

基于 ArcGIS Server 水资源综合管理系统的改进升级



冯德鸿^{1,*}, 蔡宜洲²

¹三峡大学理学院, 湖北宜昌 443002

²三峡大学水利与环境学院, 湖北宜昌 443002

摘要: 以黄柏河流域的水资源管理系统为例, 鉴于 ArcIMS 与 ArcGIS Server 相比较存在诸多的弊端, 以及原系统的空间分析智能化功能弱、数据格式支持类型少等诸多因素, 应用软件工程 UML 用例建模技术、及 ArcGIS Server 与 JavaScript 网络开发技术, 研究了对原有水资源综合管理 WebGIS 系统的改进与优化: 系统保留了原有的 ArcSDE 空间数据引擎和 SQL Server 关系数据库统一管理空间数据和属性数据的模式; 对数据库服务器与业务逻辑处理的软件版本都进行了升级更新; 主要是对地图服务软件配置进行了更新替换, 放弃了原有 ArcIMS 地图网络发布技术, 应用了功能更强大、技术更先进的 ArcGIS Server 技术, 完成了新系统与其他测绘系统、GIS 系统及遥感软件系统的无缝对接; 实现了黄柏河流域水资源综合管理系统的换代与升级。

关键词: 用例建模; ArcGIS Server; WebGIS; 水资源信息化管理

DOI: [10.57237/j.cst.2024.03.002](https://doi.org/10.57237/j.cst.2024.03.002)

Improvement and Upgrade of Water Resources Comprehensive Management System Based on ArcGIS Server

Feng Dehong^{1,*}, Cai Yizhou²

¹Science College, Three Gorges University, Yichang 443002, China

²College of Water Resources and Environment, Three Gorges University, Yichang 443002, China

Abstract: Taking the water resource management system in the Huangbai River Basin as an example, considering the many drawbacks of ArcIMS compared to ArcGIS Server, as well as the weak spatial analysis intelligence function and limited data format support types of the original system, software engineering UML use case modeling technology and ArcGIS Server and JavaScript network development technology were applied to study the improvement and optimization of the original water resource comprehensive management WebGIS system: The system retains the original mode of unified management of spatial and attribute data using the ArcSDE spatial data engine and SQL Server relational database; Upgrades and updates have been made to the software versions of the database server and business logic processing; Mainly, the configuration of the map service software has been updated and replaced, abandoning the original ArcIMS map network publishing technology and applying the more powerful and advanced ArcGIS Server

*通信作者: 冯德鸿, ctguf@sina.com

technology, completing seamless integration of the new system with other surveying and mapping systems, GIS systems, and remote sensing software systems; The replacement and upgrading of the comprehensive water resource management system in the Huangbai River Basin has been achieved.

Keywords: Use Case Modeling; ArcServer; WebGIS; Information Management of Water Resources

1 引言

原数字黄柏河流域水资源管理 WebGIS 系统[1]是基于如下 GIS 技术开发搭建实现的：数据库服务器的配置是 SQLServer2000；逻辑服务器的空间数据库引擎配置是 ArcSDE9.2；应用 JavaScript 网络开发工具，结合地图的网络发布软件 ArcIMS9.2 来实现的 WebGIS 系统，系统运行初期几年内大多功能还能让客户满意，但随着客户对业务需求量的不断扩大和深化，比如流域范围内的北斗卫星影像、无人机低空影像、高精度 GPS 数据与基础地理信息的融合处理分析与高分遥感

信息提取分析功能缺乏、含三维的水库大坝的 4D 数据 [2] (DOM、DRG、DLG、DEM) 的生成、编辑、入库管理等空间分析功能弱小, 以及与其他测绘制图 AutoCAD 平台、GeoStar 平台、中地数码 MAPGIS 平台、以及遥感影像处理系统 ENVI、ERDAS 等平台的无缝对接功能缺乏等诸多方面, 都存在着功能缺陷不够健全, 需要二次开发、系统优化升级的需要。文中系统总结介绍了对原系统的改进和升级措施。

