

嫦娥数据管理系统设计与实现

李 珂^{1a,1b,2}, 陈建平^{1a,1b,2}

(1. 中国地质大学(北京) a. 地球科学与资源学院; b. 国土资源与高新技术研究中心, 北京 100083;
2. 北京市国土资源信息研究开发重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 设计实现一个针对嫦娥一号的数据管理系统。利用 ArcSDE 空间数据库引擎、ArcEngine 组件式地理信息系统及 .NET 平台技术, 建立嫦娥数据基础数据库, 实现各种原始数据、成果图件的入库、查询和分发, 在此基础上开发用于数据三维展示的虚拟月球平台和用于项目文件管理的系统。应用结果表明, 该系统可大幅提高嫦娥数据管理的安全性及效率。

关键词: 嫦娥数据管理系统; 虚拟月球; 空间数据库引擎; 组件式地理信息系统; .NET 平台

Design and Implementation of Chang'e Data Management System

LI Ke^{1a,1b,2}, CHEN Jian-ping^{1a,1b,2}

(1a. School of Earth Sciences and Resources; 1b. Institute of High and New Techniques Applied to Land Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Land Resources Information Development and Research Key Laboratory of Beijing, Beijing 100083, China)

【Abstract】 This paper designs and implements a data management system for the Chang'e One. By using ArcSDE spatial database engine, ArcEngine component-based Geographic Information System(GIS) and .NET platform, it establishes the basic database of Chang'e One data and achieves the storage, query and distribution of a variety of raw data, maps of the results. And a three-dimensional virtual moon display platform and a management system for project document are developed. Application results show that the system can significantly improve security and efficiency of Chang'e One data management.

【Key words】 Chang'e data management system; virtual moon; spatial database engine; component-based Geographic Information System (GIS); .NET platform

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2012.04.071

1 概述

本文设计实现了一个综合应用 .NET 平台, SQL Server 数据库、ArcSDE 空间数据库引擎、ArcEngine 组件式地理信息系统(Geographic Information System, GIS)等技术的数据管理系统。整个系统由数据管理、三维月球和项目管理 3 个核心模块组成, 实现了以对嫦娥一号获取的原始数据、多级处理后数据、各级元数据以及成果图件的入库、查询、分发为主的数据管理, 并在此基础上开发了三维虚拟月球系统用于实现各种图件、数据的球面叠加、显示分析等直观可视化功能。另外, 本文系统还集成了对科研过程中各项文档、科学数据、参考文献等综合管理的项目管理系统, 方便项目的运行管理。

2 嫦娥数据管理系统总体设计

2.1 系统目标

随着嫦娥计划及随后的太空探索计划的实施, 各种探测器会不断地产生海量数据用于科学研究, 为了能够安全有效地将这些数据组织起来, 一套高效的数据管理系统是必不可少的。基于网络和数据库的信息管理系统可以实现海量数据的统一收集、快速查询等任务, 提高现有数据的管理、分发效率, 为相关研究人员提供有力支持。

系统整体需要完成以下功能: (1) 自动提取海量的嫦娥数据、其他传感器所获取数据的元数据并构成月球研究基础数据库。(2) 将研究过程中产生的各种成果图件、文档、数据随时录入数据库。(3) 对月球基础的数据以及工作中产生的各种数据进行高效检索, 方便研究人员随时查询调用, 并根据需

要允许用户分发下载数据。(4) 将月球影像数据、数字高程数据、成果图件、矢量数据等叠加在虚拟球体上直观显示各种效果, 实现虚拟月球的缩放、飞行、视角转换等基本展示功能。(5) 管理科研项目进行中产生的各种文档、数据, 包括项目文档、会议纪要、通知新闻、培训文档等。提供一个综合各种参考资料的知识库, 如参考文献、其他科研数据库。(6) 严格控制对月球基础数据库的访问, 提供安全的数据库访问通道, 保证数据的安全。

2.2 系统功能模块设计

根据需求分析中提出的各种要求和用例分析中提到的各种可能用例, 可将整个系统划分为以下 3 个功能模块: 数据管理系统, 三维虚拟月球, 项目管理系统, 如图 1 所示。

