

物联网技术在化工企业中的应用及经济性分析

宋 翠 张轩瑜 刘 凯 (山东探越物联网技术有限公司, 山东 淄博 255063)

高继泉 (山东省轻工集体企业联社, 山东 济南 250014)

摘 要: 化工企业的高质量发展, 离不开物联网技术的助力和引领。近年来, 随着中国化工企业的快速发展, 企业规模逐渐增大、涉及原料及产品逐渐增多、企业管理难度逐渐增大, 广大化工企业面临着经营风险大、管理粗放、运营成本高等诸多管理难题。本文从物联网技术发展现状及趋势、物联网关键技术研究分析、物联网技术在化工企业中的应用及物联网技术在化工企业应用的经济性分析等方面进行论述, 为提高化工企业生产效率、提高化工企业产品质量、降低化工企业运营成本、降低化工企业风险、提高化工企业经济效益提供了参考和指引。

关键词: 物联网; 化工企业; 人工智能; 经济性分析

1 引言

物联网 (Internet of Things) 是新一代信息技术的重要组成部分, 物联网技术是通过射频识别技术 (RFID)、红外线传感器、全球定位系统 (GPS) 等技术的结合与应用, 以实现对物品的智能化管理。化工企业为国民经济的发展提供着重要基础保障材料, 其上游涉及多种大宗原料供应商及设备供应商, 下游涉及医药、造纸、印染、食品、化妆品等多个领域。近年来, 物联网在化工企业的推广应用, 使得化工企业的物、人、系统和信息资源顺利连接, 大大提升了化工企业的生产运行效率, 不仅降低了企业运营成本, 还使化工企业的经济效益得到了大幅提高。

2 物联网技术发展现状及趋势

物联网概念最早可追溯到 1999 年, 随着 5G 通信技术的迅猛发展, 物联网技术也得到了不断积累与升级, 产业链也逐渐完善和成熟。随着物联网市场的不断扩大, 各国对物联网设备及技术的投入也持续增加。据 IDC 预测, 2027 年全球物联网总支出规模预计达到 1.2 万亿美元。其中, 2027 年中国物联网支出规模将

趋近 3,000 亿美元, 位居全球第一。此外, 中国物联网 IT 支出以 13.2% 的五年 CAGR 稳定增长, 增速超过全球平均水平。2022 年 -2027 年中国物联网市场支出预测表如图 1 所示。

2025 年 1 月份以来, 人工智能 (AI) 行业迅猛发展, 并成为全球经济新的增长点。中国多家人工智能 (AI) 企业将 AI 技术进行跨界应用, 物联网与人工智能 (AI) 的融合将成为未来行业发展的重要趋势。近年来, 随着科学技术的不断发展, 物联网技术也越来越发达, 并被应用到化工、医疗、大健康等众多领域中, 成为中国经济增长的新引擎。

3 物联网关键技术研究分析

3.1 网络通信技术

网络通信技术是实现现代工业数据传输的重要基础, 主要分为有线网络和无线网络两大类。有线网络以以太网为代表, 具备高带宽、低延迟及稳定性的特点, 多适用于对实时性和可靠性要求较高的场景; 无线网络包括 Wi-Fi、ZigBee、LoRa 等多种技术形式, 每种技术均有其独特的适用范围和技术优势。在化工

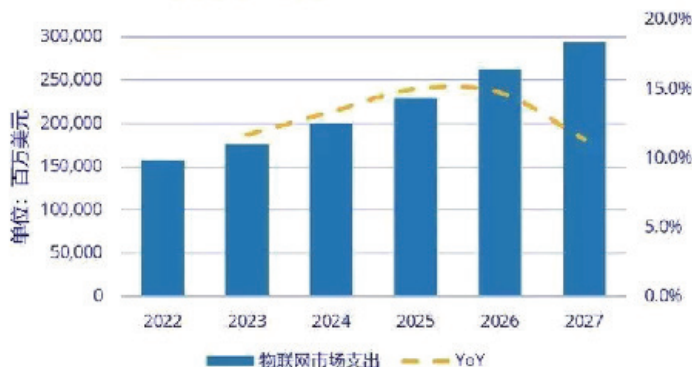


图 1 2022 年 -2027 年中国物联网市场支出预测表 (来源: IDC 中国, 2023)

企业,网络通信技术的作用尤为重要。传感器采集到的工艺参数、环境数据和设备状态信息需要通过可靠的通信手段传输至数据处理中心进行分析与决策。在化工企业厂区内,由于地理范围大且存在电磁干扰、物理障碍物等多种干扰因素,单一的通信方式难以满足需求。采用无线网络技术可以覆盖传统有线网络难以触及的区域,并支持动态调整网络拓扑结构以适应复杂的工况变化。

