

微反应技术在提升精细化工安全中的应用

张少勃 (石家庄诚志永华显示材料有限公司, 河北 石家庄 050000)

摘要: 伴随着我国社会经济的不断发展, 各种先进技术应用在精细化工领域, 有效提高化工产品的质量。但随着精细化工的不断创新, 科学技术和生产工艺也在不断地升级优化, 伴随而来的是多种危险反应类型, 对安全生产造成严重的威胁。微反应技术作为一种新型的应用技术, 可以有效提高精细化工的安全性。对此, 本文结合微反应技术的特点进行分析, 并提出微反应技术在精细化工安全管理中的重点应用。

关键词: 微反应技术; 精细化工; 安全事故; 化学反应; 控制

精细化工是一个很容易发生各种安全事故的行业, 造成安全事故最主要的原因就是精细化工拥有十分强烈的化学反应。与其他生产加工方式不同, 精细化工的生产方式特别灵活, 使用起来十分便捷, 产量也十分可观, 这些特点使进入该行业的流程特别简单, 虽然企业数量庞大, 但是基本上规模非常小。与传统大型化工企业相比, 这样小型化工企业管理水平一般不高, 企业内人数也不多, 在技术以及安全生产管理中并没有明显的优势。目前, 精细化工行业中存在各种各样的安全隐患问题, 相关部门要投入大量人力和物力才能有效解决这些问题。众所周知, 在精密化学中最常见两种类型事故就是火灾和爆炸, 出现这两种安全事故的原因通常为化工生产中化学反应的传递, 科学研究人员正在着手精密化学中的常见安全问题进行分析。

1 微反应技术的相关概述及特点

微反应技术就是微化学领域中最重要的高新技术, 也是现代化精细化工生产中的主要应用技术^[1]。从本质上来看, 微反应技术指的就是以微反应器为核心元件的连续流动反应技术, 而且微反应器还有各种各样不同的类型。从外观形态上分气固相催化、液液相催化以及气液固三相反应催化器等。从反应器的内部结构可分为: 微通道、毛细管、微孔阵列以及膜分模式等。通常微反应器中的流体尺寸一般为 $1\mu\text{m}$ – 1mm 之间, 利用改变流体的传质、传热特性来强化反应, 可以在精细化工生产中有效提高化学反应效果。通过微反应器能够显著放大微反应技术的优势, 微反应技术能够通过添加微反应单元来完成批量生产, 具有明显优势, 也能将部分微反应单元删除, 更有利于适应生产需求, 但在此过程中要加强完善管道的连接方式, 确保生产的安全性。

2 微反应器的结构特点决定了其特殊优势

从本质上来看, 微反应器属于一种连续流动的管道式反应器。包括化工单元生产所需要的混合器、反应器以及控制器等。但微反应器的尺寸比常规的管式反应器要小很多, 微反应器内部结构是由很多微管并联组成的, 比表面积较大。因此微反应器的优势是具有很好的换热效率和混合效率, 能够实现对反应温度的精准控制及对反应物料进行精准的配比混合。这些方法都是提高效率和安全性的保障, 由于自身具备不同于常规反应器的结构特征, 所以, 决定微反应器部分明显的特殊优势: 首先小试工艺技术无需进行中试就可以直接放大。在精细化工行业中, 多数使用的是间歇式反应器。由小试工艺放大到反应釜, 因为传热效率存在差异, 所以工艺条件通常都需要经过实验

来适应较大的反应器。流程一般都是从小试到中试, 最后再到生产。利用微反应技术加工时, 可以不扩大微通道的尺寸来放大工艺, 而是可以通过增加微通道的质量来实现, 在小试过程中最佳反应条件不需要作出任何调整就可以直接投入生产, 所以不存在反应器放大的困扰。

其次, 能够掌握合适的反应温度。较大的比表面积使微反应器的换热效率极高, 即使是在反应的瞬间也能释放出大量的热量并在第一时间移出。维持反应的温度不会超过设定标准值。针对一些强放热反应, 常规反应器由于不具备较高的换热效率和混合效率, 经常会导致局部过热, 大量副产物因此生成, 收率也会明显下降, 在精细化工生产过程中不能够尽快导出反应产生的大量热量, 导致冲料以及爆炸事故。

