引文格式：王慧民. 福建省多源遥感影像云服务平台设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21(3): 102-105. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623. 2023.03.022

福建省多源遥感影像云服务平台设计与实现

王慧民[1]
（1. 福建省基础地理信息中心，福建 福州 350003）

摘　要：基于云计算、大数据、对象存储、免切片等技术，依托数字福建云计算中心政务云环境搭建多源遥感影像云服务平台。在分析用户需求和云平台研究现状的基础上，结合福建省陆海卫星遥感影像统筹业务需求，设计了平台总体架构、数据架构和功能模块，探讨了平台关键技术。平台构建了多源遥感影像自动识别、实时处理、动态发布、主动推送等一体化在线服务链路，实现了遥感影像数据“即收、即处、即发布”的一站式服务，对福建省卫星影像数据和遥感技术的应用和推广具有重要意义。

关键词：遥感影像；云服务平台；一体化服务；数据共享
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）03-0102-04

Design and Implementation of Multi-source Remote Sensing Image Cloud Service Platform in Fujian Province

WANG Huimin[1]
(1. Fujian Provincial Geomatics Center, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Based on cloud computing, big data, object storage, slice-free and other technologies, we designed a multi-source remote sensing image cloud service platform based on the governmental cloud environment of Digital Fujian Cloud Computing Center. In this paper, based on the analysis of user requirements and the current situation of cloud platform research, we designed the overall platform architecture, data architecture, functional modules, and discussed the key technologies of the platform, in combination with the business requirements of land and sea satellite remote sensing image coordination in Fujian Province. The platform has built an integrated online service chain of automatic identification, real-time processing, dynamic release and active push of multi-source remote sensing images, realizing the one-stop service of “instant receipt, instant processing and instant release” of remote sensing image data, which is of great significance to the application and promotion of satellite image data and remote sensing technology in Fujian Province.

Key words: remote sensing image, cloud service platform, integrated service, data sharing

随着航空航天事业的飞速发展，影像数据规模爆炸性增长，已上升至TB级，甚至向PB级发展[1-2]，给存储管理、快速处理、高效共享带来巨大挑战。面对多星、多源、多时相和多尺度的海量影像数据，存在“既多又少”的矛盾，数据多到无法即时处理、发布，终端用户却又无即时数据可用[3]。因此，如何有序与高效地存储、组织和管理海量影像数据，如何快速定位并获取数据，实现共享与发布具有重要意义[4]。针对上述问题，本文以福建省遥感影像资源为基础，根据用户和业务需求建立了多源遥感影像云服务平台，以实现数据自动化实时处理、快速发布与共享。

1　平台研究现状

目前，国内外对遥感影像云服务平台的研究已取得很大进展，如2010年ESRI基于亚马逊弹性计算云EC2快速部署自定义的地理信息系统，用户可将ArcGIS10直接部署在云计算平台上；随后Spatial Cloud、ERDAS的APOLLO on the Cloud、GeoEye的EarthWhere、Google Earth以及移动服务平台Sensor Service Grid等都基于云环境实现了数据的管理与发布；Golpayegani N[5]等利用云计算技术进行遥感数据的并行处理，以提高处理效率。在国内，国家层面各行业部委先后打造了自然资源卫星遥感云服务平台、陆地观测卫星数据服务平台、中国卫星数据海洋服务系统等，实现了辐射31个省份、多个行业、若干国家的“1+31+M+N”服务体系，在线共享Ⅰ~Ⅱ级影像数据；各省份也陆续通过平台建设来解决数据共享和社会化应用问题，湖北、湖南、海南、上海、北京等省市已实

收稿日期：2022-09-29；修回日期：2022-11-02。
项目来源：福建省测绘地理信息发展中心测绘地理信息科技创新资助项目（FZZX-2022XMK-32）。
作者简介：王慧民（1987—），硕士，工程师，主要从事遥感影像生产、管理与共享应用方面的研究工作，E-mail：1020353874@qq.com。

