

Artificial Intelligence Driven Digital Transformation of the Whole Dairy Industry Chain: Application Mode and Effect Research

Xin Chen

Beijing Jiushi Boya Education Consulting Center, Beijing, 102606, China

Abstract

The new generation of artificial intelligence technologies is profoundly reshaping the dairy industry and driving its holistic digital-intelligent transformation. Through multi-case studies and literature review, this paper identifies four core application models: “precision farming” in the breeding sector leveraging IoT and data analytics; “intelligent production” in the manufacturing sector utilizing machine vision and predictive maintenance; “agile supply chain” in the logistics sector empowered by large models and blockchain technology; and “personalized service” in the marketing sector based on generative AI. The study reveals that these models, through optimized decision-making, enhanced automation, and innovative value creation, achieve synergistic effects of quality improvement, efficiency gain, cost reduction, and emission mitigation. Furthermore, this paper analyzes practical challenges such as technical barriers, data silos, and talent shortages, and proposes directions for future research.

Keywords

artificial intelligence; dairy industry; digital transformation; application models; impact assessment

人工智能驱动乳业全链条数智化转型：应用模式与效应研究

陈鑫

北京九思博雅教育咨询中心，中国·北京市 102606

摘要

新一代人工智能技术正深刻重塑乳业格局，推动全链条数智化转型。本文通过多案例与文献研究，识别出四大核心应用模式：养殖环节依托物联网与数据分析实现“精准化养殖”；生产环节运用机器视觉与预测性维护构建“智能化生产”；供应链环节借助大模型与区块链技术打造“敏捷化供应链”；营销服务环节基于生成式AI形成“个性化服务”。研究表明，上述模式通过优化决策、提升自动化水平与创新价值创造，实现了提质、增效、降本与减碳的协同效应。同时，本文亦剖析了技术门槛、数据孤岛与人才短缺等现实挑战，并对未来研究方向提出展望。

关键词

人工智能；乳业；数字化转型；应用模式；效应评估

1 引言

在全球奶业竞争加剧与消费升级背景下，中国乳业正处于从规模增长向质量提升的关键转型阶段^[1]。数据显示，2022年我国奶类产量突破4000万吨，但人均消费量仅为世界平均水平的三分之一，显示市场潜力巨大。与此同时，乳品质量持续提升，为产业升级奠定基础。以人工智能为代表的新一代信息技术正推动乳业全链条转型。头部企业如伊利、蒙牛已推出YILI-GPT、MENGNIU-GPT等行业大模型，并在养殖、生产、供应链及服务环节实现AI技术落地^[2-4]。

【作者简介】陈鑫（2000-），女，中国宁夏银川人，本科，从事人事行政研究。

从重庆天友的智慧养殖到伊利的智能生产，实践表明AI正深度融入乳业各环节。然而，现有学术研究多聚焦单一环节，缺乏对AI贯穿全产业链的系统性分析，尤其在综合效应评估方面存在不足。本研究通过多案例分析，系统梳理AI在乳业的应用模式与实施效果，旨在为行业数智化转型提供理论参考与实践指南。

2 乳业全链条数智化转型的AI应用模式

基于对行业领先企业实践的深入分析，本研究将人工智能在乳业中的应用归纳为以下四种核心模式，这些模式相互衔接，共同构成了乳业全链条数智化转型的技术骨架。

2.1 养殖环节：“精准化养殖”模式

在个体监测层面，通过佩戴集成传感器的电子耳标或

智能项圈，系统持续采集奶牛体温、活动量、反刍次数等数据，并利用 AI 算法进行分析。实践表明，该系统可实现疾病早期预警，并将发情识别准确率提升至 85% 以上，显著提升繁育管理效率。在环境控制方面，依托物联网传感器网络实时监测温度、湿度等参数，AI 系统自动调节环控设备，为奶牛创造稳定适宜的生长环境，有效克服外部气候不利影响。在营养管理层面，系统基于个体数据构建精准营养模型，驱动自动饲喂系统实现差异化投喂。天友乳业实践显示，该模式可减少饲料浪费 5%-10%，并通过实施特殊群体精准营养方案，有效保障奶牛健康与原奶品质。精准化养殖模式最终实现单产提升约 10%，运营成本降低 7%，同时减少兽药使用，在提升效率的同时保障了乳品安全与经济效益。

