

商业遥感卫星综合信息平台系统设计

谢永强 张海利 杨劲林^(通讯作者)

四维世景科技(北京)有限公司, 北京, 100190;

摘要: 本研究针对商业遥感卫星数据共享与融合效率低、信息孤岛严重、跨平台协同困难等问题, 设计了一款统一的商业遥感卫星综合信息平台。平台采用模块化架构, 涵盖信息汇聚与分析、实时目标监测、仿真与可视化、多维度展示评估、问题定位与维护、任务效能评估、示范成果展示等七个子系统。各子系统协同工作, 形成一个有机整体。该平台将提升数据共享价值, 推动跨行业协同创新, 助力遥感技术深度应用。

关键词: 商业遥感卫星数据; 系统设计; 遥感卫星综合信息平台

DOI: 10.69979/3041-0673.25.12.006

引言

目前我国商业遥感卫星数据已在自然资源、生态环境、农林保护、城市治理等多个行业领域广泛应用, 但共享与融合仍面临数据存取效率低、信息孤岛和跨平台协同困难等挑战。不同卫星运营商的数据格式和接口不兼容, 限制了其在复杂场景中的应用, 尤其是在对实时性要求较高的领域。

不同商业遥感信息平台在 GIS 功能、目标识别、可视化展示和数据共享方面各具特色。中科星图、航天宏图、BlackSky 和 EOSDIS 分别在多源数据分析、AI 目标识别及全球环境数据共享方面具备优势, 其功能点对比表如表 1 所示。因此, 构建统一的商业遥感卫星综合信息平台, 通过整合多源数据、智能分析和高效共享机制, 弥补现有平台不足, 提升遥感数据的应用价值与行业影响力就显得尤为重要。

表 1 功能点对比表

维度	中科星图	航天宏图	BlackSky	EOSDIS
多源数据融合	支持遥感数据与其他类型数据(如气象、地理信息等)的融合分析, 提供精确的多维度分析结果	将来自不同卫星、传感器、气象站、地面传感器等的数据进行有效集成, 形成统一的数据体系, 提供多维度、多时段的综合数据支持, 支持大规模的数据存储和管理	支持从卫星和其他遥感设备获取数据	提供卫星数据与其他科学数据(如气候、大气等)的融合分析
智能决策支持	集成了人工智能与机器学习技术, 为用户提供自动化的决策支持系统	通过对历史数据的分析, 平台能够预测环境变化、灾害发生等, 提供实时的风险预警和决策支持	BlackSky 利用机器学习和 AI 技术, 自动分析目标活动, 减少人工干预, 提高分析效率	支持为用户提供决策支持
实时卫星影像获取与更新	支持实时数据获取与更新, 适用于实时监控和动态变化分析	提供实时卫星影像传输与更新, 特别适合应急响应和监控应用	高频次实时卫星影像获取, 专注商业监控与灾后响应等	支持近实时数据获取, 尤其适用于气候变化与环境监测等
地理信息系统(GIS)功能	提供强大的 GIS 处理和空间分析功能, 支持空间数据的处理、空间分析和三维建模	无显著提及	通过多帧图像选项, 能够快速创建并定期更新 3D 产品, 如数字表面模型(DSM)和视域分析	无显著提及
目标识别与变化监测	提供实时的目标检测、行为分析、异常检测与预警功能。	无显著提及	强调基于 AI 的目标识别与变化监测, 自动化检测地面变化	无显著提及
可视化展示	平台提供强大的数据可视化功能, 支持 2D、3D 视图展示遥感影像, 结合时空数据进行动态展示	无显著提及	无显著提及	EOSDIS 具备强大的数据可视化和分析功能, 提供了很多在线工具如 Worldview
开放数据共享与协作	提供数据共享与定制化服务, 强调个性化数据访问	无显著提及	无显著提及	强调数据开放与共享, 提供全球科研协作平台

1 系统设计

1.1 概述

为了构建高效的综合信息服务平台, 通过建立统一、

稳健的基础网络框架、数据交换接口, 形成基础数据交换与共享网络架构, 围绕卫星成像任务协同接入、高吞吐数据传输与信息共享、实时监控与故障切换、标准化接口设计等优化基础网络框架的运行效率与数据处理

