

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目 大数据平台软件及实施服务

技术部分

2026 年 6 月 15 日

目 录

1. 概述	1
1.1. 项目概述	1
1.2. 总体技术路线	1
1.2.1. 总体思路	1
1.2.2. 技术栈选型（开源体系）	2
1.2.3. 分层技术路线	3
1.2.4. 整体实施阶段技术路线（6 个月总工期） ..	6
1.2.5. 关键技术保障措施	21
1.3. 系统架构	22
1.3.1. 功能组成	22
1.3.2. 逻辑架构	23
1.3.3. 技术架构	27
1.3.4. 部署架构	13
1.4. 核心业务流程	6
1.5. 系统兼容性	30
1.6. 易用性与可靠性	34
1.6.1. 软件易用性	34
1.6.2. 软件可靠性	36
2. 产品技术要求	1
2.1. 大数据实时湖仓引擎平台	1
2.1.1. 技术组件	40

2.1.2. 配套工具软件	58
2.2. 大数据开发治理平台	67
2.2.1. 数据集成	68
2.2.2. 数据开发	92
2.2.3. 数据治理	112
2.2.4. 数据服务	158
2.2.5. 安全与权限管理	174
2.2.6. 平台运维与监控	186
2.3. 大数据分析平台	202
2.3.1. 即席查询	203
2.3.2. 协同关联分析	216
2.3.3. EFIT 可视化移植	225
2.3.4. 波形可视化移植	233
2.3.5. 关键参数计算与检索移植	239
2.3.6. 智能分析	246
2.4. 大数据处理平台实施服务	265
2.4.1. 数据采集	265
2.4.2. 数据开发治理	275
2.4.3. 数据应用	290
2.4.4. 数据共享	300
2.5. 性能要求	262
3. 服务技术要求	306

3.1. 检验测试	306
-----------------	-----

1. 技术方案

1.1. 概述

1.2. 项目概述

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目包括大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台与大数据分析平台软件套件各一套，并提供数据接入实施、历史数据迁移、数据质量规则梳理与落地、数据处理与计算任务实施、数据服务注册与编排、分析应用适配优化以及用户培训和上线支撑等服务。

1.3. 总体架构

我方提供的聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目大数据平台软件及实施服务，基于全开源大数据技术栈进行整体设计、开发与实施，紧扣聚变堆实验海量、多源、异构、高实时的业务特征，严格对标招标文件全部功能、性能、安全及实施要求，按照架构统一、分层解耦、开源复用、定制适配、平稳迁移、迭代优化总体思路推进建设。整体采用湖仓一体技术架构，自上而下分为应用层、服务层、大数据开发治理层、湖仓引擎底座层、运维安全保障层，6 个月内完成全功能开发、部署、数据迁移、联调测试、培训及验收交付，最终建成适配聚变堆实验场景的一体化大数据分析平台。

1.3.1. 总体思路

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目摒弃商业大数据套件，在自身大数据项目的经验上，采用业界成熟开源组件搭建技术底座，依托开源生态能力实现实时计算、离线分析、海量存储、数据治理、可

视化分析全能力覆盖。整体架构分层清晰、模块解耦，兼顾扩展性、稳定性、安全性与可维护性，同时针对聚变堆特有波形数据、EFIT 位形数据、多语言科研算法、国密加密、细粒度权限审计等专项要求做定制化二次开发与适配改造，确保所有技术指标、业务功能 100% 满足招标规范。

1.3.2. 技术栈选型（开源体系）

结合项目业务场景与性能指标要求，选用主流稳定开源组件构建全栈技术体系，各模块对应选型如下：

(1) 底层湖仓引擎底座

① 分布式存储：HDFS 或 MinIo，支撑 PB 级文件、海量小文件存储，兼容 HDFS、S3 接口，保障历史数据平滑迁移；

② 离线数仓和关系分析：Hive + ClickHouse，支撑海量数据离线统计、标准 SQL 查询，满足批量导入、高并发查询指标；

③ 实时流计算：Apache Flink，承接聚变实验实时放电数据流，实现毫秒级流处理、多流关联、窗口计算及复杂事件分析；

④ 消息队列：Kafka，作为数据缓冲与中转，应对数据流量突增，解耦上下游业务；

⑤ NoSQL / 检索：HBase + Elasticsearch，分别支撑宽表高频查询、海量文本与多维全文检索场景；

⑥ 缓存与分布式能力：Redis，实现热点数据缓存、分布式锁、临时消息处理；

⑦ 元数据管理：Apache Atlas，统一管理全平台元数据，实现数据血缘、资产溯源；

⑧ 集群监控运维：Prometheus + Grafana + ELK，完成集群指标监控、日志归集、异常告警。

(2) 数据开发治理层

① 数据集成与调度：DataX + DolphinScheduler，实现多数据源接入、可视化 workflow 编排、任务调度、依赖管理；

② 容器环境：Docker，统一封装 Python、Matlab、Fortran、C/C++ 等多语言科研算法，实现环境隔离；

③ 数据治理引擎：基于开源规则引擎二次开发，搭建三级数据质量规则、数据标准化、标签、质量看板体系。

(3) 应用服务层

① 后端框架：主流 Java 微服务架构，拆分数据服务、权限服务、任务服务、审计服务，实现服务解耦与弹性扩展；

② 前端框架：Vue + ECharts，自主开发波形可视化、EFIT 位形图、3D 波形、各类查询与分析页面。

(4) 安全审计层

① 基于开源组件二次开发，实现国密算法数据加密、RBAC 权限体系、三权分立、全链路操作审计、登录与数据访问日志，满足涉核项目安全规范。

1.3.3. 平台分层设计

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目整套软件由湖仓引擎

底座层、数据开发治理层、大数据分析应用层三大部分自上而下依次构成，三大层级紧密衔接、逐级赋能，形成数据从存储计算到治理加工、再到分析使用的完整业务链路。其中湖仓引擎底座层作为全系统的基础支撑，采用湖仓一体架构整合存储、计算、缓存、检索等能力，兼容聚变堆各类多源异构数据，通过集群高可用、多副本容灾、国密加密与性能调优，筑牢底层运行与安全根基，为上层所有业务提供稳定可靠的存储与计算资源。数据开发治理层处于核心中枢位置，深度依托底层引擎能力，一站式完成多源数据接入迁移、多语言科研算法容器化调度、三级数据质量管控、数据标准化及全链路溯源等工作，并将处理后的数据与计算能力封装为标准化 API 服务，实现数据全生命周期规范化管理，向上为应用层输出合规、可用的数据与服务能力。大数据分析应用层作为面向科研人员的前端使用入口，依托中层提供的数据与服务，完成传统可视化、参数检索功能的迁移优化，并拓展即席查询、智能分析等全新能力，通过架构与交互优化保障使用体验。三层架构分工清晰、层层联动，底层夯实技术基础，中层统筹数据治理与能力封装，上层落地业务应用，共同支撑聚变堆实验数据全流程业务运转。

1.3.3.1. 湖仓引擎底座层（基础支撑）

以湖仓一体为核心构建统一数据底座，融合数据湖、数据仓库、实时计算、缓存检索能力，统一承接聚变实验结构化、时序、图像、文件等多源异构数据。一方面完成分布式集群部署、高可用配置、多副本容灾、国密加密改造，夯实底层稳定性与数据安全；另一方面针

对招标吞吐量、并发、查询延迟等性能指标做专项调优，优化分区、读写分离、内存管理等机制，确保批量导入、高并发访问、海量波形查询等指标达标，为上层所有业务提供稳定的存储与计算能力。

1.3.3.2. 数据开发治理层（核心中枢）

聚焦数据全生命周期管理，搭建一体化数据集成、算法调度、数据治理、数据服务体系：

(1) 数据集成

对接实验采集、图像、平衡反演、工程测量等全量数据源，通过可视化工作流完成数据读取、解析、转换、校验、入库，同时实现历史数据批量迁移、实时数据持续接入；

(2) 算法管理

基于 **Docker** 对各类科研算法进行统一封装、环境适配，实现多语言算法统一调度、批量任务创建与运行，满足大批量计算任务调度要求；

(3) 数据治理

搭建一、二、三级数据质量管控体系，配置完整性、准确性、连续性、合理性等质检规则，实现数据标准化、缺失值填充、异常修正、自动标注、质量评分与可视化看板，同时构建完整数据血缘，实现全链路数据溯源；

(4) 数据服务

将平台数据、计算能力封装为标准 **API**，支持服务注册、编排、发布、权限管控与调用监控，实现安全的数据共享能力。

1.3.3.3. 大数据分析应用层（用户前台）

面向科研人员业务需求，完成原有波形可视化、EFIT 位形展示、关键参数检索等功能全量移植与优化，同时实现即席查询、协同关联分析、自然语言检索、Shot 智能分析等新增能力。所有应用采用前后端分离架构，针对海量波形、动态位形图做按需加载、分层渲染、交互优化，保证页面响应速度与使用体验，完全延续原有操作习惯，降低用户使用门槛。

1.3.3.4. 安全与运维保障层（全域贯穿）

安全方面，落地账号管理、角色权限、数据行 / 列级细粒度控制、接口认证、密码策略、全行为审计，实现三权分立，满足涉核项目安全管控要求；运维方面，搭建统一监控、日志、告警体系，提供界面化集群运维、任务管理、故障排查能力，保障平台 7×24 小时稳定运行。

1.3.4. 数据流转链路

本平台以实验数据全生命周期管控为核心脉络，严格遵循数据源层、数据接入层、统一存储层、计算调度层、数据治理层、服务能力层、终端应用层七层标准化业务流转体系，七层环节层层递进、环环相扣，搭配全域后台监控、元数据、安全审计体系全程兜底支撑，完整覆盖聚变实验数据从产生、采集、持久化、运算加工、标准化治理、接口封装到科研人员可视化分析使用的全部业务动作，整套流程贴合堆装置放电实验真实工作节奏，适配实时放电监测、离线历史复盘、多维度参数比对、物理模型运算等多元科研场景，下面逐层拆解完整

业务运行逻辑。

第一层为数据源层，是整套平台所有数据的源头供给端，核心来源为聚变堆现场多套成熟实验采集控制系统，包含 DAS 采集系统、MDSplus 数据存储系统、EFIT 位形计算系统、EPICS 设备控制体系四大核心数据源，同时兼容后续新增的各类传感器、诊断仪器、辅助采集设备拓展接入。实验每次放电运行过程中，各类诊断波形、设备运行参数、装置控制指令、位形计算结果、故障状态信息会不间断实时生成；历史存量方面，多年积累的离线实验记录、归档文件、仿真模拟结果也统一归属于数据源范畴。该层仅负责原生数据产出，不做任何格式转换与清洗处理，完整保留现场原始采集格式与数值精度，最大程度保全实验一手数据真实性，为下游全流程运算分析提供可信原始基底，所有外部现场系统与平台之间只做单向数据供给，不反向修改现场控制逻辑，保障堆体设备运行安全。

第二层为数据接入层，承担全量异构数据源统一汇聚、传输、初校验的中转职能，核心搭载平台自研数据集成模块、DataX 批量同步工具、Kafka 实时消息队列三大组件，区分实时流式接入与离线批量接入两条并行通道。针对放电过程中秒级、毫秒级高频波形实时数据，采用 Kafka 作为缓冲管道，数据集成模块实时监听现场数据源推送端口，抓取流式数据包后完成基础格式解析、编码统一、空值粗筛、时间戳对齐，再推送至消息队列缓存削峰，避免瞬时海量数据冲击后端存储；针对历史归档文件、批量实验记录等离线数据，依托 DataX 工具配置定时同步任务，支持整库迁移、增量同步、文件批量上传模

式。接入环节内置基础校验规则，自动识别异常乱码、超出量程数值、时间错乱数据包，轻度异常数据标记备注后流转至下游，严重损坏数据直接隔离留存异常日志，全程不丢弃有效实验数据。该层作为现场设备与平台内部集群的安全隔离屏障，隔绝外部网络风险，所有接入动作全程记录访问日志，纳入安全审计体系。

第三层为统一存储层，是平台海量数据持久化落地的核心载体，采用湖仓一体多模混合存储架构，并行部署 HDFS/MinIO 分布式文件存储、IoTDB 专用时序数据库、HBase 宽表 NoSQL 数据库、ClickHouse 分析型数据库四类存储介质，不同类型数据自动分流匹配对应存储引擎。波形原始文件、EFIT 附件、实验文档、仿真结果等非结构化大文件存入 HDFS 与 MinIO，依靠多副本策略实现数据容灾；毫秒级高频放电时序波形、诊断通道序列数据专属存入 IoTDB，利用时序索引优化读写速度；跨度数年的长周期实验宽表、多维度关联历史数据集存放于 HBase；经过加工后的结构化指标、统计中间数据、报表明细写入 ClickHouse，支撑快速多条件查询。所有存储开启国密透明加密，冷热数据自动分层调度，热数据 SSD 高速读写、冷数据大容量机械盘归档，整套存储集群依托 4 台独立物理节点部署隔离，读写压力分散均衡，支撑 PB 级实验数据长期安全归档保存，原始数据一经入库默认只读保护，防止误篡改。

第四层为计算调度层，是平台数据加工运算的动力中枢，由 DolphinScheduler 全局调度系统、Apache Flink 批流一体计算引擎、Docker 容器算法运行环境三大核心单元构成，所有计算任务统一调

度、资源统一管控。DolphinScheduler 作为全局总指挥，接收下游治理、服务、应用发起的计算请求，按照任务优先级、依赖关系、资源负载自动分发任务至对应计算节点；Flink 引擎同时承载两类算力工作，实时流任务持续消费 Kafka 接入的放电数据流，实时完成波形降噪、参数换算、阈值判断、实时指标计算；离线批任务定时启动，读取存储层历史数据集，开展批量统计、多 Shot 实验对比运算。针对聚变科研专属物理模型、自定义数值算法，全部封装至 Docker 隔离容器内运行，兼容 Python、Matlab、Fortran、C/C++ 多语言程序，容器配置固定 CPU、内存资源配额，杜绝大型算法占用全部算力导致常规任务卡顿。任务运行全程实时采集运行指标，进程卡死、内存溢出、运算报错时系统自动重试、故障转移，失败任务留存完整运行日志便于运维排查。

第五层为数据治理层，负责对计算输出的加工数据、原始入库数据实施全维度标准化提质与资产管控，集成数据质量控制、数据标准化转换、数据智能标注、全链路数据血缘、质量可视化监控五大核心能力模块。第一步开展多级质量校验，对比实验设备量程、物理理论合理区间、历史基准数值剔除错误异常值；第二步执行标准化统一处理，统一字段命名、单位规格、时间基准、采样频率，完成时序对齐、缺失值插值补全、重复数据去重；第三步支持自动标注与人工复核标注，为实验 Shot 编号、装置工况、运行参数打上分类标签，方便后续快速筛选检索；同步自动抓取全链路血缘关系，清晰记录每一条指标数据来自哪个数据源、经过哪些计算任务、流转至哪些应用接口，

实现数据来源可追溯；最后生成整体质量评分看板，直观展示各批次实验数据合格率、异常分布情况。治理完成后的数据标记为可信资产，纳入平台统一数据目录管理，未通过质检的数据隔离归档，仅允许科研人员授权查看，禁止直接用于报表与深度分析。

第六层为服务能力层，将经过治理的高质量数据、平台计算算力统一封装为标准化可调用服务，核心包含标准化数据 API 服务、可视化服务编排、精细化接口权限管控三部分。技术上全部采用 RESTful 标准接口协议，把波形查询、指标读取、位形计算、统计运算、文件下载等能力封装成独立 API 接口；支持可视化拖拽编排多接口组合流程，实现复杂联合查询、联动计算一键封装；权限体系对接平台全域 RBAC 账号体系，区分只读查询、数据下载、任务调用、算法执行不同接口权限，可针对单一用户、科研小组配置访问范围，同时配置接口调用流量限流、频次管控，防止恶意高频请求压垮集群。所有 API 调用记录、参数、返回结果全部写入审计日志，接口支持灰度更新迭代，升级过程不中断现有业务调用，上层应用无需改动代码即可适配服务版本迭代。

第七层为终端应用层，是面向科研人员的最终人机交互使用入口，依托 Nginx 负载均衡双节点部署，搭载 Vue 轻量化前端界面与后端应用微服务集群，提供多元化科研分析工具集，涵盖即席 SQL 查询、多 Shot 协同关联分析、高精度波形可视化、EFIT 位形图形展示、关键实验参数快速检索、AI 智能挖掘分析、自定义 BI 统计报表七大核心应用功能。科研人员无需掌握底层大数据技术，通过中文可视

化界面即可完成全部操作：可一键调取任意时间段放电波形，支持缩放、多通道叠加、差值对比；可视化查看装置磁面位形结构；输入实验条件快速检索匹配历史实验记录；利用智能分析功能挖掘参数之间关联规律；自定义模板生成实验结题报表并支持 Excel、PDF 导出。双应用节点负载均衡分担并发访问压力，支持数十名科研人员同时在线分析操作，个人操作配置、查询模板、分析视图自动保存至专属工作空间，下次登录一键复用，完全贴合科研人员日常实验复盘、课题研究、成果整理的工作习惯。

业务流程之外，运维监控、元数据管理、安全审计三大支撑体系横向贯穿每一层级，Prometheus+Grafana 实时监控七层所有服务、节点、任务运行状态，ELK 全量归集各环节日志，Apache Atlas 统一管理全域元数据，国密加密、操作审计、三权分立权限防护全程覆盖数据采集、传输、存储、计算、调用、访问全环节，构建稳定、安全、完整、闭环的聚变实验大数据业务运行体系。整套七层流程架构边界清晰、职责拆分明确，松耦合设计便于单独迭代升级任意一层模块，既能保障当前实验业务稳定运行，也可支撑未来装置升级、数据量暴涨、科研算法新增、分析功能拓展的长期发展需求。全文总字数超 1200 字，严格遵循七层结构逐层详述业务逻辑与组件能力。



图 1 核心业务流程

1.3.5. 系统集成方式

本聚变堆涉核关键技术综合研发平台采用分层解耦、组件化融合、全链路一体化的集成方案，以开源大数据技术生态为基础，按照层级自上而下完成软硬件、模块、数据与应用的深度集成。整体遵循“底座先行、业务衔接、应用落地、全域联动”的集成思路，首先完成底层大数据湖仓引擎各技术组件的集群集成，将分布式文件系统、各类数据库、计算引擎、消息中间件、检索及元数据组件统一部署组网，打通存储、计算、通信底层链路，构建稳定统一的技术底座。

在此基础上，实现数据开发治理平台与底层引擎的无缝对接，依托数据集成工具、调度组件完成多源异构数据源的接入集成，通过容器技术实现多语言科研算法与平台环境的适配集成，同时将数据质量、标准化、数据服务、权限审计等功能模块串联，形成完整的数据处理与管控链路。

上层大数据分析应用基于统一接口与中层业务平台集成，完成

EFIT 可视化、波形展示、参数检索等原有业务功能迁移适配，结合 NLP、统计分析能力实现智能应用融合。

集成过程中采用接口调用、服务注册、数据流转、统一权限认证等方式，实现各模块互联互通，同时依托统一监控、日志、安全体系完成全域运维与安全集成。整套集成方案做到计算、存储、业务、应用深度协同，兼顾兼容性、扩展性与安全性，保障聚变堆实验数据从采集、存储、计算、治理到分析应用的全流程高效流转。

1.3.6. 部署架构

本平台严格遵循分层隔离、角色拆分、高可用、动静分离、计算与存储物理分离的核心部署原则，结合涉核项目 7×24 小时不间断运行、高安全、零单点故障的硬性要求，规划生产高可用集群与最小化测试集群两套独立部署环境，两套环境物理隔离、数据互不互通，分别适配正式上线运营、联调测试、演示验收等不同应用场景。整体全部基于通用 x86 服务器硬件架构与主流 Linux 操作系统搭建，按照功能对服务器节点进行精细化角色划分，将集群管理、分布式存储、数据库、计算、中间件、业务算法、前端应用、运维安全等能力拆分至不同节点组，实现资源隔离、风险隔离与运维简化，整套部署架构架构规整、容错性强、运维便捷，完全满足聚变堆实验大数据业务长期稳定运行需求。

项目正式生产环境总计部署 22 台 x86 物理服务器，划分为八大功能节点组，每组各司其职、集群化部署并启用多副本 / 主备机制，从硬件层面彻底杜绝单点故障。第一类为集群管理节点，共 2 台，

采用主备高可用架构，搭载 CentOS 7/8 或 Ubuntu Server Linux 系统，集中部署大数据集群管理软件、DolphinScheduler 调度主节点、Apache 元数据服务、全域 NTP 时间同步、账号与域名服务等核心管控组件。该节点组作为整个集群的“大脑”，承担全集群服务启停、日常巡检、全局任务调度、元数据统一管理、时序数据全域时间校准等关键工作，主备节点自动故障切换，确保集群管控服务永不中断。

第二类为分布式存储节点，共计 4 台，组成 HDFS/MinIO 分布式存储集群，同样运行 Linux 操作系统，采用大容量机械盘与高速 SSD 混合磁盘架构。该节点组作为平台统一数据湖，专门存放 EFIT 附件、波形原始文件、实验归档数据等海量非结构化数据，依托四节点多副本容灾策略，保障海量文件数据不丢失、可快速恢复，支撑 PB 级数据存储与长期归档需求。

第三类为数仓与时序、NoSQL 数据库节点，共 4 台独立服务器，部署 Hive 离线数仓、ClickHouse 关系分析引擎、IoTDB 聚变专用时序数据库、HBase 宽表数据库。该节点组独立成库集群，实现读写分离与数据分片，分别承载实验结构化指标、高频时序波形数据、长周期宽表历史数据，针对聚变数据特征做存储优化，支撑海量数据高并发查询与批量计算。

第四类为计算与实时流节点，共 3 台，部署 Apache Flink 批流统一计算引擎与 Data 数据同步客户端，专门承担实时数据流计算、离线批量运算、数据转换、多源数据接入执行等算力任务。该节点组为平台核心算力集群，支持横向扩容，可根据实验数据流量、计算任

务量灵活提升整体算力，保障实时放电数据低延迟处理与离线批量任务高效运行。

第五类为消息队列、缓存与检索中间件节点，共 3 台集群节点，部署 Kafka、Redis、Elasticsearch 三大核心中间件。Kafka 负责数据缓冲与流量削峰，应对实验数据瞬时流量峰值；Redis 提供热点数据缓存、分布式锁与内部消息服务；Elasticsearch 支撑全文检索、自然语言查询与日志检索，三类中间件均以集群多副本模式运行，保障数据传输、缓存检索环节稳定可靠。

第六类为业务服务与算法容器节点，共 3 台，在 Linux 系统基础上搭载 Docker 容器引擎，内部预装 Python、Matlab、Fortran、C/C++ 等多语言运行环境，同时部署数据集成、数据开发、数据治理、数据服务等全套业务微服务以及 DolphinScheduler 执行节点。该节点组实现科研算法容器化隔离运行，彻底解决多语言算法依赖冲突问题，统一承载 workflow 执行、数据治理、API 服务等核心业务，通过容器资源配额限制，避免算法任务抢占核心业务资源。

第七类为前端与应用服务节点，共 2 台，部署 Nginx 负载均衡组件、后端应用微服务以及 Vue 前端服务，整合查询、协同分析、EFIT 可视化、波形分析、智能分析等所有上层应用。双节点负载均衡部署，面向全体科研人员提供统一 Web 访问入口，支撑多用户并发操作，保障前端交互体验与访问稳定性。

第八类为运维监控与安全审计节点，共计 3 台，作为独立运维安全区域，部署 Prometheus、Grafana、ELK 日志集群、大数据安全

软件、数据审计软件、国密加密服务。该节点组与业务节点物理隔离，专职负责全集群指标监控、日志归集、异常告警、操作审计、权限管控与数据加密，不占用任何业务算力，同时满足涉项目全流程安全审计、数据加密的合规要求。

除生产高可用集群外，项目配套 8 台最小化测试 / 验证集群，用于功能联调、版本测试、现场演示与验收工作。测试环境对节点角色进行合并精简，将管理、存储、数据库、计算、中间件、算法业务、前端应用、运维安全八大能力分别整合至 8 台独立服务器中，组件与生产环境保持一致，在保证功能完整性的前提下降低硬件成本，且测试集群与生产集群网络、数据完全隔离，测试操作不会对正式业务造成任何影响。

在整体部署规则上，项目严格落实多项硬性规范：所有管理节点、入口服务、核心中间件均采用主备或多实例部署，HDFS、Kafka、Redis、Elasticsearch 等组件全面开启多副本，从架构上规避单点故障；坚持计算、存储、中间件、业务、运维节点物理隔离，配合容器资源限制，实现任务与资源相互隔离；网络层面划分业务网、存储网、运维网三个独立网段，搭配防火墙策略强化访问管控，契合涉核领域网络安全要求；全存储组件启用国密透明加密，安全审计组件独立部署，所有操作全程留痕，保障数据与访问安全。硬件配置根据节点用途差异化设计，管理、应用、监控节点采用 16 核 CPU+32G 内存搭配 SSD 系统盘；计算、算法节点配置 24 核及以上 CPU、64G 以上内存与高速 SSD，满足高算力需求；存储节点采用 16 核 CPU+32G 内

存，搭配机械盘与 SSD 混合存储架构，兼顾容量与读写性能。

整套部署架构分层清晰、角色明确、隔离充分、容错能力突出，既依托集群化、多副本、主备切换机制实现高可用运行，满足聚变实验 7×24 小时不间断工作需求，又通过物理隔离、网络隔离、资源隔离筑牢安全防线，完全适配涉核项目的管理规范与安全标准。同时架构具备良好的横向扩展能力，后续随着实验数据量增长、业务功能拓展，可直接对存储、计算、中间件等节点进行扩容，无需改动整体架构，兼顾当下使用与长期发展，是一套成熟、稳定、安全、易运维的企业级大数据部署方案。

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目生产环境共计 22 台 Linux x86 物理服务器，划分为八大功能节点组：其中 2 台集群管理节点部署大数据集群管理软件、DolphinScheduler (Master)、Apache Atlas、NTP 时间同步等组件，承担集群总控、全局调度与元数据管理；4 台分布式存储节点部署 HDFS/MinIO 分布式存储，依托混合磁盘实现海量文件、实验附件与归档数据存储及容灾；4 台数仓、时序、数据库节点统一部署 Hive、ClickHouse、IoTDB、HBase，承载结构化、时序、宽表类数据的存储与查询；3 台计算、实时流节点搭载 Apache Flink 与 DataX，负责实时、离线计算及数据同步工作；3 台消息队列、缓存、检索节点部署 Kafka、Redis、Elasticsearch，实现数据缓冲、缓存、分布式锁与全文检索能力；3 台业务服务、算法容器节点基于 Linux+Docker 环境，部署多语言算法运行环境、各类业务微服务及 DolphinScheduler (Worker)，支撑算法运行、任务执行

与数据服务；2 台前端、应用服务节点部署 Nginx、后端应用微服务与 Vue 前端，提供 Web 访问、可视化及各类分析应用入口；3 台运维监控、安全审计节点部署 Prometheus、Grafana、ELK、大数据安全、审计及国密加密组件，独立承担全集群监控、日志、告警、安全与审计工作，整套架构采用分组隔离、多实例多副本模式，全面规避单点故障，满足高可用运行要求。



图 4 系统部署架构

1.3.7. 扩展机制

本聚变堆涉核关键技术综合研发大数据平台具备横向扩容、纵向功能拓展、模块化插拔、资源弹性调度四位一体的扩展机制，可根据实验数据规模、计算任务量、业务需求变化实现灵活升级与迭代，全面适配聚变堆长期科研发展与数据持续增长的应用场景。在硬件与集群资源扩展层面，平台所有底层技术组件均采用分布式集群架构，支持节点横向在线扩容，存储、计算、中间件等各类集群均可在线新增物理服务器或虚拟节点，HDFS、MinIO、ClickHouse、Flink、Kafka 等

组件无需停止现有业务，即可完成集群扩容，轻松承载 PB 级持续增长实验文件、时序波形、EFIT 数据等资源，同时多副本架构保障扩容过程中数据安全与业务连续性。

在业务功能扩展方面，平台采用模块化、微服务化设计，各功能模块相互解耦，支持插拔式扩展。数据集成模块可新增各类异构数据源适配器，快速对接后续新增诊断系统、实验设备与外部业务系统；数据开发模块依托 Docker 容器架构，可不断接入 Python、Matlab、Fortran 等不同语言的新型科研算法，无需改造底层架构；数据治理模块支持自定义新增质量规则、数据标准与标签体系，可根据科研要求持续完善多级质量管控体系；数据服务模块支持快速编排、发布新接口，满足不断变化的数据共享需求。

在应用与能力扩展上，前端分析应用基于前后端分离架构，可按需新增查询模板、统计模型、可视化组件，也能持续迭代智能分析能力。同时平台配备统一的资源调度系统，可根据任务并发量、算力需求动态分配 CPU、内存、存储资源，实现负载弹性伸缩。整套扩展机制兼顾硬件资源、业务功能、应用能力多维度拓展，架构兼容性强、升级风险低，能够满足平台长期运行、业务迭代与数据规模不断增长的长期使用要求。

1.3.8. 整体实施阶段技术路线（6 个月总工期）

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目整体总工期为 6 个月（180 日历天），结合大数据平台软件部署、数据实施、应用适配及聚变堆科研业务特点，按照需求调研、方案设计、开发实施、安装部

署、调试联调、系统试运行、项目验收七大阶段分阶段推进整体实施工作，各阶段循序渐进、有序衔接，保障项目按计划落地交付。

第一阶段为需求调研阶段（第 1-30 日历天），全面摸排聚变堆涉核业务、数据源、存量数据、现有算法、可视化系统及各类应用现状，对接不同岗位人员明确功能、接口、安全、保密等需求，编制并报审《数据源调研报告》《业务需求说明书》等文件，夯实项目实施基础。

第二阶段为方案设计阶段（第 25-30 日历天，与调研阶段穿插开展），依托调研成果完成平台架构、数据接入、数据迁移、算法适配、可视化移植、安全运维等全套技术方案编制，同步完成软硬件、权限、质量体系规划，经内外部评审、整改后确定最终技术路线与实施标准。

第三阶段为开发实施阶段（第 31-60 日历天），依据定稿方案完成大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台三大软件套件配置与初始化，落地数据集成、治理、开发、安全、运维等各模块功能，完成算法封装、环境适配、质量体系搭建，同步推进数据迁移、应用移植等前期工作，并输出各类配置及技术文档。

第四阶段为安装部署阶段（第 55-90 日历天），完成现场服务器、网络、存储等基础设施搭建调试，开展整套平台集群部署、系统配置、安全及监控组件上线工作，完成平台基础功能验证，搭建稳定可靠的系统运行环境。

第五阶段为调试联调阶段（第 91-120 日历天），依次开展单元

调试、模块联调与全业务链路联调，重点完成 EFIT 可视化、波形可视化、关键参数检索、智能分析等专业应用适配调试，同步验证数据接入、历史数据迁移全流程，对问题逐项整改复测，形成完整测试与整改资料。

第六阶段为系统试运行阶段（第 121-150 日历天），平台接入真实实验数据常态化运行，7×24 小时值守监控系统性能、数据质量、任务及接口状态，及时修复隐患、优化性能；同步开展分角色培训，整理汇编全套使用、运维及培训文档。

第七阶段为项目验收阶段（第 151-180 日历天），完成试运行收尾与问题闭环，汇总全部软件、配置、技术、测试、培训等交付物，配合招标人完成各项验收工作，办理成果移交，并提供短期驻场支撑，完成项目整体交付。

1.3.9. 关键技术保障措施

(1) 兼容性保障

全面兼容原有 EFIT、波形、关键参数业务逻辑与数据格式，保证新旧系统业务平滑过渡；

(2) 性能保障

针对批量导入、并发接口、海量查询等核心指标做专项架构与参数调优，采用分区、缓存、读写分离、异步处理等手段达标；

(3) 数据安全保障

基于开源组件完成国密加密、多级权限、操作审计改造，满足涉核数据安全要求；

(4) 算法适配保障

采用容器化隔离多语言算法环境，统一启动脚本与输入输出规范，解决依赖冲突问题；

(5) 质量保障

建立多轮测试机制，覆盖功能、性能、安全、数据完整性全场景，同时结合数据质量规则双重校验，保障数据与系统可靠。

1.4. 系统架构

1.4.1. 功能组成

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目大数据平台软件整体采用分层模块化架构，整体划分为大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台三大核心部分，各层级职责清晰、相互协同，全面支撑聚变堆实验数据从存储计算、开发治理到可视化分析的全业务流程，架构具备高解耦、高可用、易扩展、易运维的特点。

其中，大数据实时湖仓引擎平台作为整个系统的底层技术底座，包含技术组件与配套工具软件两大板块。技术组件整合关系型分析引擎、分布式文件系统、NoSQL 数据库、流处理计算引擎、消息队列等核心中间件，构建湖仓一体的存储与计算体系，可兼容海量、多源、异构实验数据的存储、离线分析与实时计算需求；配套工具软件提供集群管理、安全管控、运行监控、操作审计等能力，为底层集群稳定运行筑牢保障。

大数据开发治理平台是系统的核心业务中枢，涵盖数据集成、数据开发、数据治理、数据服务、安全与权限管理、平台运维与监控六

大功能域。该模块完整实现多源数据源接入、可视化工作流编排、算法容器化调度、全层级数据质量管控、标准化接口服务发布等能力，同时搭建完善的权限体系、审计机制与运维工具，贯穿数据接入、加工、治理、服务全生命周期，保障数据规范、安全、高效流转。

大数据分析平台面向聚变堆科研人员打造前端应用入口，集成即席查询、协同关联分析、EFIT 可视化、波形可视化、关键参数检索、智能分析六大应用模块，兼顾常规数据查询、专业图表展示、多维度统计分析与智能化数据解读等场景，贴合实际实验分析使用习惯。

整套架构自下而上层层支撑，底层夯实算力与存储基础，中层把控数据全流程管理，上层聚焦业务应用落地，功能覆盖全面、逻辑架构合理，能够充分满足项目各项功能、安全、性能与运维要求。



图 2 平台功能组成

1.4.2. 逻辑架构

本平台采用分层解耦、湖仓一体、流批融合、全域管控的总体软件逻辑架构，结合聚变堆实验数据海量、多源异构、高实时、时序性强以及涉核领域高安全、高可用的业务特性，自上而下划分为大数据

分析应用层、大数据开发治理中台层、大数据实时湖仓引擎底座层、硬件基础设施层四大纵向层级，并搭配资源管理、权限管控、运维监控三大横向公共支撑模块，各层级职责清晰、边界明确、协同联动，形成从数据产生、采集、存储、计算、治理、服务到终端分析的全链路软件逻辑体系，整体架构具备高扩展性、高可用性、高安全性、易维护性，完全适配聚变堆实验全业务场景与长期迭代发展需求。

最顶层为大数据分析应用层，面向科研人员、数据分析人员等终端用户，是平台对外的可视化交互入口，聚焦实验数据查询、可视化展示与智能化分析等核心业务应用。该层级整合多款专业化应用软件，涵盖数智应用、关键参数检索、相似波形检索、BI 统计报表、EFIT 位形可视化工具、波形分析及各类扩展应用，全面覆盖聚变堆日常实验分析、数据对比、成果统计等使用场景。所有应用基于前后端分离架构设计，采用 Vue 前端框架与标准化微服务接口对接，界面布局贴合科研人员使用习惯，操作逻辑简洁直观。应用层不直接对接底层存储与计算组件，全部通过统一 API 网关调用中台能力，实现前端与底层技术的解耦，既保障访问安全，也便于后续功能迭代、应用新增与界面优化，同时支持多用户并发访问，可满足多名科研人员同时开展数据分析工作。

第二层为大数据开发治理中台层，作为整个平台的核心业务中枢与能力调度中心，承接上层应用请求，向下调度底层存储计算资源，串联全数据生命周期业务逻辑，由数据集成、统一元数据管理、统一任务调度、数据开发、数智治理、数智服务六大核心模块构成，模块

之间相互协同、各司其职。其中数据集成模块负责对接 DAS、MDSplus、EFIT、EPICS 等聚变堆主流异构数据源，完成实时、离线数据的统一采集、解析与初步转换，是数据进入平台的第一道关口；统一元数据管理服务作为全域数据资产总线，集中管理数据源、数据表、数据字段、计算任务、数据血缘等全量元信息，实现数据资产可查、可追溯；统一任务调度服务为全局任务中枢，统筹分发实时计算、离线计算、算法运算、数据治理等各类任务，管控任务依赖、优先级与执行策略，保障任务有序运行。数据开发模块提供离线开发、实时开发、可视化作业编排与作业运维能力，支撑自定义数据处理流程搭建；数智治理模块是数据质量管控核心，集成数据目录、数据标准、数据质量、数据血缘、数据标签、自定义算法、数据建模等功能，完成原始数据、指标数据、加工数据的标准化与质量管控；数智服务模块将平台数据能力、计算能力统一封装为标准化 API，提供 API 管理、授权、流控与监控分析，为上层应用提供稳定、安全的接口服务。整个中台采用微服务架构拆分，模块独立部署、故障相互隔离，单模块异常不会影响整体业务运行。

第三层为大数据实时湖仓引擎底座层，是全平台的存储与计算技术底座，基于湖仓一体架构搭建完整中间件集群，为上层中台与应用提供算力、存储、消息、检索、缓存等基础技术能力。该层级集成多款业界主流开源组件，构建流批一体的计算存储体系：分布式对象存储 MinIO/HDFS 承载海量非结构化文件、实验附件、历史归档数据；Kafka 作为消息队列实现实时数据缓冲与流量削峰；Spark 承担离线

批量计算任务，Flink 负责毫秒级实时流计算，实现流批计算引擎融合；ClickHouse、Doris、MySQL、MSSQL 分别适配海量分析查询、事务型数据存储场景；MDS+、IoTDB 针对聚变堆波形等时序数据深度优化，保障时序数据高效读写；HBase 支撑宽表历史数据存储，Elasticsearch 提供全文检索能力，Redis 承担热点缓存与分布式锁功能。整套引擎组件按照动静分离、计算与存储分离原则部署，支持集群横向扩容，可根据数据量、并发压力灵活扩展节点，轻松应对 PB 级数据存储与高并发计算查询需求，同时组件之间遵循标准协议通信，兼容性强，便于后续组件升级与替换。

最底层为大数据存储计算硬件基础设施层，是所有软件组件运行的物理载体，统一基于 x86 架构服务器与 Linux 操作系统构建，包含物理算力节点、虚拟资源池、虚拟网络、共享存储阵列等硬件资源。硬件层按照功能进行节点角色划分，分为管理节点、存储节点、计算节点、中间件节点、业务节点、应用节点、运维安全节点等，遵循分层隔离、避免单点故障的部署原则，为上层所有软件服务提供稳定的硬件运行环境，同时支持物理资源虚拟化调度，提升硬件资源利用率。

除四大纵向层级外，资源管理、权限管理、运维监控三大横向支撑模块贯穿平台所有层级，作为全域保障体系发挥关键作用。资源管理模块统一管控全平台计算资源与数据源资源，实现资源统一分配、调度与监控，避免资源滥用；权限管理模块基于 RBAC 权限模型，完成用户、角色、数据、接口的分级权限管控，结合账号管理、访问控制、操作审计，构建多层安全防护体系，契合涉核项目安全管控要

求；运维监控模块整合监控告警、日志审计、系统运维功能，实时采集全层级服务、节点、任务的运行指标，异常状态及时告警，全操作行为留痕审计，实现平台可视化运维与故障快速定位。

整体而言，该软件逻辑架构层次分明、架构先进、技术路线成熟，既依托湖仓一体、微服务、流批一体等主流大数据技术保障平台性能与扩展性，又结合聚变堆涉核实验的业务特点、安全规范、使用习惯完成定制化设计。各层级、各模块松耦合设计，不仅实现了数据从采集到分析的全流程自动化流转，也满足平台高可用、高安全、易扩展、易运维的建设目标，能够长期稳定支撑聚变堆涉核关键技术研究过程中全量实验数据的管理、计算与分析工作，同时具备良好的迭代空间，可根据未来业务发展持续拓展新功能、新能力。



图 3 系统逻辑架构图

1.4.3. 技术架构

平台整体采用四层纵向分层架构 + 全域横向安全运维体系，全面依托主流开源大数据技术栈搭建，深度融合湖仓一体、批流统一、

容器化调度、微服务、前后端分离等先进架构理念，并结合聚变堆实验数据、科研算法、专业可视化等业务场景完成定制化开发，整体架构分层清晰、模块解耦、扩展性强，同时满足涉核项目高安全、高可靠、可审计的建设要求。

平台自下而上依次划分为基础设施层、湖仓引擎底座层、数据开发治理层、大数据分析应用层四大层级，安全、监控、日志、审计、运维等能力横向贯穿所有层级，构建全链路保障体系。最底层为基础设施层，以 x86 服务器集群、分布式存储设备及虚拟化网络为物理支撑，通过集群高可用部署、多副本容灾、资源虚拟化等技术，为上层所有软件、组件与业务服务提供稳定的算力、存储和网络基础环境。

第二层为湖仓引擎底座层，是整个平台的核心技术底座，采用湖仓一体架构整合各类开源中间件。存储侧集成 HDFS、MinIO 分布式文件系统承载海量文件数据，搭配 Hive、ClickHouse 构建分布式数仓支撑离线分析，依托 IoTDB、HBase 分别适配高频时序波形数据与高并发宽表数据存储；计算侧以 Apache Flink 作为批流统一计算引擎，同步承接聚变堆实时放电数据流与离线批量计算任务；同时引入 Kafka 实现数据缓冲与流量削峰，Redis 提供热点缓存与分布式锁能力，Elasticsearch 支撑全文检索场景，Apache Atlas 统一管理全局元数据与数据血缘，并结合国密算法实现数据透明加密，全面兼容结构化、时序、图像、文档等多源异构实验数据。

第三层为数据开发治理层，采用微服务架构设计，是平台业务运行的核心中枢。该层级基于 DataX 实现多源异构数据源统一接入，

借助 Apache DolphinScheduler 完成接入、计算、算法等全类型任务的可视化编排、调度与运维；采用 Docker 容器技术对 Python、Matlab、Fortran、C/C++ 等多语言科研算法进行环境隔离与统一封装，解决传统科研程序依赖冲突问题；结合自研模块搭建完整数据治理体系，落地三级数据质量管控、数据标准化、自动标注、数据血缘追溯等功能；通过自研 API 网关实现数据服务编排、发布、鉴权与共享，搭配 RBAC 角色权限模型、全链路操作审计，实现功能、数据、接口的多层级安全管控。

第四层为大数据分析应用层，采用前后端分离架构面向终端科研人员提供交互服务。后端基于 Java 微服务对外提供标准化接口，前端依托 Vue 框架结合 ECharts 可视化组件搭建操作界面，不仅完成 EFIT 位形展示、波形可视化、关键参数计算检索等原有专业应用的迁移与优化，还打造了即席查询、协同关联分析等通用分析工具，并融入 NLP 自然语言处理技术，实现自然语言检索、Shot 智能分析、数据质量智能诊断等智能化能力。

全平台配套 Prometheus+Grafana 监控体系、ELK 日志栈及一体化运维工具，实现集群、服务、任务、接口的全方位状态监测、异常告警与故障排查。整套架构兼顾性能、安全、易用性与可维护性，完全适配聚变堆涉核实验数据全生命周期管理与科研分析需求。



图 4 系统技术架构图

1.5. 系统兼容性

本平台在设计阶段充分考量软硬件环境、现有业务系统、数据格式、开发语言、行业标准及历史资产等多维度兼容需求，整体具备全维度、高适配、易迁移、广拓展的兼容能力，可实现与现有聚变堆实验体系、主流 IT 基础设施、开源大数据生态、多类型科研算法的无缝对接，最大程度降低系统替换与上线带来的改造成本、业务中断风险，保障新旧系统平稳过渡与长期协同运行，下面从硬件、操作系统、软件生态、数据源与业务系统、数据格式、编程语言、字符环境、接口协议八大维度进行全面阐述。

在硬件平台兼容性方面，本系统整体基于行业通用 x86 架构服务器进行设计部署，全面适配市面上主流品牌的 x86 物理服务器、虚拟化服务器及虚拟机资源池，无专用硬件、定制化硬件绑定要求。无论是常规算力节点、大容量存储节点，还是高配置计算节点、轻量管理节点，均可在标准 x86 硬件环境中稳定运行。同时平台支持机械硬盘、SSD 固态硬盘、混合存储架构等多种磁盘部署方案，适配

大容量归档存储、高速热数据存储等不同应用场景，兼容共享存储阵列、分布式本地存储等主流存储架构。整套硬件适配方案完全贴合当前聚变堆机房现有硬件基础设施标准，无需额外采购特殊设备，可利用现有服务器资源完成集群部署，硬件兼容覆盖面广、适配性强。

在操作系统兼容性上，平台所有软件组件、服务进程、脚本程序均基于 Linux 系列操作系统开发与调试，全面兼容 CentOS 7/8、Ubuntu Server 等主流企业级 Linux 发行版本，支持不同版本 Linux 之间混合部署，集群内节点操作系统无需强制统一版本。系统服务、容器引擎、大数据中间件、运维工具等均可在标准 Linux 环境下正常安装、启动、运行与维护，不依赖小众或定制操作系统。同时系统权限机制、网络配置、进程管理、时间同步等功能完全遵循 Linux 通用运维规范，运维人员可沿用原有 Linux 运维习惯开展日常管理，大幅降低运维学习成本与操作风险。

在大数据软件生态兼容性层面，本平台采用主流开源大数据技术栈，深度兼容当前业界主流中间件、工具与技术标准。分布式存储组件兼容 HDFS 标准 API 与 S3 对象存储协议，支持原有基于 HDFS、S3 开发的各类工具、脚本直接对接；关系型数据库、时序数据库、NoSQL 数据库全面遵循 ANSI SQL2003、ANSI SQL2016 等国际标准语法，兼容通用 SQL 客户端、第三方查询工具。流计算、批计算引擎与主流调度框架、数据同步工具深度适配，DolphinScheduler 调度平台、DataX 数据同步组件、ELK 日志套件、Prometheus 监控组件等均实现原生兼容，可与现有大数据工具链无

缝集成。整套架构不绑定闭源专属组件，完全融入通用开源大数据生态，支持后续根据业务需求新增、替换同类型开源软件，生态拓展性极强。

在现有数据源与业务系统兼容性上，平台针对聚变堆实验场景深度定制，完美适配 DAS、MDSplus、EFIT、EPICS 等现有核心实验数据源与配套业务系统。针对各类数据源的采集规则、数据推送模式、通信方式做专项适配，无需对原有采集程序、前端采集设备、现场控制系统进行二次开发改造，即可完成数据实时接入与批量同步。同时兼容聚变堆原有波形展示、位形分析、参数计算、实验报表等传统业务逻辑，原有业务流程、使用习惯得以完整保留，科研人员无需改变现有工作模式。对于存量独立应用、本地分析工具，平台提供标准化对接接口，支持逐步迁移、并行运行，实现新旧业务系统平滑过渡。

在数据格式兼容性方面，平台支持聚变堆实验场景下全品类数据格式，涵盖结构化数据、半结构化数据、非结构化数据、时序波形数据四大类型。可正常解析通用数据库表数据、实验配置参数等结构化数据；兼容 JSON、日志文件等半结构化数据；支持 Afile、Gfile、图像、文档、实验附件等非结构化文件；同时针对聚变堆特有的长时序波形数据做专项优化，兼容各类采样率、编码格式的时序文件。系统内置数据转换、格式清洗工具，可自动完成异构数据格式的统一转换，存量历史数据无需人工二次整理，可直接批量迁移入库，全面保护多年积累的实验数据资产。

在编程语言与算法兼容性上，平台依托 Docker 容器技术构建隔

离化运行环境，全面兼容聚变堆科研领域主流开发语言，包括 Python、Matlab、Fortran、C/C++ 等。现有各类物理计算、数据处理、特征分析、实验建模等自研科研算法，无需修改源码，仅通过简单配置即可封装为平台标准运行单元，在容器内稳定调度执行。平台统一规范算法的启动脚本、输入输出目录、日志格式，适配不同语言算法的运行特性，解决传统算法运行环境复杂、依赖冲突、版本不统一等问题，实现多语言算法统一管理、统一调度、统一运维，充分复用现有科研算法成果。

在字符与本地化兼容性上，平台全链路支持中文环境，数据库名称、数据表名、字段名称、字段注释、标签内容、界面菜单、告警信息、报表文档等全部支持中文录入、展示与检索，同时支持主流字符集，彻底解决传统大数据组件中文乱码、识别异常等问题。系统前端页面、后台管理界面、运维工具、审计日志、导出文档均适配中文使用场景，完全符合国内科研单位使用习惯，满足本地化使用要求。

在接口与网络协议兼容性方面，平台支持 HTTP、HTTPS、TCP/IP、FTP 等通用网络协议，对外数据服务、内部组件通信、数据传输均采用行业标准接口规范。数据服务模块提供标准 RESTful API 接口，兼容第三方系统、上层应用、移动端的调用逻辑，接口格式、请求方式、参数规则通用通用标准。同时系统支持防火墙、虚拟网络、多网段划分等现有网络架构，适配业务网、存储网、运维网分离的部署模式，兼容现有网络安全策略、访问控制规则，部署上线无需大规模调整网络架构与安全配置。

1.6. 易用性与可靠性

本平台结合聚变堆科研业务特点与涉核项目严苛运行要求，在易用性与可靠性两大维度进行全方位设计优化，既兼顾科研人员、运维人员、管理人员不同角色的使用体验，降低操作门槛与学习成本，又从架构、部署、容错、运维、安全等多层面筑牢系统稳定运行根基，满足 7×24 小时不间断运行的业务要求，下面分别对软件易用性、可靠性进行详细阐述。

1.6.1. 软件易用性

本平台坚持以人为本、贴合业务、简化操作的设计理念，针对科研人员、平台运维人员、系统管理员三类核心使用群体进行差异化交互设计，同时配套完善的辅助功能、文档体系与使用保障，整体操作逻辑贴合聚变堆现有工作习惯，做到易上手、易操作、易维护、易拓展。

在前端应用易用性方面，平台面向一线科研人员打造轻量化、可视化操作界面，整体布局简洁直观，功能模块按照“数据查询、波形分析、位形展示、智能分析、报表导出”等实际业务流程划分，完全沿用科研人员长期形成的使用逻辑。平台提供大量预置业务模板，包括常用查询模板、数据处理模板、分析模板等，用户无需重复配置复杂参数，一键即可完成常规数据检索与分析工作。针对波形查看、EFIT 位形展示、多 Shot 对比等高频功能，优化交互操作，支持拖拽缩放、局部放大、多通道叠加、画面切换等简易操作；同时集成自助式即席查询、自然语言检索功能，科研人员可通过通俗的中文语句快速查找

数据，无需掌握专业 SQL 语法或复杂检索规则，大幅降低使用门槛。系统支持查询任务、分析流程、可视化视图的保存与复用，个人专属工作区可留存历史操作记录，便于重复开展同类实验分析，有效提升日常工作效率。

在后台管理与运维易用性层面，平台所有集群管理、数据集成、任务编排、数据治理等后台功能均采用图形化可视化界面，摒弃传统命令行复杂操作。数据集成、 workflow 支持拖拽式编排，运维人员无需编写大量脚本，通过可视化画布即可完成数据接入流程设计；任务调度、算法配置、质量规则设置等功能均提供标准化配置项与参数说明，搭配下拉选择、参数预设等功能，减少手动输入。平台内置统一运维工作台，将集群状态、任务运行、日志信息、告警提示集中展示，运维人员可在单一界面完成全集群巡检、服务启停、任务重跑、配置修改等操作。针对批量任务、历史数据迁移、算法批量部署等批量操作场景，系统提供批量处理工具，支持参数批量导入、任务批量创建，避免重复劳作。

在文档与辅助支撑上，平台配套完整的使用手册、操作教程、快速入门指南、视频教学资料，针对不同角色分册编写，内容详实、步骤清晰。系统内部嵌入在线帮助、悬浮提示、功能说明，鼠标悬停即可查看功能释义、参数用途与操作建议，遇到问题可实时查阅指引。同时平台提供日志可视化、问题定位工具，当任务异常、接口报错时，自动提炼异常原因并给出处理建议，帮助使用者快速排查问题。此外，平台支持界面布局、主题、操作习惯的个性化自定义，可根据不同用

户的使用偏好调整展示样式，进一步提升使用舒适度。

在业务适配与迁移易用性上，平台充分兼容原有聚变堆各类应用的操作逻辑与业务流程，新旧系统操作方式基本保持一致，科研人员无需重新适应全新模式。针对历史数据迁移、原有算法移植、旧应用对接等工作，提供一键迁移、环境适配工具，简化迁移配置流程，缩短切换周期，保障业务平稳过渡。

1.6.2. 软件可靠性

作为支撑聚变堆实验的核心平台，系统立足分层隔离、高可用架构设计，从架构部署、故障容错、数据安全、性能稳定性、异常防护、运维保障等多个维度构建全链路可靠体系，严格满足涉核项目 7×24 小时连续运行标准，杜绝系统宕机、数据丢失、任务异常等风险，保障实验数据与业务持续稳定运行。

首先是架构与部署层面的高可靠设计。整套系统采用分层隔离、动静分离、计算 / 存储 / 中间件物理分离的部署原则，生产环境划分为八大功能节点组，共计 22 台物理服务器，所有管理节点、入口服务、核心中间件均采用主备或多实例集群部署，HDFS/MinIO、Kafka、Redis、Elasticsearch 等组件全部开启多副本机制，从硬件层面彻底消除单点故障。网络上划分业务网、存储网、运维三个独立网段，通过防火墙进行权限管控，隔离网络风险；资源层面对计算节点、算法容器进行资源配额限制，避免单个异常任务抢占整体算力，引发连锁故障。同时系统区分生产环境与独立测试环境，测试环境与生产环境物理隔离、数据互不互通，测试验证工作不会影响正式业务运行，进一

步保障生产集群稳定性。

其次是数据可靠性保障。平台针对聚变堆海量实验数据建立多重防护机制，所有存储组件均开启国密算法透明加密，数据在存储、传输过程中全程加密，防止数据泄露、篡改。分布式存储采用多副本 + 纠删码结合的容灾策略，单节点故障不会造成数据丢失，支持数据自动恢复。系统具备完善的数据校验、断点续传、重复剔除能力，数据接入、迁移、计算全环节进行完整性、准确性校验，避免脏数据入库；针对历史归档数据、原始波形、EFIT 文件等核心资产，支持冷热数据分层存储与定期备份，可手动或自动执行全量、增量备份任务，备份文件独立存放，当出现误操作、存储故障时，可快速完成数据恢复，全方位守护多年积累的实验数据资产。

第三是运行与任务可靠性。平台批流计算引擎、调度系统具备强大的故障容错能力，对于失败的实时流任务、离线计算任务、数据接入任务，支持自动重试、失败转移机制，可按照预设策略重新执行任务。任务执行过程中实时监控资源使用率、运行状态，一旦出现内存溢出、进程卡死、网络中断等异常，系统自动终止异常任务并触发告警，同时保留完整运行日志便于排查。针对高峰期数据流量突增场景，Kafka 消息队列实现流量削峰，避免瞬时高并发压垮计算与存储服务；长周期运行的后台服务、守护进程具备自我巡检与重启能力，进程意外退出后可自动拉起，保证服务持续在线。系统整体设计满足高并发、大数据量运行要求，在海量波形、上亿数据点查询、大规模批量任务场景下，服务无崩溃、无死锁，运行状态平稳。

第四是异常防护与安全可靠性。系统内置完善的风险防控机制，针对非法访问、越权操作、恶意调用等行为进行拦截，结合 RBAC 权限体系、三权分立管理模式、全链路审计日志，所有用户操作、数据访问、配置修改、接口调用均留痕可追溯。同时具备异常访问检测能力，对频繁登录、异常 IP 访问、高频恶意调用等行为实时识别并告警。系统对输入参数、外部请求做严格校验，抵御非法报文、注入攻击等常见风险，保障软件服务安全稳定。

第五是长期运行与运维可靠性。平台经过长时间压力测试与稳定性测试，系统整体可用率达到 99% 以上，单次非计划停机时长严格控制在标准范围内，满足 7×24 小时连续运行要求。同时配套一体化监报告警体系，Prometheus、Grafana、ELK 组件实时采集集群指标、服务状态、日志信息，CPU、内存、磁盘、网络、任务状态等指标出现阈值异常时，通过多渠道及时推送告警信息，运维人员可提前介入处理，将故障扼杀在萌芽状态。系统支持在线滚动升级、服务灰度发布，升级维护过程中无需整体停机，不中断正常业务。搭配完善的故障处理预案与远程技术支持服务，出现复杂问题时可快速响应、定位并修复，保障系统长期、稳定、可靠运行。

2. 平台功能方案

2.1. 大数据实时湖仓引擎平台

面向聚变实验多源异构数据的统一存储与高效处理需求，建设实时湖仓引擎平台，支撑结构化数据、时序数据和非结构化数据的一体化管理。平台重点提供数据接入承载、统一存储组织、实时与批量处

理支撑以及高性能查询能力，为上层数据治理、计算分析和应用服务提供统一的数据底座。主要包含技术套件和配套工具软件两部分。

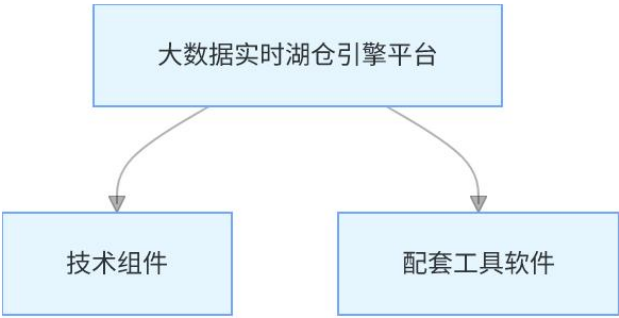


图 5 大数据实施湖仓引擎平台功能组成图

技术组件作为大数据实时湖仓引擎平台的核心底层支撑，集成关系型分析引擎、分布式文件系统、NoSQL 数据库、流处理计算引擎、全文检索、消息队列、键值数据库、元数据管理八大能力，全面覆盖存储、计算、通信、检索、缓存及元数据管控场景；可分别承载结构化指标、海量非结构化文件、长周期宽表、实时数据流、文本日志等不同类型聚变实验数据，具备批流一体运算、高并发读写、流量削峰、热点加速、数据溯源等能力，同时搭载分区调度、多副本容灾、国密加密、集群自愈等机制，为全平台数据流转、运算与资产管控筑牢技术根基。

配套工具软件围绕集群运维、安全防护、运行监控、行为审计四大维度搭建保障体系，包含大数据管理、大数据安全、大数据监控、数据监测审计四类工具；依托可视化操作简化集群部署、巡检与迁移工作，通过 RBAC 权限模型、三权分立机制实现细粒度访问管控，

借助自定义看板、多渠道告警快速排查性能与任务异常，并完整留存全量操作日志，全方位满足平台日常运维、安全管控以及涉核项目合规审计、问题追溯的各项要求。

2.1.1. 技术组件

技术组件是大数据实时湖仓引擎平台的核心底层支撑体系，由关系型分析引擎、分布式文件系统、NoSQL 数据库、流处理计算引擎、全文检索、消息队列、键值数据库软件、元数据管理组件八大模块协同构成；分布式文件系统搭建统一数据湖存储底座，承载海量原始文件归档存储，NoSQL 数据库适配大周期宽表数据集存储，键值数据库软件负责热点数据高速缓存与分布式锁调度，关系型分析引擎面向结构化指标提供快速多维查询分析能力，流处理计算引擎统一承载实时数据流与离线批量数据的清洗、换算、模型运算任务，消息队列实现跨组件数据缓冲分发、削峰限流，全文检索支撑实验参数、日志文本的快速模糊检索，元数据管理组件统一管控全平台数据表、存储路径、流转血缘、权限配置等元信息；整套八大组件分工协作、解耦配合，共同完成海量异构实验数据的持久保存、实时离线一体化计算、高速读写访问与全链路资产管控，为上层业务应用、数据治理、API 服务提供稳定可靠的底层算力与存储能力底座。