现影像数据在线存储、快速生产和共享分发[6–10]。上述平台大多侧重于数据的存储管理、服务发布或快速处理，缺少从基础数据、数据管理、数据处理、数据发布到终端服务的全流程产品，且数据共享以提供初级产品（Ⅰ~Ⅱ级）或瓦片数据服务模式为主，存在数据发布周期长、应用处理成本高等不足。本文采用分布式存储、CPU/GPU协同并行计算技术，通过搭建自动化批处理流程模型，无需人工干预，即可实现影像数据的自动识别、快速批量化处理；同时采用栅格动态渲染技术，无需切片，可快速发布影像服务，实现卫星影像“即收即处、即发即用”的便捷在线应用服务。

2　平台业务分析

2.1　需求分析

随着卫星中心的组建，可常态化获取高分系列、资源系列、海洋系列卫星数据，且每年固定投入专项经费采购商业卫星数据，数据资源丰富、更新频率高，卫星数据对各行业的支撑作用显著。面对海量的数据资源以及日益旺盛的应用需求，在数据管理与共享服务方面还存在以下问题：①数据缺乏规范有序的组织模式集中管理，难以满足海量数据高效检索、快速调用的应用需求；②缺乏有效的存储体系，数据大量冗余；③数据处理周期长、成本高，更新时效性难以满足业务需求；④数据孤立分散，各类监测专题影像共享困难，信息化程度不高。因此，迫切需求构建一套集影像数据高效管理、有序存储、快速处理、实时发布与共享于一体的服务系统来支撑“纵向到底、横向到边”的业务需求和应用需求。

2.2　业务流程分析

以全省卫星影像统筹管理为出发点，综合考虑从数据接收到应用服务全过程的数据流转问题，本文将总体业务流程划分为需求统筹、数据接收、数据处理、数据管理、服务发布、数据分发等环节，需求统筹包括数据需求填报、需求审核、分析与汇总，为数据统筹获取与分发服务提供参考；数据接收是根据需求汇总结论统筹获取公益和商业卫星数据，实现数据自动监控与实时入库；数据接收后自动启动生产任务，实时处理生产标准产品，做到“日清日结”，保证数据的时效性；标准产品自动进行入库管理，提供日常数据查询、检索、浏览、分析统计和可视化展示等功能；服务发布包括矢量、栅格瓦片服务发布以及免切片服务发布（日新图），以满足高时效应用需求；数据分发提供实体数据在线下载、自动推送和查询展示等。上述6个环节囊括了卫星影像从需求到分发的全过程，解决了数据快速处理、即时发布等问题，构建了数据资源全流程自动化流转链路，可实现数据的快速、准确服务。业务流程模型如图1所示。

