

智能监测技术在危化品罐区储存安全管理中的应用研究

冯鑫 李磊 (滨化集团股份有限公司单位, 山东 滨州 256600)

摘要: 伴随着传感器技术、物联网、数据分析技术的发展, 智能监测技术给危化品罐区储存安全管理赋予了新的技术手段。本文在分析危化品罐区储存安全管理现状的基础上, 对智能监测技术的基本内涵及系统构成进行了系统的阐述, 重点对储罐运行监测、泄漏识别、环境监测、风险预警等各方面应用方式进行探讨, 分析智能监测技术对提升罐区安全管理水平所起的作用, 为危化品罐区安全管理的智能化升级提供借鉴。

关键词: 智能检测; 危化品; 储存安全管理

中图分类号: X937 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2026) 009-0163-03

Research on the Application of Intelligent Monitoring Technology in the Storage Safety Management of Hazardous Chemicals Tank Farms

Feng Xin, Li Lei (Binhua Group Co., Ltd., Binzhou Shandong 256600, China)

Abstract: With the development of sensor technology, the Internet of Things and data analysis technology, intelligent monitoring technology has provided new technical means for the storage safety management of hazardous chemicals tank farms. Based on an analysis of the current situation of storage safety management in hazardous chemicals tank farms, this paper systematically expounds the basic connotation and system composition of intelligent monitoring technology, focuses on discussing its application methods in tank operation monitoring, leak identification, environmental monitoring, risk early warning and other aspects, analyzes the role of intelligent monitoring technology in improving the safety management level of tank farms, and provides a reference for the intelligent upgrading of safety management in hazardous chemicals tank farms.

Keywords: intelligent monitoring; hazardous chemicals; storage safety management

近几年来, 由于危化品储存量的不断增加, 罐区的运行工况也越来越复杂, 对安全管理工作提出了更高的要求。传统的管理模式在风险识别及时性、管理精细化方面已经不能满足需要了。智能监测技术依靠对重要参数展开连续采集并加以分析, 给罐区安全管理工作赋予了技术支撑。研究其在危化品罐区的应用途径, 对提高储存安全管理水平有现实意义。

1 危化品罐区储存安全管理现状分析

1.1 危化品罐区的结构特点与风险特征

危化品罐区一般由多个储罐单元、工艺管线、装卸作业设施和安全防护辅助设施等组成, 整体布局比较复杂。不同的储罐在结构形式、容积大小、设计参数上存在差异, 所储存的危险化学品物理化学性质也各不相同, 一定程度上增加了罐区统一管理、风险控制的难度。

从风险特征上看, 危化品大多具有易燃、易爆、强腐蚀性或者毒害性等特点, 在高温、高压或者密闭的条件下储存和运行时, 一旦出现异常, 很容易发生严重事故。

另外罐区内的设备长期处在连续运行的状态下, 由于环境条件的变化、材料老化、运行工况的波动等影响, 部分安全隐患具有隐蔽性强、不易察觉的特点。以上因素一起决定了危化品罐区储存安全风险具有复

杂性和突发性, 对安全管理提出了较高的要求。

1.2 传统安全管理模式及存在的不足

目前大部分危化品罐区的安全管理方式仍然以人工巡检、定点仪表监测相结合的传统方式为主。该方式在一定程度上可以发现设备明显的异常以及表面隐患, 但是在风险防控的系统性、前瞻性方面还存在不足。人工巡检存在时间间隔长、受工作人员个人经验影响大等特点, 很难及时掌握储罐运行状况的动态变化。

同时部分仪表监测手段是单点采集, 监测数据分散在不同的系统里, 没有统一的管理和综合分析, 不能对整体运行状态做出准确判断。当异常情况处于早期阶段的时候, 很难被及时发现, 容易造成最佳处置时机的丧失, 从而增加事故发生的概率。

1.3 智能化安全管理的发展需求

随着安全生产监管要求的不断提高和罐区规模、运行复杂程度的增加, 传统的安全管理方式已经不能满足危化品罐区精细化管理的需要。在这种情况下, 采用智能化安全管理手段, 成为提高罐区安全管理水平的重要方向。利用智能监测技术, 对储罐运行参数、危险介质状态、环境条件实施实时感知并加以集中管理, 可以较好地弥补人工管理在时效性、连续性上的不足。

同时智能化手段可以达到风险信息整合共享的目的,给安全管理决策提供更加可靠的数据支撑,进而促使危化品罐区的安全管理走向系统化、科学化的道路。

2 智能监测技术概述

2.1 智能监测技术的基本内涵

智能监测技术就是综合使用传感器技术、数据通信技术、信息处理与分析技术,对设备或者系统运行状态进行连续感知、实时分析、动态反馈的技术体系。智能监测与传统的依靠人工巡检或者单点仪表监测相比,更注重对运行过程整体把控和趋势判断,它的核心就是将被动、滞后的安全管理方式变成主动、前瞻性的风险管控模式。危化品储存场所智能监测技术可以对重要的运行参数实施实时采集,还能把数据整合起来加以分析,从而发现运行状态出现的异常改变。

