交通科研企业数智业财融合系统架构设计与实现

白 梅 肖 琼 冯 冰
云南省交通科学研究院有限公司 云南 昆明 650041

摘 要：针对交通科研企业业财数据割裂、审批效率偏低、决策支撑不足等问题，本文设计并实现了一套数智业财融合系统。系统采用多层次架构，集成合同、供应链、财务与协同办公等核心模块，通过统一数据治理体系与微内核流程引擎，实现业务与财务数据的实时同步与无缝对接。系统运用 ETL 工具、流处理技术及大数据分析，构建从数据采集、整合到可视化决策的完整链路，并融合区块链技术保障数据可信。实际应用表明，该系统显著提升了审批效率与数据实时性，有效支撑了企业数字化转型。

关键词：业财融合；数智化；系统架构；数据治理

引言：交通科研企业在业务多元化与跨区域管理常态化背景下，传统业财分离模式导致数据重复录入、审批冗长、决策滞后等问题日益凸显，制约了管理效能与风险防控能力。本文针对上述问题设计了一套数智业财融合系统，基于分层架构与微服务技术打通多源异构业务数据，以微内核流程引擎实现审批与核算的深度融合，借助可视化技术赋能分层决策，并引入区块链机制保障数据安全可信。应用表明该系统提升了审批效率与数据一致性，验证了架构的可行性与实用价值，以期为同类型企业业财一体化建设提供参考。

1 交通科研企业数智业财融合系统需求分析

1.1 业务现状与痛点

某交通科研企业业务涵盖交通科研、工程咨询、检测监测、施工管理等多个领域，工程项目遍布全国多个省份。近年来，企业规模持续扩大，跨区域、多项目并行管理成为常态。在业财管理方面，主要存在以下痛点：其一，业务系统与财务系统相互独立，合同数据、供应链数据与财务凭证无法自动关联，大量数据依赖人工录入与核对，出错率高且效率低下。其二，项目分布广泛，跨区域审批流程长，纸质单据流转缓慢，严重影响业务开展时效性。其三，管理层无法实时获取项目收支、成本执行等关键财务信息，决策依赖于滞后的报表，难以实现动态管控。其四，各业务系统数据标准不统一，数据孤岛现象严重，难以支撑企业级的经营分析与风险预警。

1.2 功能性需求

系统需覆盖投标管理、合同管理、供应链管理、财务管理与协同办公等核心业务领域。投标管理模块应实现从立项、标书编制到投标保证金收退的全流程线上化管理，并与合同签订环节无缝衔接。合同管理系统需支持电子签名、合同履行跟踪、变更与结算管理，同时自动生成财务凭证。供应链系统应覆盖采购计划、供应商管理、入库验收、库存调拨及对账结算等环节，实现物资流与资金流的同步。财务管理模块需具备预算控制、费用报销、收入成本确认、资金计划及智能预警等功能。协同办公模块则提供流程审批、任务协作、移动办公等能力，满足跨区域高效协同需求[1]。

1.3 非功能性需求

系统在性能方面要求：并发用户数不低于 500 人，页面响应时间小于 3 秒，复杂报表生成时间不超过 10 秒。在可用性方面，系统需保证 7×24 小时稳定运行，年故障时间不超过 48 小时。在安全性方面，系统需实现基于角色的权限控制、数据传输加密、操作日志审计，并支持与公司现有统一身份认证系统集成。在扩展性方面，系统应采用模块化设计，支持后续业务模块的动态接入与第三方系统的标准对接。

2 交通科研企业数智业财融合系统架构设计

2.1 总体架构设计

系统采用分层架构模式，自下而上分为基础设施层、数据层、服务层、应用层与展现层，各层通过标准化接口通信，实现松耦合与高内聚。基础设施层依托混合云部署提供计算、存储与网络支撑；数据层负责多源数据的采集、清洗、存储与管理；服务层封装流程引擎、规则引擎、消息服务与安全服务等公共服务；应用层由合同管理、供应链管理、财务管理、投标管理及协同办公等业务模块构成；展现层面向 PC、移动端及大屏