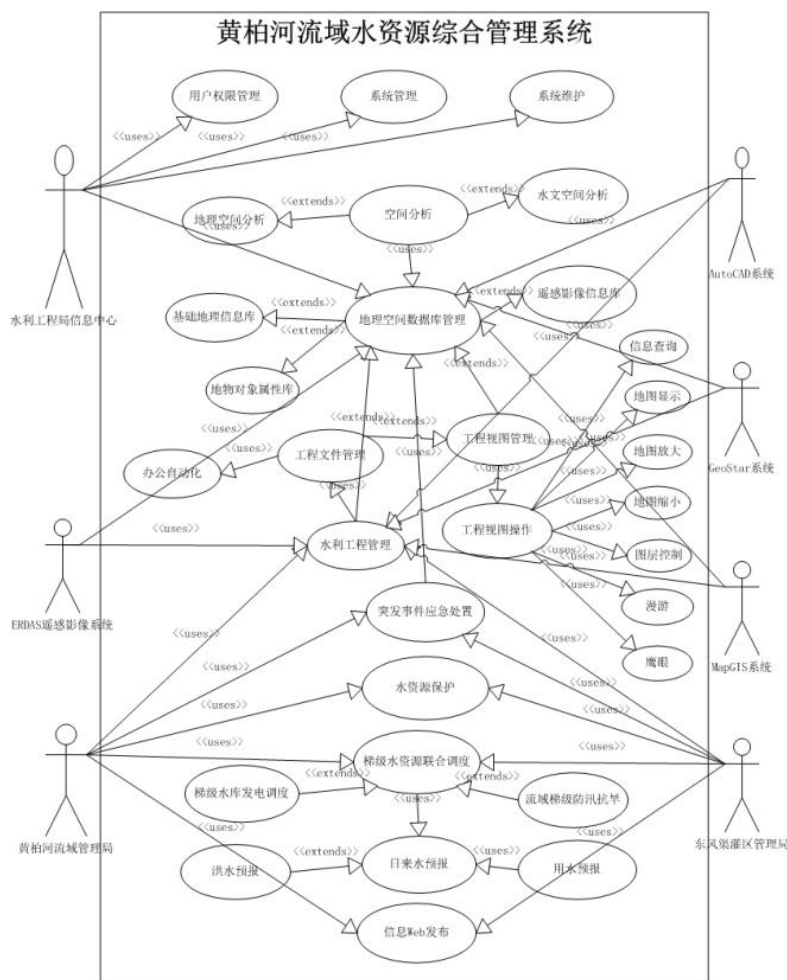


图 1 水资源综合管理系统 UML 用例建模

2 新系统总体目标与需求分析

2.1 新系统的总体目标

新系统的总体目标以旧系统的总体目标为基础，另增加了 3 个新目标：(1) 高精度 GPS、低空无人机遥感影像信息的处理与分析；(2) 流域与库区的空间信息智能化分析功能：如数字大坝地形模拟分析、河道空间叠合分析、河道的污染源的缓冲区分析等；(3) 实现与其他主要的测绘 GIS 系统无缝对接，主要是测绘制图软件 AutoCAD 平台、仿真平台 GeoStar CCGIS [8, 9] 和中地数码 MAPGIS 平台[10]、遥感影像处理系统 ENVI 和 ERDAS IMAGINE 等平台。

2.2 新系统的需求分析

应用软件工程学 UML（统一建模语言）用例建模技术，建立的新系统需求分析用例模型[3, 4]如图 1 所示，实现与其他测绘 GIS 系统、遥感系统的无缝对接。

2.3 新系统的总体结构

新系统的总体结构仍然分为用户浏览层、逻辑服务层、空间地理数据库层（B/S/S）三层结构[5]（文献[5]：WebGIS 应用体系结构），没有大变化。

3 新系统的优化改进措施

3.1 空间数据引擎和空间数据库的升级

原系统的 GeoDatabase 管理引擎应用 ArcSDE9.2 空间数据引擎来实现，升级为 ArcSDE10.8，是对关系数据库 RDBMS 的扩展和关系数据库集成管理的模式。

原系统的 GeoDatabase 地理数据库应用低版 SQLServer2000 来实现，升级为高版 SQLServer2020，是矢量数据、栅格数据、4D 数据及 TIN [6]（不规则三角网）数据模型的汇聚，如图 2 所示为系统的逻辑设计 GeoDatabase 空间数据库模型[7]。

