化工设计过程中管道材料的选用分析

陈红 (山东鸿运工程设计有限公司宁夏分公司, 宁夏 银川 750011)

摘要: 在进行化工设计以及管材的挑选时, 应当采取科学合理的设计思路来处理面临的各种问题, 而且要在这一基础上强化管材选取的质量和安装。本文针对化工管材的选择展开详细分析, 旨在为相关企业以及工作人员提供技术借鉴, 以促进化工设计能力的有效提高。

关键词: 化工设计; 管道材料; 选用

在化工行业的经营活动中, 由于管道问题所引起安全事故十分常见, 而针对这类事故进行分析调查可知, 管材的选用占有较高比重。由于化工管道所输送的介质本身较为特殊, 如具有腐蚀性, 若是选择的管材不合理、不合适, 则有可能在运输介质期间发生管道泄漏的问题。因此, 在开展化工设计工作时, 必须要加强对管材选用的重视。

1 在化工管道设计中存在的安全问题

①在化工管道设计中, 截断阀门和盲板的设置是非常重要的, 因为这些装置可以在紧急情况下迅速断开管道, 从而保护维修人员和其他人员免受毒气泄漏的危害, 还可以用于进行管路的检修和清洗, 从而保证管道运行的安全性和可靠性; ②有害、有毒气体的泄漏是一种十分危险的情况, 特别是对于易爆、易燃气体的泄漏。因此, 在化工管道设计中, 应当配置有害、有毒气体检测报警系统, 以及自动切断进气阀门等装置, 以便及时发现和处理气体泄漏, 避免事故的发生; ③在挑选管材时, 需要考虑管道的使用年限和外部环境等因素, 以预防管道变形、破裂和损坏。通常, 管道材料应该是耐腐蚀、耐高温和耐压力的。在关键区域和易损坏区域, 需要设置保护罩或者其他装置, 如阀门与接头区域等, 以提高管道的安全性并降低潜在隐患。

2 化工设计过程中管材选用的主要依据

2.1 工作参数

由于化工生产流程较为复杂, 因此需要在管材选择的过程中对工作参数加以全面考量。工作参数包括温度、压力、湿度等, 设计人员需要深入了解每个工作参数的具体情况, 并将其与管道材料的特性相匹配, 以确保管道在特定工艺条件下的可靠性和安全性。

2.1.1 温度

不同的化工生产过程可能涉及高温或低温环境, 而不同的管道材料对温度的承受能力各异。例如, 在

高温环境下, 需要选择能够抵御热膨胀和高温氧化的材料, 如不锈钢或镍合金。而在低温环境下, 需要选用具有良好低温韧性和耐腐蚀性的材料, 如低温碳钢或铝合金。

2.1.2 压力

高压环境下, 管道必须能够承受巨大的力量而不产生泄漏或破裂。因此, 需要选择高强度和耐压性能优异的材料, 如碳钢或合金钢。而在低压环境下, 可以选择更轻质且成本较低的材料, 如塑料或玻璃纤维^[1]。

2.1.3 湿度和化学环境

湿度可能导致腐蚀、水解或氧化等问题, 因此需要选择具有良好抗腐蚀性和防水性能的材料, 如塑料或耐酸碱合金。对于特定的化学环境, 还需要选择能够抵御酸碱腐蚀或化学反应的材料, 如聚四氟乙烯或玻璃。化工管道的种类繁多, 每种材料都具有其独特的规格型号、性能表现、管径和壁厚等技术参数, 设计人员需要根据具体的工艺要求和场景特点, 综合考虑这些参数, 选择合适的管道材料。

2.2 输送介质

化工管道运输的物质通常具有腐蚀性和易燃易爆特征, 容易对管道造成侵蚀, 导致管道损坏、泄漏等问题, 严重危害人员和环境的安全; 易燃易爆介质在管道中的输送也存在很大的安全风险, 一旦发生泄漏或爆炸事故, 可能会造成人员伤亡和财产损失。长时间的使用还会加速管道老化, 缩短使用年限, 增加安全事故发生概率, 给企业和社会带来极大的经济和社会成本。挑选适合的管道材料是保证输送介质安全的关键。在选材方面, 应以输送介质的特性为首要考虑因素。对于易燃易爆介质, 碳素钢与低合金钢等管道更适用, 因为这些材料具有较高的承载能力和耐压性, 能够承受较高的压力和温度。而对于可燃性介质, 不适合挑选沸腾钢, 因为此种钢材的熔点低, 易受高温

和高压的影响而产生变形、开裂等问题。对于腐蚀性强的化工材料，需要注重裂口损伤现象，选择具有良好抗腐蚀性能的管材，如不锈钢、塑料等，确保输送介质的安全性和管道的使用寿命^[2]。

