

文章编号: 1006-6616 (2012) 03-0296-10

# 地质调查遥感数据服务系统设计与实现

王文志, 白云鹏, 王 磊, 高振宇, 杨 治

(中国科学院电子学研究所, 北京 100190)

**摘 要:** 地质调查中的遥感影像及地理空间信息数据量大, 种类繁多, 基于 MapGuide 平台建立的地质调查遥感数据服务系统, 面向野外地质调查人员与管理 人员, 可实现海量基础遥感影像数据、专题产品数据以及相关矢量和高程等数据的 存储、发布、下载和综合管理等功能。系统在相关野外地质调查单位示范应用, 取 得了良好效果。

**关键词:** 地质调查; 数据存储; 数据查询; MapGuide

**中图分类号:** P627; TP393

**文献标识码:** A

## 0 引言

遥感作为一种先进的技术方法, 现已广泛应用到地质研究和地质填图工作中<sup>[1-4]</sup>。随着地理信息技术、航天技术和传感器技术的迅速发展, 遥感数据的空间和时间分辨率都有了很大的提高, 所获得的遥感及相关专题产品的数据也以前所未有的速度增加。如何有效管理和利用海量的遥感影像和专题产品等数据并使之更好地为野外地质调查作业服务具有重要的意义。

网络和数据库技术的迅猛发展使野外地质调查工作信息化、网络化渐成趋势, 也为遥感数据的存储、显示、管理和发布带来了新的发展思路和技术手段。遥感数据具有时间特征明显、更新速度快的特点, 用户希望在互联网上能够准确实时地获取所需要的最新数据信息, 并将数据快速下载到本地计算机上。由此可见, 一方面要实现海量遥感数据的有效管理和存储, 另一方面要实现海量遥感数据的实时发布和下载。

WebGIS 是在互联网上利用浏览器直接进行地图数据表达、查询、分析以及制图的新技术。与传统的 GIS 相比, WebGIS 具有访问范围广、操作简单、可扩展性强、跨平台等优势。基于 MapGuide 的遥感数据查询与显示系统使用户能够快速地从大量影像数据中找到所需的目标数据, 并支持下载影像数据到本地, 方便用户对影像数据进行分析或者生成新的数据产品。相比其他 WebGIS, MapGuide 具有开源免费、跨平台性能好、开发接口丰富、参考资料丰富等优点<sup>[5]</sup>。

本文开发的基于 MapGuide 平台的地质调查遥感数据服务系统面向野外调查作业人员与项目管理人员, 可实现遥感及相关专题产品的基础影像、矢量和高程等数据的综合查询、显示和下载。

收稿日期: 2012-04-02

基金项目: 国家发改委高技术产业化示范工程项目“基于我国卫星的野外地质调查应用高技术产业化示范工程”; 中国地质调查局矿产资源评价专项“野外地质矿产调查服务与管理信息系统研建与应用”(1212011120215)

作者简介: 王文志 (1988-), 男, 硕士, 研究助理员, 主要从事图形学和图像学的研究与应用。

# 1 系统设计

## 1.1 设计思路

地质调查遥感数据服务系统可实现数据集中存储，即建立一个数据中心，并基于 Internet 网络进行查询。在中国国土资源航空物探遥感中心建立遥感数据存储中心，各业务中心（中国地质调查局西安地质调查中心、中国地质科学院地质力学研究所等）通过 Internet 查询并申请所需的数据，利用中国地质调查局的专线网络或者其他方式将数据发送到野外工作站。

为保证系统的复用能力最大化，降低未来系统扩充时可能带来的影响，数据服务系统的核心功能部件按照层次化、组件化原则进行设计。完成对基础数据时空编码的前期处理后，在地理空间数据承载与显示平台框架下对载入平台的数据实行一体化的组织管理和展示。系统同时提供有关数据查询、浏览、权限认证等功能，利用浏览器数据查询主页，输入相关的查询检索条件，查询所需要的基础影像数据和其他专题产品数据，查询结果以列表显示，并且描述数据的基本属性。根据查询到的结果，申请需要下载的数据。

系统架构在开放、安全的应用支撑结构上，易于扩展。通过开发或购买相应的适配器接口，即可整合现有的业务系统、扩建系统、集成第三方应用，具有良好的可扩充性。地质调查遥感数据服务系统架构划分为基础设施层、数据资源层、平台基础层、系统应用层和用户层 5 个层次（见图 1）。