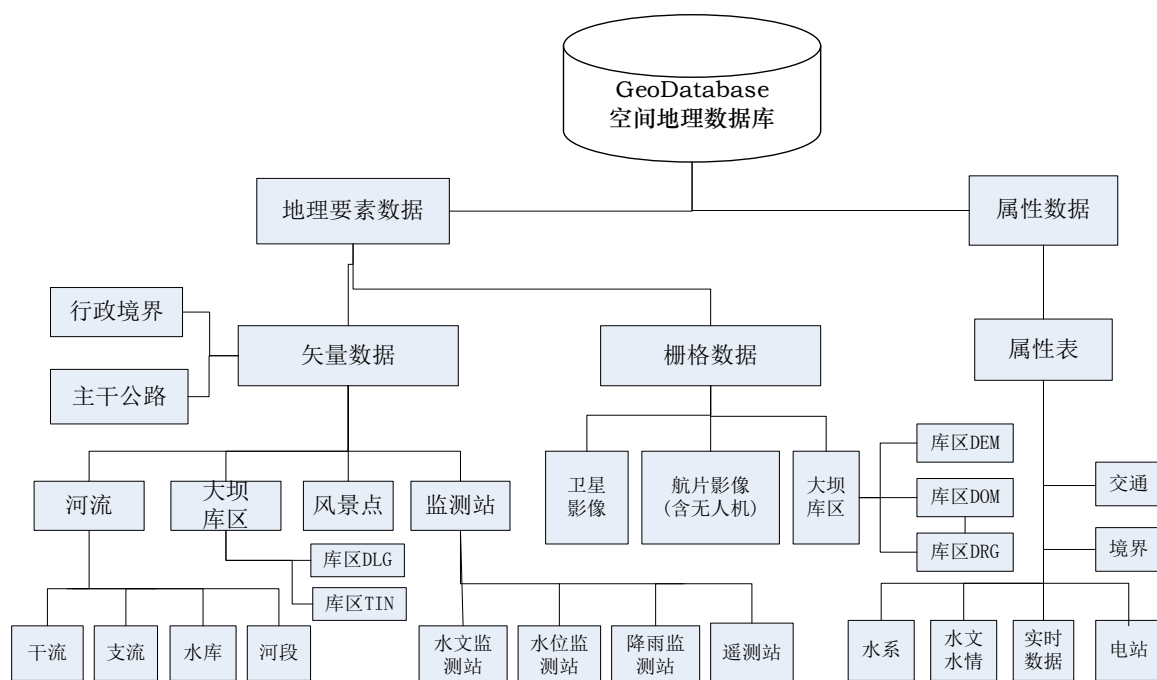


图 2 系统的逻辑设计 GeoDatabase 数据模型

3.2 空间要素集建库多样化

新系统空间要素集建库是以原系统空间要素集建库为基础，新增加了北斗高精度 GPS 实测矢量数据建库、无人机遥感栅格数据格式转换建库方法，以及从其他测绘系统导入的地理要素集建库，如下图 3 所示。