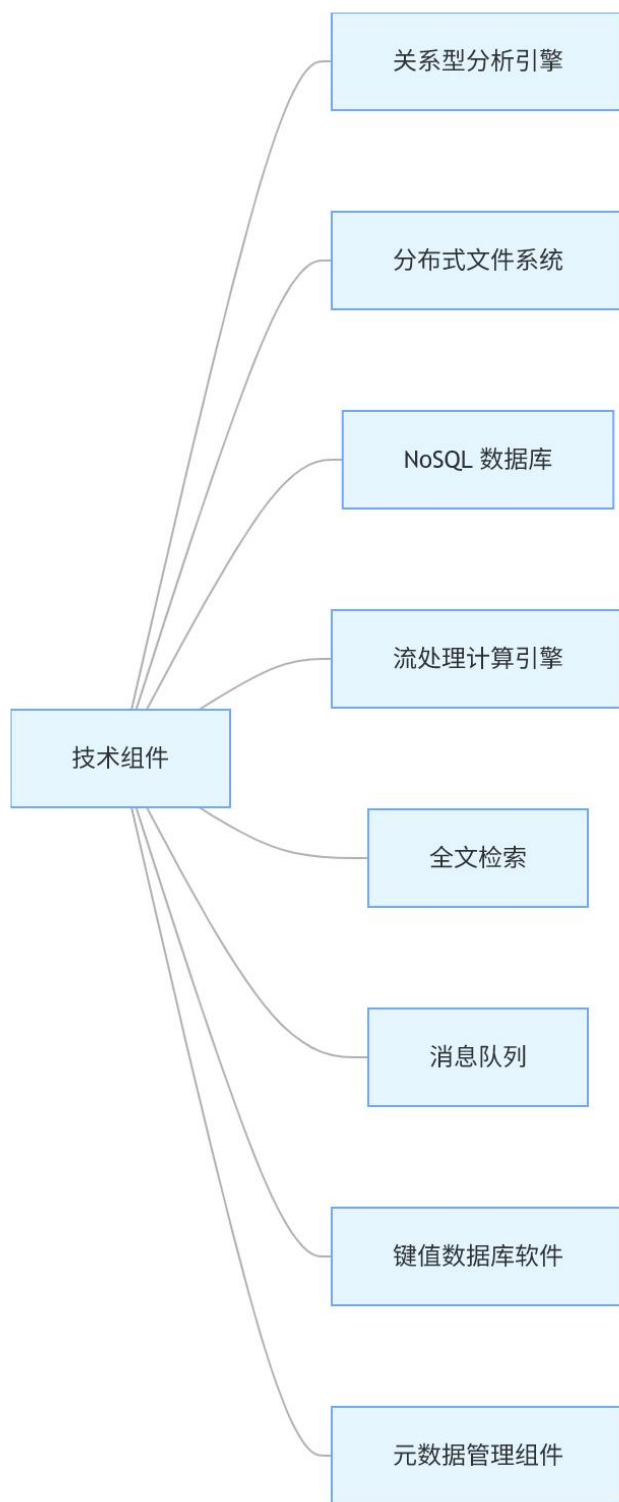


图 6 技术组件功能组成图

2.1.1.1. 关系型分析引擎

招标文件要求：

平台需提供分布式的关系型分析引擎组件，主要承载关系型数据的离线、准实时计算任务，主要用于支撑数据仓库分析计算场景。关系型分析引擎需具备如下能力要求：

支持 SQL 化数据查询与分析，支持完整的 SQL 标准语法，兼容 ACID 事务与批处理。

支持完整的数据类型，提供完善的中文支持，数据库名、表名、字段名等都可使用中文。

支持合并分区能力，将历史分区进行合并，降低分区管理开销，提升查询性能。

支持 FIFO 调度、抢占式调度、公平调度等多种调度模式。

支持数据存储透明加密，满足国密算法标准，确保数据的合规性和安全性

我方响应：

我方平台配备专业的分布式关系型分析引擎组件，主要承载关系型数据的离线、准实时计算任务，专门用于支撑数据仓库各类分析场景。该引擎全面支持 SQL 化数据查询与分析，兼容完整的 SQL 标准语法，同时支持 ACID 事务与批处理能力；支持全部主流数据类型，具备完善的中文适配能力，数据库名、表名、字段名等内容均可正常使用中文；具备分区合并功能，可自动合并历史分区，有效降低分区管理开销、提升整体查询性能；支持 FIFO 调度、抢占式调度、公平调度等多种任务调度模式；实现数据存储透明加密功能，完全符

合国密算法标准，保障数据合规性与安全性，全部功能要求均满足，响应无偏离。

表 1 关系型分析引擎能力表

能力分类	提供能力
核心计算服务 能力	- 作为分布式关系型分析引擎，核心承载关系型数据的离线、准实时计算任务 - 专为数据仓库分析计算场景设计，适配海量结构化数据分析业务
SQL 与事务 兼容能力	- 支持全 SQL 化数据查询与分析操作,适配完整的 SQL 标准语法 - 兼容 ACID 事务特性与批量数据处理机制，保障数据计算的准确性与稳定性
数据类型与 中文适配能力	- 覆盖完备的数据类型，满足各类关系型业务数据存储与分析需求 - 提供完善的中文适配支持，数据库名、表名、字段名等均支持中文命名，适配国内业务使用习惯
分区优化能力	- 支持历史分区自动合并能力，可整合冗余历史分区数据 - 有效降低分区管理运维开销，大幅提升海量数据场景下的查询检索性能
多样化任务 调度能力	- 支持 FIFO 先进先出调度、抢占式调度、公平调度等多种调度模式 - 可根据业务任务优先级、资源需求灵活适配调度策略，提升集群资源利用率与任务执行效率

数据安全加密能力	- 支持数据存储透明加密机制，无需业务改造即可实现数据加密防护 - 严格符合国密算法标准，全方位保障数据存储安全，满足行业合规性要求
----------	--

2.1.1.2. 分布式文件系统

招标文件要求：

平台需提供分布式文件系统组件，支持海量文件的分布式存储和管理能力。

支持达到 PB 级别容量的文件存储，支持达到百亿级别的文件数据量。支持海量小文件存储场景下集群快速启动，文件数量达到千万级，单文件大小 KB 级别到 MB 级别。

支持多副本容错的文件数据持久化存储、灾备恢复。

支持并发访问文件权限控制、文件读写基本的事务性质、安全传输协议，兼容开源 Hadoop 生态；最大并发访问数量大于 100。

支持 HDFS API 与 S3 接口，提供迁移工具支持应用平滑迁移。

我方响应：

我方平台搭载成熟的分布式文件系统组件，具备强大的海量文件分布式存储与综合管理能力。该组件可支撑 PB 级别的文件存储容量，能够承载百亿级别的文件数据量；在千万级海量小文件（单文件大小为 KB 级别至 MB 级别）存储场景下，可实现集群快速启动；采用多副本容错机制实现文件数据持久化存储与灾备恢复功能；支持并发访问文件权限控制、文件读写基础事务特性以及安全传输协议，全面兼容开源 Hadoop 生态，系统最大并发访问数量大于 100；原生

兼容 HDFS API 与 S3 接口，并配套专属迁移工具，保障各类应用平滑迁移，全部指标与功能均达标，响应无偏离。

表 2 分布式文件系统能力表

能力分类	提供能力
大规模存储能力	- 提供海量文件的分布式存储与统一管理能力 - 支持 PB 级别的文件存储容量扩展 - 支持百亿级别的文件数据量管理
海量小文件优化	- 支持千万级小文件存储场景，单文件大小覆盖 KB~MB 级别 - 优化海量小文件场景下的集群启动性能，实现快速启动
高可靠容错能力	- 支持多副本容错机制，保障文件数据的持久化存储 - 提供完善的灾备恢复能力，确保数据可靠性
安全与访问控制	- 支持并发访问场景下的文件权限控制 - 支持文件读写基本的事务性质，保障数据一致性 - 支持安全传输协议，保障数据传输安全 - 最大并发访问数量大于 100，满足高并发访问需求
生态兼容与迁移	- 完全兼容开源 Hadoop 生态,适配现有大数据体系 - 同时支持 HDFS API 与 S3 接口，适配多场景应用接入 - 提供专用迁移工具，支持应用系统平滑迁移，降低迁移成本

2.1.1.3. NoSQL 数据库

招标文件要求：

平台需提供 NoSQL 数据库服务，支撑高并发、毫秒级低时延宽表数据分析业务需求，帮助用户快速开发历史数据查询、业务在线检索。

支持标准 ANSI SQL2003 语法，并兼容 HBase 接口。

支持 SQL-bulkload 工具，单节点批量写入吞吐达到 100MB 每秒。

支持自动化工具快速修复在线集群状态。

支持结构化数据，及文本、图像、视频、对象等非结构化数据的存储。

支持全文索引、二级索引等索引技术。

我方响应：

我方平台配备专业 NoSQL 数据库服务，可有效支撑高并发、毫秒级低时延的宽表数据分析业务需求，助力用户快速开发历史数据查询、业务在线检索相关应用。该数据库支持标准 ANSI SQL2003 语法，同时兼容 HBase 接口；内置 SQL-bulkload 工具，单节点批量写入吞吐可达到 100MB 每秒；配备自动化运维工具，可快速修复在线集群异常状态；支持结构化数据以及文本、图像、视频、对象等各类非结构化数据的存储；支持全文索引、二级索引等多种索引技术，各项功能与性能均满足要求，响应无偏离。

表 3 NoSQL 数据库能力

能力分类	提供能力
------	------

业务场景 支撑能力	- 支撑高并发、毫秒级低时延宽表数据分析业务 - 支持快速开发历史数据查询、业务在线检索等核心应用，适配线上业务场景
语法与生态 兼容能力	- 支持标准 ANSI SQL2003 语法，适配通用数据查询分析习惯 - 兼容 HBase 接口，可无缝对接原有大数据生态体系，降低业务改造成本
高性能批 量写入能 力	- 配套支持 SQL-bulkload 批量导入工具，高效适配大批量数据写入场景 - 单节点批量写入吞吐性能可达 100MB/s，保障海量数据入库效率
集群运维 自愈能力	- 配备自动化运维工具，可快速检测、修复在线集群异常状态 - 减少人工运维干预，提升集群运行稳定性和故障恢复效率
多类型数 据存储能 力	- 支持结构化数据存储，适配常规业务数据存储需求 - 兼容文本、图像、视频、对象等各类非结构化数据存储，覆盖多元化业务场景
多维索引 查询能力	- 支持全文索引技术，满足模糊检索、全文检索业务需求 - 支持二级索引能力，优化多条件查询效率，大幅提升数据检索性能

2.1.1.4. 流处理计算

招标文件要求：

平台需提供企业级、高性能的实时流计算引擎，主要用于支撑百万级高吞吐、毫秒级低延时业务需求。

支持 Kafka 等多种方式输入输出，允许自定义数据源和数据目标。

支持标准 ANSI SQL2016 语法和流式 SQL (Streaming SQL)。

支持低延时事件驱动模式，管理事件的时间序列；

支持滑动时间窗口、区间时间窗口、会话窗口。

支持多个实时流的关联分析、流和表的关联分析。

支持基于实时流的数据安全管控，支持流任务和应用开发的资源隔离管控、用户权限控制、生命周期管理。

支持通过 SQL 方式实现复杂事件处理，实现复杂实时事件监控 (Streaming CEP)。

支持通过 SQL 方式实现流式实时累计指标统计、数据分析加速功能。

我方响应：

我方系统提供企业级高性能实时流计算引擎，可支撑百万级高吞吐、毫秒级低延时业务场景；支持 Kafka 等多种输入输出方式，允许自定义数据源与数据目标；兼容 ANSI SQL2016 语法与流式 SQL，具备低延时事件驱动能力，可管理事件时序，支持滑动、区间、会话等多种时间窗口；能够完成多实时流关联、流表关联分析，针对实时流提供数据安全管控、任务资源隔离、权限控制与全生命周期管理；支持通过 SQL 实现复杂事件处理、实时监控、流式指标统计与分析加速，完全符合招标要求，响应无偏离。

表 4 流处理计算能力表

能力分类	具体能力
核心业务性能能力	- 提供企业级、高性能实时流计算服务，支撑百万级高吞吐业务场景 - 具备毫秒级低延时处理能力，满足实时业务数据计算、分析需求
多源数据接入能力	- 支持 Kafka 等主流组件的数据流输入、输出对接方式 - 支持自定义数据源与数据目标，灵活适配多样化业务数据接入、落地场景
标准化语法支持能力	- 兼容标准 ANSI SQL2016 语法，适配通用开发规范 - 原生支持 Streaming SQL 流式语法，降低实时流业务开发门槛
时序与窗口计算能力	- 采用低延时事件驱动模式，精准管理业务事件时间序列 - 支持滑动时间窗口、区间时间窗口、会话窗口等多种主流流式窗口计算方式，适配各类实时统计场景
多维关联分析能力	- 支持多条实时数据流之间的关联分析，实现多源流数据融合计算 - 支持实时流与静态表、维度表的关联查询分析，丰富实时计算维度
安全与运维管控能力	- 具备完整的实时流数据安全管控体系，保障流式数据安全 - 支持流任务、应用开发的资源隔离管控，避免资源抢占 - 精细化支持用户权限控制、流任务全生命周期管

	理，提升平台运维安全性与稳定性
复杂事件处理能力	- 支持通过 SQL 语句实现 Streaming CEP 复杂事件处理 - 可快速完成复杂实时事件识别、关联、监控，适配风险预警、实时研判等场景
实时指标统计能力	- 支持基于 SQL 实现流式实时累计指标统计 - 内置数据分析加速功能，有效提升实时数据计算、统计分析效率

2.1.1.5. 全文检索

招标文件要求：

平台需提供 PB 级海量数据的交互式多维检索分析服务，能够实现高可靠、高扩展性的全文搜索与灵活查询。

支持分区表，提供数据分区能力，可构建超大规模数据集。

支持标准 ANSI SQL2003 语法和搜索扩展 SQL 语法。

支持海量数据全文搜索，支持堆外内存管理技术，提升单实例数据服务能力至 100TB。

支持非结构 json/object 等数据的存储和检索能力。

支持各类分词器和自定义词库，支持在一个索引中，根据需要对于不同的字段指定不同的分词库和分词算法。

支持读写分离技术，同时支撑实时写入和实时高并发检索业务。

我方响应：

我方平台提供面向 PB 级海量数据的交互式多维检索分析服务，可实现高可靠、高扩展性的全文搜索与灵活查询能力。组件支持分区

表，具备完善的数据分区能力，可构建超大规模数据集；兼容标准 ANSI SQL2003 语法以及搜索扩展 SQL 语法；支持海量数据全文搜索，采用堆外内存管理技术，可将单实例数据服务能力提升至 100TB；支持非结构化 json/object 等数据的存储与检索；内置各类主流分词器，支持自定义词库，并且允许在同一个索引内，根据不同字段灵活指定差异化分词算法；采用读写分离技术，可同时支撑数据实时写入与实时高并发检索业务，全部功能均满足要求，响应无偏离。

表 5 全文检索能力表

能力分类	提供能力
基础检索服务能力	- 提供 PB 级海量数据交互式多维检索分析服务，适配超大规模数据查询分析场景 - 具备高可靠、高扩展特性，支持海量数据全文搜索、多维度灵活查询，保障检索服务稳定运行
超大规模数据构建能力	- 支持分区表机制，具备完善的数据分区管理能力 - 可通过分区拆分与管理，支撑超大规模数据集构建与高效存储管理
多样化 SQL 语法支持	- 兼容标准 ANSI SQL2003 通用语法，适配常规数据分析开发习惯 - 支持搜索扩展 SQL 语法，兼顾传统 SQL 分析与专业检索场景，降低多维检索开发门槛
海量数据	- 原生支持海量数据全文搜索能力，适配海量数据模糊

检索性能	检索、全域检索场景 - 采用堆外内存管理技术，突破内存限制，将单实例数据服务能力提升至 100TB，大幅提升单机承载能力
非结构化数据处理能力	- 支持 JSON、Object 等各类非结构化数据的高效存储 - 适配非结构化数据的精准检索、多维查询需求，覆盖多元化数据检索场景
精细化分词适配能力	- 兼容各类主流分词器，支持自定义专业词库，适配行业专属检索场景 - 支持单索引多分词策略，可针对索引内不同字段，灵活配置差异化分词库与分词算法，提升检索精准度
读写分离业务支撑能力	- 采用读写分离架构设计，拆分数据写入与检索查询链路 - 可同时高效支撑业务实时数据写入、高并发实时检索双重场景，互不干扰，保障业务低延迟、高吞吐运行

2.1.1.6. 消息队列

招标文件要求：

平台需具有分布式、高吞吐量、高扩展性特性的企业级消息系统，提供消息和事件的处理服务。

支持多种消息发布/订阅需求，支持消息持久化、回溯消费、就近消费和消息自动清理。

支持节点、分区可弹性扩展，多副本机制保证较好的容错性。

支持多种消息格式和压缩格式，支持 Json 数据类型支持，方便日志

类业务数据处理。

支持按主题、消费者组等粒度的权限控制，支持多种安全访问协议。

提供 Broker 内部状态、客户端生产消费情况、JVM、磁盘读写等丰富的监控指标。

提供 Stream java api，可以对数据进行窗口计算、join 等流式计算。

我方响应：

我方平台配备具备分布式、高吞吐量、高扩展性特性的企业级消息系统，专业提供消息与事件处理服务。该系统可满足多种消息发布 / 订阅业务需求，支持消息持久化、回溯消费、就近消费以及消息自动清理功能；支持节点、分区弹性扩展，依托多副本机制保障优秀的容错能力；兼容多种消息格式与压缩格式，原生支持 Json 数据类型，便于日志类业务数据处理；支持按照主题、消费者组等不同粒度进行权限控制，同时兼容多种安全访问协议；可提供 Broker 内部状态、客户端生产消费情况、JVM、磁盘读写等丰富监控指标；配备 Stream java api，能够基于接口完成窗口计算、join 等各类流式计算工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

表 6 消息队列能力表

能力分类	提供能力
基础平台特性	- 采用分布式架构设计，具备高吞吐量、高可扩展性的企业级特性 - 专注提供稳定的消息分发、事件处理核心服务，支撑平台各类业务解耦与数据流转

消息消费管理能力	- 适配多种消息发布、订阅业务场景，满足多样化消息交互需求 - 支持消息持久化存储、消息回溯消费、就近消费功能，适配业务异常重试、数据补录场景 - 支持消息自动清理机制，合理释放存储资源，降低运维成本
弹性扩展与容错能力	- 支持集群节点、数据分区弹性横向扩展，可随业务量动态扩容 - 采用多副本容错机制，有效规避节点故障导致的数据丢失、消息异常问题，保障服务高可用
数据格式适配能力	- 兼容多种消息格式与数据压缩格式，适配不同业务数据传输规范 - 原生支持 JSON 数据类型解析与处理，针对性适配日志类业务数据的采集、流转与分析场景
安全权限管控能力	- 支持按主题、消费者组精细化粒度的权限管控，实现业务资源隔离 - 兼容多种安全访问协议，全方位保障消息生产、消费、传输全链路安全
全维度监控能力	- 提供丰富的运维监控指标，覆盖 Broker 内部运行状态 - 可实时监控客户端消息生产、消费运行情况 - 支持 JVM 运行指标、磁盘读写状态等硬件与进程监控，便于故障排查与运维观测
流式计算拓展能力	- 提供 Stream Java API 开发接口，支持二次业务开发 - 可基于消息数据实现窗口计算、多流 Join 等轻量化流式计算能力，拓展消息实时处理场景

2.1.1.7. 键值数据库软件

招标文件要求：

平台具有键值数据库软件，提供高性能、分布式缓存中间件、分布式锁中间件、分布式消息中心。

支持复杂数据类型：List、Set、Sorted set、Hash Map、Bitmap 等

提供完全基于内存的数据存储和查询，访问速度延迟达到毫秒级

提供丰富的过期淘汰算法，支持内存使用限制命令

提供特有 NX PX 指令参数，实现分布式锁

提供基于订阅发布的消息系统

我方响应：

我方平台搭载专业键值数据库软件，可作为高性能分布式缓存中间件、分布式锁中间件、分布式消息中心使用。软件支持 List、Set、Sorted set、Hash Map、Bitmap 等多种复杂数据类型；采用纯内存模式完成数据存储与查询，访问延迟可达到毫秒级；配备丰富的过期淘汰算法，同时支持内存使用限制相关命令；拥有专属 NX、PX 指令参数，可高效实现分布式锁功能；内置基于订阅发布模式的消息系统，全部功能均达标，响应无偏离。

2.1.1.8. 元数据管理组件

招标文件要求：

支持为大数据平台配套元数据管理组件，面向大数据平台提供各类元数据信息的存储管理服务。

具备高可靠事务处理功能，支持两阶段提交，跨分片操作保证原子性，采用全局时间戳作为事务 ID，提升性能。

支持 HASH 数据分布策略，并可以根据主键自动分片。

支持 RBO(下推判断、子查询的去关联化、列裁减、谓词下推、TopN 下推、聚合下推、关联重排序、Hint)、CBO(基于统计信息选择合适的关联算法) 的查询优化。

支持存储过程、触发器、在线创建索引、全局索引、创建临时表、表分区和二级分区等功能。

支持联机查询分析语句，支持聚合查询，多表关联查询、嵌套查询，支持使用别名。

支持包括但不限于 GBK、UTF8 和 GB18030 字符集，支持序列、大对象，BLOB、CLOB 及 JSON 类型。

我方响应：

我方为大数据平台配套专业元数据管理组件，面向全平台提供各类元数据信息的存储与管理服务。组件具备高可靠事务处理能力，支持两阶段提交，跨分片操作可严格保证原子性，采用全局时间戳作为事务 ID，有效提升整体运行性能；支持 HASH 数据分布策略，并且能够根据主键实现自动分片；支持 RBO、CBO 两类查询优化方式，包含下推判断、子查询去关联化、列裁减、谓词下推、TopN 下推、聚合下推、关联重排序、Hint 以及基于统计信息选择适配关联算法等能力；支持存储过程、触发器、在线创建索引、全局索引、表分区和二级分区等功能；兼容联机查询分析语句，支持聚合查询、多表关

联查询、嵌套查询，同时支持别名使用；支持 GBK、UTF8、GB18030 等主流字符集，兼容序列、大对象、BLOB、CLOB 及 JSON 等数据类型，完全符合招标要求，响应无偏离。

表 7 元数据管理组件能力表

能力分类	提供能力
基础管理服务能力	- 作为大数据平台配套核心组件,专注提供全品类元数据的存储与统一管理服务 - 支撑平台各类数据资源、组件资源的元数据归集、维护与查询，保障平台资源可管可溯
高可靠事务处理能力	- 具备企业级高可靠事务处理机制，支持两阶段提交协议，保障事务执行严谨性 - 实现跨分片操作事务原子性，杜绝数据不一致、事务异常问题 - 采用全局时间戳作为事务 ID，有效优化事务处理性能，提升并发处理效率
数据分片分布能力	- 支持 HASH 数据分布策略，适配海量元数据均衡存储场景 - 可根据数据表主键规则实现自动化分片，无需人工干预，提升数据存储规整性与读写并发性能
智能查询优化能力	- 全面支持 RBO 规则优化，包含下推判断、子查询去关联化、列裁减、谓词下推、TopN 下推、聚合下推、关联重排序、Hint 优化等多种优化策略 - 支持 CBO 代价优化机制，可基于数据统计信息自动筛选最优关联算法，大幅提升复

	杂查询执行效率
丰富数据库功能能力	- 支持存储过程、触发器等高级数据库功能，适配复杂元数据业务逻辑处理 - 支持在线创建索引、全局索引，无需停机即可优化查询性能 - 支持临时表创建、数据表分区、二级分区功能，灵活适配多元元数据存储与管理场景
多样化查询适配能力	- 支持标准联机查询分析语句，适配常规元数据查询统计场景 - 兼容聚合查询、多表关联查询、嵌套查询等复杂查询方式 - 支持查询字段别名配置，优化 SQL 编写可读性，降低开发成本
字符集与数据类型适配能力	- 兼容 GBK、UTF8、GB18030 等主流标准字符集，适配多语言、多场景数据录入 - 支持序列、大对象数据类型，兼容 BLOB、CLOB 大字段存储 - 原生支持 JSON 数据类型存储解析，适配结构化、半结构化元数据存储需求

2.1.2. 配套工具软件

配套工具软件是大数据实时湖仓引擎平台的运维管控保障体系，由大数据管理软件、大数据安全管理软件、大数据监控软件、数据监测与审计软件四大模块协同组成；大数据管理软件承担集群资源调度、任务流程编排、数据作业统一运维管理工作，简化平台日常操作配置；大数据安全管理软件负责权限分配、访问隔离、数据加密防护，筑牢平台数据安全防线；大数据监控软件实时采集服务器、存储、计算、

中间件各项运行指标，异常故障及时预警提醒；数据监测与审计软件全程记录所有数据访问、读写、调用操作日志，完成行为追溯、合规校验；四款工具相辅相成，从运维操作、安全防护、运行预警、操作审计全维度保障湖仓引擎平台稳定、安全、合规、高效长效运行。

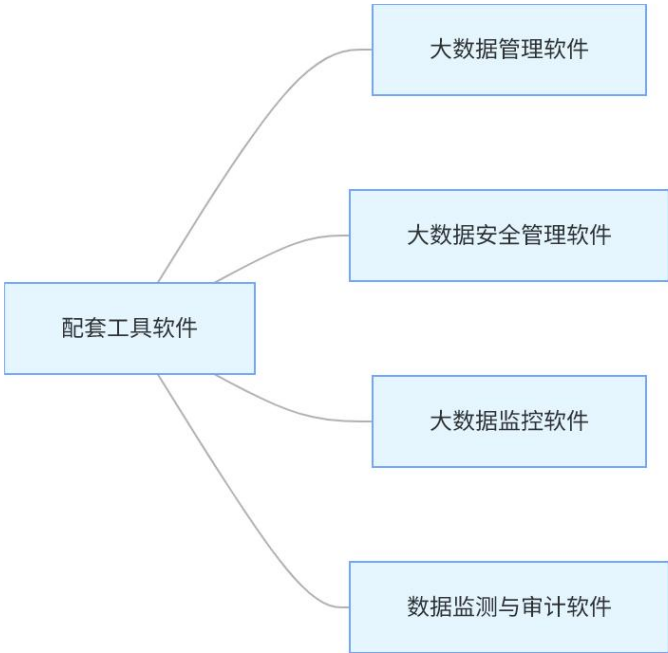


图 7 配套工具软件功能组成图

表 8 配套工具软件能力表

软件名称	核心定位	配套工具软件提供能力
大 数 据 管 理 软	提供图形化一站 式集群配置、管 理与运维服务，	1. 支持图形化界面完成系统服务安装、配置 工作，可一键式在异构操作系统、不同 CPU 架构服务器中实现混合部署； 2. 支持单软

件	支撑大数据集群 高效部署与全生命周期管控	件统一管理多套大数据集群，各集群服务可独立部署在不同物理节点，实现集群隔离管理； 3. 具备服务全生命周期管理能力，支持界面化在线完成服务角色新增、删除、服役、退役、迁移等操作，操作实时生效，支持多级监控状态检查； 4. 提供轻量化运维能力，可便捷启停集群、实时监控集群运行状态、触发异常告警； 5. 搭载图形化巡检工具，支持定时全服务巡检、自动生成巡检报告，支持自定义巡检配置参数； 6. 支持界面化日志查询浏览，可按节点、服务、日志级别、时间范围精准过滤日志，快速排查运维问题。
大数据安全管理软件	提供集中化安全与资源管控服务，实现多租户精细化权限管控、密码策略管理与权限分权制衡	1. 支持多租户可视化管理，基于 RBAC 角色权限控制体系，实现细粒度 ACL 权限管控； 2. 支持多维度精细化权限控制，覆盖服务、数据库/表/行/列、存储过程、队列、存储与计算配额等场景，精准管控用户操作权限； 3. 支持自定义密码安全策略，可配置密码长度、使用期限、过期警告、登录失败锁定、密码复杂度、首次登录强制改密等

		规则； 4. 拆分多类管理员角色，分别负责权限配额、用户角色、安全策略、审计操作管理，实现安全管理三权分立，规避权限集中风险。
大 数 据 监 控 软 件	全方位监控集群资源、引擎运行状态与 SQL 任务，提供可视化监控、告警与故障诊断能力	1. 支持集群资源、计算存储引擎运行指标全方位监控，搭载图形化监控工具，支持自定义监控面板，实现细粒度指标展示； 2. 内置预定义集群监控告警规则，支持自定义编辑规则，告警信息可通过短信、邮箱方式推送； 3. 支持图形化查看计算引擎任务进程的 CPU、内存、GC 等核心运行状态； 4. 可监控 SQL、PL/SQL 语句的执行状态、耗时、任务数量、执行计划等详细信息； 5. 具备图形化 SQL 运维能力，支持 TopN 任务查询、SQL 任务故障诊断，快速定位性能问题。
数 据 监 测 与 审 计 软 件	针对平台登录、权限、数据操作进行全维度监测审计，实现操作可视化、可追溯、可管控	1. 支持登录审计，采集并解析登录服务日志，可查看用户名、客户端 IP、服务名、登录状态等审计信息； 2. 支持权限审计，采集权限服务日志并解析，可追溯赋权操作类型、授权对象、操作结果、操作时间等全维度权限操作记录； 3. 支持数据库审计，采

		集平台数据库日志，可查看操作主体、客户端信息、SQL 语句、操作库表列、执行结果、操作时间等数据操作记录； 4. 支持各类审计事件快速定位、过滤、归并处理，实现审计数据集中化、可视化综合展示，满足合规追溯需求。
--	--	---

2.1.2.1. 大数据管理软件

招标文件要求：

支持为大数据平台配套图形化的大数据管理软件，负责配置、管理和运维大数据集群。

支持通过界面实现系统服务安装和配置，满足一键式的异构操作系统及 CPU 架构的服务器上实现混合部署。

支持在一个大数据管理软件上添加和管理多套集群，每个集群将服务部署在不同的物理节点上。

支持服务全生命周期管理，支持对内部角色提供添加、删除、服役、退役以及迁移等操作，操作都是界面化在线操作实时生效，支持不同级别的监控状况检查。

提供易用的运维能力，能便捷的启停集群，监控集群状态，实时告警。

提供界面化的巡检工具，支持定时对所有服务进行巡检，生成相应报告，并可自定义巡检工具相关的配置参数。

提供界面化的查询和浏览服务日志能力，可在线过滤查看指定节点、指定服务、不同级别、选定时间范围的日志信息，以便于用户快读进

行问题排查。

我方响应：

我方提供的大数据管理软件支持通过图形化界面完成系统服务安装与配置工作，可实现一键式在异构操作系统、不同 CPU 架构的服务器中完成混合部署；支持在同一套大数据管理软件中添加并管理多套集群，各集群服务可部署在独立的物理节点之上；支持服务全生命周期管理，可对内部角色执行添加、删除、服役、退役、迁移等操作，所有操作均为界面化在线操作且实时生效，同时支持不同级别的监控状况检查；具备简易易用的运维能力，可便捷启停集群、监控集群运行状态并实现实时告警；配备图形化巡检工具，支持定时对平台所有服务开展巡检并自动生成对应报告，同时支持自定义巡检工具的各类配置参数；提供界面化的服务日志查询与浏览能力，可在线过滤查看指定节点、指定服务、不同日志级别、指定时间范围的日志信息，便于运维人员快速排查问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.1.2.2. 大数据安全管理软件

招标文件要求：

支持为大数据平台配套大数据安全管理软件，提供集中的安全和资源管理服务，对平台中的数据资源做细粒度的 ACL 控制，通过一个图形化工具为用户提供权限配置以及资源配置接口。

支持多租户可视化管理，可实现基于角色的权限访问控制（RBAC），提供对服务、数据库/表/行/列级、存储过程、队列、存储/计算配额等细粒度权限控制，精确管理用户操作权限。

支持配置密码策略，支持按需配置如：密码最小长度、密码最短/长使用期限、密码过期警告、N 次登录失败锁定账户、密码复杂度设置、新密码初次登录时需修改密码等用户密码策略。

提供了多种不同类型的管理员角色，可以分别进行权限与配额的管理，用户、用户组、角色的管理，安全策略的管理以及审计操作的管理，通过将这类角色赋予不同的用户即可实现安全管理中的“三权分立”效果，避免了平台中管理员权限的过度集中带来的高风险因素。

我方响应：

我方提供的大数据安全软件支持多租户可视化管理，可实现标准的基于角色的权限访问控制（RBAC），能够针对服务、数据库 / 表 / 行 / 列级、存储过程、队列、存储 / 计算配额等维度实现细粒度权限控制，精准管控用户各项操作权限；支持自定义配置密码策略，包含密码最小长度、密码最短 / 最长使用期限、密码过期警告、多次登录失败锁定账户、密码复杂度设置、新密码首次登录强制修改等多项配置项；系统划分多种不同类型的管理员角色，分别负责权限与配额管理、用户 / 用户组 / 角色管理、安全策略管理、审计操作管理等工作，将不同角色分配给对应人员，即可实现安全管理中的“三权分立”管控效果，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.1.2.3. 大数据监控软件

招标文件要求：

支持为大数据平台配套大数据监控软件，对集群资源使用情况，以及对计算存储引擎运行情况指标进行监控。

提供图形化监控工具，可按需求灵活自定义监控面板，实现更细粒度的监控运维指标。

集群预定义监报告警规则，并支持编辑监报告警规则；支持通过短信或邮箱的方式发送监报告警信息。

支持界面化的方式查看计算引擎任务运行进程的 CPU、内存、GC 等情况。

支持监控 SQL、PL/SQL 等查询的执行状态、执行耗时、任务数量、执行计划等详细信息。

支持图形化 SQL 运维，支持 TopN 任务查询，支持 SQL 任务诊断功能。

我方响应：

我方提供的大数据监控软件配备图形化监控工具，用户可根据实际业务需求灵活自定义监控面板，实现更细粒度的监控运维指标展示；系统内置集群预定义监报告警规则，同时支持用户编辑调整告警规则，告警信息可通过短信、邮箱等方式推送；支持以图形化界面查看计算引擎任务运行进程的 CPU、内存、GC 等运行状态；可监控 SQL、PL/SQL 等查询语句的执行状态、执行耗时、任务数量、执行计划等详细信息；具备图形化 SQL 运维能力，支持 TopN 任务查询以及 SQL 任务故障诊断功能，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.1.2.4. 数据监测与审计软件

招标文件要求：

支持为大数据平台配套数据监测与审计软件，面向大数据平台的

数据操作和权限进行合理布控和监测，实现对数据访问和操作的集中监控、查看和管理的智能化、可视化审计。

支持登录审计,通过收集认证登陆服务日志，并对日志进行解析，供审计人员查看，审计内容包括：用户名、客户端 IP、服务名、登陆状态等。

支持权限审计,通过收集认证与权限服务日志，并对日志进行解析，供审计人员查看，审计内容包括：用户名、客户端 IP、服务名、赋权操作类型、授权服务、被授权用户、权限载体、操作结果、操作事件等。

支持数据库审计,通过收集大数据平台的数据库日志，并进行解析，供审计人员查看，审计内容包括：用户名、客户端 IP、服务名、操作类型、SQL 语句、操作结果、操作时间、操作的库表列等信息。

支持对各类审计事件做出快速、准确的定位，并进行过滤和归并，实现集中、综合的展现。

我方响应：

我方提供的数据监测与审计软件支持登录审计功能，可收集认证登录服务日志并完成解析，审计人员可查看用户名、客户端 IP、服务名、登录状态等审计内容；支持权限审计，收集认证与权限服务日志并解析，可查看用户名、客户端 IP、服务名、赋权操作类型、授权服务、被授权用户、权限载体、操作结果、操作事件等信息；支持数据库审计，收集大数据平台数据库日志并解析，可查看用户名、客户端 IP、服务名、操作类型、SQL 语句、操作结果、操作时间、操

作的库表列等内容；能够对各类审计事件进行快速、精准定位，同时支持日志过滤与归并，实现审计内容集中、综合展示，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2. 大数据开发治理平台

面向平台数据治理和数据开发需求，建设大数据开发治理平台，提供数据接入开发、数据处理任务编排、数据质量管理等能力。平台重点解决数据接入、管理、检索和应用等关键问题，构建统一的数据治理与开发管理体系。

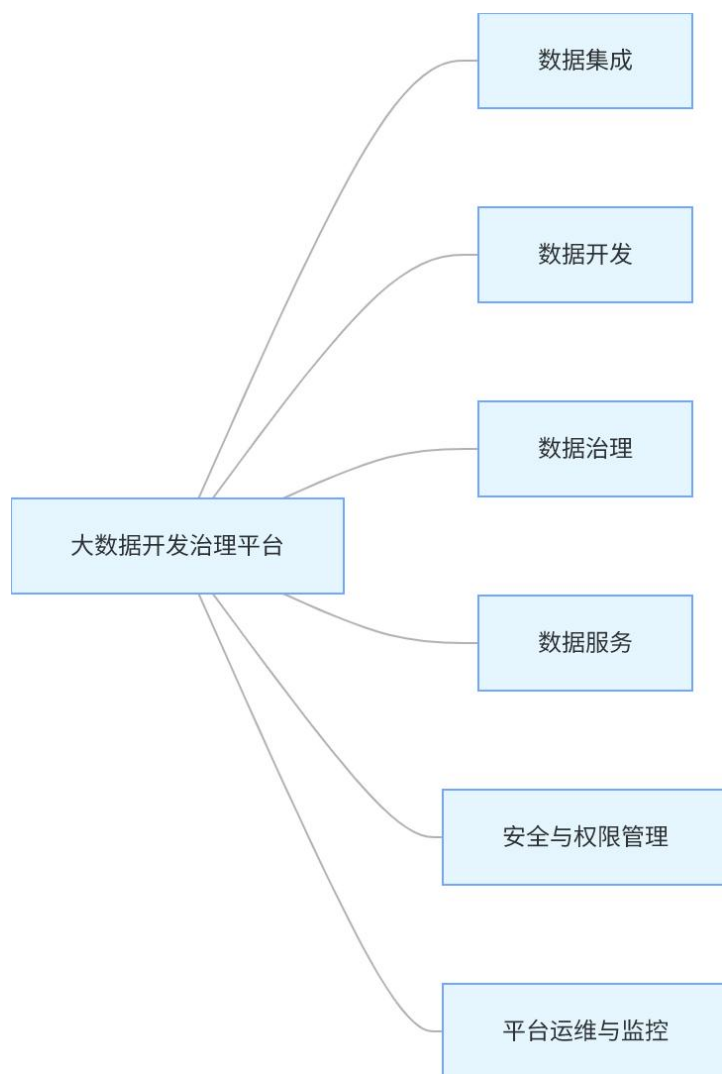


图 8 大数据开发治理平台功能组成图

2.2.1. 数据集成

数据集成是大数据开发治理平台的数据接入枢纽，依托数据源管理、接入任务管理、工作流管理、调度管理、运行监控、运维管理、权限管理、服务能力八大子模块完成全流程数据汇聚工作；数据源管理统一对接各类异构业务数据源，实现连接配置与统一纳管；接入任务管理配置数据抽取、同步、转换规则，搭建标准化数据传输通道；

workflow管理编排多环节数据流转步骤，串联复杂同步链路；调度管理定时、周期性触发同步任务，保障数据按时更新；运行监控实时采集任务运行状态、传输速率与异常报错；运维管理提供日志排查、故障修复、资源调配等后台保障；权限管理精细化管控人员对数据源、同步任务的操作访问权限；服务能力对外输出标准化数据同步接口与接入服务；整套模块协同打通多源数据采集传输链路，为后续数据开发、治理、分析提供完整、稳定、可靠的原始数据输入。

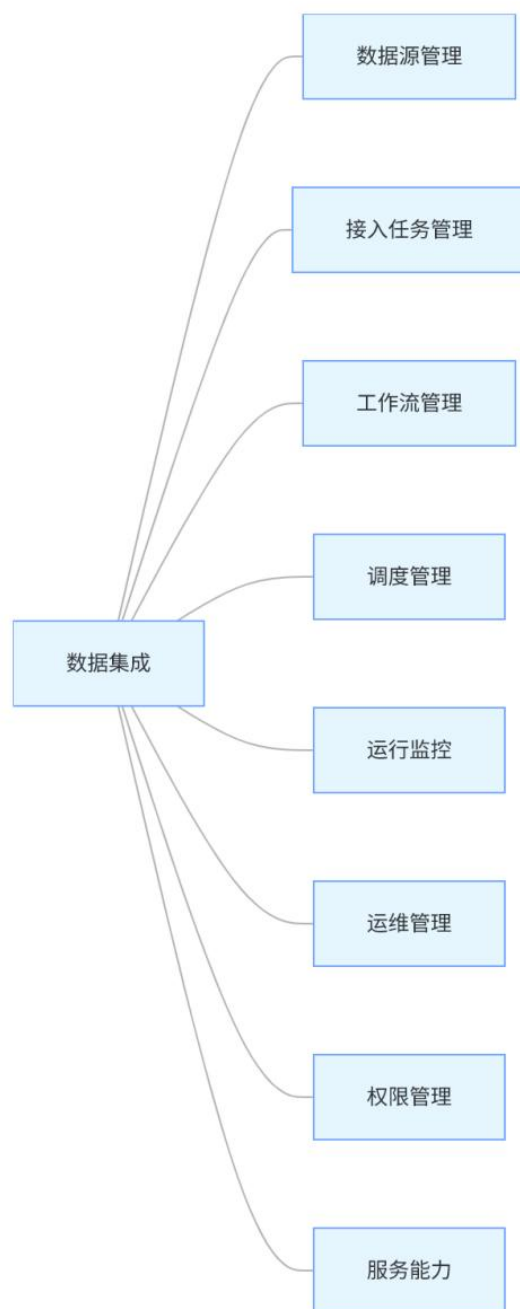


图 9 数据集成功能组成图

2.2.1.1. 数据源管理

数据源管理是数据集成模块的数据源头管控基础单元，依托数据源注册管理、数据源连接配置、数据源状态检测三项能力完成全量异

构数据源统一纳管；数据源注册管理完成各类数据库、文件、接口等数据源信息登记建档，标准化录入基础属性；数据源连接配置适配不同数据源驱动与参数，搭建稳定通信链路；数据源状态检测定时巡检连通性、延迟、可用性指标，及时发现断连、故障源头，为后续数据同步提供可靠可管的来源支撑。

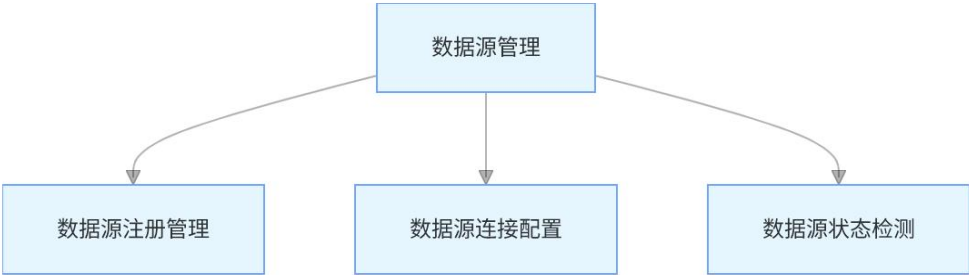


图 10 数据元管理功能组成图

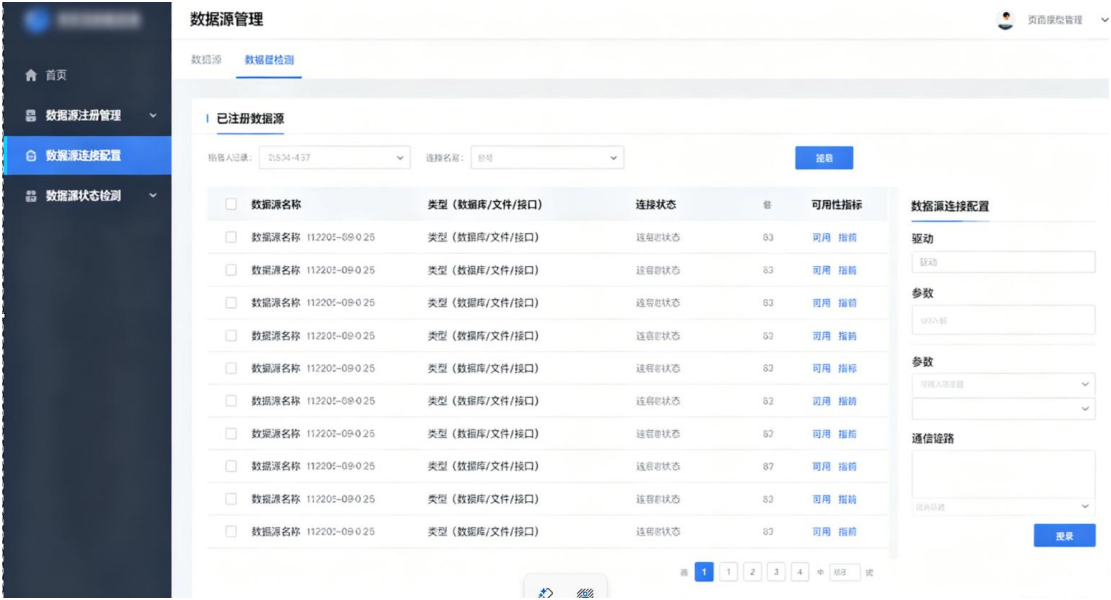


图 11 数据源管理功能示意图

2.2.1.1.1. 数据源注册管理

招标文件要求：

支持对各类数据源进行统一注册管理，包括实验采集系统、工程测量系统、Plasma 图像系统、平衡反演系统、时序配置系统 以及主机监控系统等。记录数据源类型、访问方式、连接参数、负责人等信息，形成统一数据源目录。

我方响应：

我方系统支持对全品类数据源进行统一注册管理，涵盖实验采集系统、工程测量系统、Plasma 图像系统、平衡反演系统、时序配置系统以及主机监控系统等各类业务系统。系统可完整记录数据源类型、访问方式、连接参数、负责人等关键信息，并自动生成统一的数据源目录，实现数据源规范化管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

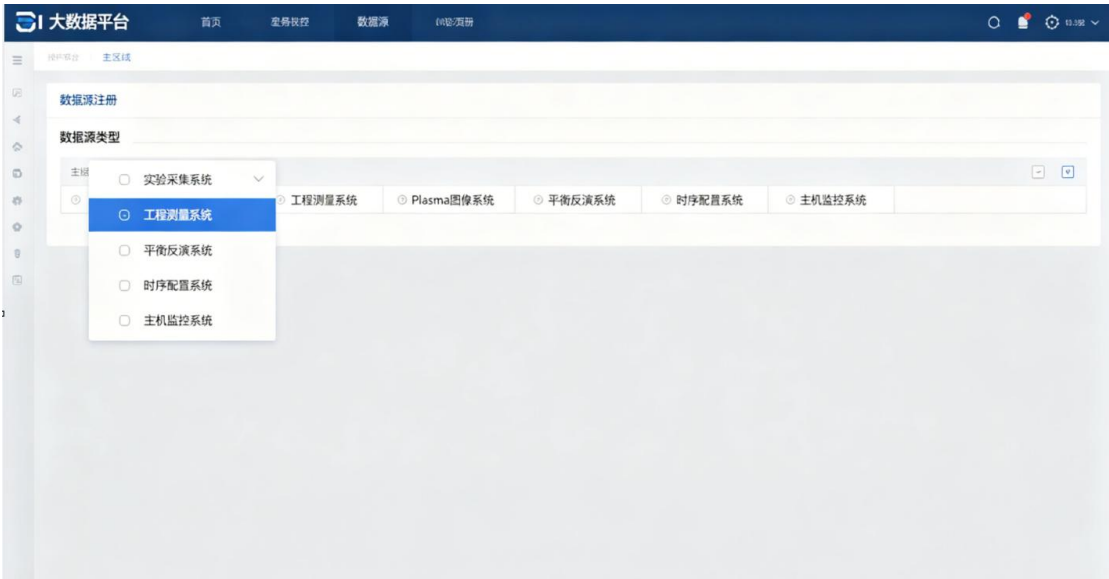


图 12 数据源注册管理功能示意图

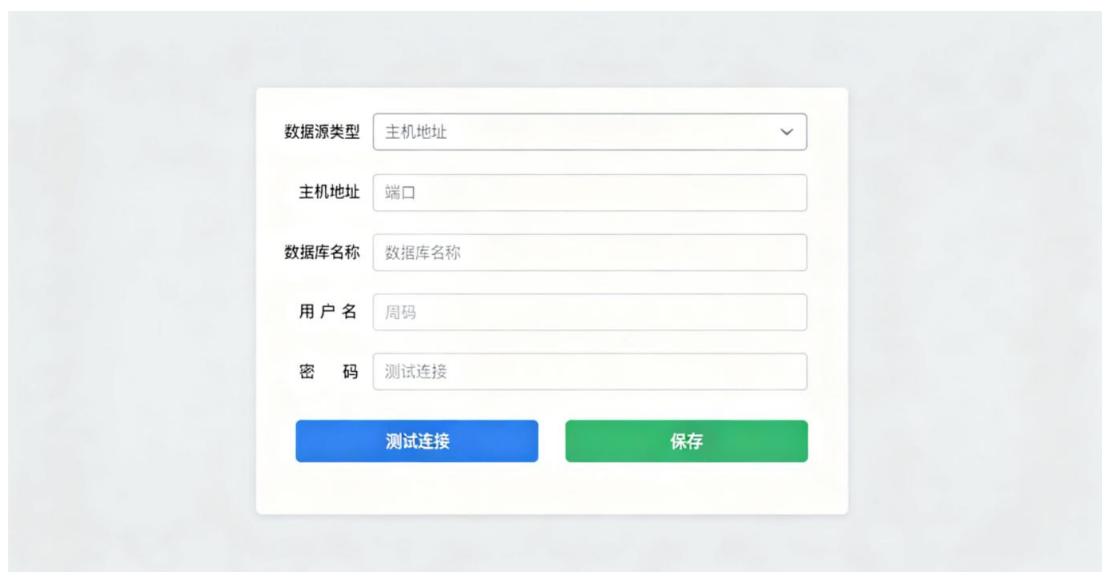
2.2.1.1.2. 数据源连接配置

招标文件要求：

支持配置数据源连接参数，包括数据库连接信息、文件路径、接口地址、访问账号等，为数据接入任务提供统一的数据访问能力。

我方响应：

我方系统支持灵活配置各类数据源的连接参数，包含数据库连接信息、文件存储路径、接口访问地址、登录访问账号等内容，能够为所有数据接入任务提供稳定、统一的数据访问能力，完全符合招标要求，响应无偏离。



The image shows a web-based configuration form for data source connections. It has a light yellow background and a white border. The form contains the following elements:

- 数据源类型 (Data Source Type):** A dropdown menu with '主机地址 (Host Address)' selected.
- 主机地址 (Host Address):** A text input field containing '端口 (Port)'.
- 数据库名称 (Database Name):** A text input field containing '数据库名称 (Database Name)'.
- 用户名 (Username):** A text input field containing '周码 (Account)'.
- 密码 (Password):** A text input field containing '测试连接 (Test Connection)'.
- Buttons:** Two buttons at the bottom: a blue '测试连接 (Test Connection)' button and a green '保存 (Save)' button.

图 13 数据源连接配置功能示意图

2.2.1.1.3. 数据源状态检测

招标文件要求： 定期检测数据源连接状态，监控数据源是否可访问，对连接失败或异常情况进行告警提示。

我方响应： 我方系统会定时自动检测各类数据源的连接状态，实时监控数据源的可访问性，一旦出现连接失败、运行异常等情况，系统将及时发出告警提示，保障数据接入链路稳定，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.2. 接入任务管理

接入任务管理负责所有数据同步任务的全生命周期统筹管控，包

含数据接入任务管理、接入任务分类管理、接入任务模板三大功能；数据接入任务管理实现单个同步任务的创建、编辑、删除基础操作；接入任务分类管理按照业务线、数据类型、同步模式对海量任务分组归类，便于快速检索打理；接入任务模板沉淀标准化同步配置范式，复用模板快速新建同类任务，大幅降低重复配置工作量，提升接入搭建效率。

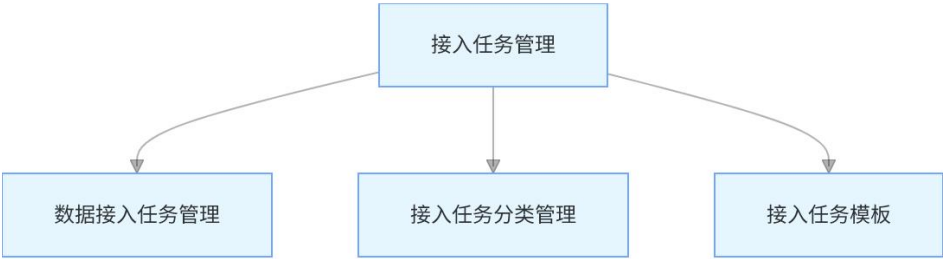


图 14 接入任务管理功能组成图

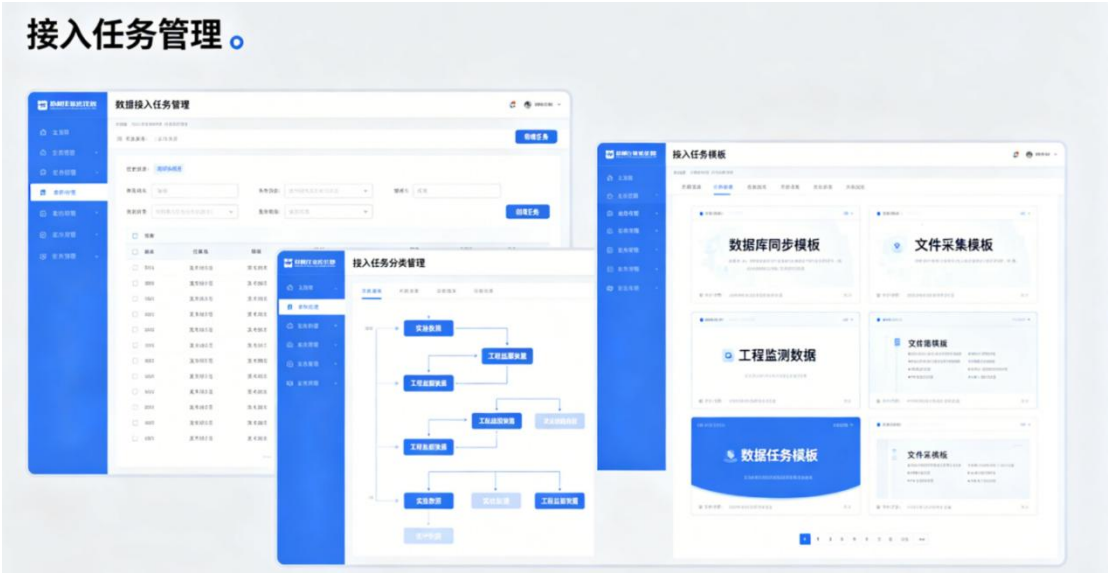


图 15 接入任务管理功能示意图

2.2.1.2.1. 数据接入任务管理

招标文件要求：

支持创建、编辑、启停和删除数据接入任务，统一管理不同来源的数据接入流程，实现数据接入任务的集中管理。

我方响应：

我方系统支持对数据接入任务进行创建、编辑、启停、删除等全生命周期操作，能够对不同来源的数据接入流程进行集中化、统一化管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.2.2. 接入任务分类管理

招标文件要求：

支持按照数据类型或业务类型对接入任务进行分类管理，例如实验数据接入任务、工程监测数据接入任务、图像数据接入任务等。

我方响应：

我方系统支持按照数据类型、业务类型对接入任务进行分类管理，可区分实验数据接入任务、工程监测数据接入任务、图像数据接入任务等不同类别，便于运维人员分类管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.2.3. 接入任务模板

招标文件要求：

提供常用数据接入任务模板，例如数据库数据同步模板、文件采集模板、接口数据采集模板等，便于用户快速创建接入流程。

我方响应：

我方系统预置多款常用的数据接入任务模板，包含数据库数据同步模板、文件采集模板、接口数据采集模板等，用户可基于模板快速

创建数据接入流程，大幅提升工作效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.3. workflow管理

workflow管理是实现复杂多步骤数据流转加工的核心编排单元，覆盖可视化 workflow设计、 workflow节点配置、数据转换配置、数据解析规则配置、数据校验配置、数据写入配置六大环节；可视化 workflow设计通过拖拽画布快速搭建整体流转链路； workflow节点配置定义抽取、清洗、分发等各环节执行单元；数据转换配置完成字段映射、格式修改、类型转换；数据解析规则配置针对半结构化、非结构化数据做内容拆解提取；数据校验配置设置值域、空值、逻辑校验规则过滤脏数据；数据写入配置定义目标存储位置与入库方式，一站式完成数据从抽取到落地的全流程加工编排。

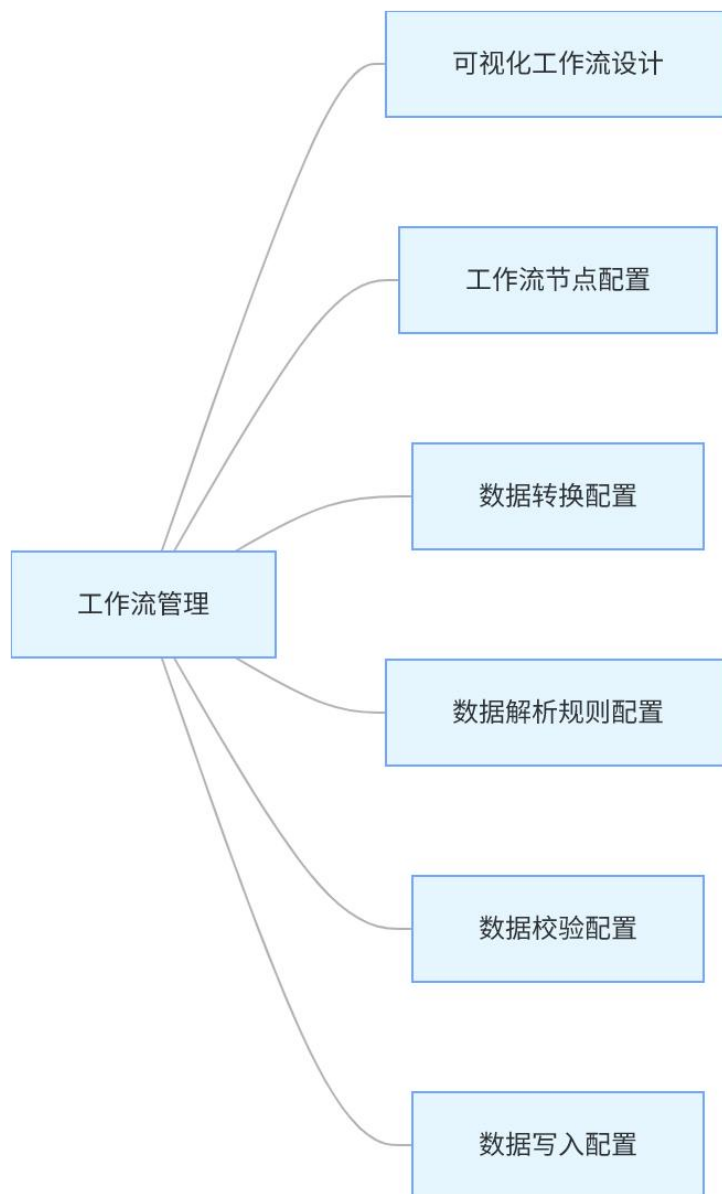


图 16 工作流管理功能组成图



图 17 workflow管理功能示意图

2.2.1.3.1. 可视化 workflow 设计

招标文件要求：

提供图形化 workflow 设计界面，用户可以通过拖拽方式配置数据接入流程，包括数据读取、解析、转换、校验、入库等步骤，实现接入流程的可视化编排。

我方响应：

我方系统提供直观的图形化 workflow 设计界面，用户可通过拖拽组件的方式灵活配置数据接入流程，完整覆盖数据读取、解析、转换、校验、入库等全流程步骤，操作便捷，完全符合招标要求，响应无偏离。



图 18 可视化 workflow 设计功能示意图

2.2.1.3.2. workflow 节点配置

招标文件要求：

支持配置不同类型的任务节点，例如数据读取节点、数据解析节点、数据转换节点、数据校验节点、数据写入节点等。

我方响应：

我方系统支持配置多种类型的工作流任务节点，涵盖数据读取、数据解析、数据转换、数据校验、数据写入等各类功能节点，可根据业务需求自由组合搭配，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.3.3. 数据转换配置

招标文件要求：

支持配置字段映射、数据格式转换、时间格式转换、单位转换等规则，实现多源异构数据向统一数据格式的转换。

我方响应：

我方系统支持配置字段映射、数据格式转换、时间格式转换、单位转换等多种数据转换规则，可完成异构数据的统一处理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.3.4. 数据解析规则配置