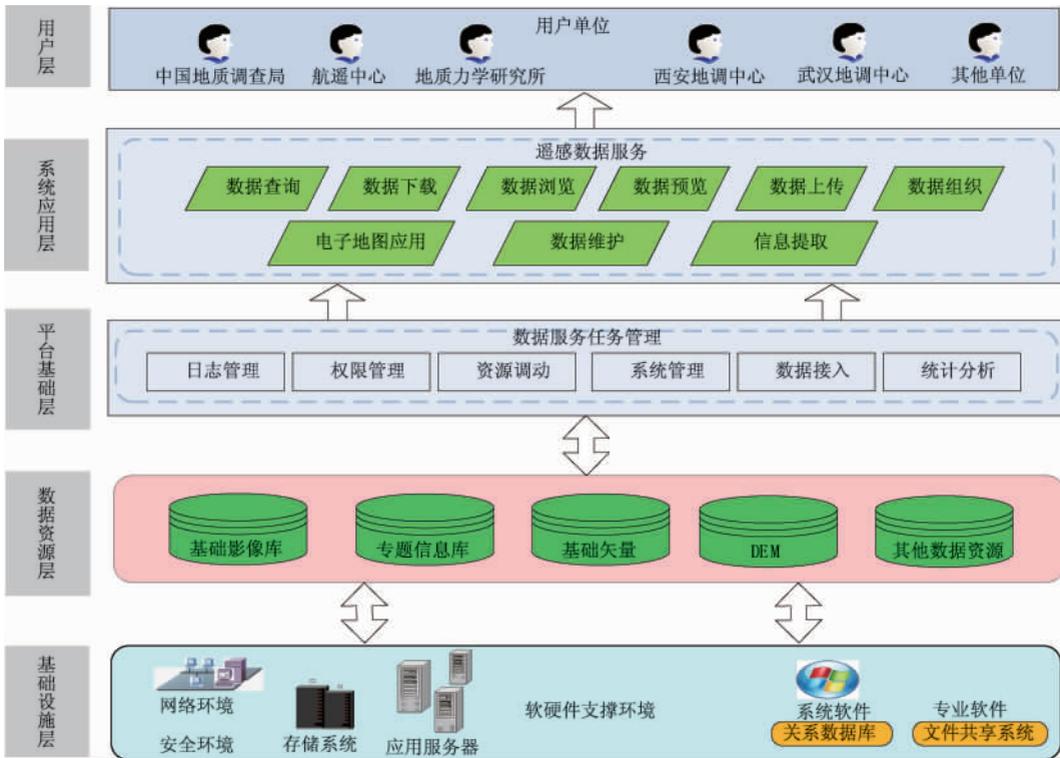


图 1 地质调查遥感数据服务系统架构图

Fig. 1 System framework for remote sensing data service in geological survey

## 1.2 数据存储与综合管理设计

地质调查遥感数据服务系统管理的数据具有海量、复杂的特点。一方面,需要处理和上传的遥感影像及地理空间信息数据量庞大;另一方面,管理的数据种类繁多,涉及影像数据、栅格数据、矢量数据、关系型数据等。数据不仅需要建立空间关系上的统一索引,还需要保持时间关系上的一致性,满足海量遥感数据的存储和大量数据批处理的要求。本文在系统数据存储与管理的设计中采取了以下方式:

① 合理选择数据存储方式 系统的数据从存储方式上可划分为文件存储和数据库存储。通过对各类数据结构和特征的分析,合理选择存储方式,将有助于提高数据的读取和使用效率。同时,通过对元数据的自动提取与管理、数据的智能分类,完成对不同存储类型数据的统一描述,提供统一的数据结构和业务规则,并实现简单高效的查找定位机制和对比评估标准,屏蔽了不同存储方式对数据获取和使用产生的差异。

② 统一规划存储管理中心 存储管理中心完成整个系统的数据库管理和文件存储管理。通过规划数据存储管理中心,将文件管理(如生命周期管理、空间策略管理等)和数据库管理(如空间数据管理、元数据管理、数据字典管理等)的相关功能封装起来,屏蔽数据存储的具体形式和各类数据读写与管理的功能细节,以服务的方式对外提供访问,实现各类信息处理和应用数据分析的统一传输、注册、存储、检索、维护与分析等功能。

③ 根据文件的时空等属性进行目录分类管理 对于以文件形态存储的数据,通过对其数据源、数据分层、产品归属、时间信息、空间信息、数据精度等时空属性以及其他属性的整理,以科学、合理、高效的方式完成文件目录的划分和数据的分类管理,并对外提供目录检索功能。同时,根据数据空间管理策略的配置信息和数据文件的属性信息,完成目录空间的管理功能。

### 1.2.1 遥感空间数据特征

遥感空间数据资源具有来源丰富、分布广泛、数据量大、类型多样等特点。主要特征包括:①格式多样,类型各异;②分辨率不同,空间尺度不同;③数据获取多时相,能够反映不同时刻地球表面的状态;④数据增长速度快,遥感空间数据存储呈现海量增长。