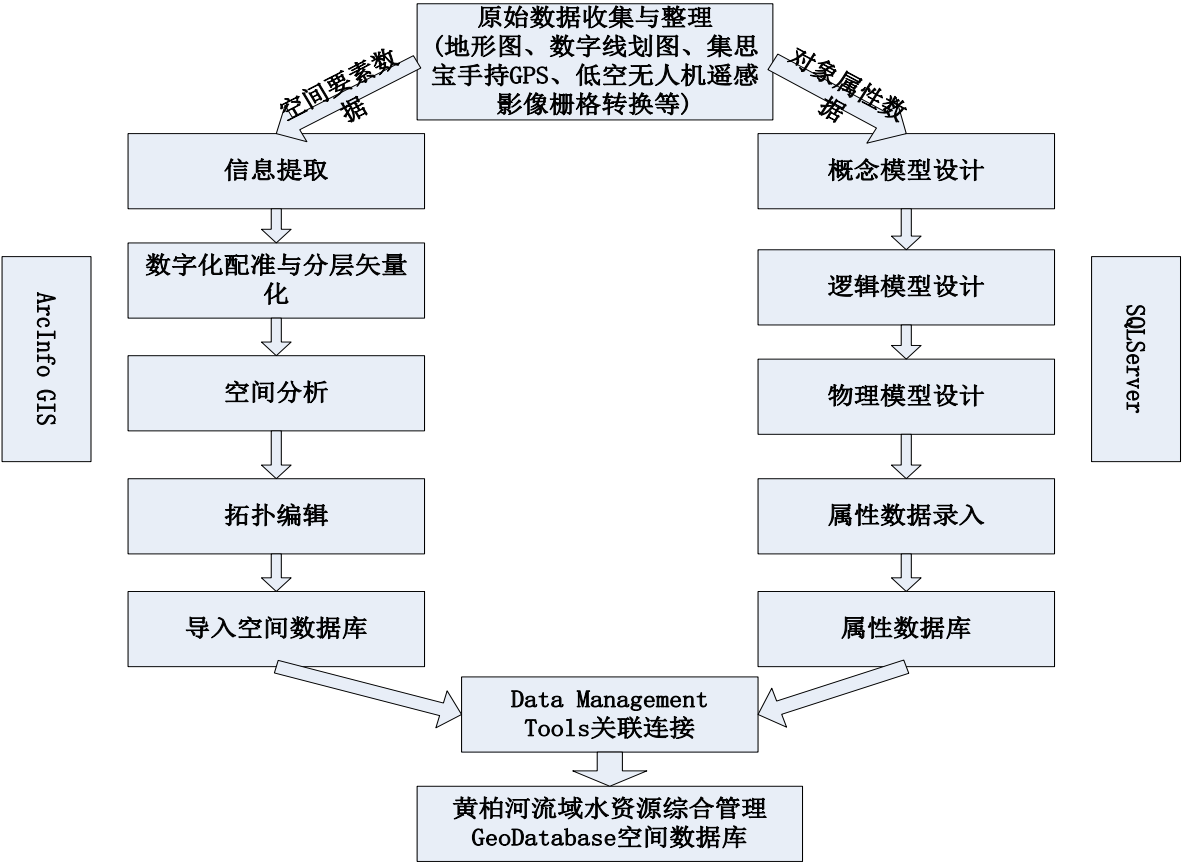


图 3 空间数据建库流程[7]

数字化配准：统一地图投影和空间坐标系，比如 UTM 墨卡托投影，WGS-84 坐标系。

建立大坝库区的 4D 数据，入库方法主要是在 Web 服务器上应用 ArcGIS Server、ArcCatalog 及 ArcToolbox 等直接访问 ArcSDE 完成入库及其浏览、编辑等功能。

3.3 属性数据集建库

新系统属性数据库建库方法，以原系统为基础，新增加了北斗卫星高精度 GPS 实测矢量数据属性建库、源于无人机遥感影像栅格数据转换矢量的属性建库。

3.4 空间要素数据集与属性数据集连接

由于空间要素数据库与业务属性数据库分开独立存储与管理，为方便业务属性库的扩展、以及空间库和属性库关系的维护升级，需要以松耦合方式进行关联连接，关联连接方法是[7]：在对应于空间要素数据的属性数据表中添加关键字段，字段内容为连接数据

的提示符，应用 ArcCatalog 的 ArcToolBox 中的 Data Management Tools-joins 工具，通过识别该字段来实现数据关联连接。

4 新 WebGIS 系统的平台体系结构

4.1 用 ArcGIS Server 替换 ArcIMS Spatial Server 的必要性

ArcServer 可替换 ArcIMS，前提是须配置高效服务器，同时实现很好的负载平衡。ArcIMS 适合高性能的地图数据发布，它只提供比较简单的 Viewer 操作功能，ArcGIS Server 可以实现所有 ArcEngine 可实现的功能，特别是高级的 GIS 空间分析功能。ArcServer 相比较 ArcIMS 的显著优势如下表 1 所示。

表 1 ArcServer 相比较 ArcIMS 的显著优势

比较类型	ArcIMS Spatial Server	ArcGIS Server
平台使用率	ArcGIS10.1 后被淘汰	ArcGIS Server 被越来越多的客户应用
数据格式支持	支持 Shape 格式、通用影像格式	支持 Shape 和通用影像格式、GeoDatabase、ERDAS、ENVI 和 GeoTiff、小波影像压缩等文件格式（即无缝连接功能）
地图服务制作	不能直接浏览，只能通过网页打开	可直接浏览，也可在 ArGIS cServer 网页中打开
地图服务类型	主要是 Image 影像服务	栅格与矢量图、地理编码、几何拓扑、地理处理、检索搜索等各项服务
地图服务移植	需修改移植符号系统、配置文件的物理地址、URL 等	地图数据与 MXD 文件保持同源后可直接移植
数据缓存机制	Feature 缓冲地图特征数据	紧凑型存储缓存的切片格式：bundle 和 bundlx 索引文件
网络分析功能	最短路径分析、路径追踪分析	最短路径与服务区域、最近设施查询、成本邻接矩阵、车辆路径分析与选址优化
服务稳定性	经常无故不能开启	只要启动后即不会无故停止
应用 AI 化	专题数据统计、半径搜索、最短路径分析等功能弱	具备云端 GIS、大数据智能分析等 GP 建模分析功能
三维功能	无	ArcGIS Server 3D 扩展功能

