大数据背景下财务内控风险预警机制研究

文 | 张慧敏

数字经济浪潮下，企业财务活动规模急剧扩张，交易结构日趋复杂，财务内控风险的隐蔽性与传播速度同步增强。传统预警方法主要依靠固定的判断标准及人工核查，信息获取渠道比较有限，应对出现严重延迟情况，当面对跨部门资金违规、多层次关联交易等新型欺诈方式时，预警功能已明显失效。大数据技术的完善与深度学习算法的进步，为财务内控风险预警机制的全面革新奠定坚实基础，虚拟世界中数字镜像财务系统的早期应用开创风险预警早期介入全新模式，系统性地研究大数据环境下财务内控风险预警机制的技术框架与实施方法，对促进智能财务风控体系的建设具有显著实用价值。

（配图由 AI 生成）

传统财务内控预警的现实困境

随着数字化转型持续不断地深化，传统财务内控预警体系的固有短板变得日益凸显。它在数据采集、规则灵活性与风险感知等关键方面存在不足，这些不足严重影响了企业风险管控水平的提升，迫切需要从技术架构与机制设计上实现系统性革新。

静态规则难适应动态风险

传统财务风险预警系统长时间采用人工设定的固定标准规则，依靠预先设定好的财务指标界限来判断风险情况。这种机制在企业业务构成较为单一的时期还能起到基础警示作用，然而随着企业交易数量急剧攀升及舞弊手法不断翻新，固定标准的内在局限性变得日益明显。既定阈值难以捕捉经营周期起伏与市场环境调整变化，常在月底集中报销、跨季度资金调配等特定节点引发过多错误警报，这既浪费了审查人力，又淹没了真正的高危信号。当前财务舞弊多采用拆解交易金额、编造审批流程等手法刻意规避标准触发条件，静态规则对这类动态变化行为几乎完全失效，预警系统因此陷入被动应对的固有瓶颈，无法满足现代企业财务风险管理的精细化要求。尤其是在人工智能与大数据技术快速渗透的当下，以固定阈值为代表的传统规则引擎与日益复杂智能的风险形势之间的差距越发显著，必须采用自适应算法进行革新。

数据分散制约风险识别效能

财务内控风险精准识别需要依靠多源数据的有机整合，可现有的预警体系在数据获取与共享环节具有明显的结构性壁垒。企业内部的财务系统、采购系统、人力资源系统及业务审批平台往往相互独立运行，各系统之间缺乏统一的数据接口标准，导致交易流水、审批痕迹及契约文本等核心资料长期分开存于孤立信息单元中。这种分散的数据分布让预警机制只能依靠单维度的财务报表来进行研判，难以识别跨部门串通舞弊与供应商隐性利益输送等隐蔽性很强的复合型风险。数据更新周期长、人工录入误差率高等问题不断降低预警结果的有效性与精确度，使得风险发现能力受到大幅限制，由此为用大数据技术构建多源数据实时治理体系带来了现实必要性。与此同时，数字化业务场景中，非结构化数据的比重在持续增加，传统关系型数据库的处理能力瓶颈在加速形成，数据孤岛问题产生的负面效应正迅速导致预警机制失效。

大数据驱动的智能预警体系构建

突破传统预警的既有局限，需要从底层数据架构到顶层决策逻辑进行全链条重构。大数据技术体系为这一重构提

供了坚实的技术基础，通过多维数据整合、深度学习辨识与知识图谱关联的三重协同，能够打造出具有自适应、自学习、自进化功能的新型智能预警技术框架。

多维数据实时整合与治理

为解决传统预警模式数据分散的弊端，基于大数据技术的智能预警系统采用统一数据中台当作核心框架。通过设立标准化的数据接口，把财务系统、采购平台、人力资源系统及外部市场信息源整合进统一的数据采集渠道，进而实现结构化的财务报表数据与各类非结构化的审批记录、合同文本等多源异构数据的集中接入；借助 Kafka、Flink 等流式计算引擎，海量交易数据能够在毫秒级时段内完成净化、规范化及特征提取；系统同步开展数据去重、补全及格式统一操作，以此保障输入预警模型的数据在质量与时效上都符合要求标准，切实避免传统数据更新滞后所带来的弊端，为智能预警模型持续提供高质量且及时的数据支持。

