能力分析、水库库容关系曲线(图5)、历年台风时间和梅雨时间对应水库洪水特征等功能。

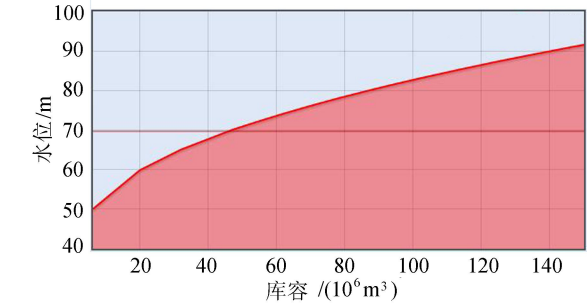


图5 水库库容关系曲线

e. 水文数据分析计算。系统可实现基于水文数据的水文频率分析计算(图6)、回归分析计算、流域产水量分析计算、在线流量站水量计算、前期土壤含水量计算等功能。

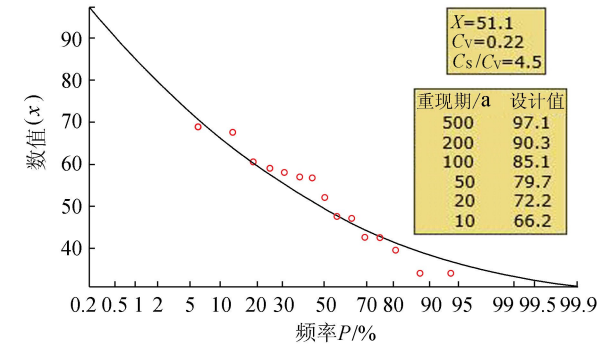


图6 水文频率分析计算

4.2 系统特色

a. 实现了历史水文数据与实时水文遥测数据的联动分析计算。提出基于对象的水文信息认知模式的基本概念和主要原理,对传统水文信息组织与

应用的结构体系结构进行扩展,构造了水文信息对象化组织与应用的总体架构。通过构建历史水文数据与实时水文遥测数据之间的动态关联关系和属性描述,实现一站多设备,设备码与站码的关联,从而实现历史数据与实时数据的时间轴关联。

b. 实现了高效率的水文数据在线分析计算。提出多级对接分布式的水文数据分析计算模式,为提高计算效率,在水文数据分析计算中采用三级分布式并行计算的模式,将计算压力分布到客户端、服务器端和数据库端,并在客户端、服务器端和数据库端之间采用异步通信的方式进行并发控制与对接,从而提高数据计算效率。

c. 实现了水文分析计算模块的颗粒化、组件化,提高了其共享和复用程度。提出基于描述体系的构件化水文数据分析计算共享模型,将水文数据计算流程进行颗粒化,通过描述体系构建计算颗粒之间的关联关系,以反射机制和动态演化为支撑,通过动态加载的方式解析执行,实现水文计算颗粒的共享和复用。

5 结 语

本研究了水文数据服务管理与分析应用的目标需求、系统总体框架、系统设计与实现、关键技术等方面的研究与开发成果,提出了历史水文数据与实时水文数据之间的动态关联分析架构。本研究构建的水文数据服务系统在体系结构和技术实现方面均采用了开放式结构与技术,有效地保障了系统的开放性,系统可持续演化和功能扩充,为系统进一步完善功能与提高能力奠定了良好的基础,并为与其他水文信息系统无缝集成创造了条件,也便于在水文行业推广应用。

(收稿日期:2017 - 11 - 15 编辑:王 芳)

