

微通道反应器在危险工艺中的应用研究

林存广

辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司

摘要: 微反应技术被认为是化学工程发展的一个新的重要方向, 引起了国内外研究者和生产商的关注。本文综述了微通道反应器技术在危险过程中的应用和研究进展。

关键词: 微反应器; 连续流; 危险工艺

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.24.161

化学工业在人们的生产和生活中发挥着重要作用。自化学工艺进入21世纪以来, 他们发展出了高效、速度快、光控、安全、环保的方向。在“化学工艺开发”的背景下, 开展新技术研究和创新技术非常重要”, 微化学技术引起了国内外科研人员和厂家的关注。微胶技术在化学工程领域是最有创造力和最快的发展。微定技术包括化学品、材料、微缓存、微微或电子等领域。许多仪式高度整合, 反映了现代科学发展的特点。中国、德国等发达国家现已探索微响应技术。中国科学院大连化学物理研究所是小响应技术研究的领先提供者, 在加强化学过程和设备小方面取得了全球影响力。华东理工大学和中国科学院等高校院校。

一、微通道反应器简介

微通道反应器是一种新型的小型连续管式反应器。反应器中的微通道是使用正确的机器技术生产的, 通常尺寸范围为10至1000微米。微通道反应器的“微型”并不意味着微通道发电总量小或产量低。事实上, 这意味着液体通道位于微米或毫米的楼梯上。微通道发电厂可以包含许多微通道, 液体可以组合以特定的物理状态进入反应器, 以实现最大效率。根据工艺状态, 微罐电厂可以雕刻成玻璃, 硅晶片, 石英, 氟聚合物, 金属和陶瓷等原材料, 可用于摄影和工作。通道的直径通常以微米或毫米为单位, 远小于普通管式反应堆的特性。但对于分子水平的反应来说, 这个数量仍然很大。因此, 使用微缩剂不会改变反应过程和内在动力学特性, 但它通过改变温度, 质量传递和流动特性来增强化学过程。

MicroChannel PowerHouse是一种微型结构有限的翻新设备。微观结构是微观局的核心。可以根据显微量的类型设计不同类型的显微切片。在微潜能器的设计和制造中, 有更复杂的多功能复合结构, 如注射、混合、结合、结晶、冲击、包装、阶段分离等。例如, 由德国IMM开发的SimM微混合器由哈氏合金混合物制成, 具有优异的衰减, 耐极端温度(200℃)和高压(100 bar)。它是各种化学反应的理想选择。独特的内部叉片将液体切成许多微细层流液体, 而上部和下部则用硬质金属套圈包装。美因茨微通道具有显著的质量和温度流量、非常高的流量、极热和耐高压的特性, 而且还

具有恒定关机、快速控制、光放大器以及简单的机械连接、盘状和维护的优点。它为化学过程“更好”、“更快”、“更便宜”、“更安全、更环保”提供了一种重要途径。

二、微通道反应器的特性及优点

(一) 有效传质能力

微通道反应器的特征尺寸比常规反应器小的多, 这改善了微通道反应器中的热量和压力等物理指标, 这意味着它提高了物质和能量传输的功率, 增加了质量循环, 并扩大了每个单元的大小和单元周围的循环; 微反应机器减少了流动距离和对流周期; 缩短了流动性的混合物; 并显著增加了微量控制器的质量流量容量。

(二) 可控连续反应过程

如果传统强国中存在强力反应, 通常会逐步添加, 以平衡响应并防止响应变得过于激进。这种药物方法提供了副作用, 因为最初添加的一些药物持续时间更长。微通道由进入微通道的稳定流量提供动力。流动场在层流中以类似的方式扩散。这允许在响应条件下正确控制材料的居住时间, 并设置响应的开始或结束。它还可以提高产品集成度并减少生产生成。

