

效益视角下加能站数字员工替代人工的可行性研究

朱平平

中海油信息科技有限公司天津分公司

DOI:10.32629/acair.v3i4.18209

[摘要] 在能源行业数字化转型与新质生产力培育的双重驱动下,数字员工作为新型劳动力形态,为加能站破解人力困境提供了新路径。本文以效益为核心视角,构建“成本控制-效率提升-价值创造”三维分析框架,结合交易成本理论与核心能力理论,系统探讨加能站数字员工替代人工的可行性。通过剖析加能站人工运营的现实痛点,从直接效益、间接效益方面来量化数字员工的价值贡献,同时分析技术适配、数据安全等潜在挑战并提出应对策略。研究表明,数字员工在加能站客服咨询、流程操作、安全巡检等标准化场景中替代人工具备显著可行性,其价值不仅体现为人力成本的直接降低,更在于通过流程优化与数据赋能实现的效益升级。

[关键词] 加能站; 数字员工; 效益分析; 替代可行性; 人机协同

中图分类号: P231.5 **文献标识码:** A

Feasibility Study on the Replacement of Human Workers by Digital Employees in Gas Stations from the Perspective of Efficiency

Pingping Zhu

CNOOC XinXing Technology Co., Ltd. Tianjin Branch

[Abstract] Driven by the dual forces of energy industry digital transformation and the cultivation of new forms of productive capacity, digital workers, as a novel form of labor, have provided a new path for gas stations to overcome their human resource challenges. This paper takes efficiency as its core perspective and constructs a three-dimensional analysis framework of “cost control-efficiency improvement-value creation,” combining transaction cost theory and core competence theory to systematically examine the feasibility of replacing human workers with digital workers in gas stations. By analyzing the real pain points of manual operations in gas stations, the paper quantifies the value contribution of digital workers from the perspectives of direct benefits, indirect benefits, and long-term benefits, while also examining potential challenges such as technological compatibility and data security and proposing corresponding strategies. The study shows that digital workers are highly feasible for replacing human workers in standardized scenarios such as customer service inquiries, process operations, and safety inspections. Their value extends beyond the direct reduction of labor costs, as it also results from the enhanced benefits achieved through process optimization and data empowerment.

[Key words] Gas station; Digital employee; Benefit analysis; Replacement feasibility; Human-machine collaboration

引言

作为能源供应服务的终端节点,加能站承担着油气销售、能源补给、客户服务等多重职能,其运营效率直接关系到能源企业的市场竞争力与服务质量。当前我国加能站行业正面临双重变革压力:一方面,新能源汽车销量持续攀升导致传统加油需求分流,2024年全国新能源汽车销量达1286.6万辆,千万级加油需求的消失使加能站从高频服务场景转为低频场景,倒逼行业向“油气氢电服”综合能源站转型;另一方面,传统人工运营模式的弊端日益凸显,高强度重复劳动、三班倒工作制导致18-25岁年轻

员工流失率高达71%,人力招聘与培训成本年均增长12%-15%,同时人为操作失误引发的安全风险与服务投诉时有发生^[1]。

1 核心概念与理论基础

数字员工并非简单的虚拟形象,而是融合自然语言处理、计算机视觉、大数据分析等技术构建的“数字化劳动力”,具备“感知-决策-行动”的完整能力,能够在特定场景中替代或辅助人工完成规则性、重复性、高精度任务。与娱乐型虚拟人侧重“形象展示”不同,加能站数字员工以“功能执行”为核心,其应用场景涵盖客户服务(油价咨询、操作引导)、业务操作(发票开具、

交易结算)、安全管理(设备巡检、风险预警)、运营分析(销售数据统计、客户画像构建)等多个领域。交易成本理论认为,企业的边界由交易成本与组织成本的均衡决定,当市场交易成本高于内部组织成本时,企业会选择内部化配置资源。在传统加能站运营中,人工服务的交易成本体现在三个层面:一是人力获取成本,包括招聘渠道费用、面试成本、岗前培训支出;二是人力管理成本,涵盖薪酬福利、绩效核算、人员流动带来的重置成本;三是失误成本,即人工操作错误导致的经济损失(如发票审核失误引发的退税损失)与声誉损失(如服务态度问题导致的客户流失)^[2]。

