

化工工艺设计中安全风险的识别与控制分析

李广利¹ 位南南²

1. 浙江乘鹰新材料股份有限公司 浙江 宁波 315000

2. 宁波施捷电子有限公司 浙江 宁波 315000

摘要: 化工生产具有一定的复杂性和危险性,与其他行业相比,风险较高,如物料、材料的特殊性,工艺路线设计及操作过程参数控制的专业性,如果在生产过程中发生事故,会严重威胁生命财产的安全,为了降低危险系数,做好风险识别和控制工作就尤为重要。而化工工艺设计安全是保证化工安全生产的重要基础,也是从根本上做好风险管控的手段,设计人员应严格按照相关的法律法规、规范标准,结合工程实际,不断提升化工工艺设计的合理性,强化本质安全设计,减少因设计不到位而引发的安全事故,从而保证我国化工生产的安全稳定运行。

关键词: 化工工艺; 安全设计; 危险因素; 识别与控制; 本质安全

1 化工工艺设计的特殊性

化工工艺设计是一门专门针对化学工业生产流程和装置的设计与优化的学科,具有一些特殊性,使其与其他领域的工艺设计有所区别。以下是化工工艺设计的特殊性的一些重要方面:第一,复杂性:化工工艺设计涉及多种物质、反应和流程的复杂性。在设计过程中,需要考虑到多相反应、相变、传热传质和化学动力学等复杂的物理和化学过程。此外,化学反应也可能包括多个步骤或级联反应,进一步增加了复杂性。第二,不可逆性:大多数化学反应是不可逆的,也就是说无法逆向进行或通过简单的操作逆转。因此,在化工工艺设计中需要考虑如何最大化化学反应的转化率,同时避免不可逆反应的副产物的生成。第三,安全性:化工工艺设计必须充分考虑安全因素。化学反应可能涉及到高温、高压、易燃易爆等危险因素,设计中需要合理地考虑安全装置和处理措施,以确保操作人员和设备的安全。第四,资源利用和废物处理:化工工艺设计需要考虑如何最大限度地利用原材料和能源,并减少废物和污染物的生成。这需要进行物质平衡和能量平衡的分析和优化设计。合理的废物处理和环境保护也是化工工艺设计的关键考虑因素^[1]。第五,经济性:化工工艺设计必须考虑经济性因素,包括生产成本、设备投资和运营费用等。优化工艺设计,提高生产效率,降低成本,是化工工艺设计的重要目标之一。

2 化工工艺设计中安全管理的重要意义

化工工艺设计中的安全管理是非常重要的,它涵盖了从工艺设计到设备操作的全过程,确保了工业化生产过程中的人身安全、设备安全和环境安全。首先,保障人身安全:化工工艺设计中的安全管理能够识别和评

估潜在的安全风险,并采取适当的措施来消除或减少这些风险。从设备的设计和选型、操作程序的制定,到安全培训和演练的开展,安全管理能够确保工作人员在工作过程中的人身安全。其次,保护设备安全:安全管理可保护化工工艺过程所涉及的设备的安全运行。通过合理的设计和选择,并建立相应的操作规程和维护保养体系,能够降低设备故障、事故和火灾的风险。同时,安全管理也包括对设备的监测和检修,以延长设备的使用寿命,降低故障频率,提高设备的可靠性和稳定性。保护环境安全:化工工艺设计中的安全管理包括对环境的保护。通过控制排放物的产生和释放,合理利用资源并减少废物的生成,能够减少对环境的污染和破坏^[2]。

3 化工工艺设计中的安全风险识别

3.1 对化工物料的风险识别

在化工工艺设计中,安全风险识别是非常重要的环节,它有助于识别潜在的危险和风险因素,从而采取相应的措施来预防和减少可能的事故和不安全情况。在化工工艺设计中,对化工物料的风险识别是其中一个重要的方面。化工物料具有各种各样的性质,包括毒性、腐蚀性、易燃性、爆炸性等。在进行风险识别时,需要充分了解化工物料的特性,包括其物理性质、化学性质、稳定性等。根据这些特性,可以评估潜在的风险和危害,制定相应的安全措施。需要考虑化工物料的操作和处理过程中可能存在的风险。例如,物料的输送、储存和反应过程中可能存在泄漏、溢出和堵塞等风险。此外,常规操作和紧急事件处理方案也需要考虑,以应对可能发生的事故情况。要对化工物料的贮存、运输和处理设备进行风险评估。考虑物料的性质和工艺要求,确定所需的设备类型和材质,并确保其能够承受化工物料

