

制苯装置生产瓶颈应对措施与经济效益分析

莫岚惠（中国石化海南炼油化工有限公司，海南 洋浦 578101）

摘要：制苯装置作为石化产业链中的关键环节，其生产效率直接影响到企业经济效益与资源利用效率。然而，在实际生产过程中，制苯装置常面临生产瓶颈问题，导致产能无法充分发挥，影响企业整体创效能力。本文从技术优化、设备改进、管理提升等方面探讨消除制苯装置生产瓶颈的可行措施，以期为提高苯产量、降低生产成本、增强企业竞争力提供理论支持与实践指导。

关键词：制苯装置；生产瓶颈；技术优化；设备改进；经济效益

中图分类号：TQ241

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）014-0064-03

Production Bottleneck Countermeasures and Economic Benefit Analysis of Benzene Manufacturing Unit

Mo Lanhui (Sinopec Hainan Refining and Chemical Co., Ltd., Yangpu Hainan 578101, China)

Abstract: As a critical component of the petrochemical industry chain, the production efficiency of the benzene manufacturing unit directly impacts the economic benefits of enterprises and the efficiency of resource utilization. However, in actual production processes, benzene manufacturing units often face production bottlenecks, which prevent the full utilization of production capacity and affect the overall profitability of the enterprise. This paper explores feasible measures to eliminate production bottlenecks in benzene manufacturing units from the perspectives of technical optimization, equipment improvement, and management enhancement. The aim is to provide theoretical support and practical guidance for increasing benzene production, reducing production costs, and enhancing the competitiveness of enterprises.

Keywords: Benzene Manufacturing Unit; Production Bottleneck; Technical Optimization; Equipment Improvement; Economic Benefits

苯作为一种重要的基础化工原料，广泛应用于合成纤维、塑料、橡胶、医药等领域。随着市场需求的不断增加，制苯装置的生产效率成为企业关注的核心问题。然而，制苯装置在运行过程中常因技术落后、设备老化、工艺流程不合理等原因出现生产瓶颈，导致产能受限、能耗增加、经济效益下降。因此，研究如何消除制苯装置的生产瓶颈，对于提高苯产量、降低生产成本、增强企业竞争力具有重要意义。

1 制苯装置生产瓶颈的主要表现

制苯装置的生产瓶颈问题是制约苯产能释放和经济效益提升的关键因素。这些瓶颈不仅影响装置的正常运行，还可能导致资源浪费、环境污染以及企业经济效益的下降。具体而言，制苯装置的生产瓶颈主要表现在以下几个方面：①原料利用率低，制苯装置的原料通常为石油裂解产物或其他芳烃原料，其转化效率直接决定苯的产量^[1]。然而，由于工艺设计不合理、催化剂活性不足或反应条件控制不精准，原料的实际转化率往往低于理想值。这不仅造成原料浪费，还增加了生产成本。同时，副产物的生成量可能增加，进一步影响产品收率。②能耗高，制苯装置的运行需要消耗大量的热能、电能等能源。由于设备老化、热回收系统效率低或工艺流程不合理，装置的能耗往往居

高不下。例如，在分馏塔、反应器等关键设备中，热量损失严重，导致能源利用率低，生产成本增加。此外，过高的能耗还可能对环境造成更大的压力，与企业低碳发展的目标相悖。③设备故障率高，制苯装置的运行环境复杂，设备长期处于高温、高压、腐蚀性介质中，容易出现磨损、老化等问题。如果缺乏有效的设备维护和更新机制，关键设备（如压缩机、换热器、反应器等）的故障率将显著上升。频繁的停机检修不仅影响生产连续性，还会增加维修成本和人力投入，进一步制约装置的生产效率。④环保压力大，随着环保法规的日益严格，制苯装置的环保问题成为企业面临的重要挑战。在传统生产工艺中，可能产生大量的废气、废水以及固体废物，这些污染物如果处理不当，将对环境造成严重危害。此外，部分装置可能缺乏高效的环保处理设施，导致污染物排放超标，企业不仅面临罚款风险，还可能影响其社会形象和市场竞争力。⑤生产稳定性差，由于工艺流程复杂、控制参数多，制苯装置在生产过程中容易出现波动，导致产品质量不稳定。例如，反应温度、压力等关键参数控制不精准，可能导致苯的纯度下降或副产物增加。这不仅影响产品的市场竞争力，还可能增加后续精制工序的负担，进一步推高生产成本。

制苯装置的生产瓶颈可能涉及原料利用、能耗控制、设备维护、环保治理以及生产稳定性等多个方面。这些问题的存在不仅限制了装置的实际产能，还影响了企业的整体经济效益和可持续发展能力。因此，制定针对性的解决方案，全面消除生产瓶颈，是提升制苯装置运行效率的关键。

