

# 第五章 技术要求

## 一、项目概况

为支撑自然资源卫星遥感应用就绪数据（ARD）系统与一张图建设，需要开展基于ARD数据的即时计算与动态渲染技术研发，该技术应对海量、异构数据爆炸式增长的挑战，突破传统静态处理模式的局限，加速数据访问与处理，满足不同应用场景对数据的快速访问需求，通过动态渲染与交互式可视化技术直观呈现复杂数据规律，增强用户洞察与体验，提高信息分析与业务效率。

## 二、服务内容及相关要求

### （一）项目服务内容

#### （1）任务目标：

构建一套完整的、支持多源遥感数据即时计算与动态渲染的技术服务体系，该体系包含多源异构时空数据虚拟化与融合、面向动态请求的遥感数据即时计算引擎和大规模地理数据 Web 端动态渲染与交互三部分，实现对多种来源（数据库、文件、API）数据的快速接入、清洗、转换和整合，将数据准备时间缩短 80%以上；支持指数分析、空间分析、时间分析、光谱分析、变化监测等业务场景的及时计算与渲染，支持对海量 ARD 数据的在线、按需分析与沉浸式、交互式可视化，满足自然资源监测与决策支持等业务场景的敏捷响应需求。

#### （2）工作内容和工作量：

1) 研发多源异构时空数据虚拟化与融合技术，开发支持多源数据（如云优化栅格 COG、Zarr、矢量数据库等）的、可插拔的数据连接与适配器模块；构建基于开放标准（STAC）的统一时空元数据目录服务，支持时空谱属性的联合查询与数据发现；研发数据虚拟化融合技术，形成对上层应用透明的逻辑数据立方体视图。

2) 研发面向动态请求的遥感数据即时计算引擎技术，开发能够将用户高级分析请

求实时解析为计算有向无环图（DAG）的动态处理链编排引擎；构建一个包含遥感专业算子（如波段运算、光谱指数、时序滤波、空间统计等）的、可扩展的分布式时空计算算子库；开发支持将计算结果以流式（Streaming）方式传输至前端的服务接口。

3) 研发大规模地理数据 Web 端动态渲染与交互技术，开发基于现代 Web 图形技术（WebGL/WebGPU）的高性能渲染引擎，支持栅格与矢量瓦片的动态加载与符号化绘制；研发支持“空间-时间-光谱”多视图联动的交互式分析组件库；开发支持用户通过可视化界面，自行配置和触发指数分析、变化监测等常见业务分析流程的功能。

### （3）预期成果：

即时计算与动态渲染技术体系研究报告 1 份、服务 API 技术规范（初稿）1 份、交互式遥感分析应用原型软件 1 套（含前述 6 个核心软件模块）。

## （二）技术要求

### （1）模块功能要求

#### 1) 虚拟化数据连接与适配器模块功能要求

研发支持多源异构时空数据虚拟化与融合技术，开发可插拔的数据连接与适配器模块。该模块需实现对多源异构数据（包括但不限于遥感影像、矢量数据、时序数据）的统一接入与虚拟化，能够屏蔽云优化栅格（COG）、Zarr、矢量数据库等不同数据格式及文件、数据库、API 等存储方式的底层差异。模块应通过适配器机制，为上层应用提供统一、透明的数据访问接口，实现对多种来源数据的快速接入、清洗、转换与整合，形成对上层应用透明的逻辑数据立方体视图，将数据准备时间缩短 80%以上。

#### 2) 统一时空元数据目录模块功能要求

构建基于开放标准（STAC）的统一时空元数据目录服务。该模块需建立统一的时空数据目录与元数据管理体系，实现数据的有效组织、索引与检索。功能上需支持按时间范围、空间范围、光谱属性等条件进行联合查询与数据发现，支持时空谱属性的灵活检索，从而实现对海量 ARD 数据的快速定位与高效发现。

### 3) 动态处理链解析与编排引擎模块功能要求

研发面向动态请求的遥感数据即时计算引擎，开发动态处理链编排引擎。该模块需具备将用户高级分析请求（包括但不限于指数分析、变化监测、空间分析、时间分析、光谱分析等业务场景）实时解析为计算有向无环图（DAG）的能力，并根据解析结果自动构建、编排与调度数据处理流程，实现多算子任务的动态组合与执行调度，确保对各类业务场景的敏捷响应。

### 4) 分布式时空计算算子库模块功能要求

构建一个可扩展的分布式时空计算算子库。该模块需封装面向 ARD 数据处理的标准化计算算子，算子类型应至少覆盖波段运算、光谱指数（如 NDVI、NDWI 等）、时序滤波、空间统计等遥感专业分析功能。模块需支持在分布式环境下进行并行计算，以满足指数分析、空间分析、时间分析、光谱分析、变化监测等业务场景的即时计算需求，保障大规模数据处理的高效率。

