

Research on the Application of Intelligent Chemical Materials under Natural Gas Leakage Events

Yan Xin

Yantai PetroChina Kunlun Gas Co., Ltd., Yantai, Shandong, 264600, China

Abstract

The paper takes natural gas leakage accidents as the research background and focuses on the application of intelligent materials in the field of natural gas leakage monitoring. Firstly, the hazards of natural gas leakage events are discussed to enhance people's understanding of the impact of natural gas leakage events. Then, the advantages of applying intelligent chemical materials in the context of natural gas leakage events are introduced. Finally, methods for applying intelligent chemical materials in the context of natural gas leakage events are listed, and relevant research suggestions are proposed. The paper aims to deepen people's understanding of the application of intelligent materials in natural gas leakage accidents, and provide reference for researchers in related fields to promote the application and development of intelligent chemical materials in natural gas leakage detection, making positive contributions to energy security and environmental protection.

Keywords

natural gas leakage; intelligent chemical materials; application research

天然气泄漏事件下的智能化学材料应用研究

辛燕

烟台中石油昆仑燃气有限公司, 中国·山东 烟台 264600

摘要

论文以天然气泄漏事故为研究背景, 围绕智能材料在天然气泄漏监测领域的应用展开研究。首先对天然气泄漏事件的危害展开论述, 以增强人们对天然气泄漏事件影响的认识, 然后将智能化学材料在天然气泄漏事件背景下应用的优势进行了介绍, 最后列出了在天然气泄漏事件背景下应用智能化学材料的方法, 提出相关研究建议。论文旨在加深人们对智能材料在天然气泄漏事故中的应用认识, 并为相关领域的研究者提供借鉴, 以促进智能化学材料在天然气泄漏检测中的应用与发展, 为能源安全与环境保护作出积极贡献。

关键词

天然气泄漏; 智能化学材料; 应用研究

1 引言

随着天然气泄漏事故的发生, 智能材料在化工领域的应用越来越受到人们的重视。传统的天然气泄漏监测手段主要依赖于人工巡检和固定检测设备, 存在检测精度低、响应速度慢、适用范围窄等不足。智能化学材料因其高灵敏度、快速响应和可视化检测等优点, 所以在天然气泄漏检测领域具有广阔的应用前景。

【作者简介】辛燕(1981-), 女, 中国山东济南人, 博士, 工程师, 一级安全评价师, 从事天然气安全生产管理、QHSE管理、企业EAP研究。

2 天然气泄漏事件的危害

2.1 可引发火灾或爆炸

如果泄漏源得不到有效控制, 以甲烷为代表的可燃气体将迅速向周围扩散, 形成一团可燃气体云。这些可燃气体一旦遇到火源, 便会立刻燃烧起来, 迅速蔓延开来, 造成巨大的损失。但若发生在密闭空间, 则可燃气体聚集密度越大, 发生火灾、爆炸的威力就越大, 因此采取相应的预防措施就显得尤为重要^[1]。一旦发生火灾、爆炸事故, 将对周边人员及财产造成重大损失, 火灾造成的后果有很多, 如烧伤、中毒、窒息等, 严重者可危及生命。至于爆炸, 那就是瞬间的毁灭, 不单单是人员的伤亡, 还有周围的建筑与设施, 都会对整个社会造成难以估量的损失。

2.2 会对环境造成污染

甲烷的温室效应是二氧化碳的好几倍, 所以尽管泄漏出来的气体很少, 但是它带来的气候变化效应却不容忽视,

气候变暖将导致极端气候事件频发,影响生态平衡,加剧自然灾害。大气中甲烷氧化生成臭氧,严重影响植物生长及土壤质量,同时泄漏出的有害气体进入地下水或水中,污染水源,危害人体健康及生态平衡。

2.3 对周边地下管道和设施造成损害

天然气中含有硫化氢等腐蚀性物质,当其泄漏至地下管线附近时,将加速管线金属腐蚀速率,造成管壁减薄、裂纹,甚至破裂,引发更严重的泄漏事故,这类管线的破坏,不仅影响了天然气的正常输送,而且有可能引发爆炸,危及周围建筑及人身安全。天然气泄漏后,有毒气体会渗入地下设施,引发火灾、爆炸等重大事故,对城市供水、供电、通信等基础设施的正常运转产生重大影响。此外地下设施一旦受到破坏,其维修与维修费用将十分庞大,对城市经济与社会发展造成极大压力,而且地下管线的破坏会引起地表塌陷,影响道路交通及建筑物的稳定;地下设施遭到破坏,会使城市公共服务设施瘫痪,对居民生活造成严重影响。

3 智能化学材料在天然气泄漏事件背景下应用的优势

3.1 快速检测出天然气泄漏,及时发出警报

在天然气泄漏事故中,具有快速检测功能的化工材料具有十分重要的意义,利用气敏材料,可对煤气中有害气体浓度的变化进行实时监测,并在检测到异常时及时报警。这一快速检测技术,有助于企业及时发现并处理潜在的泄漏隐患,避免事故发生,保证生产及员工的安全。