提供统一门户与个性化工作台。系统通过企业服务总线集成银行支付、税务、电子签章等外部系统，同时提供开放 API 供第三方调用，实现内外部高效协同。

2.2 技术架构选型

技术选型遵循成熟稳定、开源优先、易于扩展的原则。后端基于 Spring Cloud 微服务框架构建，Nacos 实现服务注册发现，Spring Cloud Gateway 承担网关路由与鉴权。数据持久层采用 MyBatis Plus 配合 MySQL 存储业务数据，Elasticsearch 存储日志与监控数据，Redis 缓存高频数据，RocketMQ 实现异步解耦与削峰填谷。流程引擎选用 Activiti 并进行微内核改造，支持复杂审批流的灵活配置。前端采用 Vue 3 与 Element Plus 构建管理后台，移动端基于 Uni-app 跨平台开发，可视化选用 ECharts 与 AntV G2。数据集成方面，DataX 完成离线批量同步，Kafka 与 Flink 实现实时流处理。

2.3 数据架构设计

数据架构的核心目标是构建统一业财数据池，打破各系统数据孤岛。系统定义标准化数据模型，将业务数据抽象为项目、合同、供应商、物料、科目等核心主数据实体，并建立实体间关联关系。各业务系统数据按统一标准清洗、转换与加载，形成企业级数据仓库。原始数据通过实时或准实时方式同步至数据中台，经校验与标准化后分发至财务核算与分析系统，财务数据亦反向同步至业务端，使业务人员实时掌握资金回笼与成本归集情况[2]。数据治理层面建立完善的质量标准、校验规则与数据血缘管理机制，确保数据准确、完整且可追溯。

3 交通科研企业数智业财融合关键技术研究与实现

3.1 业财一体化流程引擎

流程引擎是业务与财务贯通的枢纽。传统审批流与财务核算相互独立，单据审批后仍需人工传递至财务。本系统基于微内核架构对 Activiti 二次开发，实现审批、业务与财务三流融合。引擎提供可视化设计器，业务人员可拖拽定义合同、付款、报销等流程，各节点配置前置条件、后置动作与异常处理。审批通过时引擎自动触发凭证生成，依据合同类型对应科目、费用类型对应预算项目等映射规则生成会计凭证并更新预算执行情况。预算不足或超额度时自动拦截并预警。该设计将财务控制前置到业务流程，实现从“事后记账”到“事中控制”的转变。

3.2 多源数据集成与治理

公司财务、供应链、人力等系统独立建设，数据格式与接口各异。系统采用“分层采集、统一标准、按需分发”策略。针对不同数据源差异化采集：数据库开放的系统通过 DataX 全量及增量同步；提供 API 的通过定时任务调用；老旧系统采用文件导入加适配器接入。原始数据进入缓冲层完成格式转换、字段映射、异常及缺失处理，统一转化为标准模型，经质量校验后存入数据仓库，通过 API 网关提供服务。ETL 中利用 Flink 对合同金额、付款执行率等实时计算并推送 Redis 供驾驶舱刷新；非实时报表采用离线批处理按日或小时生成汇总数据。

3.3 数智可视化与决策支持

系统构建多层次可视化体系，面向决策、管理、执行三层提供差异服务。决策层通过驾驶舱查看收入趋势、利润分布、现金流、项目健康度等 KPI 并支持下钻；管理层查看预算执行率、合同履约进度、成本偏差；执行层通过工作台了解待办与预警。技术采用“后端计算、前端渲染”，后端通过预聚合与物化视图提升查询性能，前端使用 ECharts 与 AntV G2 构建图表库，支持多图表展示，复杂报表集成专业引擎支持自定义导出。AI 应用于智能预警与辅助决策，利用历史数据构建模型评估成本超支、供应商履约、流动性风险，超阈值自动预警；同时引入 NLP 支持自然语言查询经营数据，降低使用门槛。

3.4 安全与区块链存证

系统构建“事前授权、事中审计、事后追溯”三层安全体系。认证采用 OAuth 2.0 对接统一身份认证，结合双因素保障账户安全；权限基于 RBAC 模型，细粒度到按钮与数据行级别。防篡改方面引入区块链对关键财务凭证与审批记录存证，每笔支付业务审批后，系统将单据编号、金额、收款方、审批链、时间戳等生成哈希值上链[3]。发生争议或审计时，比对链上哈希与系统内数据确认凭证完整性与真实性，有效提升财务数据公信力与抗抵赖能力。

4 交通科研企业数智业财融合核心模块研发与应用

4.1 投标管理模块

投标管理模块实现从招标信息获取到中标结果登记的全流程线上化闭环管理，涵盖投标立项审批、标书编制审核、保证金收退追踪及报价审批等环节。该模块与合同管理模块自动衔接，中标后系统自动提取投标阶段已审核的项目信息，一键发起合同签订流程，避免重复录入，确保合同内容与投标承诺的一致性。保证金管理亦与财务模块实时联动，支付与退还均自动推送至财务