### 5) 高性能 Web 端渲染引擎与交互分析模块功能要求

研发大规模地理数据 Web 端动态渲染与交互技术，开发基于现代 Web 图形技术（WebGL/WebGPU）的高性能渲染引擎。该模块需支持栅格瓦片与矢量瓦片的动态加载、符号化绘制与快速展示，能够实现对海量 ARD 数据的在线、按需分析与沉浸式可视化。同时，需研发支持“空间-时间-光谱”多视图联动的交互式分析组件库，实现地图视图、时序视图、光谱视图等多视图的联动交互与协同分析。此外，模块应提供可视化配置界面，支持用户通过拖拽、点选等图形化操作方式，自行配置和触发指数分析、变化监测等常见业务分析流程，并将配置参数无缝传递至后端计算引擎，实现分析任务的即时触发与结果可视化呈现。

### 6) 计算结果流式传输服务接口功能要求

开发支持将计算结果以流式（Streaming）方式传输至前端的服务接口。该接口需提供计算结果的实时流式传输服务，能够在计算过程中将处理结果以数据流的形式持

续推送至客户端或应用系统，实现分析结果的即时获取与动态渲染展示，支撑前端交互分析模块的高效联动与即时响应。

## (2) 技术性能指标

1) 提供基于时间、空间范围及属性的快速检索能力, 并计算不同空间分辨率的载荷在该空间范围的覆盖度, 影像数据规模达 20 万景时, 查询响应时间  $\leq 5s$ ;

2) 影像数据规模达 20 万景时, Web 地图 (zoom>13) 动态渲染效率 $\leq 4s$ ;

3) 影像数据规模达 20 万景时, 动态合成 2km\*2km 分辨率的全国一张图 $\leq 10min$ ;

4) 影像数据规模达 20 万景时, 使用过去三个月的 2 米影像, 生成地级市范围的无云一张图, 效率 $\leq 8min$ ;

5) 影像数据规模达 20 万景时, 计算 NDVI 的指数分析, Web 地图 (zoom>13) on-the-fly 即时计算效率 $\leq 5s$ ;

6) 万兆网络下影像入库效率, 不低于 100M/s;

7) 时空计算算子库, 各类算子不低于 100 个;

8) 支持 PB 级数据的管理;

9) 支持多算子处理链动态解析与自动编排, 任务调度响应时间  $\leq 2s$ , 支持并行任务调度与弹性扩展。

## (3) 其他要求

1) 技术路线先进合理, 针对多源异构数据虚拟化融合、基于 STAC 的统一元数据目录、动态请求解析为 DAG 的编排引擎、分布式时空计算算子库、WebGL/WebGPU 高性能渲染、“空间-时间-光谱”多视图联动、流式传输等关键技术有明确且深入的设计, 架构先进 (支持分布式计算、弹性扩展、流式处理、可插拔适配器等), 具有创新性。

2) 集成部署与试运行要求: 集成部署与试运行方案需科学合理、切实可行。集成实施路径清晰, 包含集成实施具体方案与里程碑节点, 明确各模块间的接口定义与集成策略, 制定完整的测试方案 (涵盖单元测试、集成测试、性能测试、安全测试),

并提出有效的风险控制措施，具备良好的工程落地能力，能够保障核心模块的高效集成与协同运行。部署方案明确，包含软硬件环境要求、容器化部署策略等，确保系统能够快速、稳定地部署至目标环境。试运行方案完整，包含试运行期间的问题响应机制、用户培训安排、系统优化计划等，确保系统在试运行阶段平稳过渡，及时发现并解决问题，为系统正式上线运行奠定坚实基础。

### 三、涉及的国家、行业及其它标准

需满足国家标准《GB/T35274-2017 信息安全技术大数据服务安全能力要求》（如遇更新，按最新标准执行）的要求。

### 四、服务要求

结合本次项目特点，从安全性、高效性及可靠性、项目进度可控性、项目质量保证等方面，对供应商的服务提出以下明确要求：

（1）安全性要求：投标人需严格遵守国家网络与信息安全相关法律法规，建立健全项目安全管理制度。在软件开发过程中，需对代码进行安全审计，防范常见安全漏洞（如 SQL 注入、跨站脚本攻击等）；对涉及卫星遥感数据、地理信息等敏感信息的存储、传输与处理，需采用加密、访问控制等技术手段，确保数据在流转全过程中的保密性、完整性与可用性，不得将项目相关数据泄露、篡改或用于本次项目以外的任何用途；对开源软件与第三方组件的使用，需进行合规性审查，确保不存在知识产权风险。

