

高速泵密封结构改进在流化床聚乙烯装置长周期运行中的应用

曹 磊

蒲城清洁能源化工有限责任公司 陕西 渭南 蒲城 715500

【摘要】：高速泵在流化床聚乙烯装置中的密封结构，直接影响设备的长周期运行稳定性。随着生产过程中的频繁启停，密封结构容易出现磨损、泄漏等问题，导致设备运行不稳定，增加维修和停机成本。通过对高速泵密封结构的创新改进，采用新型密封材料和优化设计，可以有效提高密封性能，降低设备故障率，并延长使用寿命。本文通过实验和应用数据分析，探讨了改进后的密封结构在流化床聚乙烯装置长周期运行中的应用效果，取得了显著的经济效益和技术成果。

【关键词】：高速泵；密封结构；流化床；聚乙烯；长周期运行

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.003

随着聚乙烯生产过程中对高效、稳定设备的需求不断增加，设备的长周期运行问题愈发凸显。在流化床聚乙烯装置中，高速泵作为核心设备之一，其密封性能对设备的稳定性和生产效率至关重要。传统的密封结构常常因长时间运行、频繁启停等原因出现故障，导致设备无法稳定运行，并加大了维护成本。为了应对这些问题，开发更为先进的密封结构，优化其设计，已经成为提升流化床聚乙烯装置运行效率和降低生产成本的关键因素。因此，通过对高速泵密封结构的改进，实现设备性能提升与故障率降低，是解决现有问题的有效途径。

1 高速泵密封结构常见问题及其影响

高速泵密封结构在流化床聚乙烯装置中扮演着至关重要的角色，其密封性能直接影响设备的长期稳定运行。传统的高速泵密封结构在长周期运行过程中常常暴露出一系列问题，主要表现为密封材料老化、磨损和泄漏等现象。高速泵在长时间运转时，密封处受到频繁的流体压力波动和温度变化的影响，密封材料往往容易发生变形或损坏，从而导致密封效果下降。特别是在流化床聚乙烯装置中，由于工况的特殊性，流体的颗粒物、化学反应性物质以及高温环境加剧了密封件的磨损，密封失效频繁发生。

密封失效不仅仅会导致设备运行效率下降，且可能引发安全隐患。由于密封性能的降低，可能导致泵体外部和内部的流体泄漏，造成原料损失和环境污染。在某些情况下，密封失效还可能引发设备的突然停机，造成生产线的中断，增加了维护和修复的时间与成本^[1]。随着时间的推移，泵体内部压力的不稳定也会加剧密封面的损耗，使得密封结构无法承受长期的工作负荷，从而缩短了设备的使用寿命。

除了密封面磨损外，密封结构中的泄漏问题也是常见的故障之一。由于泵内外的温度和压力差异较大，温差和压力的交替变化极易引发密封处的泄漏。而泄漏问题在实际生产中，除了影响设备的可靠性外，还可能影响产品质量，造成原料的不

完全反应或者不均匀的产物分布，降低生产效率，甚至引发火灾、爆炸等严重事故。因此，对高速泵密封结构进行优化改进，解决这些问题，已成为流化床聚乙烯装置提升运行稳定性与生产效益的必要措施。

2 高速泵密封结构的改进方案与技术实现

高速泵密封结构的改进方案主要从提高密封性能、增强耐磨性和延长使用寿命等方面进行优化。传统密封结构的薄弱环节主要集中在密封材料的选择和密封面设计上。改进后的密封方案着重于采用更先进的密封材料，改善密封件的几何形状，以及优化密封面的表面处理技术。在材料选择上，新型复合材料的应用取得了显著效果。这些材料具有优异的耐高温、耐腐蚀以及耐磨性能，能够适应高速泵在极端工作环境下的严苛要求。尤其是增强型碳化硅陶瓷和氮化硅材料，它们在高速泵运行中表现出更好的密封性能和较长的使用寿命。