3.2 短时间内封堵漏点,避免泄漏问题加重

智能化工材料的封堵功能在应急处置过程中发挥着重要作用,一旦泄漏发生,利用具有快速封堵功能的材料,可快速封堵泄漏点,有效地控制泄漏的蔓延,避免造成更大的损失,该方法能够在较短的时间内对泄漏点进行封堵,有效地降低了泄漏对环境、设备安全的影响。

3.3 智能化学材料有修复能力,可减少事故造成的损失

智能化工材料具有自修复功能,可快速堵塞泄漏点,降低泄漏事故带来的损失。一旦发生气体泄漏,智能化工材料能够快速反应,形成保护层或阻塞物,防止气体进一步泄漏,防止事故扩大,这种自愈能力,既可降低事故所造成的经济损失,又可保护环境及人身安全^[2]。

3.4 可配合智能监控系统,实现远程监控

智能化工材料可与智能监测系统相结合,实现远程监测,提高应急响应效率,智能化工材料与智能监测系统相结合,可实现对煤气泄漏的实时监控,并及时向监控中心或操作人员发出报警信号。远程监测系统的应用,可提高事故响应速度、缩短处理时间、减少人为干预、降低事故风险。

3.5 降低人为操作失误风险,提高天然气安全性

传统的维修、维修等作业方式存在人为差错风险,智能化工材料的自动化特征可减少人为干预,减少人为错误的发生,在保证天然气设备安全的前提下,能够减少事故发生的概率,保证人员及设备的安全。

4 在天然气泄漏事件背景下应用智能化学材料的方法

4.1 气体传感器材料在天然气中的应用

气敏材料是检测天然气中有害气体含量的重要手段,硫化氢、甲烷等有毒气体泄漏会引发重大安全事故,及时、准确地检测这些气体浓度对事故的发生至关重要。气敏材料的选择是非常重要的,它要求敏感材料对目标物具有很高的选择性和灵敏性,能够检测硫化氢、甲烷等有害气体,一般选用金属氧化物、半导体或有机物作为敏感层,该材料可通过改变气体浓度使其发生特殊的物理化学变化,从而实现目标物的探测。该传感器一般包括一敏感层、一电极、一支持基底等。在此基础上,要对各部件进行合理的结构设计,提高传感器的响应速度、灵敏度及稳定性。可以从纳米结构、表面改性等方面对传感器性能进行优化,以提高其对目标物的探测能力。在制备过程中,必须对其组成、形貌及结构进行控制,以保证其性能满足要求,同时利用 X-射线衍射、扫描电镜等多种表征手段对其晶体结构、表面形貌等进行表征,为优化传感器性能提供依据。

4.2 防腐涂料在天然气中的应用

防腐涂层能有效防止天然气中腐蚀性组分对设备表面的损伤,防腐涂层的合理设计与应用,不仅能有效地延长设备寿命,而且能保证管线及设备的安全稳定运行。防腐涂料在使用时,其抗腐蚀性组分的能力直接受到涂料成分的影响。传统防腐涂料主要采用有机溶剂型、水基型及粉末型,其中有机溶剂型防腐涂料以其优异的耐蚀性和附着力得到了广泛的应用。然而随着环境保护意识的提高,水性防腐涂料以其不含溶剂,无毒害,无挥发性有机化合物等优点,逐渐成为现代环境保护的主流。研究者们也在不断地探索新的防腐涂层,如纳米涂层、自修复涂层等,以提高涂层的防腐性能,并拓展其应用范围。涂层的均匀性,致密性,附着力等指标直接影响到涂层的防腐性能,因此通过对涂料表面处理、底漆选择及涂装方法的优化,可有效地提高涂料的质量与稳定性。

4.3 压力传感器材料在天然气中的应用

智能化工材料因其灵敏度高、稳定性好、抗腐蚀能力强等特点,可在恶劣环境中长时间稳定工作,常用的压力传感器材料有硅、聚合体、金属氧化物等,这类材料具有优异的力学性能及化学稳定性,可准确感知压力变化并将信号传递出去。采用合适的制备工艺与工艺,实现对材料结构与性能的调控,提高传感器的灵敏度与稳定性,采用磁控溅射沉

积、溶胶凝胶法等方法制备高性能薄膜敏感材料,实现对微小压力变化的高灵敏检测。当外界压力作用于传感器材料时,传感器会发生形变或电学特性改变,从而产生电信号输出。通过对传感器结构及信号采集系统的合理设计,能够准确地监测压力变化并及时报警。