2.2 生产环节：“智能化生产”模式

在质量检测环节，基于深度学习的机器视觉技术已实现高精度自动化质检。通过特殊光学成像与 AI 算法，系统能精准识别微小缺陷，将漏检率降至接近零，显著降低产品不合格率。此类技术同样适用于乳品包装完整性、液位及标签检测，确保 24 小时稳定监控。在设备运维方面，AI 预测性维护系统通过实时采集设备运行数据，提前 24-72 小时预警潜在故障，使非计划停机时间减少约 30%，有效提升整体设备效率并优化维护成本。在工艺优化层面，AI 推动生产由经验驱动转向数据驱动。以杀菌工艺为例，通过构建数字孪生模型并动态优化参数，在确保无菌的同时提升热敏营

养成分保留率约 5%，并实现能耗降低 8%。此外，高速灌装、自动码垛与全流程可视化平台共同构建了乳业智能化生产体系，推动制造环节全面升级。

2.3 供应链环节：“敏捷化供应链”模式

在智能决策方面，基于大语言模型的系统显著提升了供应链管理效率。以伊利接入的“通义千问”为例，管理人员可通过自然语言直接查询库存、预测需求，系统自动生成洞察与报表。该模型已覆盖 70% 核心供应链场景，查询效率提升 5 倍以上。在质量追溯环节，区块链技术构建了从牧场到消费者的端到端可追溯体系。各环节数据实时上链，确保信息不可篡改，不仅增强了供应链透明度，也实现了质量问题的精准定位与快速召回。在协同优化层面，通过整合全链数据建立供需预测模型，实现生产与市场的精准匹配。实践表明，该模式可提升库存周转率 15% 以上，降低缺货率 20%，并减少运输成本 8%-12%。伊利实践显示，敏捷化供应链模式推动订单满足率提升至 98% 以上，库存周转天数减少约 25%，物流成本降低 10%，在提升运营效率的同时，也增强了供应链的抗风险能力与连续性。

2.4 营销与服务环节：“个性化服务”模式

此模式利用人工智能技术，特别是生成式 AI (AIGC)，深度挖掘消费者需求并创造全新的服务体验，推动乳企从传统产品供应商向健康生活服务商转型。如图 1 所示，该模式构建了从需求洞察到个性化服务的完整价值创造体系。

