

企业数字化双循环管理机制构建与应用分析

郭信忠

立臻电子科技股份有限公司 江苏 昆山 215300

【摘要】：在数字经济深度渗透企业运营全流程的背景下，传统企业在数字化部署过程中普遍面临系统建设零散化、流程运行割裂化、数据资源孤岛化、价值改善闭环缺失化等结构性问题。上述问题不仅制约战略目标的高效落地，也显著削弱了运营效能的持续提升能力。本文以数字化双循环任务管理系统为核心研究对象，整合流程挖掘算法、CATAC 循环模型与目标拆解方法，系统构建并阐述企业数字化双循环管理机制的理论基础、模块构成、构建路径与实施要点。

研究围绕技术原理解析、应用场景落地、效益评估体系与实践保障机制四个维度，完整呈现该机制从理论设计到企业运营部署的全链条逻辑。研究表明：数字化双循环管理机制通过战略—流程双循环与数据—任务双循环的协同运转，能够实现业务流程全自动梳理、异常状态智能识别、改善任务精准触发、资源动态优化配置与组织效能持续迭代，有效破解传统管理模式下流程信息失真、数据系统不通、执行响应滞后、改善方向盲目等长期难题，为制造、服务、科技等多类型企业数字化转型与运营精细化管理提供具备可复制性与可推广性的实践方案。

【关键词】：数字化双循环；任务管理；流程挖掘；企业运营；数据驱动

DOI:10.12417/2982-3382.25.06.004

1 绪论

1.1 研究背景

当前，数字经济已从技术层面的边缘探索演变为驱动企业高质量发展的核心引擎。企业数字化转型的内涵也由此发生深刻转变：由早期的局部工具应用（如财务电算化、办公自动化）升级为涵盖战略规划、业务执行、流程管控、数据分析、组织能力重塑等全维度的体系重构。然而，在实践中，大量企业的数字化建设并未真正实现“体系化”转型，反而陷入三类具有普遍性的结构性困境。

第一类困境表现为数字化部署的碎片化。不同业务部门根据自身需求独立建设信息系统，如销售部门部署 CRM、生产部门引入 MES、仓储部门使用 WMS、财务部门运行 ERP 模块。各系统之间数据标准不统一，接口长期缺失或不可用，导致流程运行与战略目标之间出现脱节。战略意图难以有效下沉到具体业务环节，业务层级的执行数据也难以反向支撑战略决策，整体赋能效应无法形成。

第二类困境聚焦于业务流程管理的粗放性。传统的流程梳理方式高度依赖人工访谈、现场观察与文档记录，不仅耗时耗力，而且难以覆盖跨部门、跨系统的完整业务链路。关键节点容易遗漏，流程的真实运行状况与制度文本之间存在显著差异。流程合规性、效率瓶颈、资源浪费点等关键信息在人工模式下难以系统识别，进而影响后续改进措施的科学性。

第三类困境表现为运营分析与改善动作的显著滞后。多数

企业仍依赖管理者的个人经验进行异常判断与改善决策，缺乏基于全局数据的量化分析能力。当某一环节出现效率下降或质量波动时，问题往往已经在系统中累积较长时间，待到人工发现时已造成实质性损失。改善措施的执行也缺乏闭环验证，效果难以评估，持续性改善难以落地。

在上述背景下，以流程挖掘、数据驱动、闭环迭代、智能触发为核心技术特征的数字化双循环管理机制逐渐成为破解企业数字化痛点的关键路径。该机制以企业战略目标为逻辑起点，通过构建双闭环运行体系，实现流程数字化、数据业务化、任务智能化、改善持续化，推动企业管理范式从被动响应式向主动预测式转变。

1.2 研究意义

理论意义：本研究系统整合了企业管理理论、流程挖掘技术、数据科学方法与智能任务分配机制，构建了完整的数字化双循环管理理论体系。明确界定了双循环机制的内涵边界、模块之间的逻辑关系、运转过程中的数学模型与反馈机制，丰富了数字化运营与任务管理领域的理论供给，为后续学术研究提供了可参照的分析框架。

