

基于物联网的化工企业安全监测预警系统应用

尹亮亮¹ 陶伟² 岑武杰³

1.杭州泽泰安全科技有限公司 浙江杭州 311200;

2.杭州赛宝涂料科技有限公司 311253; 3.宁波世和安全技术有限公司 315000

【摘要】化工行业具有高温、高压、易燃易爆、有毒有害等特点,安全生产一直是化工企业关注的重点。物联网技术的快速发展为化工企业安全监测预警提供了新的解决方案。本文深入探讨了基于物联网的化工企业安全监测预警系统的架构、关键技术,分析了该系统在化工企业中的应用场景,并通过实际案例验证了系统的有效性,最后对系统应用中存在的问题及未来发展趋势进行了展望,旨在为化工企业提升安全管理水平提供参考。

【关键词】物联网;化工企业安全监测预警;系统应用

Application of safety monitoring and early warning system for chemical enterprises based on Internet of Things

Yin Liangliang¹ Tao Wei² Cen Wujie³

1.Hangzhou Zetai Safety Technology Co., LTD.Zhejiang Hangzhou 311200;

2.Hangzhou Saibao Paint Technology Co., LTD. 311253; 3.Ningbo Shuhe Safety Technology Co., LTD. 315000

【Abstract】The chemical industry is characterized by high temperatures, high pressures, flammability, explosiveness, and toxicity.Ensuring safe production has always been a top priority for chemical enterprises.The rapid advancement of IoT technology has introduced new solutions for safety monitoring and early warning systems in chemical enterprises.This paper delves into the architecture and key technologies of IoT-based safety monitoring and early warning systems for chemical enterprises, analyzes their application scenarios, and validates their effectiveness through real-world cases.It also addresses the issues present in system applications and looks ahead to future trends, aiming to provide a reference for enhancing safety management in chemical enterprises.

【Key words】Internet of Things; safety monitoring and early warning of chemical enterprises; system application

一、引言

(一) 研究背景与意义

化工行业作为国民经济的重要支柱产业,在推动经济发展、满足社会需求等方面发挥着重要作用。然而,化工生产过程中涉及大量的危险化学品和复杂的工艺流程,具有高温、高压、易燃易爆、有毒有害等特点,一旦发生安全事故,往往会造成严重的人员伤亡、财产损失和环境污染。近年来,国内外化工企业安全事故频发,如天津港“8·12”瑞海公司危险品仓库特别重大火灾爆炸事故、江苏响水天嘉宜化工有限公司“3·21”特别重大爆炸事故等,这些事故给社会带来了巨大的负面影响,也凸显了化工企业安全管理的紧迫性和重要性。

传统的化工企业安全监测预警方式主要依靠人工巡检和定期检测,存在监测范围有限、数据实时性差、预警不及时等问题,难以满足现代化化工企业安全管理的需求。物联网技术作为一种新兴的信息技术,通过将各种传感器、设备与互联网连接起来,实现数据的实时采集、传输和处理,为化工企业安全监测预警提供了新的思路和方法。基于物联网的化工企业安全监测预警系统能够实时监测化工生产过程中的各种参数和设备状态,及时发现安全隐患并进行预警,有效降低事故发生的概率,保障化工企业的安全生产。

(二) 国内外研究现状

国外在物联网技术应用于化工企业安全监测预警方面

起步较早,已经取得了一定的研究成果。一些发达国家如美国、德国、日本等,通过建立完善的物联网基础设施和标准体系,将物联网技术广泛应用于化工企业的生产过程监控、设备状态监测、环境安全监测等领域。例如,美国的一些大型化工企业利用物联网技术实现了对生产设备的远程监控和故障诊断,提高了设备的运行效率和可靠性;德国的化工企业通过物联网技术实现了对生产过程的智能化控制,降低了安全风险。

国内近年来也开始重视物联网技术在化工企业安全监测预警中的应用研究,相关政府部门出台了一系列政策支持物联网产业的发展。许多科研机构和企业也积极开展相关研究和实践,取得了一些进展。然而,与国外相比,国内在物联网技术的应用水平和系统集成能力方面仍存在一定差距,需要进一步加强研究和探索。

(三) 研究内容与方法

本文旨在研究基于物联网的化工企业安全监测预警系统的应用。研究内容包括物联网技术在化工企业安全监测预警中的应用原理、系统架构、关键技术、应用场景以及实际应用案例分析等方面。

研究方法主要包括文献研究法、案例分析和实地调研法。通过查阅国内外相关文献,了解物联网技术在化工企业安全监测预警领域的研究现状和发展趋势;通过分析实际案例,总结系统应用中的经验和问题;通过实地调研化工企业,了解企业的安全监测需求和现有系统的运行情况。