（2）高效性及可靠性要求：投标人需组建由项目负责人、系统架构师、前后端开发工程师、算法工程师等组成的专业研发团队，明确职责分工，高效推进各项研发工作。需严格按照约定的时间节点完成模块设计、编码实现、集成测试、部署上线等关键任务，不得无故拖延。针对海量遥感数据即时计算与动态渲染的性能要求，需设计合理的系统架构与优化策略，确保在并发访问场景下系统的响应速度与稳定性。服务过程中需建立完善的应急处置机制，若遇到关键技术难题、系统故障等突发情况，需

在 2 小时内响应，及时与采购方沟通并采取有效措施，最大限度减少对项目进度的影响。

(3) 项目进度可控性要求：投标人需在项目启动后 10 个工作日内提交详细的项目实施计划，明确各阶段服务内容、完成时限、责任人、交付物及保障措施。项目实施过程中，需以周报形式定期向采购人汇报工作进展、存在的风险与问题、下周工作计划等内容；在里程碑节点（如模块设计评审、原型系统演示、集成测试等）需组织专题汇报，确保项目进度全程透明、可控。若出现可能影响项目进度的重大风险，需第一时间向采购人报告并提出应对方案。

(4) 项目质量保证要求：投标人需建立完善的质量保证体系，明确质量责任，覆盖需求分析、系统设计、编码实现、测试验证、部署交付等全过程。需制定详细的测试方案，包含单元测试、集成测试、性能测试与安全测试，确保各模块功能符合采购文件要求，系统在高并发场景下性能稳定、无内存泄漏等问题。

(5) 文档规范与配合机制：提交的软件产品需提供完整的用户手册、技术文档与 API 接口说明文档；研究报告与技术规范需内容详实、逻辑清晰、格式规范。项目实施过程中，需积极配合采购人的质量检查与阶段性验收工作，及时整改发现的问题，确保项目交付质量达到约定标准。

(6) 风险措施要求：投标人需建立完善的项目风险管理机制，对项目实施过程中可能出现的各类风险进行系统识别、评估与管控，包括但不限于技术风险、进度风险、人员风险、数据安全风险等。针对本项目关键技术风险（如海量数据即时计算性能瓶颈、多模块集成兼容性问题、多视图联动渲染卡顿等），需提出具体、有效的应对措施。项目实施过程中，建立完善的应急处置机制，明确突发情况（如系统故障、安全事件等）的响应流程、响应时间（如 2 小时内响应）及处理机制，对关键技术难点（如分布式计算性能优化、Web 端海量数据渲染效率、多源数据虚拟化融合等）制定详细攻关预案。

## 五、服务团队要求

服务团队的质量直接影响项目实施效果，结合本次项目实际履约需要，从人数、角色、专业背景、工作经验、资质证书等方面，对投标人的服务团队提出以下明确要求，确保团队具备相应的技术能力和项目经验，能够顺利完成各项研发与服务工作：

### 1. 团队人数及角色配置要求：

服务团队成员不少于 7 人，全部具备本科及以上学历（除项目负责人外，其中具有博士学位和高级职称人员 $\geq 3$ 人），具有遥感、地理信息系统、计算机科学、测绘工程等相关专业背景。团队成员需分工明确、责任到人，具体配置应至少覆盖以下角色：项目负责人、算法研发人员、前端开发人员、后端开发人员、测试与质量保障人员等。团队成员需全力配合完成项目的系统设计、算法研发、平台开发及技术支持等各项任务。

### 2. 人员专业背景及工作经验要求：

（1）项目负责人：具有遥感或地理信息系统或计算机科学或相关专业博士学位，具备 5 年及以上遥感数据处理、地理信息系统或时空大数据平台建设相关项目经验，熟悉卫星遥感应用相关标准规范，具备较强的沟通协调能力和统筹管理能力，能够有效推进项目实施，解决项目实施过程中的各类技术与管理问题。

（2）核心研发人员：核心研发人员应具备时空数据处理、遥感数据分析、软件开发或系统平台建设等相关研究或技术经验，专业背景覆盖遥感、地理信息系统、计算机科学及相关交叉领域，分工明确、配置合理，能够承担系统设计、算法研发、平台开发及技术支持等关键工作任务。

### 3. 资质证书及其他要求：

投标人需提供项目团队核心成员名单、学历或学位证书复印件、职称证书复印件等相关证明材料，确保服务的合法性与专业性。服务团队成员需具备良好的服务意识、责任心和沟通能力，严格遵守采购人的相关管理规定，积极配合采购人的工作安排，