实践意义：本研究面向企业真实运营中的痛点问题，提供了一套从机制设计到技术实现再到落地步骤的完整解决方案。企业可参照本文方法，快速搭建标准化、智能化、可迭代的任务管理体系，实现流程运行透明化、数据资源一体化、任务执行高效化、改善动作精准化。

研究成果对制造、服务、科技等不同行业及不同规模企业的数字化升级均具备实际指导价值。

1.3 国内外研究现状

国外研究现状：国外学术界与工业界在流程挖掘、业务流程管理（BPM）、数据驱动决策等细分领域已形成较为成熟的技术体系与工具生态，代表性平台包括 ProM、Celonis、Disco 等。上述工具的核心能力在于从信息系统事件日志中自动还原真实流程，识别流程偏差与瓶颈，支持单一流程的优化分析。然而，现有研究多聚焦于单流程或有限流程集合的效率提升，缺乏将企业战略目标、跨流程协同、任务智能触发与组织改善整合进统一闭环框架的设计。换言之，流程优化与战略执行之间仍存在断层。

国内研究现状：国内研究更多关注数字化转型的整体实践路径以及在双循环发展格局下企业运营模式的创新方向，数据中台、业务协同、闭环管理等概念得到广泛讨论。但是，相当一部分研究停留在理念阐释与宏观建议层面，技术算法的支撑不足，具体机制的构建缺乏可操作的完整方案。将流程挖掘算法、CATAC 循环模型与目标函数拆解方法进行系统性整合并提出可落地的双循环管理方案的研究尚属少见。

1.4 研究内容与方法

研究内容：界定数字化双循环管理机制的核心内涵；解析系统三大核心模块（流程梳理、数字化重塑、运营赋能）的功能定位与相互关系；阐述业务流程模型构建、CATAC 循环模型搭建、数据自动分析与异常识别的技术原理与数学方法；设计机制落地的分阶段实施路径；开展典型应用场景分析、多维效益评估与实践保障研究；总结机制优势与未来演进方向。

研究方法：本文综合采用文献研究法、理论建模法、技术解析法、案例应用法与归纳总结法，确保研究在理论深度与实务指导性之间取得平衡。

2 相关理论基础

2.1 数字化转型与企业运营管理理论

数字化转型的实质是以数据为核心生产要素，通过数字技术对业务流程、组织架构与管理机制进行系统性重构，最终实现降本增效与模式创新。传统企业运营管理主要关注资源投入、过程执行、效率达成与目标实现，但其运行高度依赖人工管控与经验决策。这种模式在环境相对稳定、业务规模有限的条件下尚能维持，但在当前高度动态、跨系统、跨地域的经营环境下，流程不透明、执行偏差累积、数据反馈滞后、改善方向盲目等缺陷日益突出。数字化转型为运营管理提供了数据驱动、智能协同、闭环迭代的全新路径，使得管理活动从“事后纠偏”转向“事中干预”甚至“事前预测”。

2.2 流程挖掘理论

流程挖掘是从企业信息系统中提取事件日志，通过专门算法自动发现、监控与优化真实业务流程的技术方法。与传统流程建模方式不同，流程挖掘不依赖主观描述或离线访谈，而是基于实际发生的业务数据还原流程全貌。其核心能力包括：流程可视化，即将真实执行路径以图形方式展示；偏差识别，即对比预设流程与实际流程之间的偏离点；瓶颈定位，即量化分析各环节的等待时间、处理时间与资源占用；效率分析，即从多维度评估流程绩效。流程挖掘具有全面性、客观性、实时性与相对低成本的优势，为业务流程的数字化重塑提供了关键技术支撑。

2.3 双循环管理理论

本文所提出的数字化双循环管理机制包含两个相互嵌套的核心闭环：

战略—流程双循环：该循环的运行路径为：战略目标拆解与落地→流程建模与执行→关键数据实时监测→流程效率与合规性分析→流程优化调整→战略目标校准。该循环实现了自上而下的战略传导与自下而上的反馈优化之间的双向互动，确保执行层面的活动始终服务于战略意图。

