

化学工艺设计保证化工设备安全稳定及经济性分析

于生洋（盘锦三力中科新材料有限公司，辽宁 盘锦 124000）

摘要：我国经济发展中化工行业占据重要地位，纵观当前化工生产作业，受到运行环境、材料特殊等方面的影响，使得化工生产不可避免的存在些许安全隐患。要想实现对化工生产的安全把控，需在优化化工工艺设计的同时，加大对化工设备安全性评价工作的开展力度。本文从当前化工工艺设计要点的分析入手，在此基础上阐明保证化工设备安全稳定运行的具体实施，及其化工设备稳产高效运行促进企业经济效益的递增。

关键词：化工设备；化学工艺设计；安全稳定运行；控制成本；经济效益

随着我国化工行业的持续发展，如何在保障安全的前提下，不断提升化工生产效率和经济效益，已然成为各化工企业的重点关注问题。而在现阶段化工生产过程中，受到多重因素的影响，导致化工生产出现安全事故的概率增大。鉴于此，要想为化工生产营造更为安全、可靠的环境，需结合企业生产需求对化学工艺进行优化设计，并通过安全评价的有效开展来提升化工设备运行可靠性，进而为我国化工行业的可持续发展提供保障。

1 化学工艺设计要点

1.1 保证原材料选择的安全性和经济性

在实际化工生产期间，其生产质量、效率、成本的把控与原材料选择、处理之间存在密切关联。鉴于此，在工艺设计过程中，需结合以下几点来优化对原材料的选用：

1.1.1 原材料选择标准

为保证化学工艺应用符合要求，需注意：①质量和纯度。为保障产品质量不受影响，需选择高质量、纯度较高的原料可以减少杂质对反应的干扰，提高产品的纯度和稳定性；②可获得性和可靠性。要想提升工艺设计的合理性，需以原料供应可靠性保障为前提，避免生产中中断和成本增加的风险；③成本效益。为避免材料选用不合理影响到化工生产效益，需在原料选择时，综合考虑成本因素，以确保生产过程的经济可行性^[1]。

1.1.2 原料处理合理性

在化学工艺设计过程中，应做到：①原料预处理。需以相关工艺要求为基准，进行原料预处理，如去除杂质、调整浓度或粒度等。预处理可以提高原料的适用性和反应效率；②储存和供应系统。为确保生产的连续性和稳定性，储存和供应原料的系统应得到合理设计，具体涉及到储罐、输送管道、泵等设备的选择

和布置。同时，需要考虑原料的特性，如易燃、易爆、腐蚀性等，采取相应的安全措施^[2]；③原料配比。即在设计期间，考虑到将多类原料按照一定比例混合使用。在原料配比时，需要综合考虑反应的化学计量比、反应速率和产物质量要求等因素。

1.2 反应过程设计应确保安全、稳产、高效

化学工艺的价值、功能体现受到反应过程的直接影响，依据企业生产需求的分析，在确保安全的前提下，优化反应过程设计：

1.2.1 反应器选择重视安全性

需在明确实际生产情况的前提下，做到对反应器的合理选择具体包括：①批量反应器适用于小规模生产或实验室研究，其中反应物在封闭的容器中进行反应，一次只能处理一定量的物料；②连续流动反应器可用于大规模连续生产，其中反应物通过管道持续流动，反应在流动过程中进行；③固定床反应器能够用于气相或液相反应，其中固定床填充有催化剂，反应物通过床层进行反应^[3]；④另外，企业需结合实际生产要求、标准以及反应性质的分析，选择如搅拌式反应器、流体化床反应器等其他类型的反应器。

1.2.2 反应条件优化重视稳定性

在实际工艺设计过程中，需注意对以下几点把控：一是温度因素。为保证反应速率和产物选择性控制符合要求，需通过控制反应温度，以获取较为理想的反应速率和产物质量。同时，温度的选择应考虑反应热效应、反应物的稳定性和催化剂的活性等因素。二是压力因素。为保证气相反应控制符合预期要求，并对反应平衡和反应速率优化控制，需选择适当的压力可以增加产物回收率和选择性^[4]。此外，压力的选择还应考虑工艺安全性和设备的承受能力。三是反应时间。即在设计期间，需提高对反应时间合理控制的重视度，以实现对反应程度和产物纯度的优化控制。

1.2.3 催化剂选择重视产能效益

化工反应过程的性能体现受到催化剂应用的直接影响,对此需在选择时充分考虑催化活性、稳定性和可再生性等因素,并根据具体反应要求选择催化剂的载体和形态。反应过程设计的目标是实现高效、高选择性和高产率的反应。通过合理选择反应器类型、优化反应条件以及选择合适的催化剂,可以实现理想的反应结果。

