智能化监控系统在化工厂安全管理中的应用

孙震涛
无锡麟瑞环保科技有限公司　江苏 无锡　214100

摘　要　在化工厂安全管理中，智能化检测系统的应用已经成为提升安全管理水平，降低事故风险的重要举措。其可实时监测关键设备的运行情况，依托监测信息可以有效预防各类安全事故的发生，推动化工厂安全管理向更科学的方向发展。本文就智能化检测系统在化工厂安全管理中的应用优势展开探讨，剖析了其技术原理和具体应用措施。研究表明，智能化检测系统在化工厂安全管理中的应用，可降低人力成本，提升应急响应速度，保障化工厂安全运行。

关键词　智能化监控系统；化工厂；安全管理；物联网；大数据；人工智能

Application of Intelligent Monitoring Systems in Chemical Plant Safety Management

Sun Zhen-tao
Wuxi Linrui Environmental Technology Co., Ltd., Wuxi 214100, Jiangsu Province, China

Abstract　In the safety management of chemical plants, the application of intelligent detection systems has become a crucial measure for enhancing safety management standards and reducing accident risks. These systems enable real-time monitoring of the operational status of critical equipment, and by leveraging the monitored information, they can effectively prevent various types of safety incidents, promoting a more scientific approach to safety management in chemical plants. This paper discusses the application advantages of intelligent detection systems in chemical plant safety management, analyzing their technical principles and specific implementation measures. The research indicates that the application of intelligent detection systems in chemical plant safety management can reduce labor costs, improve emergency response speed, and ensure the safe operation of chemical plants.

Key words　Intelligent Monitoring System; Chemical Plant; Safety Management; Internet of Things; Big Data; Artificial Intelligence

化工行业是国民经济的关键支撑产业，然而生产运行过程中也伴随着各种危险源，如易燃易爆物质、有毒有害气体和难以控制的危险复杂工艺等。以往的安全管理手段大多通过人工巡视点检和隐患治理闭环，以及事故后的改进措施。随着智能技术飞速发展，智能观测系统逐渐成为化工厂安全管理的重要手段。

1　智能化监控系统在化工厂安全管理中的应用优势

1.1 提高安全管理水平

化工厂的安全管理包括：①人员操作行为管理；②设备运行情况；③物料存储运输；④生产反应过程控制；⑤环境监测状况等诸多层面的内容。智能化观测系统融合大量传感器与监测设备后，便可即时取得化工厂内部各类数据信息，通过物联网（IoT）技术将这些数据传递到云端或者数据中心，然后通过大数据分析以及人工智能算法实施进一步加工处理，进而实现预先针对潜在安全事故风险发出警报，随后锁定其所在位置的目的[1]。例如，用电监控系统：对需要常开的安全设施（可燃有毒气体报警器等）实施用电监控，如遇设施断电或故障可发出警报提醒设备部门维修，可降低因设备损坏导致的事故风险。

1.2 降低人力成本

传统化工厂安全管理需依靠大量人工巡查与数据记录，效率低下且极易出现疏漏。智能化检测系统利用自动化检测和数据分析可以减少对人工的依赖，传感器网络可实时监测设备状态与反应进程，以及环境排放情况，并及时把数据传送到检测中心，经营者可通过手机或者电脑随时查看检测数据，无须亲自前往现场巡查，进一步缩减人工巡视的工作量。

运用视频检测系统结合人工智能算法，自动识别人员违规操作情形同时对员工发出警报，既阻止了违章操作、提升了生产安全性，又可以提升工人的安全意识，消除员工违章作业的侥幸心理。例如，智慧叉车系统：通过人脸识别等措施，可以杜绝无证驾驶等违规操作的发生。

1.3 提升应急响应速度

化工厂安全事故常具备突发性和复杂性特征，所以快速而有效的应急反应对于降低事故损失十分关键。智能化观测系统可实时执行监测并开展数据分析，一旦检测到火灾早期阶段的烟雾或者高温情况，系统就会立即启动消防设备，并发出警报通知有关人员实施应急措施，引导大家安全撤离，尽快制住事故的影响范围，从而减轻人员伤亡和财物损失的程度。