3.2 传感器技术

传感器技术是物联网的核心组成部分,其功能主要是感知和采集环境中的物理量、化学量和生物量等信息,为人们智能化决策提供基础支持。尤其是在化工企业中,传感器的应用尤为关键,能够实时监测生产过程中的多种参数,从而确保工艺安全性和产品质量。比如,温度传感器通过精确测量反应釜内的温度变化,可以有效防止因超温导致的危险事故。在某大型石化企业,采用高精度铂电阻温度传感器后,温度控制误差降低至 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$,显著提高了反应效率并大幅减少了副产物的生成。此外,近年来,新型智能传感器也逐渐被引入化工领域。基于MEMS(微机电系统)技术的多功能传感器能够同时监测多种参数,并通过内置算法进行初步数据分析,为操作人员提供更为直观的信息反馈。

3.3 云计算与大数据技术

云计算与大数据技术已逐步成为推动化工企业智能化转型的核心动力。化工企业的生产线上的传感器每秒都会生成温度、压力、流量和化学成分等数千条数据记录。这些海量数据如果仅依靠本地计算资源进行处理,不仅成本高昂,而且效率低下。通过引入云计算平台,企业能够将这些实时数据上传至云端,利用弹性扩展的计算能力和分布式存储架构完成高效管理。此外,在优化生产流程方面,结合工艺参数与产品质量之间的相关性分析,企业可以调整操作条件以减少能耗并提高产量,从而实现精益化管理;采用加密传输、访问控制及审计追踪等措施,还可确保化工企业云端数据的安全性和完整性。

4 物联网技术在化工企业中的应用

4.1 物联网技术在物流监测中的应用

化工企业的物流种类多、数量大,并且涉及多个环节、多种介质的动态交互,准确掌握物料的流动情况对于提升生产效率和确保质量控制具有重要作用。在实际生产过程中,任何微小的偏差都可能引发连锁反应,都有可能对产品不合格或安全事故的发

生。因此,借助先进的物联网技术,可在物料输送管道、储存罐以及各类反应器等关键节点安装高精度传感器,实现对流量、液位、温度、压力等参数的实时监控。以某化工企业液体物料输送为例,在化工生产车间内,通过流量传感器可以精确测量传输管道中每一时间段内的液体流量,并将数据上传至中央控制系统进行分析与反馈。此外,在储罐管理方面,物联网技术也得到了较好的应用。当储罐中的原料接近临界值时,系统会自动发出补货提醒,避免因断料而影响生产线正常运行。并且,系统还可以结合历史数据分析优化库存策略,以降低运营成本。

4.2 物联网技术在危险区域监测中的应用

近年来,随着化工行业的不断发展,生产的安全问题受到了人们的高度关注。由于化工企业的特殊属性,导致在化工企业存在易燃易爆物质储存区、有毒气体排放区等危险区域。这些区域一旦发生意外,可能危及现场工作人员的生命安全,并对周边环境造成不可逆的破坏。化工企业通过采用物联网技术部署高灵敏度的气体传感器、火焰传感器以及红外热成像设备,能够实现对危险区域的全天候、全方位实时监测。比如,在某大型化工储存仓库中,300余个微型气体传感器被精确安装在货架间隙、通风管道入口和地面低洼处等关键位置。这些传感器能够以毫秒级的速度检测出空气中可燃气体浓度的微小变化,并将数据实时传输至中央监控系统。一旦检测到甲烷或氢气浓度超过设定阈值,系统会立即触发多级报警机制,最大限度的给企业减少了损失。

4.3 物联网技术在设备状态监测中的应用

在化工生产过程中,设备的正常运行至关重要。采用物联网技术在设备上安装传感器,能够实时采集温度、压力、振动频率等设备的运行参数。比如,反应釜作为化工企业核心设备之一,其运行状态直接决定了工艺流程的安全性和效率。通过高精度传感器,可以实现对釜内的温度和压力变化进行毫秒级监测,并将数据以无线传输方式同步至中央监控系统。当釜内压力因化学反应剧烈而快速升高时,传感器会捕捉这一细微变化,并通过算法模型预测潜在风险。一旦发现参数偏离设定范围,系统立即发出声光警报,并自动触发连锁保护机制,最大限度的避免事故发生。