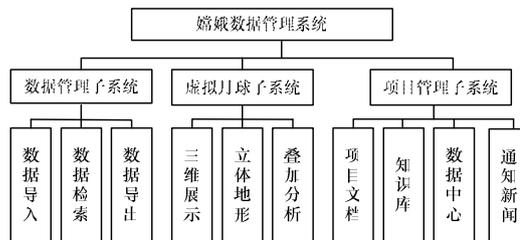


图 1 嫦娥数据管理系统功能模块

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目“月球数字地质图编制与月球演化模型综合研究”(2009AA122201)

作者简介: 李 珂(1986—), 男, 硕士研究生, 主研方向: 空间数据库, 三维 GIS, 高性能科学计算; 陈建平, 教授、博士生导师

收稿日期: 2011-07-22 **E-mail:** ColinLee.LiKe@gmail.com

数据管理模块是整个嫦娥数据管理系统的基础和核心, 主要负责月球基础数据库的建立、数据查询和导出。根据实际应用中可能的用例, 又可将这一系统细化为 3 个组件: 数据导入组件, 数据查询组件, 数据导出组件。其中, 数据导入组件主要用于提取原始数据的元数据, 转换图像格式, 生成快视图并将元数据和快视图存入数据库中; 数据查询组件主要用于根据用户需求对月球研究基础数据库中的数据产品进行检索, 返回数据查询结果, 并可对结果数据进行预览; 数据导出组件主要用于存储用户需要下载数据的列表, 并根据用户要求将数据库中的数据提取出来保存至本机。

三维虚拟月球主要用于在球面上叠加显示各种数据信息, 从而更加直观地展现月球特征, 便于科学研究^[1], 该部分主要需要实现两大功能: 多元数据的叠加, 丰富的浏览展示方式。多元数据叠加功能主要用于 DEM(Digital Elevation Model)贴图、栅格矢量图叠加、专题地图叠加等; 另外, 还要实现虚拟月球的缩放、拖拽、路径飞行等浏览功能。

项目管理系统是辅助月球项目研究的重要部分, 它可以提高项目组内部信息交流、数据分发、成果共享的效率。根据项目管理的需要可将项目管理系统细化为通知新闻、项目文档、知识库、数据中心 4 个部分。

2.3 系统体系结构设计

根据功能模块设计的需要, 嫦娥数据管理系统采用客户/服务器(Client/Server, C/S)与浏览器/服务器(Browser/Server, B/S)模式相结合的部署方式, 整个系统以 .NET 平台为基础, 采用典型的 3 层结构^[2], 如图 2 所示, 其中, 数据访问层是针对原始数据(包括索引数据库、各种影像、文本等文件)的操作层, 为业务逻辑层和表示层提供数据服务; 业务逻辑层主要是针对具体应用问题的操作, 如实现导入影像、下载数据等功能; 表现层主要负责程序与用户间的交互和数据传递, 如实现数据可视化、三维分析等功能。可以看出, 这种结构便于系统设计与维护。

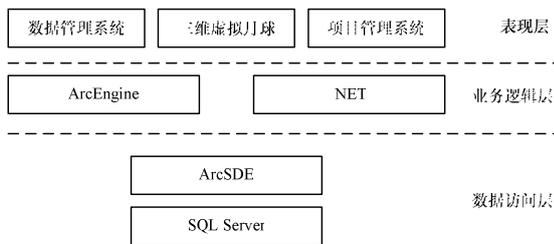


图 2 嫦娥数据管理系统层次结构

3 关键技术

3.1 原始数据存储方案

原始数据入库时可以采用 2 种不同的存储模式。模式 1 为保留原始数据的文件, 仅对元数据入库并建立与实际文件路径间的关系。数据导出时, 直接通过路径便可访问原始文件。模式 2 是通过数据库中间组件(ArcSDE)将原数据编码直接写入后台的关系型数据库^[3](本文应用 SQL Server)。模式 1 的优点在于入库速度快, 文件存取相对灵活, 但是原始文件与数据库独立, 不能保证数据的安全和完整。模式 2 通过编码入库可以实现对原始数据的加密和权限控制, 并可通过 GIS 软件的数据库中间件直接调用空间信息, 但是这样脱离数据库管理系统和中间件会导致无法对数据进行读写, 而且会造成数据库过于庞大、入库和输出时将耗费较多时间等问题, 因此, 应根据不同需要选择入库方式。