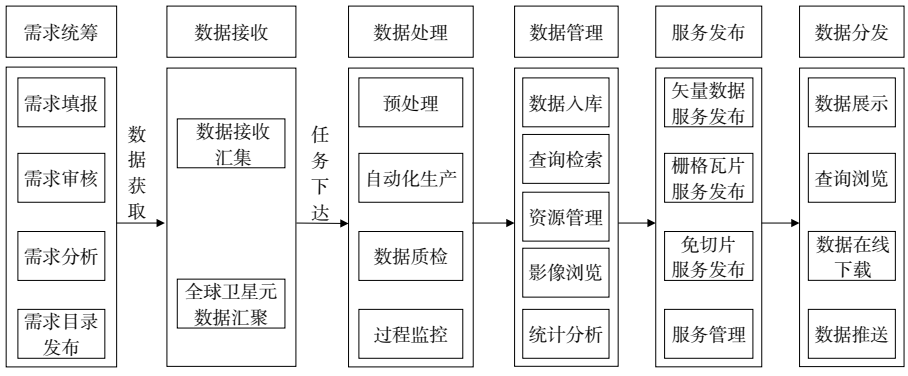


图1　业务流程模型

3　平台设计

3.1　平台总体架构设计

基于业务流程，将平台总体架构划分为基础设施层、数据资源层、平台服务层和应用层，如图2所示。基础设施层即基础设施云环境层，能为用户提供云端宿主的工作环境，通过底层统一云管理平台，将计算机硬件、软件、存储、网络等资源整合成动态、可扩展的虚拟资源池，再搭建分布式对象存储系统，实现对存储资源的管理。数据资源层由遥感影像大数据资源池、数据接收系统、数据快速处理系统和影像数据管理系统构成，其中数据快速处理系统采用C/S模式，数据接收后按生产机制自动启动生产任务，生产成果自动汇聚到资源池和数据管理系统，实现数据的自动入库管理和动态发布。平台服务层是在基础设施层和数据资源层的基础上，对数据资源、平台资源进行深度整合，提供数据需求统筹、影像与矢量数据发布和可视化、影像

查询浏览、数据分发、影像分析统计等一系列服务功能。应用层利用平台的数据资源和服务能力，为用户提供三维轨道仿真与预测、大屏展示以及影像服务App等。

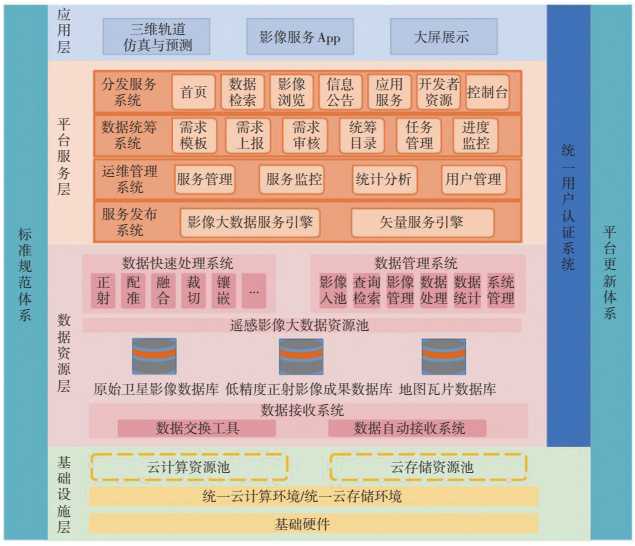


图2 平台总体架构

3.2 数据架构设计

将平台内数据划分为原始影像数据、影像产品数据和业务数据，原始影像数据涵盖平台汇聚接收的各类原始数据文件，影像产品数据包括正射影像数据、影像瓦片数据和中间过程数据等，业务数据主要包括平台运行数据。为满足海量数据高效存取与检索的需求，采用分布式存储架构、对象存储和集群技术，针对遥感数据的空间特性构建基于数据对象的存储组织模型，形成数据高效共享的分布式集群化遥感大数据存储体系。其中，空间矢量数据库采用PostGIS存储，影像数据采用S3对象存储进行分布式存储管理，非空间元数据采用关系型数据库存储，利用混合数据库管理模式实现空间数据、属性数据、非结构化数据的统一集中管理、展示、应用。数据存储架构如图3所示。

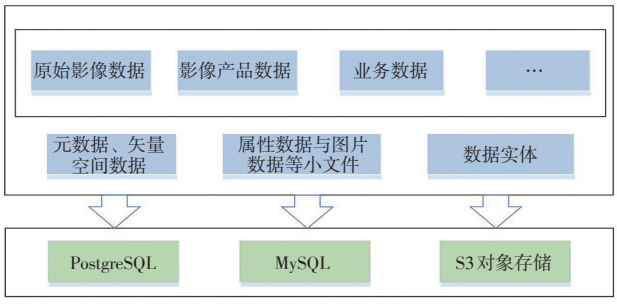


图3 数据存储架构

3.3 平台功能设计

围绕数据汇聚、管理、处理、发布到终端服务的全业务流程，将平台划分为需求统筹系统、数据接收系统、数据处理系统、数据管理系统、数据发布系统、分发服务系统、运维管理系统和应用系统等8个业务系统。从需求统筹出发，全面了解用户数据和应用服务需求，确定数据获取与分发服务计划，数据汇聚后自动执行生产任务，生产成果自动化实时在线发布，同时自动启动数据分发推送任务，实现遥感影像数据全流程无人值守自动化处理。平台主要功能如图4所示。