2 消除制苯装置生产瓶颈的技术措施

制苯装置生产瓶颈的消除需要从技术创新入手，通过优化工艺流程、提升设备性能、加强过程控制以及强化环保措施等多方面的努力，实现装置的高效、稳定运行。以下详细探讨各项技术措施的具体内容及其作用：

2.1 优化工艺流程

工艺流程是制苯装置的核心，其设计与优化直接关系到原料利用率、产品收率以及能耗水平。首先，可以通过改进反应条件来提高原料的转化效率。例如，调整反应温度、压力以及空速等参数，使反应体系达到最佳状态。其次，引入新型高效催化剂是关键措施之一。现代制苯工艺中，催化剂的性能直接影响反应速率和选择性。通过开发高活性、高选择性的催化剂，可以显著提高芳烃转化率，减少副产物的生成，从而提升苯的产量^[2]。此外，采用多段反应或多级分离技术，可以进一步优化工艺流程，提高产品的纯度和收率。例如，在芳烃抽提工艺中，通过优化溶剂配比和操作条件，可以有效提高苯的提取效率。

2.2 提升设备性能

设备是制苯装置的硬件基础，其性能直接影响装置的运行效率和稳定性。首先，对关键设备进行技术改造或更新是必要的。例如，采用高效换热器替代传统换热器，可以显著提高热回收效率，降低能耗。其次，优化配置大型压缩机和泵类设备，提高其运行效率和可靠性，减少因设备故障导致的停机损失。此外，引入节能型设备也是降低能耗的重要措施。例如，采用高效电机和变频技术，可以根据实际生产需求调节设备运行状态，避免能源浪费。对于老旧设备，应制定合理的更新计划，逐步淘汰低效设备，提高装置的整体性能。

2.3 加强过程控制

制苯装置的生产过程涉及多参数、多变量的复杂控制，因此引入先进的自动化控制系统是提高生产稳定性的重要手段。首先，采用分布式控制系统（DCS）和可编程逻辑控制器（PLC），可以实现对关键参数的实时监测和精准控制。例如，通过在线监测反应温度、压力、流量等参数，及时调整操作条件，确保反应体系始终处于最优状态。其次，引入先进的过程优

化软件，如智能优化控制系统（APC），可以实现对生产过程的动态优化，提高装置的运行效率和产品一致性。此外，采用大数据分析和人工智能技术，对历史数据进行深度挖掘，可以发现潜在问题并提前预警，从而减少生产波动和故障发生。

2.4 强化环保措施

环保问题是制苯装置面临的重大挑战，强化环保措施不仅是企业的社会责任，也是可持续发展的必然要求。首先，升级废气处理设施是减少污染物排放的关键。例如，采用尾气回收技术，将废气中的有用组分进行回收利用，同时引入低温等离子体技术或催化燃烧技术，对有害气体进行无害化处理。其次，优化废水处理工艺是减少水污染的重要措施。例如，采用生物处理与膜分离技术相结合的工艺，可以有效去除废水中的有机物和重金属，提高废水回用率。此外，对于固体废物，应采用无害化处理和资源化利用相结合的方式，尽量减少对环境的影响。例如，通过焚烧或固化技术处理危险废物，同时回收其中有价值的组分。

2.5 探索智能化与绿色化技术

随着科技的进步，制苯装置也向智能化与绿色化方向发展。智能化技术可以通过引入工业互联网和数字孪生技术，实现对装置的全生命周期管理。例如，通过建立装置的数字化模型，可以对生产过程进行模拟和优化，提高装置的设计和运行效率。同时，采用物联网技术，可以实现对设备的远程监控和智能维护，减少人力成本和停机时间。绿色化技术则侧重于低碳和环保。例如，开发节能型工艺流程，减少温室气体排放；引入可再生能源，降低装置的碳足迹。此外，通过探索循环经济模式，将制苯装置的副产品或废物转化为资源，可以实现资源的高效利用和环境的可持续保护。

3 管理措施在消除生产瓶颈中的作用

在消除制苯装置生产瓶颈的过程中，技术措施固然重要，但管理措施同样不可忽视。科学的管理能够为技术创新提供有力支撑，确保装置的安全、稳定、高效运行。以下是管理措施在消除生产瓶颈中的具体作用：

3.1 优化生产计划

生产计划的合理安排是提高装置利用率的关键。通过科学的市场分析和生产预测，制定符合装置实际运行能力的生产计划，避免因生产任务过重或过轻导致的生产效率下降。同时，采用先进的生产调度系统，优化原料供应、反应条件、产品分离等环节的衔接，减少非计划停机时间。例如，在原料供应紧张时，可以适当调整生产节奏，确保装置的高效运行。此外，通过引入柔性生产技术，根据市场需求灵活调整产品