最后, 就是能对反应时间进行精准掌控。正常的单锅反应, 通常在反应过程中加入反应物, 避免反应过于剧烈, 这会导致最先加入的反应物存在时间过长, 经过一段时间后就会生成大量的副产物。而微反应器中的反应通道通常只有数 $10\mu\text{m}$ 大小, 可以按照精准的比例混合, 避免生成大量的副产物。

3 微反应技术在精细化工生产安全管理中的应用

微反应技术可以在微化学领域中明显提高精细化工生产过程的安全性, 通常在常温环境下进行, 没有大量的热量聚集, 可以明显提高化学反应的速度^[2]。同时, 由于控制通道的尺寸各有不同, 如果发生异常反应, 可以马上断开自由基的反应链, 有效避免危险事故发生。此外, 微反应技术还能有效阻断有毒物质的泄漏传播, 破坏周围环境, 即使泄漏量特别小, 会对人体健康造成一定的危害。要结合实际情况确保各生产环节的顺利进行。通过研究调查能够了解, 微反应技术可以应用于各个行业领域, 精密化学涉及的方面较广, 所以利用效率也会不断提高。

3.1 在硝化反应中提高生产安全性

当精细化工生产过程中发生硝化反应, 三角内交叉趾的柱形单通道反应器在运行时就需要保持 25°C 的室温, 并且在没有添加任何含氮物质和惰性溶剂的前提下, 反应的停留时间会明显提高^[3]。此外, 在常规反应器的 $1/210$ 范围之内, 硝酸异氰酸酯的收率会特别大, 高峰值会达到 100% 以上。根据实际调查结果显示, 为了减少能源的消耗, 提高生产产品质量, 必须要确保反应安全性。相关研究显示, T 型微反应器中的硝化反应十分明显, 反应速率主要是依靠内在动力学。此外, 如果没有检测到任何副产物, 则可以对整个反应过程精准控制。

3.2 在氧化以及过氧化反应中提高生产安全性

在精细化工生产中会用到很多过氧化氢,因此相关工作人员开始对各种方式尝试,将氧气和氢气融合在一起,通过转化成为过氧化氢。在较早之前,国外学者就开始研究过氧化氢反应,利用微反应器可以直接合成过氧化氢。而我国科研人员郑亚峰发现,在载体的表面涂有 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 在毛细反应器中,可以发生乙烯氧化反应,并且环氧乙烷的收率高达 60% 以上,空速为 5000h^{-1} ,并且反应是在安全的环境中进行。不仅如此麻省理工学员还研究出了一种集成加热器,能够将集流量和温度融为一体。

3.3 在其他类型危险反应中提高安全性

精细化工的生产反应过程十分复杂,各种有毒物质的应用十分频繁。所以有很多具有危险性的反应工艺^[4]。为了有效提高生产安全质量,利用微反应技术能在一定程度上确保生产的可靠和稳定。相关工作人员必须要科学控制时间和温度等生产工艺参数,确保数值能够在一个正确范围之内,获得更高品质的化工产品。在反应器中,通常 5s 时间就能够在微反应器中发挥出各种不同的化学反应。进而减少毒素可能返回反应器的时间,也降低了毒素向外泄漏的几率。例如在使用多晶银颗粒微反应器展开反应试验时,对氧气反应形成的异氰酸甲酯进行研究能够发现,微反应器可以有效控制反应过程产生的毒素。并通过氧化装

置有效减少潜在的反应风险,对于提高精细化工管理水平有十分重要的意义。

总而言之,我国精细化工在近几年发展中取得不断的进步,在生产创新发展过程中,还需要重点加强安全管理工作,提高精细化工产品的质量。同时,通过微反应技术在精细化工安全管理中的应用,能够与硝化反应、氧化反应以及其他反应中发挥重要的调节稳定作用,对此,在精细化工领域要全面推广微反应技术,尽最大可能减少安全事故的发生,推动精细化工产业持续发展。

参考文献:

- [1] 微反应技术硝化合成硝酸异辛酯 [J]. 当代化工, 2019, 48(06): 1173.
- [2] 曾丽媛, 毛明珍, 王伦, 张晓光, 宁斌科. 微反应技术在氟化反应中的应用 [J]. 精细化工, 2019, 36(04): 549-558+587.
- [3] 罗芬, 李颖, 吴冰, 童捷. 微反应技术在提升精细化工安全中的应用 [J]. 现代化工, 2019, 39(04): 63-66.
- [4] 马凯, 王茂祥, 韩传茂, 陈德平. 精细化工安全管理中微反应技术的应用 [J]. 化工设计通讯, 2020, 46(07): 86-87.