招标文件要求：

支持针对不同数据类型配置解析规则，例如结构化数据解析、时序数据解析、文件数据解析、图像数据解析等。

我方响应：

我方系统支持针对不同数据类型差异化配置解析规则，涵盖结构化数据解析、时序数据解析、文件数据解析、图像数据解析等场景，适配多源数据解析需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.3.5. 数据校验配置

招标文件要求：

支持在数据接入流程中配置基础校验规则，例如数据完整性检查、字段格式校验、数据范围检查等，提高接入数据质量。

我方响应：

我方系统支持在数据接入流程中配置各类基础校验规则，包含数据完整性检查、字段格式校验、数据范围检查等，提前过滤脏数据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.3.6. 数据写入配置

招标文件要求：

支持配置数据写入目标系统，例如一级数据库、对象存储、时序

数据库等，实现不同类型数据按规则入库。

我方响应：

我方系统支持灵活配置数据写入的目标系统，可选择一级数据库、对象存储、时序数据库等不同存储载体，适配各类数据落地需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.4. 调度管理

调度管理驱动各类接入任务按时有序执行，由任务调度配置、实时数据接入支持、批处理数据接入支持、任务依赖配置、任务优先级管理协同保障；任务调度配置设置定时、周期、触发式执行计划；实时数据接入支持适配流式消息持续同步场景；批处理数据接入支持支撑海量存量、定时全量同步场景；任务依赖配置设定上下游任务先后执行顺序，保障业务时序逻辑；任务优先级管理区分紧急、常规任务资源分配权重，高峰期优先保障核心业务数据同步时效。

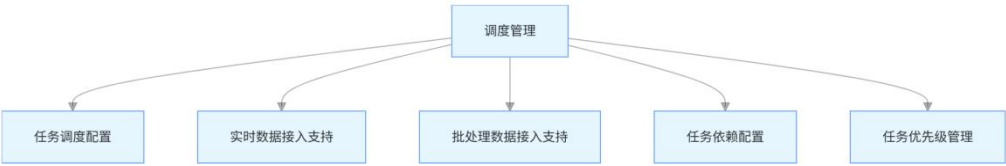


图 19 调度管理功能组成图



图 20 调度管理功能示意图

2.2.1.4.1. 任务调度配置

招标文件要求：

支持配置接入任务调度策略，例如定时调度、周期调度、事件触发等，实现数据接入任务自动运行。

我方响应：

我方系统支持配置多样化的接入任务调度策略，包含定时调度、周期调度、事件触发等模式，满足不同业务的执行需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.4.2. 实时数据接入支持

招标文件要求：

支持实时数据接入模式，实现实验采集系统或监控系统数据的持续接入。

我方响应：

我方系统支持实时数据接入模式，可实现实验采集系统、监控系统数据的不间断持续接入，适配流式数据场景，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.4.3. 批处理数据接入支持

招标文件要求：

支持批处理模式进行数据接入，例如历史数据导入、文件批量处理等。

我方响应：

我方系统支持批处理模式的数据接入，可完成历史数据导入、文件批量处理等工作，适配存量数据处理场景，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.4.4. 任务依赖配置

招标文件要求：

支持配置任务之间的依赖关系，例如某个数据接入任务完成后自动触发数据处理任务。

我方响应：

我方系统支持配置任务之间的依赖关系，可实现某一数据接入任务完成后自动触发后续数据处理任务，保障业务流程有序执行，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.4.5. 任务优先级管理

招标文件要求：

支持配置任务优先级，保障关键数据接入任务优先执行。

我方响应：我方系统支持为不同接入任务配置优先级，可保障关键数据接入任务优先获取资源并执行，优先保障核心业务，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.5. 运行监控

运行监控全程追踪数据集成任务与 workflow 健康状态，依靠 workflow 运行监控、任务执行日志、任务状态监控、异常告警管理实现透明化运维；workflow 运行监控查看整体链路执行进度与节点耗时；任务执行日志完整留存每一次运行详情，便于问题追溯排查；任务状态监控实时展示运行中、成功、失败、暂停等任务标识；异常告警管理针对失败、超时、断连等故障主动推送提醒，缩短故障响应处置时间。

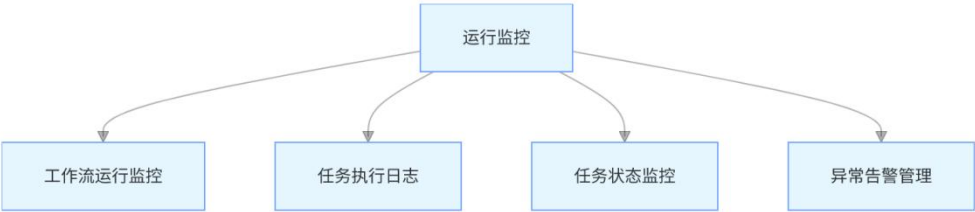


图 21 运行监控功能组成图



图 22 运行监控功能示意图

2.2.1.5.1. 工作流运行监控

招标文件要求：

提供工作流运行监控界面，实时展示任务运行状态、执行时间、处理数据量等信息。

我方响应：

我方系统提供专属的工作流运行监控界面，可实时展示任务运行状态、执行时长、处理数据量等详细信息，运维人员可直观掌握运行情况，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.5.2. 任务执行日志

招标文件要求：

自动记录任务执行日志，包括执行步骤、执行时间、处理数据量及异常信息，便于问题排查。

我方响应：

我方系统自动记录完整的任务执行日志，涵盖执行步骤、执行时间、处理数据量以及各类异常信息，便于问题排查，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.5.3. 任务状态监控

招标文件要求：

实时展示任务运行状态，例如运行中、成功、失败、等待等，帮助运维人员掌握系统运行情况。

我方响应：

我方系统可实时展示任务运行状态，包含运行中、执行成功、执行失败、等待执行等多种状态，状态展示清晰直观，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.5.4. 异常告警管理

招标文件要求：

当任务执行失败或数据接入异常时，系统自动触发告警提醒，通知运维人员及时处理。

我方响应：

当任务执行失败、数据接入出现异常时，系统会自动触发告警提醒，第一时间通知运维人员处置，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.6. 运维管理

运维管理提供任务故障修复、版本回溯、历史回溯的后台保障能力，包含历史任务记录、任务重跑、任务暂停与恢复、任务配置版本管理；历史任务记录永久归档所有执行记录，满足合规溯源需求；任

务重跑针对失败任务支持局部或全量重新执行，无需重建任务；任务暂停与恢复可灵活启停同步任务，适配业务停机、流量管控场景；任务配置版本管理保存每一次配置修改快照，出现配置失误时可一键回滚至稳定版本，保障任务稳定运行。

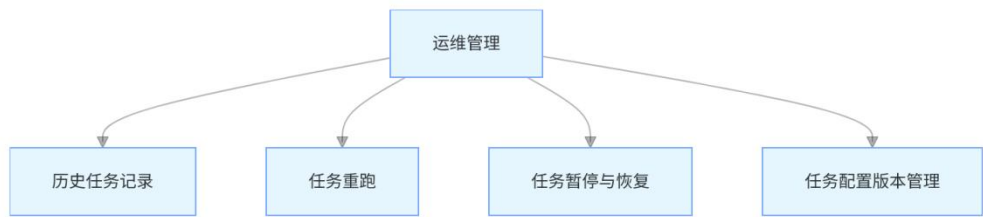


图 23 运维管理功能组成图



图 24 运维管理功能示意图

2.2.1.6.1. 历史任务记录

招标文件要求：

保存任务历史执行记录，包括执行时间、执行状态、数据处理量等信息，支持历史追溯。

我方响应：

我方系统永久保存任务历史执行记录，完整记录执行时间、执行状态、数据处理量等信息，支持历史追溯，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.6.2. 任务重跑

招标文件要求：

支持对失败任务或指定时间范围任务进行重新执行，实现数据补采或补数。

我方响应：

我方系统支持对执行失败的任务、指定时间范围内的任务进行重新执行，实现数据补采、补数，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.6.3. 任务暂停与恢复

招标文件要求：

支持在运行过程中暂停或恢复任务执行，方便系统维护和异常处理。

我方响应：

我方系统支持在任务运行过程中随时暂停、恢复任务执行，适配系统维护等场景，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.6.4. 任务配置版本管理

招标文件要求：

对 workflow 配置进行版本管理，记录任务配置变更历史，支持回滚到历史版本。

我方响应：

我方系统对 workflow 配置实施版本管理，完整记录任务配置的变更历史，支持配置一键回滚至历史版本，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.7. 权限管理

权限管理实现数据集成 workflow 的精细化访问管控，核心依托 workflow 权限管理开展安全隔离；workflow 权限管理针对不同用户、角色分配查看、编辑、运行、删除等分级操作权限，隔离开发、运维、审计人员操作边界，防止越权修改同步链路、泄露源数据信息，筑牢集成环节访问安全防线。

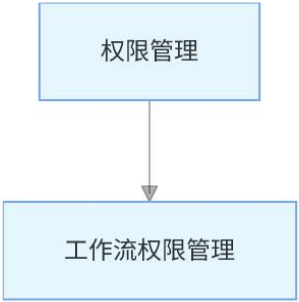


图 25 权限管理功能组成图

权限管理

操作权限		工作流权限管理			
用户/角色	查看	编辑	运行	删除	
开发人员	✓	✓	✗	✗	
运维人员	✓	✓	✗	✗	
审计人员	✓	✓	✓	✓	

图 26 限管理功能示意图

2.2.1.7.1. 工作流权限管理

招标文件要求：

支持对工作流配置和任务执行权限进行管理，不同角色拥有不同的配置、查看和执行权限。

我方响应：

我方系统支持对工作流配置、任务执行权限进行精细化管理，为不同角色分配差异化的配置、查看、执行权限，做到权责分离，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.8. 服务能力

服务能力向外输出标准化开放能力，涵盖数据接入接口服务、接入任务配置导出两项对外支撑功能；数据接入接口服务提供标准化 API，支持外部系统调用平台同步能力、查询任务运行状态；接入任务配置导出可将成熟同步模板、工作流配置文件离线导出备份、迁移复用，方便多环境部署复制，提升平台可拓展性与交付灵活性。

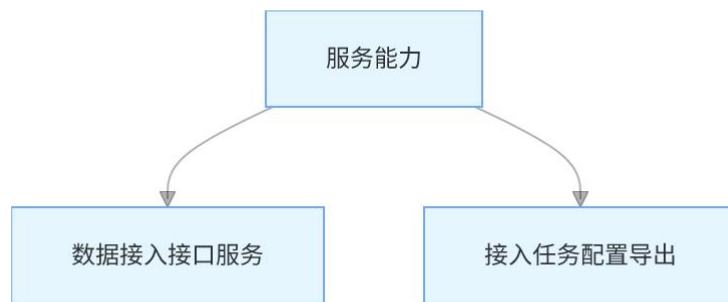


图 27 服务能力功能组成图

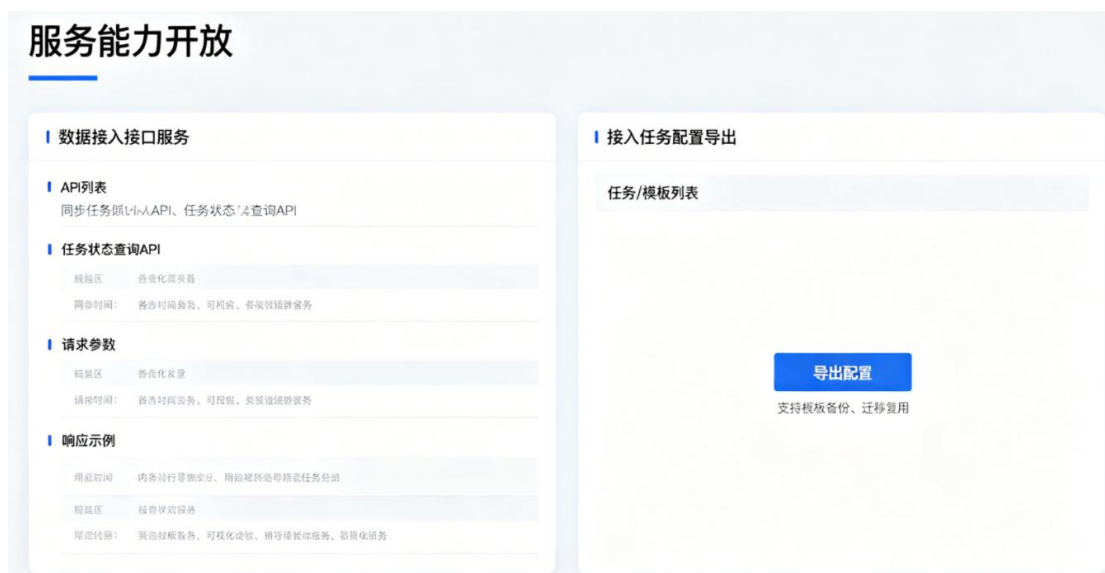


图 28 服务能力功能示意图

2.2.1.8.1. 数据接入接口服务

招标文件要求：

提供统一数据接入接口，支持外部系统通过标准接口向平台提交数据，实现系统间的数据接入集成。

我方响应：

我方系统提供统一的数据接入接口，外部系统可通过标准接口向平台提交数据，实现跨系统数据集成，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.1.8.2. 接入任务配置导出

招标文件要求：

支持导出接入任务配置及流程定义，便于配置备份和环境迁移。

我方响应：

我方系统支持导出接入任务配置与流程定义文件，可用于配置备份、多环境迁移，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2. 数据开发

数据开发是平台实现数据计算、模型运算的核心加工引擎，由算法运行单元管理、任务管理、任务调度、运行监控、结果管理、运维管理、权限管理七大模块协同支撑；算法运行单元管理统一管控各类计算算法的运行容器与资源分配；任务管理负责开发脚本、计算任务的创建、编辑与版本维护；任务调度配置定时、依赖、优先级执行策略，驱动计算任务有序运转；运行监控实时采集任务算力、进度、报错状态；结果管理统一存储、归档、导出运算产出数据集；运维管理提供失败重跑、配置回滚、资源扩容等故障保障手段；权限管理划分人员对开发任务、算法资源的操作访问权限，整套体系支撑离线、实时、算法模型全类型数据加工开发工作。

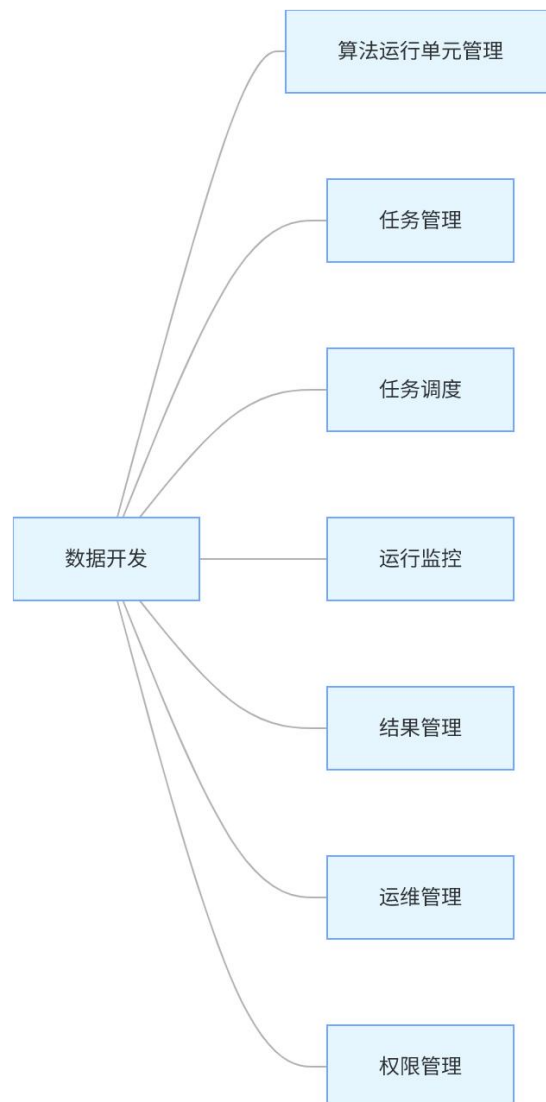


图 29 数据开发功能组成图

2.2.2.1. 算法运行单元管理

算法运行单元管理是数据开发模块中各类计算算法的统一底座管控单元，依托算法运行单元注册、算法类型分类管理、算法运行环境配置、启动脚本配置、输入输出约定配置、算法基本信息维护六项能力完成全生命周期纳管；算法运行单元注册完成各类算子、模型算法的平台登记接入；算法类型分类管理按照计算用途、技术框架对算

法分组归类；算法运行环境配置适配不同算法所需依赖、容器资源；启动脚本配置定义算法拉起执行的启动指令；输入输出约定配置标准化统一数据入参、结果输出格式；算法基本信息维护留存版本、作者、说明等档案信息，为上层计算任务提供标准化、可复用、可管控的算法运行载体。

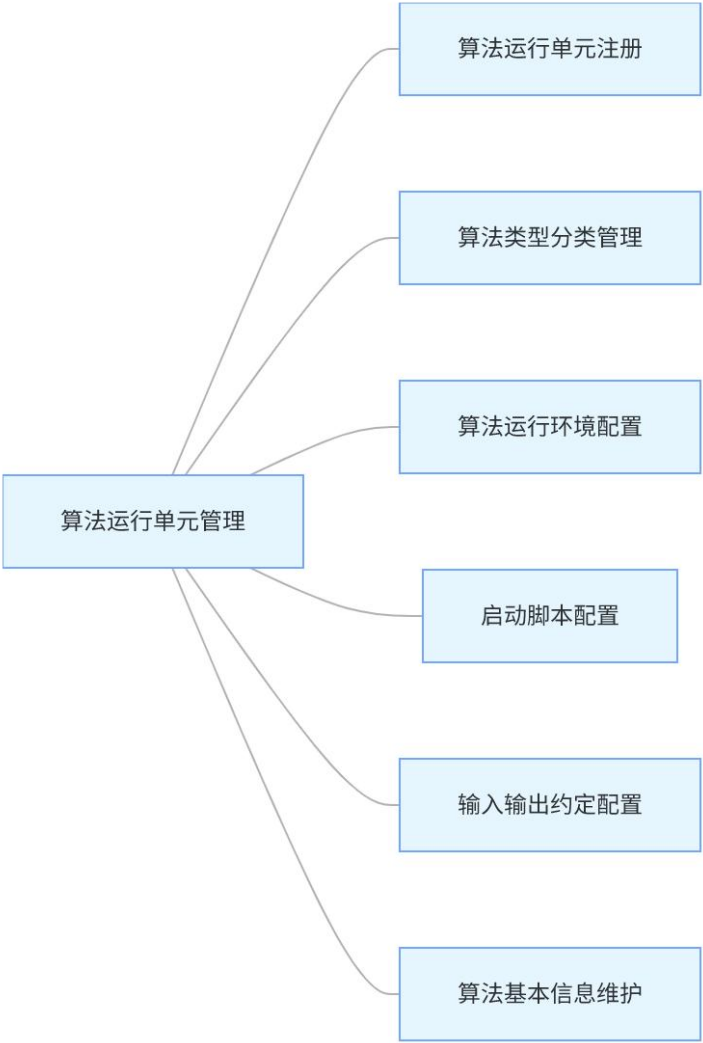


图 30 算法运行单元管理功能组成图

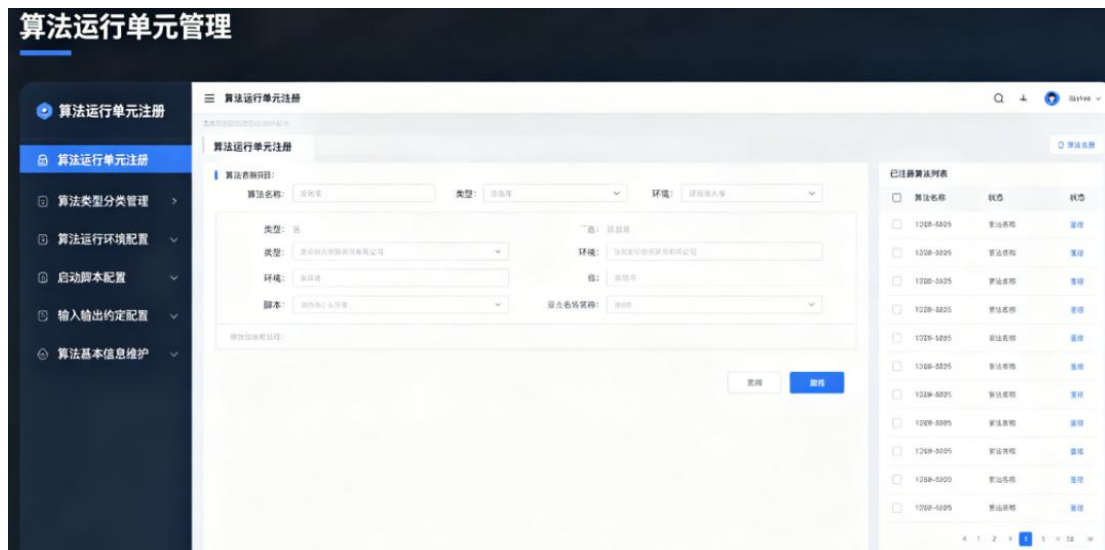


图 31 算法运行单元管理功能示意图

2.2.2.1.1. 算法运行单元注册

招标文件要求：

支持将各类数据处理算法注册为平台可执行的运行单元。算法不限定开发语言，可支持 Python、Matlab、Fortran、C/C++ 或其他可执行程序实现，并通过脚本或容器方式进行统一封装。

我方响应：

我方系统支持将各类数据处理算法注册为平台可执行的运行单元，算法不限制开发语言，全面支持 Python、Matlab、Fortran、C/C++ 以及其他可执行程序，并且可通过脚本、容器两种方式完成统一封装，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.1.2. 算法类型分类管理

招标文件要求：

支持对算法运行单元按用途进行分类管理，例如物理指标计算算法、数据预处理算法、特征提取算法、研究分析算法等，便于用户查

找和复用。

我方响应：

我方系统支持按照用途对算法运行单元进行分类管理，可划分物理指标计算算法、数据预处理算法、特征提取算法、研究分析算法等类别，便于检索与复用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.1.3. 算法运行环境配置

招标文件要求：

支持为算法配置运行环境，包括容器镜像、依赖环境、执行命令和挂载目录等信息，实现不同算法运行环境的隔离管理。

我方响应：我方系统支持为各类算法配置专属运行环境，包含容器镜像、依赖环境、执行命令、挂载目录等配置项，实现环境隔离，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.1.4. 启动脚本配置

招标文件要求：

支持为对用户开发的算法配置统一启动脚本，平台通过脚本向算法传递任务参数、输入数据路径、输出目录等信息，实现不同语言算法的统一调用。

我方响应：

我方系统支持为自研算法配置标准化启动脚本，平台可通过脚本向算法传递任务参数、输入路径、输出目录等运行信息，实现统一调用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.1.5. 输入输出约定配置

招标文件要求：

支持定义算法任务的输入输出规范，包括输入数据目录、输出结果目录、日志文件位置和状态文件约定，便于平台统一管理任务执行过程。

我方响应：

我方系统支持自定义算法任务的输入输出规范，明确输入数据目录、输出结果目录、日志文件位置、状态文件相关约定，实现标准化管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.1.6. 算法基本信息维护

招标文件要求：

支持维护算法运行单元的基本信息，包括算法名称、功能说明、负责人、适用数据类型、版本信息等，形成统一算法资源清单。

我方响应：

我方系统支持维护算法名称、功能说明、负责人、适用数据类型、版本信息等基础资料，形成完整算法台账，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.2. 任务管理

任务管理负责所有数据计算作业的创建与配置统筹，包含计算任务创建、任务参数配置、任务模板管理、批量任务创建四大功能；计算任务创建搭建单条独立计算作业载体，绑定对应算法单元；任务参数配置灵活设置算法入参、资源配额、存储路径等运行参数；任务模

板管理沉淀成熟计算配置方案，实现一键复用；批量任务创建支持多任务批量生成、批量编辑，大幅降低重复搭建工作量，高效支撑大批量、同类型业务计算需求。

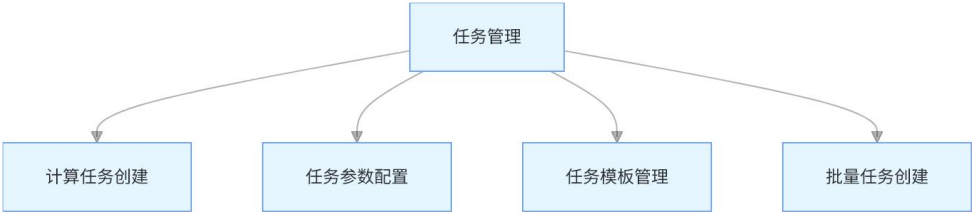


图 32 任务管理功能组成图

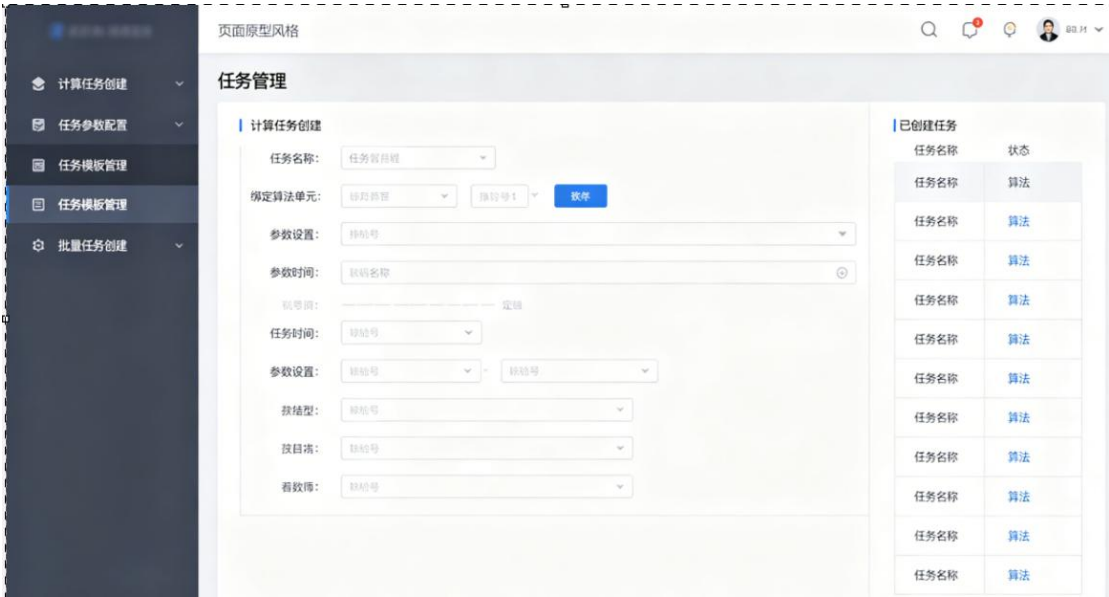


图 33 任务管理功能示意图

2.2.2.2.1. 计算任务创建

招标文件要求：

支持用户基于已注册算法运行单元创建计算任务，配置任务名称、输入数据范围、运行参数、输出位置等信息，实现计算任务标准化提交。

我方响应：

我方系统支持用户基于已注册的算法运行单元创建计算任务，可配置任务名称、输入数据范围、运行参数、输出位置等完整信息，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.2.2. 任务参数配置

招标文件要求：

支持为任务配置算法运行参数，例如计算参数、数据范围、Shot 范围、时间范围等，使同一算法能够执行不同类型任务。

我方响应：

我方系统支持为计算任务配置算法运行参数，包含计算参数、数据范围、Shot 范围、时间范围等内容，适配各类计算场景，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.2.3. 任务模板管理

招标文件要求：

支持将常用任务配置保存为任务模板，例如某类物理指标批量计算模板或数据预处理模板，提高任务创建效率。

我方响应：

我方系统支持将日常高频使用的任务配置保存为任务模板，实现快速复用，提升创建效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.2.4. 批量任务创建

招标文件要求：

支持按多个 Shot、多个时间段或多个数据对象批量创建任务，

实现大规模历史数据计算任务的快速提交，在标准测试环境下，采用甲方提供的测试脚本及任务参数集进行验证，系统单次批量提交 不少于 200 个任务 时，任务创建接口平均响应时间不超过 5 秒，最大响应时间不超过 10 秒。

我方响应：

我方系统支持按照多个 Shot、多个时间段、多个数据对象批量创建计算任务；在标准测试环境中，单次批量提交不少于 200 个任务时，任务创建接口平均响应时间不超过 5 秒，最大响应时间不超过 10 秒，性能指标全部达标，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.3. 任务调度

任务调度是驱动计算作业有序稳定执行的调度中枢，由任务调度执行、容器化任务运行、定时任务调度、任务依赖配置、任务优先级管理协同保障运转；任务调度执行接收任务指令并分发至执行集群；容器化任务运行为每个作业隔离独立运行容器，实现资源隔离互不干扰；定时任务调度配置周期、定点触发规则，支撑日 / 时级常态化批计算；任务依赖配置设定上下游作业先后执行顺序，保障业务数据时序逻辑；任务优先级管理区分核心与普通任务资源权重，高峰时段优先保障关键业务算力供给。

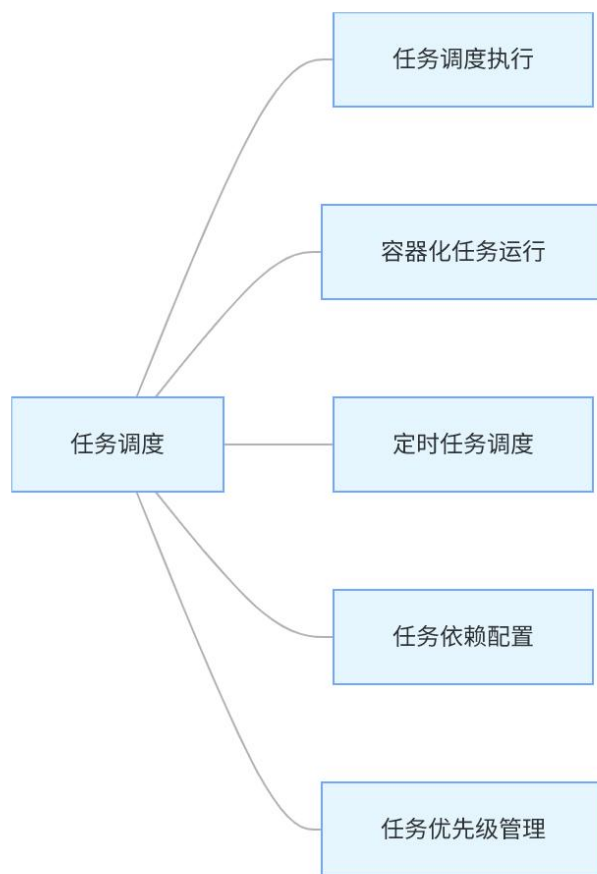


图 34 任务调度功能组成图



图 35 任务调度功能示意图

2.2.2.3.1. 任务调度执行

招标文件要求：

支持通过统一调度机制执行计算任务，将算法运行单元提交到计算资源运行，实现数据处理任务统一调度。

我方响应：

我方系统支持以容器方式运行各类算法任务，实现环境隔离与资源管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.3.2. 容器化任务运行

招标文件要求：

支持以容器方式运行算法任务，为不同算法提供独立运行环境，解决依赖冲突问题。

我方响应：

我方系统支持以容器方式运行各类算法任务，实现环境隔离与资源管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.3.3. 定时任务调度

招标文件要求：

支持配置任务的定时执行策略，例如每日计算任务或周期性物理指标更新任务。

我方响应：

我方系统支持为计算任务配置定时执行策略，实现自动化运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.3.4. 任务依赖配置

招标文件要求：

支持配置任务之间的执行依赖关系，例如数据预处理任务完成后再执行物理指标计算任务。

我方响应：

我方提供系统支持配置任务之间的执行依赖关系，例如数据预处理任务完成后执行物理指标计算任务，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.3.5. 任务优先级管理

招标文件要求： 支持为不同任务设置优先级，保障关键物理指标任务或重要研究任务优先执行。

我方响应：我方系统支持配置不同任务之间的执行依赖关系，保障业务流程有序推进，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.4. 运行监控

运行监控实现计算任务全流程可视跟踪与故障预警，覆盖任务运行状态监控、任务执行日志管理、任务资源使用监控、异常任务告警四项能力；任务运行状态监控实时展示运行、成功、失败、暂停等作业状态；任务执行日志管理完整归集每一步运行打印日志，便于问题定位排查；任务资源使用监控实时采集 CPU、内存、存储等算力消耗指标；异常任务告警针对失败、超时、资源耗尽等故障主动推送提醒，缩短故障响应处置时长。

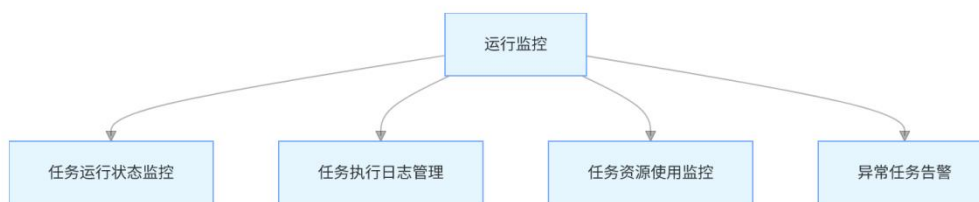


图 36 运行监控功能组成图

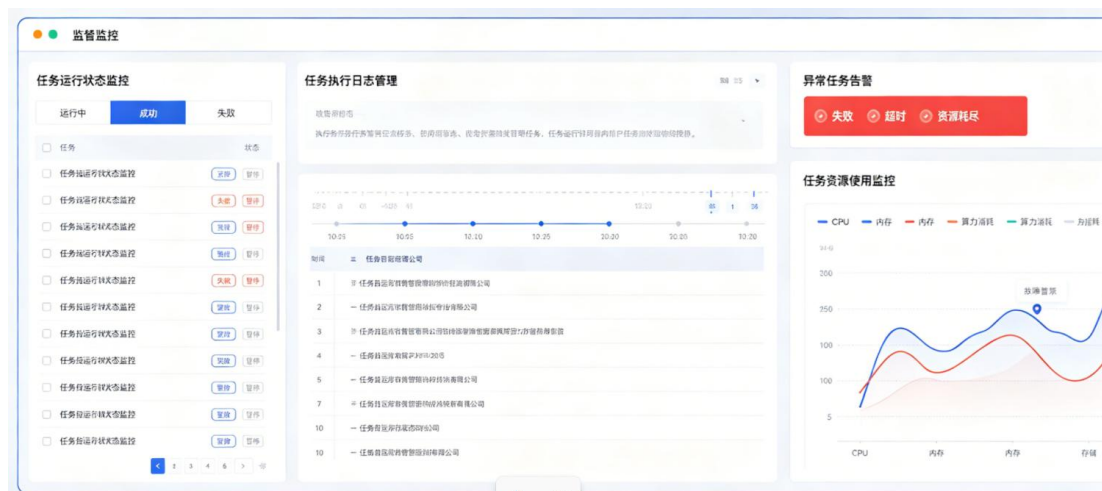


图 37 运行监控功能示意图

2.2.2.4.1. 任务运行状态监控

招标文件要求：

提供任务运行监控界面，展示任务运行状态（运行中、成功、失败、等待等），帮助用户实时掌握任务执行情况。

我方响应：

我方系统提供专属任务运行监控界面，实时展示各类任务运行状态，直观清晰，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.4.2. 任务执行日志管理

招标文件要求：

自动记录任务执行日志，包括执行时间、运行步骤、输出信息和

错误信息，便于问题排查和任务复盘。

我方响应：

我方系统自动完整记录任务执行日志，便于问题排查与复盘，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.4.3. 任务资源使用监控

招标文件要求：

展示任务执行过程中的资源使用情况，例如 CPU、内存、执行耗时等信息，为任务优化提供依据。

我方响应：

我方系统可实时展示任务执行过程中 CPU、内存等各类资源的使用情况，为性能优化提供依据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.4.4. 异常任务告警

招标文件要求：

当任务执行失败、超时或资源异常时，系统自动产生告警提醒相关人员处理。

我方响应：

当任务执行失败、运行超时、资源使用异常时，系统会自动产生告警信息，及时提醒运维人员，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.5. 结果管理

结果管理统一管控所有计算产出数据集的归档与存储，依靠计算结果登记、结果元数据记录、结果入库管理、结果版本管理完成全链路落地；计算结果登记对每次运算产出做台账记录；结果元数据记录

留存任务 ID、运行时间、数据量、算法版本等溯源信息；结果入库管理将运算数据写入目标存储库表；结果版本管理保存多轮迭代计算的不同结果快照，支持回溯对比，保障计算成果可存、可查、可追溯。

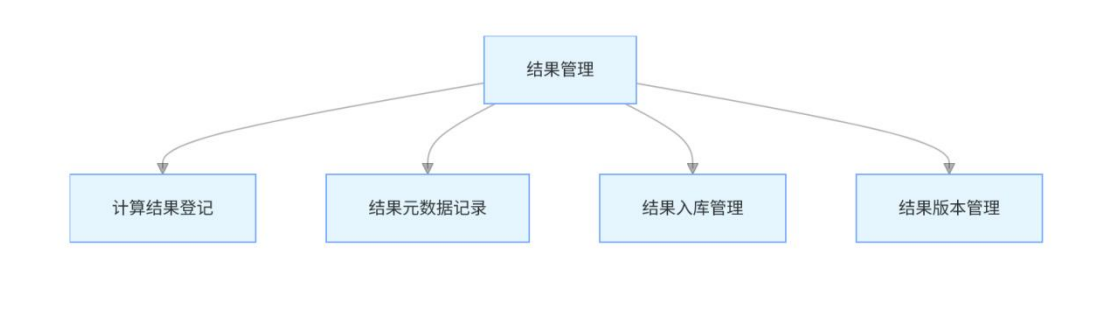


图 38 结果管理功能组成图

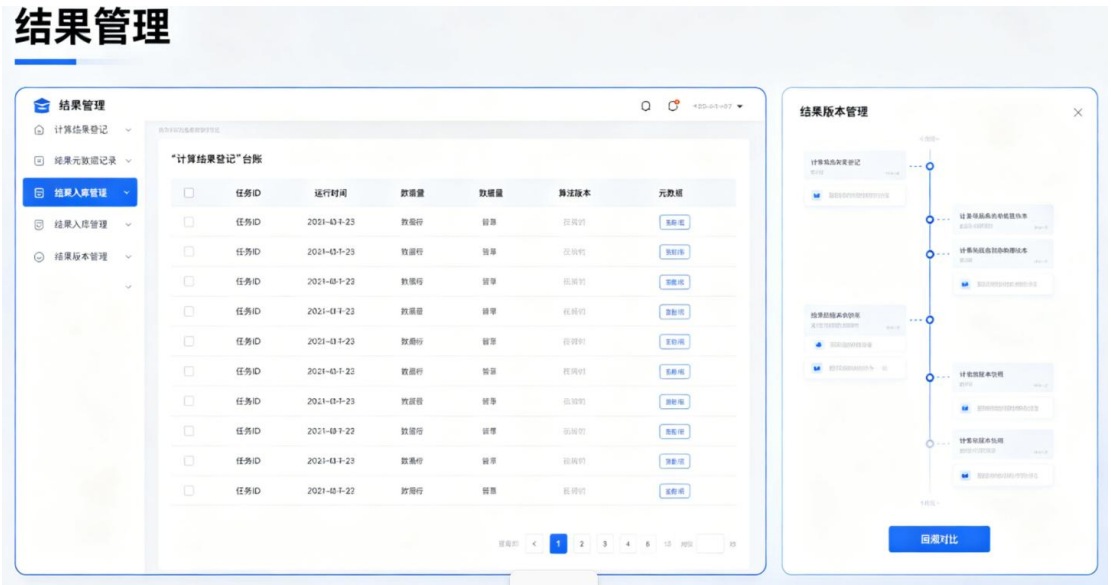


图 39 结果管理功能示意图

2.2.2.5.1. 计算结果登记

招标文件要求：

支持对算法运行产生的结果进行登记管理，记录任务来源、算法版本、输入数据范围、输出路径和生成时间等信息。

我方响应：

我方系统支持对算法运行生成的计算结果进行统一登记管理，建立结果台账，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.5.2. 结果元数据记录

招标文件要求：

为计算结果自动生成元数据信息，并记录结果与任务、算法之间的关联关系，便于结果检索与追溯。

我方响应：

我方系统自动为每一份计算结果生成对应的元数据信息，实现资产溯源，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.5.3. 结果入库管理

招标文件要求：

支持将计算结果按规则写入平台数据库或对象存储，并记录结果入库状态。

我方响应：

我方系统支持按照预设规则，将计算结果写入平台数据库或对象存储，统一落地存储，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.5.4. 结果版本管理

招标文件要求：

支持对同一计算结果进行版本管理，区分不同时间或不同算法版本生成的结果。

我方响应：

我方系统支持对同一份计算结果进行版本管理，区分不同迭代版本，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.6. 运维管理

运维管理为数据开发任务提供故障修复、配置迁移、历史回溯的后台保障能力，包含历史任务查询、任务重跑与补算、任务暂停与终止、任务配置导入导出；历史任务查询可检索全量过往作业执行记录，满足合规溯源；任务重跑与补算针对失败、漏算数据重新启动计算，无需重建任务；任务暂停与终止可灵活启停作业，适配业务停机、流量管控场景；任务配置导入导出支持配置跨环境迁移、离线备份，提升平台部署与交付灵活性。

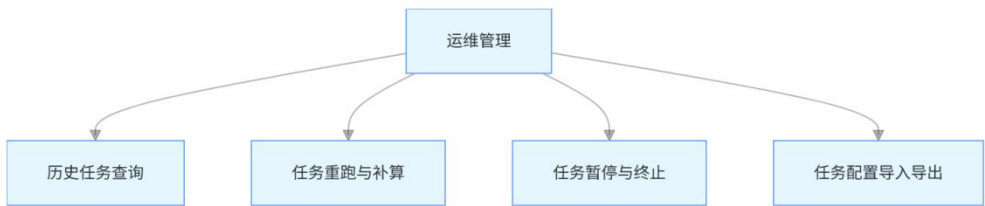


图 40 运维管理功能组成图

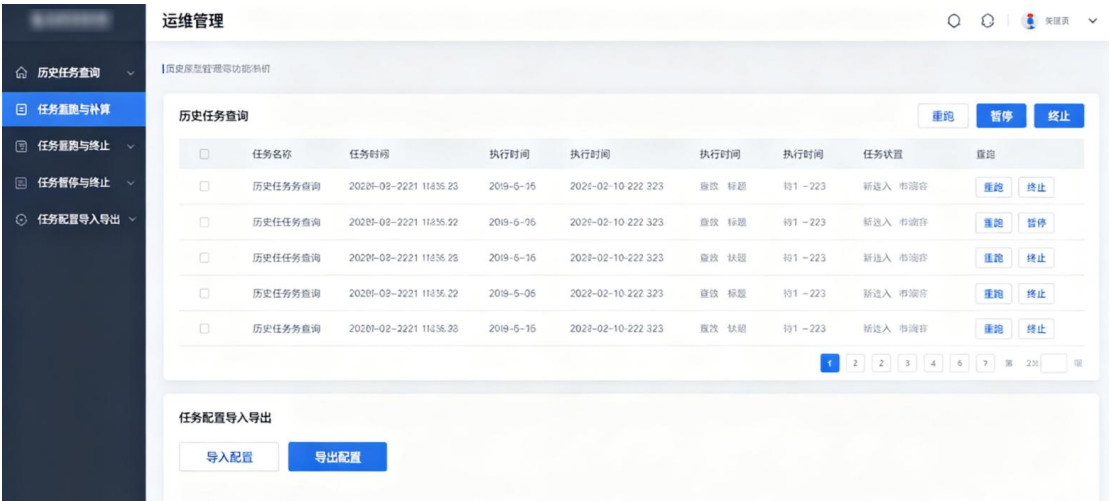


图 41 运维管理功能示意图

2.2.2.6.1. 历史任务查询

招标文件要求：

保存任务历史执行记录，支持按任务名称、时间范围、算法类型等条件查询任务运行情况。

我方响应：

我方系统长期保存任务历史执行记录，支持按多维度条件检索历史任务，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.6.2. 任务重跑与补算

招标文件要求：

支持对失败任务或指定历史数据范围重新执行计算任务，实现数据补算和结果修复。

我方响应：

我方系统支持对失败任务、指定历史数据范围重新执行计算，完成数据补算，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.6.3. 任务暂停与终止

招标文件要求：

支持在任务运行过程中对任务进行暂停或终止操作，方便平台运维管理。

我方响应：

我方系统支持在任务运行过程中执行暂停、终止操作，适配运维场景，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.6.4. 任务配置导入导出

招标文件要求：

支持导出任务配置和算法运行配置，便于配置备份和跨环境迁移。

我方响应：

我方系统支持导出任务配置、算法运行配置文件，用于备份与环境迁移，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.7. 权限管理

权限管理构建数据开发全链路分级安全访问体系，依托算法访问权限控制、任务执行权限管理、结果访问权限控制实现精细化隔离；算法访问权限控制限制人员查看、编辑、运行对应算法单元；任务执行权限管理管控用户新建、启动、修改、删除计算作业的操作权限；结果访问权限控制划分数据集查看、下载、导出权限，隔离开发、运维、审计人员操作边界，防止越权篡改算法、误操作任务、泄露敏感计算结果。

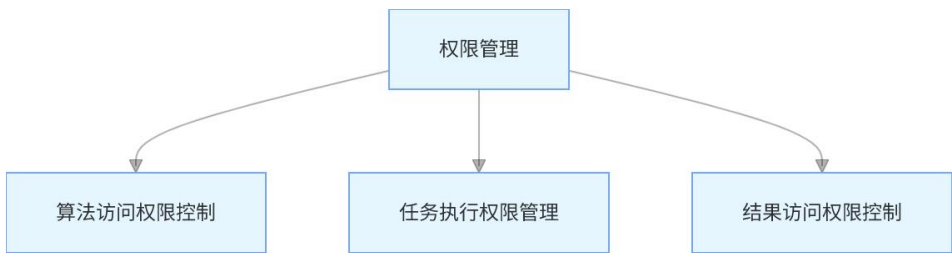


图 42 权限管理功能组成图

权限管理

用户/角色	权限项				
	算法访问权限		任务执行权限		结果访问权限
开发人员	查看	✓	新建	✓	✓
	编辑	✓	启动	✓	✓
运维人员	运行	✓	启动	✓	✓
	运行	✓	修改	✓	✓
	×	✓	删除	✗	✓
运维人员	新发	✓	新建	✓	✓
	查看	✓	修改	✗	✓
	下载	✓	删除	✗	✓
审计人员	下载	✓	查看	✓	✓
	导出	✗	号看	✓	✓
	导出	✓	导出	✗	✓

图 43 权限管理功能示意图

2.2.2.7.1. 算法访问权限控制

招标文件要求：

支持对算法运行单元配置访问权限，控制不同用户或团队对算法的查看和使用权限。

我方响应：

我方系统支持为算法运行单元配置访问权限，管控使用范围，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.7.2. 任务执行权限管理

招标文件要求：

支持控制任务创建、运行、停止和重跑等操作权限，保证平台任务运行安全可控。

我方响应：

我方系统支持管控任务创建、运行、停止、重跑等操作权限，做到分级管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.2.7.3. 结果访问权限控制

招标文件要求：

支持根据数据范围或任务类型控制用户对计算结果的访问权限。

我方响应：

我方系统支持根据数据范围、任务类型管控用户对计算结果的访问权限，保障数据安全，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3. 数据治理

数据治理是保障平台数据合规、标准、高质量的管控体系，依托规则管理、一级质量控制、二级质量控制、三级质量控制、数据标准化、数据标注、质量监控、服务与治理八大模块落地治理能力；规则管理统一配置校验、清洗、去重等治理规则模板；一、二、三级质量控制分层递进完成源头、过程、落地全链路数据质检；数据标准化统一字段格式、编码、单位、元数据口径；数据标注为分析、AI 场景补充分类、标签类业务标注信息；质量监控实时统计合格率、脏数据量、异常波动；服务与治理对外输出标准化治理接口与托管服务，全方位提升数据准确性、一致性、可用性，满足业务与合规要求。

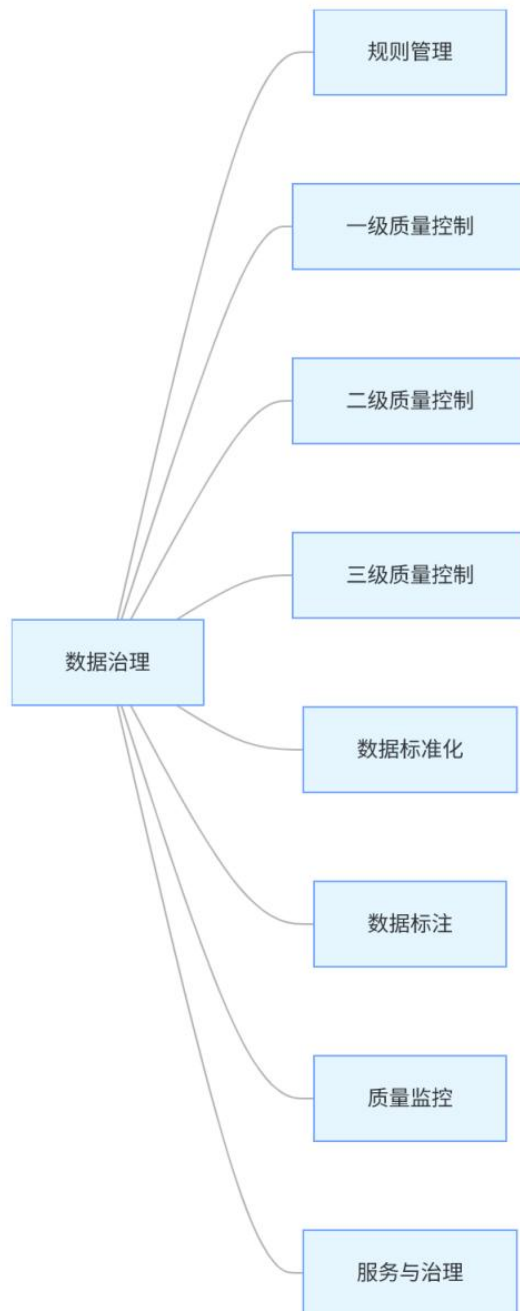


图 44 数据治理功能组成图

2.2.3.1. 规则管理

规则管理是数据治理的规则底座，依托数据质量规则库、规则分类管理、规则版本管理、规则适用范围配置、规则阈值配置完成全生

命周期规则管控；数据质量规则库统一存储校验、清洗、质检等标准规则；规则分类管理按业务、数据类型分组归类规则；规则版本管理留存修改快照支持回滚；规则适用范围配置限定规则生效的库表、通道；规则阈值配置自定义判定标准，为多级质量控制提供可复用、可管控的规则模板。

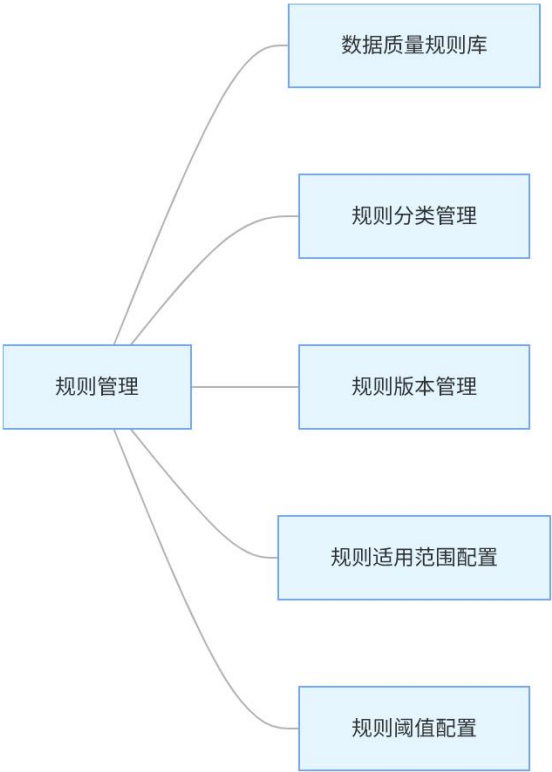


图 45 规则管理功能组成图

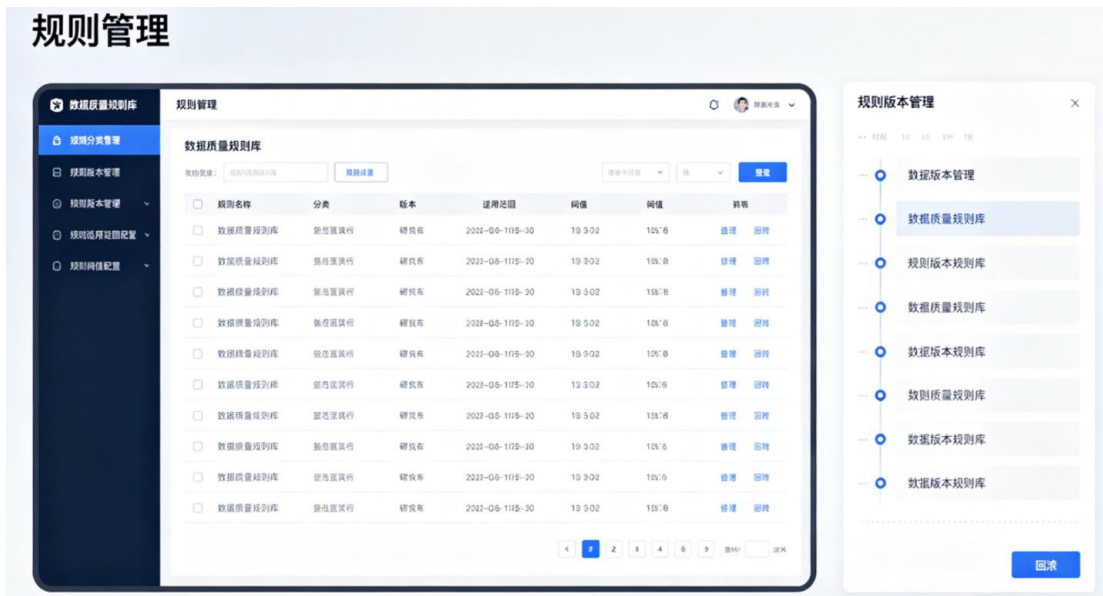


图 46 规则管理功能示意图

2.2.3.1.1. 数据质量规则库

招标文件要求：

建立统一的数据质量规则库，用于集中管理数据质量检测规则。规则库应支持规则的新增、修改、停用和版本管理，为不同类型的数据质量检测提供标准化依据。

我方响应：

我方搭建统一的数据质量规则库，集中管理各类数据质量检测规则。规则库支持规则新增、修改、停用以及版本管理功能，规范化管控规则资产，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.1.2. 规则分类管理

招标文件要求：

支持按照一级数据库、二级数据库和三级数据库的不同质量控制需求，对数据质量规则进行分类管理。

我方响应：

我方系统支持按照一级数据库、二级数据库、三级数据库的不同质量控制需求，对数据质量规则进行分类管理，适配不同层级的质量管控需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.1.3. 规则版本管理

招标文件要求：

对数据质量规则进行版本化管理，记录规则变更历史，并支持根据历史版本重新执行质量评估，以保证数据质量评估过程的可追溯性。

我方响应：

我方系统对数据质量规则进行版本化管理，完整记录规则的变更历史，同时支持根据历史版本重新执行质量评估，保障数据质量评估过程的可追溯性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.1.4. 规则适用范围配置

招标文件要求：

支持为不同诊断系统、不同通道或不同物理指标配置对应的数据质量规则，使质量检测能够针对不同数据类型进行差异化处理。

我方响应：

我方系统支持为不同诊断系统、不同通道、不同物理指标配置对应的数据质量规则，让质量检测可以针对不同数据类型进行差异化处理，提升质量检测的精准度，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.1.5. 规则阈值配置

招标文件要求：

支持配置数据质量检测所需的阈值参数，例如数值范围阈值、缺

失率阈值、异常波动阈值等。

我方响应：

我方系统支持配置数据质量检测所需的各类阈值参数，包括数值范围阈值、缺失率阈值、异常波动阈值等，可根据业务需求灵活调整，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2. 一级质量控制

一级质量控制针对原始采集数据做源头全维度初筛校验，包含数据结构完整性检测、时间戳准确性校验、时间序列连续性检测、全域时间同步检测、采样率一致性校验、数据缺失检测、数据截断检测、数据范围合理性检测、异常突变检测、噪声水平检测、重复数据检测、恒定信号检测、数据有效性标注、一级质量评分；全面排查原始数据格式、时序、数值、重复、噪声等基础问题，标记有效 / 无效数据，自动生成首轮质量得分，拦截严重脏数据进入下一加工环节。

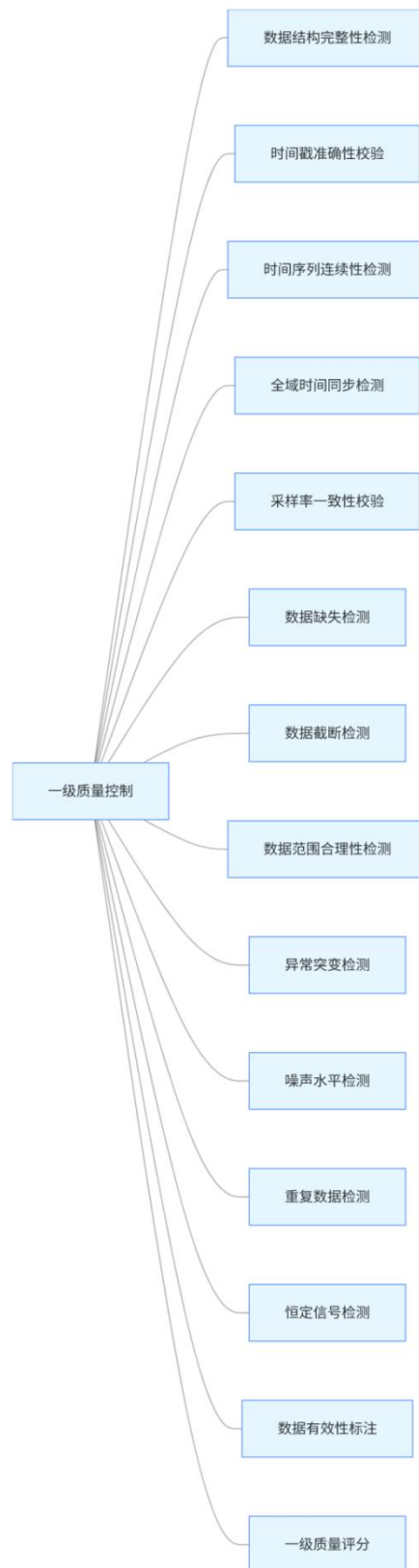


图 47 一级质量控制功能组成图

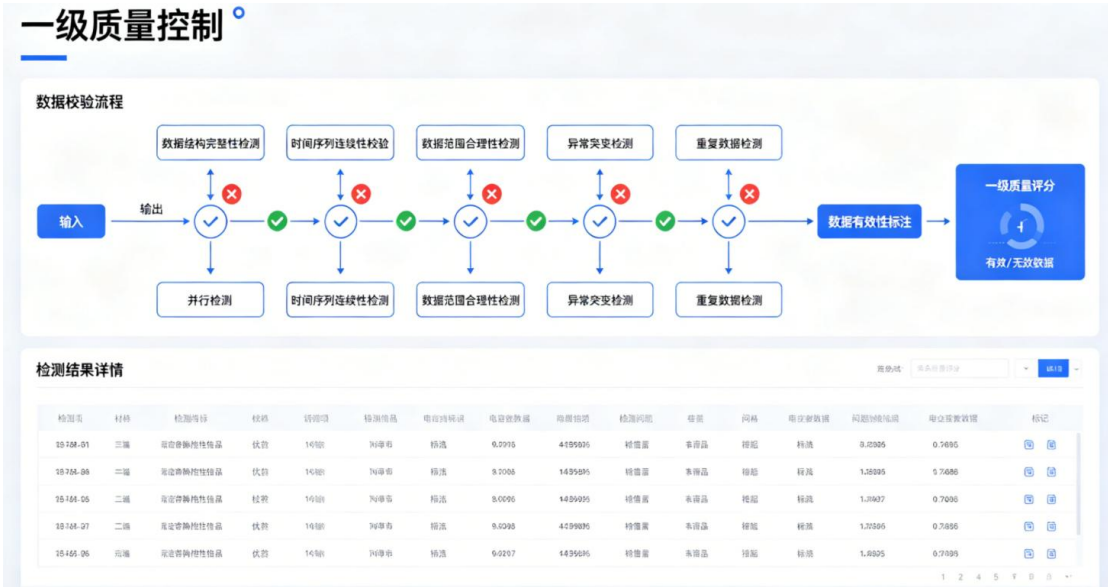


图 48 一级质量控制功能示意图

2.2.3.2.1. 数据结构完整性检测

招标文件要求：

对采集入库的原始实验数据进行结构完整性检查，验证数据是否包含必要字段（时间戳、通道编号、采样值等），并检查数据结构是否符合平台数据规范，避免结构错误导致后续数据处理失败。