二、物联网技术概述

(一) 物联网的定义与架构

物联网是指通过各种信息传感器、射频识别技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等各种装置与技术,实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程,采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息,通过各类可能的网络接入,实现物与物、物与人的泛在连接,实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。

物联网的架构一般分为感知层、网络层和应用层。感知层主要负责采集物理世界中的各种信息,包括传感器、RFID标签等设备;网络层负责将感知层采集到的数据传输到应用层,包括各种通信网络,如无线传感器网络、移动通信网络、互联网等;应用层则负责对传输过来的数据进行分析和处理,为用户提供各种应用服务,如安全监测预警、设备管理、生产调度等。

(二) 物联网的关键技术

1. 传感器技术

传感器是物联网感知层的核心设备,能够将物理量转换为电信号或其他可测量的信号。在化工企业安全监测预警中,常用的传感器包括温度传感器、压力传感器、气体传感器、液位传感器等,用于实时监测化工生产过程中的各种参数。

2. 无线通信技术

无线通信技术是物联网数据传输的重要手段,能够实现设备之间的无线连接和数据传输。在化工企业中,常用的无线通信技术包括 ZigBee、Wi-Fi、蓝牙、LoRa 等,这些技术具有低功耗、低成本、自组网等优点,适合于化工企业复杂的环境。

3. 云计算与大数据技术

云计算技术能够为物联网应用提供强大的计算能力和存储资源,实现数据的集中管理和处理。大数据技术则能够对海量的物联网数据进行分析 and 挖掘,提取有价值的信息,为安全监测预警提供决策支持。

4. 人工智能技术

人工智能技术如机器学习、深度学习等,能够对物联网数据进行智能分析和预测,实现安全隐患的自动识别和预警。例如,通过机器学习算法对历史数据进行分析,建立安全预警模型,实现对化工生产过程中异常情况的实时监测和预警。

三、基于物联网的化工企业安全监测预警系统架构

(一) 系统总体架构

基于物联网的化工企业安全监测预警系统总体架构包括感知层、网络层、平台层和应用层四个层次。

1. 感知层

感知层主要由各种传感器组成,分布在化工企业的生产车间、仓库、罐区等重点区域,实时采集温度、压力、液位、气体浓度、设备运行状态等数据。传感器通过有线或无线方

式将采集到的数据传输到网络层。

2. 网络层

网络层负责将感知层采集到的数据传输到平台层。根据化工企业的实际情况,可以采用有线网络(如以太网)和无线网络(如 ZigBee、Wi-Fi、4G/5G 等)相结合的方式,确保数据的可靠传输。

3. 平台层

平台层是系统的核心,主要包括数据存储与管理、数据处理与分析、安全预警模型等模块。数据存储与管理模块负责对采集到的数据进行存储和管理,建立数据库;数据处理与分析模块对数据进行清洗、转换、分析等处理,提取有价值的信息;安全预警模型模块根据历史数据和实时数据,运用机器学习、深度学习等算法建立安全预警模型,实现对安全隐患的实时监测和预警。

4. 应用层

应用层为用户提供各种应用服务,包括安全监测、预警发布、应急指挥、设备管理、统计分析等。用户可以通过电脑、手机等终端设备随时随地访问系统,获取安全监测信息和预警通知,进行应急指挥和决策。

(二) 系统功能模块

1. 数据采集模块

数据采集模块负责实时采集化工生产过程中的各种参数和设备状态数据。通过安装在各个监测点的传感器,将采集到的数据转换为数字信号,并通过网络传输到平台层。

2. 数据传输模块

数据传输模块负责将采集到的数据从感知层传输到平台层。根据不同的通信需求和环境条件,选择合适的通信协议和网络技术,确保数据的可靠传输。

3. 数据存储与管理模块

数据存储与管理模块负责对采集到的数据进行存储和管理。采用数据库技术,建立安全监测数据库,对数据进行分类存储和管理,方便后续的查询和分析。

4. 数据分析与处理模块

数据分析与处理模块对采集到的数据进行清洗、转换、分析等处理。运用统计学方法、机器学习算法等,对数据进行挖掘和分析,提取有价值的信息,如设备运行趋势、安全隐患特征等。

5. 安全预警模块

安全预警模块根据数据分析与处理模块的结果,运用安全预警模型对安全隐患进行实时监测和预警。当监测到异常情况时,及时发出预警信号,并通过短信、邮件、APP 推送等方式通知相关人员。

6. 应急指挥模块

应急指挥模块在发生安全事故时,为应急指挥人员提供决策支持。通过实时获取事故现场的信息,如事故地点、事故类型、人员伤亡情况等,制定应急救援方案,指挥应急救援队伍进行救援行动。