系统完成登记，有效防范资金滞留风险。

4.2 供应链管理模块

供应链管理模块覆盖采购需求计划、询价比价、订单下达、到货验收、入库盘点、结算对账及付款申请等完整环节，通过条码技术实现物资出入库的快速登记，库存数据实时更新。该模块与财务管理模块实现数据实时同步：采购入库经确认后自动生成应付账款凭证，付款申请发起时自动关联采购订单与入库单，支持“三单匹配”核验，确保账实相符。同时系统依据交货及时率、质量合格率等维度自动生成供应商评分，为采购决策提供支撑。

4.3 合同管理模块

合同管理模块实施合同全生命周期的数字化管理，涵盖合同模板管理、在线编辑与版本控制、电子签章调用、履行计划编制、进度款申请、变更签证登记及合同关闭归档等功能。系统集成第三方电子签章平台，实现签署线上化。合同签订后自动生成台账，并按预设收付款节点提前发送提醒通知，有效防范逾期风险。合同变更时系统自动记录版本差异并重新计算收付款计划，确保财务数据与合同约定始终保持一致。

4.4 财务管理模块

财务管理模块是系统的核心枢纽，承载业务数据向财务信息的转化。模块与各业务系统深度融合：项目进度确认后按合同约定规则自动生成收入凭证；采购入库完成后自动归集成本；报销单据提交时自动校验预算余额并实时预警；付款申请与资金计划联动辅助资金排期。月末自动生成项目损益表、部门费用汇总表及现金流分析报告，显著缩短结账周期，提升数据准确性与可追溯性[4]。

4.5 协同办公模块

协同办公模块集成即时通讯、日程管理、任务分配、文档共享等功能，支持移动端与 PC 端数据同步，打破跨区域沟通壁垒。所有业务单据统一推送至审批人，支持移动端随时查看单据详情与审批记录，实现“随时批、随地批”。个人工作台集中展示待办事项并提供超时预警，有效提升跨区域团队的协同效率与执行力。

5 交通科研企业数智业财融合系统应用效果评估

系统自上线运行以来，已全面覆盖公司总部及下属各业务单元，注册用户超过 800 人，日均活跃用户约 350 人。系统运行的核心业务数据如下：累计处理合同审批流程超过 5200 余条，供应链采购订单超过 3400 余份，财务付款单据超过 7800 余笔。在系统运行效率方面，跨区域审批流程平均处理时间由原先的 5 至 7 个工作日压缩至 2 个工作日以内，单笔付款审批环节减少 3 个线下签字环节，整体审批效率提升约 60%。在数据一致性方面，业务系统与财务系统的凭证自动生成率达到 92%以上，因手工录入导致的差错率降低了 85%。管理层可通过驾驶舱实时查看各项目经营情况，月度财务报告编制时间由原来的 7 天缩短至 2 天。风险管理方面，系统累计触发各类预警信息 430 余次，有效识别预算超支风险、供应商逾期交付风险及资金占用异常等问题，为管理层及时干预提供了有力依据。

结束语

本文针对交通科研企业业财协同不足、决策支撑薄弱等现实问题，设计并实现了数智业财融合系统。系统采用分层架构与微服务技术，打通了多源异构业务数据。通过微内核流程引擎，实现了业务审批与财务核算的深度融合。实际应用验证了该架构在业财融合领域的可行性与实用价值。未来，随着人工智能大模型技术的进一步发展，系统可探索更多应用场景。例如智能财务问答、自动化报告生成、深度异常检测等。这些探索将持续深化系统的数智化水平，为企业高质量发展提供更强大的技术支撑与决策保障。

参考文献

[1] 谢志华, 陆正飞. 业财融合的本质与实现路径 [J]. 会计研究, 2023(5): 3-14.

[2] 周磊, 施先旺. 论业财合一与业财融合的本质与区别 [J]. 财会通讯，2025(15)：164-170.

[3] 姚珂. 数智化背景下财务机器人应用探索 [J]. 合作经济与科技，2025(4)：95-97.

[4] 周卫华, 李一诺, 董木欣. 会计信息化规制能提高会计信息质量吗——基于《企业会计信息化工作规范》实施的准自然实验 [J]. 会计研究,2023(11):31-49.