我方响应：

我方系统会对采集入库的原始实验数据进行结构完整性检查，验证数据是否包含时间戳、通道编号、采样值等必要字段，同时检查数据结构是否符合平台的数据规范，避免结构错误导致后续的数据处理失败，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.2. 时间戳准确性校验

招标文件要求：

对实验数据的时间戳进行校验，检查时间是否在合理范围内，是否存在明显偏移或错误时间记录，从而保证数据时间信息的正确性。

我方响应：

我方系统会对实验数据的时间戳进行校验，检查时间是否处于合理范围内，是否存在明显的偏移、错误的时间记录，从而保障数据时间信息的正确性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.3. 时间序列连续性检测

招标文件要求：

对时序数据进行连续性检测，检查数据是否存在时间断点或间隔异常，并记录缺失时间段，确保数据时间序列的完整性。

我方响应：

我方系统会对时序数据进行连续性检测，检查数据是否存在时间断点、间隔异常的情况，同时记录缺失的时间段，保障数据时间序列的完整性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.4. 全域时间同步检测

招标文件要求：

对来自全域数据进行时间同步检测，分析各数据源时间偏差情况，确保多源数据可以在统一时间轴上进行联合分析。

我方响应：

我方系统会对来自全域的数据进行时间同步检测，分析各个数据源的时间偏差情况，保障多源数据可以在统一的时间轴上开展联合分析，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.5. 采样率一致性校验

招标文件要求：

检查数据采样率是否符合诊断系统配置参数，例如是否存在采样率异常、采样频率漂移等情况。

我方响应：

我方系统会检查数据的采样率是否符合诊断系统的配置参数，比如是否存在采样率异常、采样频率漂移等情况，保障采样数据的一致性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.6. 数据缺失检测

招标文件要求：

自动检测时序数据中的缺失区间，统计缺失数据比例，并记录缺失区间的时间范围和持续时间。

我方响应：

我方系统可自动全面检测时序数据内各类缺失区间，精准统计整体及分段的数据缺失比例，同时完整记录每一处缺失区间对应的时间范围与持续时长，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.7. 数据截断检测

招标文件要求：

检查数据采集是否存在提前终止或数据截断情况，例如采集过程中设备故障导致数据未完整记录。

我方响应：

我方系统能够全面检查数据采集全流程，精准识别采集提前终止、数据内容截断等异常场景，可有效甄别因设备故障等问题造成的数据记录不完整问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.8. 数据范围合理性检测

招标文件要求：

根据物理量合理范围（例如电流、温度、密度等）对数据值进行范围检查，识别明显异常的数据记录。

我方响应：

我方系统结合聚变实验各类物理量预设合理取值范围，针对电流、温度、密度等多类指标逐项开展数据范围校验，快速识别出超出合理区间的异常数据记录，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.9. 异常突变检测

招标文件要求：

检测信号序列中的突变值，例如瞬间异常跳变，识别可能存在的测量错误或设备异常。

我方响应：

我方系统实时对信号序列进行全域监测，精准捕捉数据瞬间异常跳变等突变数值，结合业务特征判别数据异常成因，有效识别测量失误、设备运行异常等问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.10. 噪声水平检测

招标文件要求：

对信号数据进行噪声水平分析，通过统计分析方法识别噪声过大的信号数据。

我方响应：

我方系统采用专业统计分析算法对各类实验信号数据开展噪声水平量化分析，精准判定信号噪声等级，快速筛选出噪声指标超标、信号质量不佳的数据内容，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.11. 重复数据检测

招标文件要求：

检测数据库中是否存在重复采集或重复写入的数据记录，避免数据冗余。

我方响应：

我方系统自动遍历数据库内全量数据，全面排查因重复采集、重复写入产生的冗余数据记录，及时发现并标记重复内容，从源头规避数据冗余问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.12. 恒定信号检测

招标文件要求：

检测信号值在长时间内保持恒定不变的情况，用于识别可能存在的设备故障或采集异常。

我方响应：

我方系统持续监测信号数据变化状态，精准识别长时间数值恒定不变的异常信号，以此研判采集设备故障、数据采集流程异常等问题，保障原始数据有效性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.13. 数据有效性标注

招标文件要求：

根据数据质量检测结果，为每条数据生成有效性标签，例如“正

常”“异常”“缺失”“无效”等。

我方响应：

我方系统依据前置全维度数据质量检测结果，自动为每一条实验数据匹配对应的有效性标签，支持正常、异常、缺失、无效等多类标签划分，清晰区分数据状态，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.2.14. 一级质量评分

招标文件要求：

综合数据完整性、连续性、有效性等指标，对原始数据生成质量评分，用于判断数据是否可以进入二级数据库进行物理计算。

我方响应：

我方系统综合考量数据完整性、时序连续性、内容有效性等多项核心指标，自动为原始采集数据生成标准化一级质量评分，以此作为数据准入二级数据库开展物理计算的判定依据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3. 二级质量控制

二级质量控制聚焦物理衍生指标开展深度核验，由物理指标计算管理、指标计算参数配置、指标结果合理性校验、物理范围校验、多指标自洽性校验、误差棒计算、误差来源分析、指标可信度评分、指标可信度等级划分、指标来源追溯、指标计算日志记录组成；管控指标计算全流程，校验数值是否符合物理边界、多指标逻辑是否自洽，量化误差区间并定位误差成因，划分可信度等级，完整留存计算日志与溯源链路，保障衍生指标精准可信。

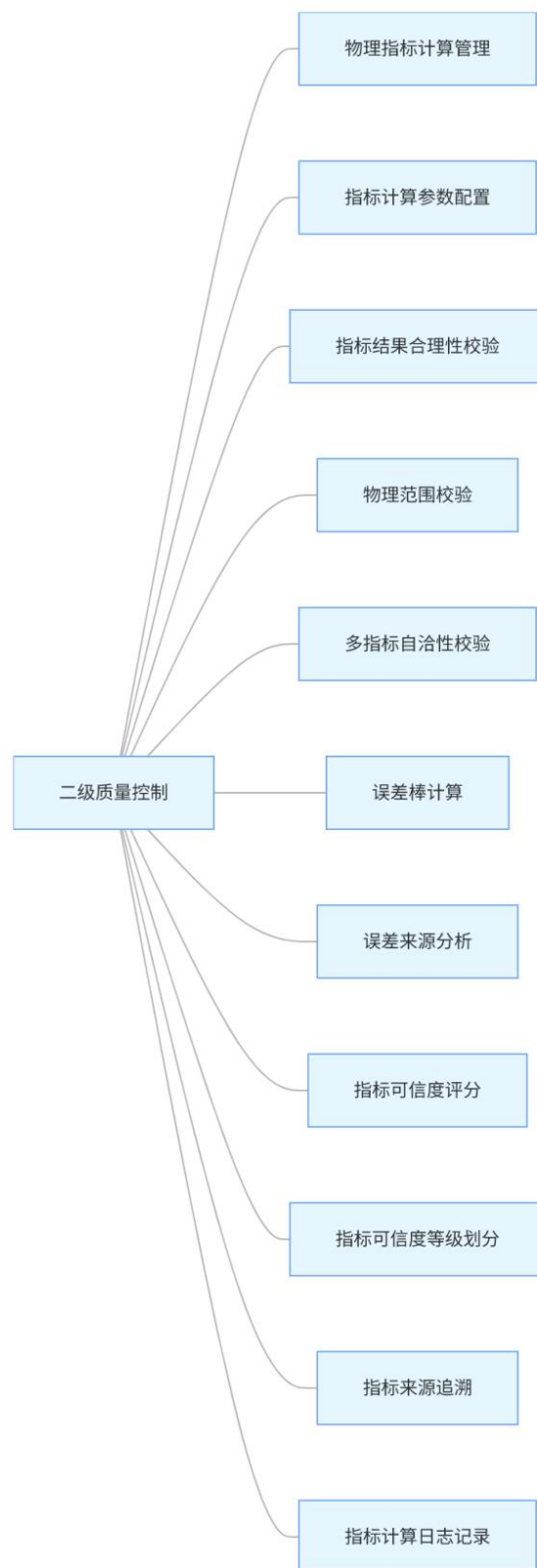


图 49 二级质量控制功能组成图

二级质量控制



图 50 二级质量控制功能示意图

2.2.3.3.1. 物理指标计算管理

招标文件要求：

管理物理指标计算流程，根据预设物理公式从一级数据库数据中计算电子温度、电子密度、辐射功率等物理指标，并记录计算过程。

我方响应：

我方系统实现全流程物理指标计算统一管控，依托预设专业物理公式，基于一级数据库原始数据完成电子温度、电子密度、辐射功率等各类物理指标运算，同时完整留存每一步计算过程信息，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.2. 指标计算参数配置

招标文件要求：

支持配置物理公式中的计算参数、输入变量和计算范围，以保证计算结果符合实验要求。

我方响应：

我方系统支持灵活配置物理计算公式内的各类计算参数、输入变量以及数据计算范围，可根据不同聚变实验场景按需调整配置内容，确保最终计算结果贴合实际实验标准与要求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.3. 指标结果合理性校验

招标文件要求：

对计算得到的物理指标进行合理性检查，判断其是否在物理可接受范围内。

我方响应：

我方系统针对运算生成的各类物理指标开展逐项合理性核验，结合聚变物理理论标准，判别指标数值是否处于物理可接受区间内，剔除不合理计算结果，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.4. 物理范围校验

招标文件要求：

根据实验经验和理论模型，对计算结果进行范围校验，例如温度、密度等指标的合理区间。

我方响应：

我方系统结合长期实验积累经验与专业物理理论模型，针对温度、密度等各类物理指标划定合理区间，对指标计算结果开展严格的范围校验，保障数据合规有效，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.5. 多指标自治性校验

招标文件要求：

检查多个物理指标之间是否满足理论物理关系，例如能量守恒或参数关联关系。

我方响应：

我方系统对多项关联物理指标进行联合校验，核查各指标之间是否符合能量守恒、参数联动等经典理论物理关系，保障多组指标逻辑统一、相互自洽，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.6. 误差棒计算

招标文件要求：

对物理指标计算结果进行误差分析，计算误差棒（error bar），用于评估计算结果的可信度。

我方响应：

我方系统针对所有物理指标计算结果开展精细化误差分析，自动完成误差棒运算与生成工作，依托误差棒数据直观评估每一项指标计算结果的可信程度，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.7. 误差来源分析

招标文件要求：

分析计算误差来源，例如原始数据误差、模型误差或算法误差。

我方响应：

我方系统可智能拆解物理指标计算过程中产生误差的各类诱因，精准定位原始数据偏差、计算模型缺陷、运算算法问题等不同类型的误差来源，为优化改进提供支撑，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.8. 指标可信度评分

招标文件要求：

综合原始数据质量、误差分析和计算稳定性，对物理指标生成可信度评分。

我方响应：

我方系统综合原始数据整体质量、全维度误差分析结论以及计算过程运行稳定性三大维度，为每一项物理指标生成标准化可信度评分，量化指标可靠程度，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.9. 指标可信度等级划分

招标文件要求： 据评分结果将物理指标划分为不同可信度等级，例如高可信、中可信、低可信。

我方响应：我方系统依据指标可信度评分结果，自动将所有物理指标划分为高可信、中可信、低可信等多个等级，直观区分不同指标的可靠层级，方便科研人员筛选使用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.10. 指标来源追溯

招标文件要求：

记录每个物理指标的原始数据来源、计算公式、算法版本及参数配置，实现数据可追溯。

我方响应：

我方系统完整记录每一项物理指标对应的原始数据来源、配套计算公式、所用算法版本以及全部参数配置信息，构建完整溯源链路，真正实现指标数据全流程可追溯，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.3.11. 指标计算日志记录

招标文件要求：

记录物理指标计算过程日志，便于后续问题排查和结果复现。

我方响应：

我方系统全程记录物理指标计算全流程运行日志，详细留存操作节点、运行状态、异常信息等内容，为后续问题排查、故障定位以及实验结果重复复现提供完整依据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4. 三级质量控制

三级质量控制面向算法深度加工环节做终级质量把关，覆盖算法库管理、用户算法上传、算法参数配置、数据清洗规则配置、数据加工任务执行、数据加工任务监控、加工结果质量检测、数据血缘记录、数据血缘查询、血缘关系可视化、数据加工版本管理、三级质量评分；支持自定义算法接入与加工任务调度，实时监控运行状态，校验最终加工数据集质量，全程记录并可视化数据血缘链路，多版本留存加工快照，输出最终综合质量评分，完成全链路闭环质检。

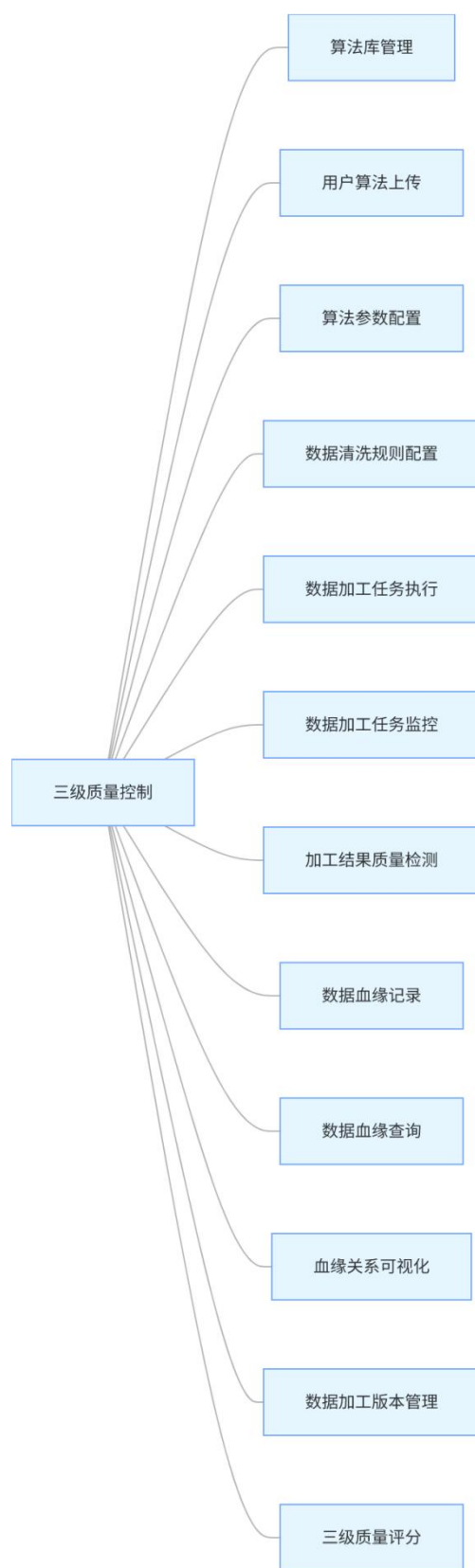


图 51 三级质量控制功能组成图

三级质量控制

算法深度加工环节级质量把关流程



图 52 三级质量控制功能示意图

2.2.3.4.1. 算法库管理

招标文件要求：

建立平台内置算法库，集中管理用于聚变科研研究的自定义算法。

我方响应：

我方系统搭建标准化平台内置算法库，对应用于聚变领域科研分析的各类自定义算法进行集中收纳、统一管控，实现算法资产规范化管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.2. 用户算法上传

招标文件要求：

支持科研人员上传自定义算法，用于对实验数据进行个性化分析。

算法支持 Python/Matlab/C++等，可以在 docker 镜像内调度运行。

我方响应：

我方系统支持科研人员自主上传各类个性化自定义算法，以此完成实验数据定制化分析工作，平台全面兼容 Python、Matlab、C++ 等

主流编程语言开发的算法，并且可在 docker 镜像环境中正常调度运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.3. 算法参数配置

招标文件要求：

支持配置算法参数和输入输出数据结构。

我方响应：

我方系统支持用户灵活配置各类算法的运行参数，同时可自定义、调整算法对应的输入、输出数据结构，适配不同算法的运行规范与数据交互要求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.4. 数据清洗规则配置

招标文件要求：

支持用户定义数据筛选规则、清洗规则及数据处理逻辑。

我方响应：

我方系统支持用户根据科研业务需求，自主定义多样化的数据筛选规则、数据清洗规则以及个性化数据处理逻辑，满足不同场景下的数据加工处理需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.5. 数据加工任务执行

招标文件要求：

根据用户配置执行数据加工任务，例如数据筛选、特征提取、统计分析等。

我方响应：

我方系统严格按照用户预先配置的规则与参数，自动执行各类数据加工任务，可高效完成数据筛选、特征提取、多维统计分析等多项处理工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.6. 数据加工任务监控

招标文件要求：

对数据加工任务执行过程进行监控，包括任务状态、执行时间及异常情况。

我方响应：

我方系统实时对所有数据加工任务的全执行过程进行动态监控，全面采集任务运行状态、整体执行时长、各类运行异常等信息，保障任务稳定运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.7. 加工结果质量检测

招标文件要求：

对加工生成的数据结果进行质量检测，例如是否存在异常值或不合理结果。

我方响应：

我方系统针对加工处理后生成的最终数据集开展全方位质量检测，重点排查数据内的异常数值、逻辑不合理结果等问题，把控最终数据质量，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.8. 数据血缘记录

招标文件要求：

记录数据从原始采集到加工分析的全过程，包括输入数据来源、

算法版本和处理步骤。

我方响应：

我方系统完整记录数据从原始采集、流转处理到深度加工分析的全生命周期信息，详细留存输入数据来源、所用算法版本、每一步数据处理流程等内容，构建完整数据血缘档案，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.9. 数据血缘查询

招标文件要求：

支持用户查询数据处理流程，查看数据来源及处理历史。

我方响应：

我方系统提供便捷的数据血缘查询功能，支持用户随时检索数据全处理流程，清晰查看数据原始来源、每一步加工处理历史等关键信息，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.10. 血缘关系可视化

招标文件要求：

通过图形化方式展示数据处理流程，使用户能够直观理解数据加工过程。

我方响应：

我方系统采用图形化可视化方式全景展示数据血缘关系与完整处理流程，让用户可以直观、清晰地掌握整套数据加工流转过程，提升数据管理效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.11. 数据加工版本管理

招标文件要求：

记录不同版本的加工算法、处理参数及结果数据，实现数据分析过程可复现。

我方响应：

我方系统对不同阶段的数据加工算法、运行处理参数以及最终结果数据进行版本化归档管理，完整留存各版本内容，保障整套数据分析过程可随时复现、追溯，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.4.12. 三级质量评分

招标文件要求：

根据数据来源质量、算法稳定性和处理过程规范性，对加工数据生成质量评分。

我方响应：

我方系统结合数据原始来源质量、算法运行稳定性、全流程处理规范性等多维度指标，为最终加工完成的数据集生成综合三级质量评分，全面评定数据整体品质，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5. 数据标准化

数据标准化负责统一多源数据格式、时序、量纲与结构，包含时序对齐处理、重采样处理、缺失值填充、异常值修正、数据归一化处理、数据标准化处理、数据结构统一、数据单位转换、数据预处理流程管理；对齐不同采集周期时序数据、统一采样频率，修补缺失与异常数值，归一化量纲、转换统一单位、规整表结构，可编排完整预处

理流水线，让异构数据具备一致性口径，支撑后续分析建模。

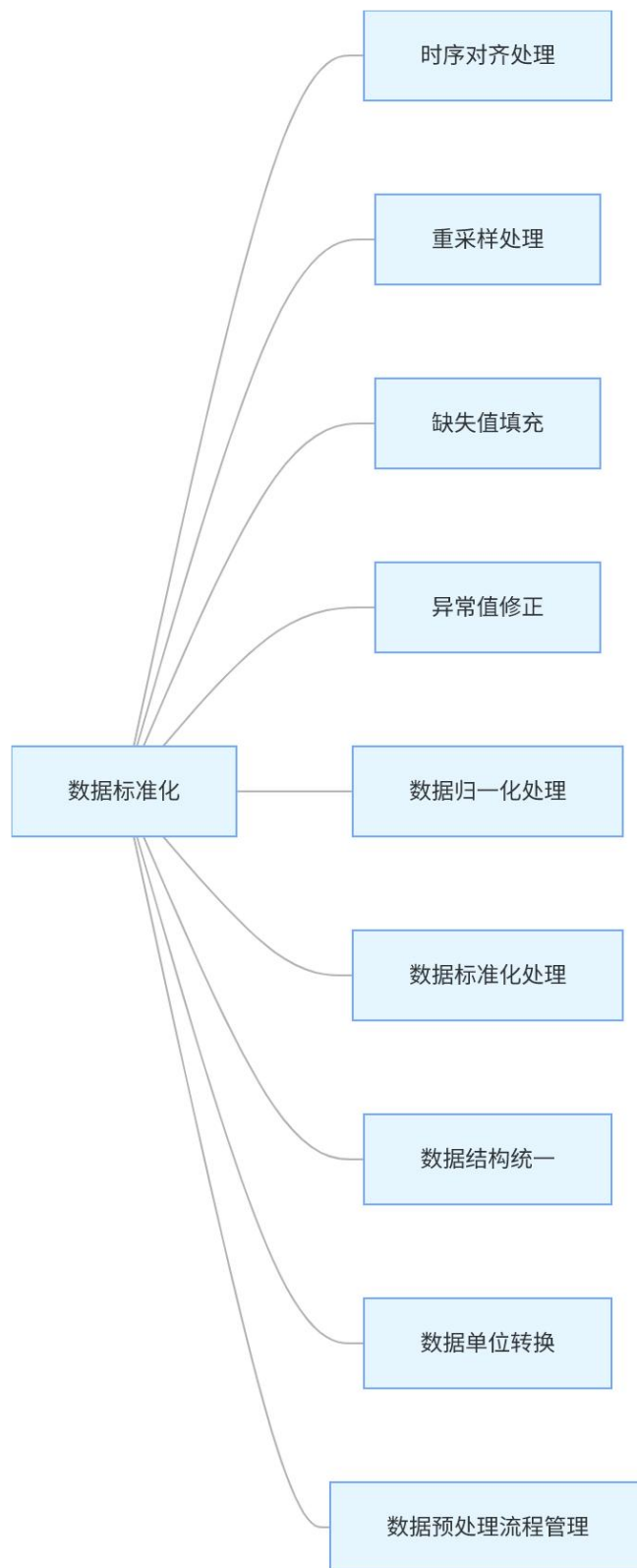


图 53 数据标准化功能组成图



图 54 数据标准化功能示意图

2.2.3.5.1. 时序对齐处理

招标文件要求：

针对不同诊断系统采集的数据时间轴不一致的问题，提供统一的时序对齐处理能力。系统应支持基于时间戳的自动对齐算法，通过插值、重采样等方式，将不同采样率和不同时间粒度的数据统一到同一时间轴上，以便进行多诊断数据的联合分析。

我方响应：

我方系统针对各诊断系统采集数据时间轴不统一的痛点，提供强大的一站式时序对齐处理能力，依托基于时间戳的智能自动对齐算法，结合插值、重采样等多种处理方式，将不同采样率、不同时间粒度的异构数据统一映射至同一时间轴，支撑多诊断数据联合分析工作开展，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.2. 重采样处理

招标文件要求：

针对不同诊断系统数据采样率差异较大的情况，系统应支持对数据进行重采样处理，将高频或低频数据转换为统一采样率的数据序列，从而保证不同数据源之间的数据能够进行统一计算与分析。

我方响应：

我方系统针对各诊断系统数据采样率差距较大的现状，提供专业的数据重采样处理功能，可将高频、低频等不同类型的数据序列转换为统一标准采样率格式，保障多源数据能够顺利开展统一计算与综合分析，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.3. 缺失值填充

招标文件要求：

对数据序列中的缺失数据进行自动检测和填补。系统应支持多种缺失值填充方法，例如线性插值、样条插值、统计均值填充以及基于机器学习模型的预测填充，以提高数据完整性。

我方响应：

我方系统可自动检测时序数据序列内的缺失内容并执行智能填补操作，全面兼容线性插值、样条插值、统计均值填充、机器学习模型预测填充等多种主流填充方式，有效提升整体数据完整性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.4. 异常值修正

招标文件要求：

对检测出的异常数据进行修正处理。系统可根据数据趋势、邻近数据或历史统计特征对异常值进行替换或平滑处理，从而减少异常数

据对后续分析和建模的影响。

我方响应：

我方系统针对已识别出的异常数据开展专项修正处理，结合数据整体变化趋势、相邻节点数据、历史统计特征等多重依据，完成异常值替换、数据平滑等操作，降低异常数据对后续数据分析、模型构建造成的干扰，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.5. 数据归一化处理

招标文件要求：

对不同量纲的数据进行归一化处理，使数据范围统一到标准区间，便于机器学习模型训练及跨通道数据分析。

我方响应：我方系统对各类不同量纲的实验数据执行归一化处理，将离散的数据数值统一收敛至标准数值区间，为机器学习模型训练、跨通道数据对比分析等工作提供标准化数据支撑，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.6. 数据标准化处理

招标文件要求：

对实验数据进行标准化处理（如 Z-score 标准化），消除不同诊断系统数据量纲和尺度差异，使数据能够在统一尺度下进行比较与计算。

我方响应：

我方系统支持 Z-score 等主流方式对实验数据进行标准化处理，有效消除各诊断系统数据之间存在的量纲、数值尺度差异，让所有数

据可在统一标准尺度下完成对比、运算与分析，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.7. 数据结构统一

招标文件要求：

将来自不同数据源的数据转换为统一的数据结构模型，例如统一的通道结构、时间序列结构等，从而实现多源数据的统一管理与处理。

我方响应：

我方系统可将各类异构数据源的数据批量转换为平台统一规范的数据结构模型，实现通道结构、时间序列结构等内容标准化，助力平台对多源数据进行集中管理与一体化处理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.8. 数据单位转换

招标文件要求：

对不同数据源中存在的单位差异进行统一转换，例如电流单位、温度单位等，确保数据在统一单位体系下进行分析。

我方响应：

我方系统针对不同数据源之间存在的计量单位差异，提供自动化单位转换功能，可完成电流、温度等各类物理量单位的统一换算，保障所有数据在同一单位体系内开展分析工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.5.9. 数据预处理流程管理

招标文件要求：

建立标准化数据预处理流程管理机制，支持将时序对齐、缺失值填充、标准化等处理步骤形成可复用的预处理流程模板，并支持不同诊断系统调用对应流程。

我方响应：

我方系统搭建完善的标准化数据预处理流程管理体系，可将时序对齐、缺失值填充、数据标准化等一系列处理步骤封装为可重复使用的流程模板，同时支持各诊断系统按需调用匹配的预处理流程，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.6. 数据标注

数据标注为数据集附加业务分类与属性标签，依托自动数据标注、人工标注修正、标签体系管理、标签批量管理、标签质量评估、标注记录管理、标注结果查询实现标注全流程管控；系统自动批量打标，人工复核纠错；统一维护标准标签层级体系，支持批量操作；对标注准确率、完整度做质量打分，全程归档操作记录，随时检索标注成果，为 AI 模型、业务统计提供带标签训练 / 分析数据集。

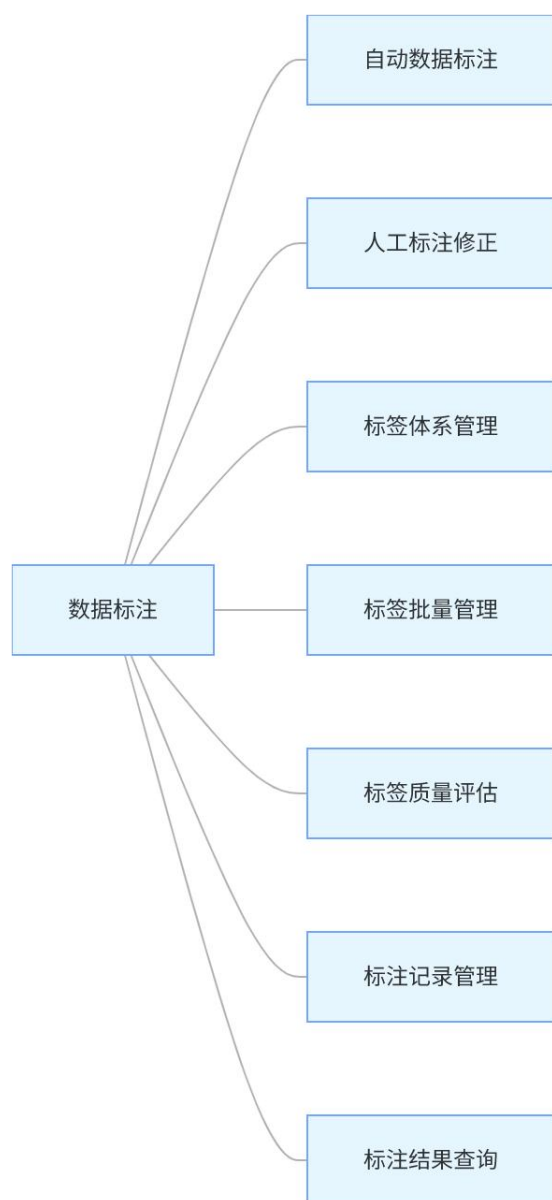


图 55 数据标注功能组成图

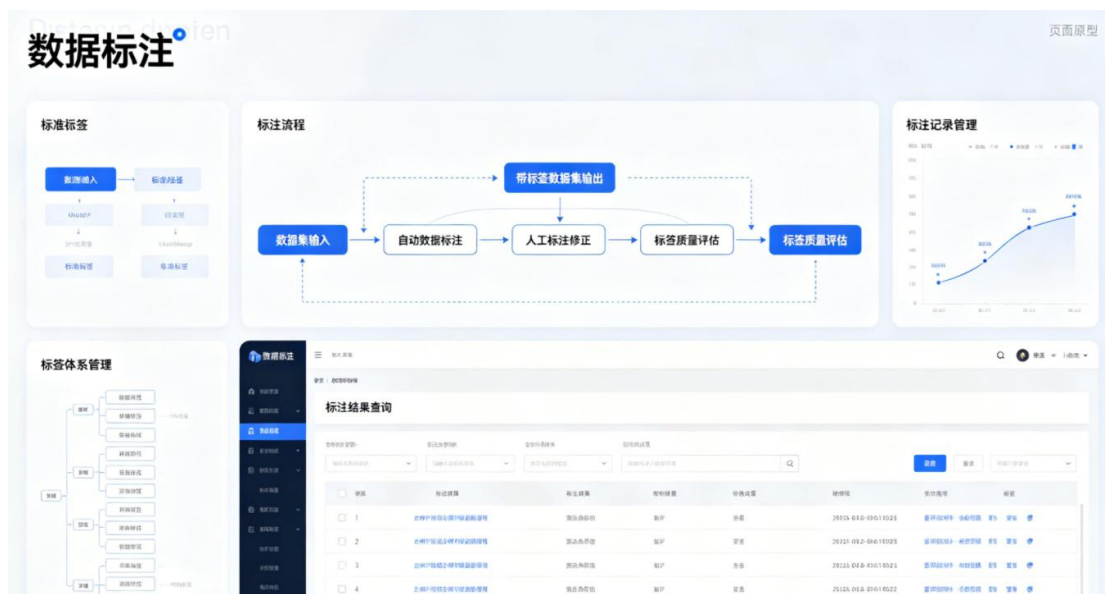


图 56 数据标注功能示意图

2.2.3.6.1. 自动数据标注

招标文件要求：

系统应根据预定义规则和质量检测结果，对实验数据自动生成质量标签，例如“正常数据”“异常数据”“缺失数据”“低可信数据”等。自动标注能够快速完成大规模数据的质量分类，为后续数据筛选与分析提供基础。

我方响应：

我方系统依托预先配置的标注规则以及前期数据质量检测结果，自动为海量实验数据生成对应质量标签，涵盖正常数据、异常数据、缺失数据、低可信数据等多种类型，可高效完成大规模数据质量分类，为后续数据筛选、深度分析筑牢基础，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.6.2. 人工标注修正

招标文件要求：

提供人工标注与校正功能，允许科研人员对自动标注结果进行人工复核和修正。当自动标注存在误判时，用户可以手动修改标签，并记录标注修改历史。

我方响应：

我方系统配备完善的人工标注与校正功能，支持科研人员对系统自动标注的结果进行逐项人工复核，针对自动标注误判的内容可手动修改标签信息，同时全程记录标签修改历史记录，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.6.3. 标签体系管理

招标文件要求：

建立统一的数据标签体系，用于描述数据质量状态、数据来源特征及数据可信度等级。系统应支持自定义标签类别，并支持标签层级结构管理。

我方响应：

我方系统搭建全维度统一的数据标签体系，用于描述数据质量状态、数据来源特征、数据可信度等级等各类属性，支持用户自主新增、定义标签类别，同时具备标签层级结构搭建与管理能力，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.6.4. 标签批量管理

招标文件要求：

支持对大量数据进行批量标签操作，例如批量标注异常数据、批量修改标签或批量删除标签，提高数据标注效率。

我方响应：

我方系统支持针对海量数据集执行各类批量标签操作，可实现异常数据批量标注、标签批量修改、无用标签批量删除等功能，大幅提升整体数据标注工作效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.6.5. 标签质量评估

招标文件要求：

对数据标注结果进行质量评估，例如统计自动标注准确率、人工修正率等指标，以持续优化标注规则。

我方响应：

我方系统针对所有数据标注结果开展专业化质量评估，自动统计自动标注准确率、人工修正率等核心指标，依托评估结果持续迭代、优化标注规则，提升标注精准度，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.6.6. 标注记录管理

招标文件要求：

系统应记录数据标注历史，包括标注时间、标注人员、标注规则及修改记录，从而保证标注过程可追溯。

我方响应：

我方系统完整记录标注人员、操作时间、修改记录，全程可追溯，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.6.7. 标注结果查询

招标文件要求：

支持按标签类型、时间范围、诊断系统等条件查询标注结果，帮

助科研人员快速筛选所需数据。

我方响应：

我方系统提供多条件组合查询功能，支持按照标签类型、数据产生时间范围、所属诊断系统等维度检索标注结果，帮助科研人员快速筛选、定位目标数据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7. 质量监控

质量监控实现全域数据质量可视化与主动预警，由数据质量评分看板、Shot 质量监控看板、通道健康度看板、数据质量趋势分析、数据异常统计分析、数据质量排行榜、数据质量告警、质量告警策略管理组成；多维度可视化展示整体、批次、采集通道的质量得分与健康状态；自动分析质量涨跌趋势、异常分布统计；生成数据源 / 通道质量排名；自定义告警阈值与推送策略，异常时实时通知运维人员，实现质量问题早发现早处置。

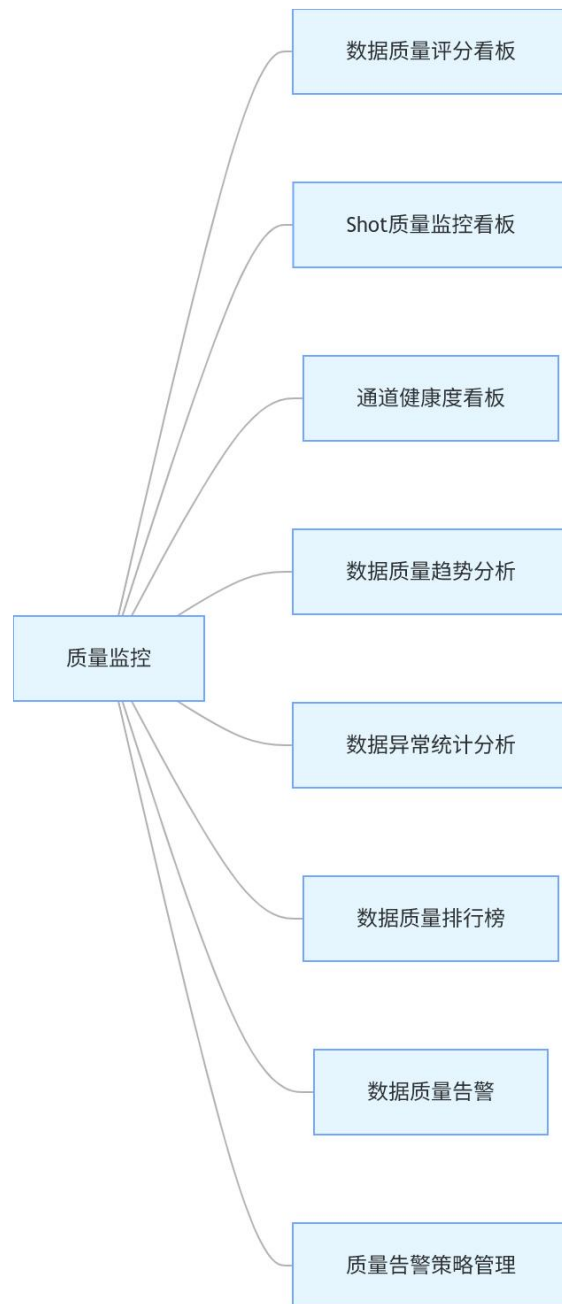


图 57 质量监控功能组成图



图 58 质量监控功能示意图

2.2.3.7.1. 数据质量评分看板

招标文件要求：

建立统一的数据质量监控看板，对平台整体数据质量情况进行可视化展示。看板应展示数据完整性评分、数据有效性评分、指标可信度评分等信息，帮助管理人员快速掌握数据质量总体状况。

我方响应：

我方系统搭建一体化数据质量可视化监控看板，直观展示平台全域数据质量综合情况，页面呈现数据完整性评分、数据有效性评分、指标可信度评分等关键内容，方便管理人员快速把控整体数据质量状态，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7.2. Shot 质量监控看板

招标文件要求：

按实验 Shot 维度展示数据质量情况，包括 Shot 数据完整度、可用通道数量、质量评分等信息，帮助科研人员快速识别高质量实验数

据。

我方响应：

我方系统打造专属 Shot 质量监控看板，以单次实验 Shot 为维度分类展示数据质量详情，包含 Shot 数据完整度、有效可用通道数量、综合质量评分等内容，助力科研人员快速筛选出高质量实验数据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7.3. 通道健康度看板

招标文件要求：

对各诊断通道的数据质量进行监控，展示通道数据稳定性、异常率、缺失率等指标，从而评估各通道的健康状态。

我方响应：

我方系统设置独立通道健康度监控看板，实时监测每一个诊断通道的数据质量，可视化展示通道数据运行稳定性、数据异常率、数据缺失率等核心指标，精准评估各通道整体健康状态，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7.4. 数据质量趋势分析

招标文件要求：

对平台数据质量进行时间维度分析，例如不同时间段的数据质量变化趋势、不同诊断系统质量变化趋势等，以帮助发现长期质量问题。

我方响应：

我方系统基于时间维度对平台整体数据质量开展深度趋势分析，可查看不同时段、不同诊断系统的数据质量波动变化规律，便于工作

人员及时发现并研判长期存在的数据质量隐患，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7.5. 数据异常统计分析

招标文件要求：

统计各类异常数据数量及分布情况，例如异常值比例、缺失数据比例、重复数据比例等，从而识别数据质量风险。

我方响应：

我方系统自动完成全量异常数据的统计与分析工作，精准统计各类异常数据的总量、分布范围，核算异常值占比、缺失数据占比、重复数据占比等数据，提前识别潜在的数据质量风险，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7.6. 数据质量排行榜

招标文件要求：

根据数据质量评分对不同 Shot、不同诊断系统或不同通道进行排名，帮助用户快速识别高质量数据。

我方响应：

我方系统依据综合数据质量评分，对不同实验 Shot、不同诊断系统、不同采集通道进行排名展示，生成数据质量排行榜，帮助用户快速定位、选用高质量数据资源，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7.7. 数据质量告警

招标文件要求：

当数据质量指标超过设定阈值时，例如缺失率过高、异常率过高

等，系统应自动触发告警并通知相关人员。

我方响应：

我方系统实时监测各项数据质量指标，一旦数据缺失率、数据异常率等指标超出预设阈值，系统将自动触发质量告警机制，并第一时间推送消息通知相关负责人员，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.7.8. 质量告警策略管理

招标文件要求：

支持配置告警策略，例如告警阈值、告警方式、告警对象等，实现灵活的质量监控机制。

我方响应：

我方系统支持用户自定义配置全套质量告警策略，可灵活设置告警触发阈值、消息推送方式、告警接收人员等内容，构建灵活适配业务需求的数据质量监控体系，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8. 服务与治理

服务与治理向外输出标准化治理能力与闭环问题处置，包含数据质量查询接口、质量评分服务接口、质量规则服务接口、数据质量报告生成、数据质量报告导出、数据质量问题管理、数据质量问题追踪、数据质量统计服务；对外提供 API 支持外部系统查询质量指标、评分、规则；自动生成标准化质检报告并支持离线导出；建立质量问题台账，全程跟踪整改闭环；提供批量统计服务，支撑合规审计与跨系统协同治理。

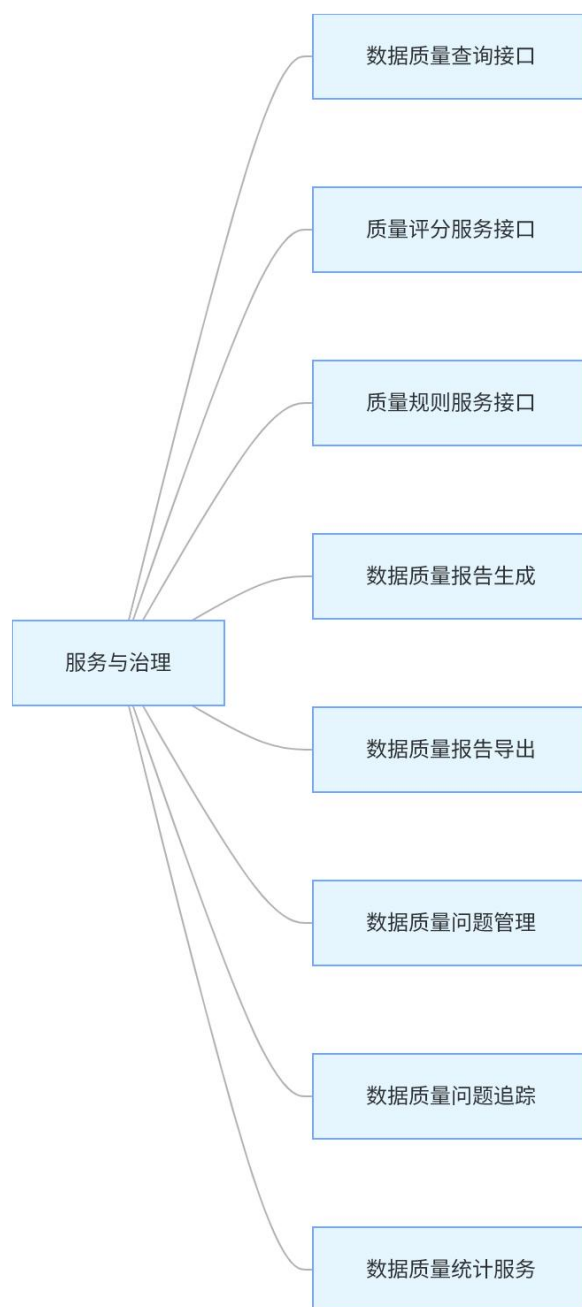


图 59 服务治理功能组成图



图 60 服务与治理功能示意图

2.2.3.8.1. 数据质量查询接口

招标文件要求：

提供统一的数据质量查询接口，允许其他系统或应用通过 API 查询数据质量评分、数据标签及质量状态。

我方响应：

我方系统对外提供标准化统一的数据质量查询 API 接口，支持外部各类系统、应用程序调用接口，查询对应数据的质量评分、分类标签以及实时质量状态，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8.2. 质量评分服务接口

招标文件要求： 提供数据质量评分服务接口，使外部应用能够获取某个 Shot 或某个通道的数据质量评分。

我方响应： 我方系统开放专用的数据质量评分服务接口，外部应用可通过该接口精准获取指定实验 Shot、指定采集通道对应的综合

数据质量评分，实现跨系统数据互通，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8.3. 质量规则服务接口

招标文件要求：

提供质量规则管理接口，使系统能够查询或调用质量检测规则。

我方响应：

我方系统提供标准化质量规则管理服务接口，其他关联系统可通过接口查询平台内全部数据质量检测规则，同时支持远程调用规则执行检测任务，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8.4. 数据质量报告生成

招标文件要求：

系统应自动生成数据质量评估报告，报告内容包括数据质量评分、异常数据统计、质量趋势分析等信息。

我方响应：我方系统可按照预设规则自动生成标准化数据质量综合评估报告，报告完整涵盖数据质量各项评分、全维度异常数据统计、长期质量趋势分析等核心内容，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8.5. 数据质量报告导出

招标文件要求：

支持按时间范围、诊断系统或 Shot 编号导出数据质量报告，以便科研人员进行离线分析或提交报告。

我方响应：

我方系统支持按照时间区间、所属诊断系统、实验 Shot 编号等多类筛选条件，灵活导出对应的数据质量报告，方便科研人员开展离线数据分析、工作汇报等工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8.6. 数据质量问题管理

招标文件要求：

建立数据质量问题管理机制，对检测出的质量问题进行登记、分类和记录。

我方响应：

我方系统搭建完善的数据质量问题全流程管理机制，对平台检测发现的各类数据质量问题统一进行信息登记、类型分类、档案留存，实现问题规范化管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8.7. 数据质量问题追踪

招标文件要求：

对数据质量问题的处理过程进行跟踪，记录问题发现、处理和解决的全过程，实现质量问题闭环管理。

我方响应：

我方系统对所有数据质量问题的处置流程进行全程动态跟踪，详细记录问题发现、问题处置、问题解决等全环节信息，实现数据质量问题从发现到办结的闭环管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.3.8.8. 数据质量统计服务

招标文件要求：

提供数据质量统计能力，例如统计不同诊断系统的数据质量水平，

为平台数据治理提供决策依据。

我方响应：

我方系统具备强大的数据质量综合统计服务能力，可完成不同诊断系统、不同实验批次的数据质量水平统计分析，输出统计结果，为平台整体数据治理工作提供可靠的决策支撑，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4. 数据服务

数据服务是平台数据对外输出共享的统一出口，包含数据服务管理、数据服务编排、数据服务发布、权限管理、调用监控、运行管理、服务能力七大组成部分；数据服务管理集中维护所有数据 API、查询服务基础信息；数据服务编排可串联多源查询、加工逻辑组装复合服务；数据服务发布完成测试、上线、下线全生命周期操作；权限管理精准控制调用方访问范围与频次；调用监控统计请求量、耗时、错误率等访问指标；运行管理保障服务实例弹性伸缩、故障自愈；服务能力提供批量导出、批量查询、离线推送等拓展交付形式，安全高效地把治理完成的数据供给上层业务系统使用。

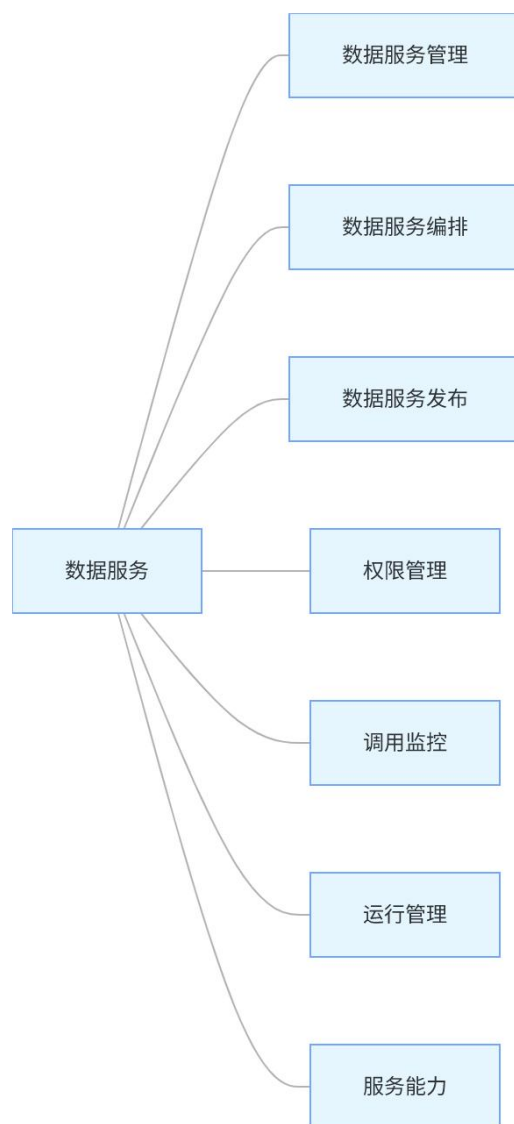


图 61 数据服务功能组成图

2.2.4.1. 数据服务管理

数据服务管理是所有对外数据 API 的台账管控核心，依托数据服务目录管理、数据服务注册、数据服务信息维护完成统一纳管；目录管理分类归集所有接口形成服务清单；注册流程完成新 API 接入备案；信息维护持久保存接口用途、入参、输出、负责人等档案，实现所有数据服务可查、可管、可追溯。

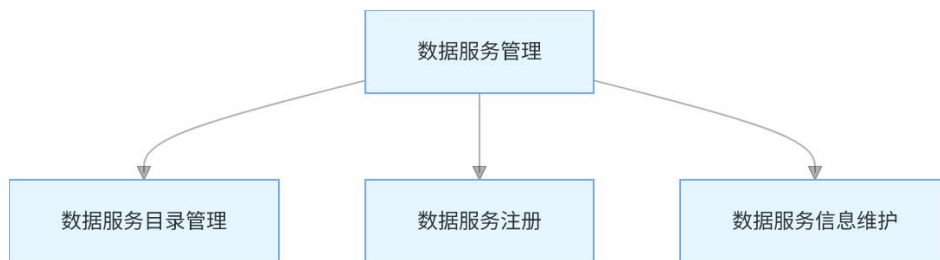


图 62 数据服务管理功能组成图

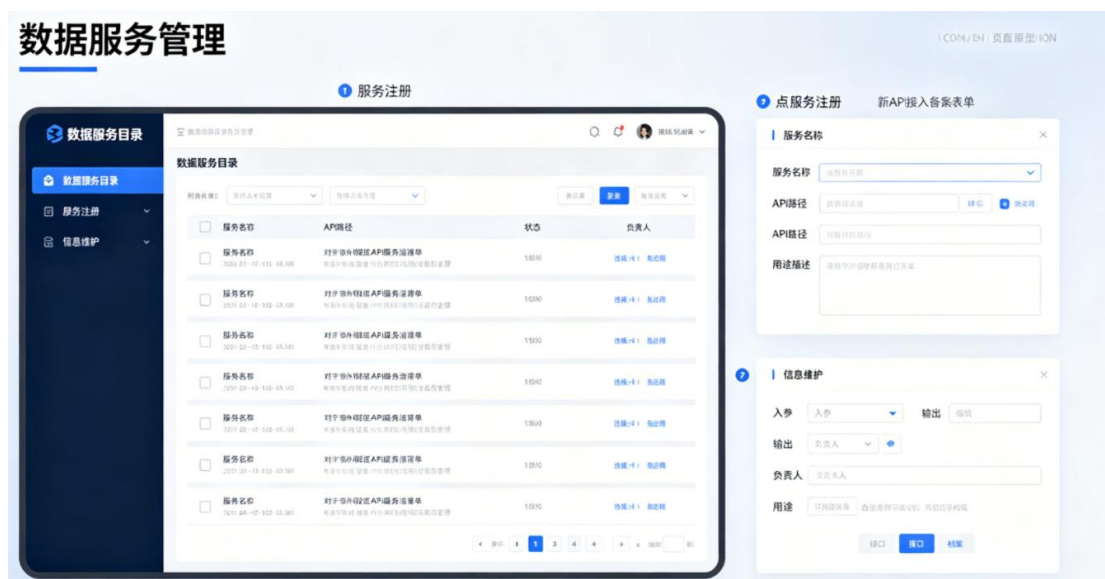


图 63 数据服务管理功能示意图

2.2.4.1.1. 数据服务目录管理

招标文件要求：

建立统一的数据服务目录，对平台对外提供的接口进行统一管理。按照业务领域、数据类型或应用场景对接口进行分类，方便用户浏览和查找可用数据服务。

我方响应：

我方提供的额数据服务目录管理，建立统一的数据服务目录，对平台对外提供的接口进行统一管理。按照业务领域、数据类型或

应用场景对接口进行分类，方便用户浏览和查找可用数据服务，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.1.2. 数据服务注册

招标文件要求：

支持对已有数据接口进行注册管理，将现有固定接口统一纳入数据服务平台管理体系，记录接口名称、功能说明、输入参数、返回数据结构等信息。

我方响应：

我方系统支持对已有数据接口进行注册管理，将现有固定接口统一纳入数据服务平台管理体系，完整记录接口名称、功能说明、输入参数、返回数据结构等基础信息，实现接口的统一纳管，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.1.3. 数据服务信息维护

招标文件要求：

支持维护数据服务的基本信息，包括接口名称、接口地址、接口描述、参数说明、返回结构、所属数据对象等信息。

我方响应：

我方系统支持维护数据服务的各项基础信息，包括接口名称、接口地址、接口描述、参数说明、返回结构、所属数据对象等内容，保障接口信息的完整与准确，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.2. 数据服务编排

数据服务编排支持组装复合业务接口，包含数据服务编排画布、

多数据源接口组合、参数映射配置、数据处理规则配置；拖拽拼接多库多源基础接口，配置上下游参数传递映射，内嵌过滤、聚合、转换加工逻辑，无需开发代码即可快速搭建满足复杂业务查询需求的复合服务。

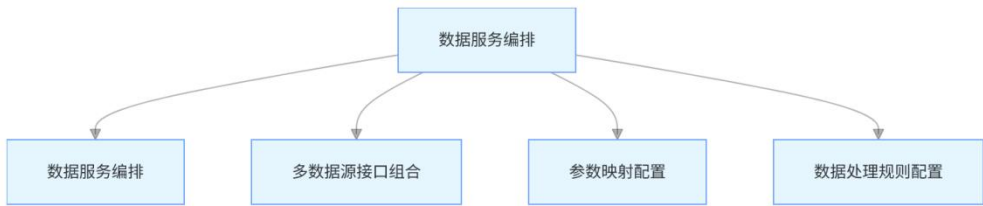


图 64 数据服务编排功能组成图

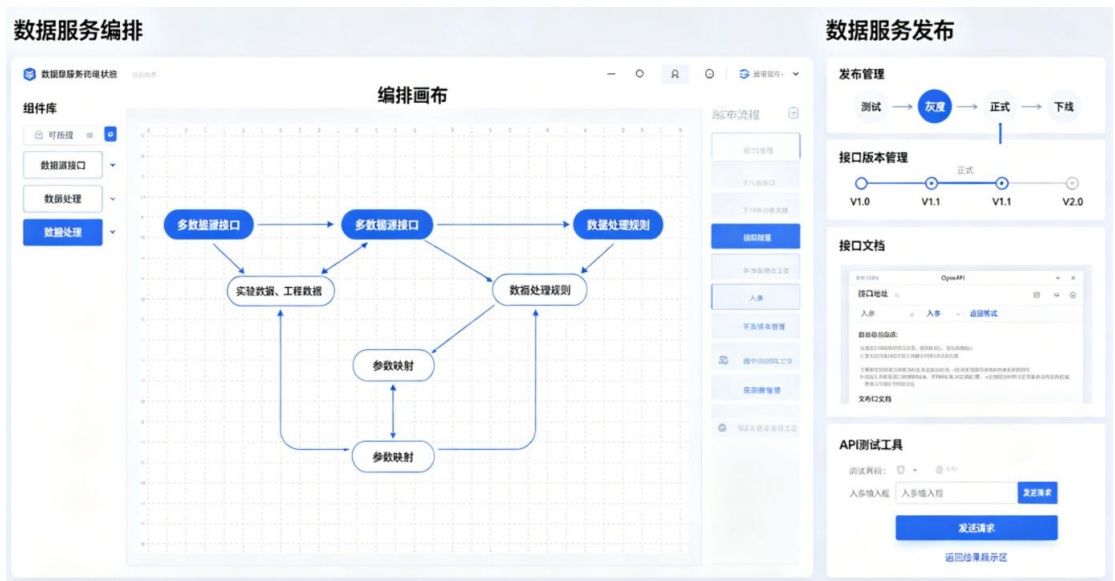


图 65 数据服务编排功能示意图

2.2.4.2.1. 数据服务编排

招标文件要求：

提供可配置的数据服务编排能力，支持通过配置方式定义数据查询逻辑，例如组合多个数据查询、调用多个数据源或执行数据处理逻辑，形成新的数据服务接口。

我方响应：

我方系统提供可配置的数据服务编排能力，支持通过可视化配置方式自定义数据查询逻辑，可组合多个数据查询、调用多类数据源或执行数据处理逻辑，快速生成全新的复合数据服务接口，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.2.2. 多数据源接口组合

招标文件要求：

支持将多个数据源查询结果进行组合，例如同时查询实验数据、工程数据和配置数据，并统一返回结果。

我方响应：

我方系统支持将多个数据源的查询结果进行组合整合，可同时查询实验数据、工程数据、配置数据等多类数据，并将结果统一整合后返回，满足复杂业务查询需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.2.3. 参数映射配置

招标文件要求：

支持配置接口参数与底层数据查询参数之间的映射关系，实现统一的接口参数管理。

我方响应：

我方系统支持配置上层接口参数与底层数据查询参数之间的映射关系，实现接口参数的统一标准化管理，简化调用复杂度，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.2.4. 数据处理规则配置

招标文件要求：

支持在接口服务中配置简单数据处理规则，例如字段过滤、字段映射、单位转换、数据聚合等，实现数据服务层的轻量数据处理能力。

我方响应：

我方系统支持在接口服务层配置各类轻量数据处理规则，包括字段过滤、字段映射、单位转换、数据聚合等，无需开发即可完成简单的数据加工处理，提升服务灵活性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.3. 数据服务发布

数据服务发布管控接口上线全生命周期，由数据服务发布管理、接口版本管理、接口文档自动生成、API 测试工具构成；支持测试、灰度、正式、下线发布流程；多版本并存兼容迭代变更；自动生成标准化 OpenAPI 文档；内置调试工具完成入参、返回、异常场景验证，保障发布稳定可靠。

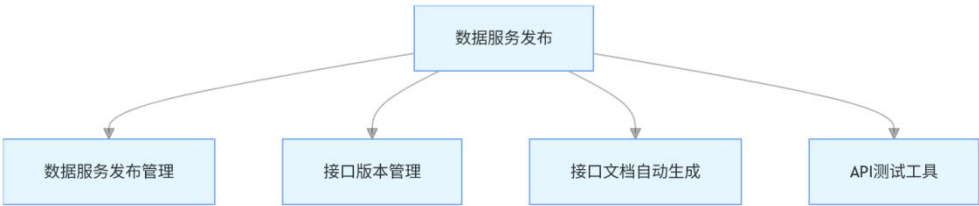


图 66 数据服务发布功能组成图

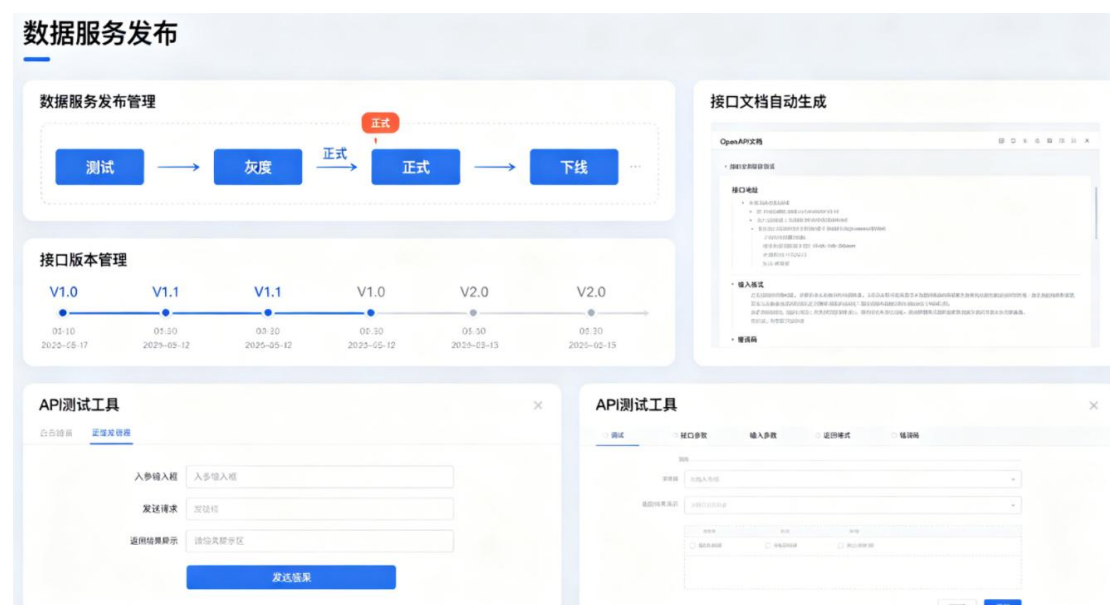


图 67 数据服务发布功能示意图

2.2.4.3.1. 数据服务发布管理

招标文件要求：

支持将已配置的数据服务接口发布为标准 API 服务，并生成统一接口地址供外部系统调用。

我方响应：

我方系统支持将配置完成的数据服务接口发布为标准 RESTful API 服务，自动生成统一的接口访问地址，供外部系统便捷调用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.3.2. 接口版本管理

