

The application of digital technology in chemical production and safety management in the new era

Yumei Geng¹ Jianxin Wang² Jianfeng Cui³

1. Dongying Huatai Chemical Industry Group Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China
2. Shandong Xinbang New Material Technology Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China
3. Shengli Oilfield Shengli Chemical Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

Abstract

With the rapid development of digital technology, the chemical industry has faced new opportunities and challenges in the field of production and safety management. The application of digital technology not only improves the production efficiency, but also provides a more accurate decision support means for safety management. Especially with the support of big data, artificial intelligence, Internet of Things and other technologies, the data collection, analysis and prediction capabilities in the chemical production process have been significantly improved, and the process parameters and equipment management have been further optimized, and the safety risks are reduced. This paper will discuss the specific application of digital technology in chemical production and safety management in the new era, deeply analyze its role in improving production efficiency, preventing safety accidents, optimizing management process and other aspects, aiming to provide theoretical basis and practical reference for the digital transformation of the chemical industry.

Keywords

new era digital technology; chemical production; safety management; application

新时代数字技术在化工生产与安全管理中的运用

耿玉妹¹ 王建新² 崔建峰³

1. 东营华泰化工集团有限公司, 中国·山东 东营 257000
2. 山东欣邦新材料科技有限公司, 中国·山东 东营 257000
3. 胜利油田胜利化工有限责任公司, 中国·山东 东营 257000

摘要

随着数字技术的快速发展, 化工行业在生产与安全管理领域迎来了新的机遇与挑战。数字技术的应用不仅提高了生产效率, 还为安全管理提供了更加精准的决策支持手段。尤其是在大数据、人工智能、物联网等技术的加持下, 化工生产过程中的数据采集、分析及预测能力显著提升, 进一步优化了工艺参数和设备管理, 降低了安全风险。本文将探讨新时代数字技术在化工生产与安全管理中的具体应用, 深入分析其在提升生产效率、预防安全事故、优化管理流程等方面的作用, 旨在为化工行业的数字化转型提供理论依据和实践参考。

关键词

新时代数字技术; 化工生产; 安全管理; 运用

1 引言

化工行业是国民经济的重要支柱, 在现代社会中扮演着不可或缺的角色。然而, 化工生产过程中涉及大量易燃、易爆、有毒有害物质, 安全风险较高。同时, 化工行业面临着能源消耗大、环境污染严重等问题。在这样的背景下, 如何提高化工生产效率和质量, 降低安全风险, 实现绿色可持续发展, 成为行业亟待解决的难题。

【作者简介】耿玉妹(1977-), 女, 中国山东东营人, 助理工程师, 从事化工自动化控制研究。

2 化工行业面临的挑战及数字化转型的必要性

2.1 安全生产压力

化工生产过程中涉及大量的危险化学品和高温高压设备, 稍有不慎可能引发重大安全事故, 给企业和社会带来严重的经济损失和人员伤亡风险。而数字技术的引入为安全生产提供了新的解决方案。通过物联网、人工智能和大数据等技术, 企业可以实现对生产过程的实时监控和预警系统的智能化升级。同时, 数字化技术还可以帮助企业建立更加完善的管理体系, 通过对历史数据的分析和总结, 优化安全管理策略, 进一步降低事故发生的概率。

2.2 环保要求提高

传统的生产方式往往伴随着大量的资源浪费和污染物排放，难以满足日益严格的环保法规和标准。通过数字化技术的应用，企业可以对生产过程中的能耗和排放进行精确监控，并通过数据分析找到优化生产工艺、减少资源消耗和污染物排放的途径。此外，智能化的环保监测系统也可以帮助企业及时掌握废水、废气和固体废弃物的排放状况，确保排放符合环保标准，避免因超标排放而受到处罚或停产整顿。

2.3 市场竞争加剧

在全球化和市场化的背景下，化工企业不仅需要应对国内同行的竞争，还要面对来自国际市场的挑战。传统的生产模式和管理方式已经难以适应快速变化的市场需求，企业必须通过数字化转型来提升自身的市场敏感度和应变能力。数字技术为企业提供了更加灵活、高效的生产管理方式，通过自动化生产线和智能化工厂的建设，企业可以显著提高生产效率和产品质量，缩短产品的上市周期，满足市场的多样化需求。

3 新时代数字技术在化工生产中的应用

3.1 工业物联网

通过将物联网技术与化工设备、生产设施相结合，工业物联网能够实现设备之间的互联互通，从而实现生产过程的智能化监控和管理。工业物联网的应用不仅限于数据采集和设备状态监控，它还能够帮助企业实现设备预测性维护，减少设备故障带来的停机时间，进而降低生产成本^[1]。通过传感器实时收集生产设备的温度、压力、流量等信息，结合历史数据和算法模型，企业可以提前预测设备可能的故障，及时采取维护措施，避免突发性设备故障对生产造成的影响。此外，工业物联网的应用还能够提升生产的灵活性和响应速度，企业可以根据市场需求的变化，快速调整生产计划，优化资源配置。这种智能化的生产方式不仅提高了生产效率，还为企业节约了大量的人力和物力成本。