因为本文系统同时需要满足原始资料的导出以及三维月

球的实现, 所以在数据导入时同时采用文件存取方式和数据库存储方式, 虽然这种存储方式数据冗余度较高, 但是可以同时为 2 套系统提供数据, 并有助于保持数据的完整性、安全性。

3.2 ArcSDE 空间数据库引擎

ArcSDE 是 ArcGIS 提供的空间数据引擎, 它是在关系数据库管理系统(Relational Database Management System, RDBMS)中存储和管理多用户空间数据库的通路^[4]。从空间数据管理的角度看, ArcSDE 是一个连续的空间数据模型, 借助其可以实现使用 RDBMS 管理空间数据库, 提供高效率的空间和非空间数据服务。ArcSDE 采用的是客户/服务器体系结构, 如图 3 所示, 所以, 多用户可以同时并发访问和操作同一数据^[5]。

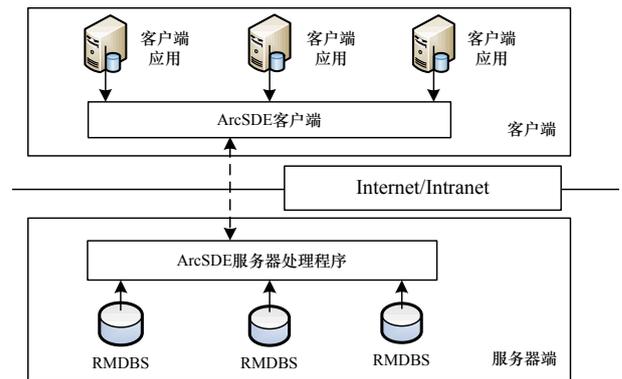


图 3 ArcSDE 模型结构

本文系统采用 ArcSDE 作为空间数据库引擎, 连接嫦娥基础数据库和上层各子系统, 实现高效动态的数据调取, 如基础数据的入库、三维月球的显示、数据库影像的导出。

3.3 三维虚拟月球

三维虚拟月球子系统在 VS.NET 环境下主要利用 AE 中的 GlobeControl 控件实现球体的建立^[6], 并通过在数据服务器端部署 ArcSDE 数据库中间件, 将远端数据库中的数据作为虚拟月球的数据源, 实现分布式的虚拟月球系统。这样可以方便地通过空间数据库引擎调取后台数据库中的各种影像和矢量数据, 并能导入本地数据进行叠加。

4 系统主要功能实现

4.1 数据管理子系统

数据管理模块的主要功能是在用户和基础数据库中间建立一个方便高效安全的交互平台, 以方便用户操作基础数据库, 实现数据的导入、检索、导出等操作。模块采用 VS.NET 编程工具编制, 提供各种数据库操作功能。

4.1.1 数据入库

现有的各种数据产品需要提取其元数据和各种相关信息录入数据库中才能实现数据的高效管理、快速检索。嫦娥数据以及克莱门汀数据大多以 PDS 格式保存, 入库模块通过逐行读取数据头文件, 自动提取元数据, 并根据用户定义的模板筛选有用的字段, 然后将对应信息存入数据库。

为方便数据预览、提高数据检索效率, 在影像数据入库时自动生成缩略图并保存在数据库中。因为原文件为 PDS 格式, 大部分的程序语言不能直接对其进行读取和转换, 而 ENVI 可以直接读取 PDS 格式的图像文件, 所以利用 IDL+ENVI 开发数据读取和转换模块并通过 COM 嵌入到系统中, 在导入元数据的同时即可完成对原始数据格式的转换和快视图的生成, 生成的快视图存入数据库。

4.1.2 数据检索

数据查询是数据库应用中最常用的功能，数据检索模块通过图形化的人机交互界面，将用户提交的模糊查询、空间位置查询、复合条件查询等自动转化为 SQL 查询语言提交给数据库查询，并将返回的数据以 DataGridview 控件显示出来。