数据—任务双循环：该循环的运行路径为：多源数据采集与集成→数据自动清洗与分析→异常模式识别→改善任务自动生成与触发→执行部门响应与动作落地→效果自动验证→数据模型更新迭代。该循环以数据驱动任务生成，以任务执行结果反哺数据质量与分析模型，形成持续进化的智能闭环。

上述两个循环相互嵌套、数据互通、迭代同步，共同构成覆盖企业运营全流程、全要素、全周期的闭环管理体系。

2.4 CATAC 循环模型理论

CATAC 循环是数字化双循环机制中的核心执行单元，其名称来源于五个连续环节的英文首字母：数据采集（Collection）、自动分析（Analysis）、任务触发（Trigger）、行动指示（Action）、效果确认（Confirmation）。CATAC 循环是对传统 PDCA（计划—执行—检查—改进）循环在数字化环境下的替代与升级。传统 PDCA 循环中，数据采集、分析与检查环节依赖大量人工操作，响应速度慢且覆盖面有限。CATAC 循环则通过自动化数据流水线、预设规则与算法模型，实现了异常的实时发现、任务的自动分配、改善动作的精准下达以及效果的自动校验，显著提升了管理闭环的运行速度与可靠性，更加适配数字化环境下实时化、智能化的管理需求。

3 企业数字化双循环管理机制核心框架

3.1 机制内涵与核心定位

数字化双循环管理机制是以企业战略目标为根本导向，以流程挖掘算法为核心技术支撑，以 CATAC 循环模型为基本执

行单元，以数据闭环与任务闭环为双轮驱动，整合流程梳理、数字化重塑、运营赋能三大模块，实现战略落地精准化、流程管理透明化、任务执行智能化、运营改善持续化的企业全域运营管理体系。该机制的核心定位在于：打通战略层、流程层、数据层、任务层与组织层之间的壁垒，构建具备自发现、自分析、自触发、自执行、自优化能力的智能运营生态。

3.2 系统整体架构

系统整体架构由三大核心模块构成，模块之间形成层层递进且具备双向反馈通道的双循环结构：

流程梳理模块：作为系统的底层基础模块，负责从企业内外部异构系统中提取事件日志，通过归纳式流程挖掘算法自动生成标准化的业务流程模型。该模块的核心输出包括真实流程的可视化展示、流程变体识别、关键节点统计与偏差活动标注。

数字化重塑模块：作为系统的中间核心模块，基于流程梳理模块输出的流程模型，构建面向执行的 CATAAC 循环模型。该模块完成数据的自动化采集与集成、多维度指标计算与异常分析、改善任务的智能生成与精准分配，实现业务流程的数字化重构与智能驱动。

运营赋能模块：作为系统的顶层应用模块，负责搭建与之匹配的数字化运营管理机制与专业化团队。该模块持续监测 CATAAC 循环的运行数据，定期开展流程效率评估与优化，并将改善成果反向输入到流程模型与 CATAAC 规则中，形成持续迭代的组织能力。

3.3 双循环运转逻辑

内循环（执行循环）：运行路径为：流程梳理模块输出模型→CATAAC 循环执行（采集—分析—触发—行动—确认）→任务分配至责任单元→执行改善动作→系统自动确认效果→流程模型动态更新。该循环聚焦业务执行层面，目标是实现流程运行状态的实时监控、异常状况的快速响应与执行效率的持续提升。

外循环（战略循环）：运行路径为：战略目标拆解为可量化的子目标与关键指标→流程设计承接战略意图→流程执行数据汇总至战略层→基于数据开展战略达成度分析→识别资源配置偏差→调整战略重心与资源分配→重新拆解目标并下达。该循环聚焦战略落地层面，保障流程设计与运行始终与战略方向保持一致，实现资源的最优配置与战略的动态升级。