3.2 大数据分析

化工生产过程中会产生大量的工艺数据、设备数据和环境数据，这些数据过去往往被忽视或以传统方式处理，难以充分挖掘其中的价值。如今，凭借强大的计算能力和先进的数据处理技术，大数据分析能够帮助企业从这些海量数据中提取有价值的信息，辅助决策。通过大数据分析，企业可以优化工艺参数，提升产品质量，减少资源浪费。例如，化工生产中的温度、压力、反应时间等关键工艺参数之间的关系复杂，传统的经验方法难以准确掌握最佳参数组合。而通过大数据分析，企业可以从历史生产数据中找到最佳的工艺参数组合，从而提高生产效率和产品质量。

3.3 人工智能

得益于深度学习、机器学习等技术的发展，人工智能可以帮助企业实现更加智能化的生产管理和工艺优化。通过对生产过程中的大量数据进行建模和分析，人工智能可以发

现传统方法难以识别的生产规律，提供更加精确的工艺优化方案。例如，在化工反应过程中，多个反应条件的变化会对最终产品的质量产生影响，而人工智能技术可以通过对这些复杂条件的分析，找到最优的反应条件组合，从而提高产品的产量和质量。此外，人工智能还可以应用于化工生产的自动化控制系统，结合实时数据对生产过程进行智能化调节，减少人为干预的同时提高生产的稳定性和安全性。人工智能的应用不仅限于生产环节，它还可以帮助企业优化供应链管理、降低运营成本，以及通过智能化的风险分析提升企业的安全管理水平。

3.4 虚拟现实与增强现实

虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术在化工生产中的应用逐渐增多，特别是在员工培训、设备维护和安全管理等方面，虚拟现实和增强现实技术显示出了巨大的潜力。在化工生产中，许多设备和工艺具有较高的复杂性和危险性，传统的培训方式往往难以让员工快速掌握操作技能。而通过虚拟现实技术，企业可以为员工提供逼真的虚拟生产环境，模拟实际操作过程，帮助员工在虚拟环境中熟悉设备和工艺流程，避免实际操作中的失误和安全隐患^[2]。此外，增强现实技术可以帮助维修人员通过AR眼镜等设备，实时获取设备的维护信息和操作指导，极大地提高了设备维护的效率和准确性。虚拟现实与增强现实技术的应用不仅可以提高员工的培训效率，还能够能够在生产中实时提供工艺指导，帮助操作人员更好地完成生产任务，提高生产的安全性和可靠性。

3.5 3D 打印技术

与传统的制造工艺相比，3D打印技术具有灵活性高、材料利用率高等优势。它能够根据需求快速制造复杂的零部件和设备，减少了模具设计、制造等环节的时间和成本。这一技术在化工设备的制造和维护中展现了强大的优势。例如，某些化工装置的特殊零部件在出现损坏时，传统的更换方式往往需要耗费漫长的时间，而通过3D打印技术，工厂可以在短时间内制造出所需的零件，迅速完成设备的维护和修复，减少停机时间。此外，3D打印技术还能帮助企业快速实现产品的原型设计和测试，缩短新产品的研发周期，加速产品的市场化进程。

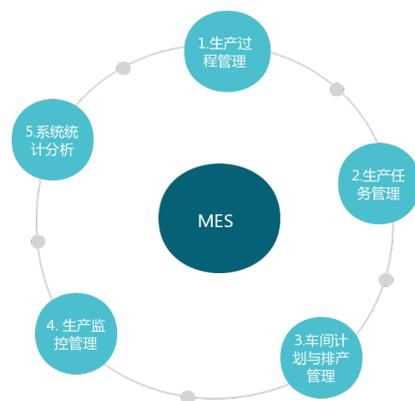


图1 数字化化工生产过程

4 新时代数字技术在化工安全管理中的运用

4.1 风险识别评估

传统的风险评估通常依赖于专家经验和静态的风险模型。然而,这种方式不仅耗时耗力,还容易受到人为主观因素的影响。而数字技术的应用为这一过程带来了革命性的改变。通过大数据分析 with 人工智能算法,企业可以实时收集和分析大量的生产数据、环境数据以及设备运行数据。这种动态的、多维度的数据分析方式能够更早期地发现潜在风险。例如,利用传感器和物联网技术,系统可以实时监测化工装置的运行状态,并通过历史数据的对比与模型预测,提前识别出可能存在的隐患。此外,虚拟仿真技术的加入也为风险评估提供了新的手段。在虚拟环境中,企业可以模拟各种极端工况和事故场景,精准评估这些工况下的风险水平,从而为制定针对性防控措施提供科学依据。这种动态、智能化的风险识别与评估方式,使得企业能够更加高效地应对不断变化的安全挑战。

