

全厂功能性气罐选址优化与集中管理策略研究

曹友宝

上海宝钢建筑工程科技有限公司 上海 200900

摘要: 工业生产领域, 功能性气罐作为关键设备, 其选址与管理直接关系到企业的生产安全与运营效率。部分早年建设的企业气罐布局呈现分散状态, 存在选址规划欠合理、日常管理难度大等诸多问题。这些问题不仅使安全风险显著增加, 还引发了资源浪费现象, 并导致企业运营成本不断攀升。开展全厂功能性气罐选址优化与集中管理策略研究迫在眉睫, 这对提升企业安全管理水平、优化资源配置、保障生产稳定具有重要意义。基于此, 本篇文章对全厂功能性气罐选址优化与集中管理策略进行研究, 以供参考。

关键词: 功能性气罐; 选址优化; 集中管理

引言

工业生产中, 功能性气罐的合理选址与有效管理至关重要。不当的选址可能导致安全隐患、增加运输成本、影响生产效率等问题。随着企业规模扩大、生产流程复杂化以及生产成本优化的迫切需求, 对气罐进行科学选址优化与集中管理成为必然趋势。

1 概述

1.1 项目背景与研究对象界定

在工业生产环境中, 功能性气罐作为重要的基础设施, 其合理布局对生产安全和效率至关重要。A1、A2 办公楼改造项目中, 现有的二氧化碳气罐与办公楼距离仅 15 米, 远低于国家《危险化学品储存规范》(GB15603-2022) 规定的 30 米安全间距, 存在明显的安全隐患。经实地勘测发现, 该气罐区还存在以下问题: ①与厂区主干道间距不足 10 米, 影响物流运输效率; ②周边未设置防爆隔离墙; ③缺乏气体泄漏监测报警系统。全厂功能性气罐的选址规划现状存在多方面问题: 氧气、氮气等高压气罐与变电所距离过近; 氩气储罐未考虑未来产能扩张需求; 气罐区布局分散导致维护成本增加 20%。这些问题的根源在于建设初期缺乏系统性规划, 各气罐随设备需求零散布置。本研究采用安全、效率、经济三维度评估模型, 通过以下方法开展优化: 首先运用 HAZOP 分析法确定二氧化碳气罐迁移的最佳路径和位置, 重点考虑与办公区、人员密集区的安全距离; 其次基于厂区三维模型进行气罐集群规划, 运用离散事件仿真验证物流效率; 最后结合全生命周期成本分析, 提出分阶段实施方案。

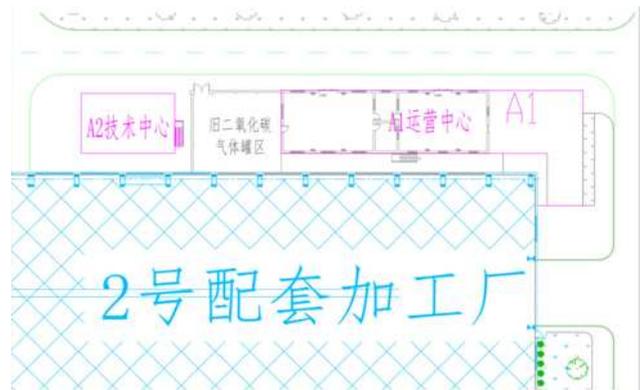


图 1 A1、A2 办公楼与二氧化碳气体罐区平面位置示意图

1.2 安全隐患与规划需求分析

经安全风险评估显示, 气罐若发生泄漏或爆炸事故, 影响半径可达 50 米, 远超现有间距, 且办公楼处于气罐下风向位置, 进一步加剧了风险系数。此外, 全厂功能性气罐布局存在系统性缺陷: 一方面, 氧气、氮气等 7 类气罐分散在厂区 5 个不同区域, 导致供气管道总长度超过 2 公里, 不仅增加了 15% 的能源损耗, 还使日常巡检耗时增加 40%; 另一方面, 氩气储罐距离主要用气车间达 800 米, 供气压力波动频繁, 已造成 3 次生产中中断事故, 年直接经济损失超 50 万元。这种碎片化的布局模式既不符合《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012) 的集约化原则, 也难以满足现代化生产对气体供应稳定性、响应速度和经济性的要求。因此, 亟须基于定量风险评估 (QRA) 方法制定二氧化碳气罐的科学迁移方案, 同时运用设施规划理论 (SLP) 对全厂 7 类 18 个功能性气罐进行重新选址优化, 通过建立集中

