

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

As a kind of new energy, natural gas is widely used in gas power generation, urban gas supply, industrial production and other fields. However, natural gas has flammable, explosive, toxic and other risks, and its safety management is particularly important. In natural gas safety management, the choice of chemical materials to consider the nature and risk of natural gas, and the influence of chemical materials, and the application of chemical materials according to the specific situation of natural gas pipeline and equipment, choose the appropriate sealing, corrosion, support and other materials, to ensure the safety of natural gas transportation and use. Based on this, the paper aims to explore the selection and application of chemical materials in natural gas safety management, so as to ensure the safety and reliability of natural gas safety management.

Keywords

natural gas safety management; chemical materials; selection; applications

天然气安全管理中的化学材料选择与应用研究

辛燕

烟台中石油昆仑燃气有限公司, 中国 · 山东 烟台 264600

摘 要

天然气作为一种新能源,被广泛应用于燃气发电、城市燃气供应、工业生产等领域。然而天然气具有易燃、易爆、有毒等危险性,其安全管理显得尤为重要。在天然气安全管理中,化学材料的选择要考虑到天然气的性质和危险性,以及化学材料对其产生的影响,而化学材料的应用则要根据天然气管道和设备的具体情况,选择合适的密封、防腐、支撑等材料,以确保天然气的安全输送和使用。基于此,论文旨在探究天然气安全管理中化学材料的选择与应用,以确保天然气安全管理的安全性和可靠性。

关键词

天然气安全管理; 化学材料; 选择; 应用

1 引言

化学材料作为天然气安全管理的重要组成部分,在选择和应用时需要综合考虑多个因素,如性能、可靠性、成本、环保等,以确保天然气安全管理的安全性和可靠性。同时,在实际生产中还需要注重材料的维护和保养,确保材料能够在长期使用过程中保持其原有的性能。因此化学材料的选择和应用对于天然气安全管理至关重要,需要引起高度重视。

2 天然气安全管理中化学材料选择的标准和指导

2.1 对化学稳定性的要求

化学稳定性是指物质在储存、搬运、使用等过程中不

会因内部化学反应而失去其原有物理特性的能力。在选用化学材料时,首要考虑其化学稳定性,对于天然气储存罐、输气管道等重要构件,应该选用具有高化学稳定性的材料,例如在选用管道材料时,必须考虑管材在输送天然气过程中是否会发生压缩变形或拉伸变形,从而影响管道的使用寿命,常规使用的管道材料有钢质、铜质和塑料等,其中钢质管道材料具有较好的物理性能和化学稳定性,但是在输送高压气体时容易发生腐蚀,因此需要进行防腐处理;铜质管道材料具有良好的耐腐蚀性能,但是其成本较高;塑料管道材料具有较好的化学稳定性和耐腐蚀性能,但是其抗压强度较差。综合考虑安全性和经济性,选用合适的管道材料至关重要,需要根据具体情况进行综合权衡。

2.2 物理性能—耐温性、强度和韧性

天然气储存罐、输气管道等构件在长期使用过程中需要承受一定的压力和拉伸力,因此对于化学材料的物理性能要求也比较高。在选择管道材料时,要考虑其耐温性、强度

【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。

和韧性，耐温性是指管道材料在输送高温气体时，不会因温度升高而发生软化或熔化，而强度和韧性是指管道材料在承受压力和拉伸力时，能够保持其原有的物理性能。因此在选择管道材料时，需要根据气体输送的参数，如温度、压力等条件，选用具有适当强度和韧性的材料，以确保管道的使用寿命和安全性。

2.3 兼容性—抗腐蚀和抗氧化

天然气在输送和储存的过程中会接触到各种化学物质，如空气、水蒸气、灰尘等，容易导致管道材料的腐蚀和氧化，从而影响管道的使用寿命和安全性。因此在选用管道材料时，需要考虑其抗腐蚀和抗氧化能力，铜质管道材料具有良好的抗腐蚀性能，但是其成本较高；钢质管道材料需要进行防腐处理以增强其抗腐蚀能力；塑料管道材料具有较好的抗腐蚀和抗氧化能力，但需要根据具体情况选用适当的聚合物材料，以确保其在高温高压环境下的使用安全性。

2.4 法规标准和行业准则

天然气输送管道必须符合国家标准《天然气管道工程设计规范》和《天然气工业安全技术规程》的要求，这些标准和规程对于管道材料的选择、安装和使用等方面都有明确的规定和要求，以确保天然气输送系统的安全和稳定运行^[1]。

