

生物质资源转化为 1,4-丁二醇的可持续化工工艺探索

于迎虎

(内蒙古东景生物环保科技有限公司 内蒙古乌海 016040)

摘要: 本文探索了将生物质资源转化为 1,4-丁二醇的可持续化工工艺。综述了传统的 1,4-丁二醇生产方法, 如丁二烯氧化和顺酐加氢, 并指出了传统方法存在的问题。详细探讨了生物质资源转化为 1,4-丁二醇的可持续化工工艺技术, 对关键技术进行了分析, 强调了这些技术的重要性和可行性。这些工艺技术的发展为为实现可持续化工的目标贡献了重要的解决方案。

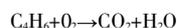
关键词: 1,4-丁二醇; 生物质资源; 可持续化工

引言:

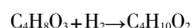
1,4-丁二醇是一种重要的有机化工原料, 其传统生产方法存在能源消耗高、环境污染等问题。探索生物质资源转化为 1,4-丁二醇的可持续化工工艺技术具有重要意义。本文旨在综述传统生产方法及其局限性, 并探讨生物质资源转化为 1,4-丁二醇的关键技术, 为可持续化工工艺提供新思路和方法。

1.1,4-丁二醇的传统生产方法综述

1,4-丁二醇这一有机化合物, 又称为 BDO, 化学方程式 $C_4H_{10}O_2$, 分量为 90.12 克/摩尔。这种物质是呈现透明或淡黄色的油状液体, 具备吸收湿气的特性。物质的凝固点温度为 $20.1^{\circ}C$, 此时其折射率为 1.4461。1,4-丁二醇能够溶于甲醇、乙醇和丙酮, 但在乙醚中只微溶。味道苦, 并带有隐约的甜味。1,4-丁二醇在化学、医疗和材料行业中有着广泛应用, 既可作为溶剂, 也能作为湿润剂, 用以制造增塑剂, 并且在制药、生产聚酯塑料和聚氨酯甲酸酯塑料等领域发挥着重要作用。标准制造方法主要涉及丁二烯的氧化转化和顺酐的还原处理这两种途径。在丁二烯的氧化过程中, 其在催化剂的促进下与氧气发生氧化还原反应, 从而形成了 1,4-丁二醇。如下方程式所示。



通过加氢反应, 顺酐在催化环境与氢结合, 形成化学变化, 从而产生 1,4-丁二醇。如下方程式所示。



传统技术广泛依赖原材料, 特别是那些来自化石燃料行业的非可再生资源, 其稳定性容易受到原材料价格波动和资源供给限制的影响。在运用老旧的生产技术时, 能源效率不高, 可能引起环境破坏, 不符合持续发展目标。传统技术在严酷的反应条下面临挑战, 同时寻找合适的催化剂和控制反应过程也具有一定的难度^[1]。如图 1 所示。

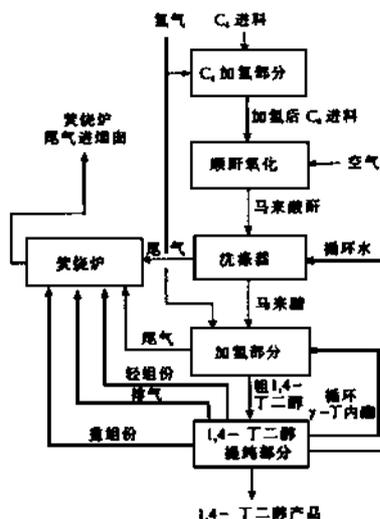


图 2 1,4-丁二醇的生产方法

2. 生物质资源转化为 1,4-丁二醇的可持续化工工艺技术

2.1 生物质预处理技术

生物质预处理技术在重塑生物质的结构和性质, 以增强其在后续转化过程中的反应性和可处理性。生物质的初步加工技术分为物理、化学和生物方法。物理方法包括粉碎、磨碎及压榨等过程, 机械作用破碎生物质的纤维结构, 增加其表面积, 从而加快后续反应速度, 提升反应效率。化学方法是酸碱处理溶解氧化。改变溶液的酸碱平衡, 对生物质的纤维素及木质素进行拆解, 加速酶或微生物的分解过程。利用生物学方法时, 酶促反应与微生物活动相关, 专门分解生物质中的指定成分, 产生作为 1,4-丁二醇前体的重要中间产物。选择合适的生物质预处理方法取决于原料种类质量要求和产品规格。木质纤维素生物质的转化要求运用复杂的物理化学处理来破坏其纤维结构, 以便进行分解。相反, 淀粉类生物质由于其特殊的性质, 非常适合直接使用酶解方法。精确调整预处理阶段的各项参数, 慎重挑选适宜的催化剂, 并妥善解决废弃物问题, 以确保整

个转化过程既经济又环保。

2.2 生物质转化反应工艺

生物质转化反应工艺需要经过多个步骤和路径选择适当的催化剂优化反应条件极其关键。生物质转化反应技术包含生物催化手段和化学催化手段。微生物或酶催化剂的生物转化, 生物质被转化为中间体以完成特定步骤, 进而生产出 1,4-丁二醇。这种方法因其高选择性和温和的反应条件而被青睐, 但其应用受限于微生物或酶的稳定性, 导致反应速率受限。化学催化过程涉及使用化学催化剂, 直接将生物质转化为目标化学品。此方法的优势在于其快速的反应速度和高效率, 但需要改进催化剂的选择和调整反应条件, 目的是增强产物的选择性和提高产品的纯度。在生物质转化过程中, 开发适宜的催化剂并增强其功效是极其关键的。合适的催化剂可加快化学反应速率, 增加产出量, 调整物质分布, 并改善产物选择性。为不同生物质提供针对性的催化剂设计以及特定反应条件的优化实现高活性高选择性优越稳定性。反应条件优化确保反应高效进行关键。调节温度压力反应物浓度催化剂用量影响反应速率产物选择性产率^[3]。