### 1.2.2 遥感影像数据存储策略

存储就是根据科学数据资源的不同应用环境,通过采取合理、安全、有效的方式将数据保存到某些介质上,并保证有效地访问<sup>[6]</sup>。既要考虑数据临时或长久驻留的物理媒介,又要考虑数据完整安全存放的方式或行为。遥感空间数据存储方面,通过格式转换使用GeoTiff等通用的栅格数据交换和存储格式,通过栅格分块存取、影像金字塔分级、压缩传输等技术手段实现海量遥感空间数据的快速存取和管理应用<sup>[7]</sup>。系统设计的遥感空间数据库包括:基础遥感影像库、专题产品信息库、基础矢量库、DEM数据库和其他资源数据库,采用关系数据库和文件系统相结合的方式存储管理。

### 1.2.3 遥感影像数据共享实现

实现数据的共享存储和访问,需要定义存储的遥感影像的元数据。元数据是关于数据的数据,描述数据对象的各种属性及相关关系等内容,主要用于计算机系统之间共享数据时对数据进行说明,实现不同系统对同一数据处理的一致性<sup>[8]</sup>。应用节点数据实体与元数据的存储,由于数据实体和元数据相关联,所以能够为用户提供多种形式的数据服务,包括影像数据的查询检索、综合显示、订阅下载等。

### 1.3 MapGuide 电子地图

当前的 WebGIS 产品很多, 如 MapInfo 公司的 MapXtreme、ESRI 公司的 ArcIMS、InterGraph 公司的 WebMap、超图公司的 SuperMap IS、武汉吉奥公司的 GeoSurf、武汉中地公司的 MapWEB、北京朝夕公司的 MapEngine 等等。Autodesk 公司的 MapGuide 具有支持多种格式、数据管理能力强大、采用智能化数据处理、支持多源数据统一表现等优点, 因而, 本系统选用了 MapGuide 作为系统的 WebGIS 平台。

MapGuide 主要由 MapGuide Server、MapGuide Studio、MapGuide Web Server Extensions 和 MapGuide Viewer 等 4 部分组成。MapGuide Server 作为服务器运行在服务层, 通过中间件技术访问分析服务器上的数据以响应客户端请求; MapGuide Studio 用于数据的组织, 除去编写代码外的所有最终发布的效果均可以在此实现; MapGuide Web Server Extensions 提供网络应用程序开发接口, 实现客户层与服务层交互。MapGuide Viewer 提供可以运行于多种浏览器的浏览方式。

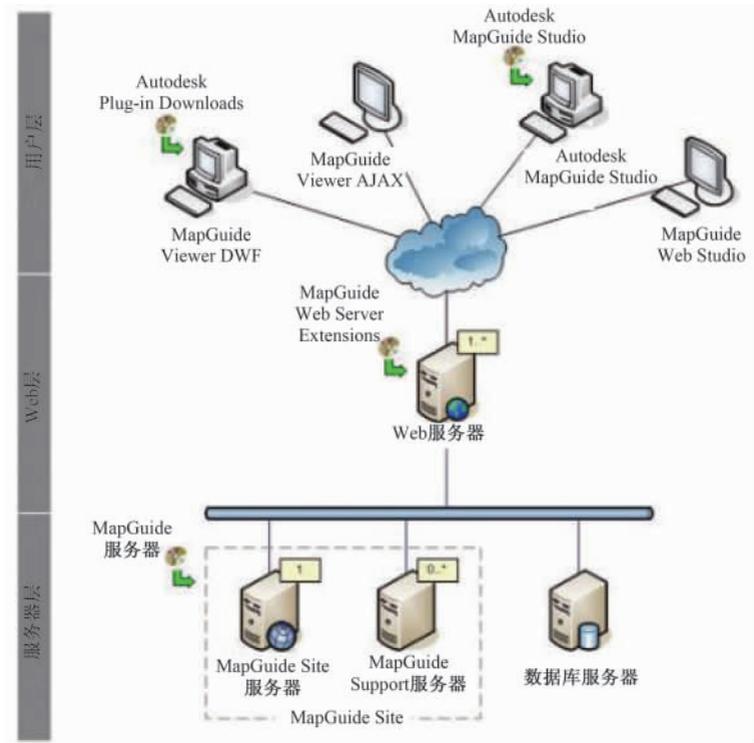


图2 MapGuide 的构成<sup>[9]</sup>

Fig. 2 Component of MapGuide system

### 1.4 数据流程设计

系统按数据上传→数据查询与显示→数据下载的流程进行设计 (见图3), 包括基础遥感影像、专题产品数据和矢量数据等的整理和准备; 遥感数据上传与预处理 (遥感影像快视图的生成、元信息提取、栅格影像格式转换等); 数据入库存储 (数据编目处理、质量检验等); 数据综合查询和显示; 数据订阅和下载。

遥感数据上传在客户端选择相应的数据, 经过数据信息解析, 根据数据的不同, 相应上传到遥感影像服务器或者地图服务器, 同时将数据附带的信息传入 Oracle 数据库服务器, 便于以后数据的检索。