4.2 新 WebGIS 系统的平台体系结构

新系统平台体系结构相比较原系统体系结构，变化之处主要是空间数据库新增加的高精度 GPS、无人机等实测数据和 4D 空间数据的入库管理的差异；业务逻辑处理层的 ArcIMS 被 ArcServer 替换；新增 Web 应用层空间分析功能模块，如下图 4 所示。

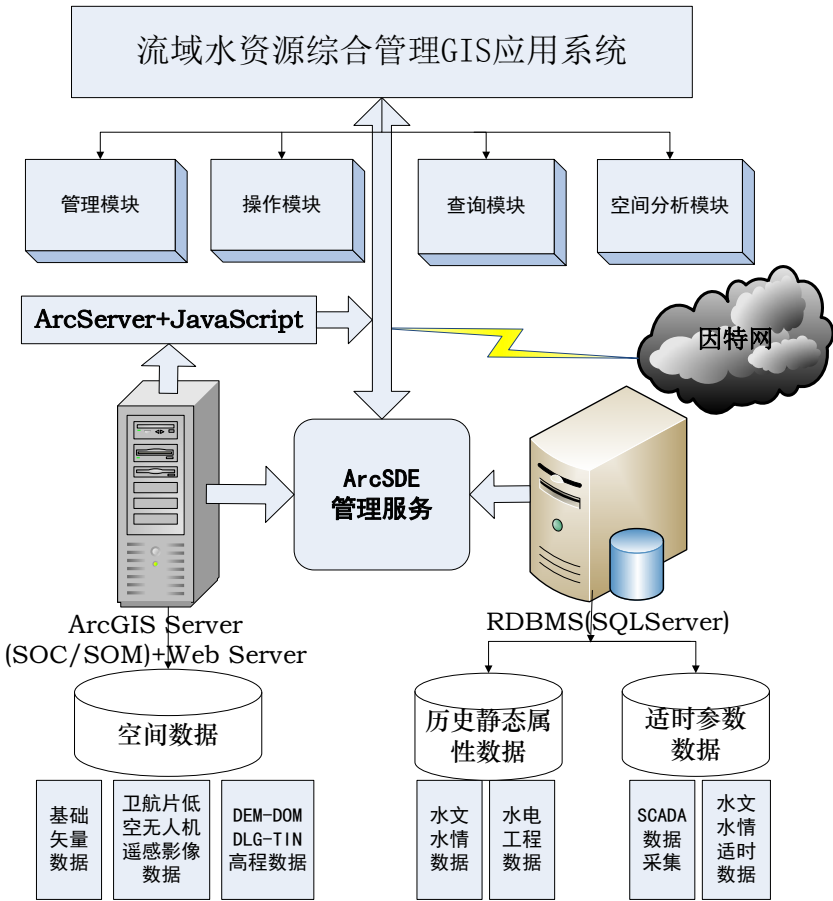


图 4 WebGIS 系统结构图

5 新系统增加的主要功能

新系统保留了原系统的如下功能：文件管理（如工程视图、空间数据库管理）、信息查询、空间分析（如最短路径、面积、体积和挖方计算）、水文空间分析（如计算河道断面几何特征、洪水演进仿真[9]），另新增加的 3 个功能。

1) 无人机遥感影像信息处理、分析、地图更新、

发布等功能，是通过 Web 服务器上无缝对接的遥感图像处理软件 ENVI Services Engine [11] 下的 SARscape 雷达数据处理技术来实现[12]，即 SARscape 格式的数据可直接在 ArcGIS Server 平台上使用，如图 5 所示，应用于河道山体 DEM 提取、库区地表覆盖、河道水质变化、流域生态环境动态监测等，如图 6-7 所示。

