

# 探索化工工程设备管道与材料优化设计

王香明 丁宝滨 (山东鲁北企业集团总公司, 山东 滨州 251900)

**摘要:** 随着科技的不断迭代进化, 化工行业也迎来了发展。社会对化学制品的需求量呈现出持续攀升的趋势, 进而对化工工艺提出了更高的要求。化工产品为人类的日常生活带来极大便利的同时, 伴随着较为严峻的挑战。如在化工项目施工过程中, 不可避免地会涉及易引发火灾、爆炸甚至有毒的危险物质, 急切需要提高化工项目施工的安全保障水平。为此, 重点需关注化工工程中的设备管道与材料, 通过精益求精的设计改良, 不断提升产品的安全性指标。文章以下将对化工工程中设备管理与材料的优化设计原则进行探讨, 并对相应的设备管道与材料优化设计措施进行深入分析。

**关键词:** 化工工程; 设备管道; 材料优化设计

## 1 化工工程设备管道与材料的重要性分析

### 1.1 化工工程设备管道布置的重要性

在化工工程领域, 对工艺设备及其附属管道的优化配置, 起着决定性的降本增效作用。合理布局可以显著减少管道施工所占整个工程投资的比例, 从而在宏观上节约成本。在当代化工工程的建设实践中, 设备与管道的科学性布局受到了前所未有的重视。良好的布局不仅为施工建设提供了强有力的保障, 反之, 若布局失当, 则在施工过程中可能遭遇技术难题, 有时甚至不得不进行改动甚或是返工, 这无疑会对工程的进度与成本预算构成冲击。更为严重的是, 布局不当可能埋下安全隐患, 危及施工现场的安全。对化工工程而言, 设备及管道的准确布置不可或缺, 其重要性不言而喻。

### 1.2 化工工程材料优化设计的重要性

管道在被各种侵蚀性介质长时间冲刷的情形下, 易发生损坏, 材料的抗腐性与承压能力就显得尤为重要了。选择装配具备这些优势的管材, 可以有效地对抗有害化学物质的侵蚀, 保障管道系统的整体安全。化工工程中管道多以悬空布局, 这不仅在减少地面空间占用, 还能最大限度地利用空间资源。但这同时对管材的机械性能, 尤其是承压和抗压性能提出了更高的要求。管道在悬空状态下完成物质的输送与流动, 产生的动态流动压力是对管材的挑战。因此, 管材除了要具备耐腐性外, 还应保有优异的物理属性, 其中, 抗压能力尤为关键, 以增强工程的安全性与可靠性。

## 2 化工工程设备管理与材料优化设计的相关原则

### 2.1 化工工程设备管道设计的相关原则

在化学工程领域, 设备及材料的设计和管道结构的优化是保证工程项目顺利实施的关键因素之一。在

此过程中, 管理原则的严格遵循及相关参数的精准计算显得至关重要。例如, 在管道设计阶段, 必须充分考量流体工作环境下的多变压力、温度及其特性和所承受的载荷等因素, 这些因素共同决定了该管道的壁厚。针对温度条件, 20号钢在低温环境, 尤其是在零下10摄氏度以下的情况, 其物理性能无法得到完全发挥, 因而不适宜在此类环境中使用。在此情境下, 应考虑替换为10号钢或选用其他具有优越低温性能的材料。

进一步, 管道的壁厚可通过采用适用的强度计算公式得出, 同时综合考量腐蚀余量与材质强度降低。值得一提的是, 当管道采用不锈钢等高耐蚀性材料时, 可以不必考虑腐蚀余量的设置。另外, 在涉及流体的动力学特性时, 管道设计不仅要考虑流速, 还要综合考虑流量、管道承受的压力以及流体自身的特性。对于易于堵塞的流体, 管道设计时应确保内径不小于DN25, 以避免因流体特性引发的堵塞问题。

### 2.2 化工工程设备管道布置的相关原则

在化工工程领域, 管道系统的规划布局对于项目的整体运作至关重要。作为重要的基础设施, 管道设计的原则不仅涉及空间的合理利用, 还包括工艺流程的优化与安全性的保障。此外, 管道布置还需考虑维护工作的便捷性, 遵循特定的标准以确保远期操作的稳定性。在使用空间方面, 设计师需借由优化设计使空间利用达到极致, 通过精准的工艺流程布局, 有效降低管道在项目中的空间占用率。维护工作的顺利进行也是规划中不容忽视的因素, 例如保持管道间的距离不低于25毫米, 以便于日后的检修工作。

