

# Artificial Intelligence Empowers Intelligent Database Operation and Maintenance Strategies and Data Management Optimization Pathways

Gaimeng Lv

Xi'an Mingde Institute of Technology, Xi'an, Shaanxi, 710124, China

## Abstract

Against the backdrop of continuous expansion of data scale and highly complex business scenarios, the traditional database operation and maintenance model that relies on manual experience has gradually exposed drawbacks such as low efficiency, slow response, and lagging risk identification, making it difficult to support the stable operation and continuous evolution of enterprise and industry level information systems. The advantages of artificial intelligence technology in pattern recognition, anomaly detection, predictive analysis, and intelligent decision-making provide a new technological path for intelligent operation and maintenance of databases. On the basis of sorting out the connotation of database operation and data management, the core technology of artificial intelligence and its application logic, this article analyzes the feasibility and internal mechanism of the integration of artificial intelligence and database operation, systematically examines the current status of database operation and data management, and the core problems and causes in the process of empowering artificial intelligence.

## Keywords

artificial intelligence; database operation and maintenance; data management; intelligent monitoring; resource scheduling

# 人工智能赋能数据库智能化运维策略与数据管理优化路径

吕改蒙

西安明德理工学院, 中国·陕西 西安 710124

## 摘要

在数据规模持续膨胀与业务场景高度复杂化的背景下,传统依赖人工经验的数据库运维模式逐渐暴露出效率低、响应慢、风险识别滞后等弊端,难以支撑企业级与行业级信息系统的稳定运行与持续演进。人工智能技术在模式识别、异常检测、预测分析与智能决策等方面的优势,为数据库智能化运维提供了新的技术路径。文章在梳理数据库运维与数据管理内涵、人工智能核心技术及其应用逻辑的基础上,分析人工智能与数据库运维融合的可行性与内在机理,系统审视当前数据库运维与数据管理现状以及人工智能赋能过程中存在的核心问题与成因。

## 关键词

人工智能; 数据库运维; 数据管理; 智能监控; 资源调度

## 1 引言

数据库作为信息系统的核心基础设施,是业务流程、数据资产与决策活动的关键载体。随着物联网、大数据、云计算以及移动互联网等技术的快速发展,数据类型不断多样化、数据量级持续指数级增长,数据库系统呈现出异构化、分布化与云化特征,运维管理面临前所未有的复杂性。一方面,业务高并发、高可用与低时延的要求,使得数据库运行状态更加敏感脆弱,任何局部问题都可能在短时间内放大为全局风险。另一方面,安全威胁与合规压力同步上升,数据

泄露、恶意入侵、权限滥用等事件频发,对数据库运维与数据管理提出更高标准。

## 2 相关理论基础

### 2.1 数据库运维与数据管理核心内涵

数据库运维是保障数据库系统在既定性能、安全与可用性目标下稳定运行的一系列活动集合,涵盖安装部署、配置管理、性能调优、备份恢复、故障处理、版本升级与容量规划等环节。传统的运维工作常以响应式处理为主,即在问题发生后由运维人员通过日志分析、指标查询与经验判断进行排查与修复,其效率与质量高度依赖个人经验,且难以适配当下系统规模与复杂度<sup>[1]</sup>。

数据管理则是围绕数据全生命周期开展的综合性管理

【作者简介】吕改蒙(1997-),女,中国陕西咸阳人,硕士,助教,从事数据库技术与数据管理应用研究。

活动,涉及数据采集、建模、存储、集成、质量管理、安全管理、备份归档、共享开放和数据资产评估等方面。与数据库运维相比,数据管理的视角更聚焦数据本身的价值、安全性与可用性,强调通过制度约束与技术手段,确保数据的完整、准确、一致和可追溯。

## 2.2 人工智能核心技术及应用逻辑

人工智能在数据库运维领域的应用,主要依托机器学习、深度学习、强化学习以及知识图谱等核心技术。机器学习通过对历史运行数据、性能指标、日志信息与故障记录的学习,构建预测模型和分类模型,用以识别异常模式、预测资源利用趋势或故障风险;深度学习擅长从高维、非线性和时序数据中抽取复杂特征,适用于大规模指标流与日志流的异常检测与根因定位;强化学习通过与环境的交互不断试探与优化策略,适合用于自动调参、资源分配和执行计划选择等决策性强的场景<sup>[2]</sup>。

## 2.3 人工智能与数据库运维的融合可行性

人工智能与数据库运维的融合具有显著的技术可行性与场景契合度。首先,数据库系统本身就是高密度、高价值的数据产生源,指标数据和日志数据呈连续、结构化或半结构化特征,为人工智能模型提供了稳定而丰富的训练样本。相比其他业务领域,数据库运行数据可观测性强、标签获取难度相对较低,有利于构建高质量训练集。其次,数据库运维中大量任务具有模式性和重复性,例如慢查询识别、资源利用率波动分析、常见故障特征匹配等,这些领域高度依赖模式识别能力,与人工智能技术的优势高度契合。