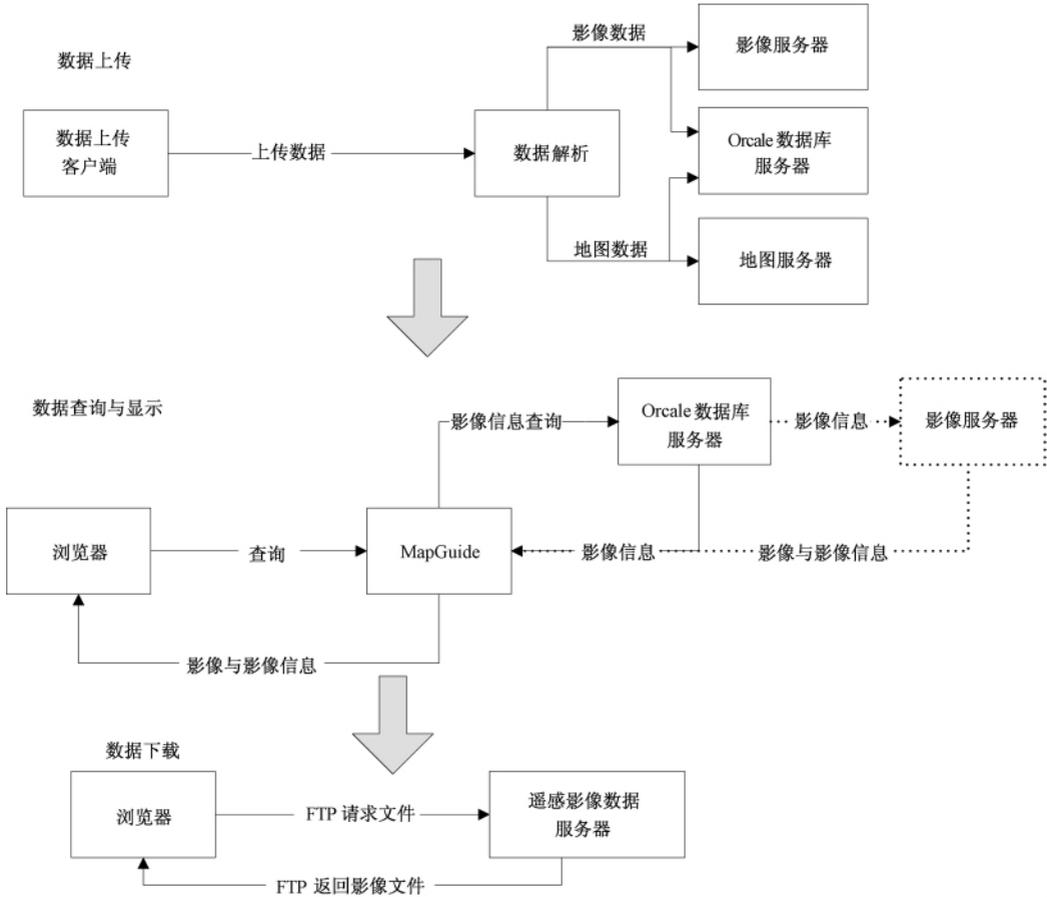


图3 地质调查遥感数据服务系统数据流程图

Fig. 3 Data flow of the remote sensing data service system for geological survey

查询与显示的数据流程从浏览器端开始，在浏览器端输入查询条件，浏览器将查询信息发送到 MapGuide 进行解析，并按照需求发送查询指令到 Oracle 数据库进行影像信息数据的查询，然后根据查询到的结果检索出相应的影像信息，并将结果返回给浏览器。在此流程中，如果浏览器只是进行遥感影像数据查询，而不需要返回遥感影像进行地图叠加显示，则数据查询与显示流程中将不再进行执行遥感影像获取流程，即流程中的虚线框部分将不执行。

数据查询流程完成后可以执行数据下载流程。此时浏览器中已经有了遥感数据的地址，只需依据 FTP 协议从遥感影像数据服务器下载影像即可，即浏览器发送文件请求信息，服务器响应，然后发送相应的文件到指定的客户端。

### 1.5 软件运行环境

主要的软件配置环境包括：操作系统（Windows XP SP3 以上操作系统）；数据库软件（Oracle 10g 数据库管理系统）；应用软件支撑环境（.Net Framework 4.0；Map Guide Open Source 2.1；Java JDK；Apache (Tomcat)；Ftp 服务器软件）。