3 天然气安全管理中化学材料的应用

3.1 管道和容器的材料

3.1.1 钢材和合金的选择与应用

天然气输送和储存系统材料的选用不仅要能够承受天然气高压和高流速，还需要满足如可塑性、可焊性、耐腐蚀性和高温强度等方面的要求，其中钢材和铸造合金是主要的材料选择，具有良好的强度和可靠性，能够承受天然气的高压和高流速。钢材是一种非常常见的材料，具有良好的可塑性和可焊性，能够制造出各种形状的管道和容器，铸造合金是一种高强度和耐腐蚀性能较好的材料，通常用于制造承受大压力的天然气管道和容器。一般来说，输送压力较低的天然气管道采用低合金钢，或经过热处理的碳素钢；而输送压力较高的天然气管道则需要采用高强度和抗腐蚀能力强的高合金钢。

还有一些特殊的合金可以用于天然气管道和容器中，如铜合金、镍合金等，具有良好的耐腐蚀性和高温强度，可以用于特殊的天然气输送和储存系统中。铜合金由铜和其他元素合金化而成，耐腐蚀性和导热性能较好，因此适用于输送高温天然气的管道；镍合金由镍和其他元素合金化而成，具有极高的高温强度和耐腐蚀性，因此适用于承受极高压力和高温的天然气储存罐和管道。

3.1.2 非金属（聚合物、橡胶、塑料等）材料的应用

天然气输送和储存系统中非金属材料的应用越来越普遍，不仅具有良好的抗腐蚀性能和重量轻的特点，而且能够降低系统的成本和维护费用，具有非常显著的经济和环保优势。

其中聚合物材料可以用于制造天然气输送和储存系统中的管道和容器中的密封件、垫片等，此种材料具有良好的柔韧性和耐磨性，能够承受一定的压力和温度使得聚合物材料在天然气输送和储存系统中的应用非常广泛。橡胶材料可用于制造天然气输送和储存系统中的管道和容器中的密封件、垫片等，具有良好的弹性和耐腐蚀性，能够在高温、高压下保持其性能。塑料材料是一种轻质、抗腐蚀的材料，在天然气输送和储存系统中，塑料材料可以用于制造衬里等，然而塑料材料应用时需要注意其热膨胀系数和耐温性，在高温和高压下，塑料材料的性能可能会受到影响^[2]。

3.1.3 新型材料和复合材料的研究与发展

新型材料包括碳纤维、陶瓷材料等，具有高强度、高温性能和良好的耐腐蚀性，可以用于制造天然气输送和储存系统的关键部件。以碳纤维为例，作为一种轻质高强、高刚度的材料，其密度约为钢的四分之一，但抗拉强度却是钢的五倍以上，在天然气输送和储存系统中，碳纤维材料广泛应用于管道、储罐、阀门等关键部件的制造中。由于碳纤维具有较高的强度和刚度，可以减少管道和储罐的厚度和重量，降低了制造成本，同时也提高了系统的安全性能。复合材料是由两种或多种不同材料组成的材料，具有多种材料的优点如轻质、高强度、高刚度、耐腐蚀、耐磨损等，在天然气储存和输送系统中，复合材料广泛应用于管道和容器等关键部件的制造中，特别是在衬里材料的选择上更是占据重要的地位。

3.2 密封和润滑材料

3.2.1 不同类型的密封材料及其应用领域

在天然气管道系统中，密封材料主要用于防止气体泄漏和外界杂质进入系统而引起污染。不同的工作条件和压力等级需要选择适当的密封材料，以确保管道系统的安全和有效运行。其中硅橡胶密封材料是一种高温、高压下应用广泛的密封材料，具有很好的耐油性、耐高温性、耐臭氧和臭氧分解性等特点，主要应用领域是高温和高压气体管道系统，如天然气热力发电站和炼油厂等，能够在高温条件下保持良好的机械性能和化学稳定性，使得其在高温环境下具有卓越的密封性能。氟橡胶密封材料具有很好的耐腐蚀性、耐高温性和耐油性等特点，使得氟橡胶密封材料在天然气输送管道系统中有广泛的应用。在液化天然气、天然气压缩机和阀门等重要设备中，氟橡胶密封材料能够在高压、高温和强腐蚀环境下保持良好的密封性能，与其他密封材料相比，氟橡胶密封材料能够更好地适应极端的气体 and 液体介质。此外，天然气管道系统中还使用了许多其他材料，如聚氨酯、聚四氟乙烯（PTFE）等，在不同的应用环境中都具有独特的优势，可以根据具体应用要求进行选择^[3]。

3.2.2 润滑材料的选择与性能要求

润滑材料主要是用于减少摩擦和磨损，保护设备的正常运行，在天然气安全管理中，润滑材料的选择要根据具体

的工作条件和设备要求进行选择。石墨润滑剂是一种在高温和高压下具有很好润滑性能的材料,由石墨和润滑剂油混合而成,具有很好的耐高温性、耐腐蚀性和耐压性等特点,在液化天然气、天然气压缩机和阀门等设备中得到了广泛的应用。对于天然气压缩机,石墨润滑剂的主要作用体现在减少摩擦磨损、降低机器噪音、提高设备效率、降低能源消耗、保护设备等方面。石墨润滑剂具有优异的润滑性能,可以降低摩擦系数,减少机器表面间的磨损,从而保护机器的结构,延长设备寿命。

