

化工过程危险与可操作性应用优化

丁莹莹 杨林海

摘要: 本文旨在深入探讨化工过程危险与可操作性 (HAZOP) 分析的应用优化问题。首先阐述了HAZOP分析的基本原理、流程步骤以及应用领域和重要性,为后续研究奠定基础。接着详细论述了化工过程HAZOP分析应用的优化策略,包括提高分析团队的专业素质、改进分析方法和工具、加强与其他安全管理方法的结合以及建立持续改进机制等方面。通过对这些内容的研究,以期提高化工过程的安全性和可靠性,降低事故发生的风险。

关键词: 化工过程; 危险性; 可操作性; 应用优化

引言

化工行业在国民经济中占据着重要地位,在生产过程中存在着高温,高压,易燃,易爆和有毒有害的特性,在出现事故时,常造成人员,财产,环境污染等严重损失。所以保证化工过程安全运行是非常关键。危险与可操作性分析 (HAZOP) 作为一套系统化和结构化的安全评估手段,在化学工程过程的安全管理方面具有不可忽视的重要性。它是在对化工过程工艺参数,操作步骤等作了全面,详细地分析的基础上,确定了可能存在的危险及可操作性问题并给出了改进措施,使化工过程更加安全可靠。但在实践中HAZOP分析仍有不足,有待进一步的优化。文章将针对化工过程中的危险和可操作性的应用优化问题展开深入的研究。

一、化工过程危险与可操作性分析概述

(一) HAZOP分析的基本原理

HAZOP分析基于“引导词+工艺参数”的方式,对化工过程中的各个节点进行系统的审查。引导词用于激发分析人员的思维,帮助他们发现偏离正常运行状态的情况。常见的引导词包括“没有”“过多”“过少”“部分”“相反”等。工艺参数则是指与化工过程相关的物理

和化学特性,如温度、压力、流量、浓度等。通过将引导词与工艺参数相结合,分析人员可以识别出可能出现的偏差,并进一步分析这些偏差可能导致的后果以及产生的原因。例如,当使用“过多”这个引导词与“温度”这个工艺参数相结合时,分析人员会考虑温度过高可能带来的危险,如设备损坏、化学反应失控等,并找出导致温度过高的原因,如加热系统故障、冷却系统失效等。

(二) HAZOP分析的流程和步骤

HAZOP分析流程严谨且系统,是保障化工过程安全的重要手段。首先要组建由工艺工程师、操作员、安全专家等不同专业背景成员构成的分析团队,收集工艺流程图、操作规程、设备资料等必要资料,为分析提供详实背景信息。接着将整个工艺流程分解为多个相对独立的工艺段或操作步骤作为分析节点,明确每个节点的边界和控制要素。然后选择“无”“更多”“更少”等标准引导词,激发团队成员围绕其开展讨论,识别每个节点可能发生的偏差,深入探讨这些偏差产生的原因以及可能导致的后果,确保不遗漏任何可能的风险点。之后对识别出的偏差及其后果进行风险评估,确定风险等级,识别当前的安全保护措施并评估其有效性。针对识别的风险提出改进建议,这些措施可能涉及设计变更、增加安全设备、改进操作程序等,同时评估建议措施的可行性和效果。最后将分析过程中的所有信息详细记录,编制包含发现的问题、风险评估结果和建议措施的HAZOP分析报告。(见下图1)

(三) HAZOP分析的应用领域和重要性

HAZOP分析应用领域广泛,重要性显著。它在石油、化工、制药等流程工业的工艺危险分析中发挥着关键作用,能识别与设备设施紧密相关的工艺流程里的潜

作者简介:

