

# Analysis of hazard identification and control strategy in chemical process safety design

Yanjie Wang<sup>1</sup> Zhongxian Li<sup>2</sup> Mingzhao Liu<sup>3</sup>

1. Binzhou Yimin Gas Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256500, China

2. Qingdao Zhengwei Safety and Environmental Protection Technology Service Co., Ltd. Binzhou Branch, Binzhou, Shandong, 251900, China

3. Shandong Boxing County Lubo Chemical Plant, Binzhou, Shandong, 256501, China

## Abstract

This paper analyzes the hazard identification and control strategy in the safety design of chemical process. Chemical process safety design is the key link to ensure the safe and efficient operation of chemical production, involving chemical process, equipment, materials and personnel. This paper first summarizes the concept, classification and characteristics of chemical process safety design; then discusses the hazard identification process and measures in detail; and finally proposes the optimization control strategy in chemical process design, including strengthening the management and training of chemical process designers, so as to reduce the risk in chemical production process and improve the safety and efficiency.

## Keywords

safety design of chemical process; risk factors; identification measures; control strategy

# 化工工艺安全设计中危险识别和控制策略分析

王艳杰<sup>1</sup> 李忠贤<sup>2</sup> 刘明钊<sup>3</sup>

1. 滨州益民燃气有限公司, 中国·山东 滨州 256500

2. 青岛正维安全环保技术服务有限公司滨州分公司, 中国·山东 滨州 251900

3. 山东省博兴县鲁博化工厂, 中国·山东 滨州 256501

## 摘要

本文分析了化工工艺安全设计中的危险识别和控制策略。化工工艺安全设计是确保化工生产安全、高效运行的关键环节, 涉及化工工艺、设备、材料和人员等多个方面。文章首先概述了化工工艺安全设计的概念、分类和特征; 然后详细讨论了化工工艺安全设计中的危险识别流程及措施; 最后提出了化工工艺设计中的危险隐患优化控制策略, 包括优化化工工艺设计路线、熟悉化工物料特性和完善化工实验设计环节安全体系、加强对化工工艺设计人员的管理及培训等, 旨在降低化工生产过程中的风险, 提高安全性和效率。

## 关键词

化工工艺安全设计; 危险因素; 识别措施; 控制策略

## 1 引言

在当代化学工业领域, 安全议题始终被置于企业运作与成长的核心位置。化工生产过程中的安全设计, 不单影响到企业的生产速率和经济效益, 更是与员工的生命健康及生态环境的持续发展息息相关。伴随着化工技术的持续革新和产业规模的逐步拓展, 化工生产安全设计所遭遇的挑战也在不断上升。因而, 深度研究在化工生产安全设计过程中的风险辨识与管控手段, 对于有效预防及降低化工领域的意外事件、保障自然环境和员工的生命安全有着至关重要的作用。

【作者简介】王艳杰(1973-), 男, 中国山东滨州人, 本科, 高级工程师, 从事化工生产安全管理研究。

基于此, 下面就化工工艺安全设计中的危险识别及控制问题做具体分析。

## 2 化工工艺安全设计概述

### 2.1 化工工艺安全设计概念

化工工艺安全设计是化工生产过程中确保安全、高效运行的关键环节。它涉及化工工艺、设备、材料和人员等各个环节, 旨在预防事故的发生, 最大程度地降低事故的损失<sup>[1]</sup>。

### 2.2 化工工艺安全设计分类

①基础设计。通常在化工生产技术的研发阶段, 会着手进行初步设计, 旨在验证研究成果的实际可行性, 确保为接下来的工作阶段奠定坚实可靠的基础。

②初步设计。本阶段的核心成果包括编写设计说明书

和制定总体预算。此环节需基于基础设计的内容，重点完成项目任务书的拟定、选址报告的编制等任务，同时以实际状况为基准，对建设计划进行细致的审核与验证。初步设计阶段几乎覆盖了化工项目全过程中的各项关键环节，涵盖了项目评估、筹备、物资、设备采购以及招投标等多个方面，为投资决策提供了不可或缺的参考依据<sup>[2]</sup>。

③图纸设计。在初始设计方案的基础上，本阶段着重于提出改进建议，旨在深化并提升方案的品质。对施工各阶段的执行标准进行复核，确保逐项解决该阶段所面临的根本性问题。

### 2.3 化工工艺安全设计特征

复杂性是化工工艺设计的一大显著特征。受到原料性质、化工反应环境和外部条件等因素的影响与限制，化工工艺设计过程中存在许多不确定性，因此必须依赖实验研究和模型仿真双管齐下，来实现对流程的准确预测及管理。在设计时，还需兼顾经济效益与可持续发展的原则，在确保产品性能达标的同时，力求减少生产成本和对环境的影响<sup>[3]</sup>。