的压力、温度和腐蚀性等因素。要考虑设备的维护和检修计划,以确保运行的可靠性和安全性^[3]。

3.2 工艺路线的风险识别

除了对化工物料的风险识别外,还需要对工艺路线的风险进行评估和识别。首先,工艺路线的选择对于安全风险的识别至关重要。不同的工艺路线可能会涉及不同的反应条件、操作步骤和中间产物。通过比较各个工艺路线,可以识别出可能存在的危险因素和潜在的风险。其次,对于每一步骤和操作流程,需要详细分析潜在的安全风险。例如,在反应过程中可能会产生高温或高压情况,需考虑相关的安全装置和控制措施以防止事故发生。在物料输送的过程中,如泵送或喷雾操作,需注意泄漏、喷溅和堵塞等可能导致事故的因素。此外,还需要对工艺中可能存在的化学反应、相变和物质传输的风险进行评估。考虑到反应的速率、放热或吸热效应、可能产生的中间产物和副产物等因素,可以识别潜在的危险和风险。工艺操作的顺序和配方也需要进行风险识别。通过分析工艺操作的顺序,可以识别出可能的误操作和危险因素;通过评估配方的合理性和可操作性,可以降低不合适的操作和材料选择带来的风险。

3.3 反应容器的风险识别

在化工工艺设计中,安全风险识别是确保反应过程中反应容器安全的重要环节。反应容器是承载化学反应的重要设备,在设计和操作过程中需要识别和评估潜在的安全风险。需考虑反应容器的材料选择,以确保其能够耐受所需的温度、压力和化学物质的腐蚀和侵蚀。通过评估反应物料的特性和反应条件,可以确定最适合的材料,并避免材料失效导致的安全问题。对反应容器的设计和结构进行风险识别。包括容器的尺寸、形状、壁厚、支撑结构等方面。通过结构力学分析和材料强度评估,可以确定容器的最大承受能力和安全运行范围,以防止容器破裂或变形引发事故^[4]。在操作过程中,还需识别潜在的操作风险。例如,操作员需要注意反应物料的加入速度、温度控制、搅拌速度等参数,以确保反应的平稳进行。同时,需要考虑反应容器的压力释放、温度控制和爆炸防护等系统的设计,以应对可能的突发情况。备用系统和安全装置也是反应容器风险识别的重要方面。例如,在容器内部或外部设置气动或液力安全阀、压力传感器和温度传感器等,以便及时监测和控制反应容器内部的压力和温度变化,并在需要时自动启动保护措施。

4 化工工艺安全设计中风险的控制措施

4.1 强化对化工材料的安全管理

化工材料是化工生产的重要组成部分,其安全性对于保障生产安全具有重要意义。因此,完善和强化对化工材料的安全管理是至关重要的。首先,应当建立完善的化工材料管理制度,明确化工材料的采购、储存、使用、处理和报废等环节的责任和要求。在采购过程中,要选择具有资质和信誉的供应商,确保所采购的材料质量合格、安全可靠;在储存和使用过程中,要制定严格的管理制度,规范员工对化工材料的使用行为,避免因使用不当导致的安全事故;在处理和报废过程中,要按照相关规定进行处置,确保不发生环境污染和人员伤亡事故。其次,应当加强对化工材料的监测和检查。对于不同性质的化工材料,要建立相应的监测和检查制度,定期对材料进行检查和试验,及时发现和处理存在的安全问题。要对化工材料的安全性进行定期评估,及时调整管理制度和控制措施,确保化工材料的安全性和可靠性。最后,应当加强对员工的培训和教育。化工材料的安全管理需要依靠员工的积极参与和规范操作,因此要加强对员工的培训和教育,提高员工对化工材料的安全意识和操作技能,增强员工对安全事故的防范能力和应急处理能力。

4.2 工艺路线参数的安全控制

在化工工艺安全设计中,风险的控制措施包括多个方面,其中工艺路线参数的安全控制是关键之一。首先,工艺路线参数的安全控制需要根据化工工艺的特点和要求,确定适当的操作参数范围。操作参数包括温度、压力、流量、浓度等。通过合理设置参数范围,在操作的过程中限制工艺条件在安全范围内进行,避免超过设定的极限值导致事故发生。其次,针对具体的工艺路线参数,应采取相应的安全措施来控制风险。例如,在高温反应过程中,应采用有效的冷却系统来降低温度,确保反应物和产物的稳定性。在高压反应中,应配备可靠的安全阀和爆破片,预设保护装置以防止压力超过允许范围。在液体体系中,可以使用溢流罐和液位控制器等装置,及时排除过剩的液体,避免压力过高造成泄漏或爆炸。最后,工艺路线参数的安全控制还需要考虑可能存在的异常情况。通过合理的工艺设计和安全装置的设置,可以提前预防和应对可能出现的异常情况,如材料泄漏、设备故障等。对于易燃物质的处理,在工艺路线中可以使用防爆设备和火灾报警装置,确保安全生产^[5]。

