

# 化工工艺设计中安全危险的识别及控制探究

邬清原

陕西鸣德通圣工程设计有限公司江西分公司, 江西 赣州 341000

**[摘要]**安全危险的识别与控制成为化工工艺设计中至关重要的议题。通过科学系统地识别潜在的风险因素, 制定有效的控制策略, 不仅可以最大限度地降低事故发生的概率, 也能够提高生产过程的效率和稳定性。本文旨在探究化工工艺设计中安全危险的识别与控制, 深入剖析管道、物料、工艺路线和电气仪表等方面的潜在风险, 并提出一系列针对性的措施和建议。

**[关键词]** 工艺设计; 安全危险; 识别; 控制

DOI: 10.33142/sca.v6i9.9944

中图分类号: TQ086

文献标识码: A

## Exploration on Identification and Control of Safety Hazards in Chemical Process Design

WU Qingyuan

Jiangxi Branch of Shaanxi Mingde Tongsheng Engineering Design Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

**Abstract:** The identification and control of safety hazards have become a crucial issue in chemical process design. By scientifically and systematically identifying potential risk factors and developing effective control strategies, not only can the probability of accidents be minimized, but also the efficiency and stability of the production process can be improved. This article aims to explore the identification and control of safety hazards in chemical process design, deeply analyze the potential risks in pipelines, materials, process routes, and electrical instruments, and propose a series of targeted measures and suggestions.

**Keywords:** process design; safety hazards; identification; control

### 引言

化工工艺设计作为现代工业中的核心领域, 承载着生产过程的复杂性和技术挑战。然而, 在生产过程中存在的种种潜在危险和安全隐患使得这一领域的发展与安全密不可分。化工生产中常伴随着高温、高压、化学反应等诸多潜在风险, 一旦出现事故, 可能带来灾难性后果, 不仅影响生产和经济, 更对环境和人员安全构成威胁。

### 1 化工工艺设计相关理论概述

#### 1.1 化工工艺设计内涵分析

在化工工艺设计的内涵分析中, 设施设备布置和管道布置是两个关键方面, 它们直接影响着生产流程的顺畅进行和生产效率的提高。

##### 1.1.1 设施设备布置

设施设备布置在化工工艺设计中扮演着至关重要的角色。这一步骤涉及确定各种设备的摆放位置、朝向以及它们之间的关联。一个合理的设备布置方案需要综合考虑多个因素, 包括但不限于生产流程的需求、操作人员的安全与便利、设备之间的协调性, 以及未来设备维护的方便程度。在设备布置时, 需要考虑到生产设备的安全距离、通道的宽度、设备之间的通讯需求等。同时, 布置还需要符合相关的法规和标准, 确保生产过程的安全性和合规性。优秀的设施设备布置方案能够最大程度地利用空间, 提高生产效率, 降低能源消耗, 保障生产环境的安全和舒适。

##### 1.1.2 管道布置

管道布置是化工工艺设计中不可忽视的一环。合理的管道布置可以确保原材料和产物的顺利流动, 降低能源损耗, 减少操作风险, 并且方便维护和检修。在管道布置中, 需要考虑管道的走向、直径、材质、支撑方式等因素<sup>[1]</sup>。首先, 管道的走向需要根据生产工艺流程确定。通常, 设计师需要考虑最短距离、高度差、流体的性质等来确定管道的布置方向。其次, 管道的直径和材质需要根据流体的性质、流速以及输送的距离来选择。直径太小可能导致流速过快, 增加了压力损失; 直径太大则会增加工程成本。管道的支撑方式则需要考虑到管道的重量以及所承受的压力和温度。