2 加能站人工运营的效益瓶颈与替代需求

2.1 成本层面: 人力成本刚性攀升与结构失衡

人力成本已成为加能站运营的主要负担,且呈现刚性增长态势。某省级石油公司数据显示,2021-2024年加能站人均薪酬年均增长8.3%,而社保、培训等附加成本年均增幅达11.2%,单座标准加能站(配备8-10名员工)年均人力成本已突破50万元。成本结构失衡问题更为突出:一方面,加油员、收银员等基础岗位占比达70%,其工作内容以重复性劳动为主,但人力成本占比超过总运营成本的45%;另一方面,设备维护、数据分析等技术岗位人才短缺,企业需支付溢价薪酬招聘专业人员,进一步加剧成本压力。人员流动带来的“隐性成本”同样不可忽视。加能站基础岗位18-25岁员工三个月内离职率超30%,每流失一名员工需承担约2万元的招聘重置成本与培训损失。某省会城市加能站2024年因员工流失产生的隐性成本达8.6万元,占当年人力成本的17.2%。这种“高投入、低留存”的人力困境,使加能站对低成本、高稳定性的数字劳动力存在迫切需求^[3]。

2.2 效率层面: 流程割裂与响应滞后

人工运营模式下,加能站服务流程存在明显割裂,导致整体效率偏低。客户加油全流程需经过“咨询油价-引导停车-人工操作-结算付款”四个环节,每个环节的衔接依赖人工传递信息,易出现等待时间过长问题。传统模式下客户平均加油耗时约8分钟,其中人工引导与结算环节占比达62.5%。在高峰期,人工操作的生理极限导致服务瓶颈凸显,某加能站数据显示,17:00-19:00时段客户平均等待时间达12分钟,引发的投诉占全天投诉量的58%。信息传递滞后进一步降低运营效率。加能站的库存管理、设备维护等工作依赖人工巡检与数据上报,设备故障平均发现时间为2.3小时,库存预警滞后常导致油品断供或积压。河北石油智能调度平台上线前,油气运输车辆调度依赖人工电话沟通,平均调度耗时40分钟,车辆空驶率达18%,造成大量资源浪费。这种“人工主导、信息孤岛”的运营模式,已难以适应加能站“高效化、智能化”的发展需求。

2.3 风险层面: 人为失误与安全隐患

加能站作为易燃易爆场所,人工操作的失误率直接关系到运营安全。数据显示,加能站80%的安全事故与人为操作相关,包括未按规定引导车辆、加油过程中擅离岗位、设备巡检遗漏等。2024年某省石油公司下辖加能站因人工操作失误引发的小

型火灾事故达12起,直接经济损失超50万元。在业务合规层面,人工发票审核、客户信息录入等工作的错误率约为8%,某加能站曾因发票税率填写错误被税务部门罚款8万元,同时导致客户报销受阻引发群体性投诉。

3 效益视角下数字员工替代人工的可行性分析

3.1 直接效益: 成本控制与效率提升的双重突破

(1) 人力成本的精准压降。数字员工通过替代基础岗位实现人力成本的结构优化,其成本优势体现在“一次性投入+长期节省”的特性上。以单座标准加能站为例,引入涵盖客服、结算、巡检功能的数字员工系统,初期技术投入约15-20万元(含硬件适配与软件定制),年均维护成本约2万元,而替代3名基础岗位员工可年均节省人力成本24万元(按人均薪酬8万元计算),投资回报率达110%,回收周期约6-8个月。