1. 丁莹莹 (1989.12——) 女,汉族,本科学历,中级注册安全工程师、一级注册消防工程师,主要从事化工安全生产方面的研究工作。

2. 杨林海 (1975.01——) 男,汉族,本科学历,中级注册安全工程师、一级注册消防工程师,主要从事化工安全生产方面的研究工作。

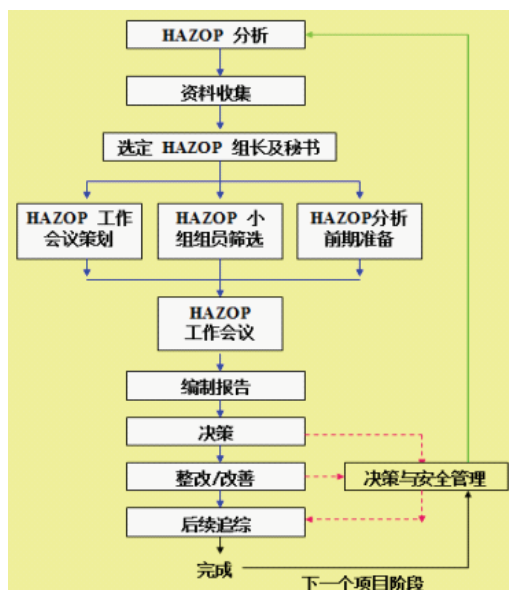


图1 HAZOP分析流程示意图

在风险，确保生产安全。在可编程电子系统、道路和铁路运输系统等领域也有应用，可提前发现潜在风险和问題。通过HAZOP分析，能确定导致严重安全及运行后果的潜在原因，评定潜在危害的危险等级，提出将危害减小至最低水平的措施以及减少或控制危害进一步扩大的行动方案。

这种结构化和系统化的方法，以引导词为核心，由各领域专家组成的团队围绕工艺图纸及操作规程深入剖析，辨识设计中的缺陷、工艺过程中的危害以及操作性难题。它能让企业深入了解装置中可能存在的风险及后果，进而针对工艺流程和设备中的潜在危险制定更有效的防范措施。在预防事故、减少灾害损失以及事故原因剖析方面表现出色，被誉为提升工厂生产安全与可靠性的利器，能确保全面识别设备和流程风险，为企业安全生产保驾护航。

二、化工过程HAZOP分析应用优化策略

(一) 提高分析团队的专业素质

提高分析团队的专业素质是提升HAZOP分析质量的关键。团队应由工艺、设备、电气、仪表、安全等多专业人员组成，多元化的专业背景能让团队从不同角度全面识别风险。定期组织HAZOP培训，邀请行业专家授课，采用理论与实践相结合的方式，能加深团队成员对HAZOP原理与基础知识的理解，使其熟悉连续流程及间歇过程HAZOP的特点与应用，掌握HAZOP主席工作步骤和主持技巧。

在培训过程中，注重提升团队成员的风险识别能力，

使其能敏锐察觉化工生产过程中的潜在危险。同时，培训还应着力培养团队成员的团队协作能力，促进跨部门沟通与协作，因为HAZOP分析强调团队内的沟通与协作，良好的团队协作能有效提高团队的整体安全意识和应变能力。

通过经验分享与互动学习，学员可将所学知识传播给团队成员，提升整体的安全管理意识。并且要培养学员对HAZOP分析结果的持续改进意识，提升企业安全管理的动态适应能力，推动长期发展。学习相关标准规范也很重要，这能确保企业的HAZOP分析与行业最佳实践保持一致，提升合规能力。企业还可利用数据分析软件和模拟工具辅助团队成员进行风险评估与决策，进一步提高团队的专业素质和分析能力。

(二) 改进分析方法和工具

改进HAZOP分析方法和工具对提升化工过程安全分析的质量和效率至关重要。可以引入计算机辅助分析软件，其强大的数据库管理功能可存储和管理大量工艺数据与分析结果，还能提供可视化界面，比如生成标注偏差和风险的工艺流程图，让分析人员更直观地理解和分析数据，提高分析的准确性和效率。

将HAZOP分析与其他安全分析方法结合也是重要的改进方向。故障模式与影响分析(FMEA)和故障树分析(FTA)在可靠性工程中已广泛应用，把它们与HAZOP结合，能更全面地识别化工过程中的潜在风险。不同分析方法各有特点和优势，相互补充可提高分析的深度和广度。例如，用FTA对HAZOP分析中可能导致偏差的原因进行深入分析，找出根本原因。

采用动态分析方法能弥补传统HAZOP分析难以考虑化工过程动态变化的不足。模拟仿真技术可对化工过程进行实时监测和分析，通过建立动态模型模拟不同工况下的运行情况，及时发现潜在的潜在危险和可操作性问题。

开发智能化分析工具是未来的发展趋势。利用人工智能和机器学习技术，智能化工具可自动识别工艺流程图中的关键信息，自动生成引导词和偏差，并对偏差的原因和后果进行智能分析。同时，依据历史数据和案例库提供针对性的建议措施，进一步提升分析的效率和准确性。通过这些改进措施，能使HAZOP分析更好地适应化工过程的复杂性和动态性，为化工生产安全提供更有力的保障。