储存、分区配送的新型供气体系，最终实现安全间距达标率 100%、供气响应时间缩短 60%、年度运行成本降低 20% 的综合目标，为企业的安全生产和可持续发展提供基础保障。

2 A1、A2 办公楼区域气罐现状问题剖析

2.1 现有二氧化碳气罐布局安全风险评估

A1、A2 办公楼区域现有的二氧化碳气罐布局，安全风险极为突出。气罐与办公楼间距过近，二氧化碳虽本身无毒，但浓度过高会致人缺氧窒息。一旦发生气体泄漏，其会迅速扩散至办公区域，使楼内员工面临严重生命威胁。在火灾、爆炸等意外事故情境下，气罐极有可能成为危险源，引发连锁反应，大幅加剧事故后果的严重程度。气罐周边环境状况堪忧，潜藏着诸多安全隐患。附近若有易燃易爆物品随意堆放，一旦遭遇明火，极易引发剧烈爆炸；电气线路老化也增加了短路起火的风险。这些潜在隐患相互交织，进一步提升了事故发生的概率，不仅扰乱员工日常工作与生活秩序，还可能使企业遭受巨额经济损失，声誉也会遭受难以估量的损害。

2.2 全厂功能性气罐布局现存问题梳理

全厂功能性气罐布局目前存在诸多亟待解决的问题。气罐分布呈现出较为分散的状态，缺乏系统、统一的规划与管理。不同类型的氣罐散落在各个区域，犹如散落的棋子，极大地增加了日常巡检和维护工作的难度。工作人员需要耗费更多时间和精力在各个区域间奔波，成本也随之水涨船高。部分气罐选址时，安全因素被严重忽视。它们与周边生产设施、建筑物距离过近，一旦发生气体泄漏或爆炸等事故，后果不堪设想，周边区域将遭受巨大冲击，安全隐患如定时炸弹般威胁着全厂安全。气罐布局未充分考虑供气的便利性和经济性，导致气体输送管道过长，压力在输送过程中大量损失，企业不得不消耗更多能源来维持供气，运营成本大幅增加，严重影响了企业的经济效益和可持续发展。

2.3 气罐布局与生产需求的匹配度分析

当前气罐布局与生产需求之间的不匹配问题，已成为制约企业生产稳定与发展的关键因素。在部分生产区域，由于对功能性气体的需求量较大，然而气罐却距离较远，气体输送路径过长，使得供气难以做到及时响应，且压力波动频繁、不稳定，这直接打乱了生产节奏，导致产品质量可能受到影响，生产效率也大打折扣。一些气罐的容量和规格设计不合理，在生产高峰期时，无法满足持续且大量的气体供应

需求，只能频繁进行气体补充。这不仅耗费大量时间和人力，还增加了生产中断的风险，一旦气体供应中断，正在进行的生产工序可能被迫停滞，造成巨大损失。更为关键的是，气罐布局缺乏前瞻性和灵活性，没有充分考虑到未来生产规模扩大和工艺改进的可能性，难以适应企业不断发展的需求，长此以往，必将对企业的市场竞争力产生不利影响。

3 二氧化碳气罐迁移与全厂气罐规划的原则与依据

3.1 安全规范与标准的遵循

二氧化碳气罐迁移与全厂气罐规划工作，必须将严格遵循国家和地方相关安全规范与标准作为重中之重。在气罐选址环节，要精准考量其与周边建筑物、设施的距离，确保满足防火间距的明确规定，防止火灾等事故发生时火势蔓延至气罐，引发更严重的后果。气罐的设计和安装也容不得半点马虎，材质需选用符合压力容器相关标准的优质材料，结构要科学合理，能够承受正常工作及极端情况下的压力和应力。在日常运行和维护过程中，同样要依据安全规范进行操作，定期检查气罐的密封性、压力表等关键部件。只有从每一个环节都严格遵循安全规范与标准，才能为气罐的安全运行筑牢坚实防线，切实保障员工的生命财产安全。