在数据管控方面，利用数据血缘追踪技术对每笔数据的来源途径与处理环节进行全程监控。系统完整记录数据从最初采集直至最终入库的全过程操作日志，一旦检测到数据异常就能快速定位问题环节并启动回溯修复流程，保障了数据质量的追溯性与审核能力；而多维数据的动态协同处理不但为后续的智能识别模型提供了高质量的数据支撑，也为实现精确预警构建了坚实的技术基础。凭借分布式存储架构与实时计算集群的协同作用，数据中台能够完成 PB 级财务数据的毫秒级处理响应，完全克服传统批处理方式在时效性方面的固有局限，为后续算法模型的高频迭代优化奠定坚实基础，让整个预警系统具备持续优化的内在驱动力。该智能预警体系由数据层、算法层及应用层三层结构共同支撑，各层级紧密衔接，形成了完整的技术闭环。

深度学习异常特征智能识别

以高维度数据集为基础，深度学习模型要从庞大财务流水记录中智能识别异常风险特征的核心计算任务。多尺度卷积网络依靠可变时间窗口对交易序列作动态分析，可有效识别月末大额转账、节假日前虚假报销及短期内高频小额拆分等规律性欺诈行为，弥补了传统规则在时序风险变化方面的盲区。在具体实施层面，系统依据不同业务需求分别配置短周期、中周期及长周期三类卷积核，采用自适应权重融合策略对多尺度时序特征进行有机整合，使模型既能捕捉单笔交易的瞬时异常，又能洞察跨月度、跨季度的风险累积演变趋势，确保预警能力不会因数据量激增而受到影响。

联合学习架构把异常识别、风险归类及危害评估融合成协同工作的整体框架，生成涵盖风险概率与预警阈值的结构化分析报告，明显增强了预警决策的科学性与透明度，为审计团队提供清晰明确的操作指引。值得关注的是，结合对比学习与自监督预训练方法，即便在正负样本极不均衡的财务舞弊识别任务中，模型依旧能够维持较高水平的准确性。系统借助海量正常交易数据开展预训练来建立通用的财务语义表示，接着利用少量标记的舞弊样本进行优化，进而把通用特征转化为风险特征，这既克服了传统监督学习对大规模标注数据的依赖，也保证了智能预警系统在样本量有限甚至数据不足的环境下稳定运行。

知识图谱隐性风险关联挖掘

深度学习算法在单维交易序列异常识别方面表现相当优异，不过对于跨主体协同舞弊、多层级资金循环及供应商隐性利益输送等复合型关联风险，还需引入知识图谱技术来实现结构化关联关系的深度解析。知识图谱将企业内部账户主体、部门单元、审批人员及外部供应商映射成异构图网络中的节点实体，以资金转移、审批授权及合同绑定等业务交互作为连接边，并附载交易金额、时间戳及业务类型等属性信息。在图谱构建过程中，系统采用实体对齐算法解决不同数据源中同名异义与异名同义的问题，同时通过关系置信度评分筛选掉质量较低的边，以此保障图谱结构的语义准确性。这一过程把零散的财务活动数据整合为结构化、语义化的关联网络，为系统性挖掘潜在风险提供可靠的图论基础。

图神经网络在此基础上通过节点间多跳信息聚合，能够自动识别资金经多级账户循环回流关联方、审批人员与供应商存在隐性股权关联等传统规则体系难以覆盖的复杂舞弊路径。动态更新机制保证图谱随着业务数据实时演化，使隐性风险关联的挖掘能力持续迭代提升，为元宇宙场景下的可视化风险呈现奠定结构化数据基础。融合实体消歧、关系补全与子图匹配技术的增强型图谱推理引擎，能够把零散异常信号自动整合为完整欺诈路径图谱，系统识别出风险路径之后，会自动将关键证据节点、异常资金流动及涉事主体关联以结构化报告呈现，让审计人员可以一键追溯完整证据链条，显著增强风险证据的完整性与可追溯性，为监管报告自动化生成提供精准的语义级数据基础。

元宇宙赋能预警机制的创新路径

随着数字孪生、扩展现实及联邦智能等技术逐渐成熟，元宇宙已从理论概念发展成为可实施的财务风控基础平台。将元宇宙技术融入财务内控预警，不仅是技术层面的优化升级，更是风控理念从被动处置转向主动预防、从单点应对转向协同联动的系统性革新。

数字孪生驱动风险情境模拟

数字孪生作为元宇宙技术架构的关键支撑，为财务内控风险预警开辟了区别于传统事后复盘的技术新方向。数字孪生财务系统通过对企业物理财务运营环境的高精度数字化

映射，将账户体系、资金流转网络及审批权限链条等关键要素在虚拟空间同步复刻，构建出与现实财务体系实时联动的镜像。在技术实现层面，系统依靠物联网感知设备、企业资源计划系统数据接口及市场行情实时数据源三重同步接入，以秒级为周期触发孪生模型进行动态刷新，保障数字映射与实体财务运营之间的数据差异维持在允许偏差阈值以内，确保风控人员所观测到的孪生场景完整呈现企业当下财务运营状态，有效拓宽风险干预的预警周期。

