

# 苯乙烯聚合物对设备的影响及处理措施

曹振斌

陕西延长石油(集团)有限责任公司延安炼油厂, 陕西 延安 727406

**[摘要]** 苯乙烯是一种重要的有机化合物, 是石化行业的重要基础原料, 广泛应用于包装塑料、合成橡胶、制药、染料、农药等多个领域。然而, 苯乙烯在生产过程中产生的聚合物会对生产设备造成损害, 比如粘附、磨损、热膨胀等。为了防止苯乙烯聚合物对生产设备的损害, 应当采取有效的防护措施。本文就苯乙烯聚合物对生产设备的影响及其应对措施进行介绍。

**[关键词]** 苯乙烯聚合物; 生产设备; 处理措施

DOI: 10.33142/ect.v2i6.12398

中图分类号: TE624

文献标识码: A

## Impact of Styrene Polymer on Equipment and Its Treatment Measures

CAO Zhenbin

Yan'an Refinery of Shaanxi Yanchang Petroleum (Group) Co., Ltd., Yan'an, Shaanxi, 727406, China

**Abstract:** Styrene is an important organic compound and a fundamental raw material in the petrochemical industry. It is widely used in packaging plastics, synthetic rubber, pharmaceuticals, dyes, pesticides, and other fields. However, the polymers produced during the production process of styrene can cause damage to production equipment, such as adhesion, wear, and thermal expansion. In order to prevent damage to production equipment caused by styrene polymers, effective protective measures should be taken. This article introduces the impact of styrene polymer on production equipment and its countermeasures.

**Keywords:** styrene polymer; production equipment; treatment measures

### 引言

苯乙烯的聚合物作为一种重要的热塑性聚合物, 在石油、化工、建筑等多个领域扮演着不可或缺的角色, 但苯乙烯在生产过程中产生的聚合物会发生粘附、磨损、热膨胀等现象, 严重影响设备的性能、安全性以及产品质量, 因此, 对苯乙烯生产中产生的聚合物对设备的影响进行深入了解, 并采取有效的防护措施显得尤为重要。

#### 1 苯乙烯聚合物的产生原因

##### 1.1 热解和裂解反应产生的苯乙烯聚合物

在高温环境下, 苯乙烯分子会发生热解或裂解反应, 导致原有的分子结构断裂并产生游离的苯乙烯单体, 在表面沉积和堆积, 形成苯乙烯聚合物层<sup>[1]</sup>。热解和裂解反应通常在高温条件下发生, 例如在高温反应釜或加热器中, 或者在热处理过程中, 苯乙烯分子受到高温的能量作用, 分子内部的键开始发生断裂, 从而产生游离的苯乙烯单体, 在高温下发生聚合反应, 进一步形成高分子量的苯乙烯聚合物。热解和裂解反应是一种非常重要的苯乙烯聚合物生成途径, 特别是在高温工艺中, 其生成速率比聚合反应更为迅速。

##### 1.2 原料纯度与组分导致副产物引发苯乙烯聚合物的产生

较高纯度的原料能够提高苯乙烯的质量和产率; 纯度低的原料含有杂质, 这些杂质会作为反应的催化剂或引发副反应, 导致苯乙烯的不纯和结构不均匀。不同的组分会影响反应的速率、选择性和分子结构。原料纯度不够, 其他组分和

杂质在反应过程中会发生副反应, 有副产物出现, 副产物会聚集导致更多聚合物的产生、黏连、堆积, 导致管道、换热器、过滤器、填料等设备大量堵塞, 致使生产出现异常状况, 甚至被迫停工。例如原料中含二乙苯比例超标, 会在反应中产生二乙烯基苯, 二乙烯基苯易聚合, 并且诱发更多聚合物的产生, 从而导致聚合物的黏连、堆积堵塞设备甚至损坏。