3.2 供气便利性与经济性的平衡

在气罐规划进程中，供气便利性与经济性的平衡考量至关重要。合适的气罐选址是达成这一平衡的关键。选址时，需精准把握气体供应的及时性与稳定性，确保能迅速且稳定地将气体输送到各个生产区域，满足生产需求。要尽可能缩短气体输送管道的长度，因为管道过长不仅会增加压力损失，导致气体供应不稳定，还会大幅提高能源消耗，增加运营成本。要全面综合气罐的建设成本、运营成本和维护成本。建设成本涉及土地、设备采购等；运营成本涵盖能源消耗、人员管理等；维护成本则包括设备检修、零部件更换等。通过科学分析和权衡，选择经济合理的方案，优化气罐布局，从而实现供气便利性与经济性的完美统一。

3.3 生产需求与未来发展的适应性

气罐规划要充分考虑生产需求与未来发展的适应性。根据企业现有的生产工艺和生产规模，合理确定气罐的数量、容量和规格。要预留一定的发展空间，以适应未来生产规模扩大、工艺改进和新产品开发的需求。在规划过程中，要充分考慮气罐的可扩展性和灵活性，便于后续的改造和升级。

4 二氧化碳气罐迁移方案设计与实施步骤

4.1 迁移前的准备工作

在二氧化碳气罐迁移前,要进行充分的准备工作。制定详细的迁移方案,明确迁移的时间、步骤、人员分工和安全措施。提前规划用尽罐内气体,避免在迁移过程中发生气体泄漏。准备好迁移所需的设备和工具,如吊车、运输车辆、切割设备等。还要对参与迁移的人员进行安全培训,提高他们的安全意识和操作技能。

4.2 气罐拆除与迁移过程

气罐拆除与迁移过程要严格按照操作规程进行。在拆除前,确保罐内气体已排尽,并对气罐进行清洗和置换,消除安全隐患。使用切割设备对气罐进行切割拆除,将气罐分解成便于运输的部分。在运输过程中,要采取有效的固定措施,防止气罐晃动和碰撞。到达新址后,对气罐进行组装和安装,确保气罐的安装质量符合要求。

4.3 新址安装与调试

气罐在新址安装完成后,要进行调试和检测。检查气罐的安装位置、连接管道和阀门等是否正确,确保无泄漏现象。对气罐进行压力试验,检验气罐的强度和密封性。在调试过程中,要逐步调整气罐的压力和流量,确保气罐能够满足生产需求。要对气罐的安全附件进行检查和调试,确保其正常运行。

4.4 迁移改造流程图

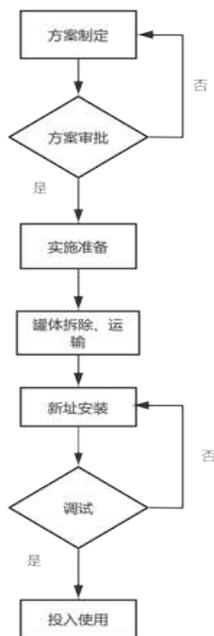


图2 迁移改造流程图

5 全厂功能性气罐选址优化与集中管理策略

5.1 全厂用气布局的统筹规划

对全厂用气布局进行统筹规划,无疑是优化气罐选址的核心关键所在。在规划过程中,需深入调研各生产区域对功能性气体的具体需求量和独特需求特点。例如,某些生产环节可能对气体的纯度要求极高,而另一些则更关注气体的供应稳定性。基于这些信息,合理划分供气区域,使不同区域的气体供应能够精准匹配其生产需求。在公辅设施的布置上,要精心挑选合适位置,将气体压缩机、净化设备等集中放置。这样不仅便于集中管理,还能减少设备之间的连接距离,降低建设和维护成本。气体输送管道的布局优化也至关重要。通过科学规划管道走向,减少不必要的管道长度和弯头数量,可有效降低气体在输送过程中的压力损失,进而减少能源消耗,提高气体输送效率。