## 3 化工工艺安全设计中的危险识别措施

### 3.1 化工工艺安全设计中的危险识别流程

化工工艺安全设计中，各类风险具有复杂性、隐蔽性等特征，必须制定科学标准的识别流程，按照有关规范完成风险识别工作。危险识别流程如下图所示。

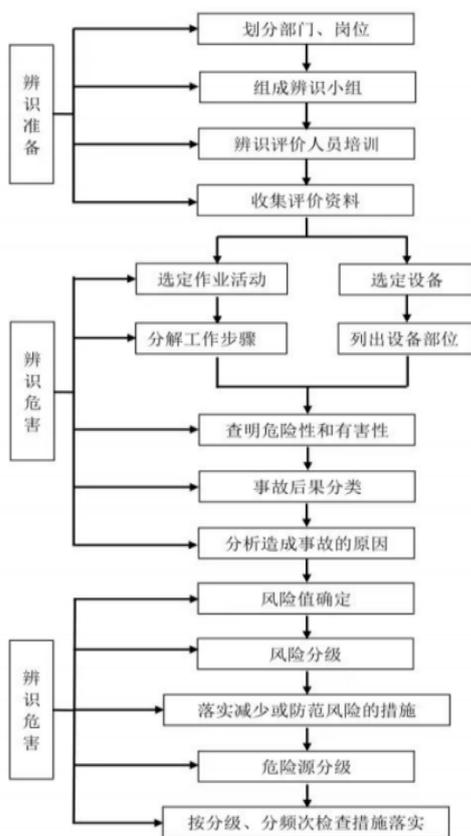


图1 化工工艺安全设计中危险识别流程

### 3.2 化工工艺安全设计中的危险识别措施

#### 3.2.1 物料风险识别

①掌握制作工序中所用物资并进行归类。这包括对各类物资，诸如原材料、半成品、制成品等的特性、成分、物理化工属性等进行详尽剖析，以便全面评估它们可能带来的风险。

②针对物料的不同属性进行风险分级，依据其毒性、易燃性、腐蚀性以及爆炸性等特征，实施具体的安全管理措施，以确保有效的风险防控。

③进行物料的适应性评估。针对那些可能替代原料或副产品的材料，必须对其可能对生产流程安全带来的影响进行周密的评估，并实施必要的管控策略。同时，要深入分析不同材料之间的相互作用及其潜在风险，还要结合物料在不同环节、不同环境下的存放、搬运、处理等环节对安全的潜在影响。特定条件下，某些物料可能产生化工反应，导致危险物质的形成或能量的释放，这需要引起足够的关注，并实施相应的防范手段<sup>[4]</sup>。对于易燃、易爆、含毒的物料，必须严格管理，以避免发生安全事故。

#### 3.2.2 生产设备风险识别

①全方位审查与分析生产环节中使用的各类生产机械。涵盖对机械的种类、规格、用途、运作机制以及可能存在的安全风险进行深入探究，目的是对可能的风险进行全面性的评估。

②负责生产设备运行状况及维修状况的检查与评估。确保制造机械处于平稳运作状态是确保生产过程安全的关键，所以必须按时对机械的运作情况进行监测与保养，以便于及时识别并解决潜在的问题与风险。

③对设备间的协作关系进行全面的评价。还需关注机械之间的配合和联动效应，以及它们之间可能产生的相互作用。为了确保机械的安全运作，对机械配合的全面评估变得尤为必要。

#### 3.2.3 设计流程风险识别

①深入探究生产流程的每一个细节，包含对各个环节的深入研究和潜在风险因素的详尽排查，以便全方位地评估其中的风险程度。

②分析各个环节之间可能产生的交互作用及其影响。生产流程中的特定步骤可能对其他步骤产生影响，因此必须全面考量这些环节间的联系，确保生产安全。遵循相关的安全准则和规范，制定并实施操作规程和应急响应计划，以减少事故发生的可能性。

③在确保生产安全的过程中，要全面考虑生产环境的特点以及外部条件对安全的潜在影响，并适时实施必要的控制措施，以维护生产流程的安全与稳定。在适当的情况下，运用生产流程模拟等高科技手段，进一步对生产安全性进行评估和优化，增强风险识别的准确性和信赖度。

## 4 化工工艺设计中的危险隐患控制策略

### 4.1 优化化工工艺设计路线

设计风险管控流程,按流程全方位审视现行生产流程,深入剖析各环节的原材料使用、能源消耗及废物排放情况,细致评估潜在的不足与风险。借助计算机模拟及工艺改进软件等高科技手段,对生产流程进行深度优化。通过模拟实验和流程改进,揭示生产流程中的制约因素和不当之处,并提出相应的优化策略,旨在削减成本、提高生产效率<sup>[5]</sup>。