结构和生产规模,最大限度地提高装置的经济效益。

3.2 加强人员培训与绩效考核

操作人员的技术水平和责任心直接影响装置的运行效率。通过定期开展技术培训和安全教育,提高操作人员的专业技能和应急处理能力,确保其能够熟练掌握装置的运行状态。同时,建立完善的绩效考核与激励机制,将装置的生产效率、能耗水平和产品质量等指标与员工的绩效挂钩,激发其工作积极性和责任感。此外,通过组织技术比武和经验交流会,促进员工之间的经验分享与技术提升,营造良好的学习氛围。

3.3 推行精益管理

精益管理是一种以消除浪费、提高效率为核心的管理理念,其在制苯装置中的应用可以有效提升生产效率。通过分析生产过程中的人、机、料、法、环等要素,识别并消除浪费环节。例如,优化物料流转路径,减少无效搬运;改进操作流程,降低人为失误率;整合资源,提高设备利用率。此外,推行持续改进机制,鼓励员工提出改进建议,并纳入日常管理实践中,形成全员参与、持续优化的管理氛围。

3.4 加强安全管理与风险防控

制苯装置的运行环境复杂,安全管理是确保装置稳定运行的重要保障。通过建立完善的的安全管理制度,明确各级人员的安全责任,确保安全措施的有效落实。例如,定期开展安全检查和隐患排查,及时整改发现的问题;制定详细的应急预案,定期组织应急演练,提高员工的应急处理能力。同时,引入风险管理工具,对装置运行中的潜在风险进行识别、评估和防控,最大限度地降低事故发生的概率和影响。

4 消除生产瓶颈的经济效益分析

消除制苯装置的生产瓶颈不仅能提高装置的运行效率,还能为企业带来显著的经济效益。通过对生产成本、收益和投资回报的全面分析,可以清晰地看到消除瓶颈的经济价值。

4.1 降低生产成本

制苯装置的生产瓶颈往往导致原料利用率低、能耗高以及设备维护费用增加。通过消除瓶颈,企业可以显著降低这些方面的成本。例如,优化工艺流程和提高催化剂效率可以将原料转化率提升5%~10%,直接减少原料浪费。同时,引入节能设备和优化操作条件可以降低能耗,例如提高换热器效率或采用变频技术,每年可节约能耗成本数百万元。此外,通过完善设备管理和预防性维护,可以减少设备故障率和维修费用,进一步降低生产成本。

4.2 提高产品产量与质量

消除生产瓶颈后,制苯装置的运行效率将大幅提

升,产品产量和质量也会显著提高。例如,通过优化反应条件和改进分离技术,苯的产量可以增加10%~20%,同时产品的纯度也可以达到更高标准。这不仅增加了产品的市场竞争力,还为企业带来了更多的销售收入。此外,提高生产稳定性和减少次品率,可以降低返工和废品处理成本,进一步提升经济效益。

4.3 延长装置寿命

制苯装置的生产瓶颈往往加速设备的老化和损坏,导致设备更换频率增加。通过消除瓶颈,可以延长装置的使用寿命,减少设备更新的资本支出。例如,引入先进的生产技术和设备管理措施,可以将装置的使用寿命延长5~10年,为企业节省大量的设备投资成本。此外,延长装置寿命还可以减少因设备更换导致的生产中断,确保企业生产的连续性和稳定性。

4.4 提升企业竞争力与市场占有率

消除生产瓶颈后,企业的生产成本降低、产品质量提高,这将显著增强其在市场中的竞争力。例如,通过提高苯的产量和质量,企业可以更好地满足客户需求,抢占更多的市场份额。同时,优化生产流程和降低能耗,可以提高企业的绿色生产形象,吸引更多的环保型客户和合作伙伴。此外,由于生产成本降低,企业可以采取更具竞争力的定价策略,进一步扩大市场份额。

4.5 提高投资回报率

消除生产瓶颈通常需要一定的技术改造和管理优化投入,但这些投资往往能在较短时间内获得回报。例如,通过优化工艺流程和引入节能设备,企业可以在1~2年内回收投资成本。此外,由于消除了生产瓶颈,企业的生产效率和经济效益将长期保持较高水平,为投资者带来持续的收益。根据行业数据,消除制苯装置生产瓶颈的投资回报率可达到15%~30%,远高于传统投资项目。

5 结论

制苯装置生产瓶颈的消除是一个系统工程,需要从技术优化、设备改进、管理提升等多方面入手。通过引入先进技术、升级关键设备、完善管理机制,企业可以显著提高装置运行效率,降低生产成本,增强市场竞争力。同时,加强环保措施也有助于企业实现可持续发展。未来,应进一步探索智能化、绿色化的制苯技术,推动行业高质量发展。

参考文献:

- [1] 梁战桥. 用裂解加氢汽油抽余油增产芳烃[J]. 石油化工, 2023(07):162-166.
- [2] 闻振浩. 苯和甲醇烷基化催化剂及反应机理的研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2016.