5.2 功能性气罐选址的优化方法

功能性气罐选址是一项复杂且关键的工作,需综合考量多方面因素。安全是首要前提,选址必须严格满足安全要求。气罐与周边建筑物、设施需保持足够的安全距离,以防在发生泄漏、爆炸等意外情况时,对周边造成不可挽回的损失。例如,与易燃易爆仓库、人员密集区域等要保持规定的防火间距。供气便利性也不容忽视,气罐应尽量靠近主要生产区域,如此可大幅减少气体输送距离,降低输送过程中的压力损耗和能源消耗,确保气体能够及时、稳定地供应到生产一线,保障生产的连续性和高效性。地形、地质、气象等自然条件同样关键。应选择地势平坦、地质稳定、通风良好的地点,避免因地质灾害或恶劣气象条件影响气罐的安全运行。还要结合全厂的发展规划,预留一定的空间,为后续的扩建和改造留有余地,使气罐选址具有前瞻性和可持续性,以适应企业未来的发展需求。

5.3 集中管理体系的构建与实施

构建集中管理体系对于功能性气罐的有效管理而言,是至关重要的保障举措。首先,需成立专门的气罐管理机构,这一机构犹如气罐管理的“大脑”,负责统筹协调各项工作。清晰界定各部门在气罐管理中的职责和权限,避免出现职责不清、互相推诿的现象,确保管理工作有序开展。制定一套完善的气罐管理制度和操作规程是基础。制度应涵盖气罐的采购、安装、使用、维护、报废等全生命周期,操作规程则要详细规定每个环节的具体操作步骤和标准。在此基础上,

强化对气罐的日常巡检、维护和保养,及时发现并处理潜在的安全隐患。借助信息化技术,建立气罐管理信息系统,实现对气罐的实时监控和动态管理,提升管理的精准度和及时性。加强对气罐操作人员的培训和管理,通过定期培训和考核,提高他们的业务水平和安全意识,为气罐的安全稳定运行提供坚实的人力支撑。

6 全厂功能性气罐选址优化成果

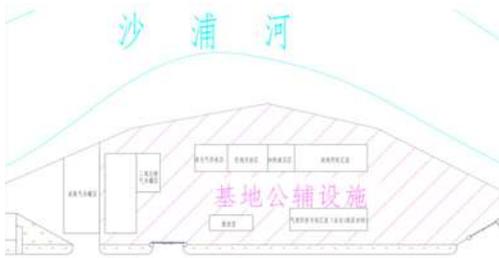


图3 全厂功能性气罐区集中布置平面图



图4 全厂功能性气罐区集中布置实景图

结束语:全厂功能性气罐选址优化与集中管理策略研究,为解决气罐管理中的实际问题提供了科学依据与实践指导。通过合理的选址优化,能显著降低安全风险与运营成本;而集中管理策略的实施,有助于提升管理效率与资源利用率。未来,企业应持续关注气罐管理领域的最新技术与理念,不断优化管理策略,以适应不断变化的生产需求,实现企业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 梁京明,黄升.AWE型列车自动清洗机空压机独立式储气罐改造研究[J].冶金设备管理与维修,2025,43(01):52-53.
- [2] 林仁勇,康湘兰,张灵波,等.储气罐产线数字化管理系统设计[J].中国机械,2024,(31):43-46.
- [3] 胡鑫杨.储气罐生产线数字管理及运行参数预测系统开发[D].浙江科技大学,2024.
- [4] 陈亮,艾正龙,梁景云,等.气液执行机构本质安全和功能安全分析及应用[J].阀门,2024,(04):481-485.
- [5] 田帝,丁柏溟,张继晓.应急多功能充气毯设计研究[J].艺术与设计(理论),2024,2(01):102-105.

作者简介:曹友宝(1980年2月12日-),男,汉族,安徽省合肥市庐江县,职称(职务):工程师,本科,研究方向:安全管理