7. 设备管理模块

设备管理模块对化工企业的生产设备进行管理。包括设备的档案信息管理、设备运行状态监测、设备维护保养计划制定等功能,提高设备的运行效率和可靠性。

8.统计分析模块

统计分析模块对安全监测数据进行统计分析,生成各种报表和图表。如事故发生趋势分析、安全隐患分布分析等,为企业的安全管理提供决策依据。

四、基于物联网的化工企业安全监测预警系统关键技术

(一) 传感器选型与布局技术

1.传感器选型

根据化工企业的监测需求和环境条件,选择合适的传感器。需要考虑传感器的测量范围、精度、稳定性、可靠性、响应时间等性能指标,以及传感器的防护等级、安装方式等因素。例如,在高温、高压环境下,需要选择具有耐高温、耐高压性能的传感器;在易燃易爆环境下,需要选择本质安全型传感器。

2.传感器布局

合理的传感器布局能够提高监测的准确性和可靠性。需要根据化工企业的生产工艺流程、危险源分布等因素,确定传感器的安装位置和数量。例如,在危险化学品储存罐区,需要安装液位传感器、温度传感器、气体传感器等,对罐区的液位、温度、气体浓度等进行实时监测。

(二) 数据传输与通信技术

1.无线传感器网络技术

无线传感器网络具有自组网、低功耗、低成本等优点,适合于化工企业复杂的环境。在化工企业中,可以采用 ZigBee、LoRa 等无线传感器网络技术,实现传感器之间的无线连接和数据传输。

2.移动通信技术

移动通信技术如 4G/5G 具有高速率、广覆盖等优点,能够实现数据的远程传输。在化工企业中,可以将无线传感器网络采集到的数据通过移动通信网络传输到平台层,方便用户随时随地访问系统。

3.数据加密与安全传输技术

为了确保数据传输的安全性,需要采用数据加密技术对传输的数据进行加密处理。常用的数据加密算法有 AES、RSA 等。同时,还需要采用安全传输协议,如 SSL/TLS,保障数据在传输过程中的保密性、完整性和可用性。

(三) 数据处理与分析技术

1.数据清洗与预处理技术

采集到的数据往往存在噪声、缺失值等问题,需要进行数据清洗和预处理。数据清洗技术包括去除异常值、填补缺失值等;数据预处理技术包括数据归一化、特征提取等,为后续的数据分析提供高质量的数据。

2.机器学习与深度学习算法

机器学习和深度学习算法能够对海量的物联网数据进行分析 and 挖掘,提取有价值的信息。在化工企业安全监测预警中,常用的机器学习算法有决策树、支持向量机、神经网络等;深度学习算法如卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)等,能够处理复杂的非线性关系,提高安全预警的准确性。

3.数据可视化技术

数据可视化技术能够将数据分析结果以直观的图表、图形等形式展示出来,方便用户理解和分析。在化工企业安全监测预警系统中,可以采用柱状图、折线图、饼图、热力图等可视化方式,展示安全监测数据和预警信息。

(四) 安全预警模型构建技术

1.基于规则的预警模型

基于规则的预警模型是根据化工企业的安全标准和经验,制定一系列的预警规则。当监测数据满足预警规则时,系统发出预警信号。例如,当气体浓度超过设定的阈值时,系统发出气体泄漏预警。

2.基于统计的预警模型

基于统计的预警模型是运用统计学方法对历史数据进行分析,建立安全预警模型。例如,通过分析设备运行数据的分布特征,建立设备故障预警模型,当设备运行数据偏离正常范围时,发出设备故障预警。

3.基于机器学习的预警模型

基于机器学习的预警模型是利用机器学习算法对大量的历史数据进行学习和训练,建立安全预警模型。该模型能够自动识别数据中的模式和规律,对安全隐患进行实时监测和预警。例如,通过训练神经网络模型,实现对化工生产过程中异常情况的准确预警。

结语

未来,基于物联网的化工企业安全监测预警系统将朝着更加智能化、集成化、可视化的方向发展。随着 5G 技术的普及,系统的数据传输速度和可靠性将进一步提高;人工智能技术的不断发展将使安全预警模型更加准确和智能;虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术的应用将为应急指挥和救援提供更加直观的决策支持。同时,随着物联网标准的不断完善和安全技术的不断进步,系统的安全性和可靠性将得到更好的保障。化工企业应积极关注物联网技术的发展动态,不断优化和完善安全监测预警系统,为企业的安全生产提供有力保障。

参考文献

- [1]化工智能自动化仪表技术与应用探讨[J].何贤斌.中国应急管理,2023(05)
- [2]关键机泵在线监测智能预警系统在煤化工安全生产中的应用[J].曹镇海;马明娟.化学工程与装备,2021(04)
- [3]化工行业气体 MEMS 传感技术展望[J].张树才.计算机与应用化学,2019(05)
- [4]基于物联网技术的化工园区环境应急预警系统研究[J].罗刚;周欢.环境科技,2015(01)