2.3 管材成本

设计人员应当确保管道的质量和安全满足规定的技术标准，同时需要在控制成本的前提下，选择合适的管材和管道构造方案。设计人员需要根据介质的特性选择不同的材料，使得管道在长期使用中不会出现腐蚀、老化等问题，并根据介质的粘度、密度、流速等参数来确定管道的内径大小，如果管径太大，不仅增加了建设成本，还会增加后期的维护成本，因此需要仔细分析来确定最佳的管道尺寸。如果介质的腐蚀性较低，可以选择价格更为优惠的材料，或者采用一些防腐涂料、衬里等工艺手段来保护管道材料，以降低前期的成本投入。

2.4 国家规范

由于化工生产流程危险性较高，一旦出现事故或安全隐患，可能会造成人员伤亡、设备损坏甚至环境污染等严重后果。因此，国家和行业出台了有关标准，要求化工企业在生产过程中遵守这些规范，从而确保生产的安全性和可控性。在化工生产环节，管道系统是非常重要的组成部分，承担着输送化工介质的重要任务。国家规范对于化工管道管材的选择具有指导意义，国家规范要求设计人员在选择管材时在不违反规范标准的前提下，分析考虑经济成本、管道工程参数以及输送介质的特征等要素，以确保管道系统的安全运行和长期可靠性。

2.5 环境保护

化工产业对环境带来的负面影响包括空气、水体、土壤等多个方面。其中，常见化工原料的腐蚀性特征导致其在运输、储存及使用过程中容易对管道材料造成腐蚀和破坏，从而导致管道渗漏，严重危害周边环境。因此，在选取管材时，需要充分考虑生态环保要求，选择耐腐蚀、耐高温、耐压力的管道材料，同时要确保其密闭性，避免发生化工原料渗漏。科学设置管道的管径、接口等参数也是非常重要的。合理的管道尺寸和接口设置可以减少流体的阻力，防止流体在管道内积聚和滞留，从而降低管道腐蚀的风险，提高管道的安全性和可靠性^[3]。

3 化工设计中常见管道材料的选用

3.1 耐热管道材料

在化工生产流程中，高温环境是一项常见的问题。

高温条件下，管材容易受到腐蚀和氧化的影响，从而导致管道的变形、裂纹和泄漏等问题。这些问题都会给化工生产带来严重的安全隐患，甚至可能对人员和环境造成不可逆的伤害。因此，针对高温环境选择合适的管道材料非常重要。高温钢管是一种适用于高温环境的管道材料，具有很好的耐高温性能和耐腐蚀性能，可用于运送高温材料和有害液体或气体。碳素钢管是一种常见的高温管道材料，具有较低的成本和优异的机械性能，其可以在表面构成养护膜。这种养护膜可以有效地防止氧化腐蚀，增强碳素钢管的抗氧化能力，提高管道的稳定性和安全性。除了钢材、不锈钢、镍合金等具有良好耐高温性能的材料外，也可以通过掺加钼或铬元素等来改善管道材料的应用性能。通常情况下，当所运输的材料温度超过了350℃之时，就应当选取耐热管材。

3.2 低温管道材料

对于化工生产而言，低温介质的运输是一个极其重要的环节，因此挑选合适的低温管材至关重要，这有助于防范由低温环境引起的管道受损问题。在选择低温管材时，需要综合分析不同低温环境对管道的影响情况。举例而言，当介质温度处于0℃之下时，应当防止使用铁塑钢管，以防出现脆性问题；而在-20℃时，更适宜选择合金钢管而非碳素钢管；而当温度降至-40℃时，应当选用合金比例较高的钢管，以确保管道具有足够强的稳定性^[4]。

3.3 抗腐蚀管道材料

在选择适合的抗腐蚀管道材料时，首先应当对运输介质进行全面的分析，包括pH值、温度和压力等参数。不同的介质会具有不同程度的腐蚀性，必须挑选能够耐受介质腐蚀的管道材料。为了应对腐蚀性介质带来的挑战，应当选择稳定性强的材料。例如，不锈钢和镍基合金等材料具有较高的耐腐蚀性能，能够在长期运行中保持良好的状态，从而降低腐蚀带来的风险。在条件可控的情况下，必须合理调控介质的温度和压力，尽最大程度维持运输介质的常温和常压状态，避免高温高压对观察造成的腐蚀威胁，以保证管材的安全性和稳定性。

3.4 特殊介质管材的选用

3.4.1 塑料衬里材料的选用

当化学物质具有较高的腐蚀性时，可使用塑料衬里来保护管道和设备，以延长其使用寿命。在选择塑料衬里材料时，需要考虑应用环境，不同的介质对塑料衬里的要求不同。一般来说，塑料衬里的使用温度

不应超过 120℃，否则可能会导致衬里材料失效或熔化；而在苯溶解介质中使用聚四氟衬里会导致衬里材料发生溶解。此外，在挑选塑料衬里材料时，还需要考虑介质的压力、温度、流速等因素，以确保衬里材料的稳定性和耐久性。