##### 1.1.3 工艺流程设计

在化工工艺设计中, 工艺流程设计是一个至关重要的环节。它包括了客观分析和数据收集、原材料选择与处理、反应过程设计、能量平衡与传热传质、产品分离与纯化以及流程安全与环保等关键方面。首先, 工程师需要进行市场调研和技术研究, 收集相关数据, 确保设计基于客观、全面的信息。在选择和处理原材料时, 工程师需要考虑原材料的质量、稳定性和价格, 确保生产的可持续性。反应过程的设计则需要兼顾高效进行与避免副反应, 确保产品的纯度和产率。同时, 工程师还需进行能量平衡计算, 确保能源的需求和供应平衡, 同时进行传热传质计算, 保持温度、压力和浓度的稳定控制。产品分离与纯化阶段需要

设计相应的设备和操作流程,确保产品的最终纯度。最后,在整个流程中,安全性和环保性必须被充分考虑,工程师需要制定安全措施和紧急预案,同时考虑废物处理和资源利用,以确保生产过程的安全和环保。只有在这些方面进行合理的规划和设计,工艺流程才能够顺利进行,生产过程才能够高效、安全地进行。

## 1.2 化工工艺设计的基本特征

化工工艺设计具有多方面的基本特征,这些特征共同构成了该领域的独特性质。首先,化工工艺设计是一个高度复杂的过程,涉及多学科知识的综合运用<sup>[2]</sup>。从化学知识到机械、电气、控制等各个领域,工程师需要具备跨学科的知识背景,以便综合考虑各种因素,确保设计的全面性和完整性。其次,化工工艺设计是一个高度定制化的领域。不同的化工产品具有各自独特的特性和生产要求,因此每个工艺设计项目都需要量身定制。这种定制性要求工程师具备深厚的专业知识和经验,能够根据具体产品的特性,设计出最适合的生产流程和设备配置。第三,化工工艺设计具有较高的安全风险。化工生产通常涉及到高温、高压、易燃易爆等危险因素,工程师需要在设计中充分考虑安全性,包括设备的安全性设计、操作规程的制定、事故应急预案的制定等。安全性不仅仅是设计的一个方面,更是整个生产过程的核心关注点。此外,经济性也是化工工艺设计的基本特征之一。在保证产品质量的前提下,工程师需要设计出经济合理的生产流程,降低生产成本,提高生产效率,以增强企业的竞争力。这需要工程师具备成本意识,能够在各种选择中找到最经济的方案。最后,化工工艺设计需要具备环保意识。现代化工工艺设计不仅仅要考虑经济性,还需要充分考虑生产过程对环境的影响。工程师需要选择环保型的工艺路线,减少废弃物的排放,实现资源的最大化利用,以实现可持续生产。化工工艺设计的基本特征包括跨学科综合运用、定制性、安全性、经济性和环保意识。只有充分理解和应用这些特征,工程师才能够设计出安全、高效、经济、环保的化工生产工艺。

## 2 化工工艺设计中安全危险的识别

在化工工艺设计中,识别潜在的安全危险至关重要,这有助于采取相应的控制措施,确保生产过程的安全稳定。以下是针对不同方面的危险识别详细解释:

### 2.1 管道中的危险识别

管道系统是化工生产中重要的输送通道,然而,如果管道系统设计不当,可能引发泄漏、爆炸、腐蚀等风险。危险源可能包括高压、高温、腐蚀性物质、易燃物质等。因此,在管道设计中,需要识别可能的危险源,采用耐腐蚀、高压、高温的材料,设置阀门、安全阀、泄压装置,并确保管道系统能够承受额定压力和温度,以防止事故发生。

### 2.2 化工生产中物料的危险识别

化工生产中使用的物料种类繁多,包括液体、气体、固体等。某些物料可能具有毒性、腐蚀性、易燃性、放热

性等特性。在物料选择阶段,工程师需要详细了解每种物料的性质,包括其对人体和环境的危害程度。必须采取措施确保员工不会暴露于有害物质中,例如使用密闭系统、戴防护装备、定期检查设备防护措施的有效性等。

### 2.3 化工工艺路线的危险识别

不同的工艺路线可能存在不同的安全隐患。在工艺路线设计中,需要考虑反应物料的选择、反应条件、副产物的生成等因素。特别是在多步骤反应中,每一步的产物都可能成为下一步的反应物,产生不稳定性。因此,工程师需要深入分析每一步的反应条件,确保反应是可控的、稳定的,同时采取措施避免副产物的积累。