此外, 考虑到未来可能发生的维护情况, 像是将管道架空等手段也应被广泛采纳, 以利于后期的维修

与检验。就安全性方面而言,管道的布置需充分考虑现场环境的复杂性,避免穿过关键建筑物或装置,减少风险点的生成。

值得注意的是,避免在易于拆卸或者需要频繁吊装的区域规划管道,以维护化工管道系统的完整性。对于固体管道的弯曲半径的控制,当管道直径为60厘米时,理应确保其弯曲半径约为30厘米。并且,对于固体管道材质,其弯曲半径也应至少是管道直径的五倍,以保证物料流动的畅通无阻。针对材质差异,例如碳钢管道,在施工现场使用冷弯方式时,其弯曲半径应调整至2.5到5D,热弯弯曲半径则维持在3到4D的范围内。而不锈钢管道在直径15至100毫米范围内,其冷弯弯曲半径亦应适当保持在3.5到4D以内。通过这些精细的设计和规划,不仅保障了管道布局的合理性,更为整个化工项目的稳定运作提供了坚实的基础。

### 3 化工工程设备管道与材料优化设计的措施分析

#### 3.1 化工工程设备管道的优化设计

##### 3.1.1 提高对于设备管道布置的重视程度

在化工工程项目设计中,设备管道布置的优化设计常常处于关键方位,其重要性体现在合理的管道布置不仅能够确保设备的性能最大化,同时也能够保证主设备间的平衡及管道路线的畅通。但是,在实际应用中,往往存在对设备管道布置疏忽和用简单的路径设计规则对其进行设计现象,这就导致了设计过程中的某些不完善处。

因此,需要反思并改进现行的设计理念,把设备管道布置上升到全局优化设计的高度,将设备管道布置调整为化工工程项目整体的重要组成部分。设备管道布置在化工工程设计中占据举足轻重的地位,但却并无严格的布局模式可供遵循。化工设备和管道之间的关系及其对工程整体的影响,引发了关于如何优化该设计的广泛论述。

有人主张以设备的性能特点为主导,合理布置设备以应对各种压力和温度的改变。也有人认为,应对管道的特性进行深刻理解,找出其对工程的重要性,以便进行更为精确的设计。但是,真正的设备管道优化设计既要关乎设备的性能特点,又要把握管道的特性。如果要做到这一点,关键是要处理好设备和管道的关系,使二者能够互为表里,相辅相成。在化学工程设备的设计过程中,一方面,需要深入理解设备的工作原理和性能特点,针对不同设备的性能特点进行

优化设计;另一方面,需要对管道的特性有深刻的理解,因为管道直接影响了设备的运行效率和稳定性。因此,在设备设计过程中,应该将设备和管道作为一个整体进行考虑,只有这样,才能达到设备管道优化设计的效果。

##### 3.1.2 注重优化化工工程设备的施工布置

在探讨优化化工工程设备的施工布置之策时,不得不着重关注到工艺设计所带来的深远影响以及对生产流程的明确要求。显然,在策划和实施化工项目中,将设计理念与具体的工艺需求相结合,是保障生产效率和质量的基石。

在这一过程中,化工设备作为核心的物理支撑,其管理和布置不仅应满足功能的需求,更应体现出一种科学和合理的管理理念,尤其对同类设备的统一化管理布置体系,更是提升治理效能、充分激发设备潜力的重要手段。从效率和安全两大维度出发,将化工设备进行分级管理,既显得必要,也可谓策略上的精妙之举。

在布局策略中,对于主次设备的划分,一方面要考虑到主要设备对于生产线的重要性,另一方面,也需确保次要或辅助性功能设备的发挥,使其能有效地为主要设备服务。在这个框架下,主次设备的空间布局顺应工艺流程,有效缩短了物料流转时间,减少能耗损失,同时也对可能的生产风险构建起了一道防线。

##### 3.1.3 注重优化化工工程管道的施工布置

在探讨化工工程管道施工布置的优化问题时,应从提升空间运用效率与整体安全性的双重视角出发。实践中,设计师需依据工程具体情况精心策划管道走向与分布,慎重考量架空管道所带来的复杂因素及其潜在利益的最大化。

具体而言,管道配置应兼顾效能与空间节省,通过科学的布局方案,旨在提升整体管线系统的效率,以及降低因构件集聚导致的维修难度。在架空管道设计中,应综合考虑流体力学原理与材料特性,依照流体输送需求与管道本身的承压能力来搭建结构,确保管道稳固同时又能够顺应工业工程的动态变化。最为关键的是,管线布置应遵循不跨越重要设备原则,这不仅涉及设备完整性保护的问题,更关乎整个工程的安全运转。