(2) 运营效率的指数级提升。数字员工通过流程自动化与信息实时联动,实现加能站运营效率的全方位提升。在客户服务环节,数字员工可7×24小时响应客户咨询,支持文字、语音、视频等多渠道交互,90%的常规问题(如油价查询、自助操作引导)可自主解决,客户响应时间从10分钟缩至3秒,咨询处理效率提升200倍。哈尔滨石油跃进加能站的数字员工与加油机器人协同作业,实现“司机不下车、120秒完成加油全流程”,单枪日均加油量从1.2吨提升至1.8吨,效率提升50%。在内部运营环节,数字员工的流程优化效果同样显著。通过对接加能站各系统,数字员工可自动完成销售数据统计、库存预警、设备巡检报告生成等工作,数据处理时间从人工的4小时缩至10分钟,准确率达99.8%。河北石油借助数字员工构建的智能调度平台,实现油气运输车辆的实时定位与动态调度,调度耗时从40分钟缩至5分钟,车辆空驶率降至8%,单年节省运输成本360万元。

3.2 间接效益: 风险防控与服务升级的价值释放

(1) 安全与合规风险的有效规避。数字员工通过标准化执行流程,从源头降低人为失误风险,为加能站运营提供安全保障。在设备巡检场景中,数字员工可搭载红外检测、气体传感等技术,对储油罐、加油机等关键设备进行24小时不间断巡检,及时发现泄漏、温度异常等隐患,故障预警准确率达98%,设备故障发现时间从2.3小时缩至5分钟,有效避免事故扩大。在业务合规层面,数字员工通过规则引擎固化操作标准,发票审核、客户信息录入等工作的错误率从8%降至0.1%。某加能站引入财务数字员工后,每月5000余张发票的审核时间从3天缩至2小时,全年未发生一起税务合规问题,避免了罚款与声誉损失。此外,数字员工的操作过程可全程留痕,为安全事故与合规问题的追溯提供完整依据,进一步强化风险管控能力^[4]。

(2) 客户体验与品牌价值的提升。数字员工通过个性化服务与高效响应,推动加能站服务质量升级。依托大数据分析能力,数字员工可构建精准的客户画像,根据客户消费习惯推荐非油品、会员活动等增值服务。中国石化南宁新阳加能站的数字员工能根据客户提及的旅游需求,实时规划周边景点路线,这种个性化服务使客户满意度提升25%,非油品销售额增长30%。无接触

服务的实现进一步增强了客户粘性。在后疫情时代,数字员工支持的“不下车加油、线上结算”模式,契合客户对安全便捷服务的需求。长沙滨江加能站的数据显示,引入数字员工后,新客户转化率提升18%,老客户复购率提高22%,品牌好感度调查中“服务便捷性”评分从3.2分(满分5分)升至4.6分。这种服务体验的优化,为加能站在新能源转型背景下构建差异化竞争优势提供了支撑。

4 数字员工替代人工的潜在挑战与应对策略

4.1 核心挑战: 技术、人才与伦理的三重制约

(1) 技术适配性不足与数据安全风险。部分老旧加能站的硬件设备与数字员工系统存在适配难题,如传统加油机缺乏智能接口,无法实现数字员工的远程操控,设备升级成本较高。数据安全问题更为突出,数字员工需采集客户身份证、支付信息等敏感数据,若防护不当易引发数据泄露。某能源企业曾因数字员工系统漏洞,导致1.2万条客户信息被窃取,引发监管部门调查与客户集体维权。此外,极端天气、网络中断等突发情况可能导致数字员工系统瘫痪,影响加能站正常运营。

(2) 复合型人才短缺与员工转型阻力。数字员工的运营维护需要既懂加能站业务又掌握人工智能技术的复合型人才,而当前能源行业此类人才储备不足,企业需支付溢价薪酬从外部招聘,推高了运营成本。员工转型阻力同样不容忽视,基础岗位员工担心被替代而产生抵触情绪,部分老员工因技能不足难以适应人机协同的工作模式。某石油公司在推广数字员工时,曾因未做好员工沟通工作引发集体停工事件,延误了项目进度。

