引文格式：刘晓兰,仇宫润,鲁潇南,等. 天绘二号数据存储管理分系统的研究与设计[J]. 地理空间信息, 2023, 21(11): 98-100. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2023.11.023

天绘二号数据存储管理分系统的研究与设计

刘晓兰[1]，仇宫润[1]，鲁潇南[1]，常济崧[1]，宋锡宁[1]
（1. 地理信息工程国家重点实验室，北京 100094）

摘　要：基于天绘二号微波测绘卫星的总体设计和地面应用系统的建设发展，以卫星影像成果数据的存储、管理和备份恢复提取为目的，研究并设计了数据存储管理分系统。首先着眼于各类数据的存储、管理和维护需求进行分系统的功能子系统设计；再以功能设计为基础，进行体系架构、工作流程和接口关系等软件设计；然后从存储能力、归档能力和元数据索引等方面进行分系统的性能指标设计；最后从实际运行状况方面分析了分系统的整体应用性能。结果表明，该分系统的设计切实可行。

关键词：天绘二号；数据存储管理；分系统设计
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）11-0098-03

Research and Design on the Data Storage Management Subsystem of TH-2

LIU Xiaolan[1], QIU Gongrun[1], LU Xiaonan[1], CHANG Jisong[1], SONG Xining[1]
(1. State Key Laboratory of Geo-information Engineering, Beijing 100094, China)

Abstract: Based on the overall design of TH-2 microwave surveying and mapping satellite and the development of its ground application system, aiming at the storage, management and recovery of satellite image result data, we studied and designed a data storage management subsystem. Firstly, we designed functional subsystems according to the demands of storage, management and maintenance. Then, we designed the architecture, workflow and interface relation based on functional design, and designed the performance indexes of storage, archive and metadata index retrieve. Finally, we analyzed the overall application performances based on the actual running status, which confirmed that the design of subsystem was feasible.

Key words: TH-2, data storage management, subsystem design

天绘二号（TH-2）卫星地面应用系统的主要任务是完成全球基础测绘数据获取、各级卫星数据产品和测绘产品生产、在轨参数标定、数据存储管理和共享分发等[1]，是TH-2卫星系统应用成果的主体系统。其数据存储管理分系统（简称数管分系统）负责存储和管理TH-2卫星各类数据产品，规范数据格式和接口标准，并兼顾考虑存储其他测绘类卫星数据产品[2-5]。为完成各类数据的存储、管理和共享分发任务，数管分系统的设计既要考虑数据存储管理的安全性、稳定性、可靠性、高效性和先进性[6]，又要考虑地面应用系统整体建设的一体化设计思路[7-8]，最大限度地发挥硬件设备、关键算法和软件模块效能。本文主要从功能设计、软件设计和性能指标设计3个方面论述数管分系统的设计。

1　功能设计

数管分系统利用分布式存储技术和数据库技术，对原始观测数据、全轨道GNSS数据、原始雷达回波数据、定标成果以及各级产品数据进行存储、管理和维护，并为其他分系统提供数据导入导出和查询下载等功能；从功能上划分为综合管理子系统、数据共享应用子系统、数据存储子系统和数据库管理子系统。综合管理子系统具有与外部接口通信，触发任务调度，生成任务并实现作业调度，集成用户身份验证、权限管理和日志管理等功能。数据共享应用子系统负责管理各分系统与数管分系统之间的数据交换与共享，以及数据的内部查询工作。数据存储子系统利用多种存储设备，采用虚拟化共享存储技术[8]，构建可扩展的大规模存储系统，完成原始雷达码流和各级产品数据的存储、动态迁移与管理控制等工作。数据库管理子系统负责创建各级产品数据的逻辑库、元数据字典，建立数据组织及其索引体系，完成不同权限的数据库访问、用户管理、数据库操作管理、备份与恢复、维护以及优化工作，并实现多星多载荷数据的统一管理。数管分系统内部在综合管理子系统的统一调度下，实现对卫星影像产品数据、支撑辅助数据的统一存储、管理和维护。

收稿日期：2022-02-07。
第一作者简介：刘晓兰（1975—），博士，工程师，研究方向为异构网络环境下多源遥感数据的存储与管理，E-mail：lxlzjun@163.com。

2　软件设计

2.1　体系架构设计

数管分系统的主要任务是完成各类卫星数据产品的存储管理和维护，为各类用户提供数据支撑服务。体系架构的设计思路为“平台+插件”，以实现标准化、系列化和模块化的目标；采用分层体系架构技术[9-10]，层次间交互采用面向对象的接口服务方式，层次内部为分系统提供相对独立的功能，以降低系统复杂性、提高可维护性；并针对TH-2卫星的特点，开展业务功能的插件化定制，设计不同的存储、查询和管理方式[11-14]，以实现多源遥感数据的存储和管理。