引入创新工艺与设备,增强生产的稳定性和安全性。新一代的制程技术与设备能够更有效地管理风险因素,减少生产安全威胁,从而提高产品质量和产量。针对产品的特性及市场的需求,对生产流程作出适应性调整,以增强产品的市场竞争力,扩大市场份额。同时,在生产活动中,亦需重视可持续发展和生态保护的重要性。优化生产流程时,不仅要平衡生产效率与产品质量,还要考虑资源利用与环境保护,确保符合可持续发展的要求。

### 4.2 熟悉化工物料特性

在化工工程的设计阶段,充分掌握原料、中间产物及成品的属性、变化趋势以及反应特性对于理解化工材料本质至关重要。这涉及对原料的成分、物理和化工特性、热力学行为以及毒性等方面的深入了解,以便预测其在加工环节可能出现的影响和变化。

对中间产物和最终产品的性质进行深入的探究也是必不可少的。这些物质在生产流程中起着关键作用,它们的特性直接关系到生产的稳定性和产品质量的高低。因此,对它们进行详尽的分析和研究显得尤为关键。在了解化工材料的基本属性基础上,利用计算机模拟、实验测试等现代技术手段来进一步探究和确认材料的特性,确保所获得测试数据的精确度和可信度。

### 4.3 完善化工实验设计环节安全体系

在开展化工实验活动的策划阶段,所用药品、设备及实验步骤等均潜藏一定的安全风险。为此,打造一套完备的实验室安全监管体系至关重要。该体系应涵盖如下要素:指派专门的实验室安全负责人、拟定详尽的实验安全操作规范、实施标准化的管理流程、创设实验安全教育和评价机制。通过完善实验管理架构,明晰各参与方的责任,加强实验室安全监管力度,从而提升实验操作的总体安全水平。

实施实验室安全风险评估及管理。在着手化工实验方案设计之初,必须对实验潜在的安全隐患进行深入的分析与评估,同时拟定出切实可行的安全防范方案和紧急应对策略。比如,针对剧毒、易燃易爆等高风险化学品,必须实施必要的防护操作,包括穿着防护服装、使用防护眼镜等,从

而减少安全事故的发生概率。强化对实验器械和设备的安检与保养。周期性地对实验室装备和设施进行安全性能的检测与维护,确保设备运行在最佳状态,排除一切安全风险。对于那些可能出现故障或者存在安全隐患的设备,要及时进行维修或替换,以保障实验活动的顺畅进行。

### 4.4 加强对化工工艺设计人员的管理及培训

制定全面的培训计划,包括化工工艺设计基础理论、化工工艺设计工具及软件的操作、化工工艺设计实践操作以及化工工艺设计创新与实践。通过理论讲解、实践操作、案例分析和团队合作等多种培训方式,全面提升设计人员的专业能力<sup>[6]</sup>。

强化实践操作训练,通过模拟或真实工作环境中的实际操作训练,由经验丰富的员工进行现场指导,确保设计人员能够熟练掌握化工工艺设计的实际技能。同时,定期进行安全事故应急演练,提高员工在紧急情况下的反应能力和处理能力。

建立培训评估机制,通过知识考核和技能评估,收集员工对培训的意见和建议,根据评估结果和反馈,调整和優化培训内容和方式。此外,合理规划培训预算,包括培训师费用、场地租金、设备耗材等,确保培训的顺利进行。

## 5 结语

综上所述,化工工艺安全设计是化工行业安全生产的重要组成部分。通过对化工工艺安全设计中的危险识别和控制策略的深入分析,能够更好地理解化工生产过程中潜在的风险,并采取有效的措施来预防和控制这些风险。本文通过研究提出:通过优化化工工艺设计路线、熟悉化工物料特性、完善化工实验设计环节安全体系,加强对化工工艺设计人员的管理及培训,将有助于提高化工工艺设计的安全性和可靠性。

### 参考文献

- [1] 胥学松.化工工艺设计中安全危险的识别与控制措施[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(22):4-6.
- [2] 马健,朱国强.化工工艺安全设计中风险因素识别与控制[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(20):179-181.
- [3] 田素朝.化工工艺设计中安全管理危险的识别及其控制[J].全面腐蚀控制,2024,38(06):69-71.
- [4] 段清健,魏静,席建涛,等.化工工艺安全设计中风险因素识别与控制[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(08):7-9.
- [5] 韩洪亮,郑国栋,肖子强,等.化工工艺设计中安全危险的识别与控制[J].山东化工,2023,52(15):217-219.
- [6] 何杰.化工工艺设计中安全管理危险的识别及其控制[J].化工设计通讯,2023,49(06):64-66.