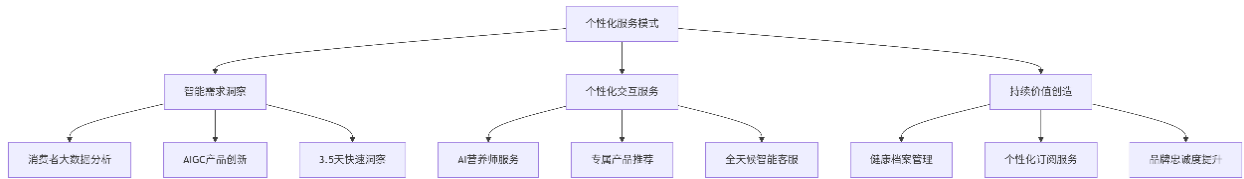


图 1 个性化服务模式技术架构

在需求洞察与产品创新方面，生成式 AI 正重塑传统市场研究模式。伊利推出的“YILI-GPT”整合多源数据，仅需 3.5 天即可完成从数据收集到市场洞察的全流程，效率提升超 80%，并支持与 1.5 亿消费者在线协同创新，显著缩短研发周期。蒙牛“MENGNIU.GPT”覆盖逾百个业务场景，有效提升市场响应敏捷性。在服务交互层面，AI 技术推动体验升级。蒙牛 AI 营养师可根据用户个体特征提供定制化营养方案，伊利健康管理助手则为不同人群定制健康计划，实现从产品销售向全方位健康服务的转型。在持续价值创造方面，数字化工具助力构建长期客户关系。伊利通过“客户之声”助手深度分析消费者反馈，AI Agent 将调研时间缩短约 60%。实践表明，该模式可提升品牌忠诚度 25%、复购率 18% 及客单价 12%。个性化服务模式不仅带来商业增长，更构建了以用户为中心的新生态。伊利与蒙牛的实践显示，其新品成功率、消费者满意度及营销转化率均显著提升，推动行业从交易型向关系型转变。

3 AI 驱动的转型效应评估

人工智能应用模式在乳业全链条的深入落地，产生了显著的多维度转型效应，涵盖经济效益、质量安全以及社会与环境等多个方面。

3.1 经济效益

人工智能技术通过精准化、自动化和智能化的方式，为乳业带来了显著的“降本增效”成果。在成本节约方面，精准饲喂系统通过对饲料投喂的精确控制，成功降低了 5% 至 10% 的饲料成本；自动化挤奶设备和 AI 质检系统的广泛应用，减少了 50% 至 70% 的人工依赖，大幅降低了人力成本；智能供应链系统通过优化库存管理和物流路径，显著降低了库存持有成本和运输损耗，整体物流成本降低约 10%。

在效率提升维度，天友乳业通过部署智能化牧场管理系统，实现牧场牛奶单产提升 10%，运营成本下降 7%。伊利集团借助智能决策系统，将市场洞察周期从传统的数周时间缩短至 3.5 天，决策效率提升超过 80%。蒙牛集团的

AIGC 平台覆盖 100 多个业务场景,使员工工作效率提升约 40%。此外,智能工厂中的超高速灌装设备每小时可完成 4 万包牛奶的灌装,生产效率提升 35% 以上,设备综合效率(OEE)达到 90% 以上。

3.2 质量与安全效应

人工智能技术推动了质量管理模式的根本性变革,从事后检验向事前预防、事中控制转变。在质量检测环节,基于深度学习的机器视觉系统能够识别微米级的产品缺陷,将不合格率降至人工检测水平的七分之一,漏检率接近于零。新希望乳业的“鲜活源”平台通过数字化质量管控,实现产品出厂合格率持续保持 100%,产品投诉率下降 30%,人员劳效提升 5%。

在安全保障方面,区块链技术构建的全链条追溯系统实现了从原料到成品的全程可追溯。以腾讯“安心平台”为例,任何质量问题都可在 2 小时内完成溯源定位,召回范围精确至具体批次,将质量事故损失降低 60% 以上。伊利集团建立的健康信息数据库,实现对奶牛的医、配、喂全生命周期管理,有效降低了兽药使用量,从源头保障了原料奶的安全品质。

3.3 社会与环境效应

人工智能技术在推动产业发展的同时,也产生了积极的社会与环境外部效应。在环境保护方面,精准化养殖通过优化饲料配比和提高饲料转化率,使奶牛甲烷排放量降低 15% 至 20%。伊利集团在育种环节突破性的基因编辑技术,为培育低碳核心牛群奠定了基础。蒙牛集团推动的可持续发展计划,目标带动合作牧场减碳 100 万吨,实现 100% 粪肥绿色循环,改善 100 万亩土壤健康。

在社会效益层面,智能化转型创造了新的就业机会,对具备数字技能的专业人才需求增长 45%。乳品质量的提升和个性化营养服务的普及,使消费者满意度提升 20 个百分点。此外,龙头企业通过技术溢出效应,带动产业链上下游 2000 余家中小企业实现数字化升级,促进了产业整体竞争力的提升。这些实践不仅响应了国家“双碳”战略,也通过提供更安全、更营养的乳制品,显著增进了社会公众的福祉。