能力。多平台协同接入实现卫星成像任务的动态分配,优化资源利用率,提高执行灵活性;高吞吐数据传输与信息共享确保海量遥感数据的安全、高效流转,提升跨各商业卫星运营商协作能力;实时监控与故障切换功能保障数据采集的连续性和可靠性,避免任务中断;标准化接口设计增强系统兼容性和扩展性,推动遥感数据生态建设。综合这些设计,基础网络框架结构不仅提升整

体性能,还为未来扩展和技术升级奠定坚实基础。

1.2 系统总体设计

1.2.1 系统总体架构图

系统架构采用模块化设计,各层之间通过标准化接口相互通信,既保证系统的稳定性和可扩展性,又方便各层功能的独立升级和维护。商业遥感卫星综合信息平台的系统总体架构图如图1所示。

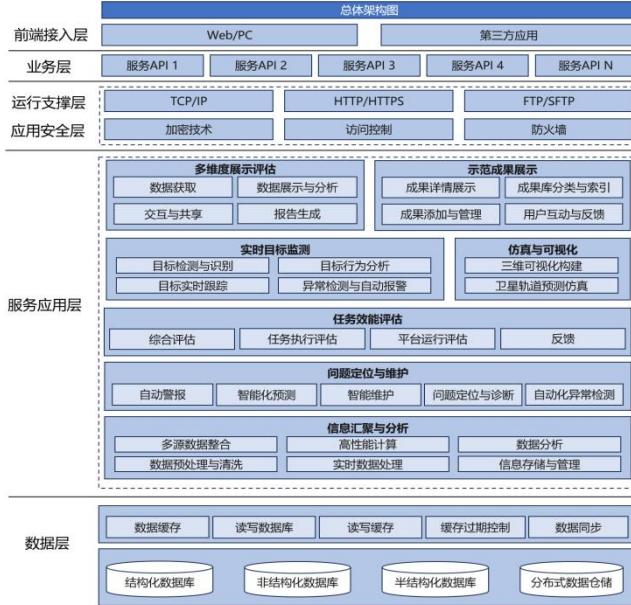


图 1 商业遥感卫星综合信息平台总体架构图

1.2.2 系统技术架构图

商业遥感卫星综合信息平台技术架构图展示了系

统的核心组件及其交互方式。通过分层架构和模块化设计,系统实现了高效的数据流转、安全防护、快速响应和便捷的运维管理,具体如图2所示。



图 2 商业遥感卫星综合信息平台技术架构图

2 功能模块设计

商业遥感卫星综合信息平台加强卫星一体化信息

融合与共享能力建设，主要包括如下七大功能，具体如

图3所示。

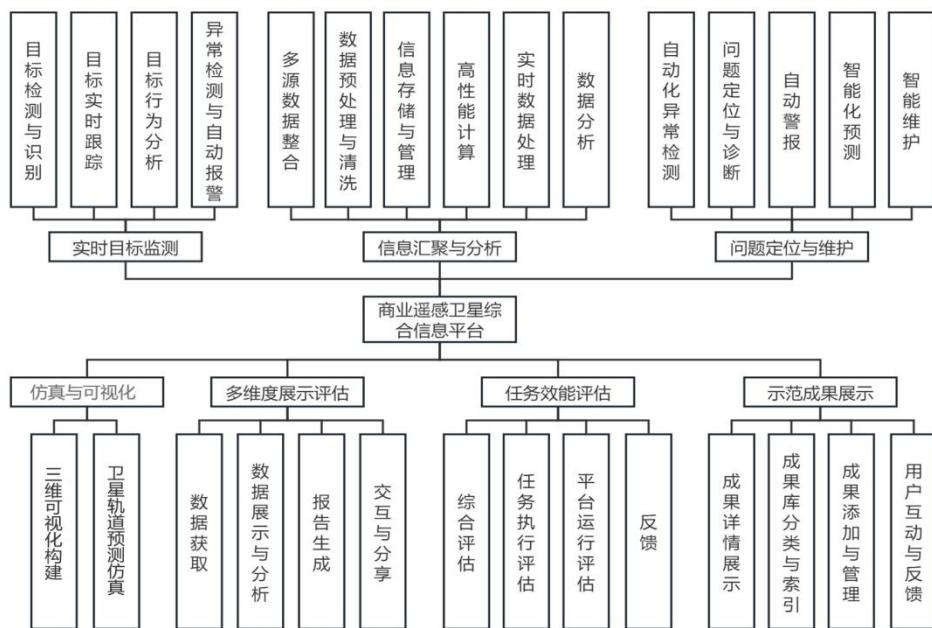


图3 商业遥感卫星综合信息平台的功能划分

2.1 信息汇聚与分析

商业遥感卫星综合信息平台首先通过多源数据整合、数据预处理与清洗，确保数据的准确性和一致性，并存储在信息管理系统中。接下来，利用高性能计算和实时数据处理模块对数据进行深度分析，最终通过数据分析模块提取有价值的信息，为决策提供支持。