## 2 系统实现

系统目前开发完成了遥感数据服务中心版、专业应用中心/大区中心版 2 个版本。遥感

数据服务中心版的功能结构如图 4 所示。

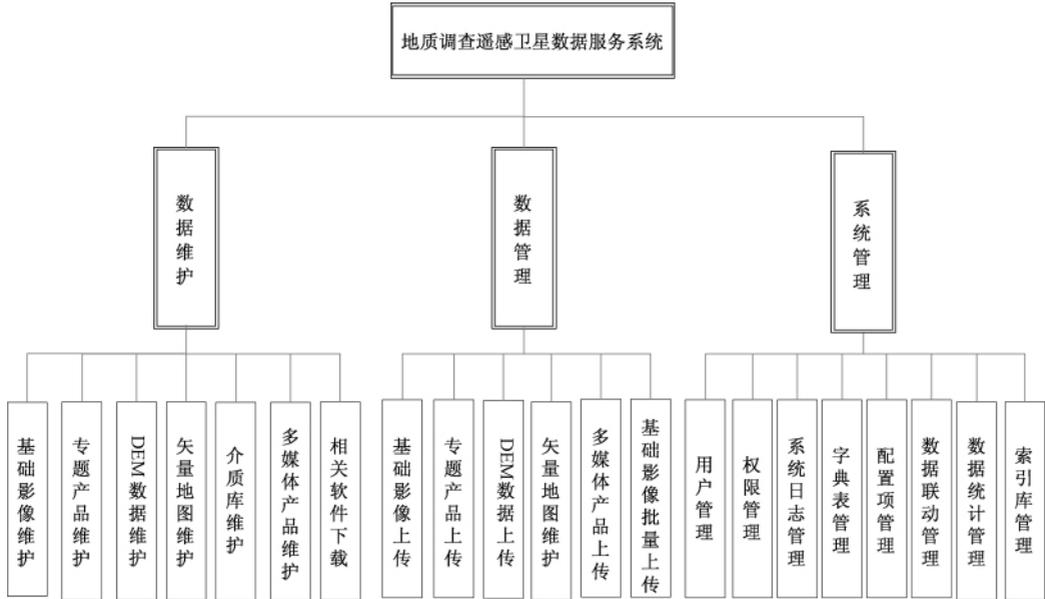


图 4 地质调查遥感数据服务系统功能结构图——遥感数据服务中心版

Fig. 4 Functions of the remote sensing data service system for geological survey:

Remote sensing data service center edition

系统采用“数据库 + 文件系统”的设计方案，即与基础数据相关的元数据存储于商用数据库系统中，利用第三方数据库系统提供的平台、工具、开发包对基础数据的编目信息进行管理；而基础数据信息则存储在文件系统中，利用第三方的文件系统实现对海量基础数据的高速访问和全生命周期管理。遥感数据服务系统组成如图 5 所示。

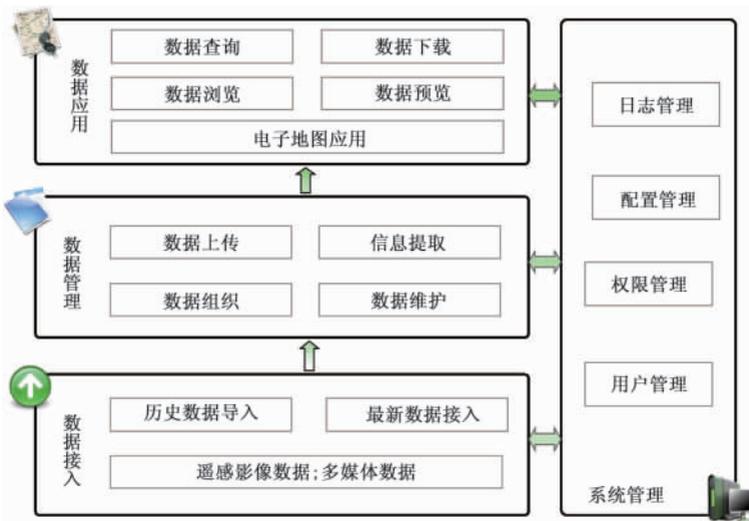


图 5 遥感数据服务系统组成图

Fig. 5 Components of the remote sensing data service system

## 2.1 数据查询检索

遥感卫星数据查询集成全文检索功能, 可以方便地实现数据库检索难以实现的检索, 如查询短语的分词、搜索结果的高亮、搜索结果的相关度排序等。

在数据服务中还集成了电子地图的功能。电子地图是 WebGIS 的重要组成部分<sup>[10-11]</sup>, 是空间信息可视化的主要形式, 以简洁、高效、灵活的方式承载、传递丰富的空间信息。电子地图引擎采用开源的 MapGuide, 以切片方式进行数据发布, 支持多类型、多尺度地理空间数据的在线服务。具体的运行界面见图 6。