4 平台关键技术与实现

4.1 关键技术

1）实时自动化批处理流程模型架构。分析多源卫星数据文件、存储结构、元数据信息、格式等差异，搭建对应的控制点选取、区域网平差、正射纠正、影像融合、匀光匀色等模块化插件式的影像产品生产流程，通过卫星类型自动识别，与流程适配，自动创建生产任务，引导数据进入生产流程并进行动态调配，以实现影像数据自动化、批量化、实时化生产，解决传统影像生产流程复杂、自动化程度不高、生产周期长等问题。

2）高效数据处理技术。影像数据处理具有数据吞吐密集和计算密集的特点，频繁地读取、计算、写入，造成大量的I/O开销，消耗大量的处理时间和存储容量。针对数据计算瓶颈和I/O瓶颈问题，采用分布式计算、协同并行计算以及算法并行处理技术实现高效数据处理。

①基于内存分布式计算的影像实时处理框架：面向海量影像数据快速生产需求，采用轻量级扩展性强的数据组织与存储方式，融合多节点计算与内存并行计算模式，基于弹性分布式计算数据集处理算法，提高迭代密集型大数据处理运算效率。②CPU与GPU协同作业模式：基于GPU零开销的线程切换特性，CPU/GPU协同并行计算可保证计算负载平衡，降低各种交互开销，形成像素级处理链，减少中间过程对I/O的损耗，降低存储需求，形成影像处理各环节的流式计算模式，实现实时/近实时的影像标准产品生产。③算法并行处理：通过GPU同时对多个渲染管道和R、G、B、A四个颜色通道进行计算，在一个时钟周期内获取两个甚至更多副纹理，利用顶点程序的多个渲染管道实现多个顶点与像素程序的并行处理，并采用多线程技术将任务拆分成多个子模块，通过一条指令同时处理多个数据，以提升处理效率。