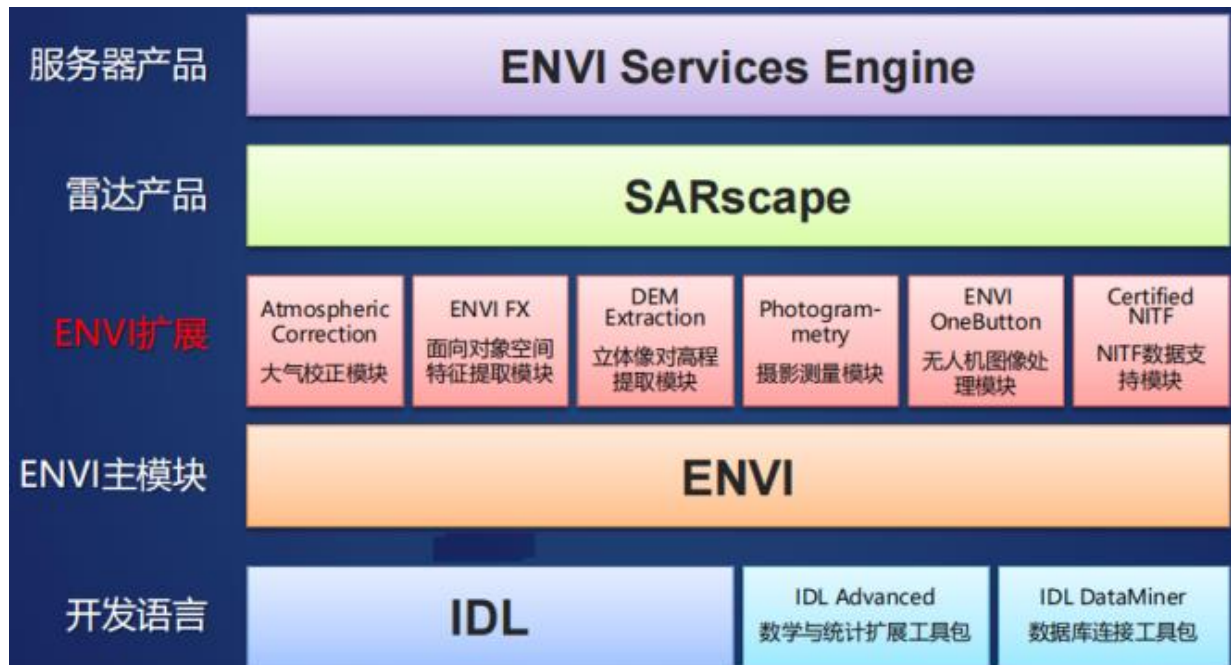


图 5 SARscape 无人机遥感影像处理

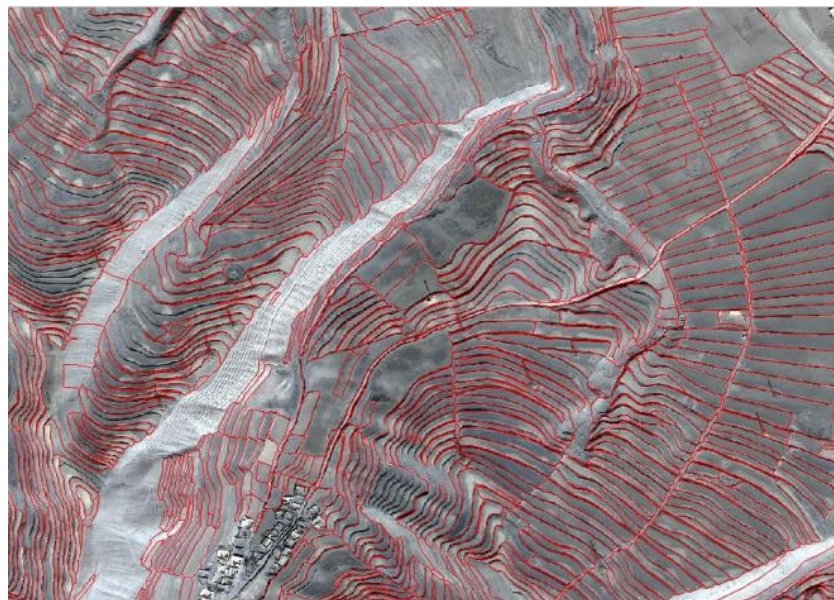


图 6 基于遥感影像的河道山体 DLG 信息提取

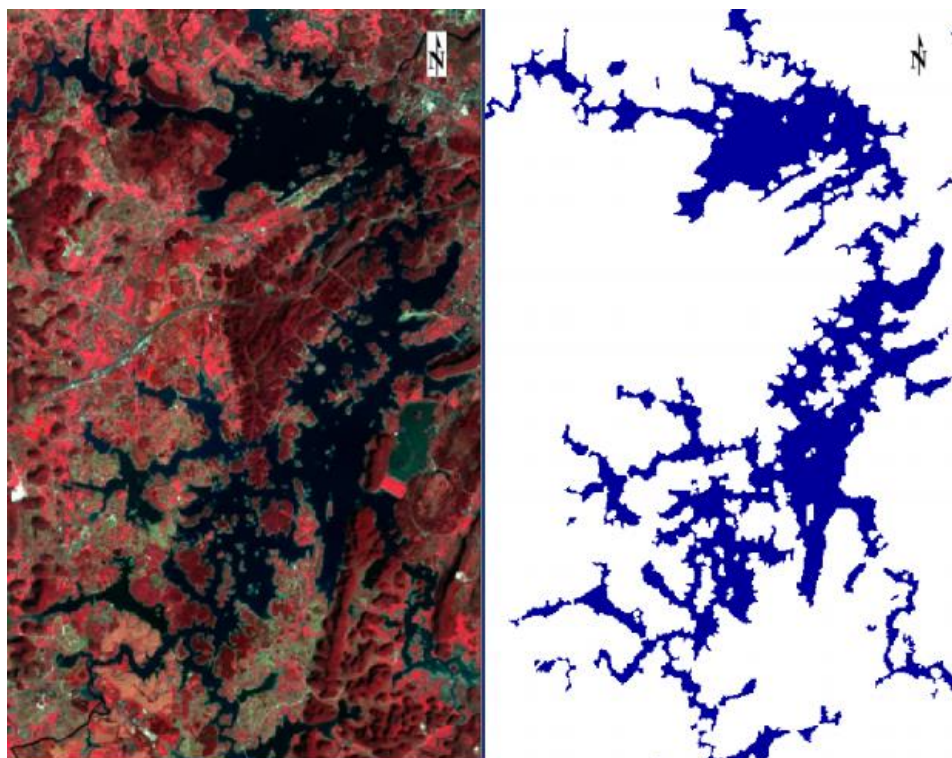


图7 基于多光谱 Landsat 水体信息提取

2) 流域内与库区大坝的空间信息大数据 GP 建模分析和 ArcHydroTool 水利数据建模等功能[13, 14], 完善了水资源应用管理中的核心功能, 如基于 DEM 的分水岭描述、网络生成、基于属性字段的追踪等。

3) 新系统 Web 服务器对 4D 空间数据的管理功能主要是基于 SOA 空间数据管理网络模型来实现[15], 4D 空间数据的编辑功能则通过 ArcServer、ArcSDE 及无缝对接的国产 GeoStar、MapGIS 系统服务来实现。

