

化工设备智能化管理模式及其经济效益提升路径

李洪玲 郑志忠（山东鸿泽消防工程有限公司，山东 东营 257000）

摘要：本文分析了传统化工设备管理中存在的问题，重点分析了物联网技术如何实现设备的实时监控与数据采集，大数据分析如何对设备运行状况进行深度挖掘和预测，人工智能如何通过机器学习优化维护决策，从而降低人工成本和提高响应速度。在经济效益方面，本文进一步阐述了智能化管理模式的应用如何帮助企业降低设备故障率、减少停机时间、提高设备的利用率，从而显著提升整体生产效率和降低运营成本。此外，智能化管理还可通过精细化管理优化资源配置、减少能源消耗，达到环保与节能的双重效益，也对推动整个行业的绿色转型和可持续发展具有积极影响。

关键词：化工设备；智能化管理模式；经济效益；提升路径

0 引言

随着信息技术、人工智能、物联网、大数据等技术的快速发展，智能化管理模式在多个行业中逐渐展现出其巨大的潜力，尤其是在设备管理领域，智能化技术的应用不仅提高了设备管理的效率和精确度，也为化工企业节省了大量成本，提升了整体经济效益。智能化设备管理模式通过实时监控、预测性维护、故障诊断等功能，能够大幅度减少设备停机时间，提高生产线的运作效率，降低资源浪费，进而显著提升企业的经济效益和市场竞争力。

1 化工设备管理的难点分析

由于化工生产过程的复杂性和设备工作环境的恶劣性，设备故障频繁，尤其是对于老旧设备，常常面临高频率的故障和停机时间，造成生产线的中断，增加了生产成本。传统的设备维护管理模式多依赖人工检查与定期检修，然而，这种方式容易忽视隐性故障，导致设备在故障发生时已经对生产造成了影响，此外，人工维护对技术要求较高，增加了企业的人工成本。

大部分化工企业依然依赖传统的设备管理手段，如人工巡检、定期维护等，这种方式无法实现对设备的实时监控和状态预测，无法在设备出现潜在故障时提前采取预防措施，导致设备停机和维修时间延长。化工企业生产过程中，涉及的设备种类繁多，包括反应釜、压力容器、泵、阀门等。每类设备的工作环境和维护要求不同，设备管理难度大，管理体系不统一且难以标准化。

2 化工设备智能化管理模式概述

2.1 智能化管理的定义

智能化管理是指通过现代信息技术，尤其是物联网、人工智能、大数据分析、云计算等技术手段，实

时监控和优化设备运行状态、分析设备故障，提供科学的决策支持，从而实现设备管理的高度自动化、精准化和智能化。这一管理模式能够通过数据采集、数据分析与处理，预测设备状态、诊断设备故障、优化维护计划，确保设备运行的稳定性、安全性和经济性。

2.2 智能化管理的关键技术

2.2.1 物联网技术

物联网技术通过将传感器和智能设备与互联网连接，实现设备状态数据的实时采集和传输。在化工设备的管理中，物联网技术可以通过安装各种传感器如温度、压力等在设备上，实时监测设备的运行状态和工作环境。物联网可以实现对设备各项参数的连续监测，并将实时数据传输到云端平台或本地服务器，通过数据的实时获取，管理人员能够随时掌握设备的运行情况。通过物联网技术，管理人员可以实现对设备的远程监控与管理，尤其是在恶劣环境或高危区域的设备运行过程中，避免了人工现场操作的风险。

2.2.2 大数据分析

大数据分析是智能化管理中重要的一环，其通过对设备运行数据的汇总、存储和分析，帮助企业更好地理解设备的性能状态、工作规律和潜在问题。通过对长期运行数据的分析，能够评估设备的实际性能，并识别出能效低下、消耗过大的部分，从而为设备的优化提供数据依据。利用大数据可以优化设备的运行参数，提高设备的能源效率和生产效率。通过对设备历史数据的分析，结合设备的运行模式和负荷情况，能够预测设备潜在的故障风险。

2.2.3 机器学习与人工智能

机器学习算法可以基于设备的历史数据训练预测模型，识别出设备故障的潜在风险。通过人工智能的

推理和优化能力，结合设备运行的实时数据，AI 系统能够自动识别需要进行预防性维护的设备组件和部件。预防性维护能够在设备故障发生之前进行修复，从而降低维修成本和停机时间，延长设备的使用寿命。机器学习系统能够从历史数据中不断优化其预测能力。在设备运行过程中，AI 模型通过不断的反馈调整，使得故障预测更加准确，维护计划更加合理。