## 3 人工智能赋能数据库智能化运维的现状与问题

### 3.1 数据库运维与数据管理现状

在多数组织中,数据库运维工作已从简单的命令行管理工具阶段,逐步演进至使用监控平台、自动化脚本与运维编排工具的阶段。一些企业部署了集中式监控系统,对CPU、内存、磁盘、连接数、查询延时等指标进行可视化展示与告警配置;在数据备份与恢复方面,引入了周期性全量备份与增量备份结合的策略;在数据管理层面,逐步建立了数据分级分类、权限控制与审计机制。

在多数据库、多云环境下,数据库实例数量激增,架构形态呈现集中式与分布式并存、自建机房与云数据库并行的格局。不同数据库系统之间在性能特征、运维接口与优化手段方面存在显著差异,加重了运维人员的知识负担。与此同时,数据管理需求从简单的可访问与可存储扩展为可治理与可增值,数据质量管理、元数据管理与主数据管理等工作难度增加,但相关制度与技术体系在很多组织中尚未完善,导致数据冗余、不一致与口径不统一问题频繁出现<sup>[3]</sup>。

### 3.2 人工智能赋能过程中存在的核心问题

尽管人工智能赋能数据库运维的实践案例逐渐增多,

但整体应用深度与成熟度仍有限,存在多方面问题。首先,数据基础薄弱。部分组织未构建持续、系统的运维数据采集体系,监控指标不完整、日志采集颗粒度不一致、历史数据保留时间不足,使得训练样本呈现缺失严重、噪声较多与代表性不足等问题,直接削弱模型的泛化能力与预测精度。

其次,应用场景碎片化。当前人工智能在数据库运维中的应用往往集中于局部子场景,如异常告警阈值优化、慢SQL识别或单一资源利用率预测等,缺乏跨场景、端到端的整体方案,未能打通监控、分析、决策与执行之间的闭环,智能化程度停留在辅助分析层面,而非真正构成自动决策与自适应优化系统。

### 3.3 问题产生的原因分析

上述问题产生具有多重原因。从技术基础层面看,一些组织在监控系统设计时主要出于可视化展示与告警需求考虑,而非为后续人工智能建模预留接口和结构,使得数据采集标准不统一、字段缺少语义描述、数据格式缺乏规范,制约了特征工程与模型训练的效果。

从组织管理层面看,数据库运维团队与数据分析、算法团队之间往往存在职能边界,缺乏稳定的协作机制。运维人员熟悉系统结构与业务特性,但对人工智能建模过程了解有限;算法工程师具备模型开发能力,却对数据库系统内部机理和故障模式缺乏深入认识,导致场景抽象与指标选取不够准确,难以形成兼具技术有效性与业务可用性的解决方案<sup>[4]</sup>。

## 4 人工智能赋能数据库智能化运维策略

### 4.1 智能监控与故障预警策略

构建以人工智能为核心的智能监控与故障预警体系,需要实现从静态阈值告警向动态基线与自适应预警的转变。首先,应在监控体系设计阶段即面向智能应用进行规划,统一监控指标命名规范与采样频率,保证关键性能指标、系统资源指标与业务指标的覆盖与一致性。在此基础上,引入时间序列分析与无监督异常检测算法,以历史运行数据为基础构建多维度性能基线,动态识别偏离程度较大的异常模式。

对于复杂异常的识别与预警,可综合采用聚类分析、自动编码器以及基于图结构的异常检测等方法,对指标间相关性进行建模,从整体视角识别具有潜在风险的状态组合。以多指标异常分数计算为例,可构建一个归一化指标向量

通过训练得到的模型计算该时刻的异常度量,当超过动态阈值时触发智能告警,实现对即将发生的性能劣化或故障的提前预警。相比传统固定阈值方法,这种基于学习的策略能够适应日常波动规律与季节性变化,减少误报和漏报。

在故障诊断方面,可结合知识图谱与规则引擎,将系统结构、组件依赖关系与历史故障案例进行结构化建模,当出现告警事件时,通过图推理快速锁定可能的根因区域,为运维人员提供定位路径与参考方案。为避免完全自动决策带来风险,可采用智能建议与人工确认相结合的方式,在不同