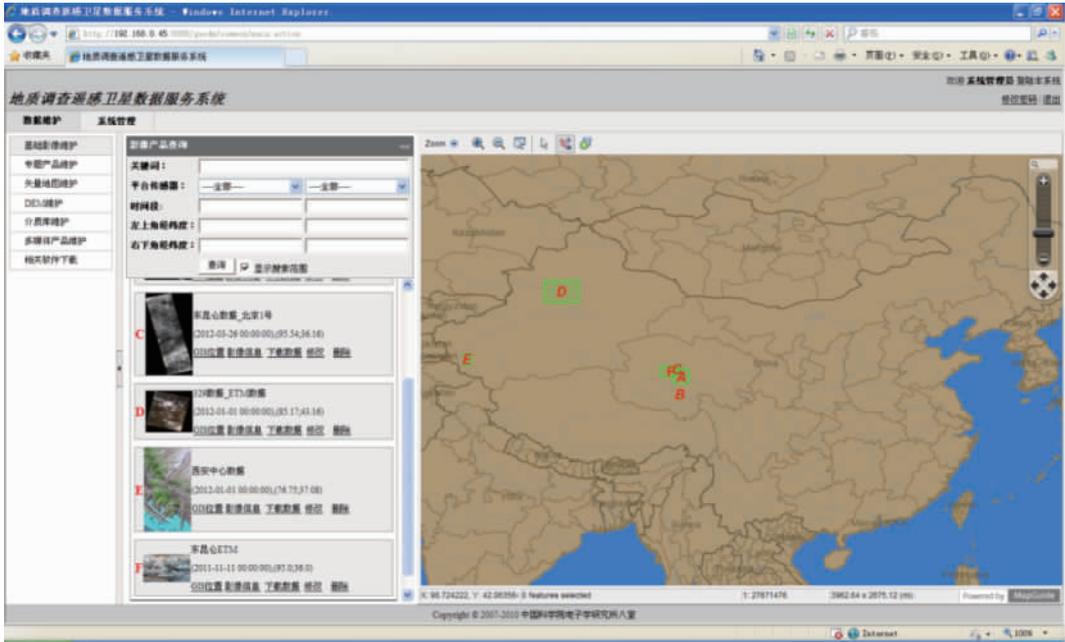


图 6 地质调查遥感数据服务系统主界面——遥感数据服务中心版

Fig. 6 The main interface of the remote sensing data service system for geological survey: Remote sensing data service center edition

## 2.2 影像信息提取

影像信息提取包括文件名信息的提取和文件属性的提取。

① 文件名信息的提取 文件名或路径名一般包含一定的信息, 对于包含卫星名称和传感器类型的文件名/路径名, 提取其信息作为元数据, 减少用户的输入量。

② 文件属性的提取 对于包含信息文件的产品, 尽量从信息文件解析, 这样比解析图像文件要快得多; 对于不包含信息文件的产品, 直接解析图像文件, 包括图像基本信息和地理信息。

## 2.3 数据高效自动导入

数据上传是一项艰苦琐碎的工作, 如果没有强大方便的软件支持, 完成难度很大; 但同时, 数据的上传和积累又是决定一个数据系统成败的关键因素, 必不可少。本系统通过软件支持历史数据自动化批量入库和最新数据自动化入库, 结合信息的自动提取和预览图的自动生成等技术, 再经人工审核和数据完善, 保证数据能够高效入库。

数据导入过程的步骤如下: ①用户将历史数据或最新的数据按类别放入临时目录, 临时目录可以是磁盘阵列中的某个区域; ②后台程序在某个空闲时段自动启动, 启动入库的过

程；③数据自动上传后，数据管理员在工作时间审查数据属性，并完善其数据；④数据自动上传后，可以用于客户端的查询、检索和下载。

数据自动入库流程（见图 7）为：①在临时目录中扫描文件，一旦发现符合条件的文件，则启动数据入库程序；②进行数据格式分析，包括文件名分析，产品目录分析等；③根据不同的数据格式，分配给不同的数据适配器进行处理；④自动从文件名、数据文件本身提取入库需要的属性信息；⑤自动生成预览图文件；⑥数据属性进入数据库；⑦数据文件上传到磁盘阵列中指定的位置，并删除临时目录中原有的文件；⑧持续扫描临时目录，发现文件后循环处理。