2.3 化工设备智能化管理的模式与架构

2.3.1 设备端

设备端是智能化管理系统的基础层，主要负责设备的状态监测、数据采集和初步的处理。通过在设备上安装传感器，采集设备的实时数据，这些数据包括设备运行的各项指标以及外部环境参数。传感器和智能设备通过无线或有线方式将采集到的原始数据传输到下一层或云平台。设备端可以内置简单的处理和报警系统，实现对某些基础问题的即时处理，例如设备温度过高时的自动停机等。

2.3.2 边缘计算层

边缘计算是智能化管理中的关键一环，起着数据预处理和本地决策的作用。边缘计算通过在靠近设备的地方部署计算单元，对来自设备端的数据进行实时分析和处理，以降低数据传输的延迟，并减少对云端计算资源的依赖。边缘计算层可以实现对设备数据的实时监控、预警和初步分析，例如在设备出现异常时，能够立即发出报警并采取措施。当设备出现异常时，边缘计算可以基于预设规则自动进行控制，如调整设备运行参数或暂时停机，防止故障扩展。

2.3.3 云平台层

云平台层是整个智能化管理系统的数据存储和高级分析中心。云计算为大规模的数据处理和长时间的数据存储提供了强大的能力，通过云平台，可以实现跨设备、跨区域的数据整合和分析，并为设备管理提供全局视角。云平台能够存储大量历史数据，包括设备的运行数据、维修记录、故障历史等，这些数据不仅用于设备的日常管理，还能为未来的决策提供依据。

云平台可以利用大数据分析和机器学习算法，对历史数据进行深度挖掘，识别出设备的潜在问题和优化空间。例如，通过对设备的历史运行数据进行分析，可以预测设备出现的故障或判断设备的运行趋势。云平台允许管理人员随时随地远程查看设备状态，进行数据查询和设备管理，通过集中的监控平台，企业可以实现对多个设备的统一管理和调度。

2.3.4 数据分析与人工智能层

数据分析与人工智能层主要负责从设备端、边缘计算和云平台采集到的海量数据中提取有价值的信息，并基于此做出智能决策。这一层使用大数据分析、机器学习和人工智能算法来优化设备管理、预测故障和提升运维效率。通过机器学习算法分析设备的历史数据和实时数据，建立设备的运行模型，识别潜在故障和异常，这不仅能够提前预警故障，还可以根据预测结果调整设备的维护周期，避免过早或过迟的维修。

基于人工智能算法，系统可以自动制定最优的维护计划，调整设备的运行策略，以最大化设备的利用率和效能。通过数据分析，系统可以根据不同设备的运行状况和生产需求，优化设备的配置和调度，降低能耗、减少资源浪费，提高生产效率。

3 化工设备智能化管理模式对经济效益的提升路径

3.1 降低设备故障率和维护成本

通过物联网技术和传感器的应用，化工企业可以实时监控设备的运行状态，识别潜在故障，提前发出预警，减少突发性故障的发生。结合大数据和人工智能分析，智能管理系统能够根据设备的运行历史和实时数据，预测设备可能出现的故障，从而提前安排维护和更换部件，避免了设备的过度磨损和突发停机。通过对故障的提前预警，维护人员可以更合理地安排检修时间，避免了设备因突发故障导致的长期停机，提高了设备的可用性，进而减少了维修费用。通过减少设备故障率和降低维护成本，化工企业能够减少生产过程中的非计划性停机时间，从而提高生产的稳定性和可持续性，减少生产损失，显著提升经济效益。

3.2 延长设备使用寿命

智能化管理系统通过对设备运行状态的动态监测，及时发现设备在运行过程中导致过度磨损的异常情况，如温度过高、压力异常等，从而采取适当的措施，避免设备无效磨损。通过精准的维护和合理的保养周期，智能化管理模式能够延长设备的使用寿命，推迟设备的更换周期，减少设备采购和更换成本。延长设备使用寿命可以显著降低设备更新换代的频率，减少资本支出，此外，设备的长期高效运行也减少了因设备更换和停机带来的生产损失，提升了企业的经济效益。