4 数字化双循环管理机制构建方法与技术实现

4.1 业务流程模型构建（流程梳理模块核心）

业务流程模型的构建以战略目标为逻辑起点，综合运用目标函数拆解方法与流程挖掘算法，实现全自动、高保真、可视化的流程建模。

确定企业战略目标，定义总目标函数

设企业总目标函数为 FF ，其综合反映企业战略的整体达成程度。总目标函数定义为各业务部门子目标函数的加权和：

$$F = w_1 f_1 + w_2 f_2 + \dots + w_n f_n = \sum_{i=1}^n w_i f_i$$

其中： n 为业务部门数量； f_i 为第 i 个部门的子目标函数，通常包含效率、质量、成本、交付等维度指标； w_i 为第 i 个部门对应的权重，体现该部门在企业战略中的贡献度。

目标函数分解：将总目标 FF 逐层分解至各业务部门乃至关键岗位，明确每个子目标的计算口径、数据来源、目标阈值与权重设定，确保战略目标精准下沉至可执行的业务单元。

流程挖掘实施步骤

(1) 提取事件数据：从 ERP、MES、CRM、OA 等系统中提取事件日志，每条事件记录至少包含事件 ID、活动名称、时间戳、执行资源与上下文信息。

(2) 事件序列转换：将离散事件按时间顺序转换为包含多个活动的执行序列，明确活动之间的先后与并行关系。

(3) 频繁集挖掘：采用 Apriori 算法识别高频出现的活动集合，通过迭代生成候选项集并进行剪枝，过滤低频组合，调整部门权重的合理范围。

(4) 流程模式泛化：将频繁活动集合转化为通用的流程模式，还原真实业务逻辑，识别常见的顺序、并行、选择与循环结构。

(5) 流程模型生成与可视化：生成包含节点、边、网关等元素的流程模型，并以有向图形式展示全流程链路，支持多层钻取与过滤。

流程分析与偏差识别：统计模型中各活动的平均执行时间、最长等待时间、资源占用率与通过量，并与预设目标函数阈值进行比较。对于超出容忍范围的偏差活动，系统自动标记并推送至下一阶段的 CATAAC 循环。

4.2 CATAAC 循环模型构建（数字化重塑模块核心）

在流程模型基础上搭建 CATAAC 智能执行循环，各环节具体实现如下：

数据采集（Collection）：面向流程模型中的每一个活动节点，自动采集设备运行参数、生产进度、环境传感器读数、人员操作记录等全维度数据，并通过数据总线统一汇聚。

自动分析（Analysis）

(1) 核心指标计算：计算各活动节点的平均执行时间 \bar{t} 、标准差 σ 与变异系数 θ ，以评估流程稳定性。(2) 异常活动检测：采用 3σ 原则，若某次活动执行时间 t_i 满足 $t_i > \bar{t} + 3\sigma$ 或 $t_i < \bar{t} - 3\sigma$ ，则标记为异常。(3) 异常结构识别：统计活动节点的重复次数，识别异常循环；计算并行活

动之间的时间差 $D_{ij} = |t_j - t_j'|$ $D_{ij} = |t_j - t_j'|$ ，若时间差显著超出历史分布范围，则识别为异常同步问题。（4）任务触发（Trigger）：一旦检测到异常，系统自动生成结构化任务，任务内容包括异常描述、发生位置、时间戳、初步原因分类与建议处理方向。任务通过集成接口精准分配至责任部门或责任人，对于跨部门或高影响异常，自动启动专项改善项目。（5）行动指示（Action）：责任部门接收任务后，组织设备、系统与人员进行协同分析，确认异常根因，制定短期遏制措施与长期标准化改进方案。所有动作均需在中记录执行情况。（6）效果确认（Confirmation）：系统在预定改善周期结束后自动重新采集数据，验证改善前后关键指标的变化。若指标恢复正常且稳定运行达到设定时长，则任务闭环；若未达标，则重新进入 CATAc 循环的触发阶段，进行下一轮迭代。