2.2 智能监测系统的组成结构

从系统构成上看,智能监测系统一般由感知层、传输层和应用层三个部分组成,各层之间相互配合,共同完成监测、分析和管理工作。感知层为系统的基础,主要由各种传感器及数据采集装置组成,对储罐运行状态、危险介质参数以及罐区环境条件等信息进行实时采集。感知层设备需要有较高的测量精度和稳定的工作状态,它的性能水平会直接影响监测数据的准确性及可靠性。

传输层负责数据的传输和信息汇聚的任务,有线或者无线通信的方式把感知层采集的数据稳定、及时地传送到后端管理平台。在危化品罐区的应用环境下,传输层要达到实时性要求,还要具有较强的抗干扰能力以及良好的运行稳定性,保证数据传输的连续性和完整性。

应用层是智能监测系统的核心部分,主要对采集的数据进行集中存储、分析处理、可视化展示,给安全管理人员提供辅助决策支持。依靠三层结构的协同运转,智能监测系统就能构成完整的闭环信息,给危化品罐区的安全管理赋予可靠的科技支撑。

2.3 智能监测技术在安全管理中的应用优势

一方面智能监测可以对重要的参数实施连续采集,避免因巡检间隔过长而造成遗漏风险信息,另一方面可以对大量的运行数据加以分析,从而找出潜在风险变化的趋势,给管理人员提供更具有前瞻性的判断依据。另外智能监测技术可以有效地减少人为因素对安全管理造成的影响,使安全管理决策更加客观、科学。智能监测技术在危化品罐区等高风险场所的应用,可以提高整个场所的安全管理水平,增加风险防控的系统性、稳定性。

3 智能监测技术在危化品罐区中的关键应用

3.1 储罐运行状态实时监测

在储罐的关键部位合理设置液位、压力、温度等传感器,可以对储罐的运行状况实施连续、实时的监测,及时获取各种运行数据,给安全管理提供可靠的依据。智能监测系统可以实现监测数据的自动采集、集中管理,防止由于人工记录造成的信息滞后或者遗漏。

当监测参数出现异常波动或者超过事先设定的安全阈值的时候,系统就会自动识别并发出提示信息,使管理人员可以及时注意有关的设备和运行状况。这样有利于管理人员在异常情况刚开始的时候采取相应的干预措施,防止风险的进一步扩大。

与传统依靠人工巡检的管理模式相比,储罐运行状态的实时监测可以大大提高风险识别的及时性以及准确性,减少由于巡检周期过长而造成的安全盲区。同时对运行数据进行不断的积累和分析,可以给设备运行状态评价和维护决策提供数据支持,有效地降低事故发生的概率,提高危化品罐区整体的安全管理水平。

3.2 危险介质泄漏智能识别与定位

危险介质泄漏是危化品罐区运行过程中较常见的、危害性较大的一种安全隐患,处置不当就极易引起火灾、爆炸或中毒等次生事故。为了提高泄漏风险发现的效率,智能监测技术可以在罐区的重点位置安装气体检测装置、红外监测设备等,对可能发生泄漏的情况做连续的监视。上述监测手段可以实时得到罐区内危险介质浓度变化情况,给泄漏识别提供基础的数据支持。系统运行时,对监测数据做动态分析和横向比较,就能及时察觉异常变化特点,进而达成对泄漏危险的快速识别。

智能监测技术相比传统的依靠人工巡查的方式在响应速度、识别准确性方面有明显的优势。在此基础上,利用泄漏监测数据、定位算法、罐区整体布局信息等可以对泄漏区域做出初步判断,给现场人员开展针对性处置提供参考依据。

3.3 环境与安全条件综合在线监测

除了储罐本体运行状况之外,罐区周边环境条件同样会对危化品储存安全造成影响。环境因素一旦出现不利的变化,会加重危险介质泄漏之后扩散的范围,甚至会诱发次生事故。因此有必要将环境和安全条件合并到一个监测体系中。智能监测系统可以布置相关的监测设备,在线监测罐区可燃气体浓度、风向风速、温湿度等环境参数,实时掌握罐区安全状况的变化。系统运行时环境监测数据可以同储罐运行数据一起进