1.3 产品分离与纯化重视成本控制

作为化学工艺中的关键环节之一,产品分离与纯化主要是采取相关技术、方法,对目标产物与组分进行纯化与分离处理的重要环节。要想在充分展现出分离与纯化处理的作用,需在化学工艺设计时加强对以下几点把控:

1.3.1 分离技术选择安全合理

为保证分离处理符合化工生产需求,需结合实际生产情况来合理选择不同分离技术,包括:①蒸馏。可在挥发性成分或液体混合物中不同沸点组分分离中运用蒸馏技术,以加热混合物的形式,使其中的成分按照其沸点的差异进行蒸发和冷凝,实现分离^[5];②萃取是在溶液中目标成分与其他溶质之间选择性分配差异的分离中合理应用萃取技术,依托于混合物与适当的溶剂进行接触,目标成分会在两相之间分配,进而达到分离目的;③结晶可在固体混合物分离中有效运用结晶技术,以温度和溶剂浓度控制为前提,使目标成分结晶出来,以保证其分离效果符合需求;④吸附主要是对分离气体或液体混合物中的目标成分通过与吸附剂相互作用而被吸附,并对吸附剂的选择和操作条件加以调节,实现目标成分的吸附和脱附。

1.3.2 废物处理避免污染和浪费

在分离与纯化工艺设计中,废物处理的优化控制至关重要,对此需注意:首先,副产物处理控制。纵观当前产品分离和纯化开展,副产物或废物的产生成为常态。需对副产物进行适当处理,以减少对环境的污染和资源的浪费。在实际设计过程中,可视情况采取回收再利用、储存、处理或安全处置等方法。其次,环境影响评估实施。需在产品分离和纯化过程中,需将环境影响评估贯穿于废物处理环节,其具体评估内容涉及废物的性质、排放量、处理方法以及可能对环境的影响等^[6]。

1.3.3 纯化过程优化节本增效

为保证其纯化处理过程符合化工生产需求,需提

高对纯化过程优化控制的重视度。①化工企业需加大回收率和纯度的控制力度,根据产品的要求,设计和优化分离过程,以实现高回收率和目标产物的高纯度。通过调整操作参数、优化设备和工艺流程,可以提高产品的纯度和产率;②注重能耗和成本的强化控制。纯化处理期间要求人员综合考虑能耗和成本因素。选择合适的分离技术和操作条件,以降低能耗和生产成本,并确保经济可行性。

1.4 设计综合考虑各种因素

为保证化学工艺设计符合企业实际生产需求,保证企业生产经济效益,还需在设计时考虑到以下因素:

1.4.1 经济性因素

即在设计期间加强对以下几点把控,一是原材料成本。要求人员在工艺设计期间考虑原材料的成本,选择经济性较高的原料或寻找替代原料,以降低生产成本。二是能源消耗。优化工艺流程和设备设计,以降低能源消耗。例如,选择高效的反应器和分离设备,合理利用废热和废气等。三是生产效率。即在设计期间注重优化反应条件、改进工艺流程和控制系统,提高生产效率,降低生产成本^[7]。

1.4.2 可持续发展因素

一是环境影响。即在设计期间做到评估和降低对环境的负面影响。采用绿色化学原则,减少废物和污染物的产生,优化废物处理过程,寻找环境友好的替代品等。二是资源利用。注重对原料利用率的优化控制,减少资源的浪费。可考虑回收和再利用废物、优化催化剂的使用量等措施,以最大程度地减少资源消耗。三是安全性。需以安全生产为视角,防止事故和污染的发生。设计合理的安全控制措施,确保操作员和环境的安全。

2 化工设备安全、稳定、高效、经济运行的条件

2.1 设备运行安全性评价

当前化学工艺设计中,设备安全性评价发挥重要作用,不仅是提升设备运行可靠性、稳定性、经济性的关键所在,对保证化工企业可持续发展有着重要影响。

2.1.1 评价目的

即在设计期间,要求相关人员需以评价目的的明确为前提。在实际化工生产过程中,安全性评价的主要目的是识别潜在的危险和风险,评估设备在正常操作、异常情况和事故情况下的安全性能。通过评价和改进设备的安全性,以期减少人员伤亡,并实现对环