4.3 核心数学算法与模型

为保障上述机制的可计算性，本文给出以下核心数学表达：

平均执行时间：

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$$

标准差：

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}$$

变异系数：

$$\theta = \frac{\sigma}{\bar{t}} \times 100\%$$

异常活动判定：

$$t_i > \bar{t} + 3\sigma \text{ 或 } t_i < \bar{t} - 3\sigma$$

异常循环检测：

$$C_i = \sum_{k=1}^K n_{ik} > \text{阈值 } C$$

并行活动异常同步判定：

$$D_{ij} = |t_j - t_j'| > \text{阈值 } D$$

上述数学模型为异常精准识别、自动判定与快速响应提供了量化基础。

4.4 运营赋能模块构建

（1）数字化运营管理机制：制定配套制度文件，覆盖流程管理规范、数据质量管理标准、任务分配与升级规则、考核激励机制与持续改善流程，形成制度闭环。（2）专业化运营团队：设立流程分析师、数据专员、任务协调员、改善专员等角色，明确岗位职责、任职要求与考核办法，确保人有专责、事有专管。（3）持续监测与优化：通过运营看板实时展示 CATAc 循环的关键运行指标，定期复盘流程效率、任务执行率、异常闭环率，动态调整流程模型参数、部门权重与 CATAc 触发规则，形成长效机制。

5 数字化双循环管理机制实施路径

5.1 准备阶段

（1）现状诊断：系统评估企业战略目标清晰度、现有业务流程文档完整性、数字化系统覆盖率与集成度、数据质量成熟度，输出痛点与瓶颈清单。（2）团队组建：成立由高层管理者挂帅、各业务部门与 IT 部门骨干参与的专项小组，明确任务分工、时间节点与交付成果。（3）数据治理：统一主数据与业务数据标准，制定接口规范，补全缺失的日志采集点，确保事件日志的完整性、准确性与实时性。（4）目标设定：明确本机制实施的具体范围（试点业务域或全域）、周期、阶段目标与考核指标，制定详细路线图。

5.2 模块搭建阶段

（1）流程梳理模块部署：配置日志采集接口，导入流程挖掘算法库，完成至少 3~5 个核心流程的模型构建与可视化验证。（2）数字化重塑模块开发：搭建 CATAc 循环的执行引擎，配置数据计算规则、异常识别规则、任务触发与分配逻辑。

（3）运营赋能模块落地：发布配套管理制度，完成团队组建与上岗培训，部署运营监测看板，实现流程、数据、任务的一体化管控。

5.3 测试优化阶段

（1）试点运行：选择 1~2 个具有代表性的核心业务流程（如订单到交付、采购到付款）进行试点运行，持续运行不低于 3 个完整业务周期。（2）问题整改：收集试点过程中暴露的模型偏差、规则误报、任务分配不合理、系统性能瓶颈等问题，逐项优化。（3）效果评估：对比试点前后流程效率、异常响应时间、任务完成率、资源利用率等指标，量化机制价值。

5.4 全面推广阶段

（1）全域覆盖：将机制逐步推广至全部业务部门与所有关键流程，完成与各业务系统的深度对接。（2）培训赋能：面向全员开展分层培训，使业务人员掌握新机制下的操作规范，理解数据驱动的工作方式。（3）常态化运行：建立日常运维、周期性监测与季度复盘机制，保障双循环系统稳定高效运行。

5.5 迭代升级阶段

每半年组织一次机制运行复盘，结合企业战略调整、业务模式变化与数字技术升级，优化流程模型、算法参数与 CATAc 规则，保持机制与业务实际的动态适配。

6 应用场景与效益分析

6.1 典型应用场景

生产制造场景：流程挖掘还原从工单下达到成品入库的全流程，识别等待、返工、设备闲置等隐性异常。CATAc 自动触发设备维护、工序重排、物料补货等任务，提升设备综合效