4.4 物联网技术在污染物排放监测中的应用

化工行业是污染物排放较高的行业之一,广大化工企业对生态环境的影响不容忽视。企业采用物联网技术在企业的废气排放口、废水排放口部署高精度监

测传感器,可实时采集和分析污染物的排放量及浓度变化,确保数据的准确性和及时性。比如,在废气排放口安装二氧化硫、氮氧化物以及颗粒物等气体传感器,能够动态追踪各类有害物质的排放情况。这些传感器采用先进的光学或电化学检测技术,可精确识别微量污染物,并将数据以毫秒级的速度上传至云端平台;在废水排放口布置化学需氧量、氨氮、总磷和pH值等水质参数传感器,形成全方位的水质监控网络。通过对这些关键指标的持续监测,可评估废水处理设施的运行效率,并及时发现异常排放行为。

4.5 物联网技术在化工企业应用的经济性分析

在化工企业引入物联网技术的前期投入比较高,尤其是传感器、数据采集设备以及相关通信模块等硬件的购置与安装费用占到整体项目预算的60%~70%。并且,初期软件配置和系统集成工作也需要大量资金支持。虽然物联网技术的引入与研发,前期需要投入较高的资金,但是由于其能提高企业管理水平、提高生产效率、降低企业成本,所以能够在较多时间内凸显物联网的优势,给企业带来实际效益。比如,在某化工企业的生产过程中,传统的巡检方式通常依赖人工记录温度、压力等关键参数,容易因疏忽或滞后而导致潜在隐患。在引入物联网技术后,传感器能够以毫秒级频率对反应釜内的压力变化进行监控,并在异常情况发生时自动触发警报机制,甚至直接联动紧急停车装置,大大降低了企业事故发生率;企业借助物联网技术,企业可以通过在线监测站网实现污染物排放浓度的动态跟踪,并及时调整工艺参数以确保达标排放。

物联网技术在化工企业有着广泛的应用前景,从生产流程监控、安全管理到环境监测等多个方面都能够为企业带来诸多好处。在经济性方面,虽然在应用初期会产生较高的成本投入,但从长期综合效益来看,其带来的收益远远超过成本投入。比如,随着化工企业硬件设备逐步进入折旧期,其初始投资成本的影响逐渐减弱,而由物联网驱动的生产效率提升、安全管理强化以及环境管理水平优化所产生的长期收益则会更加突出。并且,通过构建全链条数字化平台,企业可以实现生产计划、库存管理、质量控制等环节的高度协同。据统计,引入物联网技术每年可使化工企业节约成本10%~15%,使企业效益大幅提升。

5 结束语

随着中国化工行业的迅速发展,物联网技术在化工企业中的应用具有广泛的前景和巨大的潜力。但是,

必须意识到物联网技术是一门刚刚兴起的新兴技术,其使用与管理还不是很完善,很多地方需要进一步研究、完善和改进。并且,由于物联网技术引入化工企业的前期需要投入较大的硬件、软件购置及安装成本,建议广大化工企业根据自身规模及实际情况,做好引入物联网技术的前期规划,量力而行,避免因前期投入过大影响企业正常经营。同时,化工园区内各企业间可尝试协调研究并落地物联网技术,最大限度的避免重复投资及资源浪费。

参考文献:

- [1] 温家宝.2010年政府工作报告[R].北京:第十一届全国代表大会第三次会议,2011,03,05.
- [2] 任小伟,i-Trasen.危险化学品运输安全物联网系统[J].物联网,2011,07,32-33.
- [3] 韦晓凯,曹从勇,王卫.物联网技术在危险化学品管理中的应用[J].系统安全,2010,05(20)66-67.
- [4] 黄敏.医疗废弃物管理审计研究,湖南大学硕士学位论文[D].长沙,湖南大学,2012,8-30.
- [5] 陈敏.物联网技术在化学化工实验室安全管理中的应用[J].清洗世界,2020,36(08):92-94.
- [6] 杨武,陈政.物联网技术在化工生产中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(19):190-192.
- [7] 王冲,安泰,毕晓彬.物联网技术在化工企业的应用研究[J].天津化工,2018,32(03):52-53.
- [8] 胡俊文,朱立嘉,邓正龙,等.化工系统可靠性在企业经济分析中的应用[J].四川大学学报(工程科学版),2000,32(003):70-73.
- [9] 刘泽军.物联网技术在危化品运输中的应用分析[J].东京文学,2017,000(008):212.

作者简介:

宋翠(1988-),女,汉族,山东滨州人,毕业于山东广播电视大学,专科,研究方向:质量管理、机械制造、新能源研究等。

张轩瑜(1997-),男,汉族,山东淄博人,毕业于哈尔滨工业大学,专科,研究方向:质量管理、机械制造、新能源研究等。

刘凯(1981-),男,汉族,山东淄博人,毕业于青岛科技大学,本科,研究方向:质量管理、机械制造、新能源研究等。

高继泉(1990-),男,汉族,山东泰安人,毕业于山东师范大学,研究生,研究方向:电子信息、质量管理、机械制造、新能源研究等。