##### 1.3 温度、压力等因素对聚合物生成的影响

温度、压力等因素对聚合物生成的影响是反应中至关重要的考虑因素。在高温下, 分子具有更大的动能, 更容易发生碰撞, 从而增加反应速率, 对于许多聚合反应而言, 高温有助于克服活化能, 使得聚合反应更容易发生。在低温下, 分子的动能降低, 碰撞频率和能量也减少, 从而降低了反应速率, 较低的温度也可能导致聚合物生成的选择性增加, 因为某些副反应在较低温度下可能会受到抑制。在一些反应中, 增加压力会提高单体的溶解度和反应速率, 特别是对于气相聚合反应而言, 增加压力可以增加反应的浓度, 促进反应的进行。例如, 在反应中, 增加压力可以增加乙烯分子之间的碰撞频率, 但会提高聚合速率。总之, 温度和压力是调节反应的重要参数, 在设计工艺路线时, 必须综合考虑这些因素以充分进行反应又控制聚合物的产生为主。

#### 2 苯乙烯聚合物对设备的影响及处理对策

##### 2.1 苯乙烯聚合物对设备性能的影响

###### 2.1.1 粘附堆积与堵塞

粘附堆积与堵塞是在苯乙烯生产过程中常见的问题,

其影响不仅限于设备表面的粗糙度增加,还会对生产过程的各个方面产生影响。苯乙烯聚合物在设备表面的粘附堆积会导致设备表面变得不平整,从而增加了流体在设备内部流动时的摩擦阻力,进而降低了传热和传质效率,在设备内部如换热器等部件尤为显著,会导致传热系数降低,进而影响生产过程的热效率,甚至降低反应速率<sup>[2]</sup>。当苯乙烯聚合物在管道或设备内部积聚堆积时,会导致管道截面积减小,从而影响了流体的通畅性,使得流体在管道内部的流动受到阻碍,需要增加更大的压力才能维持流体的正常运行。随着堵塞程度的加剧,甚至可能导致管道完全堵塞,引发设备的停工和生产中断,对生产的连续性、稳定性和安全性都会产生严重的影响,导致生产计划的延误,影响产品供应链的稳定性,甚至对工作人员的安全造成威胁。

### 2.1.2 磨损与腐蚀

苯乙烯聚合物的沉积和堆积不仅会增加设备表面的粗糙度,还会在一定程度上加剧设备的磨损和腐蚀问题,给生产运行带来了诸多不利影响。随着苯乙烯聚合物在设备表面的积聚,设备表面的粗糙度逐渐增加,这会导致设备部件之间的摩擦增加,加速设备的磨损。特别是在高压高温条件下,摩擦带来的磨损更为严重,长期累积下来会导致设备零部件的磨损严重,缩短设备的使用寿命,增加了维护和更换成本。苯乙烯聚合物的沉积和堆积也会导致设备腐蚀问题的加剧,苯乙烯聚合物本身并不具有腐蚀性,但当与环境中的其他腐蚀性物质如水、氧气等接触时,会产生化学反应,形成腐蚀性物质,特别是在存在其他腐蚀性物质的情况下,苯乙烯聚合物作为沉积物会增加设备表面与腐蚀性环境物质的接触面积,加剧了腐蚀问题的严重程度,不仅影响了设备的性能和安全性,还可能导致设备的泄漏、损坏甚至发生严重事故,对生产过程造成了严重的影响。

### 2.1.3 热膨胀与热应力

在苯乙烯生产中,热膨胀与热应力是重要的考虑因素,它们对设备的稳定性和安全性有着直接的影响。苯乙烯聚合物在高温环境下具有较高的热膨胀系数,在设备受热过程中,苯乙烯聚合物会发生体积膨胀,引发设备的变形、裂纹甚至破裂,严重影响设备的正常运行和安全性。特别是在长时间高温条件下,苯乙烯聚合物持续膨胀,设备的尺寸和形状变化可能会超出设计范围,导致设备的结构强度不足,造成严重的安全隐患。此外,由于苯乙烯聚合物的热膨胀系数与设备材料的热膨胀系数不同,当苯乙烯聚合物与设备材料之间存在连接时,如焊接、粘接等,会产生热应力。热应力是由于苯乙烯聚合物与设备材料在受热过程中由于热膨胀系数不同而引起的,它增加了设备的机械应力,容易导致设备材料的疲劳破坏,设备部件的裂纹、断裂,甚至整个设备的失效。因此,在设计和运行苯乙烯生产设备时,必须充分考虑热膨胀和热应力的影响,并采