(三) 加强与其他安全管理方法的结合

HAZOP分析虽然能够识别和控制化工过程中的潜在

危险，但单独使用存在一定的局限性。将其与其他安全管理方法相结合，可以形成更为全面的安全管理体系。

与故障树分析（FTA）结合，FTA是一种从结果到原因分析事故的方法，通过分析事故发生的各种可能原因及其逻辑关系，构建故障树。将HAZOP分析与FTA结合，可以在HAZOP分析识别出潜在危险的基础上，进一步深入分析事故发生的根本原因和途径，为制定更加有效的风险控制措施提供依据。例如，在分析化工装置的火灾爆炸事故时，先通过HAZOP分析识别出可能导致火灾爆炸的偏差，如可燃气体泄漏、点火源出现等，然后使用FTA方法分析这些偏差发生的具体原因和逻辑关系，找出关键的原因因素，有针对性地采取控制措施。

与定量风险评估（QRA）结合，QRA可以对风险进行量化评估，确定风险的大小和概率。将HAZOP分析与QRA结合，可以在定性识别风险的基础上，对风险进行量化分析，为决策提供更加科学的依据。例如，在评估化工项目的风险时，先通过HAZOP分析识别出各种潜在的风险，然后使用QRA方法计算这些风险发生的概率和后果严重程度，根据量化结果确定风险的优先级，制定相应的风险控制策略。

（四）建立HAZOP分析的持续改进机制

化工行业不断发展，工艺技术持续更新，HAZOP分析也需要与时俱进。企业应建立HAZOP分析的持续改进机制，定期评估分析模型与实际业务的契合度。

根据技术迭代，如新工艺的应用、设备的更新等，调整分析维度和频率。例如，当企业引入新的生产工艺时，应及时对HAZOP分析模型进行更新，增加对新工艺相关参数和偏差的分析。同时，根据设备的使用情况和维护记录，调整对设备相关节点的分析频率，对于经常出现问题的设备，增加分析次数。

利用HAZOP分析结果定期回顾和更新双重预防体系。双重预防体系的建设有两大重要任务：风险分级管控与隐患排查治理。HAZOP分析可以为双重预防体系建设在风险识别、风险评估、管控措施制定方面提供重要依据。通过定期回顾HAZOP分析结果，可以及时发现风险的变化情况，更新风险分级，调整管控措施，确保双重预防体系的有效性。

此外，企业还应鼓励员工提出改进建议，建立反馈机制。员工在生产过程中直接接触工艺和设备，对潜在的风险有更直观的感受。通过建立反馈渠道，鼓励员工将发现的问题和建议及时反馈给分析团队，促进HAZOP分析的不断完善和优化。

结论

化工过程危险与可操作性分析（HAZOP）是保障化工安全生产的关键工具，其系统性与全面性为识别和控制潜在危险筑牢根基。但当下应用中，分析团队专业素质参差不齐，对方法掌握浮于表面，依赖经验易陷入逻辑困境；分析方法与工具滞后，人工记录效率低、标准不统一，难以满足复杂工艺需求；与其他安全管理方法结合松散，未形成协同防控合力；且缺乏持续改进机制，难以适应行业动态变化。对此，提升团队专业素养，通过系统培训与认证，激发员工主动性与能力；引入先进分析工具，利用智能平台实现知识集成、数据联动与可视化呈现；加强与故障树分析、定量风险评估等方法融合，构建全方位安全管理体系；建立持续改进机制，依据技术迭代与实际反馈，动态调整分析维度与频率。如此，方能提升HAZOP分析实效，为化工安全生产保驾护航，推动行业稳健前行。

参考文献

- [1] 衣佳琳, 王海彦, 张继国. 基于过程模拟的加氢裂化吸收稳定系统定量风险分析[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2024, 44(3): 1-9.
- [2] 刁延伟. 邻氨基苯甲酸甲酯制备过程的本质安全分析[D]. 青岛科技大学, 2023.
- [3] 吴晓坤. 化工安全设计中的危险因素辨识及应对措施[J]. Engineering Management & Technology Discussion, 2023, 5(23).
- [4] 叶德阳. 基于深度学习的化工生产安全状态检测研究[D]. 淮阴工学院, 2023.
- [5] 黄爱玲, 莫家宗, 罗统泉. 浅析优化化工安全设计在预防化工事故发生中的作用[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2023(2): 4.