施工规划必须考虑到管道弯曲半径的理论计算与实际应用的差异,切勿忽略由于弯曲半径不当引起的管道损伤、流体阻塞等问题。对于弯头部分,更应以

力学原理和材料特性为依据,合理安排,以避免在实际工况下造成无谓的力学损伤。

### 3.2 化工工程管道材料的优化设计

#### 3.2.1 氧气类介质管道材料

输送氧气等活性气体介质的管道系统,在材质选择上必须着眼于介质的强烈氧化性及可能引发的安全风险。鉴此,该类管道的材料选择不仅要考虑与氧气的相容性,还要兼顾力学性能、经济性及工艺性等多重因素,确保系统的长期稳定与安全运转。碳钢和不锈钢因其优良的机械性能和较高的成本效益比,成为工程上通用的选材。不锈钢 316L,由于其低碳含量,极大提升了耐蚀性和抗晶间腐蚀能力,有效抑制铁离子的析出,从而保障了管道介质的纯净性,成为氧气输送系统中的优选材料。然而,仅仅选用耐高氧化性材料并不能全面保障系统安全,还须综合考虑管道在运输氧气时所承受的高压、多变温度等极端工况,从而科学选型。

进一步深究,在化工工程构建过程中,针对不同等级的压力条件,GB5310 和 GB6489 等规范无缝钢管的应用显然有助于提升管道系统的整体结构完整性及稳定性。这种连续无缝的结构能够有效避免由于焊接缺陷造成的局部应力集中,是高压工况下的首选方案。同时,GB8163 管道则须通过超声波检测等非破坏性检测手段,确保在高频振动和周期性疲劳载荷作用下的持久安全性能。

#### 3.2.2 硫酸管道材料

硫酸输送管道的材质选取,牵涉到化学工学领域内的多重复杂因素,诸如介质的腐蚀性质、输送过程中的安全隐患以及相关的工程技术要求等。鉴于硫酸本身所具备的强烈腐蚀性和潜在的燃爆风险,管道材质的挑选不得不慎之又慎。当考虑到硫酸的温度调控需求,尤其是需维持运输过程中介质温度于 25℃ 左右,显然对材质的耐压性和热稳定性提出了更为高级的规范。仅以普通的镀锌钢管为论,虽然其在初期的化学工业中担纲要角,以其最佳的抗腐蚀性保障了硫酸的安全输送,但随着工业的发展和硫酸浓度的增强,这一传统材质逐渐显露出担当不足的缺陷。

现时,面对浓硫酸的腐蚀挑战,转投碳钢材质进行铸铁加工制作管道,开辟出了新的工艺路径。碳钢材质以其卓越的机械性能和经济性,既保证了结构的坚固耐用,亦满足了成本效益的考量。然而,提升管道材料对硫酸腐蚀的持久抵御力,不仅仅在于选材的

巧妙,更多的是在材料处理和工艺革新上下功夫。例如通过材料表面的改性工程,施以耐腐蚀的涂层或采用金属内衬技术,为管道提供了一个阻隔介质直接接触的坚固屏障。

此外,对焊缝技术和接合处的密封处理亦不可忽视,保障管道的微观结构同样重要,这直接关系到全局的密封性和安全性。

#### 3.2.3 耐高温管道材料

在剖析化工工程下耐高温管道材料的选材与应用时,不可忽视的是其所承受的温度阈值以及相应的化学稳定性。碳素钢作为一种传统材料,虽然在多数情况下能满足基本的使用要求,但面对超越 350 摄氏度的工况条件,其性能便显得力不从心。碳素钢在温度达到 425 摄氏度上限后,极易发生墨化现象,致使其机械特性急剧退化,从而导致安全隐患和使用寿命的大幅降低。在这一前提下,合金化成为提升碳素钢高温性能的有效途径。合金元素的添加,尤其是稀有金属如沸腾钢的引入,能够显著提高材料的耐热极限。沸腾钢中的合金元素如铬、镍、钼等能在高温下形成稳定的碳化物,这些碳化物极大地提高了材质的高温强度与硬度,从而有效耐受长时间的热循环及化学腐蚀。另一方面,适当增加碳元素的含量也能够一定程度上提高材料的耐热性,因碳元素对钢的强化作用显著,它通过细化晶粒结构,提升管道材料在高温下的力学性能。

### 4 结束语

综上所述,化学工程的施工安全,是工程成功与否的决定性因素,关乎施工人员福祉与环境保护。在我国化工行业蓬勃向前发展的背景下,生产施工安全性的关注点日益提升。要有效提高化学工程的整体安全水平,必须优化关键设备管道及其材质选择,以满足耐蚀性、抗压强度以及防爆性能等综合性能需求。通过精细化的设备管理与管材设计,精准塑造出适应化学工程需求的完备设施体系,方能在保障施工安全的同时,推动工程进展的稳健性。

#### 参考文献:

- [1] 邢嘉欢. 化工工程的设备布置与管道材料优化设计[J]. 辽宁化工, 2023(11).
- [2] 孟祥发, 刘秀敏. 探讨化工设计过程中管道材料的选用[J]. 石油石化物资采购, 2022(14).
- [3] 赵青. 化工工程的设备布道与管道材料优化设计[J]. 中国科技投资, 2022(14).