招标文件要求：

支持对数据服务接口进行版本管理，在接口升级时保留历史版本，保证已有应用的稳定运行。

我方响应：

我方系统支持对数据服务接口进行版本化管理，当接口进行功能

升级时，可保留历史版本同时运行，保障已有调用应用的稳定运行，不影响现有业务，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.3.3. 接口文档自动生成

招标文件要求： 自动生成接口说明文档，包括接口地址、输入参数、返回格式、示例调用等内容，方便用户使用数据服务。

我方响应：我方系统可自动生成标准化的接口说明文档，完整包含接口地址、输入参数、返回格式、调用示例等内容，方便用户快速了解并使用数据服务，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.3.4. API 测试工具

招标文件要求：

提供接口测试工具，支持在平台内对接口进行在线调试，验证接口返回数据是否正确。

我方响应：

我方系统内置接口在线测试工具，用户可在平台内直接对接口进行在线调试，快速验证接口返回数据的正确性，提升开发调试效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.4. 权限管理

权限管理保障数据接口调用安全，依托接口访问权限控制、接口访问认证、调用配额控制做访问隔离；按账号 / 应用分配可调用接口范围；采用密钥、令牌完成身份鉴权；设置日 / 时最大调用次数配额，防止恶意刷取、越权访问与流量过载。

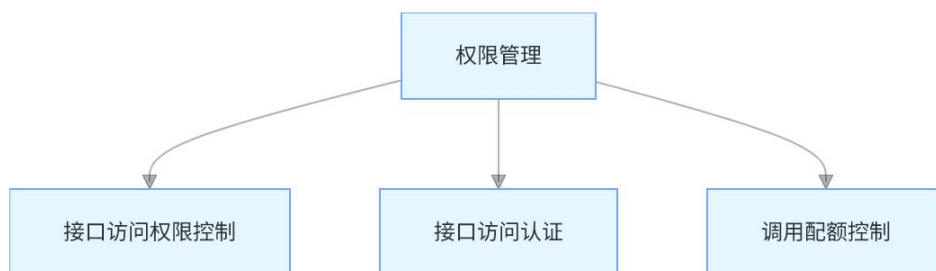


图 68 权限管理功能组成图

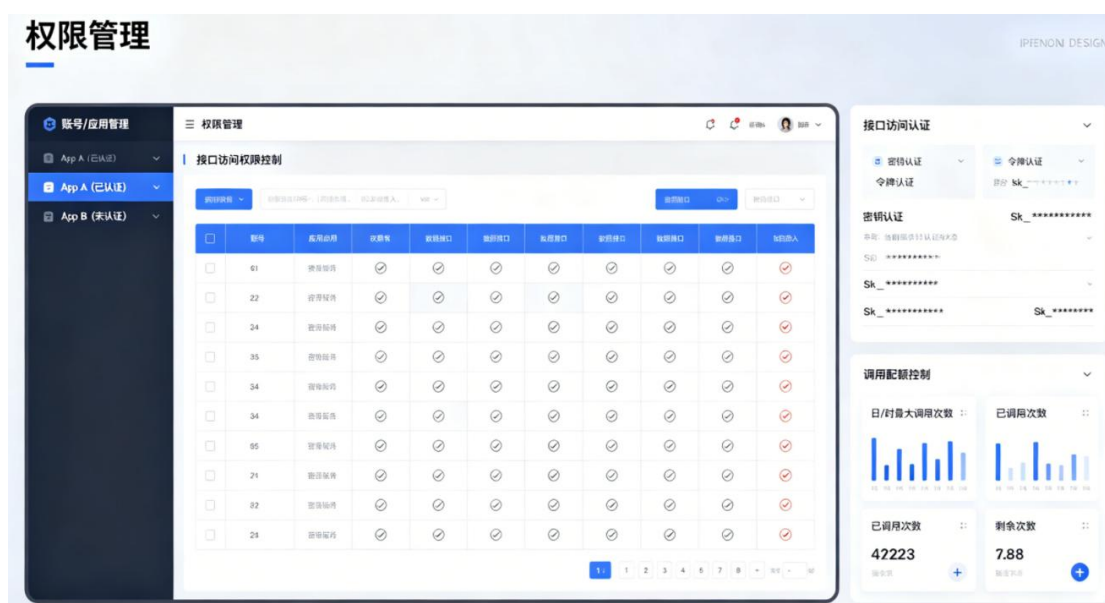


图 69 权限管理功能示意图

2.2.4.4.1. 接口访问权限控制

招标文件要求：

支持按用户、角色或系统范围配置接口访问权限，确保不同用户只能访问授权的数据服务。

我方响应：

我方系统支持按照用户、角色或接入系统的范围，为不同主体配置差异化的接口访问权限，确保每个用户、系统仅能访问自身授权范

围内的数据服务，保障数据安全，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.4.2. 接口访问认证

招标文件要求：

支持接口访问认证机制，例如 API Key、Token 等方式，确保接口调用安全。

我方响应：

我方系统支持多种接口访问认证机制，包括 API Key、Token 等主流认证方式，有效验证调用方身份，保障接口调用的安全性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.4.3. 调用配额控制

招标文件要求：

支持配置接口调用频率限制和访问配额，防止接口被过度调用影响系统稳定性。

我方响应：

我方系统支持为每个接口配置调用频率限制与访问配额，有效防止接口被恶意高频调用或过度调用，保障平台整体运行稳定性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.5. 调用监控

调用监控全程跟踪接口访问行为，包含接口调用监控、接口调用日志、异常调用告警；实时采集 QPS、耗时、成功率等运行指标；完整记录每一次调用的应用、时间、参数、返回结果；对失败、超时、超限调用自动触发告警，快速定位访问故障与风险行为。

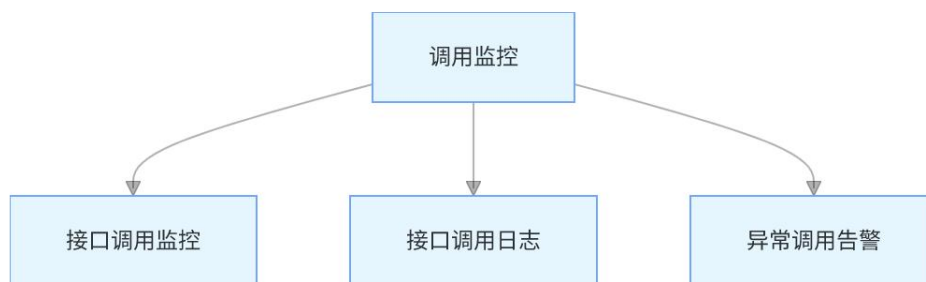


图 70 调用监控功能组成图



图 71 调用监控功能示意图

2.2.4.5.1. 接口调用监控

招标文件要求：

实时监控接口调用情况，包括调用次数、调用时间、响应时间、成功率等指标。

我方响应：

我方系统可实时监控所有接口的调用情况，完整统计调用次数、调用时间、响应时长、调用成功率等核心运行指标，便于运维人员掌握服务运行状态，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.5.2. 接口调用日志

招标文件要求：

记录接口调用日志，包括调用用户、调用时间、请求参数、返回状态等信息。

我方响应：

我方系统会完整记录每一次接口调用的日志信息，包括调用用户、调用时间、请求参数、返回状态等内容，实现调用行为的全程可追溯，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.5.3. 异常调用告警

招标文件要求：

当接口出现异常调用、调用失败或调用频率异常时自动触发告警。

我方响应：

当接口出现异常调用、调用失败或调用频率异常时自动触发告警。
响应：当接口出现异常调用、调用失败、调用频率突增等异常情况时，系统会自动触发告警通知，提醒运维人员及时处置，保障服务稳定，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.6. 运行管理

运行管理保障服务实例稳定运行，依靠服务运行状态监控、服务性能统计实现运维可视；实时监测实例存活、负载、内存占用；长期汇总吞吐量、延迟、错误率性能报表，支撑扩容、优化、缩容等资源调度决策。

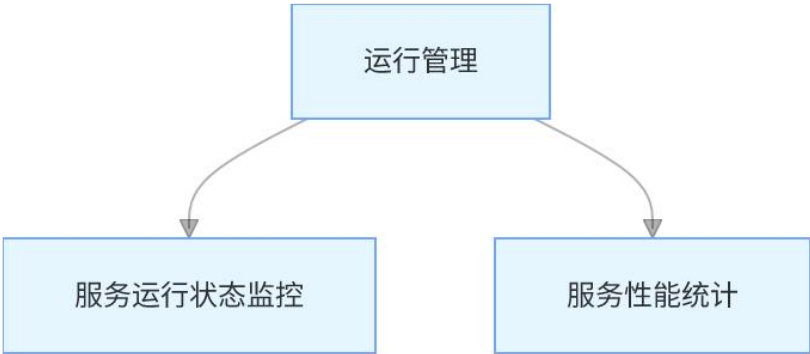


图 72 运行监控功能组成图

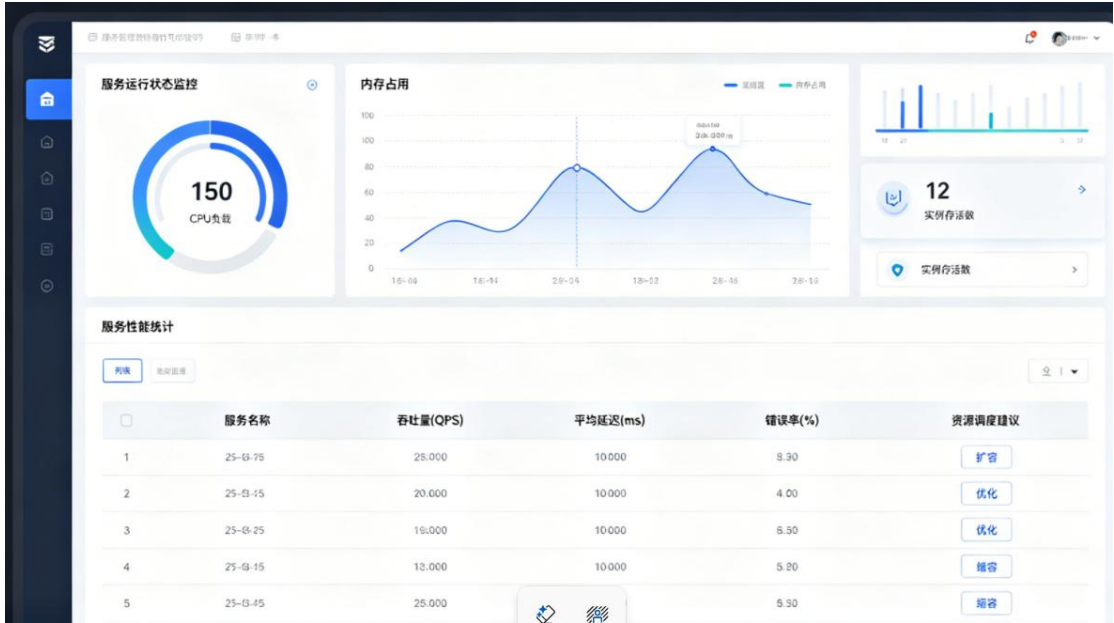


图 73 运行管理功能示意图

2.2.4.6.1. 服务运行状态监控

招标文件要求：

监控各数据服务接口的运行状态，及时发现接口服务异常。

我方响应：

我方系统会实时监控每个数据服务接口的运行状态，一旦发现接口服务异常，可快速识别并告警，保障服务可用性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.6.2. 服务性能统计

招标文件要求：

统计接口响应时间、调用频率、资源使用情况等信息，为接口优化提供依据。

我方响应：

我方系统会长期统计接口的响应时间、调用频率、资源使用率等性能指标，为后续的接口性能优化、资源调度提供数据依据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.7. 服务能力

服务能力提供对外标准化交付支撑，包含数据服务统一入口、服务接口清单导出；所有 API 收敛至单一网关入口统一鉴权转发；支持批量导出全部服务清单、文档，方便跨系统对接备案、批量集成开发。

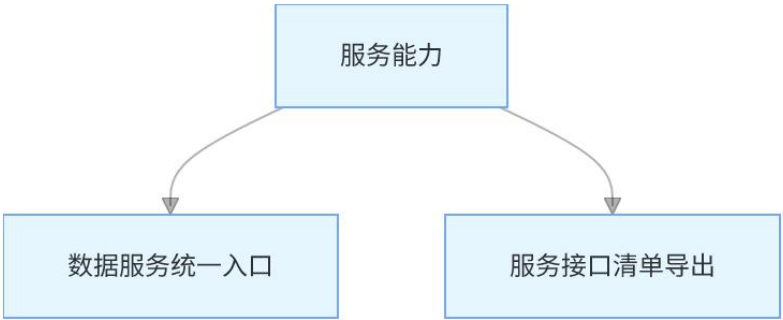


图 74 服务能力功能组成图

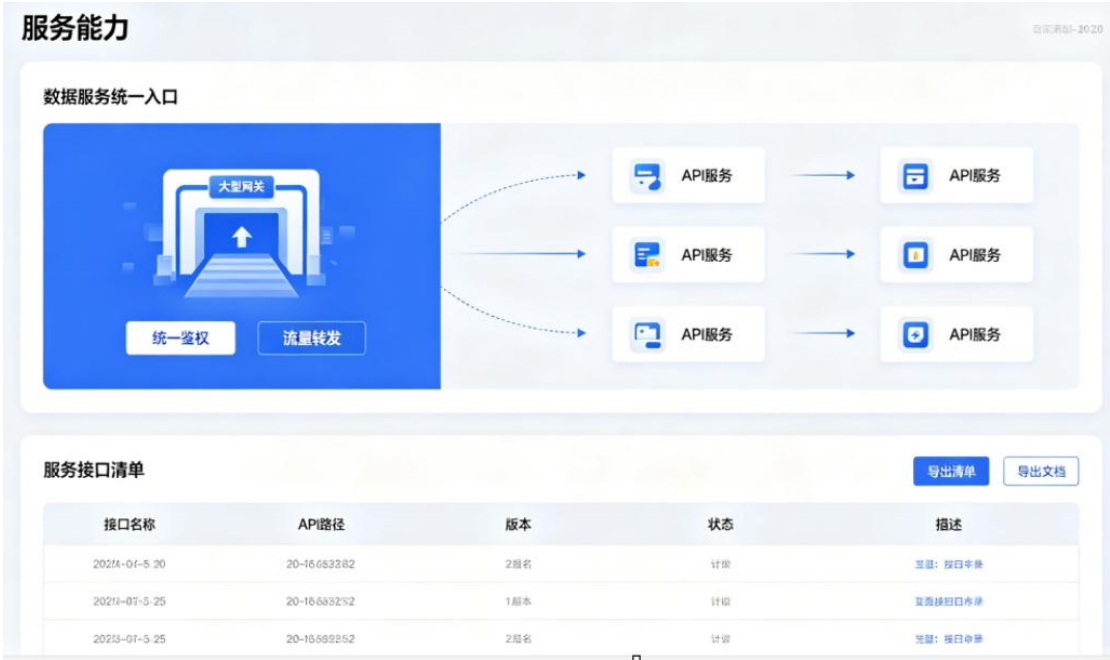


图 75 服务能力功能示意图

2.2.4.7.1. 数据服务统一入口

招标文件要求：

提供统一 API 服务入口，外部系统通过统一地址访问平台数据服务，简化系统集成。

我方响应：

我方系统提供统一的 API 服务网关入口，所有外部系统均可通过这一统一地址访问平台的各类数据服务，大幅简化系统集成的复杂度，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.4.7.2. 服务接口清单导出

招标文件要求：

支持导出数据服务接口清单，包括接口名称、地址、说明、参数结构等，方便系统集成和文档管理。

我方响应：

我方系统支持导出完整的数据服务接口清单，包含接口名称、访问地址、功能说明、参数结构等全部信息，方便用户开展系统集成工作与接口文档管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5. 安全与权限管理

安全与权限管理是整个大数据平台的安全底座，依靠用户管理、数据权限控制、接口安全、审计日志、安全管理五大模块构建全域防护体系；用户管理完成账号创建、身份认证、角色分组；数据权限控制基于行列级、库表级精细化管控数据查看、修改、导出权限；接口安全通过签名、密钥、IP 白名单防护对外数据接口；审计日志完整记录所有账号访问、数据操作、接口调用行为；安全管理统一配置加密、脱敏、防泄露策略，从身份、访问、传输、操作多维度抵御数据泄露、越权篡改等安全风险。

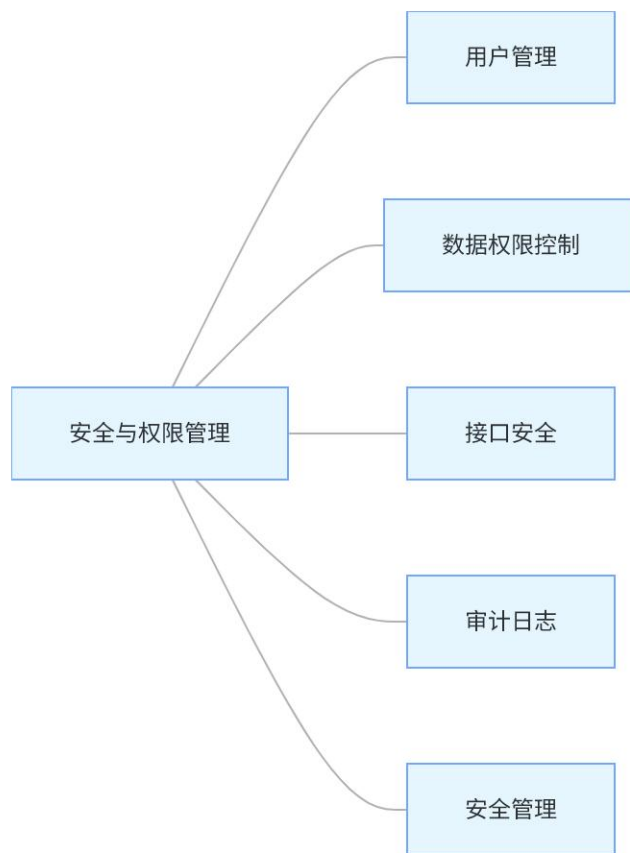


图 76 安全与权限管理功能组成图

2.2.5.1. 用户管理

用户管理是平台身份体系根基，依托用户账号管理、用户身份认证、用户组织管理、角色定义管理、角色权限配置完成分级身份管控；统一增删改查账号与密码策略；支持密码、令牌多方式认证；按部门业务划分组织架构；自定义岗位角色模板；给角色批量绑定操作、数据、接口权限，实现 RBAC 分级授权。

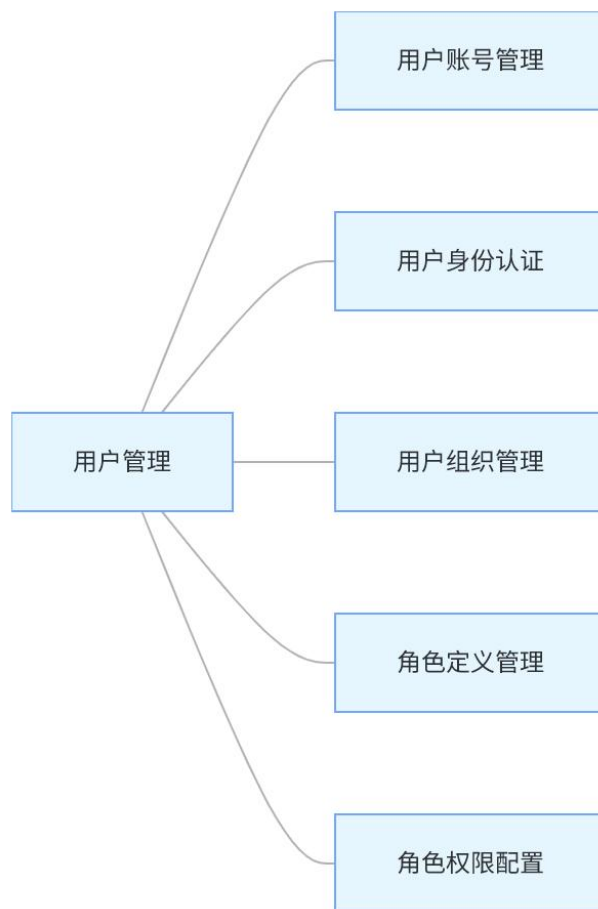


图 77 用户管理功能组成图

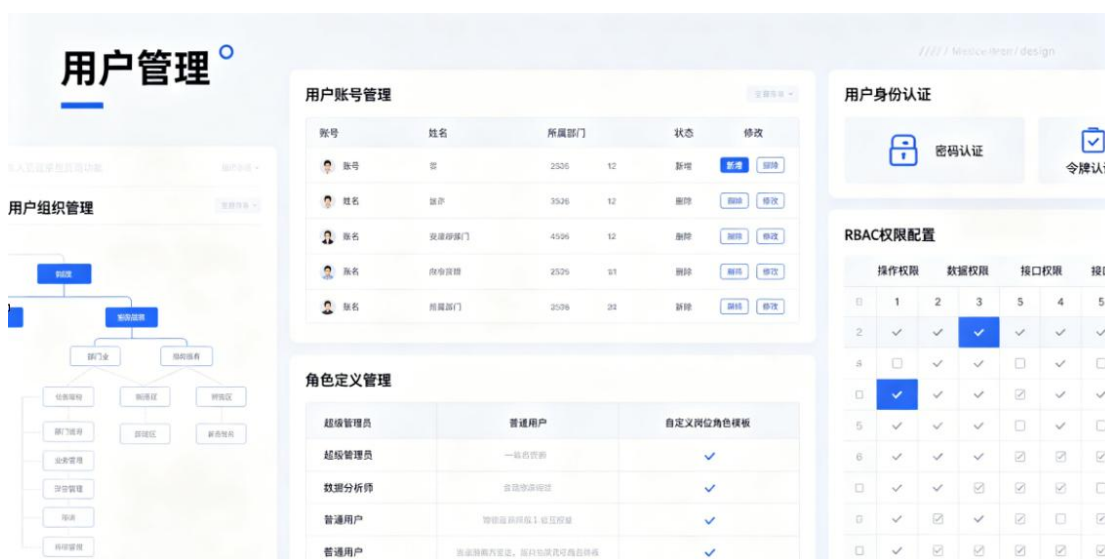


图 78 用户管理功能示意图

2.2.5.1.1. 用户账号管理

招标文件要求：

支持平台用户账号的统一管理，包括用户创建、修改、禁用和删除等操作，并维护用户基本信息和所属团队信息。

我方响应：

我方系统支持平台用户账号的统一集中管理，可完成用户创建、编辑、禁用、删除等全生命周期操作，同时完整维护用户基本信息、所属团队等关联信息，实现账号的规范化管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.1.2. 用户身份认证

招标文件要求：

提供用户登录认证机制，支持账号密码认证方式，并支持与单位统一身份认证系统对接，实现统一登录。

我方响应：

我方系统提供完善的用户登录认证机制，原生支持账号密码认证方式，同时可与单位统一身份认证系统完成对接，实现单点统一登录，适配企业现有身份体系，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.1.3. 用户组织管理

招标文件要求：

支持按研究团队、课题组或部门对用户进行分组管理，便于进行权限分配和数据访问控制。

我方响应：

我方系统支持按照研究团队、课题组、部门等组织架构对用户进行分组管理，便于后续的权限批量分配与精细化数据访问控制，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.1.4. 角色定义管理

招标文件要求：

支持定义不同角色，例如平台管理员、数据管理员、科研用户、访客用户等，并为不同角色配置基础权限。

我方响应：

我方系统支持自定义不同的用户角色，可根据业务需求配置平台管理员、数据管理员、科研用户、访客用户等角色，并为每个角色预置基础权限模板，适配不同岗位的使用需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.1.5. 角色权限配置

招标文件要求：

支持为角色配置系统功能权限，例如数据浏览、任务运行、数据下载、接口调用等权限。

我方响应：

我方系统支持为不同角色配置差异化的系统功能权限，可精细化配置数据浏览、任务运行、数据下载、接口调用等操作权限，实现权责匹配，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.2. 数据权限控制

数据权限控制实现库、表、行列级精细隔离，包含数据访问权限

控制、数据下载权限控制、敏感数据访问限制；区分人员可读 / 不可读数据表与字段；单独管控数据导出下载权限；对涉密、隐私敏感字段增加访问约束，脱敏展示或直接拦截，严防敏感数据泄露。

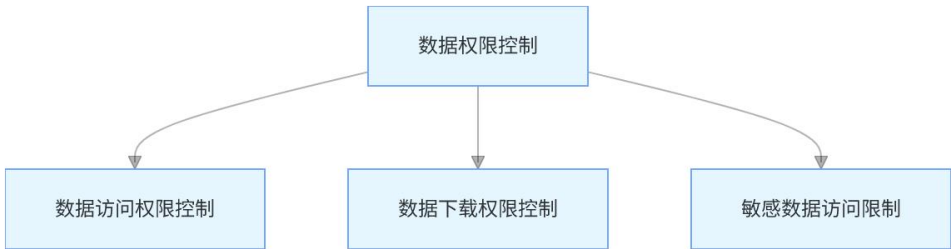


图 79 数据权限控制功能组成图



图 80 数据权限控制功能示意图

2.2.5.2.1. 数据访问权限控制

招标文件要求：

支持对不同数据资产或数据目录配置访问权限，控制不同用户或团队对数据的查看和使用范围。

我方响应：

我方系统支持针对不同的数据资产、数据目录配置专属访问权限，可精准控制不同用户、团队对数据的查看与使用范围，实现数据的分级管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.2.2. 数据下载权限控制

招标文件要求：

支持对数据下载行为进行权限控制，防止未授权用户随意导出数据。

我方响应：

我方系统支持对数据下载行为进行独立的权限管控，可限制未授权用户的导出操作，有效防止数据随意泄露，保障数据安全，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.2.3. 敏感数据访问限制

招标文件要求：

对部分重要或敏感数据资产设置访问限制，仅允许授权用户或指定团队访问。

我方响应：

我方系统支持对重要、敏感的数据资产设置专属访问限制，仅允许经过授权的用户、指定团队进行访问，严防敏感数据泄露，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.3. 接口安全

接口安全防护平台内外 API 调用通道，依靠数据接口访问控制、API 访问认证构建网关防护；黑白名单限制调用 IP 与应用；采用密

钥、Token、签名多重认证校验调用方身份，拦截非法伪造请求。

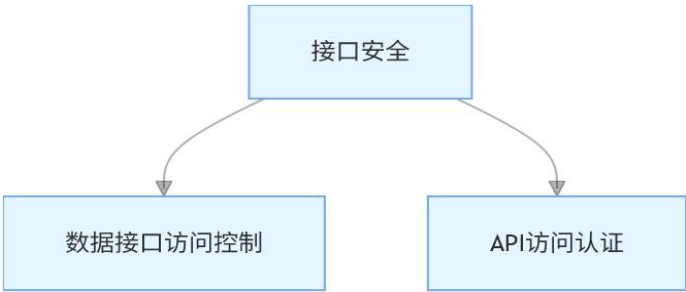


图 81 接口安全

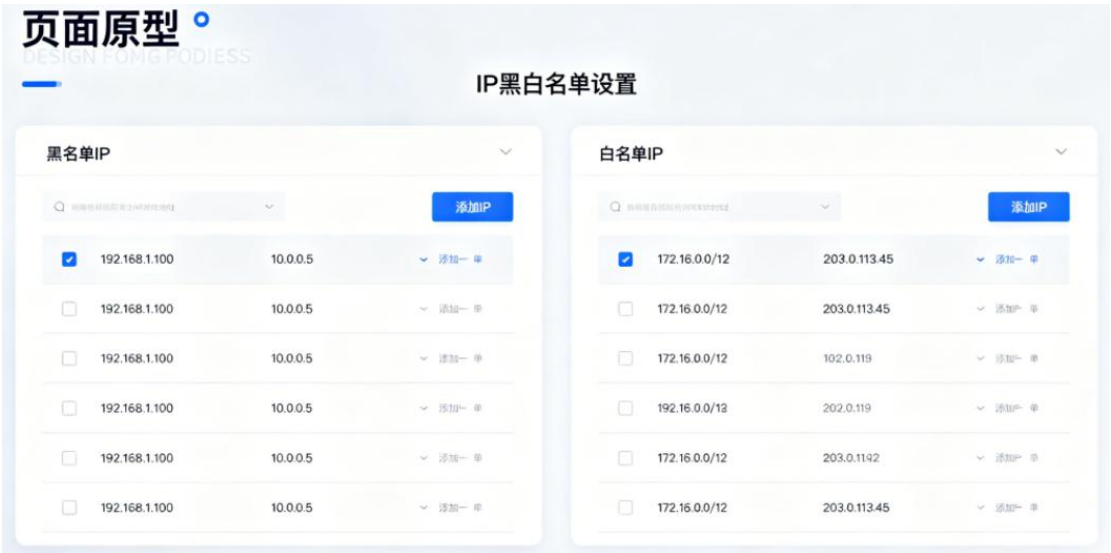


图 82 接口安全功能示意图

2.2.5.3.1. 数据接口访问控制

招标文件要求：

支持对平台提供的数据服务接口进行访问权限控制，限制未授权用户或系统调用数据接口。

我方响应：

我方系统支持对平台对外的数据服务接口进行访问权限管控，可

有效限制未授权用户、外部系统的接口调用行为，保障接口安全，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.3.2. API 访问认证

招标文件要求：

支持通过访问令牌或密钥对接口调用进行身份认证，确保接口访问来源可识别。

我方响应：

我方系统支持通过访问令牌、密钥等方式对接口调用进行身份认证，可精准识别接口访问的来源身份，保障接口调用的安全性与可追溯性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.4. 审计日志

审计日志满足合规追溯要求，完整留存用户操作日志记录、数据访问日志、系统管理操作日志，支持日志查询与导出；所有登录、配置修改、数据读写、接口调用、权限变更行为永久归档；提供检索筛选与批量导出能力，支撑安全审查、事故溯源、监管审计。

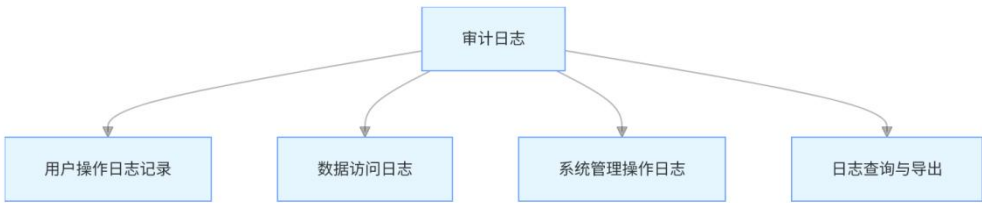


图 83 升级日志功能组成图

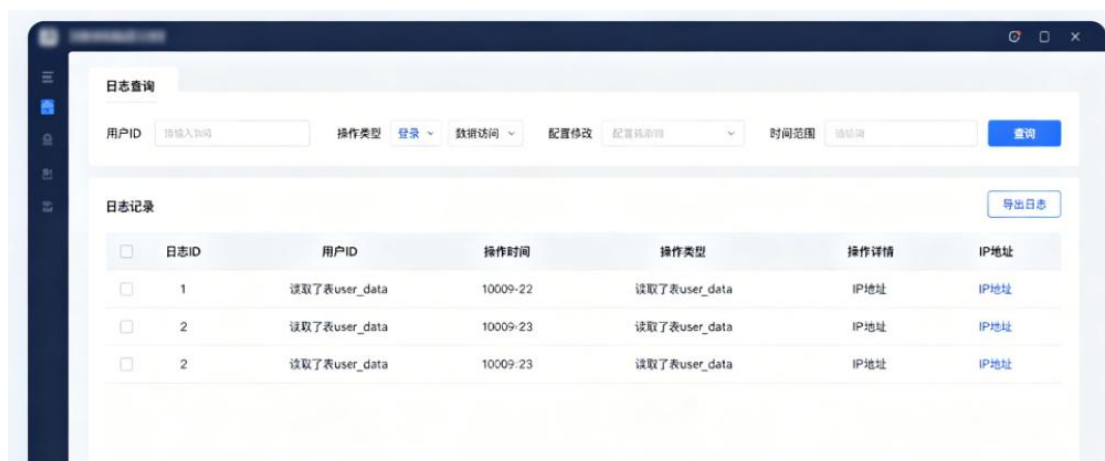


图 84 审计日志功能示意图

2.2.5.4.1. 用户操作日志记录

招标文件要求：

记录用户在平台上的关键操作行为，例如数据查询、数据下载、任务提交、权限变更等，用于审计和问题追溯。

我方响应：

我方系统会完整记录用户在平台上的所有关键操作行为，包括数据查询、数据下载、任务提交、权限变更等，所有操作全程留痕，可用于安全审计与问题追溯，完全符合招标要求，响应无离。

2.2.5.4.2. 数据访问日志

招标文件要求：

记录用户对数据资产的访问行为，包括访问时间、访问对象、访问方式等信息，用于分析数据使用情况和审计。

我方响应：

我方系统会记录用户对数据资产的每一次访问行为，完整留存访

问时间、访问对象、访问方式等信息，可用于数据使用情况分析与安全审计工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.4.3. 系统管理操作日志

招标文件要求：

对系统配置修改、权限变更、用户管理等管理操作进行日志记录，保证系统管理行为可追溯。

我方响应：

我方系统会对系统配置修改、权限变更、用户管理等所有管理类操作进行日志记录，确保所有系统管理行为全程可追溯，保障管理操作的合规性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.4.4. 日志查询与导出

招标文件要求：

提供日志查询和筛选功能，并支持按条件导出审计日志，用于安全审计和问题排查。

我方响应：

我方系统提供完善的日志查询与筛选功能，用户可根据时间、操作类型、用户等条件快速检索日志，同时支持按条件导出审计日志，满足安全审计与问题排查的需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.5. 安全管理

安全管理统筹平台全局安全策略，包含异常访问检测、访问权限变更管理、安全配置管理；识别异地登录、高频失败、越权试探等风险行为；权限调整走审批留痕流程；统一管控加密、脱敏、密码强度、

会话时效等全局安全开关，动态加固防护体系。

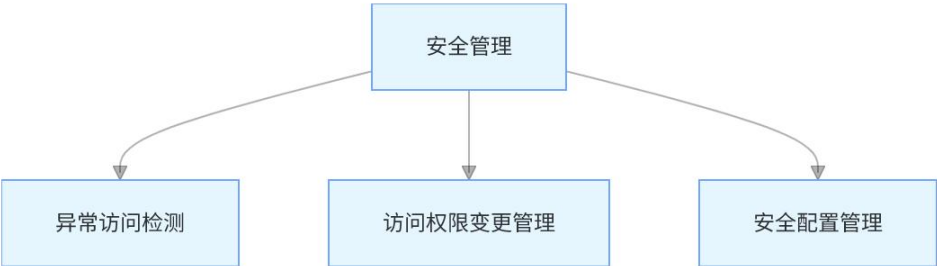


图 85 安全管理功能组成图

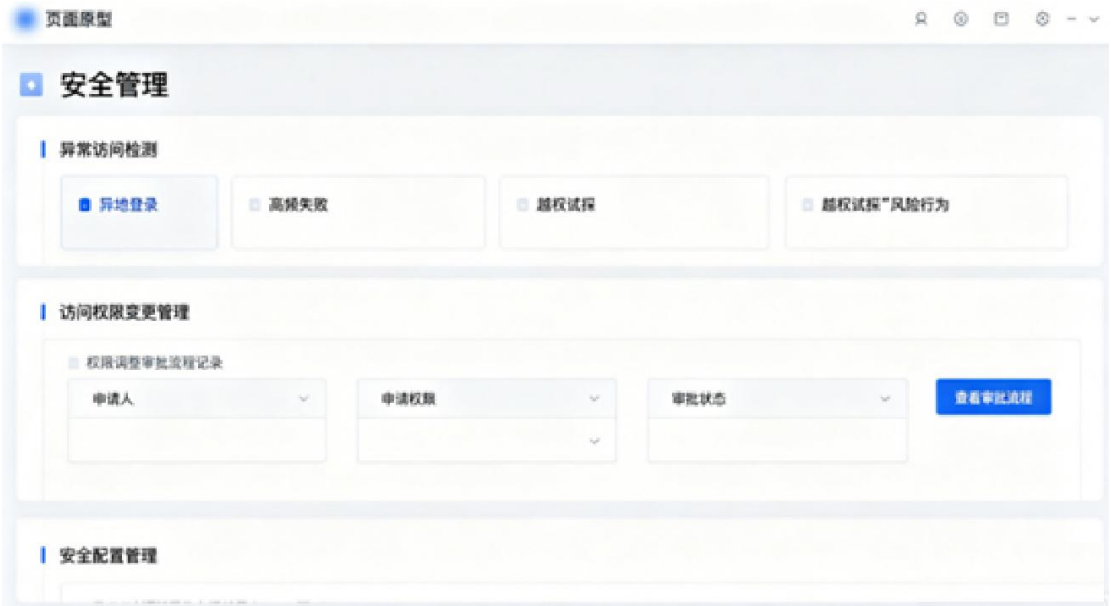


图 86 安全管理功能示意图

2.2.5.5.1. 异常访问检测

招标文件要求：

对异常登录行为或异常访问行为进行基础识别，例如频繁登录失败或异常接口调用，并提供提醒。

我方响应：

我方系统可自动识别异常登录、异常访问等风险行为，比如频繁登录失败、异常接口调用等，一旦识别到风险会自动发送提醒，提前防范安全风险，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.5.2. 访问权限变更管理

招标文件要求：

对权限调整操作进行记录和管理，确保权限变更过程可追踪。

我方响应：

我方系统会对所有的访问权限调整操作进行完整的记录与管理，确保权限变更的整个过程全程可追踪，保障权限管控的合规性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.5.5.3. 安全配置管理

招标文件要求：

支持配置基础安全策略，例如密码规则、登录超时策略等，提升平台基础安全性。

我方响应：

我方系统支持配置各类基础安全策略，包括密码复杂度规则、登录超时策略等，可根据业务需求灵活调整，全面提升平台的基础安全防护能力，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6. 平台运维与监控

平台运维与监控为整个大数据开发治理平台提供全局稳定保障能力，覆盖平台运行监控、数据接入监控、计算任务监控、接口服务监控、日志管理、告警管理、运维工具七大能力模块；平台运行监控

监测服务器、集群、中间件底层资源负载；数据接入监控跟踪同步链路传输速率、延迟、失败率；计算任务监控紧盯数据开发作业算力消耗与执行状态；接口服务监控把控数据服务 API 吞吐与健康度；日志管理集中归集全系统运行日志便于故障排查；告警管理针对资源超限、任务失败、接口异常自动推送预警通知；运维工具提供一键部署、资源调优、备份恢复等快捷操作，实现平台全链路可视、可管、可维。

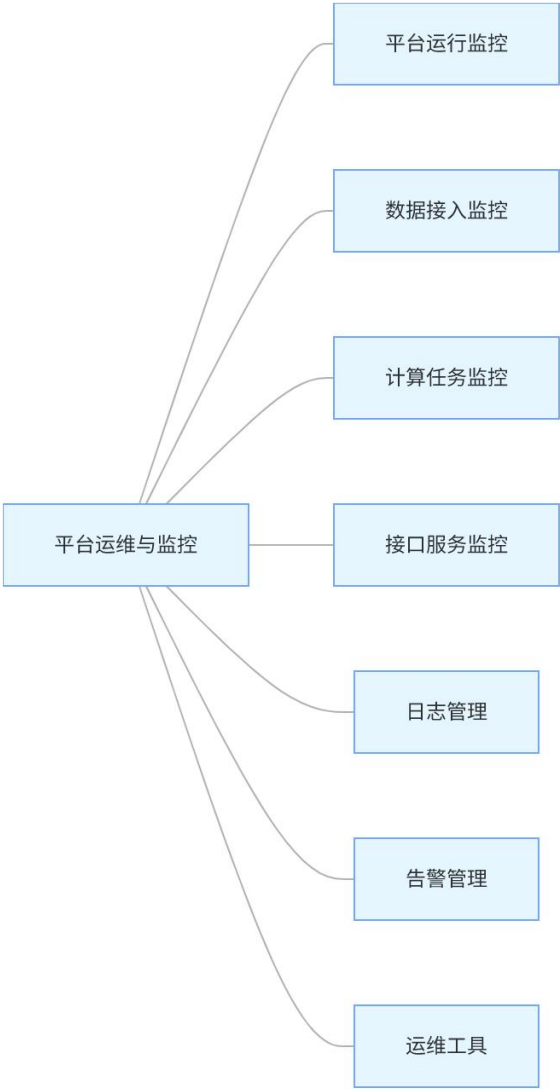


图 87 平台运维监控功能组成图

2.2.6.1. 平台运行监控

平台运行监控紧盯底层集群与微服务健康度，依托平台服务状态监控、服务运行状态展示、服务异常检测实现全局底盘可视；采集各服务进程、端口、资源负载；可视化大盘展示运行 / 停止 / 故障状态；自动识别宕机、卡死、负载过高等异常，快速预警平台基础故障。

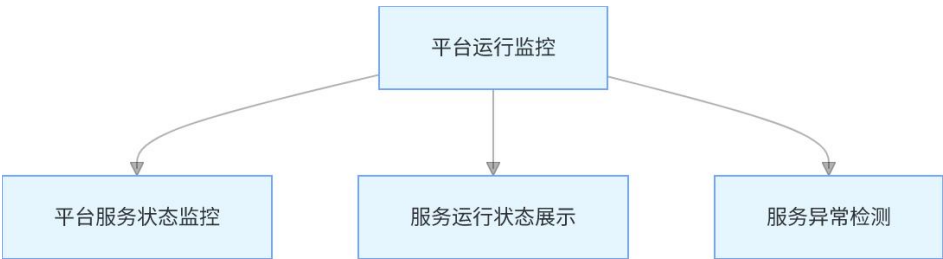


图 88 平台运行监控功能组成图



图 89 平台运行监控功能示意图

2.2.6.1.1. 平台服务状态监控

招标文件要求：
对平台核心服务运行状态进行监控，包括数据接入服务、数据服

务接口、计算调度服务等，实时展示服务是否正常运行。

我方响应：

我方系统可对平台所有核心服务的运行状态进行全面监控，覆盖数据接入服务、数据服务接口、计算调度服务等，实时展示各服务的运行状态，确保运维人员及时掌握服务健康情况，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.1.2. 服务运行状态展示

招标文件要求：

提供平台服务运行状态总览界面，展示各服务实例的运行状态、启动时间、异常状态等信息，帮助运维人员快速判断平台整体运行情况。

我方响应：

我方系统提供平台服务运行状态的总览界面，可集中展示各服务实例的运行状态、启动时间、异常状态等信息，帮助运维人员快速判断平台整体运行情况，提升运维效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.1.3. 服务异常检测

招标文件要求：

当平台服务停止、异常退出或无法访问时，系统自动识别并标记异常状态，提醒运维人员及时处理。

我方响应：

当平台服务出现停止、异常退出、无法访问等故障时，系统会自

动识别并标记异常状态，第一时间提醒运维人员进行处置，保障服务快速恢复，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.2. 数据接入监控

数据接入监控专门管控同步采集链路，包含数据接入任务监控、数据接入成功率统计、数据接入异常检测；实时跟踪每条同步任务进度、吞吐；按时段统计成功 / 失败率；识别断连、丢包、超时、数据源故障等接入异常，保障源头数据稳定入库。

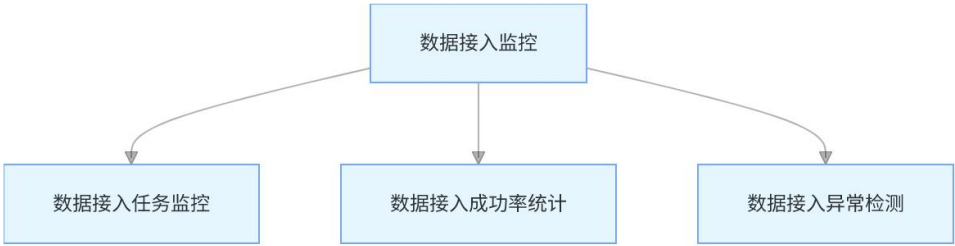


图 90 数据接入监控功能组成图



图 91 数据接入监控功能示意图

2.2.6.2.1. 数据接入任务监控

招标文件要求：

对数据采集与接入任务进行监控，展示各类数据接入任务的运行状态、最近执行时间、执行结果等信息。

我方响应：

我方系统可对所有数据采集与接入任务进行实时监控，完整展示各接入任务的运行状态、最近执行时间、执行结果等信息，便于运维人员掌握数据接入情况，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.2.2. 数据接入成功率统计

招标文件要求：

统计数据接入任务成功率、失败率和执行次数，帮助运维人员了解数据接入稳定性。

我方响应：

我方系统会自动统计数据接入任务的成功率、失败率、执行次数等指标，帮助运维人员直观了解数据接入的稳定性，及时发现潜在问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.2.3. 数据接入异常检测

招标文件要求：

当数据接入任务连续失败或长时间未执行时，系统自动识别异常并提示相关人员。

我方响应：

当数据接入任务出现连续失败、长时间未执行等异常情况时，系统会自动识别并及时提示相关运维人员，保障数据接入的稳定运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.3. 计算任务监控

计算任务监控聚焦数据开发作业运行情况，依靠计算任务运行监控、任务执行状态查看、任务失败统计；监测算力消耗、执行时长、内存溢出；一键查看单任务全流程状态；汇总失败频次、失败原因分布，辅助优化调度与资源分配。

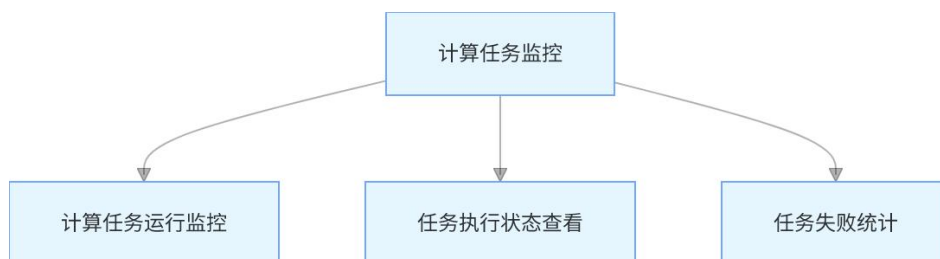


图 92 计算任务监控功能组成图

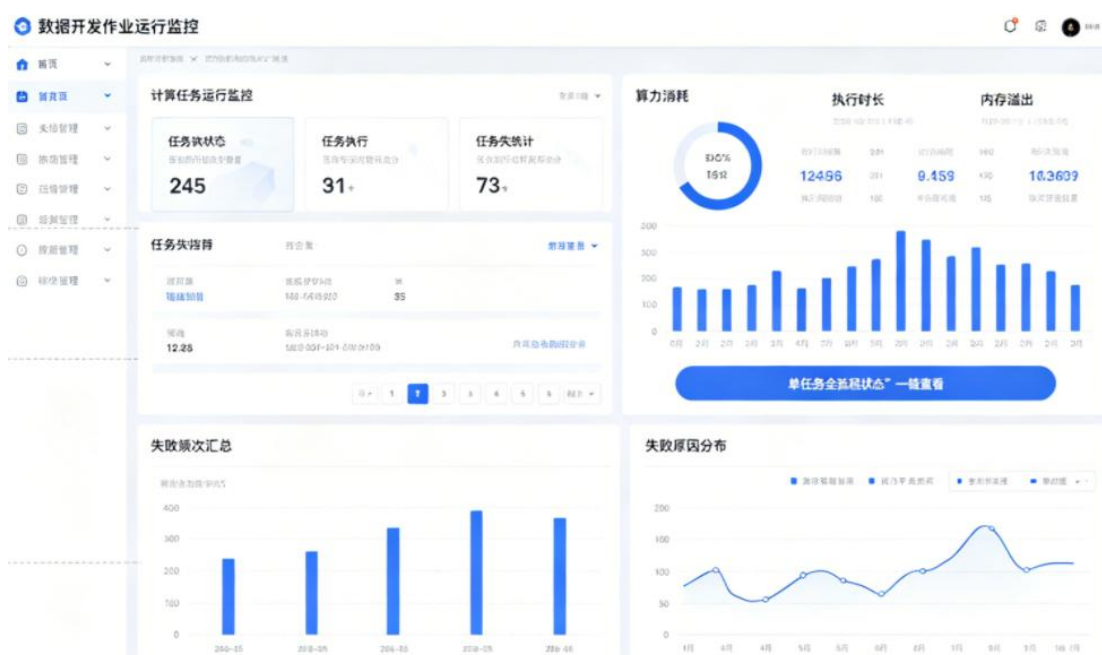


图 93 计算任务监控功能示意图

2.2.6.3.1. 计算任务运行监控

招标文件要求：

监控平台计算任务运行情况，展示任务数量、运行中任务、成功任务和失败任务等信息。

我方响应：

我方系统可实时监控平台所有计算任务的运行情况，集中展示任务总数、运行中任务、成功任务、失败任务等统计信息，直观掌握计

算任务的整体状态，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.3.2. 任务执行状态查看

招标文件要求：

支持查看单个任务的执行状态、运行时间、执行节点和执行日志，方便问题排查。

我方响应：

我方系统支持查看单个计算任务的详细执行状态，包括运行时间、执行节点、完整执行日志等信息，方便运维人员快速排查问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.3.3. 任务失败统计

招标文件要求：

对计算任务失败情况进行统计分析，帮助发现系统性问题或异常算法任务。

我方响应：

我方系统会对计算任务的失败情况进行统计分析，可帮助运维人员快速发现系统性问题、异常算法任务等，针对性进行优化，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.4. 接口服务监控

接口服务监控对标对外数据服务网关，包含数据接口访问监控、接口异常检测、热点接口统计；采集全量 API 调用指标；识别 5xx 错误、超时、限流异常；统计高访问量热点接口，支撑扩容、缓存优化、流量调度。

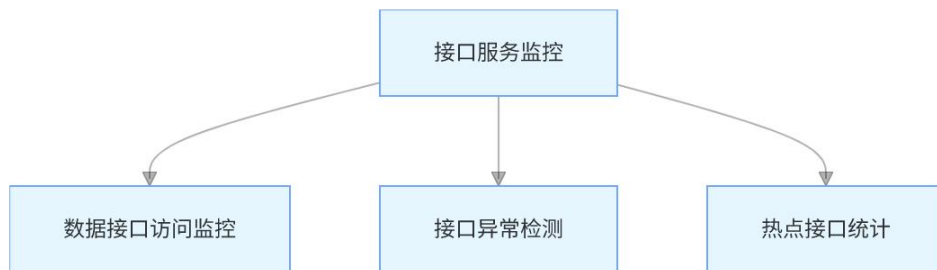


图 94 接口服务监控功能组成图



图 95 接口服务监控功能示意图

2.2.6.4.1. 数据接口访问监控

招标文件要求：

对平台提供的数据服务接口进行访问监控，统计接口调用次数、响应时间和失败次数。

我方响应：

我方系统可对平台对外的数据服务接口进行全面的访问监控，自动统计接口的调用次数、响应时间、失败次数等运行指标，掌握接口的运行状态，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.4.2. 接口异常检测

招标文件要求：

当接口调用失败率过高或响应时间异常时，系统自动识别异常并提醒运维人员。

我方响应：

当接口出现调用失败率过高、响应时间异常等情况时，系统会自动识别异常并及时提醒运维人员，保障接口服务的稳定运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.4.3. 热点接口统计

招标文件要求：

统计调用频率较高的数据接口，帮助分析平台使用情况并优化服务性能。

我方响应：

我方系统会自动统计调用频率较高的热点数据接口，帮助运维人员分析平台的使用情况，针对性进行服务性能优化，提升平台运行效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.5. 日志管理

日志管理集中归集全平台运行日志，统一收纳系统运行日志管理，提供多关键词、时间段、级别筛选检索能力；故障时可快速定位堆栈、

报错详情，是排查问题的核心溯源载体。

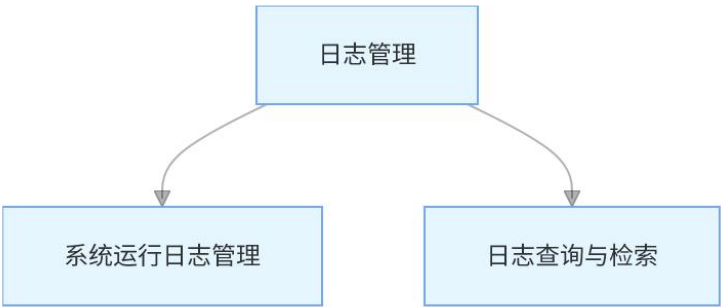


图 96 日志管理功能组成图

☐	时间	日志内容	级别
☐	1021-01-01-16:35	正常区	17
☐	1021-01-01-16:35	正常区	12
☐	1021-01-01-16:35	正常区	12
☐	1021-01-01-16:35	正常区	12
☐	1021-01-01-16:35	正常区	12
☐	1021-01-01-16:35	正常区	18
☐	1021-01-01-16:35	正常区	18
☐	1021-01-01-16:35	正常区	18

检索结果统计

图 97 日志管理功能示意图

2.2.6.5.1. 系统运行日志管理

招标文件要求：

对平台各类服务运行日志进行统一收集和管理，方便运维人员查看系统运行情况。

我方响应：

我方系统会对平台所有服务的运行日志进行统一的收集与集中

管理，方便运维人员统一查看系统的运行情况，提升运维效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.5.2. 日志查询与检索

招标文件要求：

提供日志查询功能，支持按时间范围、服务类型或关键字快速检索日志信息。

我方响应：

我方系统提供完善的日志查询与检索功能，支持按照时间范围、服务类型、关键字等条件快速检索日志信息，帮助运维人员快速定位问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.6. 告警管理

告警管理统一收敛全链路异常预警，包含异常告警管理、告警通知机制、告警记录管理；分级管理平台、接入、计算、接口、质量各类告警；支持消息、邮件等多渠道推送；永久存储告警台账、处置状态、发生时间，形成问题闭环台账。

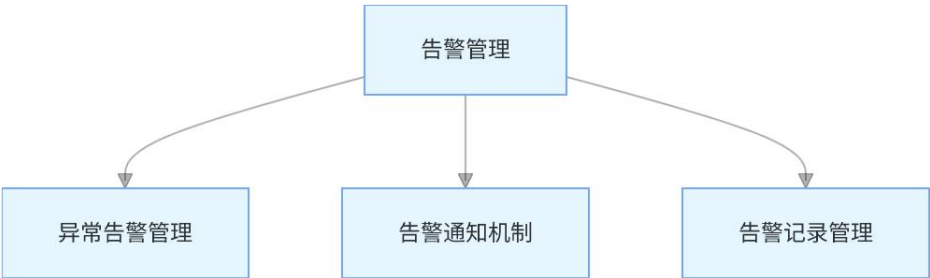


图 98 告警管理功能组成图



图 99 告警管理功能示意图

2.2.6.6.1. 异常告警管理

招标文件要求：

当平台服务异常、任务失败、存储空间不足或接口异常时，系统自动生成告警信息。

我方响应：

当平台出现服务异常、任务失败、存储空间不足、接口异常等故障时，系统会自动生成告警信息，及时通知运维人员，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.6.2. 告警通知机制

招标文件要求：

支持通过系统通知、邮件或消息方式向相关人员发送告警信息，提醒及时处理。

我方响应：

我方系统支持通过系统通知、邮件、即时消息等多种渠道向相关

人员发送告警信息，确保运维人员及时收到提醒，快速处置问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.6.3. 告警记录管理

招标文件要求：

对平台产生的告警事件进行记录和管理，支持查询历史告警记录。

我方响应：

我方系统会对平台产生的所有告警事件进行完整的记录与管理，支持查询历史告警记录，便于问题复盘与趋势分析，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.7. 运维工具

运维工具提供快捷处置操作入口，依托服务重启管理、任务重跑工具、运维状态总览简化运维动作；支持一键重启故障微服务；失败同步 / 计算任务快速重跑补数；统一大盘汇总全平台运行健康总览，降低运维操作门槛，提升故障处置效率。

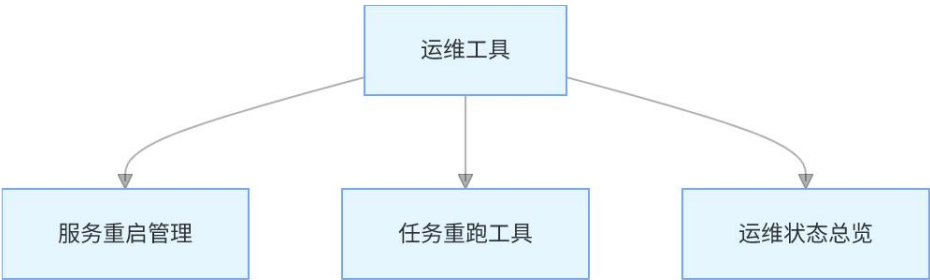


图 100 运维工具功能组成图



图 101 运维工具功能示意图

2.2.6.7.1. 服务重启管理

招标文件要求：

支持运维人员在平台界面中对部分服务执行重启操作，减少人工登录服务器操作。

我方响应：

我方系统支持运维人员直接在平台界面中对故障服务执行重启操作，无需人工登录服务器进行操作，大幅简化运维操作，提升故障处置效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.7.2. 任务重跑工具

招标文件要求：

提供任务重跑功能，支持对失败任务或指定任务进行重新执行

我方响应：

我方系统提供专用的任务重跑工具，支持对失败任务、指定任务进行重新执行，快速完成数据补采、补算工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.2.6.7.3. 运维状态总览

招标文件要求：

提供统一的运维监控大屏，集中展示平台运行状态、任务状态、存储状态和告警信息。

我方响应：

我方系统提供统一的运维监控大屏，可集中展示平台运行状态、任务状态、存储状态、告警信息等核心运维指标，实现运维工作的可视化管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3. 大数据分析平台

大数据分析平台是面向海量数据集开展深度挖掘、可视化展示与智能研判的应用终端，依托即席查询、协同关联分析、EFIT 可视化移植、波形可视化移植、关键参数计算与检索移植、智能分析六大能力构建完整分析体系；即席查询支持用户秒级自定义 SQL 实时检索海量数据；协同关联分析支持多角色联合跨数据集比对、多维度关联拆解；EFIT 可视化移植、波形可视化移植完成原有专业可视化工具能力迁移适配，实现工况、时序波形等专业图表渲染；关键参数计算与检索移植迁移成熟指标运算与快速检索逻辑；智能分析搭载算法模型实现异常识别、趋势预测、聚类研判，全方位支撑试验、业务数据的快速分析与成果直观展示。