4.4 过滤材料在天然气中的应用

在天然气泄漏事故中,采用智能材料作为过滤材料,可以有效地提高过滤效率、降低成本、降低环境污染。将纳米材料、功能聚合物等功能材料引入过滤材料中,可以有效地提高过滤效率和选择性。纳米材料的孔道结构可有效地吸附、分离杂质分子,实现天然气的精准过滤。功能聚合物材料具有特殊的亲/疏水性、吸附等特性,可以根据天然气组分的特点设计并调控其选择性过滤,通过对这些智能材料的合理设计与组合,可有效改善过滤材料性能、提高过滤效率、降低环境污染。或可采用等离子体修饰、化学改性等先进表面改性技术,提高过滤材料亲油、抗污染、抗高温等性能,经过表面修饰后,滤材具有良好的亲水性能,并能提高滤材对油脂等杂质的吸附能力;同时还能提高滤料的耐污染性,延长使用寿命,减少更换次数及费用。还可以通过化学改性等手段提高其耐高温性能,使其适应更加苛刻的工作环境,增强其安全性与稳定性,可提高过滤材料的效率、可靠性^[3]。还可以将过滤材料与传感技术结合,实现对过滤材料的智能化监控,可以将传感元件嵌入滤材中,可实时监控气体流量及质量,及时发现问题,及时调整,确保过滤效果。或可结合智能化学材料的响应特性,实现过滤材料的自清洁、自愈合等功能,进一步提升过滤材料的使用寿命与稳定性。或者可以将智能化工材料与传感技术相结合,对过滤材料进行智能化管理,提高其智能化程度及可靠性。

4.5 密封材料在天然气中的应用

在天然气泄漏防治中,应充分考虑材料的密封性、耐腐蚀性、耐高温及可靠性,目前高分子材料、橡胶材料,金属材料等都表现出了优异的性能,这类材料不仅具有良好的密封性,而且可以根据外界环境温度和压力的变化做出相应的反应,从而达到智能化控制的目的。另外,通过结构与工艺优化,提高密封性能与耐久性,保证复杂工况下的可靠工作,同时通过原子层沉积和纳米材料修饰等先进制备技术,有效提升密封性能,有效控制天然气泄漏。智能技术的引进,也使密封材料有了新的应用前景,通过将传感器、控制器等智能设备集成在一起,实现对密封材料状态的实时监控,及时发现并解决可能出现的隐患,提高系统的安全稳定运行,还可以借助人工智能、大数据等技术,预测并优化密封材料性能,为系统运行提供更可靠的保障。在实际应用中,

密封材料智能化也能实现对系统的远程监控、自动报警、提高应急处理能力,保证生产生活正常进行,通过对密封材料性能的优化,达到降低系统能耗、降低运行成本的目的。

4.6 防爆材料在天然气中的应用

防爆材料具有良好的防火、防爆和耐热性能,被广泛应用于现代化工和石油天然气开采等领域,它的主要作用是在发生火灾或爆炸时,利用吸收、分散、隔热等功能来降低火蔓延速度,起到保护设备及人员安全的作用。目前研究者们已经通过合成、修饰和复合等方法设计出了多种具有优异防爆性能的材料,比如将聚合物与无机材料复合,提高其耐热、耐腐蚀、阻燃等性能,在高温、高压等苛刻条件下仍能稳定存在。另外,纳米材料的应用将为新型防爆材料的开发提供新思路,在传统防爆材料中掺入纳米粒子,可有效改善吸热隔热性能,提高防爆效果。在天然气泄漏事故中,设计和应用防爆材料时,应综合考虑天然气的燃烧特点、环境温度和压力等因素,一般来讲,防火材料应具有良好的吸热性及热稳定性,以便在火灾或爆炸时快速吸收热量,减缓火灾蔓延。同时,结构的防爆设计也是十分重要的,如,用多孔材料结构增加表面积,增强对天然气的吸附能力,可有效降低泄漏气体对环境的危害。在天然气泄漏事故中,防爆材料由于受外界因素(如热、压等)的影响,会使材料的性能退化甚至失效,因此定期检查、维修防爆材料非常重要。通过红外热成像、声波仪等设备,全面检测隔爆材料的吸热性能和结构完整性,能够及时发现问题,及时维修更换,保证隔爆材料的长效使用。

5 结语

随着智能化工材料技术的不断发展与完善,智能化工材料在天然气泄漏事故中的应用将会越来越普及,这不仅能够更好地防范与管理天然气事故风险的发生,也能提升事故处置的效率与精度,为保障社会治安与人民生活品质做出更大贡献。在这一机遇与挑战并存的时代,开发新型智能化工材料是应对天然气泄漏事故的重要手段,但是新型智能化工材料的应用还需要不断完善和优化,这样才能不断推进智能化工新技术的应用,为构建安全、清洁、可持续发展作出贡献。

参考文献

- [1] 刘佳伟,戴彩丽,李琳.基于多重超分子作用的自修复凝胶研究进展及在油田领域应用前景[J].高分子通报,2022(10):9-15.
- [2] 孙澄宇,于军,鲁志海.基于“互联网+”的高校实验室智能管理信息系统构建[J].数字技术与应用,2021,39(10):129-131.
- [3] 姜苗苗,丁颖,徐丽慧,等.纳米银材料的合成及其应用研究进展[J].化工新型材料,2022,50(6):245-249.