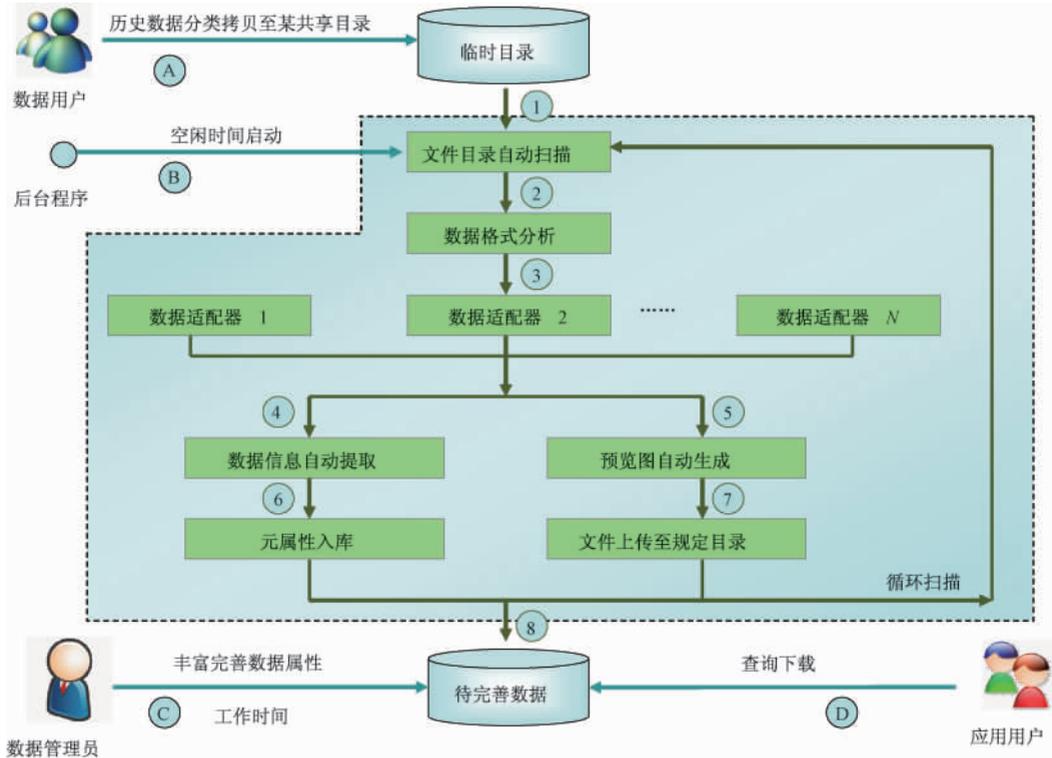


图 7 数据自动入库流程图

Fig. 7 Flowchart of automatical data storage

### 2.4 日志管理

为了保证所有的操作都有可追溯性，系统将对综合数据库的新增记录、编辑记录、删除记录、下载数据等重要操作进行记录，并管理记录的日志信息，供以后查询、审计。系统可提供的具体功能包括：①用户管理操作日志记录；②用户对综合数据库进行的数据记录增加、删除、修改以及数据下载等重要操作的日志记录；③数据库导出/导入、备份与恢复等操作的日志记录；④对日志记录的查询、查看、删除和导出等日志管理。

### 2.5 权限管理

系统用户包括系统的使用者和管理者，因此必须对系统用户进行分类管理，并授予相应的访问权限，从而实现系统操作安全。用户权限管理是系统的基础功能，合理的用户划分和权限设置对系统的使用和维护都具有重要的作用。本系统的权限管理采用国际标准 RBAC（基于角色的访问控制）授权验证模型，用户与权限设置见表 1。

表 1 用户与权限功能描述

Table 1 Functional description of user permission

功能	功能描述
用户管理	添加新用户、删除用户、修改用户注册信息等
角色管理	增加、删除综合数据库用户角色功能，并能够为用户分配相应角色
权限管理	为数据库用户角色分配数据库、数据库表、数据使用权限（数据库使用权限指角色使用数据库表的权限；数据库表使用权限指对数据库表进行添加、修改、删除、查询等权限；数据使用权限指角色对综合数据库存储的数据的特定使用权限）
密码管理	修改用户密码、重新分配角色和权限等用户信息

### 3 应用效果

系统针对海量地质调查遥感数据的特点，建立了地质调查遥感数据服务系统，为用户提供了强大的地质调查遥感数据存储、管理、发布、查询、显示和下载等功能，改变了简单的数据快照和网上订购的查询、获取方式，显著地提高了海量地质调查数据资源的利用方式。

原型系统首先在中国国土资源航空物探遥感中心部署和试运行，随后相继在中国地质科学院地质力学研究所、中国地质调查局西安地质调查中心和中国地质调查局武汉地质调查中心部署，并进行系统联调和培训。近一年多的时间，根据用户的要求不断完善、优化，在应用中取得了一定的效益。

但是由于时间和客观条件的限制，本系统还有一些功能不够完善，如：空间数据分析功能较弱，分析手段比较单一，不能满足未来复杂工作任务的需要；数据的安全性问题需要进一步研究；空间数据库的组织和管理能力还有待进一步提高，包括空间索引算法、存储策略等，需要在今后进一步改进、完善。

### 4 结论

地质调查遥感数据服务系统的主要目标是建立遥感数据存储与服务系统，为野外地质调查人员与管理人员提供基础遥感影像数据、专题产品信息数据等基础影像、矢量和高程等数据的综合查询、显示和下载等服务。同时，基于系统的数据组织和数据管理，提供系统维护等功能。