作者简介:

张少勃(1989-), 男, 汉族, 河北邢台人, 本科, 研究方向: 化工行业生产工艺安全及绿色化工合成方向。

(上接第 141 页) 62.51% 和 92.21%。

4 化工医药废水治理的难点

4.1 废水含有各种各样的化学品和各种各样的药品

在化学品和药品的生产过程中, 使用了各种各样的原材料, 废水中包括许多主要来自产品、副产品和原材料的物质。排放的污染物主要是氨排出物、苯酚排出物和有机磷排出物, 一些染料厂排放的污染物大多含有酸性废水和高铬含量的废水, 可能会在发酵过程中产生一些废水。

4.2 废水中的化学复合成分和有机成分排放物之间也存在着较大的差异

工业废水排放中的少数将得到处理, 大多数废水中会存在有机污染物。一些有机污染物的成分非常复杂, 在化学反应的整个过程中, 必须考虑到收率的问题。在原料生产过程中, 需要增加一些溶剂和半成品, 其中有机物含量非常高, 许多含有不同程度的毒性。碳氢化合物及其衍生物经常出现在石油化工厂的废水中, 有机氯农药具有很强的毒性, 可以在生物体内长期存在。在整个化学品生产过程中, 一些含有高浓度有毒物质的加工废水被处理掉, 所有这些废水中都含有有机硫化物, 经过长时间的储存后, 可能会造成毒性当量的恶臭污染。

4.3 废水有机物成分复杂

化学药品排放的水的有机组成非常复杂, 排放的 pH 值差别很大, 少数工业处理排放的废水, 其中大多数含有有机污染物, 这些有机污染物的组成非常复杂。在整个化学反应过程中, 必须考虑回收率: 产品原料处理系列中存在不同的化学反应, 总回收率将大大降低。溶剂和半成品必须添加到含有高有机物含量和许多生物体的原料生产中,

未经处理的废水排放可能对人类构成重大风险。碳氢化合物及其衍生物常常存在于石油化工生产厂排放的废水中, 有机氯农药具有剧毒性, 可在生物体内长期存在。工业废水在整个化学品生产过程中被排放, 其中含有大量有毒物质、有机硫化物和长期储存造成的臭污染。

4.4 水排放具有间歇多变性

化学和制药废水的总量很大, 制药业需要原料来进行一系列化学反应, 涉及整个反应系统的许多过程, 例如过滤、提炼和分离。产品排放的废水是成品的几十倍, 化学反应需要特殊的温度条件和一定的压力范围。在高温下, 化学反应需要大量冷却水, 必须不断循环利用, 导致大量浪费水资源。随后对设备进行清洗, 对土壤中剩余的废水进行清洗。市场变化对产品有很大的影响: 一旦市场波动, 化学品和药品的种类经常被更换, 因此大多数产品都是间歇性生产的。这种现象可能导致不同阶段的废水清理, 并随着时间的推移增加总的废水储存量, 这些因素加在一起不利于环境管理。

5 结束语

在化学和制药废水处理过程中, 必须结合废水的实际特性进行分析。依赖一种单一处理技术, 无法达到相关标准和条例的要求, 必须选择各种技术来开发废水处理, 才能确保最终实现目标。

参考文献:

- [1] 胡国云, 程抗, 杨力力. 医药化工高盐废水处理技术的应用探讨 [J]. 环境与发展, 2017(09): 134-135.
- [2] 刘占孟. 电化学法处理高盐度染料中间体废水实验研究 [J]. 齐鲁工业大学学报, 2015, 19(004): 30-34.