取相应的措施来减轻其影响。

## 2.2 苯乙烯聚合物对设备影响的处理对策

### 2.2.1 工艺条件的优化与控制

工艺条件的优化与控制在苯乙烯生产中扮演着至关重要的角色,对于预防和应对苯乙烯聚合物对设备损害具有重要意义。合理控制温度,根据具体反应的特性和热力学要求,选择适宜的温度范围至关重要。较高的温度通常能够促进反应的进行,但需要注意避免过高的温度导致副反应的发生或设备材料的热损坏,要综合考虑反应的热力学和动力学特性,选择最适合的温度条件。根据反应的需求和设备的承受能力,合理控制压力可以有效地调节反应的速率和选择性。在一些情况下,增加压力可以促进单体的溶解度和反应速率,加快聚合反应的进行,过高的压力可能会增加设备的机械应力,导致设备的疲劳破坏,甚至引发安全隐患,需要根据具体情况,选择适当的压力范围,确保在安全的范围内实现最佳的效果。除了温度和压力外,其他工艺条件如反应物浓度、催化剂使用量等也都需要进行精细的优化和严格的控制。通过优化工艺条件,可以有效地预防和降低苯乙烯聚合物的生成,减少对设备的影响,定期监测和调整工艺条件也是必要的,以适应生产过程中的变化,确保生产的连续性和稳定性。总之,工艺条件的优化与控制是保障苯乙烯生产过程稳定和重要的手段之一,合理调节温度、压力等工艺参数,可以有效预防和应对苯乙烯聚合物对设备的损害,确保生产过程的高效运行和产品质量的稳定。

### 2.2.2 原料的选择与预处理

在苯乙烯生产中,原料的选择与预处理是确保生产过程高效、稳定和安全的的关键步骤之一。高纯度、质量稳定的原料是保证反应顺利进行的基础,选择高纯度的原料可以有效地减少携带有害杂质或不纯物质进入反应体系的可能性,从而降低副反应的发生率,高纯度的原料还有助于提高产品的纯度和质量稳定性,确保产品达到预期的性能要求。在原料进入反应器之前,必须进行严格的预处理工作,包括除杂、除水、精炼等步骤,旨在去除原料中的杂质和不纯物质,降低其对反应的干扰,提高反应的选择性和产物的质量。除杂过程可以通过过滤、沉淀等方法去除固体杂质,通过萃取、吸附等方法去除液体杂质;精炼操作则可以通过化学处理或物理处理等手段,进一步提纯原料,确保其质量稳定性。通过对原料的选择和预处理,可以有效地降低苯乙烯生产过程中的风险,预处理过程也有助于提高生产效率,减少废品率,降低生产成本。

### 2.2.3 阻聚剂的添加控制

在苯乙烯生产过程中,苯乙烯具有热聚合的性质,在一定温度下就能自发地开始聚合反应。在常温下,苯乙烯的聚合速率虽然较慢,但随着温度的升高会显著加速聚合反应的进行,导致不受控制的聚合现象,造成生产过程的

混乱和安全隐患。为了防止苯乙烯聚合反应的发生,在目前的苯乙烯生产工艺中,加入苯乙烯阻聚剂是最直接有效的防止苯乙烯聚合物的方法<sup>[3]</sup>。阻聚剂是一工业助剂,其分子能与聚合链上的自由基反应,形成非自由基物质或低活性的自由基,从而阻止聚合反应的进行,延缓或终止聚合过程。在苯乙烯生产中,选择合适的阻聚剂并控制其添加比例是非常重要的。适量的阻聚剂能够有效地保证苯乙烯的质量和稳定性,减少聚合反应的发生,从而确保生产和储存的安全。阻聚剂的添加比例需要严格控制,因为添加比例过小会导致聚合反应仍然发生,而添加比例过大则可能影响产品的纯度和质量,进而降低产品的市场竞争力。总之,阻聚剂的添加控制在苯乙烯生产中起着至关重要的作用,合理选择阻聚剂和严格控制添加比例,可以有效地防止苯乙烯的不受控制聚合反应,确保生产过程的安全稳定,保证产品质量和竞争力。