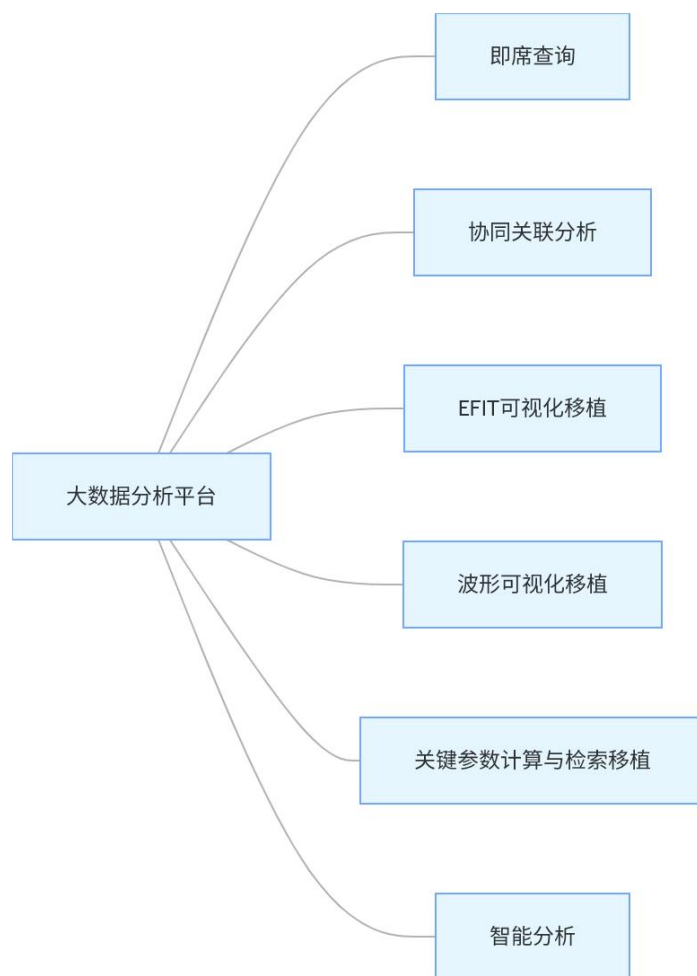


图 102 大数据分析平台功能组成图

2.3.1. 即席查询

即席查询支撑用户实时自主检索海量数据集，由查询模型管理、查询能力、结果展示、结果管理、安全控制组成；查询模型管理保存复用查询模板与语句；查询能力提供多语法、多引擎秒级实时检索算力；结果展示支持表格、简易图表可视化呈现；结果管理可缓存、导出、归档查询数据集；安全控制管控查询权限、访问配额与敏感数据脱敏，保障自由查询高效合规。

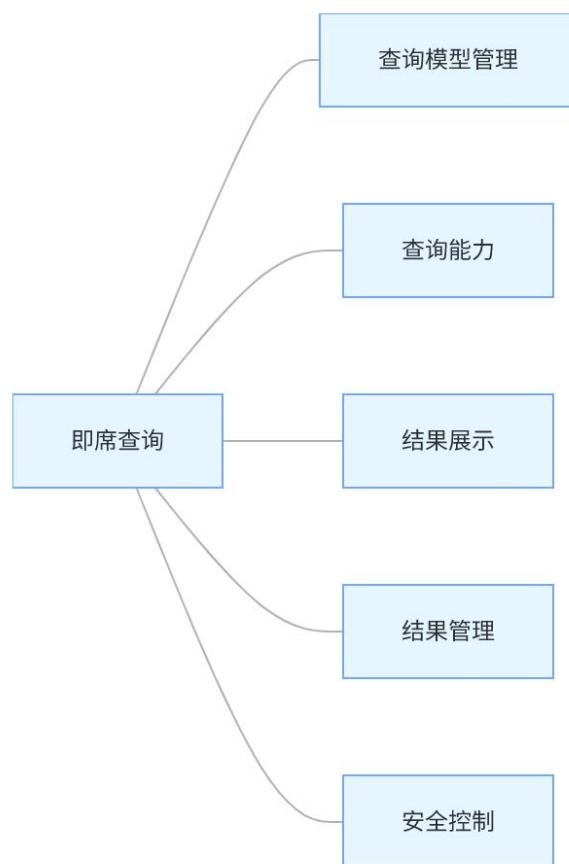


图 103 即席查询功能组成图

2.3.1.1. 查询模型管理

查询模型管理是即席查询的底层模型配置底座，依托查询对象配置、查询字段管理、查询模板管理实现查询模型标准化管控；查询对象配置绑定可检索数据表与数据集；查询字段管理管控展示、筛选、权限字段；查询模板管理保存复用成熟查询语句，降低重复编写成本，统一规范查询口径。

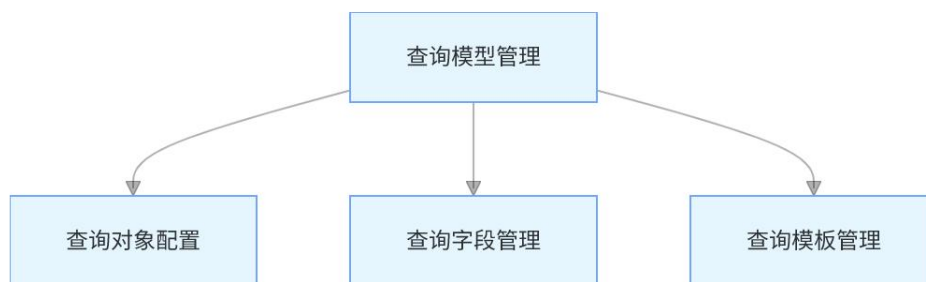


图 104 查询模型管理功能组成图



图 105 查询模型管理功能示意图

2.3.1.1.1. 查询对象配置

招标文件要求:

支持对即席查询所面向的数据对象进行统一配置管理，包括 Shot、诊断系统、通道、关键参数、物理指标、图像数据、工程数据等，明确每类对象可查询字段、关联关系和展示方式。

我方响应:

我方系统支持对即席查询面向的各类数据对象进行统一配置管理，覆盖 Shot、诊断系统、通道、关键参数、物理指标、图像数据、

工程数据等，可明确每类对象的可查询字段、关联关系、展示方式，实现查询对象的标准化管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.1.2. 查询字段管理

招标文件要求：

支持配置不同数据对象的查询字段、字段别名、字段说明、字段类型及单位信息，使用户在查询过程中能够清晰理解字段含义并避免歧义。

我方响应：

我方系统支持配置不同数据对象的查询字段信息，包括字段别名、字段说明、字段类型、单位信息等，让用户在查询过程中能够清晰理解字段含义，有效避免歧义，提升查询体验，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.1.3. 查询模板管理

招标文件要求：

支持预置常用查询模板，如“按 Shot 查询关键参数”“按诊断系统查询指定时间范围波形”“按实验阶段筛选数据集”等，降低用户使用门槛。

我方响应：

我方系统预置了多款常用的查询模板，比如按 Shot 查询关键参数、按诊断系统查询指定时间范围波形、按实验阶段筛选数据集等，可有效降低用户的使用门槛，提升查询效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.2. 查询能力

查询能力面向用户提供全方位检索算力，包含自助查询入口、多条件组合查询、复杂条件表达式查询、跨对象联合查询、海量数据快速检索、查询结果预览；提供可视化自助操作界面，支持简单多选条件、自定义复杂表达式、多表关联查询，依托引擎优化实现亿级数据秒级返回，支持分页预览，满足简单到复杂各类实时检索需求。

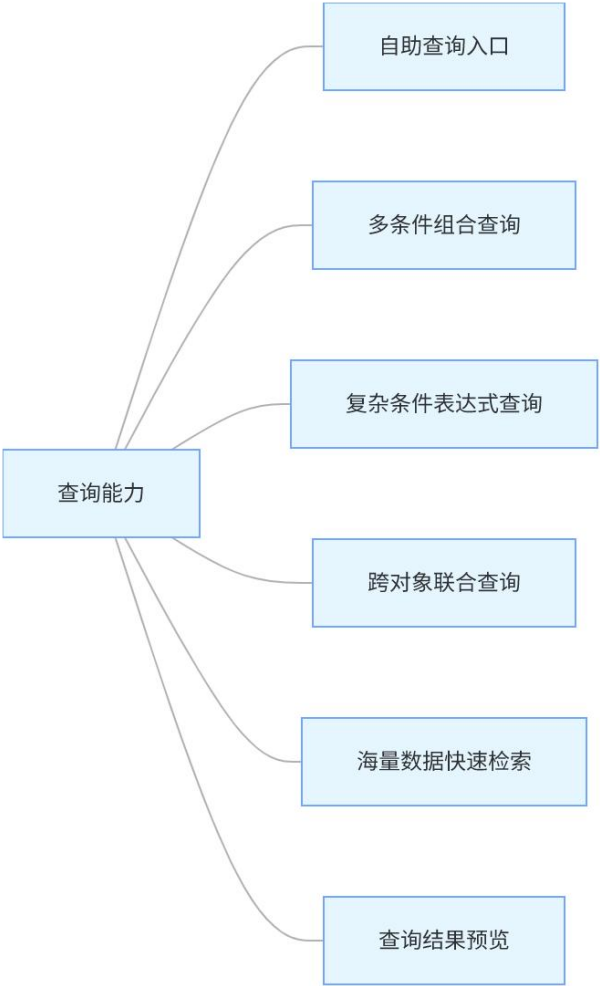


图 106 查询能力功能组成图

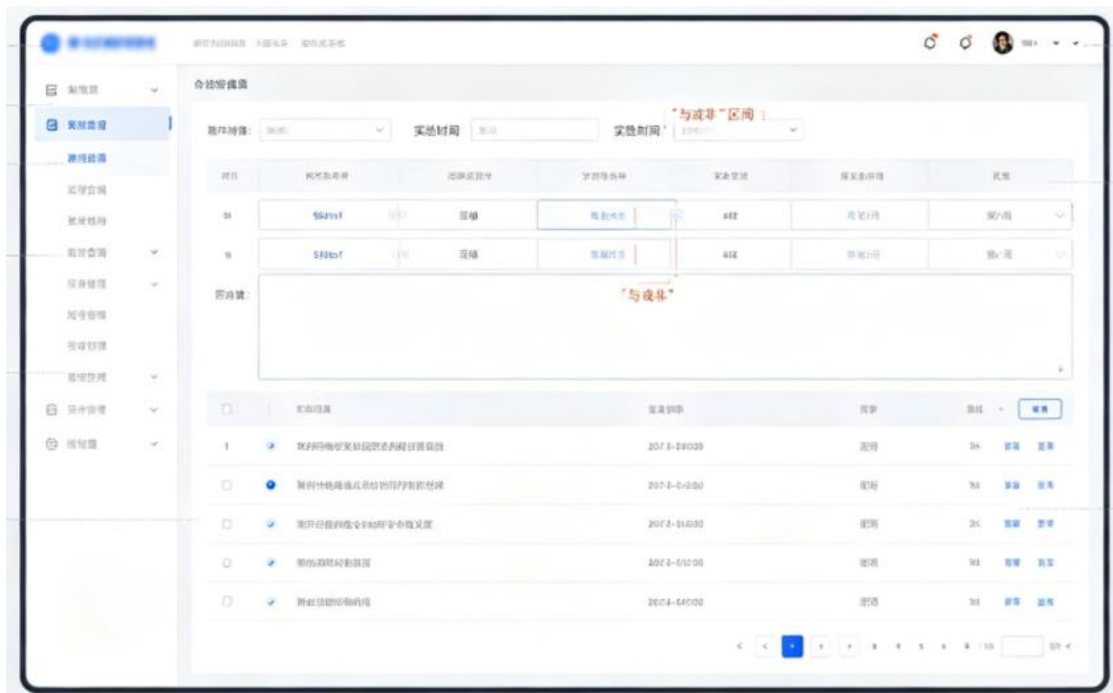


图 107 查询能力功能示意图

2.3.1.2.1. 自助查询入口

招标文件要求：

提供统一的即席查询入口，支持科研人员无需编写程序即可直接对海量实验数据开展交互式查询和探索性分析，满足日常快速查数和临时分析需求。

我方响应：

我方系统提供统一的即席查询入口，科研人员无需编写程序，即可直接对海量实验数据开展交互式查询、探索性分析，充分满足日常快速查数、临时分析的业务需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.2.2. 多条件组合查询

招标文件要求：

支持按照 Shot 编号、实验时间、诊断系统、通道编号、实验阶段、运行参数、关键参数区间等多维条件组合查询数据，满足复杂实

验分析场景。

我方响应：

我方系统支持按照 Shot 编号、实验时间、诊断系统、通道编号、实验阶段、运行参数、关键参数区间等多维度条件进行组合查询，可充分满足复杂的实验分析场景需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.2.3. 复杂条件表达式查询

招标文件要求：

支持与、或、非、区间、模糊匹配、排序、分页等复杂查询表达方式，满足高级用户对数据筛选和分析的需求。

我方响应：。

2.3.1.2.4. 跨对象联合查询

招标文件要求：

支持在同一查询任务中关联不同类型的数据对象，例如将 Shot 基础信息、关键参数结果、质量标签和诊断数据进行联合查询，实现面向实验对象的一体化检索。

我方响应：

我方系统支持在同一个查询任务中关联不同类型的数据对象，可将 Shot 基础信息、关键参数结果、质量标签、诊断数据等进行联合查询，实现面向实验对象的一体化检索，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.2.5. 海量数据快速检索

招标文件要求：

面向实验大数据场景，支持基于分布式查询和结果缓存机制实现高效查询，提升复杂条件和大数据量场景下的响应速度。

我方响应：

我方系统针对实验大数据场景做了专项优化，依托分布式查询、结果缓存机制实现高效查询，可有效提升复杂条件、大数据量场景下的查询响应速度，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.2.6. 查询结果预览

招标文件要求：

在正式导出或进一步分析前，对查询结果提供预览能力，帮助用户快速判断结果是否满足预期，减少无效查询和数据导出。

我方响应：

我方系统支持在正式导出、进一步分析之前，为用户提供查询结果的预览能力，帮助用户快速判断结果是否符合预期，有效减少无效查询、无效数据导出，提升工作效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.3. 结果展示

结果展示统一渲染检索输出内容，依靠表格结果展示、查询结果统计汇总、查询结果可视化；标准表格陈列明细数据；自动完成计数、均值、极值等聚合统计；配套图表可视化呈现分布、趋势，让查询结果直观可读，适配不同分析查看习惯。

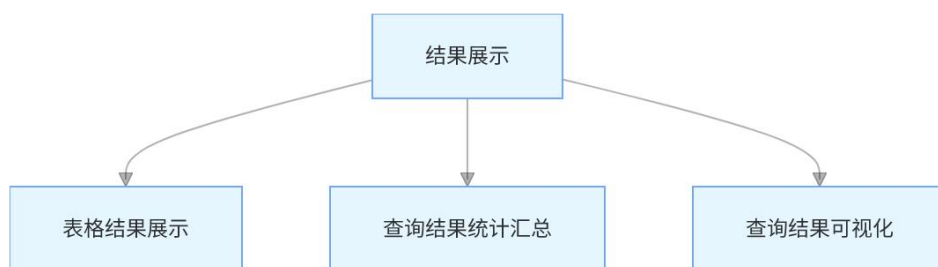


图 108 结果展示功能组成图

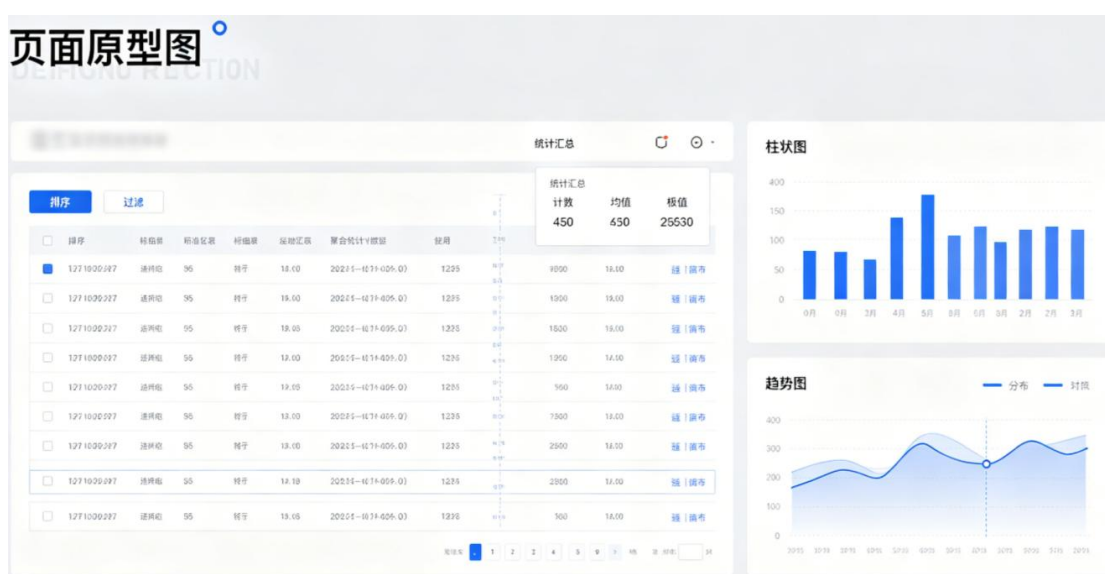


图 109 结果展示功能示意图

2.3.1.3.1. 表格结果展示

招标文件要求:

支持将查询结果以结构化表格方式展示，并提供排序、过滤、字段选择、分页浏览、列冻结等能力，方便用户快速浏览大批量结果。

我方响应:

我方系统支持将查询结果以结构化表格的方式进行展示,同时提供排序、过滤、字段选择、分页浏览、列冻结等功能,方便用户快速浏览大批量的查询结果,完全符合招标要求,响应无偏离。

2.3.1.3.2. 查询结果统计汇总

招标文件要求：

支持对查询结果自动进行基础统计，如数量统计、区间分布、平均值、最大值、最小值、缺失情况等，帮助用户快速把握数据整体特征。

我方响应：

我方系统可自动对查询结果进行基础的统计分析，包括数量统计、区间分布、平均值、最大值、最小值、缺失情况等，帮助用户快速把握数据的整体特征，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.3.3. 查询结果可视化

招标文件要求：

支持对查询结果快速生成基础图表，如柱状图、趋势图、散点图、分布图等，辅助科研人员进行初步判断和分析。

我方响应：

我方系统支持对查询结果快速生成各类基础可视化图表，比如柱状图、趋势图、散点图、分布图等，可辅助科研人员进行初步的判断与分析，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.4. 结果管理

结果管理负责查询产出与任务持久化管控，由查询结果导出、查询任务保存、个人查询空间组成；支持多格式数据集离线导出；可保存查询任务语句与配置；分配独立个人存储空间存放任务、历史结果，方便二次调取、复用与复盘。

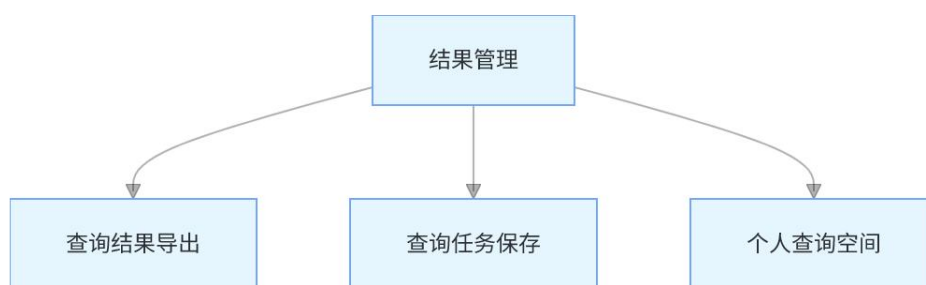


图 110 结果管理功能组成图



图 111 结果管理功能示意图

2.3.1.4.1. 查询结果导出

招标文件要求：

支持将查询结果导出为 CSV、Excel、JSON 等格式，便于用户开展离线分析、外部处理或科研材料编写。

我方响应：

我方系统支持将查询结果导出为 CSV、Excel、JSON 等多种常用格式，方便用户开展离线分析、外部数据处理、科研材料编写等工

作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.4.2. 查询任务保存

招标文件要求：

支持保存查询条件、查询结果视图和统计结果，便于用户后续复用或共享查询分析过程。

我方响应：

我方系统支持保存查询条件、查询结果视图、统计结果等内容，便于用户后续复用查询配置，或者共享查询分析过程，提升工作效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.4.3. 个人查询空间

招标文件要求：

支持为用户提供个人查询空间，用于保存常用查询模板、历史查询记录和结果清单，提升持续使用体验。

我方响应：

我方系统为每个用户提供专属的个人查询空间，可用于保存常用查询模板、历史查询记录、结果清单等内容，有效提升用户的持续使用体验，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.1.5. 安全控制

安全控制通过查询权限控制实现检索访问隔离，精准限定不同账号可访问的对象、字段、数据范围，拦截越权查询敏感数据集，保障数据访问合规安全。

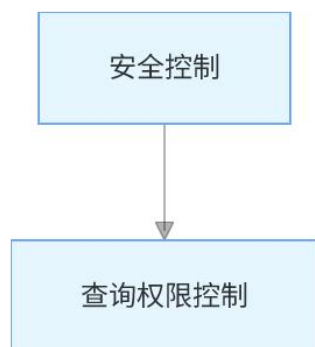


图 112 安全控制功能组成图

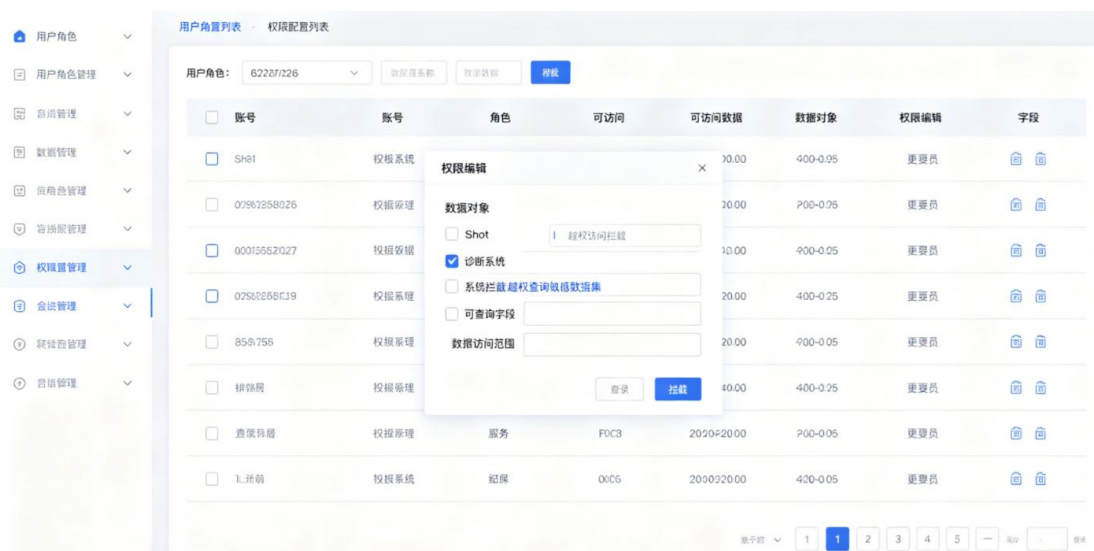


图 113 安全控制功能示意图

2.3.1.5.1. 查询权限控制

招标文件要求：

根据用户角色、数据范围和权限配置控制可查询的数据对象和字段范围，确保即席查询能力在安全可控前提下开放。

我方响应：

我方系统会根据用户的角色、数据范围、权限配置，精准控制用

户可查询的数据对象、字段范围，确保即席查询能力在安全可控的前提下开放，保障数据安全，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2. 协同关联分析

协同关联分析支持多人员联合开展多维度数据比对挖掘，依托样本组织、关联分析、结果展示、结果管理实现协作研判；样本组织可筛选、分组、合并多源试验与业务样本集；关联分析自动做多字段、多数据集相关性、因果性计算；结果展示提供对比图表、联动视图；结果管理统一存档协作分析报告与中间样本，方便多人查阅迭代。

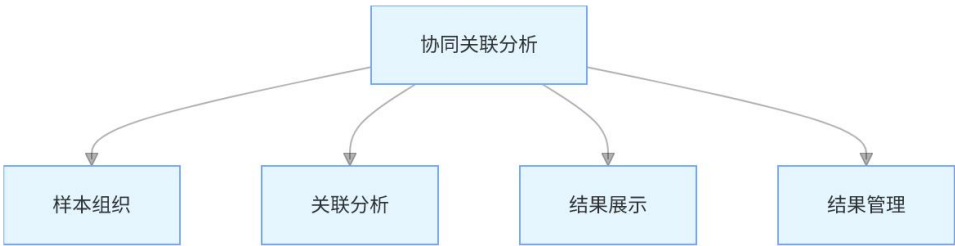


图 114 协同关联分析功能组成图

2.3.2.1. 样本组织

样本组织是协同分析的前置样本归集模块，包含多实验样本筛选、样本分组管理、协同分析任务创建；可跨试验批次筛选目标样本集，按工况、批次分组归类，基于选定样本一键发起多人协同分析任务，搭建协作分析基础数据集。

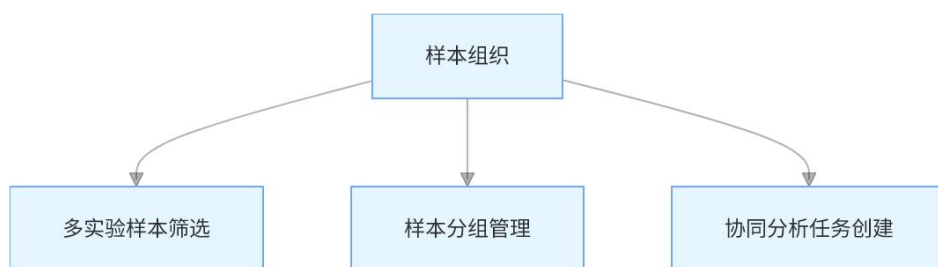


图 115 样本组织功能组成图

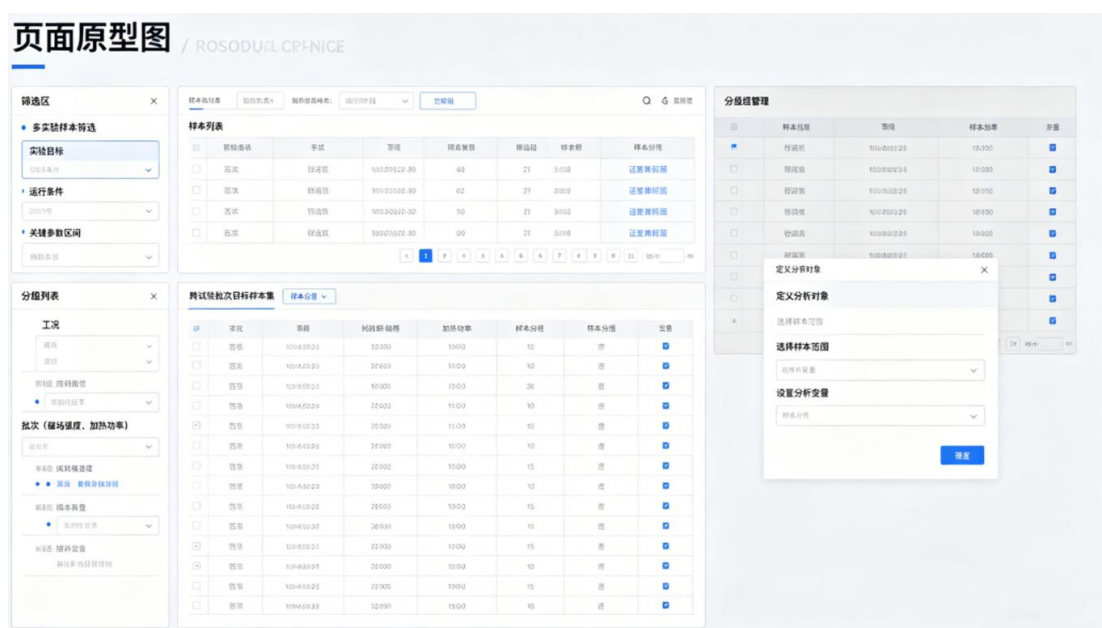


图 116 样本组织功能示意图

2.3.2.1.1. 多实验样本筛选

招标文件要求：

支持从大量实验记录中按实验目标、运行条件、诊断覆盖情况、关键参数区间等条件筛选可比实验样本集合，为关联分析提供基础样本。

我方响应：

我方系统支持从海量实验记录中，按照实验目标、运行条件、诊

断覆盖情况、关键参数区间等条件，筛选出可比的实验样本集合，为后续的关联分析提供可靠的基础样本，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.1.2. 样本分组管理

招标文件要求：

支持按照磁场强度、加热功率、放电模式等条件对实验样本进行分组管理，便于开展组间对比分析。

我方响应：

我方系统支持按照磁场强度、加热功率、放电模式等条件，对筛选出的实验样本进行分组管理，便于后续开展组间的对比分析工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.1.3. 协同分析任务创建

招标文件要求：

支持用户创建协同关联分析任务，定义分析对象、样本范围、分析变量、目标指标和输出方式，形成规范化分析流程。

我方响应：

我方系统支持用户创建协同关联分析任务，可自定义分析对象、样本范围、分析变量、目标指标、输出方式等内容，形成规范化的协同分析流程，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.2. 关联分析

关联分析实现多维度深度数据挖掘，依托多 Shot 协同对比、多变量关联分析、参数敏感性分析、多元统计分析、异常样本识别；批

量对比多试验批次差异，计算变量相关性、参数影响敏感度，开展多元统计建模，自动标记偏离常态的异常样本，挖掘内在数据规律。

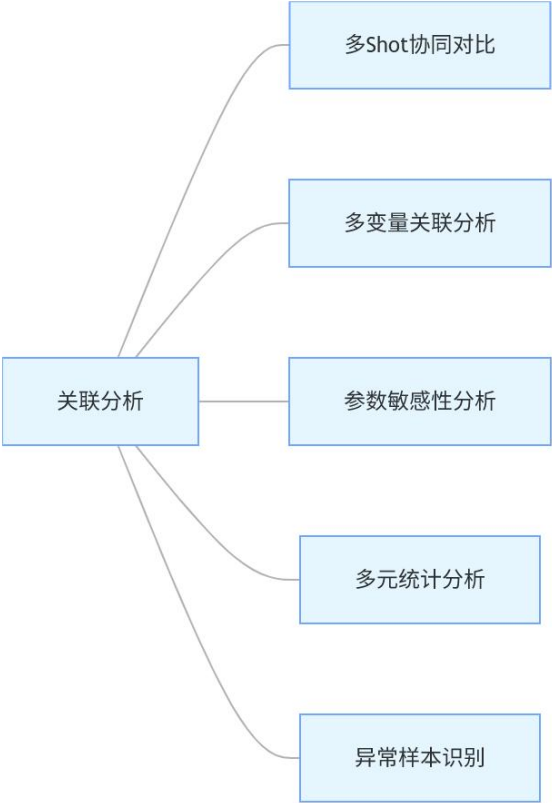


图 117 关联分析功能组成图



图 118 关联分析功能示意图

2.3.2.2.1. 多 Shot 协同对比

招标文件要求：

支持对多个 Shot 的关键参数、诊断结果和物理指标进行协同展示和对比分析，识别实验之间的共性与差异。

我方响应：

我方系统支持对多个 Shot 的关键参数、诊断结果、物理指标进行协同展示与对比分析，可帮助科研人员快速识别不同实验之间的共性与差异，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.2.2. 多变量关联分析

招标文件要求：

支持围绕多个实验控制变量与结果变量开展关联分析，识别对等离子体状态和物理结果影响较大的关键因素。

我方响应：

我方系统支持围绕多个实验控制变量、结果变量开展关联分析，

可帮助科研人员识别出对等离子体状态、物理结果影响较大的关键因素，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.2.3. 参数敏感性分析

招标文件要求：

支持分析某一关键参数变化对目标结果的敏感程度，辅助科研人员识别重要调节参数和关键影响因素。

我方响应：

我方系统支持分析单个关键参数的变化对目标结果的敏感程度，可辅助科研人员识别出重要的调节参数、关键影响因素，为实验优化提供依据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.2.4. 多元统计分析

招标文件要求：

支持开展相关性分析、聚类分析、回归分析、趋势分析等多元统计方法，挖掘实验参数组合与实验结果之间的规律。

我方响应：

我方系统支持开展相关性分析、聚类分析、回归分析、趋势分析等多种多元统计方法，可有效挖掘实验参数组合与实验结果之间的内在规律，辅助科研人员开展深度分析，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.2.5. 异常样本识别

招标文件要求：

在协同分析过程中识别明显偏离总体规律的异常实验样本，辅助

科研人员发现特殊实验现象或异常数据。

我方响应：

我方系统可在协同分析过程中，自动识别出明显偏离总体规律的异常实验样本，可辅助科研人员快速发现特殊的实验现象、异常数据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.3. 结果展示

结果展示可视化呈现协同分析结论，通过协同分析图表展示直观对比多样本曲线、指标差异，配套文字化结果解释说明，清晰标注分析逻辑、数值含义与初步研判，便于协作人员统一理解分析结论。

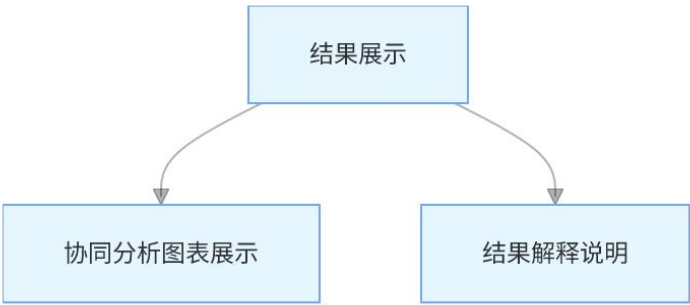


图 119 结果展示功能组成图

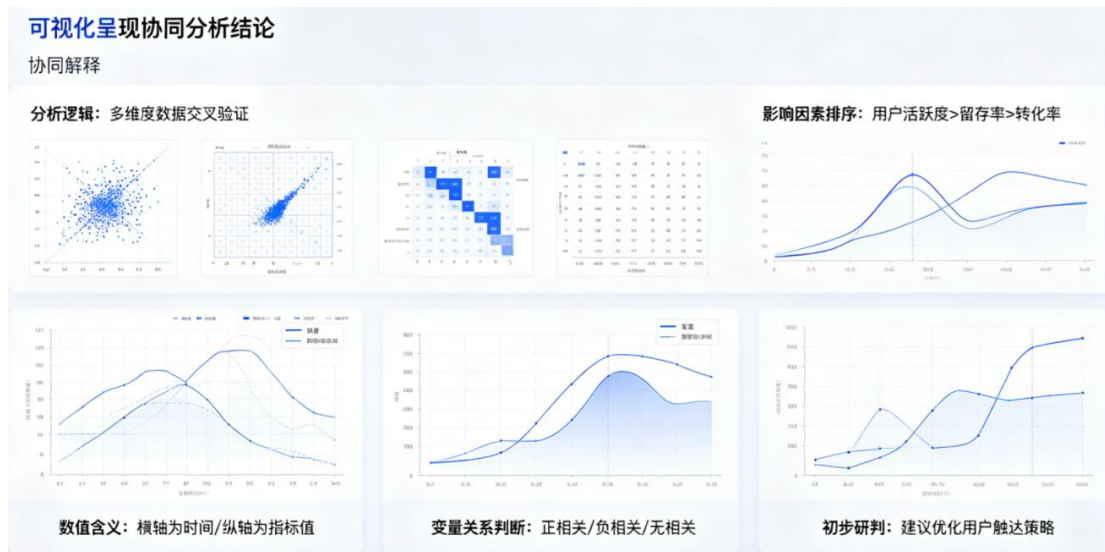


图 120 结果展示功能示意图

2.3.2.3.1. 协同分析图表展示

招标文件要求：

支持通过散点图、相关矩阵图、趋势图、对比图等方式展示协同分析结果，提高规律分析和结果解释的直观性。

我方响应：

我方系统支持通过散点图、相关矩阵图、趋势图、对比图等多种可视化图表，展示协同分析的结果，有效提升规律分析、结果解释的直观性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.3.2. 结果解释说明

招标文件要求：

对协同分析结果给出说明性展示，如影响因素排序、变量关系判断、样本覆盖情况等，帮助用户理解分析结论。

我方响应：

我方系统会对协同分析的结果给出说明性的展示，包括影响因素

排序、变量关系判断、样本覆盖情况等内容，帮助用户快速理解分析结论，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.4. 结果管理

结果管理归档协同分析全流程资料，可完整留存筛选、运算、对比全步骤分析过程记录，支持分析图表、指标数据集、报告离线导出，实现分析过程可追溯、成果可交付存档。

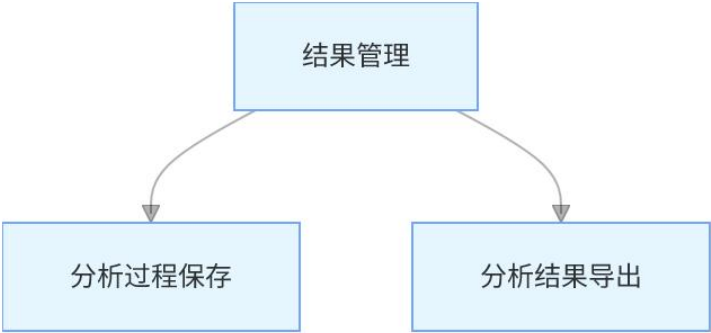


图 121 结果管理功能组成图

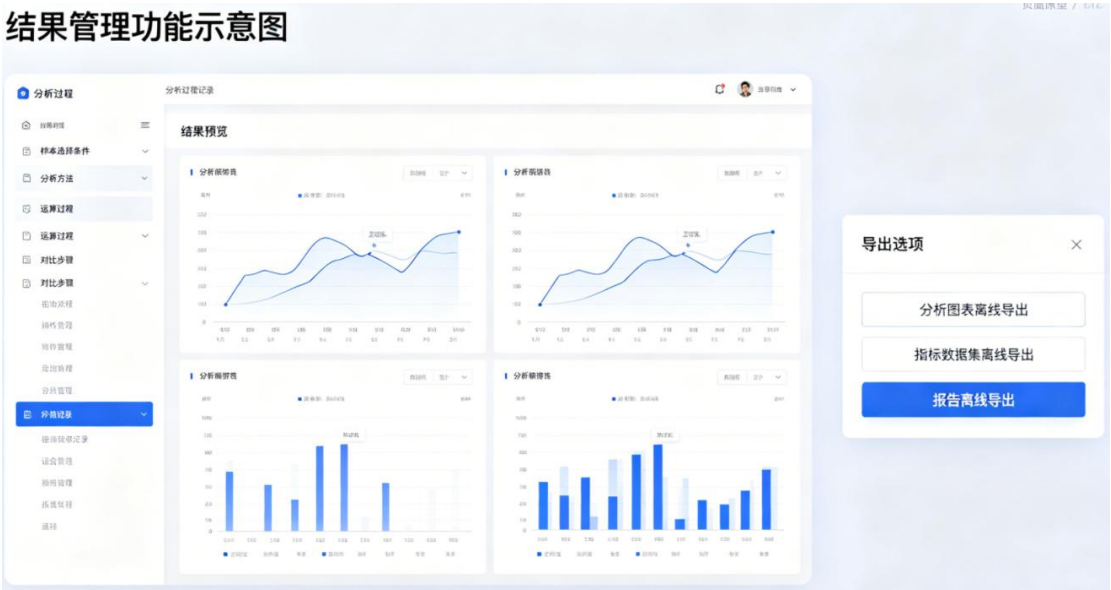


图 122 结果管理功能示意图

2.3.2.4.1. 分析过程保存

招标文件要求：

支持保存协同分析过程中的样本选择条件、分析方法、结果视图和备注信息，便于后续复核和复用。

我方响应：

我方系统支持保存协同分析过程中的样本选择条件、分析方法、结果视图、备注信息等内容，便于后续的分析复核、配置复用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.2.4.2. 分析结果导出

招标文件要求：

支持将分析结果数据和图表导出为文件，便于用于专题研究、汇报材料和后续深度分析。

我方响应：

我方系统支持将协同分析的结果数据、可视化图表导出为文件，方便用户用于专题研究、汇报材料、后续深度分析等工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.3. EFIT 可视化移植

EFIT 可视化移植完成原有专业 EFIT 可视化工具向新平台完整迁移适配，包含迁移适配、数据写入适配、展示优化、叠加展示优化、检索管理优化；迁移适配改造底层渲染框架兼容平台架构；数据写入适配对接平台存储读写格式；展示优化提升图表渲染精度与响应速度；叠加展示优化支持多工况、多批次曲线叠加对比；检索管理优

化加快工况数据集筛选调取速度，完整继承原有专业可视化分析能力。

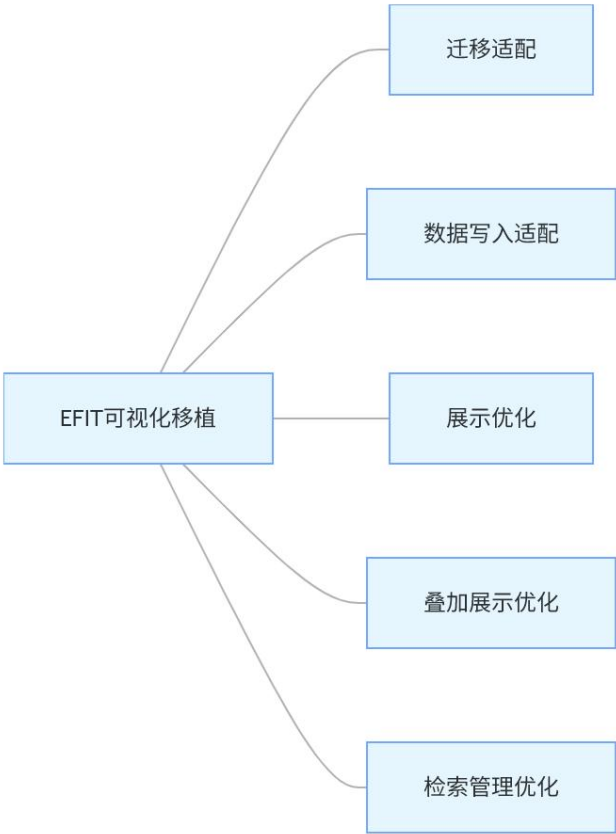


图 123 EFIT 可视化移植功能组成图

2.3.3.1. 迁移适配

迁移适配完成 EFIT 工具底层文件与归档体系平台兼容改造，Afile/Gfile 文件接入适配改造文件解析、读取逻辑适配平台存储架构；EFIT 结果归档管理优化重构归档目录、索引机制，提升历史工况文件存取稳定性与检索速度。

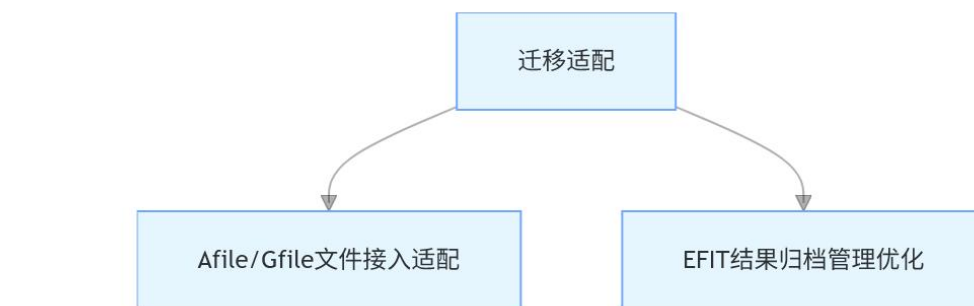


图 124 迁移配置功能组成图

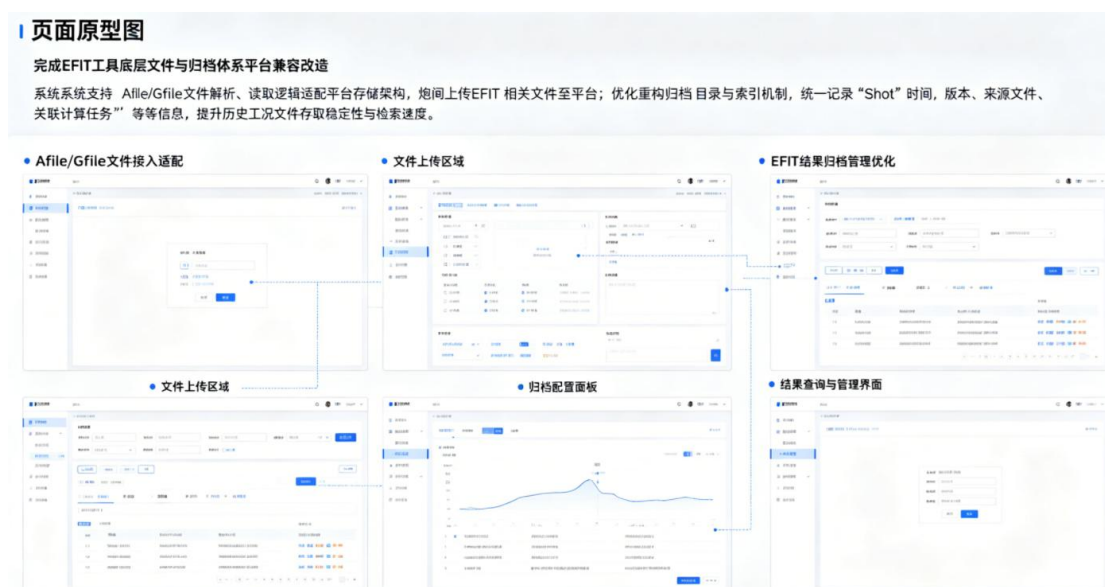


图 125 迁移适配功能示意图

2.3.3.1.1. Afile/Gfile 文件接入适配

招标文件要求：

基于现有数据中台已具备的 EFIT 可视化与数据处理能力，在大数据平台上完成 Afile/Gfile 文件接入流程的迁移与适配，支持在炮间将 EFIT 相关文件上传至平台，实现与新平台数据体系的统一衔接。

我方响应：

我方系统基于现有数据中台的 EFIT 可视化、数据处理能力，在大数据平台上完成了 Afile/Gfile 文件接入流程的迁移与适配，支持在炮间将 EFIT 相关文件上传至平台，实现与新平台数据体系的统一衔接，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.3.1.2. EFIT 结果归档管理优化

招标文件要求：

在继承现有 EFIT 结果管理能力基础上，面向大数据平台完善 EFIT 计算结果的集中归档与管理机制，统一记录 Shot、时间、版本、来源文件、关联计算任务等信息，提升结果查询、追溯与复现能力。

我方响应：

我方系统在继承现有 EFIT 结果管理能力的基础上，面向大数据平台完善了 EFIT 计算结果的集中归档与管理机制，统一记录 Shot、时间、版本、来源文件、关联计算任务等信息，有效提升了结果查询、追溯、复现的能力，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.3.2. 数据写入适配

数据写入适配打通 EFIT 运算结果向平台数据库同步链路，标准化转换 EFIT 输出格式，稳定批量写入库表，实现可视化数据与平台全域数据池打通，统一存储管理。

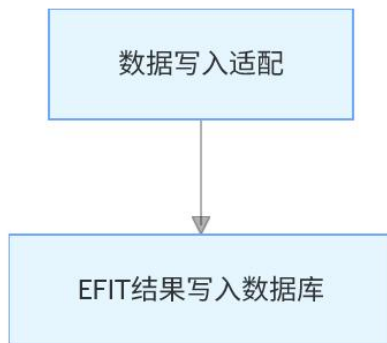


图 126 数据写入适配功能组成图



图 127 数据写入适配功能示意图

2.3.3.2.1. EFIT 结果写入数据库

招标文件要求：

基于大数据平台的数据存储体系,对现有 EFIT 结果入库能力进行迁移和适配,支持将 EFIT 平衡反演结果写入相关数据存储,实现与实验数据、关键参数及专题分析数据的统一管理。

我方响应：

我方系统基于大数据平台的数据存储体系,对现有 EFIT 结果入库能力进行了迁移与适配,支持将 EFIT 平衡反演结果写入相关数据

存储，实现与实验数据、关键参数、专题分析数据的统一管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.3.3. 展示优化

展示优化升级 EFIT 核心绘图渲染性能，分别对位形静态图纸、时序演化动态动图做渲染提速、分辨率提升、交互优化，解决大工况图纸卡顿、模糊问题，还原专业级可视化展示效果。

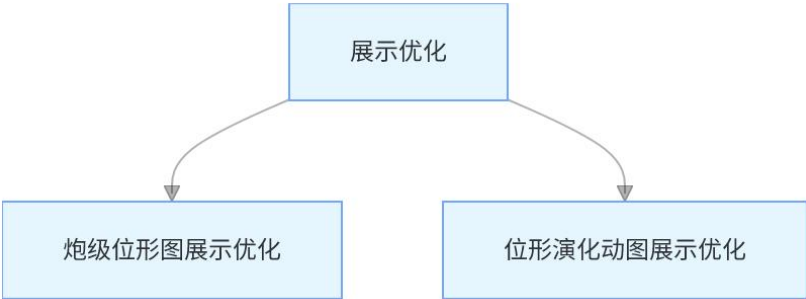


图 128 展示优化功能组成图

2.3.3.3.1. 炮级位形图展示优化

招标文件要求：

在保留现有炮级位形图展示能力基础上，面向大数据平台优化数据读取、结果渲染与交互展示流程，支持按 Shot 快速查看每炮 EFIT 位形图结果，满足用户对反演结果快速浏览的需求。

我方响应：

我方系统在保留现有炮级位形图展示能力的基础上，面向大数据平台优化了数据读取、结果渲染、交互展示的流程，支持按 Shot 快速查看每炮的 EFIT 位形图结果，充分满足用户对反演结果快速浏览

的需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.3.3.2. 位形演化动图展示优化

招标文件要求：

基于现有 EFIT 可视化能力，在大数据平台上迁移并优化位形演化展示功能，支持生成和展示 EFIT 结果 GIF 动图或连续帧动画，用于观察位形随时间变化的演化过程。

我方响应：

我方系统基于现有 EFIT 可视化能力，在大数据平台上迁移并优化了位形演化展示功能，支持生成、展示 EFIT 结果的 GIF 动图、连续帧动画，可用于观察位形随时间变化的演化过程，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.3.4. 叠加展示优化

叠加展示优化针对 CCD 影像与位形曲线叠加视图做适配优化，提升图层对齐精度、叠加渲染流畅度，实现影像与数值曲线精准重合对比分析。

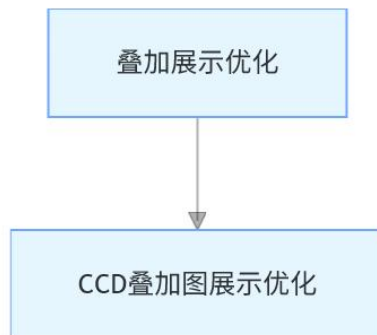


图 129 叠加展示优化功能组成图

2.3.3.4.1. CCD 叠加图展示优化

招标文件要求：

在现有 EFIT 与 CCD 图像叠加分析基础上，完成相关功能在大数据平台上的迁移与优化，支持将 EFIT 位形结果与 CCD 图像进行叠加显示，提升反演结果与实际观测图像对比分析能力。

我方响应：

我方系统在现有 EFIT 与 CCD 图像叠加分析能力的基础上，完成了相关功能在大数据平台上的迁移与优化，支持将 EFIT 位形结果与 CCD 图像进行叠加显示，有效提升了反演结果与实际观测图像的对比分析能力，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.3.5. 检索管理优化

检索管理优化构建 Shot 主键索引体系，实现按试验批次快速筛选匹配 EFIT 全套工况结果，大幅缩短多批次工况调取加载耗时，提升分析切换效率。

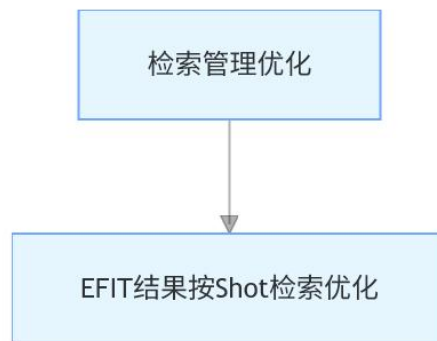


图 130 检索管理优化功能组成图

2.3.3.5.1. EFIT 结果按 Shot 检索优化

招标文件要求：

基于大数据平台的数据组织与索引能力，对现有 EFIT 结果检索功能进行迁移与优化，支持按 Shot、时间段、版本等条件对 EFIT 结果进行快速检索，提高反演结果使用效率。

我方响应：

我方系统基于大数据平台的数据组织、索引能力，对现有 EFIT 结果检索功能进行了迁移与优化，支持按 Shot、时间段、版本等条件对 EFIT 结果进行快速检索，有效提升了反演结果的使用效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.4. 波形可视化移植

波形可视化移植实现时序波形绘图工具平台化迁移，依靠移植适配、波形展示优化两大能力；移植适配重构波形解析、渲染内核适配平台运行环境；波形展示优化提升超大采样量波形缩放、拖拽、标记

交互性能，保障高频时序试验波形流畅精准展示，替代老旧独立波形软件。

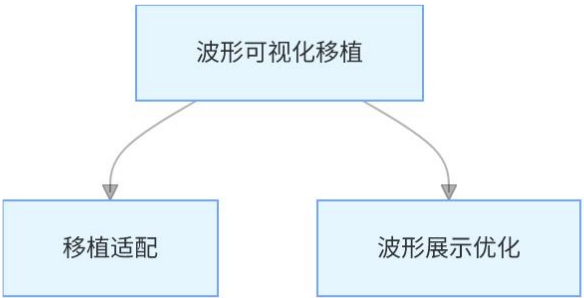


图 131 波形可视化移植功能组成图

2.3.4.1. 移植适配

移植适配完成整套波形工具平台化迁移改造，完整移植波形应用主体程序与全部展示交互功能；适配缩放局部查看、多通道多批次对比核心操作；优化超大波形分片按需加载；保留原始数据、图表导出能力，完整继承老旧波形分析工具全部业务能力。

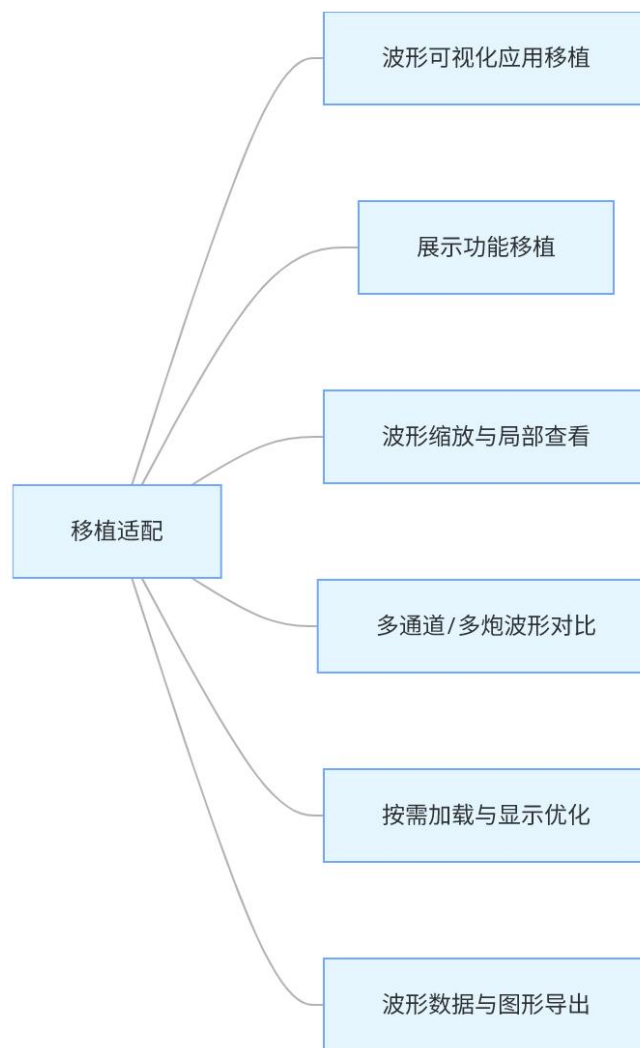


图 132 移植适配功能组成图

2.3.4.1.1. 波形可视化应用移植

招标文件要求：

基于现有数据中台已具备的波形可视化能力，结合大数据平台底层数据存储结构、数据访问方式和接口体系的变化，对原有波形可视化应用进行移植与适配，确保现有波形浏览分析能力可在新平台上延续使用。

我方响应：

我方系统基于现有数据中台的波形可视化能力，结合大数据平台底层数据存储结构、数据访问方式、接口体系的变化，对原有波形可视化应用进行了移植与适配，确保现有的波形浏览分析能力可在新平台上延续使用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.4.1.2. 展示功能移植

招标文件要求：

完成现有在线波形查看功能在新平台上的移植，支持用户通过浏览器查看实验波形数据，满足日常波形浏览与基础分析需求。

我方响应：

我方系统完成了现有在线波形查看功能在新平台上的移植，支持用户通过浏览器查看实验波形数据，充分满足日常的波形浏览、基础分析需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.4.1.3. 波形缩放与局部查看

招标文件要求：

完成波形缩放、拖拽、局部查看等常用交互功能的移植与适配，提升长时间序列数据的查看效率和使用体验。

我方响应：

我方系统完成了波形缩放、拖拽、局部查看等常用交互功能的移植与适配，有效提升了长时间序列数据的查看效率，优化了用户的使用体验，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.4.1.4. 多通道 / 多炮波形对比

招标文件要求：

基于现有波形分析能力，在新平台上移植多通道叠加展示及多炮波形对比功能，满足实验对比分析和专题研究场景需要。

我方响应：

我方系统基于现有波形分析能力，在新平台上移植了多通道叠加展示、多炮波形对比功能，可充分满足实验对比分析、专题研究的场景需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.4.1.5. 按需加载与显示优化

招标文件要求：

针对新平台底层数据存储结构变化，对波形数据读取、分段加载和展示性能进行适配优化，支持根据显示范围按需获取数据，提升大规模波形展示效率。

我方响应：

我方系统针对新平台底层数据存储结构的变化，对波形数据读取、分段加载、展示性能进行了适配优化，支持根据显示范围按需获取数据，有效提升了大规模波形的展示效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.4.1.6. 波形数据与图形导出

招标文件要求：

完成波形数据下载及波形图片导出等常用输出功能在新平台上的移植，方便用户开展离线分析、科研制图和成果汇报。

我方响应：

我方系统完成了波形数据下载、波形图片导出等常用输出功能在新平台上的移植，方便用户开展离线分析、科研制图、成果汇报等工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.4.2. 波形展示优化

波形展示优化新增三维波形渲染能力，支持多维度时序波形立体呈现，丰富波形分析视角，提升复杂多通道波形空间分布研判直观度。

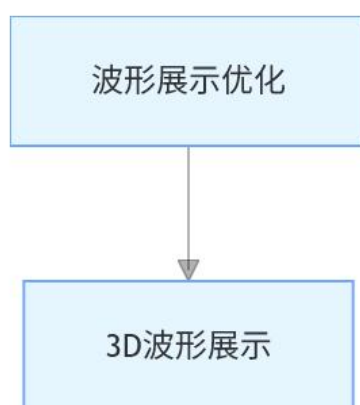


图 133 波形展示优化功能组成图

2.3.4.2.1. 3D 波形展示

招标文件要求：

支持选择需要展示的通道，曲线图像与 xoy 平面平行，按照用户自定义 z 轴位置排列。

我方响应：

我方系统支持用户选择需要展示的通道，曲线图像与 xoy 平面

保持平行，可按照用户自定义的 z 轴位置进行排列，实现三维波形的展示，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.5. 关键参数计算与检索移植

关键参数计算与检索移植将成熟指标运算、快速检索体系迁移至大数据平台，覆盖移植适配、模型适配、计算移植、结果管理移植、检索功能移植、溯源与展示优化；移植适配对接平台资源调度架构；模型适配校准原有物理计算模型精度；计算移植完整迁移批 / 实时参数运算逻辑；结果管理移植沿用历史指标存档规范；检索功能移植实现指标秒级筛选调取；溯源与展示优化绑定参数原始试验数据链路并优化报表呈现，无缝承接原有指标分析业务。