3.4.2 苛性钠碱液管材的选用

苛性钠碱液是一种极具腐蚀性的介质，如果选用不当的管材，就可能出现管材破裂的情况。因此，在选择苛性钠碱液管材时，应当分析腐蚀介质和拉应力同步作用给其造成的负面影响。为了确保化工生产过程的安全性，应当对 NaOH 的浓度与温度进行严格控制，以减少对管道的腐蚀。

3.4.3 硫酸管材的选用

硫酸是一种常见的化学品，具有强烈的腐蚀性。因此，在进行硫酸类化学物品的输送过程中，应当选取抗腐蚀性能高的管材。对于硫酸浓度在 95%~98% 范围内的输送，管道温度应严格控制在大约 20℃，压力则应维持在大约 1.6Pa，以有效减少硫酸对管道的侵蚀和腐蚀程度，从而延长管道的使用寿命，并确保运输安全。为了保证管道的安全性，选用的管材必须具备足够的腐蚀裕量，腐蚀裕量是指管道壁厚与硫酸腐蚀速率之间的差值，其允许一定程度的腐蚀发生而不会导致管道破裂或渗漏，一般要求在 1.5mm 左右。硫酸亚铁保护膜能够降低硫酸对管道材料的腐蚀速率。所以，在输送过程中，需要避免保护膜受损，以维持管道的良好腐蚀抗性。为了实现这一目标，需要控制硫酸的流速在适当范围内，避免过高的流速破坏保护膜。不同材料具有不同的耐腐蚀性和耐高温性能，在选择时需要根据实际情况进行综合考虑。例如，对于高温状态下的硫酸输送，不锈钢等耐高温材料为较佳的选择，而在常温条件下，碳钢管材通常能够满足需求。

3.4.4 氧气管材的选用

在氧气压强处于 0.33Pa~0.55Pa 范围内时，碳钢管道是合适的选择。碳钢具有较高的强度和耐压性能，在这个压强范围内能够安全地运输氧气。而当氧气压强相对比较高时，应选择不锈钢管道，因为不锈钢具有更好的耐压性和耐腐蚀性能，能够承受高压氧气的运输。在管道的焊接方面，无缝焊接可以提供更强的连接，减少泄漏的风险。

3.4.5 盐酸管材的选用

盐酸是一种有较强腐蚀性的化学物质，因此在选择盐酸运输管道材料时需要特别谨慎。尤其是在盐酸

浓度在 15%~30% 之间的情况下，应当使用聚丙烯管道。此种管道具有出色的抗腐蚀性能，可以长时间地承受盐酸的侵蚀，而不会出现明显的损坏或泄漏，确保了输送过程的安全稳定。在盐酸输送过程中，维持适当的温度是很重要的。

由于聚丙烯的导热性较低，它能够有效地减少热量的传输和损失，提供良好的保温效果。这对于保持盐酸在适宜温度范围内的稳定性非常重要，并且还能节约能源成本。聚丙烯管道材料本身具备一定的硬度和强韧性，可以承受较大的压力和冲击，减少管道破裂的风险，这一特性保障了管道的结构稳定性和可靠性。

此外，聚丙烯管道的密度较小，质量相对轻，使得安装和维护更加便捷。同时，由于聚丙烯管材的成本相对较低，使用聚丙烯管道能够降低工程成本，尤其是在需要大面积应用的情况下，具备了经济实用性。然而，需要注意的是，聚丙烯管道在使用中也存在缺陷。例如，它相对容易老化，特别是在受到恶劣天气条件的影响时，如强风、大雨或降雪等。因此，定期检查和维护管道的状态是至关重要的，以确保其正常运行和延长使用寿命。

4 结束语

化工企业在开展化工设计工作时，管材的选取是十分关键的一项任务，应当结合实际生产特征、环境条件以及使用需求展开分析，在确保管材的经济性和质量基础上，将最为合适的管材运用到系统设计之中，再针对化工管道的设计方案进行细化调整与改进，以此促使化工设计更加合理、化工管道具有更高的应用价值。

参考文献：

- [1] 尚颖, 魏宇阳, 周伟伟, 孙浩南, 汪洋. 化工管道材料的设计与选用 [J]. 上海化工, 2023, 48(02): 30-33.
- [2] 侯利燕, 张新胜, 李泽国. 探讨化工设计过程中管道材料的选用 [J]. 现代盐化工, 2022, 49(01): 32-33.
- [3] 魏其凡, 张丽丽, 马俊超. 化工设计过程中管道材料的选择及应用 [J]. 化工设计通讯, 2021, 47(07): 53-54.
- [4] 余苏苏, 胡可欣, 李卫东. 化工设计过程中管道材料材质的选用研究 [J]. 山东化工, 2021, 50(09): 169-170.

作者简介：

陈红 (1986-), 男, 仡佬族, 贵州遵义人, 本科, 化工设计中级工程师, 注册安全工程师, 研究方向: 化工工艺安全设计。