4.2 应对策略: 技术、管理与制度的协同优化

(1) 构建“渐进式升级+全周期防护”的技术体系。针对技术适配问题,采用“老旧站改造+新建站标配”的渐进式方案,对现有设备进行分批次智能升级,优先改造客流量大的核心站点,降低一次性投入压力。数据安全防护方面,建立“加密存储+实时监控+定期审计”的全周期体系,采用区块链技术对敏感数据进行加密处理,部署智能防御系统监测异常访问行为。同时,搭建备用供电与网络系统,确保极端情况下数字员工系统的应急运行。中国石化通过该方案,实现数字员工系统连续18个月无数据泄露事故,设备故障率降至0.3%。

(2) 实施“人才培养+转型保障”的管理方案。内部培养与外部引进相结合解决人才短缺问题,与职业院校合作开设“加能站智能运营”专业,定向培养复合型人才;同时设立“数字技术津贴”,吸引外部专业人才加入。针对员工转型,推出“技能升级计划”,为基础岗位员工提供设备维护、数据分析等培训,考核合格后转岗至技术岗位。河北石油通过该计划,3年内实现200余名一线员工向技术岗转型,员工抵触率从45%降至8%。此外,建立“人机协同”绩效体系,将数字员工的工作成果与人类员工的管理成效挂钩,激发员工积极性。

5 结论与展望

(1) 研究结论。本文从效益视角出发,结合交易成本理论与核心能力理论,系统分析了加能站数字员工替代人工的可行性,得出以下结论:第一,传统加能站人工运营模式面临成本攀升、效率低下、风险突出的三重瓶颈,数字员工的引入具备现实需求基础;第二,数字员工通过替代基础岗位实现直接效益提升,年均可降低单座加能站人力成本42%,提升运营效率50%以上,同时通过风险防控与服务升级释放间接价值;第三,数字员工为加能站积累数据资产,支撑“综合能源枢纽”转型,具备显著长期效益;第四,技术适配、人才短缺等挑战可通过渐进式升级、人才培养等策略有效化解,替代行为具备实践可行性。

需要强调的是,数字员工在加能站的应用并非“完全替代人工”,而是构建“数字员工承担标准化工作、人类员工聚焦核心业务”的人机协同模式。在复杂应急处理、高端客户服务等需要情感沟通与复杂决策的场景中,人工仍具备不可替代的优势。这种分工模式既发挥了数字员工的效率优势,又凸显了人类员工的价值创造能力,是加能站运营模式的优化升级而非颠覆。

(2) 未来展望。随着人工智能技术的持续迭代与能源行业的深度转型,加能站数字员工将呈现三大发展趋势:一是功能场景进一步拓展,从现有客服、结算场景向设备预测性维护、新能源调度等复杂场景延伸;二是智能化水平持续提升,通过强化“短期记忆+长期记忆”体系,实现客户需求的精准预判与服务的个性化优化;三是行业应用规模化推广,形成“统一技术标准+定制化服务”的产业生态。未来研究可进一步聚焦两个方向:一是构建更精准的数字员工效益评估模型,纳入区域差异、站点规模等变量因素;二是探讨数字员工与新能源设备、智慧供应链的协同机制,为加能站全链条数字化转型提供支撑。相信随着技术应用的成熟与管理模式的优化,数字员工将成为加能站培育新质生产力、提升核心竞争力的重要支撑,推动能源服务行业实现高质量发展。

[参考文献]

- [1] 郝丽艳. 新形势下加能站经营管理优化的对策思考[C]// 北京市朝阳区国际绿色经济协会. 全球绿色经济发展论坛会议文集(专题一). 中国石化山东聊城石油分公司, 2025: 151-153.
- [2] 刘梦琦, 王婉今. 关于智慧化加能站建设与运营的思考[J]. 石油石化绿色低碳, 2024, 9(03): 34-39.
- [3] 马雪松. 数字化转型战略对加能站经营与管理的应用研究[J]. 石化技术, 2024, 31(05): 329-331+346.
- [4] 郭东东. 人工智能+油气零售: 重构能源终端的价值创造方式[J]. 中国石化, 2025, (03): 40-43.

作者简介:

朱平平(1984--), 女, 汉族, 江苏东台人, 本科, 研究方向: 智能体、sap。