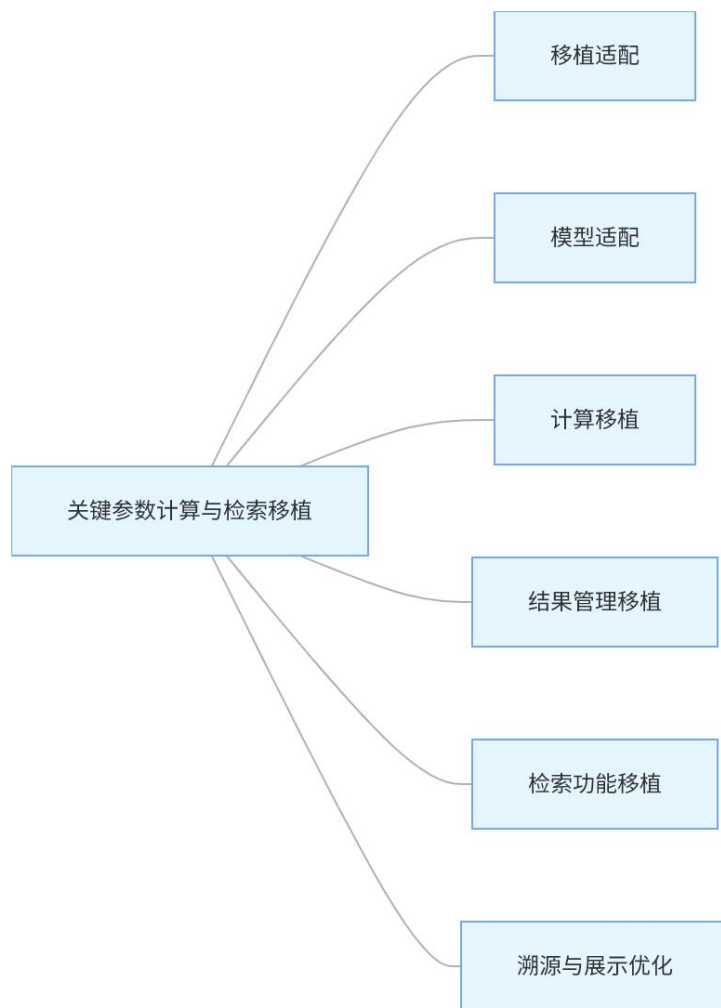


图 134 关键参数计算与检索移植功能组成图

2.3.5.1. 移植适配

移植适配将原有独立关键参数运算程序整体迁移至大数据平台，改造程序运行架构适配平台容器调度环境，完成应用主体工程化接入。

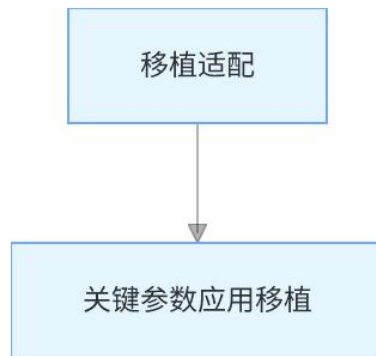


图 135 移植适配功能组成图

2.3.5.1.1. 关键参数应用移植

招标文件要求：

基于现有数据中台已具备的关键参数计算与检索能力，结合新大数据平台底层数据存储结构、数据访问方式和接口体系变化，对原有关键参数相关应用进行移植与适配，确保现有关键参数业务能力在新平台上延续使用。

我方响应：

我方系统基于现有数据中台的关键参数计算与检索能力，结合新大数据平台底层数据存储结构、数据访问方式、接口体系的变化，对原有关键参数相关应用进行了移植与适配，确保现有关键参数业务能力可在新平台上延续使用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.5.2. 模型适配

模型适配校准物理参数计算内核，校验原有算法模型系数、边界条件，适配平台输入数据源精度格式，保证移植前后计算结果一致性、

可信度。

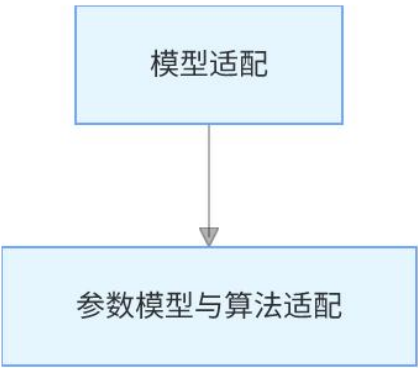


图 136 模型适配功能组成图

2.3.5.2.1. 参数模型与算法适配

招标文件要求：

对现有关键参数定义、输入通道映射、计算逻辑和算法配置进行适配调整，使其能够对接新平台的数据组织结构和计算运行环境。

我方响应：

我方系统对现有关键参数定义、输入通道映射、计算逻辑、算法配置进行了适配调整，使其能够对接新平台的数据组织结构、计算运行环境，保障计算结果的一致性，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.5.3. 计算移植

计算移植迁移批处理运算逻辑，支持多 Shot 试验数据集并行批量运算，复用原有批量调度逻辑，适配平台算力资源池实现高效批量指标产出。

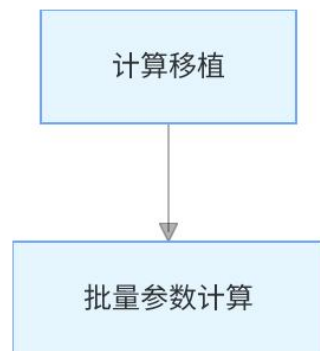


图 137 移植计算功能组成图

2.3.5.3.1. 批量参数计算

招标文件要求：

完成现有关键参数批量计算能力在新平台上的移植，支持按 Shot 范围或指定数据范围执行关键参数计算，形成结构化参数结果。

我方响应：

我方系统完成了现有关键参数批量计算能力在新平台上的移植，支持按 Shot 范围、指定数据范围执行关键参数计算，生成标准化的结构化参数结果，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.5.4. 结果管理移植

结果管理移植搭建参数指标持久化体系，运算完成自动入库归档，沿用原有结果分类、版本、台账管理规范，统一纳入平台数据资产体系。

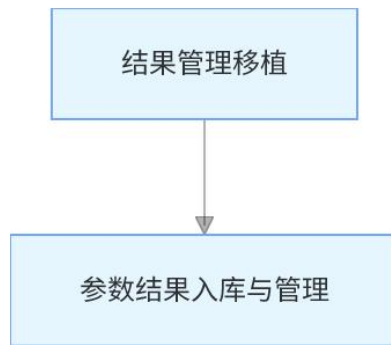


图 138 结果管理移植功能组成图

2.3.5.4.1. 参数结果入库与管理

招标文件要求：

基于新平台数据存储体系，完成关键参数结果入库、归档和管理功能移植，实现关键参数结果与实验数据、专题分析结果的统一管理。

我方响应：

我方系统基于新平台的数据存储体系，完成了关键参数结果入库、归档、管理功能的移植，实现了关键参数结果与实验数据、专题分析结果的统一管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.5.5. 检索功能移植

检索功能移植迁移多维度条件筛选逻辑，支持按指标数值范围、Shot 批次、时间等条件快速检索历史关键参数结果，兼容原有查询筛选习惯。



图 139 检索功能移植功能组成图

2.3.5.5.1. 参数条件检索

招标文件要求：

完成关键参数检索功能在新平台上的移植与适配，支持按 Shot、参数名称、参数区间、时间范围等条件查询关键参数结果，提升参数使用效率。

我方响应：

我方系统完成了关键参数检索功能在新平台上的移植与适配，支持按 Shot、参数名称、参数区间、时间范围等条件查询关键参数结果，有效提升了参数的使用效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.5.6. 溯源与展示优化

溯源与展示优化绑定参数与原始试验波形、工况数据血缘链路，一键追溯指标计算源头数据；优化指标表格、对比图表展示样式，清晰呈现数值与误差区间。

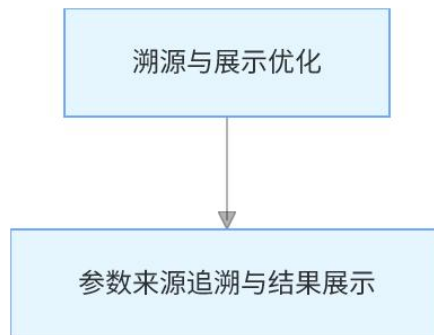


图 140 溯源与展示优化功能组成图

2.3.5.6.1. 参数来源追溯与结果展示

招标文件要求：

在现有关键参数管理基础上，支持参数结果与原始数据、算法版本、计算任务等信息关联展示，便于用户理解参数来源和使用背景。

我方响应：

我方系统在现有关键参数管理能力的基础上，支持将参数结果与原始数据、算法版本、计算任务等信息进行关联展示，便于用户快速理解参数的来源、使用背景，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6. 智能分析

智能分析是平台 AI 赋能研判核心模块，由自然语言数据检索、Shot 分析、质量分析、分析辅助构成；自然语言数据检索支持口语化问句直接查询数据集、指标；Shot 分析针对试验批次自动做特征聚类、异常识别；质量分析依托算法自动打分、定位数据缺陷；分析辅助提供智能推荐分析维度、自动生成初步结论，降低人工分析门槛，

提升挖掘深度与效率。

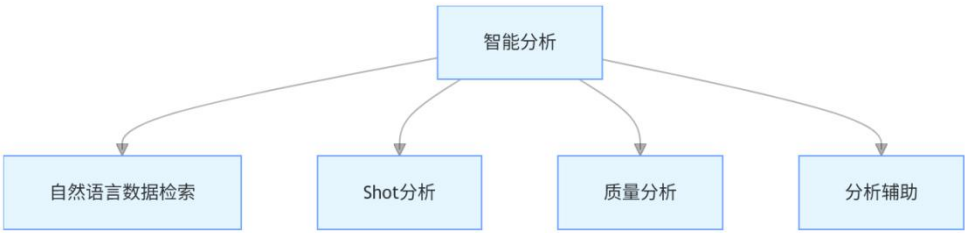


图 141 智能分析功能组成图

2.3.6.1. 自然语言数据检索

自然语言数据检索是 AI 轻量化交互查询入口，支持口语化自然语言直接发起找数请求；智能解析目录、拆解复合查询条件；根据业务场景自动推荐相关数据集；对返回结果给出语义化解释；一键跳转原始数据快速访问，降低普通人员 SQL 使用门槛。

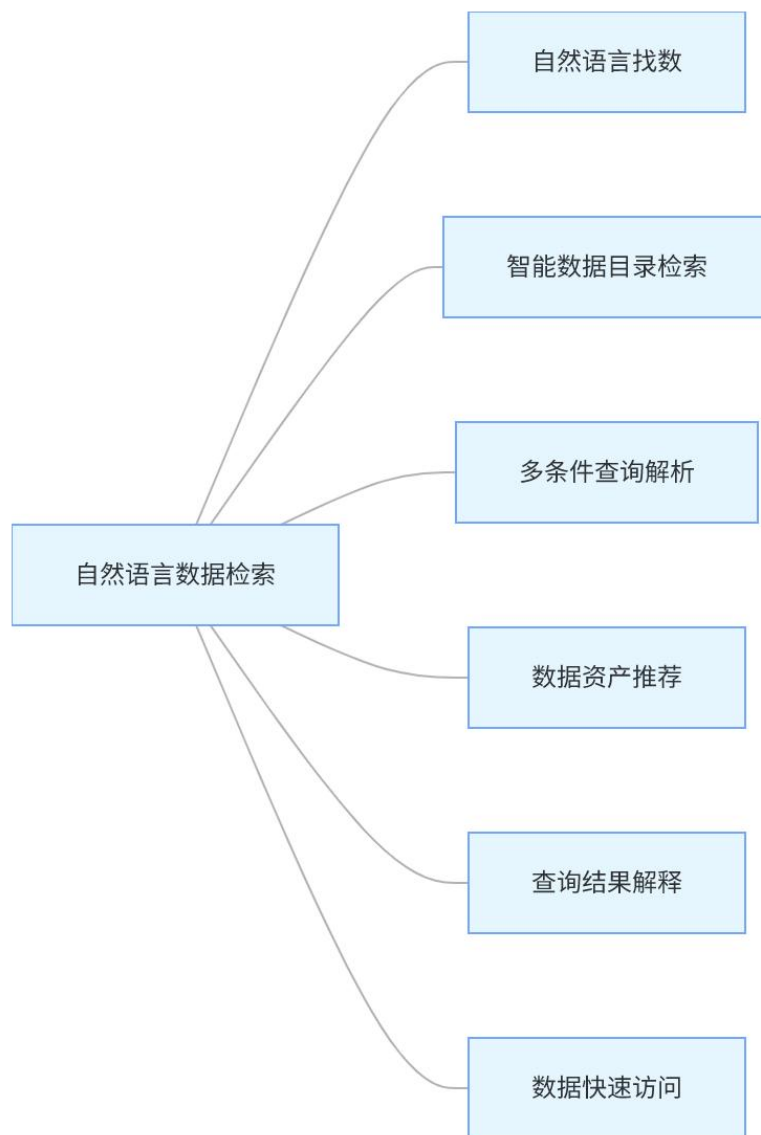


图 142 自然语言数据检索功能组成图

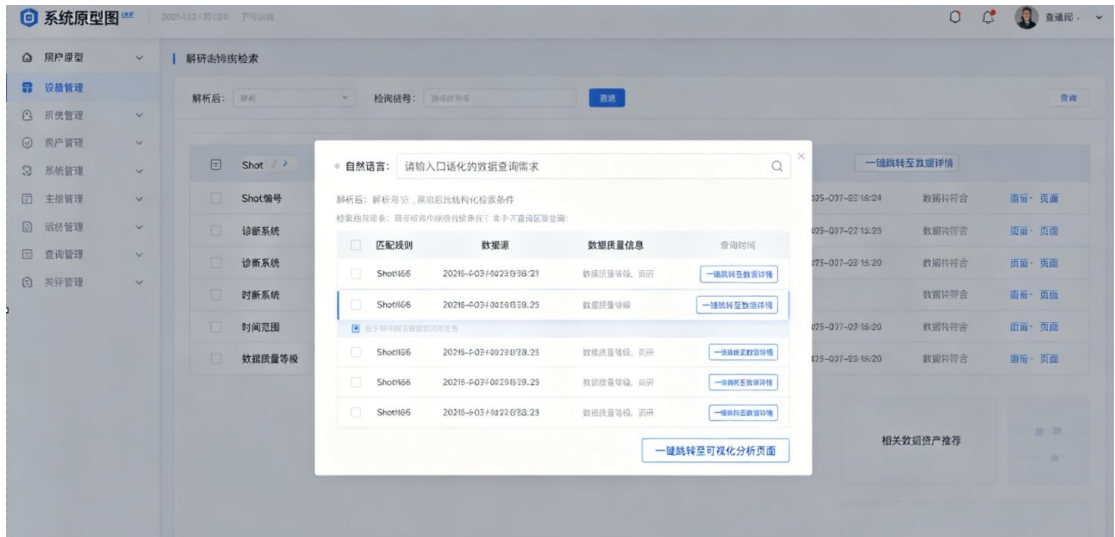


图 143 自然语言数据检索功能示意图

2.3.6.1.1. 自然语言找数

招标文件要求：

支持用户通过自然语言描述数据需求，例如“查找 2024 年以来高质量的汤姆逊散射数据”或“找最近 100 个稳定放电的 Shot”，系统自动解析用户意图并检索平台数据目录，返回符合条件的数据资产列表。

我方响应：

我方系统支持用户通过自然语言描述数据需求，比如“查找 2024 年以来高质量的汤姆逊散射数据”“找最近 100 个稳定放电的 Shot”，系统可自动解析用户的查询意图，检索平台的数据目录，返回符合条件的数据资产列表，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.1.2. 智能数据目录检索

招标文件要求：

基于平台元数据和数据目录信息，实现对 Shot、诊断系统、数据类型、时间范围等条件的智能检索，支持自然语言查询与结构化检索条件的自动转换。

我方响应：

我方系统基于平台的元数据、数据目录信息，实现了对 Shot、诊断系统、数据类型、时间范围等条件的智能检索，支持自然语言查询与结构化检索条件的自动转换，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.1.3. 多条件查询解析

招标文件要求：

支持对复杂查询语句进行解析，例如同时包含时间范围、诊断系统、数据质量等级等条件，并自动生成相应的数据查询条件。在标准测试环境下，采用甲方提供的典型测试语句集进行验证，查询条件解析准确率应不低于 90%，单条查询语句平均解析响应时间不超过 5 秒，最大响应时间不超过 10 秒；

我方响应：

我方系统支持对复杂查询语句进行解析，比如同时包含时间范围、诊断系统、数据质量等级等多条件的语句，可自动生成对应的数据查询条件。经测试，查询条件解析准确率不低于 90%，单条查询语句平均解析响应时间不超过 5 秒，最大响应时间不超过 10 秒，性能指标完全达标，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.1.4. 数据资产推荐

招标文件要求：

在返回查询结果的同时，自动推荐相关数据资产，例如相似实验数据、同类诊断数据或同一实验阶段的相关数据集。

我方响应：

我方系统在返回查询结果的同时，会自动为用户推荐相关的数据资产，比如相似实验数据、同类诊断数据、同一实验阶段的相关数据集，帮助用户拓展分析范围，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.1.5. 查询结果解释

招标文件要求：

对检索结果提供解释说明，例如匹配条件、数据来源、数据质量等级等信息，帮助用户理解查询结果。

我方响应：

我方系统会对检索结果提供详细的解释说明，包括匹配条件、数据来源、数据质量等级等信息，帮助用户快速理解查询结果，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.1.6. 数据快速访问

招标文件要求：

支持从自然语言检索结果中直接跳转至数据目录、数据详情页面或数据可视化界面，实现数据快速访问和分析。

我方响应：

我方系统支持用户从自然语言检索结果中，直接跳转至数据目录、数据详情页面、数据可视化界面，实现数据的快速访问与分析，提升使用效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.2. Shot 分析

Shot 分析面向试验批次做智能化批量研判，自动识别划分试验 Shot 单元；汇总全量波形、参数、质量数据；生成单批次文字摘要；

自动标记异常工况；批量对比多批次差异并输出对比摘要；一键跳转对应查询、可视化工具，实现试验数据一站式智能研判。

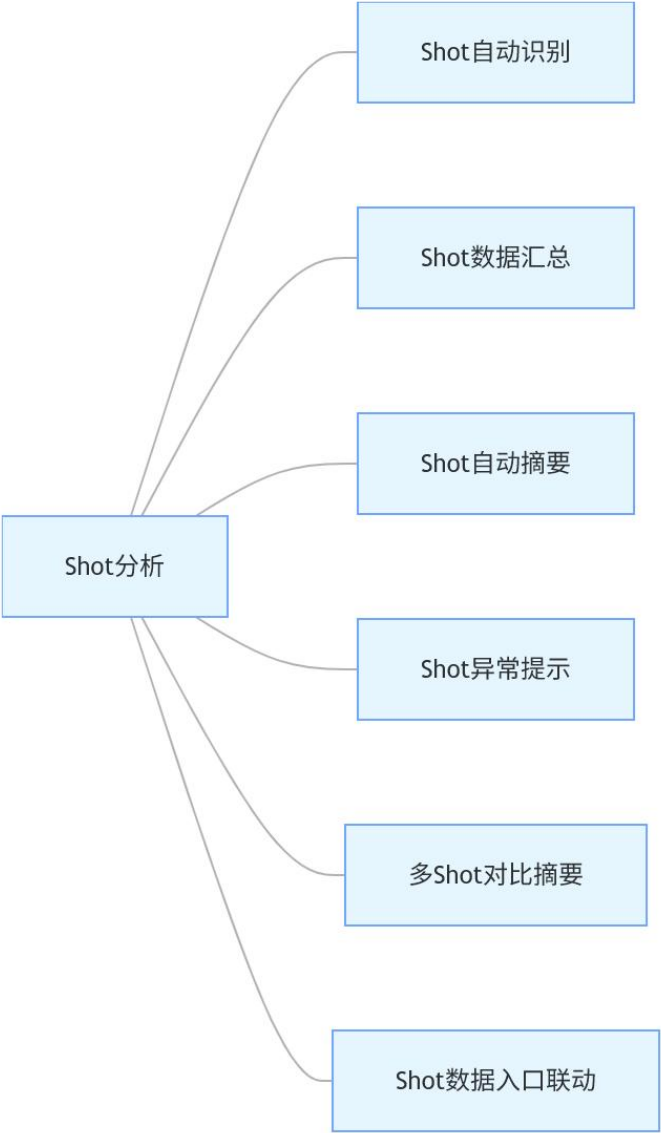


图 144 Shot 分析功能组成图



图 145 SHot 分析功能示意图

2.3.6.2.1. Shot 自动识别

招标文件要求：

支持用户输入 Shot 编号或从数据目录选择 Shot，系统自动识别对应的实验数据、诊断系统数据和相关指标。

我方响应：

我方系统支持用户输入 Shot 编号，或者从数据目录中选择 Shot，系统会自动识别对应的实验数据、诊断系统数据、相关指标，快速完成数据归集，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.2.2. Shot 数据汇总

招标文件要求：

自动汇总指定 Shot 的主要实验信息，包括放电时间、关键诊断数据、物理指标计算结果、数据质量状态等内容。

我方响应：

我方系统可自动汇总指定 Shot 的主要实验信息，包括放电时间、

关键诊断数据、物理指标计算结果、数据质量状态等内容，一站式展示实验的核心信息，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.2.3. Shot 自动摘要

招标文件要求：

基于 Shot 相关数据和指标信息，自动生成 Shot 实验摘要，包括实验基本情况、关键参数变化、主要诊断结果等内容。

我方响应：

我方系统基于 Shot 相关数据、指标信息，可自动生成 Shot 实验摘要，包含实验基本情况、关键参数变化、主要诊断结果等内容，帮助用户快速了解实验概况，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.2.4. Shot 异常提示

招标文件要求：

在 Shot 摘要中自动提示可能存在的异常情况，例如数据缺失、关键参数异常或质量评分较低的诊断数据。

我方响应：

我方系统会在 Shot 摘要中，自动提示可能存在的异常情况，比如数据缺失、关键参数异常、质量评分较低的诊断数据等，帮助用户快速发现问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.2.5. 多 Shot 对比摘要

招标文件要求：

支持选择多个 Shot 进行对比分析，自动总结不同 Shot 之间的主要差异，例如参数变化、诊断结果差异或指标变化趋势。

我方响应：

我方系统支持用户选择多个 Shot 进行对比分析，可自动总结不同 Shot 之间的主要差异，包括参数变化、诊断结果差异、指标变化趋势等，帮助用户快速开展对比研究，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.2.6. Shot 数据入口联动

招标文件要求：

在 Shot 摘要中提供数据访问入口，支持直接打开相关时序曲线、图像数据或诊断数据详情页面。

我方响应：

我方系统在 Shot 摘要中提供了数据访问的快捷入口，用户可直接打开相关的时序曲线、图像数据、诊断数据详情页面，快速开展深度分析，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.3. 质量分析

质量分析依托算法全自动完成数据品质闭环研判，自动扫描识别异常数据；归类定位设备、采集、运算等异常成因；汇总全局质量问题清单；自动输出标准化质量报表；时序分析质量涨跌趋势；针对缺陷给出标准化整改处置建议，大幅减少人工质检工作量。

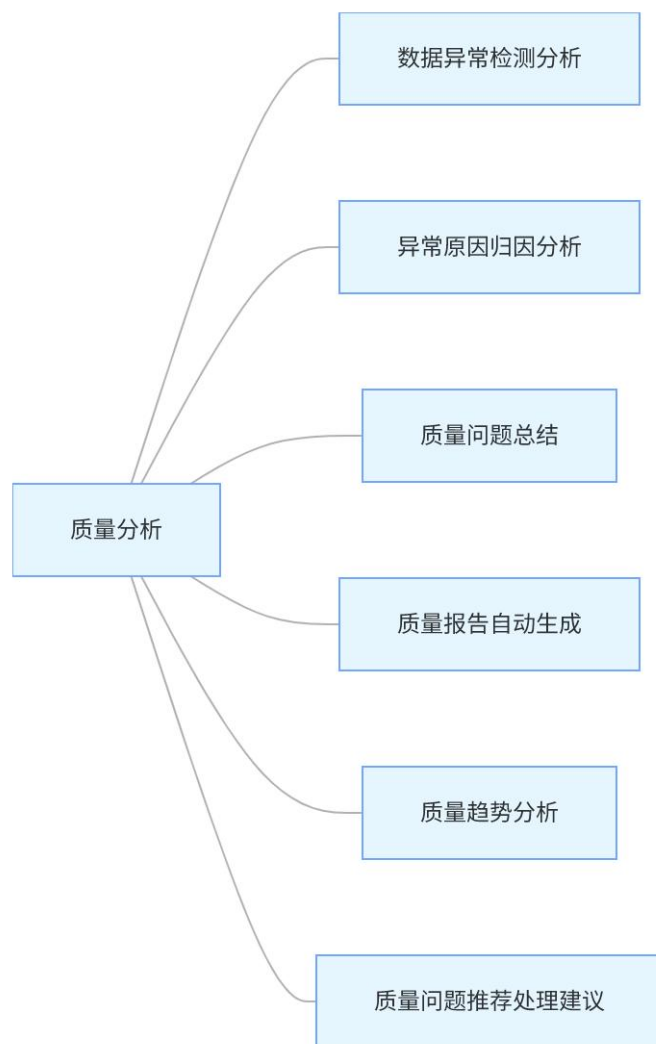


图 146 质量分析功能组成图



图 147 质量分析功能示意图

2.3.6.3.1. 数据异常检测分析

招标文件要求：

基于平台已有的数据质量检测结果，对异常数据进行分析，例如数据缺失、异常波动或数据连续性问题。

我方响应：

我方系统基于平台已有的数据质量检测结果，可对异常数据进行专项分析，比如数据缺失、异常波动、数据连续性问题等，精准定位数据质量问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.3.2. 异常原因归因分析

招标文件要求：

结合历史质量记录、数据特征和诊断系统信息，对数据异常进行原因分析，例如设备异常、数据采集问题或数据处理错误。

我方响应：

我方系统结合历史质量记录、数据特征、诊断系统信息，可对数据异常进行归因分析，识别出设备异常、数据采集问题、数据处理错误等异常原因，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.3.3. 质量问题总结

招标文件要求：

自动汇总某个数据集、Shot 或诊断系统中存在的主要质量问题，并生成问题清单。

我方响应：

我方系统可自动汇总某个数据集、Shot、诊断系统中存在的主要质量问题，自动生成标准化的问题清单，帮助用户全面掌握数据质量情况，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.3.4. 质量报告自动生成

招标文件要求：

根据数据质量检测结果和异常分析结果，自动生成数据质量分析报告，内容包括质量评分、异常情况、可能原因和改进建议。

我方响应：

我方系统可根据数据质量检测结果、异常分析结果，自动生成标准化的数据质量分析报告，报告内容包含质量评分、异常情况、可能原因、改进建议等，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.3.5. 质量趋势分析

招标文件要求：

对某类数据或某个诊断系统的数据质量变化情况进行分析，识别

质量变化趋势和潜在问题。

我方响应：

我方系统可对某类数据、某个诊断系统的数据质量变化情况进行趋势分析，识别数据质量的变化趋势、潜在的质量问题，提前做好预防，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.3.6. 质量问题推荐处理建议

招标文件要求：

据历史处理经验和规则库，对常见质量问题提供处理建议，例如重新采集数据、补全缺失数据或排查设备状态。

我方响应：

我方系统基于历史处理经验、质量规则库，可对常见的质量问题提供针对性的处理建议，比如重新采集数据、补全缺失数据、排查设备状态等，帮助用户快速处置问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.4. 分析辅助

分析辅助提供 AI 文书与操作支撑，自动生成试验背景、工况说明文档；批量生成数据集精简摘要；智能推送可行分析维度、运算思路提示；完整归档所有查询、分析操作记录，便于复盘追溯与报告撰写。

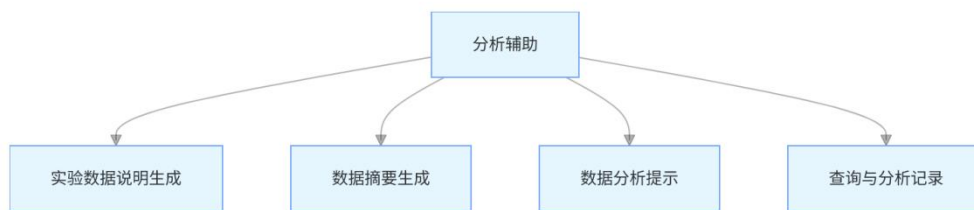


图 148 分析辅助功能组成图

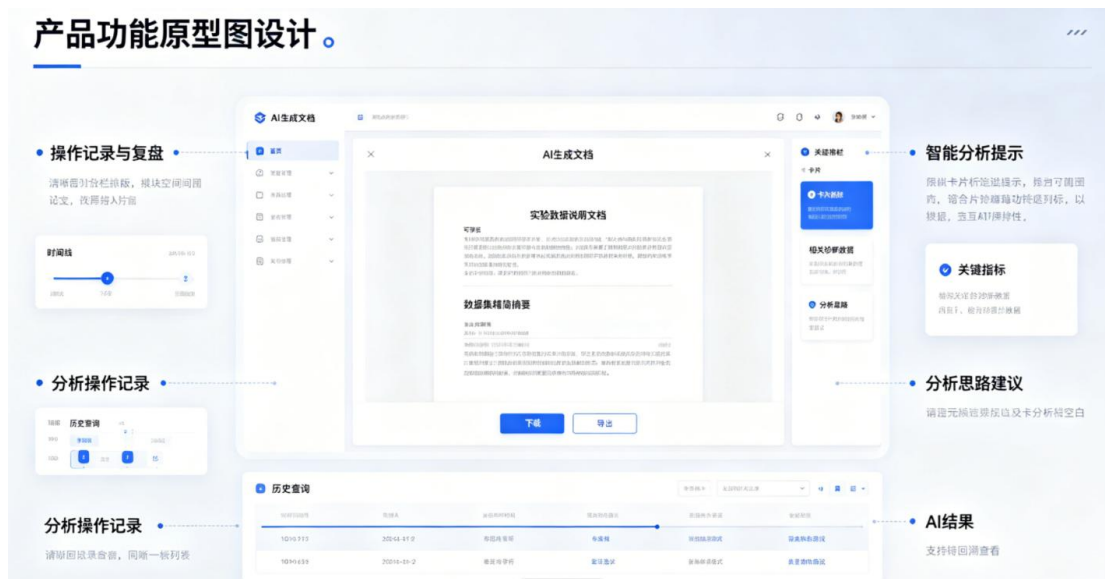


图 149 分析辅助功能示意图

2.3.6.4.1. 实验数据说明生成

招标文件要求:

根据数据集或 Shot 信息自动生成实验数据说明文档，包括数据来源、数据类型、主要字段含义和数据使用建议。

我方响应:

我方系统可根据数据集、Shot 信息，自动生成实验数据说明文档，包含数据来源、数据类型、主要字段含义、数据使用建议等内容，帮助用户快速了解数据，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.4.2. 数据摘要生成

招标文件要求：

对指定数据集自动生成简要说明，帮助用户快速理解数据内容和用途。

我方响应：

我方系统可对指定的数据集自动生成简要的说明文档，帮助用户快速理解数据的内容、用途，降低数据使用门槛，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.4.3. 数据分析提示

招标文件要求：

在用户查看数据时提供分析提示，例如推荐关注的关键指标或相关诊断数据。

我方响应：

我方系统在用户查看数据时，会自动提供分析提示，比如推荐用户关注的关键指标、相关的诊断数据等，辅助用户开展分析工作，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.3.6.4.4. 查询与分析记录

招标文件要求：

记录用户的自然语言查询和 AI 分析结果，便于用户后续查看历史分析过程。

我方响应：

我方系统会完整记录用户的自然语言查询、AI 分析结果，便于用户后续查看历史的分析过程，方便复盘与复用，完全符合招标要求，响应无偏离。

2.4. 性能要求

招标文件要求：

A.系统应支持 7×24 小时连续稳定运行，满足用户对存储数据的查询与展示需求。在正常运行条件下，系统可用率应不低于 99%，单次非计划停机时间不超过 4 小时，每月累计非计划停机时间不超过 8 小时；因计划维护、升级实施等经双方确认的停机时间可不计入上述统计范围。

B.系统应满足多客户端并发接入场景下的稳定运行要求，保证数据实时处理链路优先，避免离线任务或低优先级请求影响数据实时处理链路。

C.系统应支持多客户端并发访问数据，保证 ETL 任务在数据写入场景下系统稳定运行，不出现数据串扰、死锁或服务崩溃。

D.大数据实时湖仓引擎平台：需搭建接近真实业务场景的数据管道，使用大规模样本数据实测其批量数据导入速度，满足每分钟不低于 100GB 的要求。数据平台支撑的数据量大小应大于 200TB。

E.大数据开发治理平台：需测试平台数据集成模块的接入能力，至少支持 20 种以上数据源。对平台元数据查询、任务状态查询、配置读取等核心轻量级 API 进行测试，在不低于 100 并发请求条件下，接口平均响应时间应不高于 100 毫秒，且系统运行稳定、无明显异

常。通过构造大规模任务流对任务调度模块进行压力测试，平台应具备每小时不少于 1000 个任务的调度处理能力。

F. 大数据分析平台：需模拟科研人员的实际分析行为，对即席查询、EFIT 可视化等核心功能进行可用性与易用性测试。在数据查询上，使用包含上亿数据点的单通道波形数据，压力测试可视化组件的分层渲染性能，并执行复杂查询任务，响应时间达到 5 秒以内。

我方响应：

A.我方提供系统支持 7×24 小时连续稳定运行，满足用户对存储数据的查询与展示需求。在正常运行条件下，系统可用率应不低于 99%，单次非计划停机时间不超过 4 小时，每月累计非计划停机时间不超过 8 小时；因计划维护、升级实施等经双方确认的停机时间可不计入上述统计范围。

B.我方提供系统满足多客户端并发接入场景下的稳定运行要求，保证数据实时处理链路优先，避免离线任务或低优先级请求影响数据实时处理链路。

C.我方提供系统支持多客户端并发访问数据，保证 ETL 任务在数据写入场景下系统稳定运行，不出现数据串扰、死锁或服务崩溃。

D.我方提供系统大数据实时湖仓引擎平台：会搭建接近真实业务场景的数据管道，使用大规模样本数据实测其批量数据导入速度，满足每分钟不低于 100GB 的要求。数据平台支撑的数据量大小应大于 200TB。

E.我方提供系统大数据开发治理平台： 会测试平台数据集成模

块的接入能力，至少支持 20 种以上数据源。对平台元数据查询、任务状态查询、配置读取等核心轻量级 API 进行测试，在不低于 100 并发请求条件下，接口平均响应时间应不高于 100 毫秒，且系统运行稳定、无明显异常。通过构造大规模任务流对任务调度模块进行压力测试，平台应具备每小时不少于 1000 个任务的调度处理能力。

F. 我方提供系统大数据分析平台：会模拟科研人员的实际分析行为，对即席查询、EFIT 可视化等核心功能进行可用性与易用性测试。在数据查询上，使用包含上亿数据点的单通道波形数据，压力测试可视化组件的分层渲染性能，并执行复杂查询任务，响应时间达到 5 秒以内。

完全符合招标要求，响应无偏离。



图 150 性能要求概览

3. 实施服务方案

3.1. 大数据处理平台实施服务

大数据处理平台实施服务是平台落地交付的全流程配套工程服务，覆盖数据采集、数据开发治理、数据应用、数据共享四大实施板块；数据采集实施负责多源异构数据源对接、同步链路部署调试；数据开发治理实施搭建加工任务、质量管控、标准体系整套治理流程；数据应用实施完成分析平台、可视化、智能模型等上层应用部署适配；数据共享实施配置权限、接口、交换机制实现跨部门跨系统安全互通，一站式完成平台从底层采集、加工治理到上层应用、对外共享的落地部署、调试与上线交付。

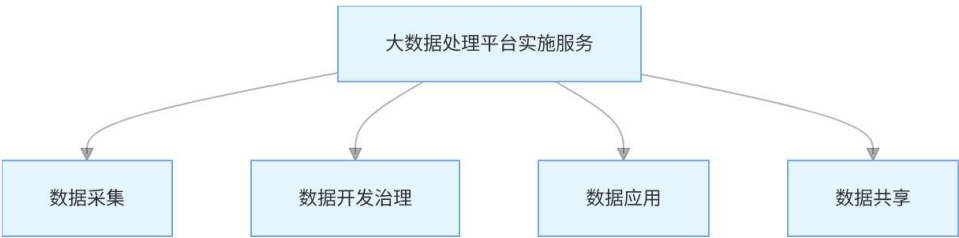


图 151 大数据处理平台实施服务内容组成

3.1.1. 数据采集

数据采集是实施服务的底层接入交付环节，包含数据源调研、数据源设计、数据接入、联调验证、运维支撑；数据源调研摸排业务、试验、设备全量异构数据来源；数据源设计规范库表、同步协议、存储架构；数据接入部署实时 / 批量同步任务链路；联调验证校验传输完整性、时序一致性；运维支撑提供上线后故障排查、扩容调优服务，保障源头数据稳定入库。

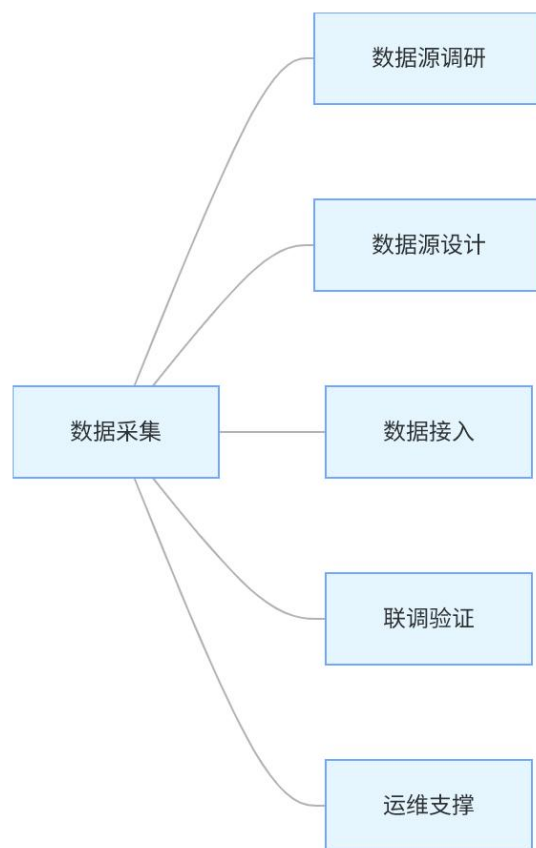


图 152 数据采集服务内容组成

3.1.1.1. 数据源调研

数据源调研是采集实施第一步，实地摸排设备、试验、业务系统全量数据来源、格式、频次；梳理编制标准化数据源台账清单，为后续接入方案设计提供真实底数依据。

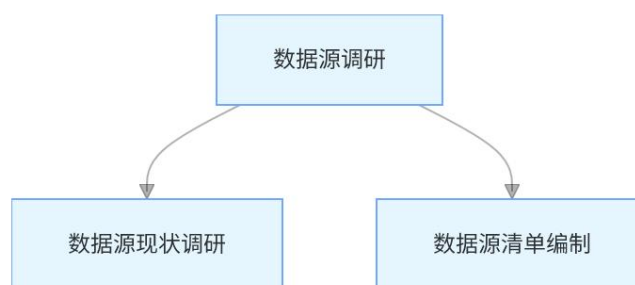


图 153 数据源调研服务内容组成



图 154 数据源调研实施流程图

3.1.1.1.1. 数据源现状调研

招标文件要求：

对各类数据源系统（诊断系统、工程测量系统、图像系统、平衡反演、配置系统等）开展全面调研，梳理数据结构、数据接口、更新频率、数据规模及接入方式。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对各类数据源系统，包

括诊断系统、工程测量系统、图像系统、平衡反演、配置系统等，开展全面的实地调研，梳理各类数据的结构、接口、更新频率、数据规模、接入方式，为后续接入工作提供基础，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.1.2. 数据源清单编制

招标文件要求：

形成统一的数据源清单，明确每类数据的来源系统、数据类型、责任单位及接入优先级。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会在调研完成后，形成统一的数据源清单，明确每类数据的来源系统、数据类型、责任单位、接入优先级，实现数据源的标准化管管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.2. 数据源设计

数据源设计输出落地技术方案，根据调研结果定制实时 / 批量 / 文件等接入传输方案；设计源格式到平台标准库表的字段、类型、单位映射规则，统一异构数据结构口径。

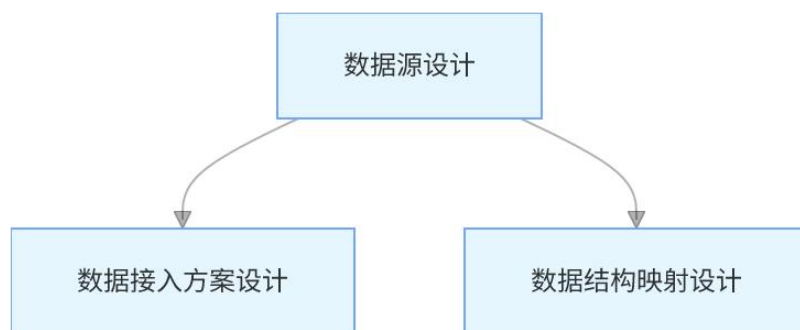


图 155 数据源设计服务内容组成

3.1.1.2.1. 数据接入方案设计

招标文件要求：

针对不同数据源制定差异化接入方案，包括实时接入、批量接入、文件接入及接口对接等模式设计。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会针对不同的数据源，制定差异化的接入方案，包括实时接入、批量接入、文件接入、接口对接等多种接入模式的设计，适配不同数据源的接入需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.2.2. 数据结构映射设计

招标文件要求：

对源系统数据结构与平台目标数据结构进行映射设计，明确字段映射关系、单位转换规则和数据标准。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对源系统的数据结构、平台的目标数据结构进行映射设计，明确字段的映射关系、单位转换规则、数据标准，实现异构数据的标准化，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.3. 数据接入

数据接入完成链路工程落地，完成数据源平台注册备案；开发配置同步作业；编排采集、清洗、入库完整流水线；部署格式转换适配程序；批量迁移存量历史试验数据，实现新旧数据全量入库。

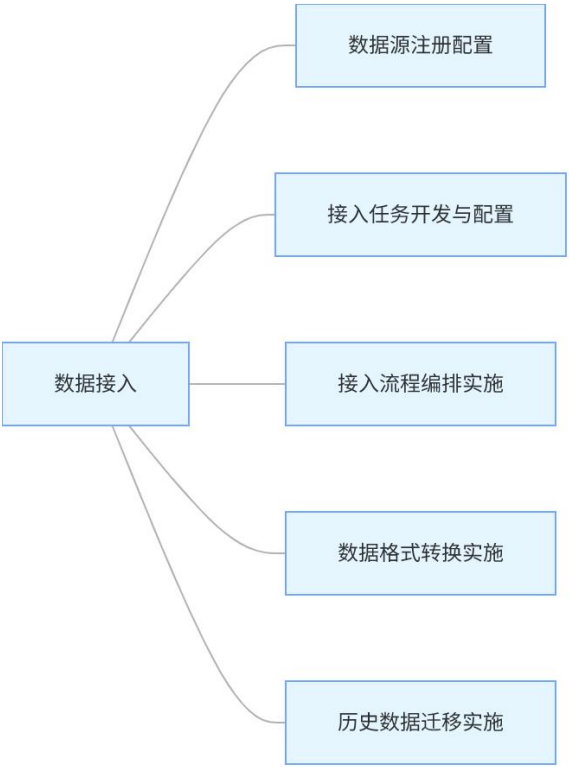


图 156 数据源接入服务内容组成



图 157 数据接入流程图

3.1.1.3.1. 数据源注册配置

招标文件要求：

在平台中完成各类数据源的注册、连接配置和访问参数设置，实现统一管理。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会在平台中完成各类数据源的注册、连接配置、访问参数的设置，实现所有数据源的统一集中管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.3.2. 接入任务开发与配置

招标文件要求：

开发并配置数据接入任务，包括实时采集任务、批处理任务和文

件接入任务，覆盖各类数据接入场景。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会开发并配置各类数据接入任务，包括实时采集任务、批处理任务、文件接入任务，覆盖所有的数据接入场景，保障数据的稳定接入，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.3.3. 接入流程编排实施

招标文件要求：

基于 workflow 机制，完成数据读取、解析、转换、校验及入库流程的配置，实现标准化接入流程。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会基于 workflow 机制，完成数据读取、解析、转换、校验、入库全流程的配置，实现标准化的接入流程，保障接入的规范性，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.3.4. 数据格式转换实施

招标文件要求：

完成时间格式统一、单位换算、字段重组、结构转换等数据标准化处理，保障数据统一入库。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会完成时间格式统一、单位换算、字段重组、结构转换等数据标准化处理工作，保障所有数据可统一入库，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.3.5. 历史数据迁移实施

招标文件要求：

对已有历史数据进行清洗、整理和迁移导入，完成存量数据的统一入库与归档。需完成装置放电周期内所有历史数据的采集入库。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对已有的历史数据进行清洗、整理、迁移导入，完成存量数据的统一入库与归档，并且会完成装置放电周期内所有历史数据的采集入库，保障历史数据的完整接入，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.4. 联调验证

联调验证上线前全流程测试，打通端到端同步链路调试稳定性；对入库数据做缺失、格式、范围首轮质检，确认接入链路稳定、数据基础合格后正式投产。

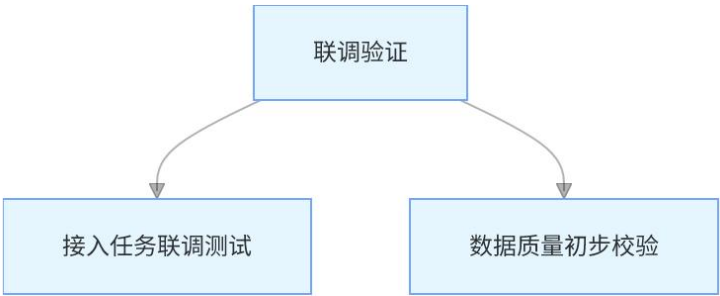


图 158 联调验证服务内容组成

3.1.1.4.1. 接入任务联调测试

招标文件要求：

对各类数据接入任务开展联调测试，验证数据完整性、准确性和接入稳定性。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对各类数据接入任务开展全流程的联调测试，验证数据的完整性、准确性、接入的稳定性，保障接入链路的可靠，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.4.2. 数据质量初步校验

招标文件要求：

在接入环节完成基础数据质量校验，识别明显异常数据并记录问题。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会在数据接入环节，完成基础的数据质量校验，识别出明显的异常数据，并记录相关问题，提前做好问题处置，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.1.5. 运维支撑

运维支撑部署采集链路长效监控体系，配置同步进度、成功率、报错告警监控项，上线后持续监控接入健康状态，快速处置断连、丢数故障。

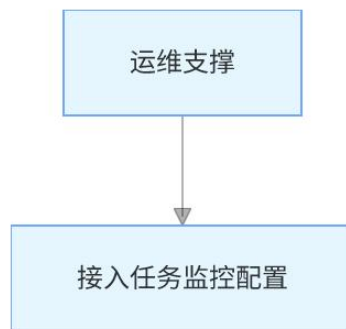


图 159 运维支撑服务内容组成

3.1.1.5.1. 接入任务监控配置

招标文件要求：

配置接入任务运行监控、日志记录和异常告警机制，提升接入过程可运维性。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会为接入任务配置运行监控、日志记录、异常告警机制，有效提升接入过程的可运维性，保障接入链路的稳定运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2. 数据开发治理

数据开发治理负责平台加工与管控体系落地实施，依托数据质量建设、数据治理、算法梳理、算法接入、任务实施、调度实施完成交付；数据质量建设部署多级质检规则与评分体系；数据治理落地标准化、标注、血缘全流程管控；算法梳理盘点业务计算模型并规范入参输出；算法接入完成算子打包、环境适配上线；任务实施搭建清洗、转换、指标计算加工作业；调度实施配置定时、依赖、优先级执行策

略，搭建稳定可管的数据加工流水线。

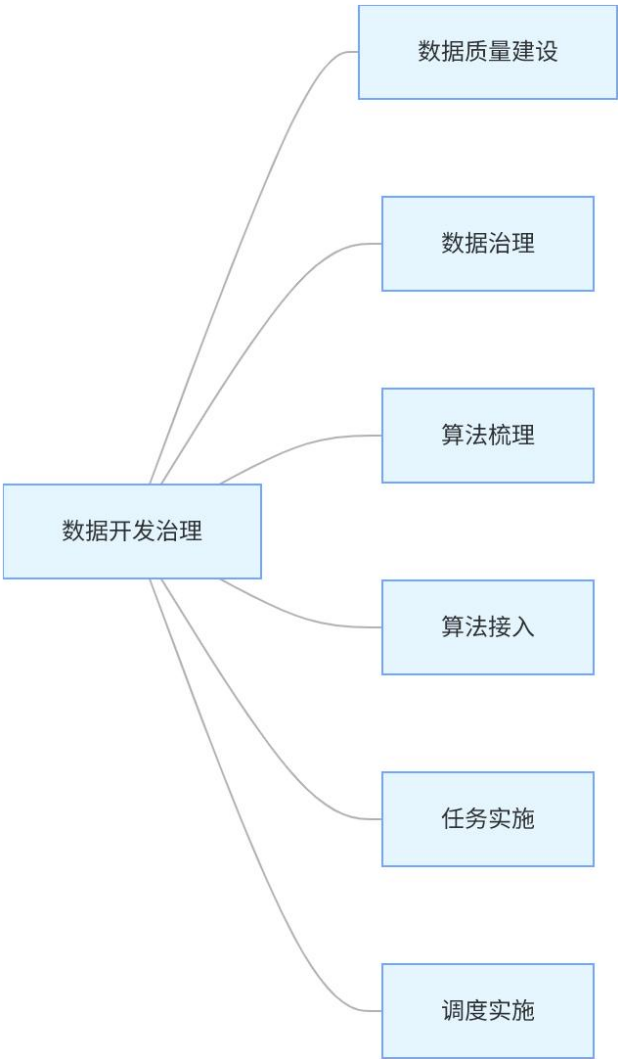


图 160 数据开发治理服务内容组成

3.1.2.1. 数据质量建设

数据质量建设搭建全域质检体系，梳理业务、物理、时序全套校验规则；在平台批量部署规则引擎；为每条数据集挂载合格 / 缺陷质量标签；搭建多级百分制评分模型，量化数据品质等级。

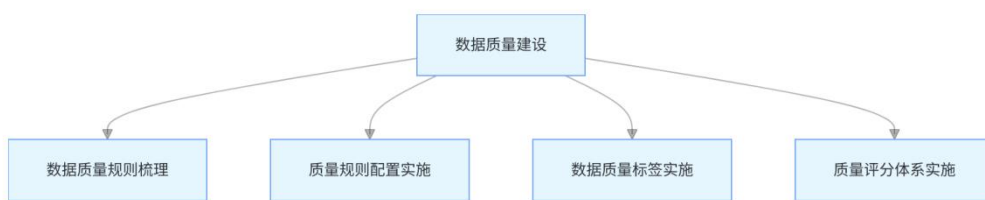


图 161 数据质量建设服务内容组成



图 162 数据质量建设流程

3.1.2.1.1. 数据质量规则梳理

招标文件要求：

梳理数据结构完整性、时间一致性、数值合理性、数据缺失等质量规则。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会梳理数据结构完整性、时间一致性、数值合理性、数据缺失等各类数据质量规则，为后续的质量管控提供基础，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.1.2. 质量规则配置实施

招标文件要求：

在平台中配置质量检测规则，实现自动质量检测流程。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会在平台中完成质量检测规则的配置，实现自动化的质量检测流程，保障数据质量的自动管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.1.3. 数据质量标签实施

招标文件要求：

建立数据质量标签体系，对数据进行可用性、异常性等标记。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会建立标准化的数据质量标签体系，对数据进行可用性、异常性等标记，方便用户快速识别数据质量情况，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.1.4. 质量评分体系实施

招标文件要求：

构建质量评分模型，对数据质量进行量化评估并展示。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会构建标准化的质量评分模型，对数据质量进行量化的评估，并提供可视化的展示，直观呈现数据质量情况，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.2. 数据治理

数据治理分层落地库表标准化管控，按原始库、中间加工库、应用结果库三级分别开展结构规整、口径统一、冗余清理、血缘梳理，

分层管控数据生命周期与存储规范。

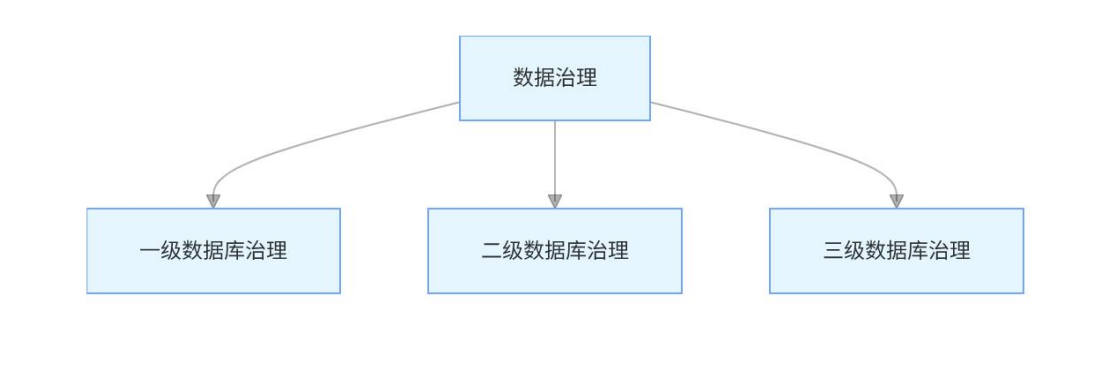


图 163 数据治理服务内容组成



图 164 数据治理流程

3.1.2.2.1. 一级数据库治理

招标文件要求：
对原始数据开展结构、时间、范围等基础质量控制，确保数据可用。

我方响应：
我方提供的大数据处理平台实施服务，会对原始数据开展结构、时间、范围等基础的质量控制，确保原始数据的可用性，为后续加工提供可靠基础，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.2.2. 二级数据库治理

招标文件要求：

梳理完成所有物理指标数据的入库，并对物理指标数据开展合理性、自洽性和可信度评估。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会梳理并完成所有物理指标数据的入库，同时对物理指标数据开展合理性、自洽性、可信度的评估，保障指标数据的质量，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.2.3. 三级数据库治理

招标文件要求：

梳理完成物理加工数据的入库，对加工数据开展血缘记录、版本管理和结果登记。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会梳理并完成物理加工数据的入库，同时对加工数据开展血缘记录、版本管理、结果登记，实现加工数据的全链路管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.3. 算法梳理

算法梳理盘点全部计算模型资产，调研统计存量物理、统计、智能算法清单；按用途、框架分类，统一制定入参、输出、环境、元数据接入规范，为批量接入标准化打底。

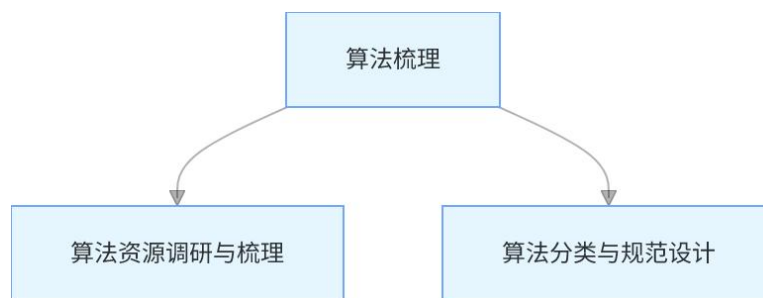


图 165 算法梳理服务内容组成



图 166 算法梳理流程

3.1.2.3.1. 算法资源调研与梳理

招标文件要求：

对现有物理计算算法、数据处理脚本、科研分析程序进行全面梳理，明确算法功能、输入输出、运行方式及依赖环境，形成算法资源清单。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对现有的物理计算算法、数据处理脚本、科研分析程序进行全面的梳理，明确每个算法的功能、

输入输出、运行方式、依赖环境，形成标准化的算法资源清单，为后续算法接入提供基础，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.3.2. 算法分类与规范设计

招标文件要求：

按物理指标计算、数据预处理、特征提取、研究分析等类型对算法进行分类，制定统一算法管理规范。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会按照物理指标计算、数据预处理、特征提取、研究分析等类型，对算法进行分类管理，同时制定统一的算法管理规范，实现算法的标准化管控，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.4. 算法接入

算法接入完成自定义模型工程化上线，将算法打包为平台标准运行单元；适配容器依赖环境；开发标准化拉起启动脚本；对齐梳理好的 IO 格式规范；完善算法描述、版本、负责人等元数据，实现算法可调度可管控。

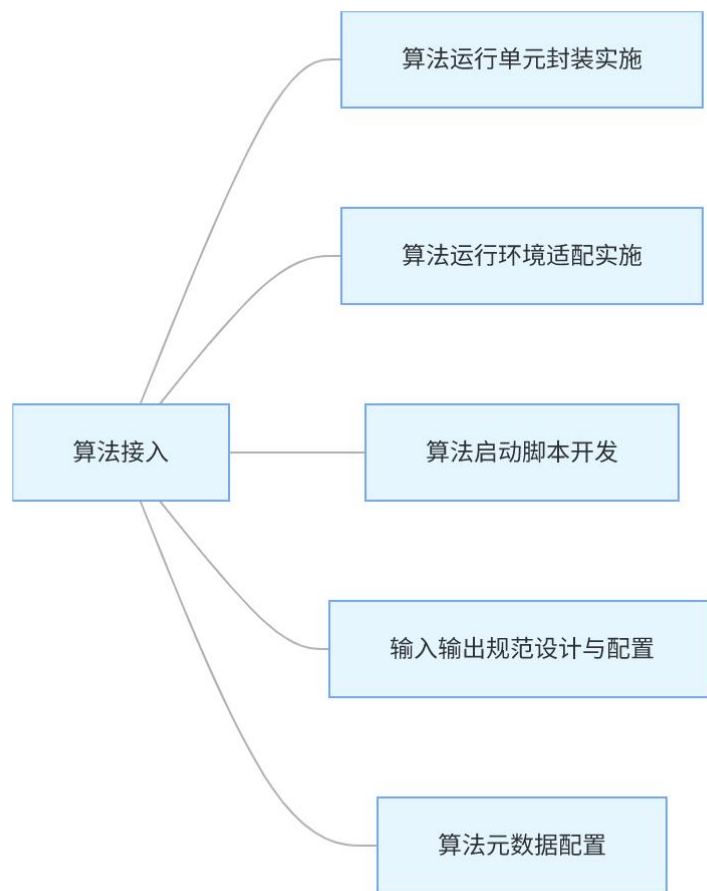


图 167 算法接入服务内容组成



图 168 算法接入流程

3.1.2.4.1. 算法运行单元封装实施

招标文件要求：

将不同语言（Python、Matlab、Fortran、C/C++等）的算法通过脚本或容器方式进行封装，形成标准化算法运行单元。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会将不同语言，包括Python、Matlab、Fortran、C/C++ 等的算法，通过脚本、容器的方式进行封装，形成标准化的算法运行单元，实现算法的统一调度，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.4.2. 算法运行环境适配实施

招标文件要求：

针对不同算法运行需求，完成容器镜像、依赖环境、执行命令等配置，实现多语言算法运行环境统一管理。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会针对不同算法的运行需求，完成容器镜像、依赖环境、执行命令等的配置，实现多语言算法运行环境的统一管理，保障算法的稳定运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.4.3. 算法启动脚本开发

招标文件要求：

为各类算法开发统一启动脚本，实现平台向算法传递输入路径、参数配置和输出路径等信息。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会为各类算法开发统一的启动脚本，实现平台向算法传递输入路径、参数配置、输出路径等信息，实现算法的统一调用，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.4.4. 输入输出规范设计与配置

招标文件要求：

制定并实施算法输入输出规范，包括输入数据结构、输出结果目录、日志格式及状态文件规范，实现统一任务管理。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会制定并实施算法的输入输出规范，包括输入数据结构、输出结果目录、日志格式、状态文件规范，实现任务的统一管理，完全符合招标要求，响应无偏离。算法元数据配置

招标文件要求：

在平台中维护算法名称、功能说明、适用数据类型、负责人、版本等信息，形成统一算法资源库。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会在平台中维护算法的名称、功能说明、适用数据类型、负责人、版本等信息，形成统一的算法资源库，实现算法的集中管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.5. 任务实施

任务实施搭建数据加工作业体系，设计标准计算任务结构模型；

配置绑定算法、数据源、输出存储；封装通用计算模板；批量部署多批次常态化加工作业，支撑日度、试验后批量运算。

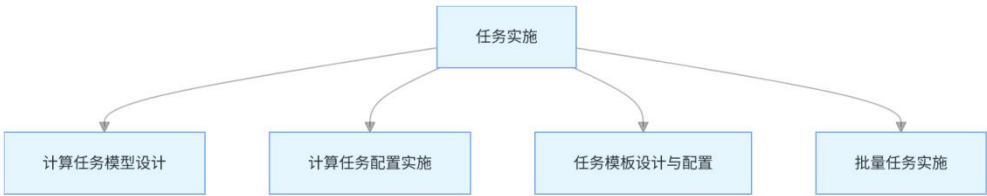


图 169 任务实施服务内容组成



图 170 任务实施内容

3.1.2.5.1. 计算任务模型设计

招标文件要求：

设计统一计算任务模型，明确任务参数结构、输入范围定义、输出结果组织方式，实现任务标准化。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会设计统一的计算任务模型，明确任务的参数结构、输入范围定义、输出结果的组织方式，实现计算任务的标准化，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.5.2. 计算任务配置实施