2.2 实时目标监测

实时目标监测首先通过目标检测与识别模块对卫星观测区域内的目标进行识别和分类，并利用实时跟踪模块持续更新目标的运动轨迹。然后，目标行为分析模块评估目标动态，结合异常检测与自动报警模块识别异常行为，并触发报警机制，确保及时响应。

2.3 仿真与可视化

仿真与可视化子系统可通过卫星轨道仿真模型模拟各商业卫星在轨运行状态，并通过可视化模块进行三维可视化构建，利用三维数字地球技术构建与物理对象一致的数字模型，以精准模拟其运行状态。之后，卫星轨道预测仿真模块基于实时和历史数据，结合机器学习算法分析系统趋势，预测未来卫星轨道过境情况，为决策提供支持。

2.4 多维度展示评估

多维度展示评估子系统首先通过数据获取模块整合仿真与可视化体信息及多时间、多波段观测数据，为分析提供基础。之后，数据展示与分析模块以三维模型、热图、时序图等方式呈现结果，并通过报告生成和交互分享模块，支持自动化评估报告生成与内容共享，助力

决策制定。

2.5 问题定位与维护

问题定位与维护子系统首先通过自动化异常检测模块实时监测系统运行状态，利用问题定位与诊断模块深入分析异常原因并提供修复建议。接下来，自动警报模块及时预警异常情况，智能化预测模块提前预判潜在故障，最终由智能维护模块执行自动修复或记录问题以优化未来维护策略。

2.6 任务效能评估

任务效能评估子系统首先通过综合评估模块整合任务执行数据，分析任务完成情况、数据质量及影响，并由任务执行评估和平台运行评估模块深入评估任务稳健性及系统运维效率。最终，反馈模块将评估结果与优化建议回馈系统，推动任务流程优化和持续改进。

2.7 示范成果展示

示范成果展示子系统首先通过成果详情展示模块直观呈现遥感探测成果，并由成果库分类与索引模块对成果进行系统化整理与高效检索。随后，成果添加与管理模块支持成果的上传与维护，而用户互动与反馈模块促进交流与优化，推动系统持续完善。