按时完成各项研发任务，确保项目顺利推进。

## 六、验收标准及交付时间

### （一）内容质量标准

（1）模块功能实现：投标人提交的交互式遥感分析应用原型软件需完整实现采购文件要求的6个核心模块功能。其中，虚拟化数据连接与适配器模块需实现对多源异构数据的统一接入与虚拟化，数据准备时间缩短80%以上；统一时空元数据目录模块需支持基于STAC标准的时空谱属性联合查询；动态处理链解析与编排引擎需支持将指数分析、变化监测等请求解析为DAG并自动编排；分布式时空计算算子库需覆盖波段运算、光谱指数、时序滤波等专业算子；高性能Web端渲染引擎需支持栅格与矢量瓦片动态加载及“空间-时间-光谱”多视图联动；计算结果流式传输服务接口需支持实时推送分析结果。所有功能需经采购人测试验证，符合技术要求。

（2）系统性能指标：系统需支持海量ARD数据的在线、按需分析与交互式可视化，在多用户并发访问场景下，页面加载响应时间不超过3秒，即时计算任务响应时间满足业务场景敏捷响应需求。系统需经过性能压力测试，测试结果需提交采购人确认。

（3）技术文档质量：即时计算与动态渲染技术体系研究报告需内容详实、逻辑清晰，涵盖技术架构、关键算法、实现路径等内容；服务API技术规范需完整描述各接口的请求参数、响应格式、调用示例等，格式规范、易于查阅；用户手册需包含系统安装部署、功能操作、常见问题等内容。所有文档需语言准确、图表清晰、排版规范

### （二）效果标准

（1）业务支撑效果：系统能够有效支撑指数分析、空间分析、时间分析、光谱分析、变化监测等业务场景的即时计算与渲染，用户通过可视化界面自行配置分析流程后，系统能够快速响应并呈现分析结果，满足自然资源监测与决策支持等业务场景的敏捷响应需求。

（2）用户体验效果：系统具备良好的交互体验，“空间-时间-光谱”多视图联动

功能运行流畅，各视图间联动响应无明显延迟；动态渲染效果清晰、美观，支持海量数据的沉浸式浏览与交互操作。

(3) 服务配合效果：供应商能够按时、高效完成各项研发任务，响应及时，遇到技术问题能够快速妥善处置；服务过程规范，配合度高，能够满足采购方的各项工作要求。

### (三) 合规性标准（所有交付物通用）

所有服务工作、交付物均需符合本采购需求及相关国家标准、行业标准要求。

软件开发过程需严格遵守网络安全、数据保密等相关规定，确保敏感数据不泄露、不篡改、不用于本项目以外的其他用途，无安全事件发生；所有交付数据真实、有效，无伪造现象。

投标人及服务团队的资质、人员配置等符合本采购需求要求，具备相应的服务能力和资质，确保服务的合法性和专业性。

### (四) 交付物完整性与规范性标准

交付物清单：

- (1) 即时计算与动态渲染技术体系研究报告 1 份；
- (2) 服务 API 技术规范（初稿）1 份；
- (3) 交互式遥感分析应用原型软件 1 套（含 6 个核心模块）；
- (4) 系统源代码及部署手册；
- (5) 第三方测试报告；
- (6) 用户手册 1 份；
- (7) 项目研究报告 1 份。

规范性要求：

(1) 所有纸质交付物需采用 A4 纸张打印，一式三份（采购方两份、供应商一份），封面标注项目名称、交付物名称、交付日期，内容清晰、排版规范，签字盖章齐全。

(2) 电子版本需按采购方要求（如 PDF 格式、Word 格式、源代码压缩包等）提交，确保可编辑、可查阅，数据格式标准化，便于后续使用和存档。

(3) 软件产品需提供可部署的安装包或容器镜像，并附详细的部署说明文档，确保采购方能够独立完成系统部署与运行。

#### (五) 项目进度计划

合同签订一个月：组建项目团队，与采购人完成需求沟通对接，细化项目实施计划，提交详细的项目实施方案。

2026 年 5 月：完成多源异构时空数据虚拟化与融合技术研发，完成虚拟化数据连接与适配器模块、统一时空元数据目录模块的开发与初步测试。

2026 年 6 月-7 月：完成面向动态请求的遥感数据即时计算引擎技术研发，完成动态处理链解析与编排引擎、分布式时空计算算子库的开发与初步测试。

2026 年 8 月-9 月：完成大规模地理数据 Web 端动态渲染与交互技术研发，完成高性能 Web 端渲染引擎、计算结果流式传输服务接口的开发与初步测试；完成“空间-时间-光谱”多视图联动组件及可视化配置界面的集成。

2026 年 10 月：完成系统整体集成与联调，开展性能测试、安全测试与功能测试；提交即时计算与动态渲染技术体系研究报告、服务 API 技术规范（初稿）、用户手册等文档；完成系统部署上线，完成第三方测试，配合采购人开展试运行与验收测试。

2026 年 11 月：根据试运行反馈进行问题修复与优化完善，完成项目终验，提交项目研究报告及全部交付物。