为了使用户方便直观地查询数据、了解检索区域以及搜索结果的控件位置，本模块内置一张嫦娥一号电荷耦合器件 (Charge Coupled Device, CCD)全球影像图，通过转换函数可以将图上坐标和实际坐标进行互换，并实现鼠标框选输入空间范围和查询结果空间位置示意图显示的功能。数据查询模块还可以对查询结果进行预览，预览可以查看该数据的全部元数据情况，并可看到数据快视图，如图 4 所示。



图 4 数据管理系统的数据预览界面

4.1.3 数据导出

数据导出模块主要实现用户下载列表管理和将服务器数据下载到本地。该模块使用安全通道与数据服务器连接，并可实现多线程高速下载，数据导出需对数据的完整性进行校验，入库时对原始文件提取 MD5 码并存入数据库。数据导出时校验导出文件的 MD5 码是否与入库时一致，以确认数据是否被篡改。

数据导出需要权限控制。根据不同用户等级为用户赋予不同等级的权限，如入库权限、检索权限、预览权限、导出权限，对于临时的数据导出需求，可以通过提交申请，获得临时权限代码下载文件。

4.2 虚拟月球

4.2.1 DEM 叠加显示

三维虚拟月球系统将数字高程模型与月表影像数据叠加显示，可以逼真地展示月表的各种地形，并可根据用户设置，对数字高程进行夸张表现，如图 5 所示。虚拟月球具有灵活的操作方式，可以在各个方向调整观察者视角，并具有模拟飞行功能。

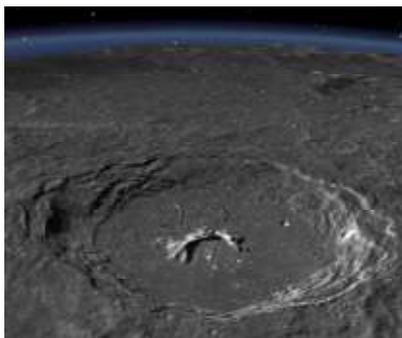


图 5 DEM 与月表影像叠加展示的立体地形

4.2.2 图件叠加

虚拟月球系统可以导入远端嫦娥基础数据库中的影像、矢量数据以及客户端本地的各种数据进行叠加显示，并可自由调整各个图层之间的顺序和相对透明度，为综合分析各种信息提供最大方便。

4.3 项目管理

项目管理系统是辅助月球项目研究的重要部分，它可以提高项目组内部信息交流、数据分发、成果共享的效率。根据项目管理的需要可将项目管理系统细化为通知新闻、项目文档、知识库、数据中心 4 个部分，如图 6 所示，其中，通知新闻是项目组内部的信息传达平台，可以发布各种会议通知等；项目文档管理是项目管理的核心，主要管理项目进行过程中各个阶段所产生的非成果文档，如项目设计、立项报告、会议纪要、内部培训教程，这些文档按照不同的大类和小类存储在数据库中，以便查阅；知识库是项目进行中所需要参考的各种资料的集合，主要包括参考文献、相关数据库等；数据中心则是对现有数据的整理，用户可根据需要进入提取数据。



图 6 嫦娥项目管理系统界面

5 结束语

数据的优化管理对于数据的高效优化配置具有重要意义，本文利用关系型数据库、空间数据库引擎、组件式 GIS 以及 .NET 编程环境等技术实现了嫦娥数据管理系统。该系统已经成功运行于北京市国土资源信息研究开发重点实验室的月球研究中，大大提高了数据的管理效率，简化了项目管理流程，取得了良好的效果。

参考文献

- [1] 陈建平, 吕鹏, 吴文, 等. 基于三维可视化技术的隐伏矿体预测[J]. 地学前缘, 2007, 14(5): 54-61.
- [2] 李满春. GIS 设计与实现[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [3] 李志发, 邵伟民, 卢志强. 基于 ArcGIS Engine 的城市公交换乘系统[J]. 计算机工程, 2010, 36(11): 55-57.
- [4] ESRI Corporation. Understanding ArcSDE: ArcGIS 9[Z]. 2004.
- [5] 杜红悦, 刘先林, 官辉力. 基于 ArcSDE 的空间数据综合管理系统设计与实现[J]. 测绘科学, 2009, 34(5): 171-173.
- [6] 刘光. 地理信息系统二次开发教程组件篇[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.