3 数据库设计

3.1 概念结构设计

数据库设计是项目开发过程中一个关键步骤，通过使用ER图（实体-关系图）来识别功能所对应的实体，并为其设计数据库表，从而清晰地展示实体之间的关系

和数据结构。

本平台的ER图如图4所示。

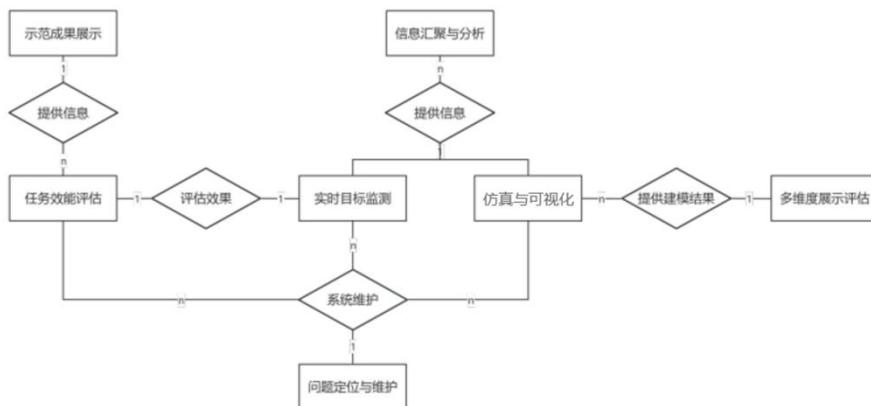


图 3-1 商业遥感卫星综合信息平台数据库 ER 图

ER图所展现的对象实体及其属性之间的关系如表3-1所示。

表 3-1 商业遥感卫星综合信息平台的数据概念结构

对象	属性	关联对象	关联数量关系
信息汇聚与分析	信息 ID、多源数据、整合后的数据	实时目标监测	多对一 (n:1)
		仿真与可视化	多对一 (n:1)
实时目标监测	跟踪目标 ID、目标信息、目标细节	信息汇聚与分析	一对多 (1:n)
		问题定位与维护	多对一 (n:1)
		任务效能评估	一对一 (1:1)
仿真与可视化	仿真对象 ID、模型版本、模型描述、模型名称	信息汇聚与分析	一对多 (1:n)
		多维度展示评估	多对一 (n:1)
		问题定位与维护	多对一 (n:1)
多维度展示评估	展示 ID、展示类型、展示区域	仿真与可视化	一对多 (1:n)
问题定位与维护	问题 ID、异常严重程度、异常处理状态、异常类型、异常发生位置	实时目标监测	一对多 (1:n)
		仿真与可视化	一对多 (1:n)
		任务效能评估	一对多 (1:n)
任务效能评估	综合评估 ID、图像标识符	实时目标监测	一对一 (1:1)
		示范成果展示	多对一 (n:1)
示范成果展示	成果展示 ID、成果标题、成果描述	任务效能评估	一对多 (1:n)

3.2 数据库表的设计

根据上述关系，项目为每个子系统设计了具体的数

据库表，以满足不同子系统的功能需求并确保数据的高效存储与管理。每个子系统和对应的表名如表3-2所示。

表 3-2 商业遥感卫星综合信息平台的数据库表

子系统名称	表名	子系统名称	表名
信息汇聚与分析	信息汇聚与分析数据表	问题定位与维护	异常事件表
	图像数据与检测结果表		异常历史记录表
	实时跟踪目标表		问题事件表
	目标轨迹表		警报事件表
	跟踪报警表		警报处理记录表
	行为模式表		阈值历史表
	目标行为表		预测结果表
	行为异常表		智能维护信息表
	异常检测表	任务效能评估	综合评估数据表
实时目标监测	报警通知表		任务执行评估数据表
	模型定义数据表		平台运行评估数据表

	参数配置数据表	示范成果展示	反馈数据表
	模型运行记录表		成果表
	预测结果数据表		任务背景表
	未来趋势数据表		观测目标表
多维度展示评估	区域信息表		数据处理过程表
	分析结果表		最终成果表
	用户交互记录表		应用场景表

4 系统原型界面设计

4.1 用户登录界面

用户登录界面如图 4-1 所示。用户登录界面应提供清晰的登录入口，允许用户输入用户名和密码进行平台登录操作。此外，应支持找回密码功能，通过邮箱或手机验证码等方式重置密码。

4.2 主界面

主界面如图 4-2 所示，应具备直观的菜单导航，按功能逻辑分类，方便用户快速访问操作区域。同时，需设有信息展示区域，呈现操作结果、数据可视化内容及系统状态，并支持自动布局调整及交互功能，如旋转与缩放，以满足多样化展示需求。



图 4-1 登录界面



图 4-2 主界面

4.3 实时目标监测界面

实时目标监测界面如图 4-3 所示，需满足以下要求：实时显示监测区域内目标的位置信息；实时更新目标运动轨迹，清晰反映运动方向和速度变化。同时，界面应配备操作功能区，包括目标选择下拉菜单或搜索框进行详细分析，提供选项让用户生成目标数据和分析结果的报告。



图 4-3 实时目标监测界面

4.4 仿真与可视化界面

仿真与可视化界面如图 4-4 所示。仿真与可视化界面具备仿真分析与三维可视化功能，支持用户查看细节，并输入模拟条件进行仿真分析；同时展示分析结果（如图表、数据列表），并提供用户反馈区域以记录意见用于模型优化。

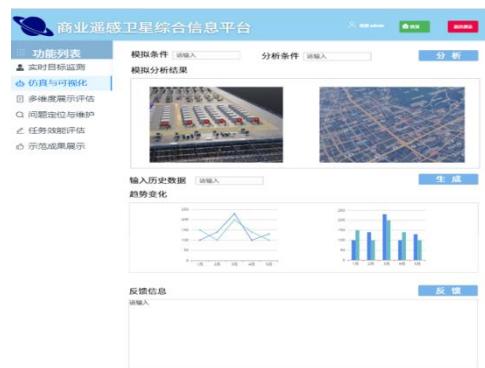


图 4-4 仿真与可视化界面

4.5 多维度展示评估界面

多维度展示评估界面如图 4-5 所示, 应支持用户通过按钮在三维模型、热图、时序图等展示形式间流畅切换, 并提供相应的交互工具(如视角调整、时间轴缩放)。界面需设有生成报告按钮, 能根据用户选择的区域自动生成标准化评估报告。