这种主动式情境模拟机制将预警触发点从事后识别迁移至事前路径预判，推动财务内控从被动处置转向主动预防的范式转变。依托高精度仿真引擎与动态数据支撑技术，数字孪生模型能够在毫秒级延迟内完成多轮随机模拟压力测试，精准输出各类极端场景下风险发生概率分布及潜在资金损失区间，系统每次仿真迭代之后自动输出风险态势图谱与应对措施优先级序列，帮助管理层在多重方案当中快速确定最优应对策略，把原本依赖主观判断的情景分析转化成可复现、可验证的科学决策范式，从而显著强化财务风控体系面对不确定环境时的适应能力与提前预警水平。

沉浸式空间重构内控协同管理

数字孪生技术模拟出的风险场景数据与预警结果，须依靠高效多方联动机制转化成可操作内控应对措施，而元宇宙的沉浸式环境为这种转化提供了创新的交互途径。利用扩展现实技术打造的沉浸式财务内控协同平台，能将知识图谱构建的风险关联网络与深度学习分析的异常评分，以三维动态方式呈现在虚拟环境之中。在具体交互设计上，平台为不同角色用户定制专属信息访问权限，风险控制人员可查看完整风险网络的节点信息，审计人员专注于异常交易的可追溯证据界面，管理层获取以风险等级与业务影响为中心的决策看板，以此确保各级人员能在统一环境中实时掌握风险状况，促进跨层级协作、提高部门间协同分析效率。

平台搭载的智能决策系统会根据当前风险等级自动适配针对性干预方案，允许多角色在虚拟空间实时审批流程并且冻结异常账户，显著缩短从风险识别到处置的反应周期，将分散于各系统的应对措施整合为统一的可视化闭环管理流程。尤其值得关注的是，借助数字人交互与自然语言指令驱动的智能助手模块，即便没有技术背景的管理者也能在沉浸式环境中便捷调用风险报告、启动审批流程并获取智能决策建议，这显著降低了高科技管控工具的使用难度，推动风控能力向组织各层级全面普及。

联邦学习支撑跨域安全共享

智能协同管理平台的预警效果很大程度依赖风险识别模型不断改进优化，不过单个企业财务数据规模与舞弊样本有限，通常难以满足模型在复杂新型风险情境下提升泛化能力需求，跨域风险知识共享因此成为智能预警体系深化发展的关键瓶颈。联邦学习技术把模型训练过程分散部署在各参与方本地数据环境中，仅在安全聚合协议下交换加密梯度参数而非原始财务信息，进而在技术架构上解决数据隐私保护与跨主体协同训练之间的根本冲突，使各参与方在不泄露敏感财务数据的前提下共同优化同一预警模型。

如此一来，模型得以学习覆盖不同行业特征、不同规模体量及不同舞弊手法的多元风险模式，有效拓展了知识图谱关联分析与深度学习特征识别的样本覆盖范围，为构建行业级财务风险防控知识体系提供了安全可靠的技术支撑。依托差分隐私与同态加密的双重防护技术，联邦学习框架能在可信执行环境中完成模型参数的可验证整合，彻底消除参与方对数据安全风险的担忧，为跨机构、跨行业乃至跨境财务风险协同防控体系的大规模应用提供坚实的制度与技术双重基础。

结束语

大数据技术的深度嵌入从根本上重塑了财务内控风险预警的运作范式。多维数据实时整合与治理为预警提供坚实数据支撑，深度学习算法克服了传统规则引擎的静态限制条件，知识图谱使潜在关联风险变得能够被识别出来，这三者共同构成智能预警体系的技术核心要点。元宇宙维度延伸进一步拓宽了预警机制的覆盖范围，数字孪生驱动风险情境模拟推动了应对方式转变，沉浸式协同管理平台增强了多方主体的联动干预效率，联邦学习机制保障数据隐私同时实现知识流通共享。财务内控风险预警机制的持续完善需多方协同，要让技术工具、制度规范、人才能力共同发力，以此切实提升风险防控精准性与前瞻性。

作者简介： 张慧敏　杭州金通科技集团股份有限公司

责任编辑： 金烨　**投稿邮箱：** zhouhl@staff.ccidnet.com