综合来看,AI 驱动的数字转型正在重塑乳业的价值创造模式,在提升企业经济效益的同时,也为行业可持续发展和社会福祉提升做出了重要贡献。这种多维度的积极效应充分证明了人工智能技术在传统产业转型升级中的核心价值与巨大潜力。

4 挑战与展望

尽管人工智能在乳业的应用前景广阔且成效显著,但其深度应用和全面推广仍面临多重挑战,这些挑战涉及投资成本、数据整合和人才储备等多个维度。在投资成本方面,智慧牧场建设和生产线智能化改造需要巨额投入。一套完整的智慧牧场解决方案初始投资动辄数百万元,智能化生产线改造费用比传统生产线高出 40% 以上。这样的投资规模使

得资金实力有限的中小牧场和区域性乳企难以承担,导致行业内的“数字鸿沟”现象日益凸显。数据整合方面,乳业产业链各环节存在严重的数据孤岛问题。从牧场管理到生产加工,不同系统间的数据格式不一、标准各异,阻碍了全产业链的数据流通和协同优化。要实现从牧场到餐桌的全链条数字化,必须建立统一的数据标准和接口规范。人才储备方面,乳业数字化转型需要既懂畜牧科学又掌握数字技术的复合型人才。目前高校的人才培养体系仍按传统学科划分,缺乏跨学科培养方案,导致这类人才在市场上供不应求。企业内部也面临着现有员工数字技能提升的挑战。

展望未来,乳业数智化将向三个方向深化发展:在技术层面,人工智能将与数字孪生、机器人等技术深度融合;在产业生态层面,头部企业将通过平台化建设带动产业链协同发展;在价值导向层面,行业将更加注重绿色低碳和个性化服务,推动乳业向更加智能、高效、可持续的方向发展。

5 结语

本研究系统分析了人工智能在乳业全链条数智化转型中的应用模式与效应,主要得出以下结论:首先,AI 技术在乳业已形成四大核心应用模式:精准化养殖通过物联网和数据分析实现精细化管理;智能化生产借助机器视觉和数字孪生提升制造品质;敏捷化供应链基于大模型和区块链构建快速响应网络;个性化服务利用生成式 AI 创新消费体验。这些模式相互协同,构成了完整的数智化解决方案。其次,AI 应用产生了显著的多维效应:经济效益方面实现运营成本降低 15-30%,效率提升 20-50%;质量安全方面使产品不合格率降至传统水平的 1/7 以下;社会环境方面在碳减排、资源优化和消费升级等方面贡献突出。然而,转型过程仍面临三大挑战:中小企业存在资金技术壁垒、产业链数据标准不统一、复合型人才严重短缺。这些问题需要政府、企业、科研机构协同解决。未来,乳业数智化将向技术深度融合、产业生态协同、绿色低碳发展等方向演进。数字孪生、合成生物学等新技术与 AI 的融合将开创更智能化、可持续的乳业发展模式。本研究的价值在于构建了乳业数智化转型的系统分析框架,为产业实践提供参考。未来可进一步研究细分场景优化算法、转型评价体系等方向,持续完善乳业数智化转型的理论与实践体系。

参考文献

- [1] 郭倩.伊利基于“阿里云+AI”打造乳业全链条数智化[N].经济参考报,2025-09-16(006).
- [2] 潘宇静.乳企拓展AI应用场景推进数智化转型[N].中国证券报,2023-08-07(A05).
- [3] 吴陆牧,冉瑞成.养殖业跨进AI世界[N].经济日报,2021-10-31(009).
- [4] 蒋芳,茅晨晓,柏娜.信息化养殖下的电子耳标设计[J].安庆师范大学学报(自然科学版),2023,29(02):56-60.
- [5] 宋一凡,王娟,李建丽,等.精准化养殖模式下牛只个体识别方法综述[J].黑龙江畜牧兽医,2021,(22):48-53+148-149.