2 智能化监控系统的技术原理

2.1 传感器技术

传感器是智能化检测系统的基本构成单元，其功能在于及时获取化工厂内各类物理与化学参数，其中涉及温度、压力、气体浓度和湿度等，这些参数是化工厂安全管理所需的重要信息[2]。

常见的传感器种类包含温度传感器、压力传感器、气体传感器以及湿度传感器等，它们通过无线与数据收集端相接，把所采集到的模拟信号转变为数字信号，然后发送给检测系统。

气体传感器对于化工厂安全管理来说意义独特，化工厂内存在大量有毒有害气体，一旦浓度超标，系统便会立即报警，提醒管理人员采取措施，有效规避因气体泄漏造成的中毒事故。可燃气体报警器，则通过传感器和排风扇的连锁控制，可有效控制反应车间的可燃气体浓度，杜绝因可燃气体浓度过高引发的火灾爆炸事故。

传感器的选择与布局需遵照化工厂具体工艺及安全需求来设计，不同工艺流程与设备往往会用到不同种类的传感器，同时传感器的安装位置要保证能全方位覆盖关键区域。例如，在反应釜、储罐这些关键设备附近需要安装相应的温度和压力传感器，用以监测设备的运行情况；在车间仓库等区域安装气体传感器，用以监测环境中的气体浓度[3]。

2.2 IoT技术

IoT技术处于智能化检测系统的核心地位，通过将传感器设备与检测中心关联，实现数据的即时传递与共享。

物联网架构一般包含感知层、网络层和应用层3个部分，其中，感知层汇集各类传感器，承担数据收集的任务；网络层通过无线通信技术（Wi-Fi，ZigBee，NB-IoT等）或者有线网络，把数据发送到检测中心；应用层则负责对数据执行处理及分析工作，并生成直观的检测界面和警报信息。

通过IoT技术的应用，只需将传感器安装在设备上并接入物联网平台，管理人员就可以随时查看设备的运行数据，及时发现可能出现的问题并予以解决，这种远程观测和管理的方式，既提升了管理效率，又降低了因设备故障或者环境问题引发的安全事故风险[4]。

2.3 大数据与云计算

化工厂产生的数据量十分庞大，其中涉及设备运行数据，环境监测数据以及人员操作数据等，要存储、管理并分析这些数据，离不开强有力的技术支撑，采用大数据技术处理海量的数据，云计算则可以提供强大的计算能力与存储资源。

第一，通过大数据分析，能够挖掘出数据里潜藏的规律，实现设备故障预测，安全风险评价等功能。例如，用机器学习算法分析设备的运行数据，就可以事先预测设备是否会发生故障，从而安排预防性保养，缩短设备因为维修而停工的时长，这种通过数据的预测性保养，既能提升设备的可靠性与运行效率，又可降低修理费用，还可规避因设备突发故障导致的安全风险。

第二，云计算平台给数据存储与计算带来灵活的解决办法，化工厂可根据自身需求动态调整资源设置，从而降低硬件投资成本。通过云存储服务，化工厂能够把众多监测数据保存到云端，就不必购置诸多本地存储设备。这种灵活的资源管理形式，既提升了数据管理效率，又降低了企业的管理成本。

2.4 人工智能与机器学习

人工智能和机器学习技术对于智能化检测系统十分关键。通过机器学习算法，系统可自行从数据里找出模式与规律，实现智能告警及决策辅助。例如，通过深度分析视频检测到的数据，可自动辨别人员违规操作情况，然后发出警示信号，这样一种自动化的监测和告警体系能够有效地防止由于人员违规操作而引发的安全事故。

人工智能可用于设备故障判断，安全环境风险评定等复杂任务。系统利用智能算法，可对设备运行数据加以分析，以判定设备是否存有潜在故障，并提供相应的判断建议，此类智能化的故障判断方式，既提升判断的准确性，又减少转接技术人员巡视计量的工作量。

在风险评定时，人工智能算法能对环境检测数据执行分析，预估潜在的环境风险，还能给出对应的警报信息。例如，通过分析气体传感器的数据，系统可预估气体泄漏的风险，进而预先采取打开通风系统等处理措施。这样智能的风险评定与警报体系，能够有效地减少由于环境异常引发的安全事故。