境污染、经济损失等风险的有效预防。

2.1.2 确定评价内容

要想将安全性评价贯穿于化工设备使用的全过程中,需将以下几点纳入到评价内容中。①设备设计评价:要求人员评估设备的设计是否满足相关的安全标准和规范要求。包括设备的结构强度、材料选择、防爆设计、防腐蚀措施等方面的评估;②设备操作评价:强调对设备操作程序和操作员技能水平的评估,确保设备在正常操作下的安全性能;③设备维护评价:将设备维护计划和维护记录的评估纳入其中,确保设备的正常运行和维护保养的有效性;④设备紧急情况应对评价:要求人员开展设备在紧急情况下应对能力的评估,具体内容涉及事故发生时的紧急停机、紧急排放和应急处理等方面^[8]。

2.1.3 评价方法应用

不同评价方法的合理应用,可实现对化工设备使用风险、问题的有效发掘。鉴于此,可视情况采取不同方法来优化设备评估工作开展:①设计文件审查主要是按相关要求,对设备的设计文件进行审查,包括设计图纸、设备规范、标准和规程等;②现场检查,即在生产期间对设备进行实地检查,评估设备的实际状况和存在的安全隐患。包括设备的结构完整性、防护措施、紧急停机装置等方面的检查;③风险评估强调在生产期间开展风险评估,识别设备可能存在的危险和风险,并评估其严重性和概率,常用的风险评估方法包括 HAZOP、FMEA 等;④安全性能测试为加强设备运行安全保障,需对设备的安全性能进行测试,具体涉及到设备结构强度测试、防爆性能测试、紧急停机测试等。

2.2 设备操作限制评价实现稳定运行和经济效益

化工设备运行可靠性、安全性受到操作限制与人员的直接影响,对此需在明确安全性评价重要性的前提下,将设备操作限制与人员纳入到评价范围内。对于设备操作参数的评价包括:①操作条件限制:以设备设计和性能特点为准,确定设备的操作条件限制,涉及到设备最大操作速度、最大操作负荷、最大操作容量等;②物料限制:基于对工艺要求和设备材料特性的确定,对设备物料限制加以评价分析,如某些材料可能对设备具有腐蚀性,需要限制其使用;某些物料可能对设备具有反应性,要避免与其接触;③环境限制:在明确设备所处的环境条件的前提下,评价并分析设备的环境限制,如设备可能受到温度、湿度、

气候等环境因素的影响,需要在操作中加以考虑和控制。

为保证设备安全稳定运行,对操作人员评价包括对设备操作人员必要的技能进行评价,判断是否能正确、安全操作设备。而培训内容则涉及到设备操作流程、紧急情况处理、安全操作规程等,在安全性评价实施期间,需依据设备操作复杂性和工艺要求,确定适当的人员数量和配备。确保设备操作过程中有足够的人员进行监控、控制和应对紧急情况。操作程序应结合实际生产需求的分析,制定科学操作程序和操作指南,确保设备操作一致性和规范性,从实施标准化经营管理方式来提升企业经济效益。

通过以上对设备操作限制和操作人员的评价,切实保证设备安全稳定运行,从而使企业提升生产效率和经济目标增长的顺利实现。

3 结束语

化学工艺设计是否合理、可靠,与化工行业可持续发展之间存在密切关联。鉴于此,需在明确化学工艺设计重要性的前提下,从设备材料选择、反应过程、分离与纯化等方面入手,对化学工艺进行优化设计。并通过安全性评价的有效开展,在保障化工设备可靠、安全使用的基础上,为化工企业高安全、高效率生产运行提供支撑。

参考文献:

- [1] 康红艳,鲁晓峰,赵雅茹,等.化学工艺的设计与化工设备安全性的评价[J].石油石化物资采购,2021(15):2.
- [2] 王玉强.化学工艺和设备安全性评价探析[J].工业 A,2021(3):2.
- [3] 王志明.化学工艺和设备安全性评价探析[J].石油石化物资采购,2021(05):48-49,53.
- [4] 张志亮.化工工艺与化工设备的适应性设计分析[J].商品与质量,2020(40):99.
- [5] 涂丹,李云丛.化工工艺设计部分与安全评价对安全生产的影响探析[J].工业 A,2021(9):2.
- [6] 李清锋.关于化工工艺设备管理中化工设备安全保障的对策研究[J].工业 A,2021(2):2.
- [7] 俞永峰.探讨化工工艺及设备的定性安全评价及采取方法[J].石油石化物资采购,2020(3):31-31.
- [8] 李朝红.化工设计与安全评价对化工安全生产的影响研究[J].工业 A,2022(10):3.