4.2 安全生产管理信息化

过去,化工企业的安全生产管理往往依赖于纸质文件和人工记录,这种传统管理方式不仅效率低下,还容易出现信息滞后或遗漏的问题。而如今,通过信息化平台的建设,化工企业可以实现对安全生产全过程的数字化管理。这些信息化平台通常集成了生产计划、安全检查、隐患排查、设备管理、人员调度等多个功能模块,从而实现了安全管理的全方位覆盖。企业可以通过这些平台及时掌握生产过程中的动态数据,并将安全管理要求细化到每一个操作环节。例如,操作工人可以通过移动终端接收操作指令和安全提示,而管理人员则可以通过平台实时监控安全操作的执行情况,确保各项安全措施落实到位^[1]。信息化平台的应用不仅提高了安全管理的效率,也为企业建立一套可追溯的安全管理机制提供了有力支持。

4.3 应急响应智能化

化工行业的突发事件往往具有突发性强、危害性大的特点,传统的应急响应手段很难在短时间内协调各方资源并做出科学决策。而通过引入智能化应急响应系统,企业能够在事故发生的第一时间快速做出反应。这些系统通常集成了实时监测、自动预警、应急资源调度和决策支持等功能。例如,当某个化工装置发生异常时,系统可以通过传感器采集数据并自动分析事故的类型和影响范围,随后根据预设的应急预案快速生成具体的处置方案。同时,智能化系统还可以通过可视化界面向管理人员展示事故现场的实时状况,并实时更新事故的进展情况。这种智能化的应急响应方式,不仅缩短了事故处置的时间,也显著降低了事故的次生危害。

4.4 人员培训数字化

化工行业的安全管理对员工的专业知识和操作技能有

着极高的要求,传统的培训方式往往局限于课堂授课和现场实操,培训效果容易受到时间和空间的限制。而数字技术的应用为员工培训提供了更加灵活和高效的方式。通过虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,企业可以为员工构建一个高度逼真的虚拟培训环境。在这个环境中,员工可以模拟操作各种化工设备,体验不同的生产工况,并学习如何应对各类突发状况。这种沉浸式的培训方式不仅提升了员工的学习兴趣和参与度,也显著提高了培训的效果。此外,在线学习平台和移动学习应用的普及,也为员工的知识更新提供了便利。员工可以随时随地通过这些平台学习最新的安全管理知识,并通过在线测试检验自己的学习成果。数字化培训方式的普及,为化工企业培养一支高素质的安全管理队伍提供了保障。

4.5 设备设施智能诊断

化工装置的安全运行对整个生产过程至关重要,而传统的设备管理方式通常以定期检修为主,很难做到对设备状态的实时掌控。通过引入智能诊断技术,企业可以对设备设施的运行状态进行全方位的实时监测。这些智能诊断系统通常基于物联网和人工智能技术,通过安装在设备上的传感器,系统能够实时采集设备的运行数据,包括温度、压力、振动等关键参数。然后,利用大数据分析和机器学习算法,系统可以快速分析这些数据,并自动判断设备是否存在异常情况。如果检测到异常,系统会立即发出报警信号,并提供具体的诊断结果和维修建议。与传统的设备管理方式相比,智能诊断技术的优势在于能够实现设备故障的预测性维护。企业可以根据系统的诊断结果提前安排维修计划,从而避免因设备故障导致的生产中断或安全事故。这种智能化的设备管理方式,不仅提高了设备的运行效率,也显著降低了设备故障的风险。

5 总结

总之,新时代的数字技术为化工生产与安全管理带来了前所未有的机遇与挑战。通过实时监控、数据分析、智能优化等手段,化工企业不仅能够提高生产效率,还能有效提升安全管理水平,降低风险。面对未来,化工行业需要不断探索数字化转型的新路径,以适应不断变化的市场需求和安全标准。只有这样,才能在激烈的市场竞争中立于不败之地,为推动行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 栾添. 信息化技术在化工企业安全管理中的运用分析[J]. 石油石化物资采购, 2021(27):166-168.
- [2] 陈彩霞. 绿色化工技术在精细化工中的运用分析[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2024(11):213-216.
- [3] 梁化. 浅析自动化控制于化工安全生产中的运用[J]. 化工管理, 2019(5):62-63.