#### 2.2.4 清洗与冲洗工艺的改进

清洗与冲洗工艺的改进对于减少苯乙烯聚合物对设备造成的影响的必要措施之一,在日常生产中,需对易聚合部位和设备进行定期清洗、冲洗,为了更好地降低聚合物的产生及对设备的影响,需要优化清洗与冲洗工艺,确保其能够充分清除设备表面和内部的聚合物残留和污垢,包括选择合适的清洗剂和冲洗液,以及制定适当的参数,如温度、时间、频次等。需要改进清洗与冲洗设备,使其能够更好地适应清洗和冲洗工艺的需求,包括设计更为便捷和高效的清洗装置,如喷淋系统、冲洗系统等,以及优化设备和流动通道,减少死角和积聚点,降低聚合物残留的风险。建立完善的冲洗记录和监测体系,定期对设备进行清洗和冲洗,并进行清洗效果的检测和评估,对清洗和冲洗工艺进行定期评估和改进,根据实际情况调整工艺参数和优化设备,不断提高清洗和冲洗的效率和彻底度。

#### 2.2.5 残留聚合物的处理与清除

处理与清除残留聚合物是苯乙烯生产过程中重要的一环,它直接关系到设备的运行效率、生产的连续性以及设备的安全性。针对不同类型的残留聚合物,对于一些较为轻微的残留物,可以考虑机械清除方法,如刮铲、冲刷

等,将残留物从设备表面彻底清除,恢复设备表面的光滑度,减少摩擦阻力,提高设备的传热传质效率。对于一些较为顽固的聚合物残留,可能需要采用更为专业的清除方法。例如,可以考虑使用化学清洗剂或溶剂,通过化学作用将残留物溶解或分解,然后再用水或其他介质冲洗干净,保证设备表面的清洁度。定期的清洗和冲洗,可以清除设备表面的残留物和污垢,保持设备的清洁和整洁,不仅有利于延长设备的使用寿命,还可以减少设备的维修和配件更换成本。及时发现和修复设备的问题,对于无法清除的设备或配件,必要时需要进行更换,以防止设备出现故障,进一步减少或降低残留物对设备的损害。总之,处理与清除残留聚合物是苯乙烯生产中非常重要的一环,选择合适的处理方法、定期清洗设备、加强维护管理等措施,可以有效地保护设备,确保生产过程的稳定性和安全性。

### 3 结语

在现代工业生产中,苯乙烯的应用日益广泛,但其生产中产生的聚合物对设备造成的损害却是一项不可忽视的问题。本文详细分析了苯乙烯聚合物的产生原因分析以及对设备性能、安全性造成的影响。针对这些问题,提出处理对策,最大程度地降低苯乙烯聚合物对设备的损害,保障生产的安全、稳定和高效进行。然而,要实现这些措施的有效落实,需要全面提升企业管理水平、技术水平和操作人员素质,加强设备维护和管理,不断提高对苯乙烯生产技术的研究和应用水平。

#### [参考文献]

- [1]尹钰.聚苯乙烯-聚甲基丙烯酸正丁酯嵌段聚合物的合成及相行为研究[D].大连:大连理工大学,2023.
- [2]祁洪胜,杨克.苯乙烯产品储罐聚合物含量超标原因分析与对策[J].炼油技术与工程,2023,53(6):45-49.
- [3]毛文平.浅谈苯乙烯精馏阻聚剂性能分析和阻聚措施[J].化工进展,2014(12):55-57.

作者简介:曹振斌(1981.9—),男,毕业院校:西安石油大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前工作单位:陕西延长石油(集团)有限责任公司延安炼油厂,职务:设备工程师,职称级别:中级。