4.3 反应容器的控制

反应容器是化工生产中用于进行化学反应的主要设备,其安全性对于整个生产过程具有至关重要的影响。

首先,需要选择合适的反应容器。根据化学反应的不同类型和规模,选择适合的容器材质和结构,并确保容器的强度、密封性和耐腐蚀性等性能符合要求。在容器设计时,需要考虑容器的散热性能和搅拌装置的合理性,以确保化学反应的稳定和安全。其次,需要对反应过程进行严格控制。在化学反应过程中,需要控制反应温度、压力、液位等参数,并确保反应物料的纯度和质量符合要求。要采用合适的催化剂和稳定剂等助剂,以降低反应活性和风险。还需要对反应过程中的副反应和废物产物进行有效的分离和处置,以避免对环境和生产过程造成不良影响。同时,对反应容器进行定期的检查和维修。这包括对容器的结构、材质、密封性等进行检查,及时发现和修复存在的缺陷和问题。还要对容器进行定期的清洗和消毒,以保持容器的清洁和卫生。最后,加强对员工的培训和教育。员工是操作反应容器的主体,因此需要加强对员工的培训和教育,提高员工的安全意识和操作技能,增强员工对安全事故的防范能力和应急处理能力。

4.4 加强化工工程设计中的细节内容

加强化工工程设计中的细节内容至关重要,因为细节决定着工艺过程的安全性和可靠性。合理的设备布局和管道布置能够提高工艺过程的效率,并且减少操作和维护过程中的风险。良好的设备布局可以确保操作人员能够方便地访问设备和阀门,减少操作错误的可能性。管道布置要避免过高的细径管道和过于复杂的管道走向,在管道间设置足够的间距,以便检查和维护。在化工工程设计中,选择合适的材料和设备是确保安全又经济的关键。材料选择要考虑到化学物质的性质和作用条件,确保材料具有足够的耐腐蚀性、耐压性和耐热性。设备选择要考虑到操作要求和工艺特点,合理选择设备类型和规格。在化工工程设计中必须合理设置安全阀和安全装置,并考虑防爆措施。安全阀能够在设备出现超压情况时自动释放压力,防止设备损坏或发生事故。对于易燃易爆场所,必须设置防爆措施,如防爆电器、防爆仪表等,以防止火灾和爆炸的发生。化工工程设计必须遵循相关的规范和标准,如设计、施工和操作规程、国家和地方的安全法规等。遵循规范和标准能够确保工

艺过程的安全和可持续性,并为工程完成后的验收提供依据。在化工工程设计过程中,必须进行相关的设计审查和安全评估。设计审查可以发现潜在的设计缺陷和问题,及时进行修改和调整。安全评估能够全面评估工艺过程的风险,制定相应的风险控制措施和应急预案。总之,加强化工工程设计中的细节内容是确保工艺过程安全性和可靠性的关键。只有在设计阶段把握细节,合理选择材料和设备,遵循规范和标准,进行设计审查和安全评估,才能确保化工工程的顺利运行和安全生产。

4.5 加强化工工程设计中本质安全设计

加强化工工程设计中的本质安全设计也是至关重要的。本质安全设计是通过减少或替代危险物质、优化工艺流程和选择更安全的技术路线等手段,从源头上降低事故的发生概率和危害程度。本质安全设计强调的是设计阶段就从根本上解决安全风险问题,为工艺系统提供更加安全可靠的基础^[6]。

结束语

目前,化工工业在具体实施的过程中,还是存在着许多不稳定的危险因素。所以要从最初的设计入手,强化细节、本质安全等内容,再结合生产操作控制统筹考虑,才能够确保整体的安全性,并且也要进行大量的讨论与分析才能够确认危险因素,并制定出有效地解决措施,以此促进该行业更好地发展。

参考文献

- [1]王清洲.化工工艺安全设计中的危险识别与控制[J].化工设计通讯,2020,46(02):95,104.
- [2]尹书青.化工工艺安全设计中危险识别和控制[J].化工设计通讯,2020,46(02):108,115.
- [3]邢孟文,安培林,刘亚杰.探讨化工工艺设计中安全危险问题及控制对策[J].清洗世界,2020,36(07):74-75.
- [4]房金龙.浅谈化工工艺安全设计中的危险识别和控制策略[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2020(03):116-117.
- [5]陈聪,郭在进.化工工艺设计中安全危险的识别与控制研究[J].当代化工研究,2021(8):2.
- [6]张华.化工工程设计中的本质安全设计探讨[J].化学工程与装备,2021(3):45-49.