齿轮油是一种常见的润滑材料,主要应用于天然气压缩机和泵等设备中,其具有很好的抗氧化性、抗乳化性、低泡性和耐高温性等特点,可以有效地减少设备的磨损和延长设备的使用寿命。在天然气安全管理中,齿轮油的应用主要集中在天然气压缩机和泵等设备上。齿轮油既可以被用于润滑轴承也可以被用于润滑和保护齿轮系统,能够有效地吸附在机器表面,形成润滑膜,减少机器间的摩擦和磨损。与石墨润滑剂不同的是,齿轮油的主要作用是减少齿轮系统的磨损,从而延长机器的使用寿命。齿轮油具有很好的抗氧化性和耐高温性能,抗氧化性能主要表现在齿轮油能够有效地抵御氧化作用,防止机器表面生锈和腐蚀,而耐高温性能则表现在齿轮油能够在高温环境下保持稳定性能,不会因为高温而失效,保证设备的正常运行。

3.2.3 安全使用和更换密封润滑材料的准则

天然气管道是输送天然气的重要通道,而管道的安全运行是必须严格控制的。而保障管道系统安全运行的关键之一就是建立稳健的安全使用和更换密封润滑材料的准则,具体包括以下几点:

①严格控制密封和润滑材料的质量,确保产品符合执行标准要求。密封和润滑材料的质量会对管道系统的安全运行产生重要影响,因此为了防止产品质量出现问题,需要采用一套严谨的质量控制措施,包括对材料的送检、检测和测试等环节,确保产品能够通过质量标准要求。

②进行精细的材料选择。材料的选择是管道系统安全运行的前提条件,选择材料时需要根据管道系统的工作条件和压力等级进行适当的选择,同时还需要注意材料的抗氧化性、抗老化性、耐腐蚀性和耐高温性等特点。

③定期检查和更换密封和润滑材料。具体来说,管道系统应按照规定的时间和计划对密封和润滑材料进行定期检查,包括检查密封材料的密封性和润滑材料的润滑性,如果发现材料已经到达设计寿命或已经出现安全隐患,需要及时更换密封和润滑材料。

3.3 火灾和爆炸防护材料

3.3.1 防火材料的种类和特性

在天然气的使用、储存和运输过程中,最常用的防火材料包括石棉、玻璃纤维、硅酸钙板、岩棉板、聚氨酯泡沫板等,这些材料具有良好的防火性能,能够有效地阻止火势的传播和扩散,起到保护设备和人员的作用。其中,石棉是一种非常常见的防火材料,具有高耐热性、低导热系数和优异的隔热性能,在高温环境下表现出色,但由于石棉会释放出有害的纤维物质,对人体造成的健康危害比较大,现已逐渐淘汰。与石棉相比,玻璃纤维材料没有有害物质的释放,同时具有较高的耐火性能和隔热性能,是一种非常理想的防火材料,硅酸钙板和岩棉板也具有非常好的隔热防火性能,聚氨酯泡沫板则具有较好的保温性能,同时也有一定的防火特性。

3.3.2 爆炸防护材料和技术

除了防火材料外,还需要采取爆炸防护措施,以保证天然气的安全使用,主要采用的技术包括防爆壳体、防爆配电柜、防爆电缆等。其中防爆壳体是一种将易爆气体和火源隔离开来的装置,其主要作用是在爆炸事件发生时,吸收或减缓爆炸冲击波的冲击力,限制其扩散,从而降低事故的危害程度,防爆壳体的结构一般为立方体或矩形,并且内部必须具有足够的强度和耐高温性能,以承受爆炸冲击的力量。防爆配电柜的主要作用是防止在电力系统中引起火花、电弧和爆炸,其主要构造包括配电箱、开关箱、箱体等。防爆电缆则采用一系列特殊的材料 and 设计,能够在高温、高压、高湿、高强度和大变形等恶劣环境下稳定工作,从而有效地防止电缆的短路和爆炸。

4 结语

综上所述,在天然气安全管理中,需要充分考虑化学材料的选择,将化学稳定性、物理性能、兼容性以及法规标准和行业准则等因素进行综合考虑,选用合适的化学材料,以确保天然气输送和使用的安全性和稳定性。天然气安全管理中,通过合理地选择管道和容器的材料、使用密封和润滑材料以及火灾和爆炸防护材料等化学材料,可以有效地提高天然气输送的安全性。

参考文献

- [1] 刘大伟,陈需佳,郭莉辉,等.天然气管道储运的安全管理探究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(1):58-60.
- [2] 张建军.燃气管网中新材料和先进技术的应用探讨[J].石化技术,2023,30(5):193-195.
- [3] 申晋益.高层和超高层建筑燃气管道材料及连接方式[J].煤气与热力,2022,42(11):31-33.