(三) 增加和扩大

所有这些, 在弧光化中, 然后全部, 在弧光中。在非常辐射的船上, 辐射的人辐射背后, 在早晨的辐射中, 在寒冷的原因特征中, 并支撑着他的头。长期的鼠尾草, 确实是一个长期的重要统治时间较长的时间, 有一些挣扎的物种进行结构和在其结构中进行。

(四) 高安全性

由于微反应器特性尺寸小, 传质大, 传热能力高, 能及时除去强放热化学反应产生的大量热量, 避免了宏观反应器中常见的“飞温”事件; 同时, 由于反应过程中反应器中滞留的物料量小, 反应器耐压性强, 反应器之间相对独立, 有些反应过程可以用容易爆炸的化学反应顺利进行, 特别是在正常条件下难以实现。

此外, 微反应器中使用的连续流进料允许容易引发或结束反应, 并且反应过程易于控制, 大大提高了安全性。

三、在危险工艺应用进展

国家职业安全监督管理局列出了首批重点监管的18个危险工艺, 即磷苯和磷化工艺、电解工艺(碱氯)、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解工艺、化学反应工艺、化学反应工艺和化学反应工艺, 氟化法、加氢法、重氮化法、氧化法、过氧化氢法、胺化法、磺化法、聚合法、烷基化法、新型化学煤法、电石生产法、偶氮法。下面列出了一些工艺的危险特性以及微通道反

反应器技术在相应工艺中的应用研究案例。

(一) 硝化过程

氮化合物广泛用于基础化学品和特种化学品，以及染料，药品，农药，介质和爆炸物。硝化反应具有这样的危险特征：（1）在溶化反应中，大多数原料，产品和爆炸物内都是爆炸性的；（2）硝化反应过度，反应速度慢，温度不足以控制；（3）大多数硝化过程容易受到该区域的极端高温和危险；（4）硝化反应容易受到氧化、磺化、水解等副反应和过度反应的影响，对产品安全有直接影响。

如果硝化响应反应非常迅速且具有外部特性，则微反应器技术可以更好地控制响应温度等测量，并具有良好的温度传输效率。还存在硝化的风险，但实现大规模制造工艺并不困难，因为它正在流动。Panke等人将1-甲基-3-丙基-1-吡啶-5-羧酸在Stenz Stinz金属的细胞中正式的微反应器中。硝化结果是西地那非性能的重要介质。响应为35分钟的居住时间，产量为73%，产量为5.5g/s。由于微波中空间广阔，并且能够传递极端热量，因此在90℃下可以响应超过100℃的二羧化，以降低超过100℃的高空响应。脱羧过程中产生的二氧化碳会引起大量压力，从而导致事故。

开始研究对toluene表面的持续探索。用 H_2SO_4/HNO_3 处理（方法 1）；用乙酰硝酸盐原位产生的纯 HNO_3 和 Ac_2O 处理（方法 2）。采用方法 1，甲苯的硝化可以达到 98%的转化率，转化为同分异构体 2~6。而方法 2，化合物 2 和 3 的选择性较高，分别提高到 54%和 39%。与方法 1 相比，完全抑制了二硝基产物 6 的形成。

方法1: H_2SO_4/HNO_3 , $t=65^\circ C$, 停留时间 $t=15min$;