图 4-5 多维度展示评估界面

4.7 任务效能评估界面

任务效能评估界面如图 4-7 所示, 应通过直观的图表(如柱状图、折线图)与数据表格相结合, 展示评估结果。此外, 界面需支持用户针对特定任务或平台运行阶段进行评估, 并设有反馈按钮供用户提交意见, 以便系统记录并用于后续优化改进。



图 4-7 任务效能评估界面

4.8 示范成果展示界面

示范成果展示界面如图 4-8、4-9 所示, 以列表形式展示成果的关键信息, 支持排序、筛选和搜索功能, 方便用户查找。同时, 提供评论、点赞、分享等互动功能, 实时更新互动数据, 营造活跃的社区氛围。

4.6 问题定位与维护界面

问题定位与维护界面如图 4-6 所示, 需要实时展示系统运行状态、数据传输速率等关键指标。此外, 界面设有问题定位与诊断按钮, 提供问题详情及解决方案以及智能预测功能入口, 以查看潜在问题及维护建议。当系统触发警报时, 弹窗或通知栏会显示异常详情、问题级别和紧急程度, 并支持查看警报历史记录。



图 4-6 问题定位与维护界面



图 4-8 示范成果展示



图 4-9 示范成果展示

5 结论

本项目设计了一款统一的商业遥感卫星综合信息平台, 旨在实现不同来源和类型的遥感数据的高效整合与共享, 从而打破信息孤岛, 提升数据应用价值。平台围绕信息汇聚与分析、实时目标监测、仿真与可视化、多维度展示评估、问题定位与维护、任务效能评估、示

范成果展示等七个子系统展开设计。各子系统协同工作,形成一个有机整体。通过这一综合信息平台的设计与实现,不仅满足当前商业遥感卫星数据应用的多样化需求,还为未来的发展预留了广阔空间,为推动商业遥感卫星行业的数字化转型和创新发展奠定了基础。

参考文献

- [1] 颜军,张庆君,王海涛.高分辨率对地观测和商业遥感[M].北京:国防工业出版社,2021.
- [2] 国家矿山安全监察局.智能化矿山数据融合共享通信接口与协议规范:GB/T39268-2023[S].北京:中国标准出版社,2022.
- [3] 谭娟,白鹤峰,陈勇,等.开放式遥感数据服务系统架构技术研究[J].武汉大学学报(信息科学版),2015,40(07):950-956. DOI:10.13203/j.whugis20130548.
- [4] 龚健雅,乐鹏,向隆刚,等.开放地球引擎OGE设计与研制[J].测绘学报,2025,54(04):587-602.
- [5] 张良培,何江,杨倩倩,等.数据驱动的多源遥感信息融合研究进展[J].测绘学报,2022,51(07):1317-1337.
- [6] 肖亮,史振威,高连如,等.《中国图象图形学报》多源遥感数据融合与智能解译专栏简介[J].中国图象图形学报,2024,29(08):2087-2088.
- [7] 靳颖.创新遥感数据服务,推动卫星商业化发展[J].卫星应用,2022,(07):1.
- [8] 刘鹏,毕建涛,曹彦荣,等.遥感影像数据库引擎设计与实现[J].地球信息科学,2005,(02):105-110.
- [9] 张正强,郭建恩,王鹏.基于AHP的遥感卫星任务规划效能评价方法[J].无线电工程,2012,42(01):36-39.
- [10] 刘莹清.天河一号一期开始运算[N].滨海时报,2010-01-10(005).
- [11] 灵图互动科技有限公司.原料制备车间数字孪生监控系统架构与关键技术分析[R].北京:工业互联网联盟技术报告,2024.
- [12] BlackSky Technology Inc. BlackSky Selected by NRO to Explore Commercial Hyperspectral Imagery Capabilities[EB/OL]. (2023-05-12) [2025-08-20]. <https://www.blacksky.com/news-releases>.
- [13] Jiaxin L ,Danfeng H ,Lianru G , et al. Deep learning in multimodal remote sensing data fusion: A comprehensive review[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,2022,112
- [14] Gorelick N ,Hancher M ,Dixon M , et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone[J]. Remote Sensing of Environment,2017,20218-27.

作者简介: 谢永强(1985.07-),男,汉族,黑龙江哈尔滨人,四维世景科技(北京)有限公司/工程师,主要研究方向:遥感卫星信息融合与智能应用技术研究。