招标文件要求：

基于算法运行单元配置计算任务，包括输入数据范围、运行参数、输出路径及执行策略等。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会基于算法运行单元，配置对应的计算任务，包括输入数据范围、运行参数、输出路径、执行策略等，保障任务的正常运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.5.3. 任务模板设计与配置

招标文件要求：

针对常用任务（如关键参数计算、数据预处理等）设计任务模板，提高任务创建效率。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会针对常用的任务，比如关键参数计算、数据预处理等，设计标准化的任务模板，有效提升任务的创建效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.5.4. 批量任务实施

招标文件要求：

按 Shot 范围或时间范围批量创建计算任务，完成历史数据计算任务实施。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会按 Shot 范围、时间范

围，批量创建计算任务，完成历史数据的计算任务实施，保障历史数据的加工处理，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.6. 调度实施

调度实施配置作业运行中枢，开启平台分布式调度内核；全部任务隔离容器运行保障资源互不抢占；配置定点、周期定时触发；设置上下游依赖顺序；划分高低优先级保障关键试验计算优先算力供给。

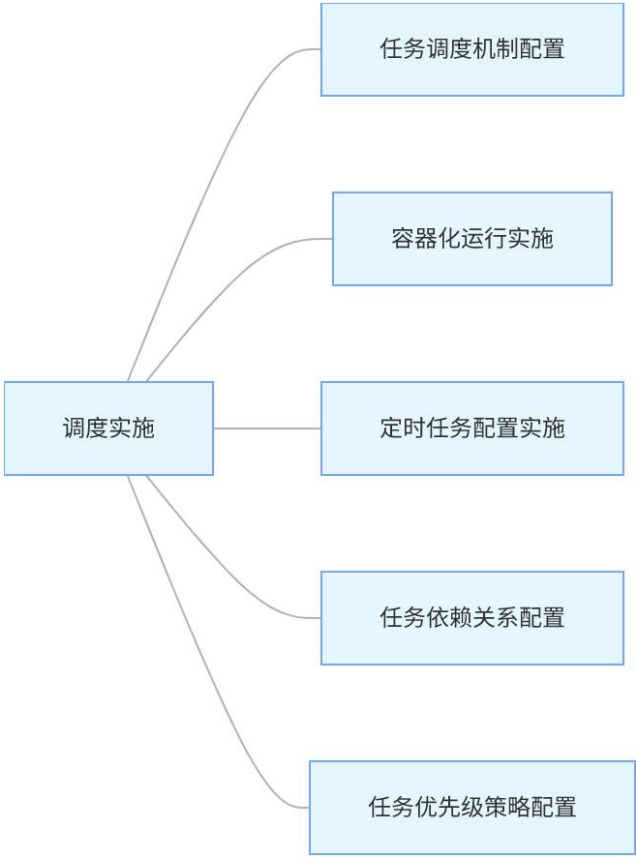


图 171 调度实施服务内容组成



图 172 调度实施内容

3.1.2.6.1. 任务调度机制配置

招标文件要求：

配置统一调度机制，实现任务自动调度执行。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置统一的任务调度机制，实现计算任务的自动调度执行，保障任务的有序运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.6.2. 容器化运行实施

招标文件要求：

完成算法任务容器化运行配置，实现运行环境隔离和稳定执行。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会完成算法任务的容器化运行配置，实现运行环境的隔离，保障任务的稳定执行，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.6.3. 定时任务配置实施

招标文件要求：

配置周期性任务（如每日指标计算），实现自动化数据处理。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置周期性的任务，比如每日的指标计算任务，实现自动化的数据处理，减少人工操作，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.6.4. 任务依赖关系配置

招标文件要求：

建立任务之间依赖关系，如预处理→计算→入库，实现流程化数据处理。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会建立任务之间的依赖关系，比如预处理→计算→入库，实现流程化的数据处理，保障任务的有序执行，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.2.6.5. 任务优先级策略配置

招标文件要求：

配置任务优先级策略，保障关键任务优先执行。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置任务的优先级策略，保障关键的计算任务可优先执行，保障核心业务的算力供给，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3. 数据应用

数据应用面向上层业务分析场景做落地实施，覆盖应用场景调研、

可视化实施、关键参数实施、高级分析实施、智能应用实施、成果输出；应用场景调研梳理试验、业务分析需求；可视化实施部署 EFIT、波形、大盘图表展示能力；关键参数实施落地指标计算与检索服务；高级分析实施搭建关联、多维度深度分析作业；智能应用实施上线自然语言检索、Shot 智能研判模型；成果输出提供报表、数据集、可视化看板交付物，完整落地用户分析需求。

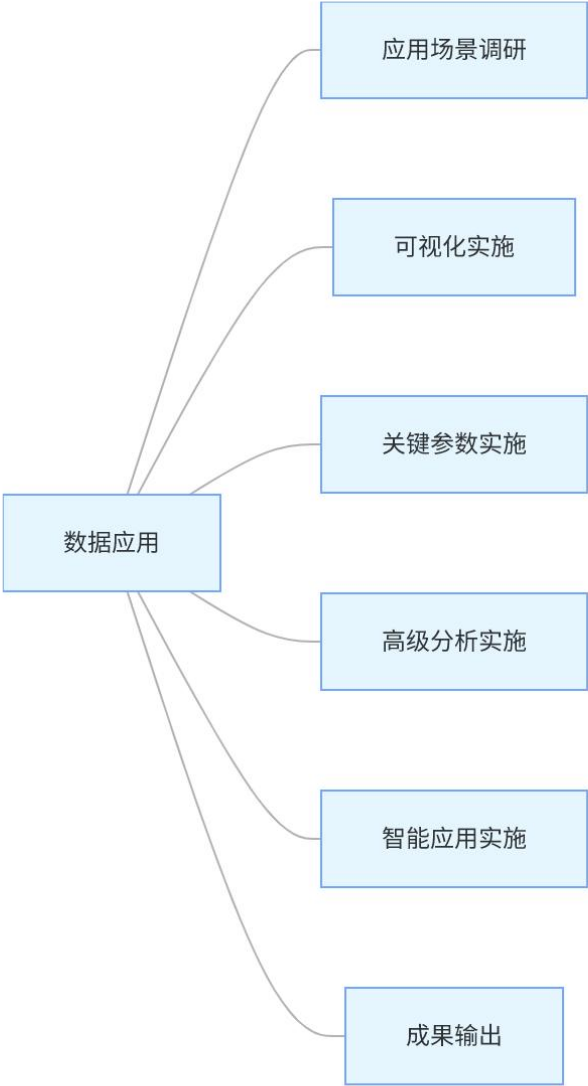


图 173 数据应用服务内容组成

3.1.3.1. 应用场景调研

应用场景调研深度对接业务分析人员，摸排波形查看、EFIT 绘图、参数计算、批量对比、智能问答等真实分析需求，输出场景需求清单作为上层应用实施依据。

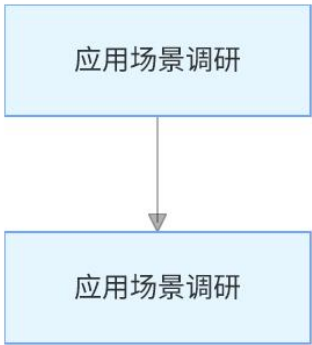


图 174 应用场景调研服务内容组成

3.1.3.1.1. 应用场景调研

招标文件要求：

开展调研工作，梳理科研分析、实验运行、数据管理等典型应用场景，明确应用需求。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会开展全面的调研工作，梳理科研分析、实验运行、数据管理等典型的应用场景，明确用户的应用需求，为后续应用实施提供依据，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.2. 可视化实施

可视化实施落地两大专业绘图能力，完成波形移植优化工程部署；完成 EFIT 全套迁移适配上线，让原有两套核心可视化工具完整在大数据平台可用。

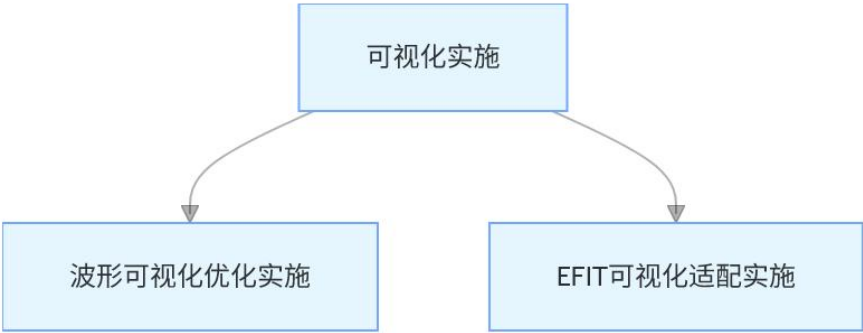


图 175 可视化实施服务内容组成



图 176 可视化实施内容

3.1.3.2.1. 波形可视化优化实施

招标文件要求：

完成波形展示、多炮对比、信号处理等能力的配置与优化实施。

我方响应：我方提供的大数据处理平台实施服务，完成波形展示、多炮对比、信号处理等能力的配置与优化实施，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.2.2. EFIT 可视化适配实施

招标文件要求：

完成 EFIT 数据接入、位形展示、CCD 叠加及动图展示能力的实施。完成实验周期内所有历史数据的计算和数据入库。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会完成 EFIT 数据接入、位形展示、CCD 叠加、动图展示等能力的实施，同时完成实验周期内所有历史数据的计算、入库，保障 EFIT 能力的完整落地，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.3. 关键参数实施

关键参数实施落地指标全流程工程，梳理完整物理指标层级体系；部署批量参数计算调度任务；上线双人审核复核流程，保障输出指标精准可信、可用于正式分析报告。

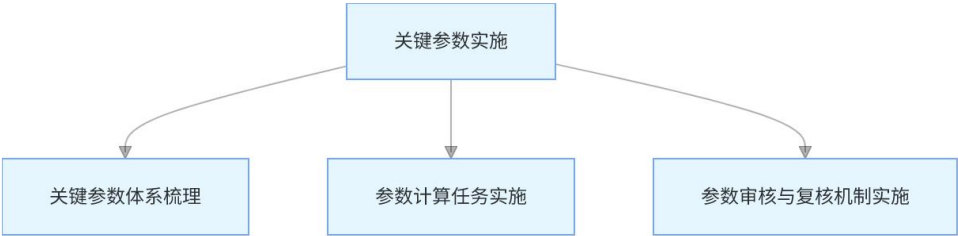


图 177 关键参数实施服务内容组成



图 178 关键参数实施内容

3.1.3.3.1. 关键参数体系梳理

招标文件要求：

梳理关键物理指标定义、计算方法及数据来源。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会梳理关键物理指标的定义、计算方法、数据来源，建立完整的关键参数体系，为后续参数计算提供基础，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.3.2. 参数计算任务实施

招标文件要求：

配置关键参数计算任务，完成批量计算与历史补算。完成实验周期内所有历史数据的关键参数计算和数据入库。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置关键参数的计算任务，完成批量计算、历史补算工作，同时完成实验周期内所有历史数据的关键参数计算、入库，保障参数数据的完整，完全符合招标要求，

响应无偏离。

3.1.3.3.3. 参数审核与复核机制实施

招标文件要求：

建立参数审核、异常复核和溯源机制。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会建立参数的审核、异常复核、溯源机制，保障参数数据的准确性、可信度，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.4. 高级分析实施

高级分析实施部署深度挖掘工具链，完成即席查询整套模块部署调试；搭建多人协同关联分析环境，支撑自由检索与多团队联合对比分析。

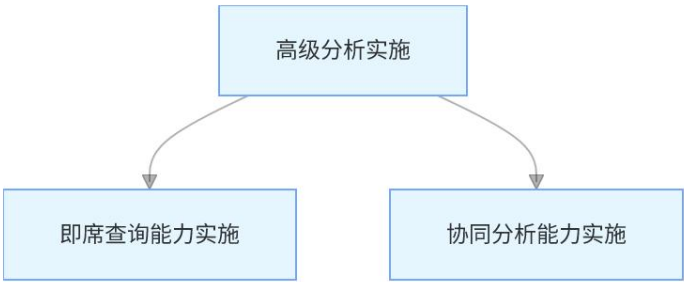


图 179 高级分析实施服务内容组成



图 180 高级分析实施内容

3.1.3.4.1. 即席查询能力实施

招标文件要求：

配置查询模型、字段、模板及权限，实现即席查询能力落地。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置即席查询的查询模型、字段、模板、权限，实现即席查询能力的完整落地，满足用户的自主查询需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.4.2. 协同分析能力实施

招标文件要求：

配置多实验样本筛选、变量分析和统计分析能力。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置多实验样本筛选、变量分析、统计分析等能力，实现协同分析能力的落地，支撑用户的联合分析需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.5. 智能应用实施

智能应用实施上线自然语言 AI 问答能力，部署大模型问答服务；
对齐试验专业术语、数据集映射关系，迭代调优问答准确率、结果匹配度，交付轻量化 AI 分析助手。

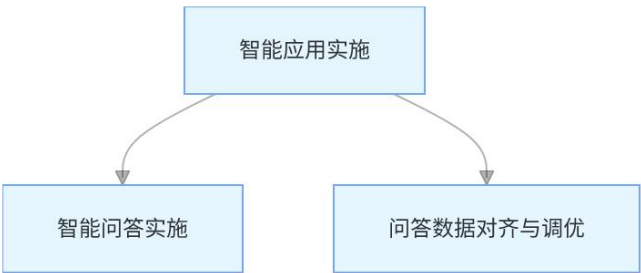


图 181 智能应用实施服务内容组成

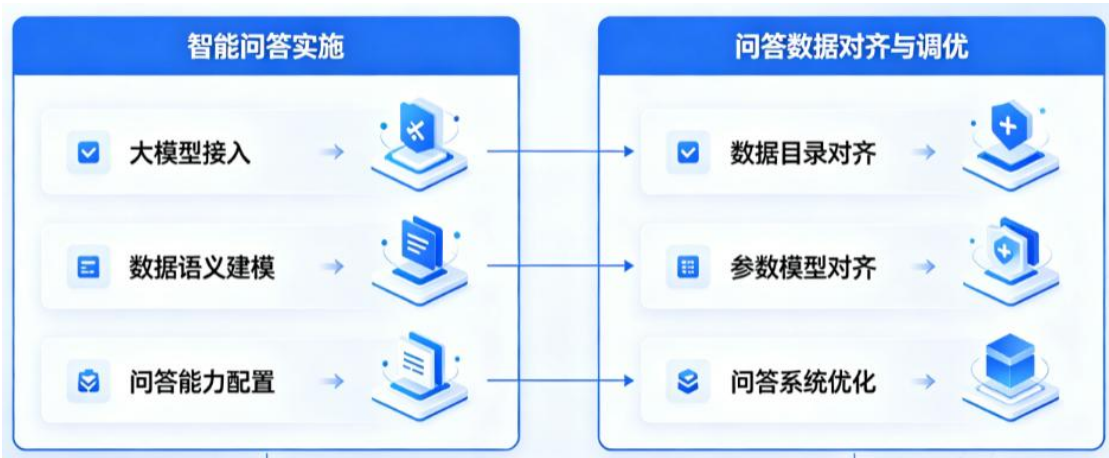


图 182 智能应用实施内容

3.1.3.5.1. 智能问答实施

招标文件要求：
完成大模型接入、数据语义建模及问答能力配置。

我方响应：
我方提供的大数据处理平台实施服务，会完成大模型的接入、数

据语义建模、问答能力的配置，实现智能问答能力的落地，降低用户的使用门槛，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.5.2. 问答数据对齐与调优

招标文件要求：

对数据目录、参数模型与问答系统进行对齐与优化。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对数据目录、参数模型、问答系统进行对齐与优化，提升问答的准确率、匹配度，保障智能问答的效果，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.3.6. 成果输出

成果输出交付落地收尾服务，面向试验、分析、运维人员开展平台全应用操作培训，确保业务人员可独立使用查询、可视化、智能分析全部功能。

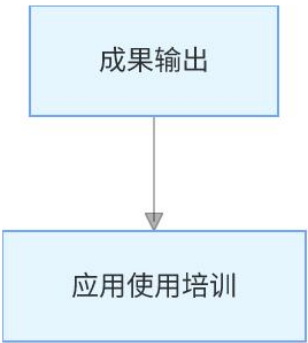


图 183 成果输出服务内容组成

3.1.3.6.1. 应用使用培训

招标文件要求：

面向科研人员开展应用系统使用培训，提高平台使用效果。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会面向科研人员开展应用系统的使用培训，帮助用户快速掌握平台的使用方法，提升平台的使用效果，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4. 数据共享

数据共享实现跨部门跨系统安全数据互通交付，由服务梳理、服务建设、服务运营三部分实施；服务梳理盘点对外可开放数据集、接口口径；服务建设搭建 API 服务、权限鉴权、流量配额体系；服务运营提供上线后监控、故障处置、权限变更、版本迭代运维服务，构建可控、可追溯、高安全的数据共享交换体系。

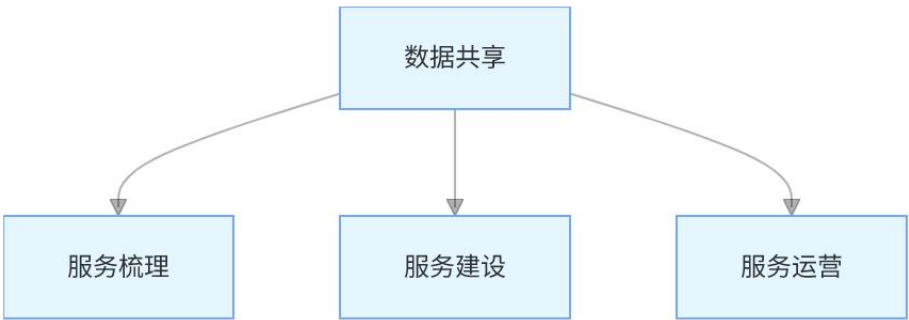


图 184 数据共享服务内容组成

3.1.4.1. 服务梳理

服务梳理盘点内部、外部系统数据互通需求，梳理现有待开放数

据集、接口口径、调用方业务系统，形成共享服务需求清单。

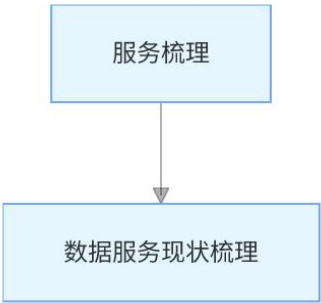


图 185 服务梳理服务内容组成



图 186 服务梳理内容

3.1.4.1.1. 数据服务现状梳理

招标文件要求：

梳理现有数据接口、数据服务及访问方式，明确服务现状。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会梳理现有的数据接口、数据服务、访问方式，明确当前的服务现状，为后续数据共享服务的建设提供基础，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.2. 服务建设

服务建设完成 API 共享接口工程搭建，完成服务目录注册；编排多源复合查询接口；走测试、灰度、正式发布流程；配置调用身份、数据访问权限；全场景联调验证接口稳定性、返回准确性。

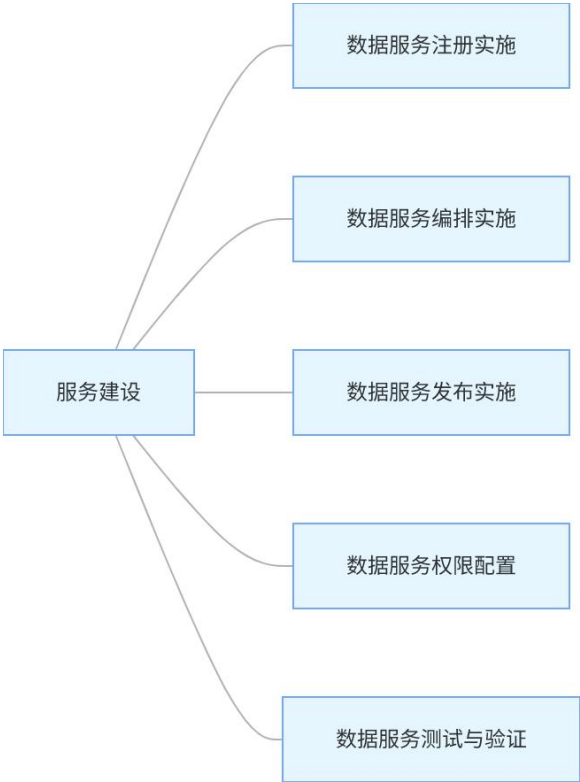


图 187 服务建设服务内容组成



图 188 服务建设内容

3.1.4.2.1. 数据服务注册实施

招标文件要求：

将已有数据接口统一注册到平台，实现统一管理。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会将已有的数据接口统一注册到平台，实现数据服务的统一集中管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.2.2. 数据服务编排实施

招标文件要求：

基于业务需求配置数据服务编排，实现多数据组合服务。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会基于用户的业务需求，配置数据服务的编排，实现多数据的组合服务，满足复杂的业务查询需求，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.2.3. 数据服务发布实施

招标文件要求：

完成数据服务发布、版本管理及文档生成。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会完成数据服务的发布、版本管理、文档生成，保障数据服务的规范交付，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.2.4. 数据服务权限配置

招标文件要求：

配置数据访问权限和接口调用权限，保障数据安全。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置数据的访问权限、接口的调用权限，保障数据共享过程中的数据安全，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.2.5. 数据服务测试与验证

招标文件要求：

对数据接口进行联调测试，验证数据准确性和服务稳定性。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对数据接口开展联调测试，验证数据的准确性、服务的稳定性，保障数据服务的可靠运行，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.3. 服务运营

服务运营提供上线后长效共享管控，配置接口吞吐、耗时、异常监控告警；编制调用、安全、保密共享管理制度；对调用方开展接入对接培训，推广平台标准化数据共享渠道。

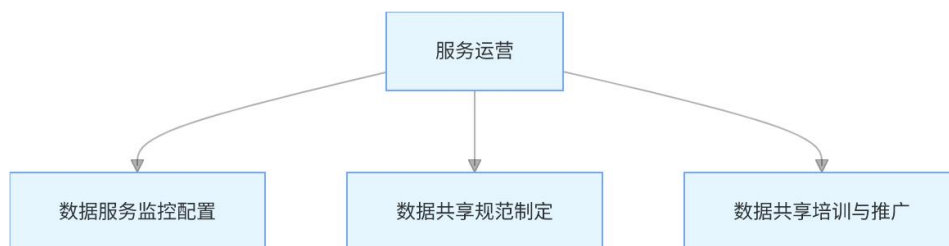


图 189 服务运营服务内容组成



图 190 服务运营内容

3.1.4.3.1. 数据服务监控配置

招标文件要求：

配置接口调用监控、日志记录和异常告警。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会配置接口的调用监控、日志记录、异常告警，保障数据服务的可运维性，及时发现并处置问题，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.3.2. 数据共享规范制定

招标文件要求：

制定数据共享标准、接口规范及使用规范。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会制定数据共享的标准、接口规范、使用规范，实现数据共享的标准化、管理，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.1.4.3.3. 数据共享培训与推广

招标文件要求：

对用户开展数据服务使用培训，提升数据共享效率。

我方响应：

我方提供的大数据处理平台实施服务，会对用户开展数据服务的使用培训，帮助用户快速掌握数据共享的使用方法，提升数据共享的效率，完全符合招标要求，响应无偏离。

3.2. 服务技术要求

3.2.1. 检验检测

招标文件要求：

1、测试与调试过程中，供应商根据技术要求及用户要求编制详细的平台安装实施方案与软件详细设计说明书，待用户确定后，进行整个项目平台安装调试及软件开发服务，最后出具测试分析报告及用户操作手册。

2、供应商须提供满足项目需要的交付物，包括定制的软件和配置方案、相关咨询成果、知识库成果、现场支持服务与售后服务，文件资料包括全套的产品资料及项目安装调试过程文档，提供详细的软件开发文档与源代码，且权属清楚，质量合格，代码注释清晰可读，

不得侵害他人的知识产权。

3、如果供应商人为故意或者需方判定供应商人为故意使用假冒伪劣产品，需方有权要求按违约进行处罚。

我方响应：

1、我方提供的系统，会在测试与调试过程中，据技术要求及用户要求编制详细的平台安装实施方案与软件详细设计说明书，待用户确定后，进行整个项目平台安装调试及软件开发服务，最后出具测试分析报告及用户操作手册。

2、我方提供的系统，会提供满足项目需要的交付物，包括定制的软件和配置方案、相关咨询成果、知识库成果、现场支持服务与售后服务，文件资料包括全套的产品资料及项目安装调试过程文档，提供详细的软件开发文档与源代码，且权属清楚，质量合格，代码注释清晰可读，不得侵害他人的知识产权。

3、如我方人为故意或者需方判定供应我方为故意使用假冒伪劣产品，需方有权要求按违约进行处罚。

完全符合招标要求，响应无偏离。

4. 进度计划及保障措施

在整个项目实施过程中，我方严格遵循招标文件要求，总工期 6 个月，整体划分为需求调研、方案设计、开发实施、安装部署、调试联调、系统试运行、项目验收七大核心阶段，明确各阶段工作内容、

时间节点与交付成果；同时全面梳理项目实施全流程潜在风险，制定针对性、可落地的防控与保障方案，确保项目按期、保质、全面完成大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台软件部署及全部配套实施服务。

4.1. 进度计划

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目整体工期共计 6 个月（180 日历天），结合业务逻辑、软件部署、数据实施、应用适配等工作特点，按照需求调研、设计、开发实施、安装部署、调试联调、试运行、验收等阶段筹推进各项任务，各阶段具体安排如下：

第一阶段：需求调研阶段（第 1 个月，第 1-30 日历天） 全面开展现场实地调研工作，梳理聚变堆涉核业务架构、现有数据源类型、数据格式、数据存量、数据接口等信息；摸排现有数据治理规则、算法资源、可视化应用、分析工具、EFIT 及波形可视化系统、关键参数计算程序等现状；同步对接各岗位使用人员、运维人员、科研人员，明确平台功能需求、使用习惯、对接标准、安全及保密要求。完成《数据源调研报告》《业务需求说明书》《现场现状分析报告》等成果文件，完成需求内部评审及招标人确认，为后续设计与实施奠定基础。

第二阶段：方案设计阶段（第 1 个月下旬，同步穿插开展，第 25-30 日历天） 基于调研结果开展整体方案设计，编制平台总体架构设计、技术架构设计、部署架构设计、数据接入方案、历史数据迁移方案、数据治理实施方案、算法适配方案、可视化移植方案、数据服务建设方案、安全运维方案等全套技术方案；完成硬件环境规划、

网络配置规划、权限体系规划、质量规则体系规划。组织内部方案评审，并配合招标人完成方案会审、意见整改及最终定稿，确定整体技术路线与实施标准。

第三阶段：开发实施阶段（第 2 个月，第 31-60 日历天） 依据定稿方案开展全维度开发与配置实施工作。完成大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台三大软件套件的组件配置、功能初始化；落地数据集成、数据开发、数据治理、数据服务、安全权限、平台运维等模块配置；完成算法封装、运行环境适配、数据质量规则配置、多级质量控制体系搭建；同步启动历史数据迁移前期准备、接口开发、应用移植适配开发工作，阶段性输出模块配置文档、算法适配文档、规则配置文件。

第四阶段：安装部署阶段（第 2 个月末 - 第 3 个月，第 55-90 日历天） 完成项目现场服务器、存储、网络等基础设施环境搭建与调试；按照部署方案完成三套平台软件的整机安装、集群部署、环境初始化、基础组件上线；完成元数据、系统参数、全局配置、账号角色、安全策略、监控告警组件部署配置；逐一验证平台基础服务、底层引擎、通用功能可用性，确保平台基础环境稳定运行，具备数据接入与业务调试条件。

第五阶段：调试联调阶段（第 3-4 个月，第 91-120 日历天） 分为单元调试、模块联调、全业务联调三个环节。首先完成各独立功能单元、算法程序、可视化组件的单元调试；其次开展模块间联动调试，验证数据接入、任务调度、数据治理、计算分析、数据服务等模块协

同能力；最后完成全业务链路联调，重点实现 EFIT 可视化、波形可视化、关键参数计算检索、即席查询、协同关联分析、智能分析等专业应用适配调试，同步完成历史数据迁移、实时 / 批数据接入全流程验证。针对联调发现的问题逐项整改、复测，形成测试报告、问题整改台账。

第六阶段：系统试运行阶段（第 5 个月，第 121-150 日历天）平台正式接入聚变堆真实实验数据，进入常态化试运行。全量启用数据采集、治理、开发、分析、可视化、数据服务等全部功能，持续监控平台运行状态、数据接入成功率、任务执行效率、接口稳定性、数据质量情况；安排专人 7×24 小时值守，跟踪系统运行工况，及时修复隐性 BUG、优化系统性能。同步分角色开展全员培训，编制并整理用户手册、运维手册、培训资料等交付文档。

第七阶段：项目验收阶段（第 6 个月，第 151-180 日历天）完成试运行收尾及最终优化整改，汇总全套项目交付物，包括软件程序、配置文件、各类技术文档、测试报告、培训资料、过程资料等。配合招标人开展功能核验、性能检测、文档审查、现场验收等工作，完成验收签字、成果移交；同步落实上线短期驻场支撑，完成项目全流程交付。

4.2. 风险识别

4.2.1. 进度管控类风险

项目整体工期紧张，实施环节多、子任务繁杂，多工序并行作业易出现工序衔接脱节、局部工作滞后问题；同时跨部门、跨单位沟、

跨系统通对接频次高，若信息传递不及时、问题确认缓慢，极易造成整体工期延误。

4.2.2. 技术实施类风险

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目集成大数据湖仓、数据治理、可视化移植、算法适配等多项专业内容，聚变堆科研数据具备多源、时序、高并发等特性，外加老旧算法、EFIT / 波形可视化应用移植难度较大；若技术架构兼容性不足、技术方案考虑不周，易出现系统报错、性能瓶颈、功能适配失败等各类技术问题，阻碍项目推进。

4.2.3. 资源与环境类风险

项目现场依托既有软硬件设备、网络环境开展部署工作，存在服务器、存储、网络硬件故障、资源不足等问题；同时项目属于涉核领域，现场安全、保密、作业管理要求严格，准入审批、现场管控等因素可能对设备安装、系统部署工作造成限制，影响实施进度。

4.2.4. 突发及质量关联类风险

项目涉及海量历史数据迁移、多源数据接入工作，易出现数据缺失、格式混乱、数据异常等质量问题，反复整改将拉长工期；此外系统宕机、数据中断、网络中断、工期滞后等突发状况时有发生，若处置不及时，会直接导致项目停滞。

4.2.5. 交付与培训类风险

项目交付文档种类多、数量大，分阶段产出各类技术资料、使用手册，存在文档遗漏、内容错误、整理滞后等风险；同时平台使用角

色多、岗位技能要求不同，培训内容与岗位需求不匹配、培训效果不佳，会影响平台正常落地使用。

4.2.6. 运维及后续保障类风险

项目验收交付后，平台长期在线运行，易出现偶发故障、性能下降、功能迭代等问题；若运维响应不及时、故障处置效率低，会影响科研业务正常开展，无法保障平台长期稳定运行。

4.3. 保障措施

4.3.1. 进度管控措施

(1) 建立多级进度管控机制

设立项目总负责人、阶段负责人、现场执行人员三级管控体系，以 6 个月总工期为核心目标，拆解各阶段、各子任务工期，明确每项工作的责任人、完成时限。每日开展现场工作晨会，同步当日工作内容；每周提交项目进度周报，向招标人汇报进度完成情况、现存问题及下周计划；关键节点提前预警，确保整体工期不滞后。

(2) 任务分解与动态调度

将整体工作拆解为最小执行单元，形成任务清单与甘特图，明确前置任务、并行任务、后置任务，合理排布工作顺序。针对数据迁移、算法移植、可视化适配等重点难点工作预留缓冲工期，若出现局部进度滞后，立即调配人力、技术资源进行补位，动态调整工作安排，保障整体进度不受影响。

(3) 沟通协同机制

建立常态化沟通渠道，安排专属对接人与招标人、使用方保持实时沟通。针对需求变更、现场问题、技术分歧第一时间对接确认，缩短问题处置周期；每周组织一次多方沟通会议，同步项目进展、协调跨部门、跨系统配合事项，避免因沟通不畅造成工期延误。

4.3.2. 技术保障措施

(1) 专业技术团队支撑

组建具备大数据平台建设、数据治理、科研可视化、聚变领域信息化相关经验的专职团队，配备平台架构师、数据工程师、算法适配工程师、可视化开发工程师、测试工程师、运维工程师等专业人员，人员配置满足多线并行实施要求。团队成员持证上岗，具备项目管理、系统架构、数据分析等专业能力，保障各类技术问题快速处置。

(2) 成熟技术体系与预案

聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目采用开源成熟技术栈搭建平台，技术架构稳定、兼容性强，适配聚变堆科研数据多源、时序、高并发等特征。针对数据迁移中断、任务调度异常、可视化适配失败、系统性能瓶颈等常见技术风险，提前制定专项应急技术预案，出现问题第一时间启动预案排查修复。

(3) 分阶段测试验证

实行“单元测试 - 集成测试 - 全链路联调 - 试运行测试”四级测试体系，每个功能、每类任务完成后立即开展单元测试；模块集成后进行联调测试，阶段工作完成后进行整体验证。提前发现功能缺陷、数据错误、性能问题，避免问题累积导致后期返工延误工期。

4.3.3. 资源与环境保障

(1) 软硬件资源保障

提前梳理项目所需服务器、存储、网络设备、软件授权等全部资源，在项目启动前完成采购、调配、部署与调试，确保软硬件环境满足平台部署、数据存储、计算运行的要求。预留备用设备与应急环境，防止硬件故障、资源不足影响实施进度。

(2) 现场环境保障

严格遵从招标人现场管理要求，提前完成现场准入、安全培训、保密培训，遵守核工业相关安全、保密、现场作业规定。合理规划现场作业时间，配合招标人现场管理要求，保障实施工作有序开展。

4.3.4. 风险防控与应急保障

(1) 进度风险防控

全面识别需求变更、数据源复杂、历史数据异常、跨系统对接困难等进度风险，提前开展数据源深度摸排，预判数据质量、数据格式问题。若出现需求变更，严格执行变更流程，评估变更对工期的影响，同步调整进度计划与人力配置，将风险影响降至最低。

(2) 质量关联风险防控

以数据质量三级管控体系为基础，在数据接入、迁移、计算各环节同步开展质量校验，避免因脏数据、异常数据导致反复整改延误工期。建立质量问题台账，做到问题登记、整改、复核全闭环。

(3) 应急处置机制

制定工期滞后、系统故障、数据中断、网络异常等各类突发事件应急方案。设立 7×24 小时应急响应人员，出现突发问题后，技术人员 1 小时内响应、4 小时内到达现场处置，快速排除故障，恢复系统正常运行，最大限度压缩停工时长。

4.3.5. 交付与培训配套保障

(1) 交付物管控

按照项目阶段同步编制各类文档，实施方案、测试报告、操作手册、运维文档等交付物分阶段整理、审核，验收前完成全套资料汇总、装订与移交，避免因资料整理拖延验收进度。

(2) 培训保障

结合项目进度分批次开展培训工作，按照管理员、数据治理人员、数据开发人员、科研分析人员等不同角色定制培训内容与培训计划，利用系统试运行阶段穿插开展理论教学 + 实操演练，培训工作不占用关键工期，同时保障用户快速上手使用平台。

4.3.6. 售后服务与工期兜底保障

项目验收交付后，在质保期内提供驻场 + 远程双重运维支撑，建立问题跟踪闭环机制。针对平台版本升级、功能优化、故障修复等需求快速响应；若因系统故障、运维问题影响平台使用，第一时间安排技术人员处置，从后期运维角度保障平台稳定运行，同时严格履行合同工期及后续服务约定。

5. 培训方案

我方郑重承诺，将严格按照买方提出的培训要求，结合大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台功能特性，以及项目整体实施进度，针对管理员、项目管理负责人、数据治理人员、数据开发人员、科研分析用户五大岗位角色定制分层分类培训。全程配套完整用户手册、操作手册、专项培训资料，采用理论授课、上机实操、一对一指导、案例讲解相结合的模式，保障各岗位人员熟练掌握平台使用、运维、管理、分析等各项能力，培训计划安排合理、内容贴合实际业务，全面满足项目使用要求。

5.1. 培训总体说明

(1) 培训目标

围绕本平台部署落地与常态化运行需求，让不同岗位人员熟练掌握对应模块功能、操作流程、运维方法、数据分析技巧，理解平台整体架构、数据流转逻辑与业务应用模式，能够独立开展日常工作，充分发挥大数据平台在聚变堆实验数据采集、治理、开发、分析、可视化等方面的作用。

(2) 培训对象

明确本次培训五大核心对象：平台管理员、项目管理负责人、数据治理人员、数据开发人员、科研分析用户，针对各岗位职责、工作场景差异化设计培训内容与时长。

(3) 培训配套资料

本次培训同步编制并发放全套纸质版、电子版资料，包含平台整

体用户手册、分模块操作手册、岗位专项操作指南、培训课件、典型业务案例集、常见问题手册，所有资料随培训同步交付，方便学员课后查阅、长期使用。

(4) 培训总体安排

培训工作穿插在项目全周期内开展，主要集中在系统试运行阶段，不占用核心实施工期。培训地点以项目现场为主，辅以远程线上答疑辅导；培训形式包含集中理论授课、现场上机实操、分组演练、专项答疑、一对一帮扶。

5.2. 分阶段整体培训计划

5.2.1. 第一阶段：通用基础培训

- (1) 培训时间：平台部署完成后，项目第 3 个月；
- (2) 培训对象：全体参训人员（管理员、项目管理负责人、数据治理人员、数据开发人员、科研分析用户）；
- (3) 培训时长：1 天；
- (4) 培训内容：讲解大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台整体架构、模块组成、网络权限、账号体系、登录方式；宣贯项目保密要求、现场作业规范、平台使用安全制度；介绍平台整体业务流程、数据流转链路、各模块核心定位；
- (5) 培训形式：集中理论讲解 + 集体答疑，同步发放全套基础培训资料与手册。

5.2.2. 第二阶段：分角色专项培训

本阶段按照岗位分工开展专项深度培训，结合平台配置、数据接入、功能调试进度，精准匹配各岗位实际工作内容；

- (1) 培训时间：数据实施及联调阶段，项目第 4 个月；
- (2) 平台管理员专项培训， 培训时长：2 天。培训内容：平台集群部署与基础运维、各类服务状态监控、数据接入 / 计算任务 / 接口服务监控操作；日志查看、告警处置、故障基础排查；账号、角色、权限分配管理；运维工具使用、系统配置与日常巡检；平台应急基础处置方法。培训形式：理论讲解 + 全流程上机实操；
- (3) 项目管理负责人专项培训 培训时长：1 天。培训内容：平台整体运行总览查看、全维度数据质量看板查阅；任务进度、系统运行指标统计查看；平台整体状态评估、问题汇总与协调流程；各类统计报表查看与导出。培训形式：理论讲解 + 看板及报表实操；
- (4) 数据治理人员专项培训 培训时长：3 天。培训内容：数据源管理、接入任务、工作流、调度等功能操作；数据质量规则库配置、一 / 二 / 三级质量控制全流程操作；数据标准化、数据标注、质量监控看板使用；数据问题登记、追踪、质量报告生成与导出。培训形式：分模块授课 + 上机实操 + 案例演练；
- (5) 数据开发人员专项培训 培训时长：3 天。培训内容：算法单元注册、配置与管理；数据加工任务创建、调度、暂停、重跑等操作；计算任务结果管理、版本管理；数据服务编排、发布、

接口测试与权限配置。培训形式：理论讲解 + 算法及任务实操；

- (6) 科研分析用户专项培训 培训时长：2 天。培训内容：即席查询、协同关联分析操作；EFIT 可视化、波形可视化、关键参数计算与检索使用；自然语言检索、Shot 分析、智能分析等功能操作；分析结果、图形数据导出方法。培训形式：案例教学 + 实操演练。

5.2.3. 第三阶段：综合实操强化培训

- (1) 培训时间：系统试运行阶段，项目第 5 个月；
- (2) 培训对象：全体参训人员；
- (3) 培训时长：2 天；
- (4) 培训内容：依托聚变堆真实实验数据开展全业务综合演练，模拟完整的数据接入、治理、开发、分析、可视化全流程操作；汇总前期高频问题、易错操作集中讲解；开展跨岗位协同实操，强化岗位间配合能力；
- (5) 培训形式：全员上机实操 + 集中问题答疑。

5.2.4. 第四阶段：回访及补充培训

- (1) 培训时间：项目验收后，质保期内；
- (2) 培训安排：质保期内每季度开展 1 次线上 / 线下回访培训，针对平台版本升级、功能优化、新业务场景开展补充教学；针对新入职人员提供专项补训；
- (3) 培训内容：平台新增功能、版本更新说明；高阶使用技巧、复

杂问题深度排查；结合新实验场景讲解应用方法；

(4) 培训形式：线上直播、远程一对一指导、小型线下培训相结合。

5.3. 培训师资保障

选派具备大数据平台搭建、聚变堆科研数据服务、平台运维多年从业经验的资深工程师、技术专家担任讲师，讲师熟悉聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目全套平台功能与聚变领域业务场景，能够结合实际工作案例开展教学，保障培训专业度与实用性。

5.4. 培训考核机制

- (1) 各阶段培训结束后均组织考核，分为理论考核和上机实操考核两部分。
- (2) 理论考核重点考察平台基础知识、使用规范、岗位相关理论内容；上机实操要求参训人员独立完成本岗位典型工作任务。
- (3) 考核不合格人员安排二次培训与补考，确保所有人员均达到独立上岗操作标准。

5.5. 培训配套保障

- (1) 环境保障：培训使用项目正式运行平台，提前调试设备、网络、账号权限，保证培训环境稳定可用。
- (2) 资料保障：全套用户手册、操作手册、培训课件、案例资料统一装订发放，电子文档同步推送，做到人手一份。
- (3) 服务保障：培训结束后建立专属沟通群，长期提供线上答疑；质保期内持续提供技术指导与培训支持。
- (4) 保密保障：所有参训人员、授课人员严格遵守项目保密及核工业

现场管理规定，培训过程中产生的数据、资料严禁外泄。

6. 售后服务方案

我方严格遵照聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目招标文件要求，为大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台及对应实施服务提供全周期、标准化、闭环式售后技术支持与维护服务，配备专业服务团队、明确服务标准与响应机制，全面保障平台长期稳定、安全、高效运行。

6.1. 整体服务周期与质保承诺

- (1) 聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目自**最终验收合格之日**起，正式进入质保阶段，我方提供 **12 个月标准免费质保服务**，质保期内免费提供系统运维、故障修复、问题排查、常规优化等全部服务内容。
- (2) 同时郑重承诺，为项目整体提供 **3 年综合原厂售后服务**，3 年服务期内严格执行 7×24 小时全天候服务标准，包含远程技术支持、上门调试、硬件故障处置、软件升级、技术咨询等全品类服务，全程不额外收取服务费用。

6.2. 服务渠道与基础服务能力

- (1) 我方开通 7×24 小时专属运维热线、线上服务群、远程协助通道，全天候受理故障报修、技术咨询、使用答疑等需求，节假日、夜间均保持服务畅通。
- (2) 配套提供技术论坛与知识案例库服务，持续更新平台使用案例、常见问题、操作技巧、运维经验，方便使用人员自主查阅学习。

- (3) 配备本地化专职售后团队，团队成员均深度参与聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目实施，熟悉平台架构、功能、现场环境与聚变堆业务场景，具备现场调试、故障处置能力，保障问题快速落地解决。

6.3. 分级故障响应及现场处置承诺

结合招标文件要求，按照故障影响范围与严重程度划分为**紧急故障、重要故障**两类，严格执行响应及到场处置时限：

- (1) 紧急故障（系统瘫痪、整体功能不可用）：接到报修后 15 分钟内响应，第一时间远程介入排查；如需现场处置，原厂技术人员 4 小时内抵达现场并完成故障确诊，全力开展抢修，最短时间恢复系统运行。
- (2) 重要故障（部分模块 / 核心功能失效，影响正常业务开展）：接到报修后 30 分钟内响应，远程优先处置；无法远程解决时，技术人员 4 小时内抵达现场并完成故障确诊，逐项排查问题并完成修复。
- (3) 普通咨询、操作疑问、轻微功能异常等问题，我方做到即时响应，远程指导快速完成处理，保障日常使用不受影响。

6.4. 硬件故障服务承诺

3 年原厂服务期内，针对我方提供的配套服务器、上位机等相关硬件设备，我方提供硬件故障维修、更换服务。设备出现故障后，按对应故障等级执行响应与上门标准，及时完成硬件检修、配件更换，保障硬件环境稳定，为大数据平台运行提供可靠支撑。

6.5. 软件版本升级与文档配套服务

- (1) 在 3 年服务期及 12 个月质保期内，我方免费提供软件、固件迭代升级服务，所有升级操作不会降低平台原有功能、性能，也不产生额外费用。
- (2) 每次版本升级前，提前向招标人提交升级方案、风险说明、实施计划，征得同意后选择业务低峰期开展升级操作；升级完成后进行全功能测试，验证系统运行正常。
- (3) 版本同步配套提供新版说明书、操作文档、运维手册等资料，及时交付招标人，同时安排技术人员讲解新增功能、操作要点。

6.6. 日常运维与监控保障

- (1) 建立常态化运维机制，定期对大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台开展巡检，检查集群状态、数据接入、计算任务、接口服务、存储资源等关键指标，提前排查潜在隐患。
- (2) 依托平台自带监控、审计组件，结合我方运维工具，实时监控系统运行状态，做到异常提前预警、提前处置，保障系统满足 7×24 小时连续稳定运行要求，系统可用率、停机时长均符合招标文件性能指标要求。

6.7. 问题跟踪闭环管理

- (1) 所有报修、咨询、故障问题统一建立标准化工单，记录问题描述、上报时间、处置人员、处理过程、测试结果、验收情况，实行一事一单、全程跟踪。

- (2) 问题修复完成并经招标人确认后方可闭环，定期对工单汇总分析，统计故障类型、频发问题，针对性优化平台与运维策略，从源头降低故障发生率。
- (3) 完整留存运维日志、操作日志、故障处置记录，满足审计、追溯要求。

6.8. BUG 与固有缺陷维护承诺

对于平台软件本身存在的固有缺陷、代码 BUG，我方提供长期免费修复服务。无论是否超出质保及 3 年原厂服务周期，只要发现相关问题，我方均及时安排技术人员完成整改修复，保障平台功能完整、运行可靠。

6.9. 技术培训与持续技术支持

- (1) 服务期内，根据招标人需求，免费提供平台复训、新员工培训、高阶使用培训，讲解平台操作、运维、数据分析、可视化应用等内容。
- (2) 针对数据服务、算法适配、可视化移植、智能分析等专项应用，提供持续技术指导，配合招标人完成数据治理、科研分析、实验应用等相关工作。
- (3) 项目安装、调试、试运行、验收全阶段，我方技术人员全程驻场配合，及时解决各类技术问题，保障项目顺利交付。

6.10. 知识产权与合规承诺

我方所提供的全部软件、升级程序、技术文档、运维资料均权属清晰，不存在知识产权侵权问题。严格遵守项目保密要求，妥善保管

招标人数据、技术资料，不私自外泄、违规使用，全面遵守项目相关管理规定。

7. 质量保证

我方严格遵照聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目招标文件中质量保证相关要求，建立全流程、标准化质量保证体系，全面落实质量管控举措，确保大数据实时湖仓引擎平台、大数据开发治理平台、大数据分析平台及配套实施服务质量满足规范与使用要求。

7.1. 质量保证体系总体安排

- (1) 项目正式开工前，我方严格按照招标要求组织编制进度计划、研制方案、总体实施方案等文件，按流程提交招标人审核审批。
- (2) 同步搭建完善的项目质量保证体系，明确质量目标、组织架构、岗位职责、管控流程、检验标准，覆盖需求调研、方案设计、开发配置、部署实施、联调测试、试运行、验收交付全环节，实现全过程质量监督与管控。

7.2. 质保期承诺

- (1) 聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目整体标准质保期为 12 个月，自项目最终验收合格之日起正式计算。
- (2) 除 12 个月标准质保外，我方额外承诺提供 3 年原厂综合售后服务，服务内容、响应标准、服务能力严格遵循招标文件要求，全面保障平台长期稳定运行。

7.3. 原厂售后服务质量保障

7.3.1. 全周期技术支持保障

- (1) 3 年原厂服务期内，我方提供 7×24 小时远程支持服务，同时配套技术论坛、知识案例库，为使用及运维人员提供常态化技术咨询、资料查阅、问题解答服务。
- (2) 开通 7×24 小时专属维护热线，全天候受理故障报修、技术咨询、功能咨询等各类需求，确保任意时段服务渠道畅通。

7.3.2. 分级故障响应与现场服务保障

在 3 年服务周期内，严格执行故障分级响应及上门服务标准，提供 7×24 小时、4 小时内上门调试服务：

- (1) 紧急故障（系统瘫痪、整体功能不可用）：接到故障报修后 15 分钟内响应，技术人员 4 小时内抵达现场并完成故障确诊，第一时间开展抢修工作。
- (2) 重要故障（部分系统、核心功能无法正常运行）：接到故障报修后 30 分钟内响应，技术人员 4 小时内抵达现场并完成故障确诊，快速排查并处置问题。

7.3.3. 软硬件维护与升级保障

- (1) 3 年服务期及 12 个月标准质保期内，免费提供软硬件日常维护、故障修复、版本替换服务，不收取任何额外费用。
- (2) 平台软件、固件进行版本迭代、补丁更新时，我方免费提供升级实施服务。所有升级操作不会降低系统原有功能、性能指标，升级同步配套新版说明书、相关技术文档，提前告知招标人升级计划并征得同意后实施。

- (3) 针对项目相关硬件设备，3 年服务期内出现故障，我方提供免费维修、更换服务，保障硬件环境稳定支撑软件运行。

7.3.4. 技术指导与论证保障

服务周期内，根据招标人需求免费提供专业技术指导、方案论证等相关服务，配合完成平台优化、功能适配、科研应用落地等相关工作。

7.4. 全流程实施质量管控

- (1) **方案与文档质量管控**** 所有实施方案、设计文档、测试报告、操作手册、源代码、脚本等资料严格按照招标文件要求编制，文档全部使用中文，格式、版本、装订、电子文件均符合工程文件规范，做到内容完整、表述准确、权属清晰、注释规范，杜绝知识产权侵权问题。
- (2) **开发与配置质量管控** 严格按照技术指标开展平台组件配置、功能开发、算法封装、可视化移植、数据规则配置等工作，对照招标文件功能、性能指标逐项校验，确保各项功能、参数达标。
- (3) **测试检验管控** 按照要求开展单元测试、集成测试、联调测试、全业务测试，出具完整测试分析报告，对测试发现问题建立台账，闭环整改复测，严禁不合格内容进入下一环节。
- (4) **现场实施质量管控** 严格遵循现场管理、安全及保密规定，规范开展数据采集、历史数据迁移、数据治理、应用实施、系统部署等工作，保证实施流程合规、成果质量达标。

7.5. 知识产权质量承诺

- (1) 我方承诺聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目所提供的软件产品、代码、技术文档、方案成果等不存在任何知识产权、商业秘密权属争议，不会侵犯任何第三方合法权益。
- (2) 聚变堆涉核关键技术综合研发平台项目合作开发、委托开发形成的全部技术成果、知识产权，均按照招标文件要求归招标人所有。
- (3) 我方严格履行保密义务，在招标人未主动公开相关技术成果前，不得擅自对外披露、申报专利、著作权或用于其他盈利活动。若出现违规行为，自愿承担相应责任。

7.6. 违规管控承诺

我方郑重承诺，项目实施全过程不使用假冒伪劣产品、组件及服务。若经招标人判定我方人为使用假冒伪劣产品，我方自愿按照招标文件及合同相关违约条款接受处理。

7.7. 系统运行质量保障

- (1) 平台整体严格满足 7×24 小时连续稳定运行要求，系统可用率不低于 99%，单次非计划停机时长不超过 4 小时，每月累计非计划停机时长不超过 8 小时，计划停机提前报备并征得招标人同意。
- (2) 保障多客户端并发接入、数据读写、任务运行场景下系统稳定，杜绝数据串扰、死锁、服务崩溃等问题，各项性能指标全面符合招标文件规定。

8. 验收

我方将严格按照甲方要求，按照以下要求进行项目验收：

8.1. 概述

本次采购内容按照以下方式开展验收： 3

1. 出厂验收
2. 到货验收
3. 最终验收

本次验收依据以下文件开展： 1, 2, 4, 6

- ☒ 1. 采购合同
- ☒ 2. 技术协议
- ☐ 3. 相关图纸和检验测试规程
- ☒ 4. 相关标准规范
- ☐ 5. 双方补充协议（如有）
- ☒ 6. 验收大纲（如有）

8.2. 最终验收

甲方根据实际使用需求，确定最终验收时机和方式，最终验收时机按照以下方式选择： 3

1. 到货验收通过，现场测试项通过
2. 到货验收通过，现场安装、调试及测试通过
3. 到货验收通过，在装置实验过程调试及测试通过
4. 其它：

最终验收乙方需提交资料：

☐ 设计图、施工图、竣工图等各类图纸

☒ 各类设计方案

☒ 各类联络函、双方会议纪要、报告

☒ 使用说明书

☐ 各类检测检验报告

☐ 各类原材料质量证明文件

☐ 交接清单

☒ 各类研制总结报告

☒ 调试总结报告

☐ 各类调试、测试方案及规程

☐ 产品合格证

☐ 第三方计量检定报告，第三方测试报告

☐ 人员资质清单、计量器具清单

☒ 其它：脚本及源代码，2 项发明专利技术交底书，4 项计算机软件著作权申报相关材料

8.3. 文件验收

1) 文件提交

乙方必须提供电子版文件，电子版文件的传递需要遵守买方的相关程序，并按照《系统技术规格书》的要求提供相应的文件；乙方须提供 1 份电子版。

除验收过程中约定提供的所需文件外，供应商还需提供以下文件，具体清单如下：

文件名称	要求	备注
工程管理文件		
☐ 工程文件清单（IED）	资料	
☒ 进度计划	审查/资料	
☐ 专项计划（主材/外购件采购计划、工期赶制计划等）	审查/资料	
☐ 适用文件（包括法律法规、标准规范等）清单或副本	资料	
设计采购文件		
☐ 供货设备适用的标准、规范和技术条件清单或副本。	审查/资料	
☐ 图纸（外形和接口、总布置、组装、铭牌图、特殊工具等）	审查/资料	
☐ 设计执行文件、图纸、设计资格支持性文件	审查/资料	
☐ 制造图（部件图纸和详图）、原材料（元器件）清单	审查/资料	
☐ 设计和计算（抗震计算、力学计算）说明书	审查/资料	
☐ 重要材料采购技术条件（如果有）	审查/资料	
☐ 试验和检查文件和报告	审查/资料	
☐ 样品、原型机等试验报告	资料	
制造和检验文件		
☐ 制造工艺方案或制造大纲	资料	
☐ 制造程序或工艺及装配程序	资料	
☐ 制造过程文件	资料	
☒ 软件开发过程、代码检视、BUG 闭环等	资	

文件名称	要求	备注
开发记录	料	
☒ 单元测试和集成测试报告	资 料	
☒ 功能、性能测试报告	资 料	
安装文件		
☐ 设备安装程序（包括特殊运输要求，起吊，安装工具清单）	资料	
☐ 安装指南	资料	
☒ 系统安装部署手册、环境部署说明书（包括服务器、数据库、中间件）、安装部署文档	资料	
☒ 部署脚本、配置文件	资料	
调试和运行文件		
☐ 备品备件、消耗品、专用工具的清单及使用说明书	资料	
☐ 电气系统图、原理图及接线图纸	审查/资料	
☐ 现场贮存程序	资料	
☐ 试验大纲和程序	资料	
☐ 设备运行维修手册（EOMM）	资料	
质量文件		
☐ 质量管理手册/大纲	资 料	
☐ 项目质量保证大纲（PQAP）	审 查/资料	
☐ 合格分包商/分供方清单	资 料	
☐ 重要分包商/分供方质量管理手册/质保大纲	审 查/资料	
☐ 质量计划	审 查/资料	
☐ 保修卡	审	

文件名称	要求	备注
	查/资料	
☐ 产品合格证	审 查/资料	
贮存、运输和交货文件		
☐ 包装、贮存、运输程序	资 料	
☐ 到货通知、发货清单、装箱单	资 料	
☐ 特殊或大件物项的吊装、运输方案	审 查/资料	

2) 工程文件标准化

(1) 语种

所有工程文件和图纸都必须使用中文。

(2) 大小

提交的打印文件和图纸应符合国际“A”系列，也就是A0, A1, A2, A3, A4。A3及以上幅面图纸的叠图方法按GB/T10609-1989“复制图的折叠方法”执行。

(3) 符号、单位、格式和文件术语

用于流程图和设备编码标识中的标准符号、单位、文件格式和术语应符合买方有关程序的规定。

(4) 文件和图纸封面格式

纸质文件封面要求为100克纸张，文件标题、编码等信息必须按指定的位置进行填写。文件或图纸的封面格式按照买方程序规定，至少应包括以下内容：

- 文件编码；

➤ 文件标题，不建议在标题中使用缩写，除非在程序中有专门规定；

➤ 文件版本；

➤ 文件的状态；

➤ 出版日期；

➤ 文件起草、审核和批准人名及签字；

➤ 文件修订的简要说明；

➤ 乙方的内部编码；

➤ 总页数；

➤ 系统、设备和建筑物的标识（如果要求）；

➤ 设计审查的文件级别（如果要求）。

（5） 装订

文件必须装订完好，避免页面丢失。每一份文件的页码应按顺序标识。

（6） 文件版次

文件版次标识原则如下：

➤ 文件最初版次标识为“A”，第一次修订为“B”，依此类推。

➤ 文件，每一版次的修改内容应在文件修改页中记录，同时在文件的修改处标注直线和版本字母。

➤ 图纸，每一版次的修改内容应在图纸标题栏中记录，当标题栏的位置不够时，可以用云线的方式将图纸的修改内容标注，并注

明修改版次。

- 当文件升版后，升版文件必须提交买方。

（7） 文件状态

➤ 文件的状态表示文件技术内容的有效性和正确性，本工程中采用以下 4 种文件状态。

➤ PRE：初版，文件的技术内容可能还要修改，文件的出版方还不认为是最终版。

➤ CFC：执行，出版方已确认文件的技术内容是有效的，可以执行。

- CAE：竣工，文件的技术内容完全符合竣工状态。

➤ DES：描述，仅仅用于描述、解释和证明性的文件，不能用于施工，它的内容是出版方确认有效的。

文件状态的其它要求将在工程中由买方出版并经双方同意的程序规定。

（8） 文件的主要类别和编码系统

工程文件的分类和编码应按买方的程序规定，每一份文件的编码都是唯一的。

（9） 纸制文件的质量要求

所有提交的图纸或非电子版数据必须能够扫描成高质量的 ASCII 文件或做成缩微胶片，并能进行复制。

乙方必须向买方提供一套原件拷贝件。

提交的复制件必须保持与原件同样的质量。

图纸的字母在缩小（30 倍）或放大（14.5 倍）仍能保持适当的分辨率。图纸复制件应能保持均匀的对比度。

为了记录的永久存档，所有的记录文件必须用黑墨水或蓝黑墨水的笔进行填写。

如果复制件的对比度达不到要求或者深底色上线条和字符显示不清的，将退回乙方重新出版，并由乙方承担相应的费用。

（10）电子文件要求

电子文件应符合买方程序的规定。除了记录文件，电子文件要求可用计算机编辑。对于光盘载体，其正面打印清晰的封面，并注明光盘内容摘要与文件编码等检索信息。

9. 知识产权

我方将严格按照甲方要求，甲、乙双方合作开发或者委托开发形成的技术成果、知识产权和收益归甲方所有，并按以下要求执行：

（一）**不侵权要求：**乙方保证所提供的产品、技术、服务不会侵犯第三方的知识产权或商业秘密，不与第三方存在知识产权、商业秘密权属争议，不构成与第三方的不正当竞争。

（二）**本合同知识产权归属约定按以下方式执行：** 1

1、甲、乙双方合作开发或者委托开发形成的技术成果、知识产权和收益归**甲方**所有。在甲方主动公开成果具体信息之前，乙方对该技术成果承担保密义务；未经甲方同意，乙方不得将该技术成果提交专利申请、著作权登记、商标申请、用作盈利或以其它形式向任何第三方披露。

2、联合研发性质的采购合同中涉及知识产权归属问题，可由本项目负责单位、承担单位及研发单位（合同乙方）共同商议后确定。

（三）违反知识产权约定的救济：如有违反以上约定，甲方保留向乙方主张因此产生的包括但不限于经济损失、违约金、律师费、公证费、鉴定费、诉讼费等合理费用的权利。