数管分系统体系架构包括3层，基础设施层涵盖分系统所需的一切资源，如存储资源、计算资源、网络资源、操作系统等；基础平台层分为资源层和服务层，资源层通过设计合理的数据库体系完成元数据、标准产品数据、专业处理产品数据、原始回波数据等数据组织，并结合辅助数据资源、通用软件插件和远程服务，针对不同数据类型和硬件资源设计不同的存储管理策略，实现海量遥感数据的存储和管理[15-18]，服务层则通过资源访问接口提供资源检索服务和数据传输功能[19-20]；应用插件层分为内核层和应用插件层，内核层包括插件引擎和用于数据源管理、场景管理、图层管理的基础插件，应用插件层涵盖4个子系统的功能模块插件。

2.2　工作流程设计

数管分系统从工作流程上可分为数据入库与出库流程、数据检索与下载流程以及数据检索与浏览流程。

1）数据入库与出库流程由任务管控分系统调度任务的触发而自动执行，收到入库计划后，先遍历数据列表中的全部数据进行归档数据分类，再根据数据类型对分类后的数据进行入库审核，若审核通过，则进行入库前的元数据解析和数据组织关联；否则向任务管控分系统进行反馈。经过入库审核和元数据解析后，归档数据文件被注入数据存储管理空间，按给定的存储策略对数据进行备份和分级管理，并根据实时/准实时分布式存储系统的存储时限确定数据是否进行迁移管理。收到数据出库命令后，先生成数据导出任务，再根据调度策略执行多发/并发任务，将在线/离线数据流转至指定地址。

2）数据检索与下载流程。在数管分系统中，各类数据归档后将根据元数据形成元数据目录，用户可实时在线检索、浏览，获取数据实体则需启动下载服务。用户登录系统后，根据用户身份浏览相应的数据目录，若需下载数据，则输入相关条件进行查询，检索是否有所需数据，若有则提交下载请求，审批通过后进行数据下载；否则查看是否有上一级数据，若有则发起历史数据重生产任务，若无则通过综合管理子系统向任务管控分系统提交观测需求以获取所需数据。需要注意的是，数据下载需先确认用户是否具有下载权限，若无则需返回申请数据下载权限，待审批通过后再进行数据下载。

3）数据检索与浏览流程通过在线浏览服务模式提供。具有访问权限的用户，通过登录客户端数字门户Web页面，在线浏览、查看所需数据。用户登录系统后，根据权限访问数据，通过输入一定的查询条件，检索是否有所需数据，若有则可在应用终端加载数据进行在线浏览；否则查看是否有上一级数据，若有则发起历史数据重生产任务获取所需数据，若无则通过综合管理子系统向任务管控分系统提交观测需求获取数据。如果用户无该数据的在线浏览权限，则需返回申请浏览权限，待批准后再进行数据在线浏览。

2.3　接口设计

1）外部接口设计。数管分系统需要统一存储、管理和维护TH-2卫星各类产品数据与支撑辅助数据，还需支持未来的系统扩展，以存储现有和后期测绘类卫星产品数据，因此系统外部需与其他分系统建立接口关系，一方面接收其他分系统的数据归档通知、检索与导出请求以及归档数据；另一方向其他分系统发送数据的归档完成通知、检索和导出结果。数管分系统的外部接口见图1。

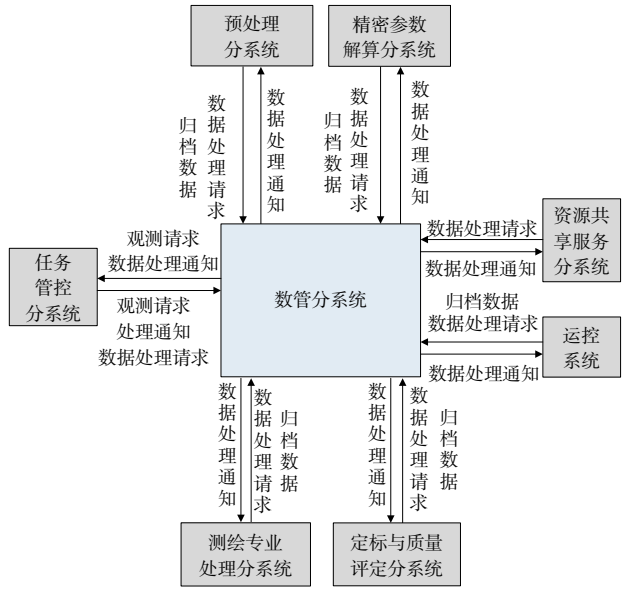


图1　数管分系统的外部接口关系

2）内部接口设计。数据共享应用子系统负责管理数据的内部查询工作，用户身份和权限认证、入库、出库等工作在数据共享应用子系统和综合管理子系统之间完成，数据获取在数据共享应用子系统和数据存储子系统之间完成，而数据检索和结果返回则在数据共享应用子系统和数据库管理子系统之间完成。数管分系统的内部接口见图2。