方法二: $Ac_2O/H_2SO_4/HNO_3$, $t=30^\circ C$, 停留时间 $t=70min$ 。

芳香化合物的硝化一般是放热的且快速的；在存在过量或高温硝化元素的情况下，芳香化合物会吸收过多的硝化。通常，在大多数芳族硝化反应中，硝化剂逐渐添加到芳族平衡（可能是固体或液体形式）中，以避免由于硝化剂的存在而产生的高温影响。近年来，为克服系统传热能力差的问题，利用芳香族化合物硝化的可能性，利用微反应器传热高、混合性能好等优点。库尔卡尼等人。研究了 SS316 管式微反应器中水杨酸（SA）与 $HNO_3/AcOH$ 的连续硝化反应。水杨酸的硝化选择单硝基水杨酸（5-nitrosalicylic acid, 5-nsa; 3-nitrosalicylic acid, 3-nsa）。包括的单硝基产物中，以5-nsa为主要产物，进一步还原生成5-氨基水杨酸（俗称美沙拉秦）。在一系列正在进行的实验中，作者发现，当乙酸缺乏减少时，5-nsa 会增强和阻断载体。提高醋酸的浓度可以解决这个问题，而不影响产品的选择。最后，在特定的流量响应条件下（ $SA \cdot HNO_3 = 1 \cdot 3$, $SA \cdot AcOH = 1 \cdot 10$, $t = 50^\circ C$ ），7分钟内试剂完全更换，增加了目标样品。与传统方法相比。（化合物 5-硝基）选择性。还可以通过提高温度和硝化剂含

量来改进选择。

有研究人员一种在微反应器中通过连续硝化称为 1, 4-二氟-2-硝基苯的工艺。他们使用2.0倍硫酸和1.1倍硝酸的混合物作为氮剂。作者发现，在某些条件下，增加硝酸的量不会影响选择；结果表明，两种组分的硝酸盐含量是主要控制物质。除电源和接收器外，中央装置分为三部分：前两部分为响应装置，第三部分为冷却装置。反应初期，试剂浓度高，硝化反应速度快，升温快。因此，将第一部分的温度设置为30~35℃以散热。随后降低试剂浓度，降低硝化速率，然后将二级温度设置为65~70℃进行快速反应。之后试剂量少且浓度高，所以第三层温度控制在-5~0℃完成。采用这种控温方式，副作用得到有效抑制，收率达到98%。硫酸可每天施3次，然后加到恢复中。

除空气外，所有催化剂在使用前均混合。答案方法：0.1摩尔/升吡啶，0.5摩尔/升叔芳酸钾，TMPUDHF（75c 25v/v）接受0.6ml/LHMPA。

高效液相色谱性能。答：二甲醚·四氢呋喃（75·25V/V）作为溶剂。洛朗等人他们使用盘管反应器在室温下检查了醛的催化氧化。通常，醛被氧气氧化，反应速率受限于氧气和醛之间的传质速率。在传统工艺搅拌反应器中，为避免在反应器顶部空间形成易燃气体混合物，废气流的氧气部分压力应保持在5%的安全限值以下。在醛氧化的情况下，可以通过减少空间爆炸来降低氧气和蒸汽混合物易燃的风险。连续流式气液反应工艺具有时间检测面积大、检测清晰、混合速度快、传质限制小等优点。已知醛的氧化连续分为三个部分。首先，自由基修饰链结构以产生平衡的过氧酸，然后将其添加到醛中；混合的介质发生反应以提供正确的羧酸盐。作者认为，自由基链是由于起始物质中的微量杂质引发的。然而，对于有限的反应，作者必须添加特定量的类似于锰（II）的催化剂，以保持平稳和短的反应时间。

微反应器的使用过程不断将生产过程转变为生产传统的高质量化学品，可以提高产量，选择，减少三次浪费，并降低危险过程的风险。尽管在使用微渠道技术时仍然存在微渠道容易堵塞和衰减等问题，但将微化学技术升级为传统化学提供了便利通道。

参考文献

- [1] 申桂英. 微通道反应器在精细化工产品合成中的应用研究进展[J]. 精细与专用化学品, 2021, 29 (10): 19-21.
- [2] 李林吉, 黎容, 廖秀飞, 万阳裕, 廖洪利. 微通道反应器在芳香化合物硝化反应中的应用进展[J]. 化学与生物工程, 2021, 38 (02): 7-11.
- [3] 张芳华. 微通道电化学反应器中的CO₂还原研究[D]. 华东理工大学, 2020.
- [4] 汪欢. 微通道反应器内二取代芳烃的硝化反应研究[D]. 南京理工大学, 2014.