行综合分析,得到更加全面的风险评估结果。

当环境条件异常或者与危险介质泄漏风险叠加的时候,系统可以及时给管理者发出警示信号,促使管理者采取措施来加强巡检频率或者改变作业安排。利用环境数据做持续分析与应用,则管理者能够对罐区运转风险做出更准确的判定,也可以根据实际情况随时调整安全管控方案。环境与安全条件进行综合在线监测,可以提高危化品罐区风险防控的系统性和科学性,进而提高整个安全管理水平。

4 基于智能监测的风险预警与应急管理

4.1 风险数据分析与预警模型构建

智能监测系统长时间运行时,会不断产生并累积很多有关储罐运行状况、介质性质以及环境条件的数据。这些数据不仅能反映出罐区当下的运行状况,还能体现出设备状态改变以及风险演变规律。对历史数据和实时数据进行系统的整理、统计分析,可以找出关键参数的正常波动范围以及变化趋势,给风险判断提供基础支持。

在此基础之上根据罐区设备结构的特点和运行工况,逐渐形成有针对性的风险预警模型。该模型一般以关键参数阈值、变化速率以及参数之间关联关系为基础,综合判断异常状态。当监测数据出现异常偏离或者表现出不利变化趋势的时候,模型可以及时发现潜在的风险,并对风险程度做出初步的分级。科学建立风险预警模型,可以对隐患进行提前识别、持续跟踪,使安全理由事后处理转变为事前防范,有效提高危化品罐区安全管理的主动性、前瞻性。

4.2 智能预警机制在安全管理中的应用

基于风险预警模型建立的智能预警机制,就是智能监测系统在危化品罐区安全管理中的主要应用形式。该机制可以对监测数据进行连续分析,当关键参数出现异常变化或者超过设定阈值的时候,系统就会触发相应等级的预警信息,用声光提示、信息推送等形式向管理人员发出警报。

智能预警机制比传统的依靠人工经验判断的预警方式响应速度快、判断一致性高,有利于提高风险识别的及时性。在实际应用过程中,智能预警机制通常按照风险程度对预警信息进行分级管理,使管理人员能够迅速区分一般运行异常与可能引发事故的重点风险。通过分级预警的方式可以使得管理者对检查的顺序、处置资源做出合理的安排,防止信息过多而影响管理效率。

同时预警机制还可以和日常巡检、设备维护等管理工作结合起来,形成更加规范的安全管理流程。智能预警系统对各种预警信息自动记录和存储,为以后

的安全管理提供数据支撑。根据对预警发生频率、持续时间、处置结果的分析,管理人员可以更清楚地把握罐区运行风险的变化规律,进而有针对性地改进管理措施和技术手段。智能预警机制的应用使危化品罐区安全理由被动应对转向主动防控,整体安全管理水平与运行安全度得以提升。

4.3 智能监测支撑下的应急响应优化

危化品罐区发生突发事件时,应急处置的及时性、准确性决定事故后果的好坏。智能监测系统能快速给出储罐的运行状况、泄漏情况以及环境状况等关键信息,给应急指挥提供可靠的数据支撑。应急指挥人员依靠对事故发展状况的现场数据集中展示与共享,能够更直观地掌握事故发展情况,合理安排处置方案,科学地进行人员疏散、设备停运、应急资源调配。同时智能监测系统还可以对处置过程中的关键参数变化进行持续跟踪,给应急措施的调整提供依据。在应急处置结束之后,系统中保存的监测数据、预警记录可以被用来进行事故复盘、经验总结,为完善应急预案、改进安全管理措施提供数据支持,进而提高危化品罐区整体应急管理水平。

5 结束语

由于危化品储存规模不断扩大,安全管理要求不断提高,传统的依靠人工巡检、经验判断的管理方式已经不能满足危化品罐区安全运行的实际需要。智能监测技术通过储罐运行状态、危险介质泄漏和环境条件的实时感知与综合分析,给罐区安全管理提供更加可靠的技术支持。实践证明智能监测技术对于风险预警、隐患识别、应急响应等都有明显的优势,可以提高安全管理的主动性、科学性。合理利用智能监测技术在危化品罐区安全中与现有的管理、应急体系结合使用,可有效提高风险防范的能力,降低事故发生的几率。

参考文献:

- [1] 柴保身.我国危险品仓储业发展现状与展望[J].物流工程与管理,2009,31(12):19-23.
- [2] 中国仓储与配送协会危险品分会.2017年危化品仓储发展现状及2018年展望[C]//中国仓储业蓝皮书(2018),北京:机械工业出版社,2018:55-61.
- [3] 吕卓.危险化学品仓储经营企业的安全现状及对策研究[J].当代化工研究,2018(8):112-113.
- [4] 李艳华,梁立达,田宏.危险化学品仓储存在的问题和安全对策[J].工业安全与环保,2009,35(2):60-62.
- [5] 李瑞英.化工行业中危化品储存的安全管理对策[J].化工管理,2021,(13):109-110.