3.3 优化资源配置与能源管理

智能化管理能够通过精准的能源管理和资源配置，降低能源消耗和浪费，提高企业的整体经济效益。

通过对设备和生产过程的能源消耗进行实时监控，智能化管理系统能够识别能源浪费环节，优化能源使用，减少不必要的消耗。智能化管理通过对生产流程和资源使用的精细化管理，可以合理配置生产资源，避免资源的浪费，提高资源利用率。能源消耗的精准调控和资源的优化配置能直接减少生产成本，降低能源支出，提高企业的运营效益，此外，优化的资源配置还能够提高产值和利润，推动企业持续增长。

4 某化工企业设备智能化管理模式的经济效益案例分析

4.1 某化工企业化工设备管理概述

某化工企业主要从事化肥生产，其生产线依赖大量的重型设备，如反应釜、泵、压缩机和输送装置等。在传统设备管理模式下，企业面临着设备故障频繁、停机时间长、维护成本高等问题，导致了生产效率低下、能源浪费严重，并对整体经济效益产生了负面影响。为解决这些问题，该企业决定引入智能化设备管理系统，结合物联网、大数据分析、云计算和人工智能技术，对设备进行全面的智能化管理。

4.2 化工设备智能化管理系统实施后的经济效益分析

在实施智能化管理系统之前，企业的设备故障率较高，平均每年发生 20 次以上的设备故障，导致大量的维修和停机成本。引入智能监控系统后，设备的故障率下降了约 30%。通过实时监控和早期预警，企业能够在设备故障发生之前采取维修措施，显著减少了突发性故障发生。维修成本减少了约 25%，由于预测性维护的实施，很多设备问题在其发展为严重故障之前就得到了处理，避免了高昂的修复费用。设备停机时间减少了 40%，提高了设备的整体运行时间，从而显著提高了生产效率。

智能化管理通过对设备状态的实时监控和数据分析，帮助优化生产流程，减少了不必要的停机和调整，提升了生产效率。在智能化管理后，生产效率提高了 15%，由于设备故障减少，生产线的停机时间显著降低，企业能够更稳定地保持较高的生产能力。

能源消耗一直是化工企业中的主要成本之一。通过智能化管理，企业能够更精确地监控和调节能源使用，减少能源浪费。在实施智能化管理后，能源消耗降低了 12%。通过实时监控设备的能源使用情况，智能系统能够识别不合理的能源消耗，并优化能源调度和使用效率，减少了过度能源浪费。同时，设备的运行效率提升，特别是在高能耗设备方面，通过预测

性维护和智能调整，设备能效得到了显著改善。整体生产线的能效提升，企业通过智能化管理节省了大约 8% 的能源成本，进一步降低了生产成本。

4.3 对比实施前后的经济指标（见表 1）

表 1

经济指标	实施前	实施后	改善幅度
设备故障率	20 次 / 年	14 次 / 年	降低 30%
维修成本	100 万元 / 年	75 万元 / 年	降低 25%
生产效率	1000 吨 / 年	1150 吨 / 年	提高 15%
次品率	8%	7.2%	降低 10%
能源消耗	500 万千瓦时 / 年	440 万千瓦时 / 年	降低 12%
市场份额	15%	16.5%	增长 10%

通过实施智能化设备管理系统，该化工企业在多个方面获得了显著的经济效益。设备故障率和维修成本显著降低，生产效率和产品质量得到了提升，能源使用得到了优化，进而降低了整体生产成本。企业不仅增强了市场竞争力，还实现了可持续发展。在实际操作中，智能化管理系统通过精准的监控、预测和优化，帮助企业达到了降低成本、提升效率和改善质量的目标，实现了显著的经济效益提升。

综上所述，智能化管理模式通过应用物联网、大数据分析、人工智能等先进技术，打破了传统设备管理依赖人工和经验的局限，实现了设备的实时监控、故障预测、预防性维护以及资源优化配置。这不仅提升了设备的运行效率和安全性，还大幅度降低了设备故障率、维护成本及停机时间，推动了化工企业生产管理的现代化。在竞争日益激烈的市场环境中，化工设备智能化管理模式已成为提升化工企业核心竞争力的关键因素，其不仅帮助企业在日常生产中实现精益化管理，更在突发事件和设备故障的应对中展示了强大的灵活性和响应速度。

参考文献：

- [1] 张红英 . 化工设备安全管理的优化措施 [J]. 化工管理 ,2024(02):88-90+123.
- [2] 张永鑫 . 化工设备管理中现代管理技术的应用策略 [J]. 化工管理 ,2023(31):101-103+127.

作者简介：

李洪玲 (1985-)，女，汉族，山东青岛人，本科，主要研究方向：化工工程。