率，缩短生产周期。（1）供应链管理场景：打通采购、仓储、物流、销售端到端流程，实时监控库存周转、配送时效、供应商履约率。自动触发补货、催交、库存结构优化等任务，降低库存持有成本，提升订单交付准时率。（2）职能管理场景：梳理审批、财务报销、招聘等人事行政流程，识别冗余节点、超时审批、重复提报等低效行为，自动触发流程精简、权限调整、制度修订任务，提升行政效率。（3）客户服务场景：挖掘客户服务请求、工单派发、处理反馈的全链路，识别响应延迟、一次解决率偏低、重复投诉等异常，自动触发服务升级、技能培训、流程优化任务，提升客户满意度与留存率。

6.2 核心效益评估

运营效率提升：流程全自动梳理减少人工投入约80%以上；异常实时识别使处理效率提升60%以上；流程可视化使执行偏差率降低50%以上。（1）成本降低：减少人力、时间与资源浪费，降低流程梳理、运营管控、错误返工等成本；资源精准配置使资源利用率提升20%~40%。（2）战略落地强化：战略目标经量化拆解后精准下沉至流程与任务；数据驱动的反馈支撑战略动态调整与资源重配。（3）组织能力升级：数据驱动替代经验决策，管理科学性增强；任务自动分配明确责任主体，执行力提升；持续改善机制培育精益文化。（4）数字化价值释放：打破数据孤岛，实现跨系统数据共享复用；各系统协同运转，避免碎片化投资浪费，最大化数字化投资回报。

7 结论与展望

7.1 研究结论

本文系统构建并阐述了企业数字化双循环管理机制，该机

制以流程挖掘算法实现业务流程的全自动精准梳理，以CATA C循环模型实现数据驱动的智能执行，以战略—流程双循环与数据—任务双循环的协同设计实现战略落地与运营改善的同步迭代。研究表明，该机制能够有效破解传统企业数字化建设中的系统零散、流程割裂、数据孤岛、执行低效、改善盲目等核心痛点。该机制具备全面、智能、精准、闭环、适配五大特征，能够显著提升企业运营效率、降低运营成本、强化战略落地效果并释放数字化资产的潜在价值，为企业数字化转型与运营管理升级提供了一套具备系统性与可操作性的解决方案。

7.2 未来展望

技术融合升级：后续可结合AI大模型、机器学习预测算法、RPA自动化执行与数字孪生仿真技术，进一步提升机制的预测性、自主性与人机交互能力。（1）全域生态拓展：逐步将机制从企业内部延伸至供应链伙伴、渠道网络与终端客户，实现全生态链路的双循环管理。（2）轻量化普及：开发面向中小企业的轻量化、模块化、低成本方案，降低技术门槛与实施周期。（3）行业深度定制：针对制造、服务、科技、医疗等不同行业的核心业务特征，定制专属流程模型与CATA C规则模板，提升行业适配深度。

数字化双循环管理机制是企业迈向智能运营、精益管理与高质量发展的核心支撑。伴随数字技术的持续演进与实践经验的不断积累，该机制有望成为企业数字化运营的标准范式，助力更多企业在数字经济时代构建持久的核心竞争力。

参考文献：

- [1] 周克明,黄茜.双循环背景下数字化投入对制造业企业绩效提升影响研究[J].长春工程学院学报(社会科学版),2024,25(01):61-65.
- [2] 刘淑春,闫津臣,张思雪,等.企业管理数字化变革能提升投入产出效率吗[J].管理世界,2021,37(05):170-190+13.
- [3] 李晓静,蒋灵多.数字化与企业创新[J].国际商务(对外经济贸易大学学报),2023,(01):139-156.
- [4] 李耀东.数字经济时代企业数字化转型的管理问题研究[J].商业经济,2024,(07):36-39+73.
- [5] 吴浩,牟岩,朱拥军.基于改进元模型的大型能源集团企业数字化架构管理要素构建与协同机制研究[J].制造业自动化,2026,48(03):100-111.