### 2.4 电气仪表的危险识别

电气仪表在化工生产中广泛应用,但如果使用不当可能引发火灾、电击等危险。危险源可能包括短路、过载、漏电等。在电气仪表的选择和布置中,需要遵循相关的标准和规范,采用符合防爆、防水、防腐蚀等特性的设备,确保其安全可靠运行。此外,定期检查和维护电气系统,确保其处于良好状态,也是防范电气事故的重要措施。

## 3 化工工艺设计中安全危险的识别及控制对策

### 3.1 管道方面

管道可能因为多种原因导致泄漏、爆炸或腐蚀,特别是在高压、高温、腐蚀性介质的情况下,这些问题可能更加严重。泄漏可能导致毒性物质泄露,危及人员安全和环境。爆炸可能发生在可燃性气体或蒸气存在的条件下,造成灾难性后果。腐蚀则可能导致管道结构减弱,最终引发泄漏或爆炸。

为了预防管道方面的安全风险,可以采取以下控制对策。首先,在管道的选择和设计中,应该优先选择耐腐蚀、高压、高温的材料,确保管道在极端条件下的稳定性。其次,在关键位置设置阀门、安全阀和泄压装置,以便在需要时能够迅速切断或释放压力,防止事故扩大。定期进行管道检查和维修,使用无损检测技术(如超声波、X射线等),可以检测管道内部的问题,确保管道的完整性。及时发现并修复潜在问题,可以避免事故的发生。通过采用耐腐蚀材料、设置阀门和泄压装置,以及定期的无损检测和维修,可以有效降低管道系统可能存在的泄漏、爆炸和腐蚀等安全风险,确保化工工艺设计的安全稳定运行。

### 3.2 物料方面

在化工生产中,所使用的物料可能具有多种危险性质,包括毒性、腐蚀性、易燃性和放热性。这些性质使得在物料处理和运输过程中,人员可能会面临中毒、腐蚀、火灾等风险。同时,这些物料还可能对环境造成污染,对设备和管道造成腐蚀,甚至引发爆炸。

为了有效地识别和控制物料方面的安全风险,化工工艺设计中需要采取一系列控制对策。首先,可以选择相对安全的替代品,尽量避免使用极端危险的物料。在不可避免使用危险物料的情况下,应采用密闭系统,防止有害物

质泄漏至空气中。同时,工作人员需要佩戴适当的防护装备,如手套、护目镜、防护服等,以降低接触危险物质的风险。另外,在工作场所内应设置通风系统,确保空气流通,将有害气体排除。建立完善的物料标识和储存管理制度,确保每种物料都被正确标识,避免混用或误用,减少事故的发生可能性。定期对储存区域进行检查,确保储存的物料处于安全状态。通过选择安全替代品、使用密闭系统、戴防护装备、设置通风系统以及建立完善的标识和储存管理制度,可以有效地识别和控制化工生产中物料方面的安全危险,确保工作人员的安全,并减少环境污染和设备损坏的可能性。

### 3.3 线路方面

电气线路在化工生产中是不可或缺的一部分,但可能面临短路、过载和漏电等危险。短路可能由于线路中的两个或多个导体之间发生直接接触,造成电流异常增大,导致设备损坏或火灾。过载则是指电气设备长时间工作在超过额定负载下,可能导致线路过热,甚至引发火灾。漏电是指电流在非预期的路径中流动,可能导致触电事故。