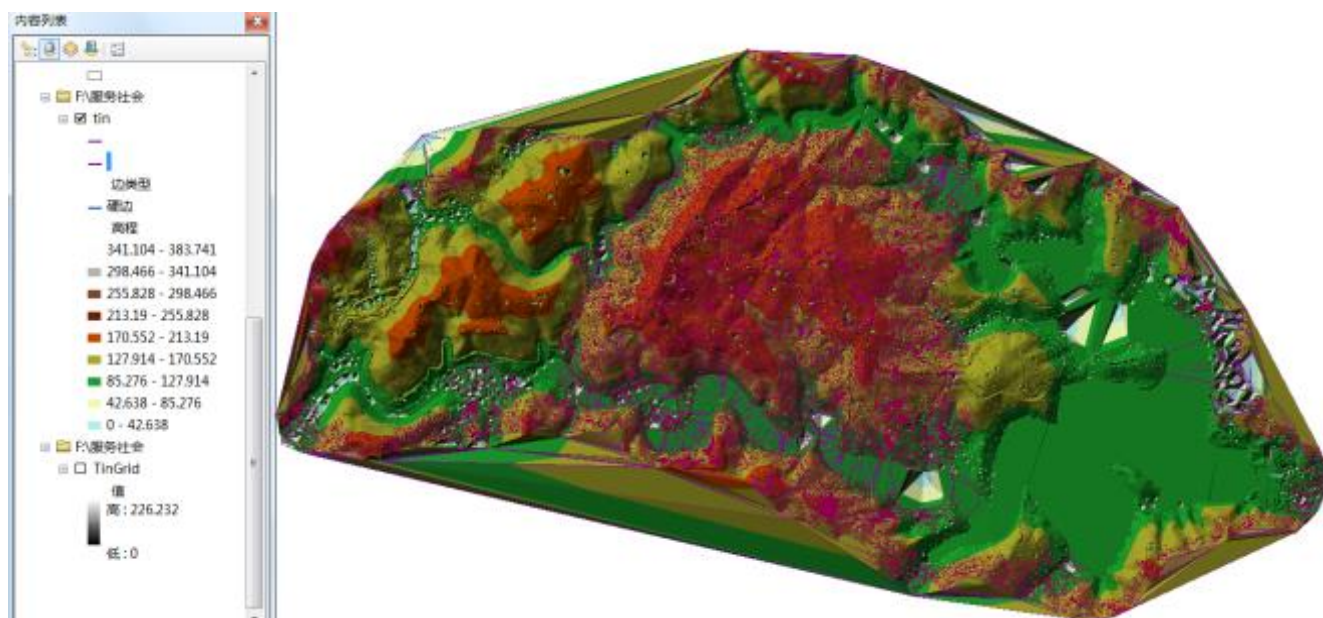


图8 ArcGIS Server 环境下生成、编辑、管理大坝库区的 DEM 与 TIN 高程模型

6 结束语

文中鉴于 ArcIMS 与 ArcGIS Server 相比较存在诸多的弊端，以及原系统的空间分析智能化功能弱、数据格式支持类型少等诸多因素，研究了对原有水资源综合管理 WebGIS 系统的改进与优化：系统保留了原有的 ArcSDE 空间数据引擎和 SQL Server 关系数据库统一管理空间数据和属性数据的模式；对数据库服务器与业务逻辑处理的软件版本都进行了升级更新；主要是对地图服务软件配置进行了更新替换，放弃了原有 ArcIMS 地图网络发布技术，应用了功能更强大、技术更先进的 ArcGIS Server 技术，完成了新系统与其他测绘系统、GIS 系统及遥感软件系统的无缝对接；实现了黄柏河流域水资源综合管理系统的换代与升级，新系统平台技术先进，对黄柏河水资源的综合利用与管理、流域内的生态环境保护、自然灾害与污染治理等有着重要的意义。

参考文献

[1] 黄悦华, 冯德鸿等, 数字黄柏河流域水资源 GIS 平台设计及其实现 [J], 系统仿真技术及其应用, 中国科学技术大学出版社, 第 12 卷: 488-491.

[2] 段延松, 数字摄影测量 4D 生产综合实习教程[M], 武汉大学出版社, 2014 年 8 月: P53; P79; P107; P135.

[3] 朱三元, 千乐秋, 宿为民, 软件工程技术概论 [M], 科学出版社, 2003 年 1 月, P54-58.

[4] 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], 科学出版社, 2003 年 7 月, P158-159.

[5] 赵勇胜, 林学钰, 环境及水资源系统中的 GIS 技术[M], 高等教育出版社, 2006 年 12 月, P28-34.

[6] 黄杏元, 马劲松, 地理信息系统概论 (第三版) [M], 高等教育出版社, 2008 年 4 月, P141-142; P147-148; P219-220.

[7] 冯德鸿, 邓小炼, 刘勇, 数字坝区综合管网 GIS 空间数据库的设计与实现 [J], 2013 云计算与信息技术应用学术会

议, 2014-4-28: 55-59.

[8] 向浩, 喻鸣, 刘波, 基于 CCGIS 三维城市模型数据生产 [J], 地理空间信息, 2009, 7(2): 42-44.

[9] 冯德鸿, 雷邦军, 孙水发, 黄悦华, GIS 仿真技术应用研究 [J], 计算机仿真, 2012, 29(2): 291-296, 399.

[10] 康承旭, 汪新庆等, 云平台下 MapGIS 图件在 ArcGIS 中还原显示技术研究 [J], 测绘科学技术学报, 2015, 32(5): 539-544.

[11] 赵素雯, ENVI 技术在水利遥感中的应用实践 [M], 2018 年第 16 届 ESRI 中国用户大会, 2018 年 10 月: P5.

[12] 徐恩惠, SARscape 雷达图像处理方法与实践 [M], 2023 地理信息技术创新大会, ENVI 遥感技术与应用平行论坛分会, 2023 年 10 月.

[13] 张方利, 周启鸣, 地形分析在流域水文建模中的应用进展 [J], 地理与地理信息科学, 2017, 33(4): 8-15.

[14] 晏王波, 朱晨曦, 戴煜暄, 基于 DEM 及高分影像的河口流域信息快速提取 [J], 地理空间信息, 2019, 17(6): 93-97.

[15] 刘磊, 田茂义等, 基于 SOA 的空间数据网格应用研究 [J], 测绘科学, 2008, 33(5): 220-221, 224.

作者简介

冯德鸿
1969 年生, 副教授. 研究方向为主要从事遥感影像分析、GIS 应用开发与系统建模、优化、仿真等研究.
E-mail: ctguf@sina.com

蔡宜洲
1968 年生, 副教授. 主要研究方向沥青混凝土力学性能及应用、水利水电工程施工技术、河道生态治理及鱼类过坝技术研究.
E-mail: 415072122@qq.com