3 智能化监控系统在化工厂安全管理中的应用

3.1 温度、压力、气体浓度的实时监测

在化工厂生产过程中，对温度、压力及气体浓度进行实时监测至关重要，直接关系到事故预防与安全运行。厂区内存在

大量易燃易爆及有毒有害物质，一旦关键参数失控，极易引发火灾、爆炸或中毒事故，严重威胁人员生命与企业财产安全。通过在关键位置部署温度、压力及气体传感器，系统能够实时采集数据并传输至监控中心，实现对生产状态的动态监测。实时检测与预警机制可及时识别潜在风险，为应急处置争取宝贵时间。系统发出预警后，操作人员可迅速采取措施，如关闭阀门、启动通风或组织疏散，有效防止因参数失控或气体泄漏导致的安全事件。此外，监控中心人员可通过系统实时查看各监测点数据，及时分析判断异常情况，从而提升安全管理的效率与准确性。化工厂监测点基本信息见表1。

表1 化工厂监测点基本信息

监测点位置	监测内容	备注
生产区	温度、压力、各阀门启闭状态、电机运行情况	可以通过温压与进料泵、冷却系统等连锁控制反应进程
储罐区	气体浓度、液位	可以通过液位与装料泵的连锁减少满溢泄漏事故
管道区	温度、压力	可以通过温压的监测判断泄漏情况
装卸区	气体浓度、温度、流量、泵的启停故障状态	可以通过流量与装卸泵的连锁精准计算物料的进出
气体排放区	气体浓度	通过浓度和排放阀的连锁可以杜绝超标排放现象

基于对温度、压力、液位等基础信息的实时监测，系统可通过设定设备间的连锁控制，显著降低人工操作难度与风险。例如，在反应釜工艺中，温度、压力与进料阀门实现连锁后，系统可在反应过快时自动终止进料并启动冷却，全程无须人工干预，既提升了安全性，也降低了操作成本。

同时，监测与连锁机制能有效避免因人为疏忽引发的事故。以储罐区为例，液位监测与进料泵连锁后，一旦液位接近警戒值，系统即自动停泵，从根本上防止因人工失误导致的满溢或泄漏，显著增强生产过程的安全可靠性。

3.2 关键设备的运行状态监测

化工设备运行环境复杂，故障易引发停产与安全事故。智能检测系统通过部署传感器网络，实时监测电机电流电压、振动频率、泵体流量压力等关键参数，精准捕捉设备运行状态变化。一旦发现异常参数，系统自动预警并执行预设应急措施，实现预防性维护，避免突发故障造成的停产与安全风险，同时延长设备寿命、降低维修成本。

3.3 人员定位与行为分析

系统结合人员定位与行为分析算法提升现场安全水平。在火灾等突发事件中，可实时定位人员位置，智能规划疏散路径并引导至安全区域，同时向救援人员发送精准位置信息，提升应急疏散与救援效率。

3.4 污染物排放监测

系统对污染物排放进行实时监测，并通过数据分析为企业环境管理提供优化建议。基于历史数据趋势预测排放变化，辅助企业提前调整工艺、减少排放，助力合规运营并提升企业环保形象。

3.5 应急预案的智能化管理

事故发生时，系统依据实时数据自动启动应急预案。例如，火灾自动触发喷淋系统，同步推送应急指令与人员定位信息，指导现场人员安全撤离与救援行动。事后系统可模拟事故场景，评估预案有效性，推动预案持续优化，提升企业事故响应能力，降低人员伤亡与财产损失[5]。

4 结束语

智能化检测系统在化工厂安全管理中的应用优势明显，依靠传感器技术、物联网、大数据，云计算以及人工智能等技术方式，可以进一步优化化工厂的安全经营水平，降低人力成本，提高应急反应速度。

参考文献

[1]韩娜.智能监控技术在化工安全生产管理中的应用与效能评估[J].化工管理,2025(29):83-86.

[2]朱金子,苏敏娟.化工安全管理标准与事故应急处置策略[J].大众标准化,2025(12):7-9.

[3]张宪忠,王惠.基于智能传感技术的化工厂安全监控系统设计[J].化学工程与装备,2025(6):157-160.

[4]魏梦洁,刘永友,王小芳.信息技术驱动化工企业安全管理创新实践[J].中国石油和化工,2025(6):63-65.

[5]袁秀顺.提高化工安全生产水平的方法及措施分析[J].决策探索(中),2020(11):25.

（本文编辑 曹 阳）