为了降低化工工艺设计中线路方面的安全风险,采取以下控制对策是至关重要的。首先,严格遵循国家和行业相关标准和规范,确保所有电气线路的设计、安装和维护符合规定要求。特别是在潮湿、腐蚀性环境中,应选择符合防水、防腐蚀、防爆等特殊要求的电气设备,以确保其稳定性和安全性。其次,建立定期巡检制度,对电气系统进行定期检查。这包括检查线路连接是否松动、绝缘是否完好等。通过及时发现问题并及时修复,确保线路的安全可靠运行,减少潜在问题导致事故的可能性。第三,设置过载保护装置是一项关键控制措施。在电气线路中应当安装过载保护开关或熔断器。一旦电流超过额定负载,这些保护装置将自动切断电源,防止线路过载,降低火灾发生的风险。最后,良好的接地是预防漏电事故的重要保障。定期检查设备的接地情况,确保接地良好,防止漏电,并确保漏电保护装置的正常工作。通过以上控制对策的实施,可以有效地降低化工工艺设计中线路方面的安全风险,保障生产过程的安全稳定运行。

### 3.4 装置方面

在化工生产中,生产设备和工艺装置可能面临各种风险,包括机械故障、过压和过温等。这些问题可能导致设备停工、产品质量下降,甚至引发火灾或爆炸,严重威胁生产安全。

为了降低化工工艺设计中装置方面的安全风险,以下控制对策被认为是至关重要的:首先,必须在装置中设计并安装温度、压力、振动等监测装置。这些装置能够实时监测设备的工作状态,一旦出现异常,比如温度或压力超过安全范围,系统会自动报警,便于及时发现问题并采取应急措施。这种实时监测不仅有助于预防机械故障,还能在问题发生时迅速响应,最大程度地减小事故造成的损失。其次,建立定

期的设备检查和维护制度非常关键。定期检查可以发现设备的磨损、老化或潜在故障,确保设备处于良好状态<sup>[3]</sup>。及时维护和更换老化部件可以防止机械故障的发生,提高装置的可靠性和稳定性。这种预防性的维护措施不仅延长了设备的使用寿命,还大大减小了因设备故障引发事故的概率。最后,对操作人员进行全面的培训也是非常重要的。培训内容应该包括设备的启动、停机程序,正常操作参数范围,以及在紧急情况下的应急操作步骤。操作人员的培训不仅可以降低操作错误导致事故的概率,还能提高应急处置的效率。只有操作人员具备了充足的知识和技能,才能在事故发生时迅速、冷静地应对,最大限度地减少损失。

### 3.5 强化化工生产监督

强化化工生产监督是确保化工工艺设计和生产运行安全的至关重要的环节。它旨在识别和预防安全风险,及时发现问题,以便采取措施预防事故的发生。

首先,需要加强监管部门的巡检力度。监管部门应积极开展定期巡检和监测,确保企业遵守安全标准和规范。通过定期的检查,可以发现潜在的安全隐患,督促企业采取必要的纠正措施。其次,推动企业建立健全的安全管理体系是非常关键的。企业应制定和执行严格的安全政策和程序,确保员工明白应该如何应对潜在风险。这包括培训员工,提高他们的安全意识,使其了解化工工艺设计中的危险和安全措施。另外,鼓励企业自主进行安全评估和培训,可以提高其自身的安全管理水平。通过安全评估,企业可以识别潜在的风险并采取必要的改进措施。培训员工关于危险识别、紧急应对和事故报告等方面的知识和技能,可以增强员工的安全意识和能力。最后,建立事故报告和应急预案也是非常重要的。确保企业在发生事故时能够迅速、有序地应对。应急预案应包括详细的行动计划,以便在事故发生时能够迅速采取措施,减少损失并保护员工的安全。

## 4 结束语

化工工艺设计中安全危险的识别和控制不仅需要技术的积累和经验的总结,更需要各方的合作和共同努力。只有在不断探索和改进的过程中,我们才能更好地保障化工生产的安全,实现人员、设备和环境的和谐共存,为工业发展提供更可靠的保障。

### [参考文献]

- [1]唐东东,陆俊澄,王琰.探讨化工工艺设计中安全管理危险的识别及控制[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(11):13-15.
  - [2]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(6):64-66.
  - [3]贺利飞,郝齐凤,折建梅.化工工艺设计中安全危险的识别与控制[J].山西化工,2023,43(8):194-196.
- 作者简介: 邬清原(1996.5—),男,化工工程,助理工程师。