风险等级下设置差异化人机协同流程，使人工智能成为运维人员的高效助手而非替代者。

#### 4.2 智能优化与资源调度策略

在性能优化与资源调度领域，人工智能可用于自动识别瓶颈、生成调优建议并实施智能调度。首先，在 SQL 优化层面，可通过对慢查询日志与执行计划的分析，利用模式识别方法聚类典型低效查询模式，自动生成索引优化、语句重写或分库分表建议。深度学习模型可以基于查询语句结构特征与历史执行情况，对不同执行计划的潜在代价进行预测，为查询优化器提供辅助参考，从而在复杂环境下选择更加优的物理执行路径。

在资源调度层面，面对多实例、多节点与混合负载的环境，可引入强化学习策略。将数据库资源配置与负载分配视作一个状态—动作—回报过程，状态包括各节点 CPU、内存、IO 负载水平以及当前连接数等信息，动作包括连接路由调整、资源配额变更或副本角色切换，回报则与整体性能指标与服务目标挂钩。通过持续交互试探，强化学习智能体逐步学习在不同状态下的最优调度策略，实现资源利用率与服务质量之间的平衡。

#### 4.3 智能安全防护与风险管控策略

在数据库安全与风险管控领域，人工智能同样发挥关

键作用。传统依赖静态黑名单与规则匹配的安全策略，难以应对不断演化的攻击手段与内部违规行为，而智能安全防护可以在用户行为、访问模式与数据流向等方面构建行为为基线，识别异常访问与潜在攻击。通过对访问日志与审计记录进行特征构建，利用异常检测与行为分析模型捕获非典型操作，例如在非常规时间段的大规模导出行为、跨区域异常登录、频繁失败的登录尝试等。

对于 SQL 注入、暴力破解与权限滥用等威胁，可在传统安全网关与审计系统基础上，引入基于内容与行为联合分析的智能检测模块，实现从单点特征识别向多维图谱关联分析的升级。知识图谱可用于构建用户—角色—权限—数据对象之间的关联关系，结合机器学习模型判断某一访问行为是否超出合理权限范围，从而在风险发生早期及时阻断。

表 1 给出基于人工智能的数据库智能化运维与传统运维模式在若干关键维度上的对比示意，以说明智能化策略的优势所在。

通过上述策略的综合实施，可以逐步构建起以人工智能为内核、以数据管理规范为基础的数据库智能化运维体系，实现监控、诊断、优化、安全与治理一体化协同，推动数据库运维从被动应对向主动预防与持续优化转变。

表 1 数据库传统运维与人工智能赋能运维对比

维度	传统运维模式	人工智能赋能运维
监控方式	静态阈值告警，人工巡检	动态基线监控，异常检测与预测预警
故障诊断	人工日志分析，经验驱动	模型辅助诊断，知识图谱根因推理
性能优化	运维人员手工调优	自动识别慢 SQL 与瓶颈，智能生成调优方案
资源调度	静态配置或简单规则	强化学习与预测驱动的智能调度与弹性伸缩
安全防护	规则匹配与黑白名单	行为建模与异常访问检测，风险评分与分级防护
数据管理精细度	侧重可用与备份	兼顾质量、安全与价值评估，多维数据治理
人工依赖程度	高度依赖人工经验	人机协同，模型辅助决策与部分自动闭环

## 5 结论

人工智能赋能数据库智能化运维，是在新一轮信息技术变革与数据要素价值激活背景下的必然选择。当前，数据库运维与数据管理在多实例、多云与多场景的交织中暴露出效率与质量双重瓶颈，而人工智能在模式识别、预测分析与智能决策领域的优势，为突破传统模式提供了可行路径。通过梳理数据库运维与数据管理内涵、阐释人工智能技术特征与应用逻辑，并分析融合实践中的现状与问题，可以发现数据基础薄弱、场景碎片化、模型不可解释与组织协同不足是制约智能化水平提升的关键因素。

面向未来，需坚持系统性思维与渐进式建设路径，从监控与预警、性能优化与资源调度、安全防护与风险管控三

个维度统筹推进。通过统一监控与数据采集规范，为模型训练与在线推理奠定数据基础。

#### 参考文献

- [1] 张晶晶,何龙,李莹莹.数字孪生赋能的传统建筑智能运维与低碳管理模式研究[J].住宅产业, 2025(11):62-65.
- [2] 刘云飞,范子恺,刘之涵,等.人工智能驱动的电网全生命周期管理创新与工程实践[J].电力大数据, 2025, 28(8):58-65.
- [3] 张乾尊,王琪,刘鹏程,等.打造运维中台基座 赋能运维新动能——农业银行数据中心运维自动化与智能化实践[J].金融电子化, 2021(4):65-66.
- [4] 陈晓红,傅文润,刘朝明,等.人工智能大模型在电力设备运维场景中的应用探讨[J].中国工程科学, 2025, 27(1):180-192. DOI:10.15302/J-SSCAE-2024.10.007.