系统采用基于组件和面向服务的架构体系，充分考虑系统架构的兼容性和集成性，在技术实现上，基于 MapGuide 平台，快速开发和部署 WebGIS 应用和服务，采用数据连接池、地图分块缓存、AJAX 等技术，实现交互式地图浏览、高质量制图输出、跨平台支持等功能。从应用效果来看，遥感数据查询服务系统为地质调查部门的 GIS 应用系统建设提供了有益的借鉴。

### 参 考 文 献

- [1] 张绪教, 李团结, 陆平, 等. 卫星遥感在西藏安多幅 1: 25 万区域第四纪地质调查中的应用 [J]. 现代地质, 2008, 22 (1): 107 ~ 115.  
ZHANG Xu-jiao, LI Tuan-jie, LU Ping, et al. Application of satellite remote sensing to 1: 250000 regional Quaternary investigation in Amdo sheet, Tibet [J]. Geoscience, 2008, 22 (1): 107 ~ 115.
- [2] 张玉明, 白朝军, 方怀宾. TM 数据在西藏活动构造解译中的应用 [J]. 国土资源遥感, 2002, (4): 37 ~ 39.

- ZHANG Yu-ming, BAI Chao-jun, FANG Huai-bin. The application of TM data to active tectonic zones in Tibet [J]. *Remote Sensing for Land & Resources*, 2002, (4): 37 ~ 39.
- [3] 杨小平. 基于 TM 遥感图像的流域地貌研究 [J]. *科技通报*, 2003, 19 (2): 150 ~ 153.
- YANG Xiao-ping. Study on river basin landform based on TM remote sensing image [J]. *Bulletin of Science and Technology*, 2003, 19 (2): 150 ~ 153.
- [4] 薛腊梅, 赵希涛, 张耀玲, 等. 遥感技术在东昆仑新生代地质填图中的应用 [J]. *地质力学学报*, 2010, 16 (1): 70 ~ 77.
- XUE La-mei, ZHAO Xi-tao, ZHANG Yao-ling, et al. Application of remote sensing technique in the east Kunlun Cenozoic geological mapping [J]. *Journal of Geomechanics*, 2010, 16 (1): 70 ~ 77.
- [5] 秦洪现, 崔惠岚, 孙剑. Autodesk 系列产品开发培训教程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- QIN Hong-xian, CUI Hui-lan, SUN Jian. Tutorial of Autodesk series production development [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008.
- [6] 李晓波. 科学数据共享关键技术 [M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- LI Xiao-bo. Key technologies of science data sharing [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007.
- [7] 王华斌, 唐新明, 李黔湘. 海量遥感影像数据存储管理技术研究与实现 [J]. *测绘科学*, 2008, 33 (6): 156 ~ 158.
- WANG Hua-bin, TANG Xin-ming, LI Qian-xiang. Research and implementation of the technology of data storage and management for massive remote sensing image [J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2008, 33 (6): 156 ~ 158.
- [8] 张晓林. 元数据的研究与应用 [M]. 北京: 北京图书馆出版社, 2002.
- ZHANG Xiao-lin. Research and application of metadata [M]. Beijing: National Library of China Publishing House, 2002.
- [9] 为什么基于最新的 MapGuide 技术开发? [EB/OL]. [http://images.autodesk.com/apac\\_grtrchina\\_main/files/mapguide.pdf](http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/mapguide.pdf).
- Why technological development must be based on up-to-date MapGuide? [EB/OL]. [http://images.autodesk.com/apac\\_grtrchina\\_main/files/mapguide.pdf](http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/mapguide.pdf).
- [10] 孟强. 开放式 Internet 地图服务体系结构设计与应用 [J]. *测绘标准化*, 2009, 25 (3): 37 ~ 40.
- MENG Qiang. Design and application of open internet map service architecture [J]. *Surveying and Mapping Standardization*, 2009, 25 (3): 37 ~ 40.
- [11] 汪鹏. 基于 MAPGIS 的地图服务的设计与实现 [D]. 北京: 中国地质大学, 2007.
- WANG Peng. MapGIS-based map service system designing and implementation [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2007.

## DESIGN AND IMPLEMENTATION OF REMOTE SENSING DATA SERVICE SYSTEM FOR GEOLOGICAL SURVEY

WANG Wen-zhi, BAI Yun-peng, WANG Lei, GAO Zhen-yu, YANG Zhi

(Institute of Electronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

**Abstract:** A large quantity and various types of remote sensing images and geospatial information are related to geological survey. Based on the MapGuide platform, the remote sensing data service system for geological survey has developed for the field geological survey and management personnel. With this system, storage, release and download of massive data of basic remote sensing images, thematic products, and other vector and elevation data can be realized. The system has deployed several demonstrational departments of field geological survey and achieved good results.

**Key words:** geological survey; data storage; data query; MapGuide