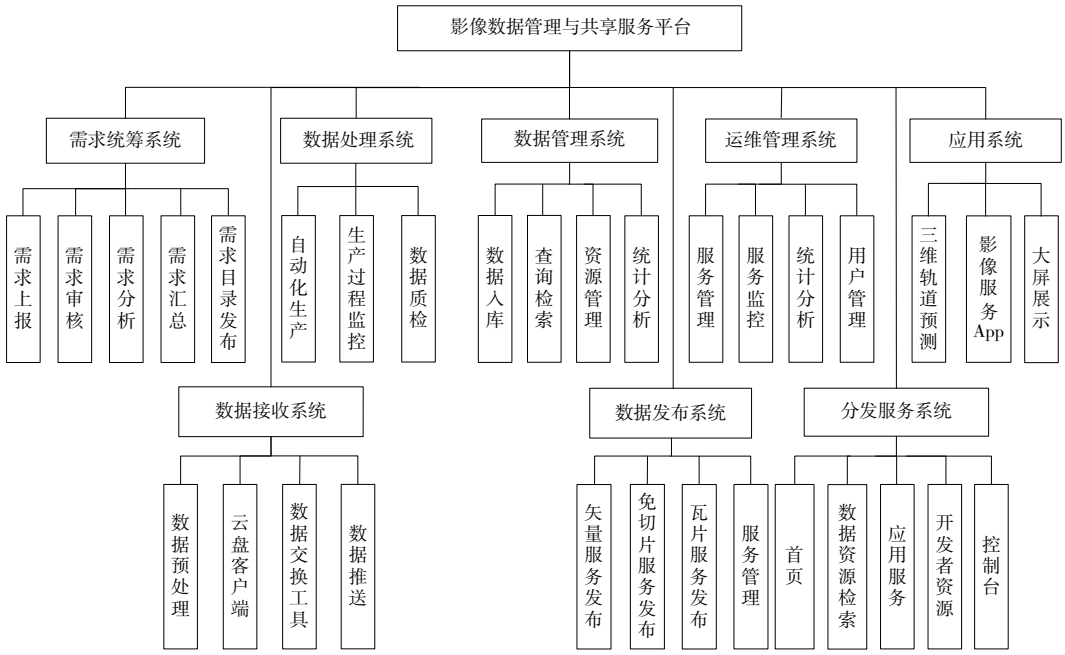


图4　平台主要功能模块

3）海量遥感影像数据快速显示技术。传统影像服务需经过镶嵌、匀色、切片等生产过程，且数据存储与显示相分离，后端影像数据更新，前端显示层无法联动更新，需重新构建瓦片，效率低下、服务发布周期长；另外，影像数据一旦被栅格化便失去了数据属性标签，无法动态控制图层。本文采用栅格动态渲染技术，无需切片，即可快速发布影像服务，将影像实体文件存放于分布式对象存储中，地图服务引擎从云存储中读取文件，将原始的单个大范围浏览请求按照查询范围动态拆分为多个小范围，以切图图层的形式进行浏览，达到动态快速展示的目的。

4.2　设计实现

平台基于OpenLayers开源框架，采用分布式云存储、并行计算、影像快显等技术，对遥感影像数据进行快速存取、处理、发布和展示，建立了从数据获取、生产、发布到共享的全流程无人值守自动化管理体系。同时，平台对自动化处理情况、影像数据存储情况、影像发布的服务运行与访问情况建立了统一的监控体系，以保障平台的稳定运行。平台服务端支持面向分布式SOA架构的RESTful数据和功能服务，基于统一业务入口、统一用户管理和集中权限管控，实现影像数据的管理、检索、分发以及在线服务的访问等核心业务功能。平台试运行阶段已汇聚管理30.7 TB影像数据，且数据量在持续增加。平台部分界面效果如图5、6所示。

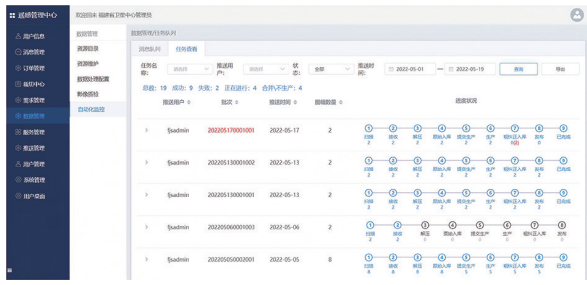


图5　自动化流程监控界面

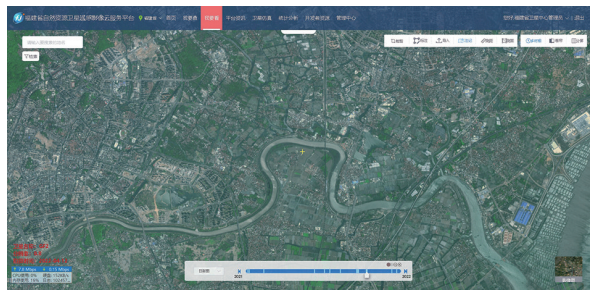


图6　在线服务浏览界面

5　结　语

福建省多源遥感影像云服务平台的建立实现了影像数据实时在线自动处理、发布与推送，解决了影像数据处理人为度高、耗时长等问题，突破了反复切片等冗余环节对数据实时应用带来的障碍。同时，全省数据的统一处理、管理与分发，有助于形成标准统一、质量可控、务实高效的数据产品体系，用户无需投入大量技术人员、专业软件，即可快速获取标准化

（下转第117页）