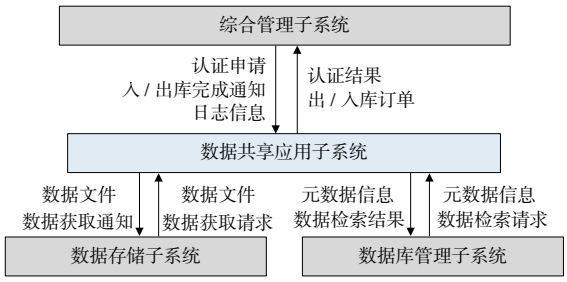


图2 数管分系统的内部接口关系

3 性能指标设计

数管分系统的主要性能包括存储能力、归档能力和元数据检索能力等指标。

1）存储能力。数管分系统存储管理的数据包括原始观测数据、全轨道GNSS数据、原始雷达回波数据、定标成果以及0级、1级和2级数据产品等。数据存储能力设计，需满足考虑卫星每天的工作时长、链路带宽、归档数据种类及其保存时间等因素的数据量存储需求；当需要考虑多副本冗余备份时，存储容量则按比例增加。

2）归档能力。数管分系统每天归档的数据主要为0级、1级、2级和3级卫星产品数据，其次是原始观测数据和雷达回波数据，还有少量的全轨道GNSS数据产品和定标成果数据。归档能力应满足这些数据的存储管理需求。

3）元数据检索能力主要体现为平均响应时间，即服务端的平均检索时间，不能超过0.5 s。

4 系统应用性能

数管分系统投入应用以来，系统运行稳定，完成了TH-2卫星各类数据产品的归档、存储管理和查询等任务。目前系统并未满负荷运行，存储空间大有盈余，后期将会随着数据量的增加动态增加存储空间。系统平均日归档能力可达15.53 TB，最高归档能力可达3.12 TB/h。系统的查询响应时间平均可达10.91 μs/景，69.25 ms/TB，各项功能均符合设计的性能指标。

5 结 语

数管分系统在TH-2卫星地面应用系统中采用了“平台+插件”的总体设计思路，建立了标准化、系列化、模块化的体系架构。随着后续卫星的发射和分系统业务处理能力的提升，数管分系统也需更新相应的业务处理模块，改进和扩展功能，以适应多源遥感影像数据存储、管理、分发和服务的需求。

参考文献

[1] 楼良盛，刘志铭，张昊，等. 天绘二号卫星工程设计与实现[J]. 测绘学报，2020，49(10):1 252-1 264

[2] 张永军，张祖勋，龚健雅. 天空地多源遥感数据的广义摄影测量学[J]. 测绘学报，2021，50(1):1-11

[3] Lu X F，Cheng C Q，Cong J Y，et al. Review of Data Storage and Management Technologies for Massive Remote Sensing Data[J]. Science China(Technological Sciences)，2011，54(12):3 220-3 232

[4] 王立言，焦惊眉，吴晓春，等. 海量影像数据管理与服务系统建设研究[J]. 测绘技术装备，2018，20(1):19-21

[5] Xin D，Lu C，Gao Y J，et al. A Unified Platform for Big Trajectory Data Management and Analytics[J]. Proceedings of the VLDB Endowment PVLAB，2018，11(7):787-799

[6] 何锋，曾文，王秉钧. 并行实时测控数据存储系统设计与实现[J]. 计算机工程与应用，2020，56(23):253-258

[7] 朱维祥，王万玉，冯旭祥. 遥感卫星地面接收系统一体化设计[J]. 现代电子技术，2015，38(9):73-76

[8] Li L H，Jing W P，Wang N H. An Improved Distributed Storage Model of Remote Sensing Images Based on the HDFS and Pyramid Structure[J]. International Journal of Computer Applications in Technology，2019，59(2):142-151

[9] 刘福鑫，李劲巍，王熠弘，等. 基于Kubernetes的云原生海量数据存储系统设计与实现[J]. 计算机应用，2020，40(2):547-552

[10] 李国庆，黄震春. 遥感大数据的基础设施:集成、管理与按需服务[J]. 计算机研究与发展，2017，54(2):267-283

[11] 张航，刘善政，唐聃，等. 分布式存储系统中的低修复成本纠删码[J]. 计算机应用，2020，40(10):2 942-2 950

[12] 李振举，李学军，杨晟，等. 海量遥感数据管理研究[J]. 计算机技术与发展，2015，25(11):152-155

[13] 董聪，张晓，程文迪，等. 基于新型存储器件的分布式文件系统性能优化[J]. 计算机应用，2020，40(12):3 594-3 603

[14] 胡正华，孟令奎，张文. 面向关系数据库扩展的自适应影像金字塔模型[J]. 测绘学报，2015，44(6):678-685

（下转第110页）