2.3 催化剂设计和优化

催化剂在催化反应中发挥着关键作用, 降低反应所需的活化能来加速反应过程, 并提高反应的选择性。在设计催化剂时必须考虑到其对反应特性的适用性, 以确保满足特定需求。针对生物质转化的反应特点, 还需考虑底物的种类以及反应条件, 包括温度和压力。必须选择适当的催化剂种类。常见的催化剂类别包括各种金属种类、碱酸种类, 以及生物来源的种类等等。金属催化剂因具备高活性与选择性而备受瞩目, 金属催化剂可能遭遇中毒和失活等挑战; 酸碱性催化剂因其稳定性和可再生性受到青睐, 尽管在催化选择性方面表现不尽如人意; 生物催化剂具备卓越的专一性和环保特性, 但其运用受到限制因素的影响。在增强催化剂功效的过程中, 不得不考虑其反应活性、专一性以及稳定性。催化效力是指促进剂推进化学物质转变的能力, 优化构成和表层特性来提升反应效率。利用特异性催化介质, 可以加速化学反应并生成特定的目标产物。稳定性是指在化学反应中, 催化剂保持稳定性的能力, 这种能力可以通过使用适当的载体和添加剂等方法来增强其使用周期。若催化剂失效或污染, 则需采取再生手段, 以便重新获得其催化性能。

2.4 反应工艺集成与优化

反应工艺集成与优化合理安排多个反应阶段, 从而提高制造流程的效率, 增加产量, 减少能耗。在反应工艺的集成过程中, 必须考虑到各步骤之间的配合与过渡, 生物质转化为 1,4-丁二醇通常需要经历一系列连续或并行的环节, 如生物质预处理、催化转化和产物分离等步骤。细心规划化学反应流程, 有效地促进物质转换过程, 降低能源与原材料的消耗。改善反应过程, 关注反应条件的精准调控, 实施调整。精确调整温度、压力、反应物浓度和催化剂用量等

参数, 可以有效地改变反应速率, 提高产物的比例, 并优化产物的选择性。实验安排和计划制定之后, 采用数据解析手段, 选择恰当的环境因素, 达成最高效的结果。在进行工艺反应的统一过程中, 必须考虑到废料的处理以及循环资源的重复利用。生物质转化或许会引起副产品或废弃物, 包括气态、液态或固态废物。通过适宜的技术手段, 废弃物可以被转换成有价值的资源, 甚至能源, 从而实现其全面的利用并促进资源的持续循环。整合反应工艺改进反应工艺综合经济效益环境生态平衡长期维持性多重因素。在保持产品产量和品质的同时, 应当着力降低能源消耗和环境污染, 并且减少生产成本, 以此来提高工艺的经济效益和增强其可持续发展的能力^[3]。

2.5 废物处理和资源循环利用技术

随着社会对资源的关注日益增加, 有效地处理废物并将其转化为有价值的资源成为一种迫切需求。废物处理技术涉及将生产过程中产生的废弃物进行收集、分离、处理和处置的过程。对于生物质转化为 1,4-丁二醇的工艺而言, 可能会产生废水、废气和固体废物等不同类型的废物。针对这些废物, 可以采用物理、化学和生物处理技术进行处理。生物处理技术, 可以利用微生物降解有机废物, 将其转化为有机肥料或生物气体; 而化学处理技术则可以将废水中的有机物和无机物去除或转化为有用的产物, 如生物质气化技术可以将固体废物转化为生物质气体作为能源。资源循环利用技术是将废物中的有用组分进行回收和再利用的过程, 适当的处理和加工, 废物中的有价值的组分可以被提取出来, 重新投入生产过程中, 实现资源的循环利用。生物质的气化或液化过程, 废物中的碳、氢、氧等元素可以被转化为生物质燃料或化学品, 用于生产 1,4-丁二醇。废物中的有机物也可以将生物降解和发酵过程转化为有用的化合物, 进一步提高资源的利用效率。有效地处理废物和实现资源的循环利用, 不仅可以减少对自然资源的消耗, 降低环境污染, 还可以提高生产过程的经济性和可持续性。

结语:

生物质资源转化为 1,4-丁二醇的可持续化工工艺具有重要意义, 可以有效缓解传统生产方法的能源消耗和环境污染问题。该领域仍面临着催化剂设计、废物处理等方面的挑战。未来需要加强对关键技术的研究, 不断提升生产效率和环境友好性, 推动生物质资源转化为 1,4-丁二醇的可持续发展。

参考文献:

- [1] 黄佩佩. 1,4-丁二醇的生产现状和发展[J]. 当代化工研究, 2022, 1(01): 48-50.
- [2] 景森, 关丽娟. 1,4-丁二醇性能及各种生产工艺介绍[J]. 化学工程与装备, 2021, 2(01): 137-138.
- [3] 陈海红. 1,4-丁二醇生产工艺及其技术进[J]. 精细石油化工进展, 2014, 15(01): 46-59.