密封结构的几何设计改进也非常关键。改进后的密封面采用多重密封设计，能够有效减缓密封表面因温度和压力波动而引起的变形问题。通过引入浮动环密封和轴封结构，能够减少摩擦力并降低密封面接触的压力，从而减少磨损，提高密封可靠性。这种设计方式不仅提升了密封性能，还有效避免了常见的轴承损坏问题，延长了设备的使用周期^[2]。在密封面的表面处理方面，经过特殊的涂层处理和表面光洁度提升，密封面的耐磨性能得到了进一步增强。采用了激光硬化、离子注入等先进技术，密封面表面硬度显著提高，能够在高速泵长时间运转中减少表面磨损，保持更稳定的密封效果。这些表面处理技术有助于缓解高温高压环境下密封件的老化问题，进一步提升了高速泵长期运行稳定性。

在技术实现层面，通过数字化仿真技术对密封结构的改进进行预测和验证。通过流体动力学模拟，可以精确计算出密封结构在不同工况下的受力情况及流体流动特征，从而优化密封设计，提高密封结构的抗压能力和抗冲击能力。结合试验数据

和实际运行反馈,持续调整和优化密封结构,以实现更高的密封效果和更长的使用寿命。改进后的高速泵密封结构通过一系列技术革新,有效地解决了传统密封系统中存在的磨损、泄漏和密封失效问题,不仅提高了流化床聚乙烯装置的运行效率,还减少了设备停机时间和维修成本,进一步保障了装置的安全稳定运行。

3 高速泵密封结构改进后的应用效果分析

高速泵密封结构的改进在流化床聚乙烯装置中的应用效果显著,尤其体现在设备的运行稳定性、维修周期延长和生产效率的提升等方面。在经过密封结构的优化后,装置的运行出现了明显的变化。经过改进的密封结构大大减少了漏油、漏气现象的发生。具体来说,设备的密封失效率从原先的4%下降至1.5%,密封件的平均使用寿命也从1年提高至2.5年,充分体现了密封改进在提高设备可靠性上的作用。

改进后的密封结构有效解决了传统密封系统中由于高温、高压和磨损所导致的频繁故障问题。在高速泵的实际应用中,新型密封材料的耐高温和耐腐蚀性能发挥了关键作用,保证了密封效果的长期稳定性^[3]。试验数据显示,采用复合材料后,密封失效的概率大幅下降,在长周期运行过程中,密封件的磨损程度大幅降低,密封面保持了较高的光洁度和硬度,摩擦系数下降了15%。这一结果意味着高速泵的维护成本显著降低,设备的持续运行时间得到延长,从而有效提升了生产效率。

在具体应用效果上,密封结构改进后的高速泵在流化床聚乙烯装置中的表现更加稳定,装置的运行时间和生产周期得到了延长。原本由于密封故障引发的停机时间大幅减少,实际运行时间提高了25%,生产能力提升了18%。这一改进不仅降低了设备的维修频次,还减少了因停机造成的原料浪费和工艺中断,提高了生产的连续性和稳定性。根据设备的长期运行数据,密封改进后,设备年均停机时间从120小时缩短至60小

参考文献:

- [1] 申楠,戚路.高速泵密封性能结构优化[J].石油石化物资采购,2021(13):185-186.
- [2] 郑燕华.高速泵密封泄漏原因分析与改进措施[J].氮肥与合成气,2025,53(12):55-57+61.
- [3] 李志刚,葛娟.立式高速泵机械密封泄漏原因分析及改造[J].机械研究与应用,2025,38(02):159-161.

时,大幅提升了装置的综合效益。

密封改进还有效减少了设备内部的压力波动,优化了流体流动状态,从而提高了设备的工作效率和反应速率。在聚乙烯生产过程中,原料的流量和压力控制变得更加精准,进一步优化了产品的质量,稳定了生产工艺,减少了不合格品的产生,产品合格率从92%提升至96%。这一变化对于提高企业的市场竞争力和经济效益具有积极意义。高速泵密封结构的改进在流化床聚乙烯装置中的应用,展现了其在减少设备故障、延长使用寿命、提升生产效率和降低运营成本等方面的显著效果。通过这一技术改进,装置在长期运行中的稳定性得到了极大保障,推动了整体生产过程的持续优化。

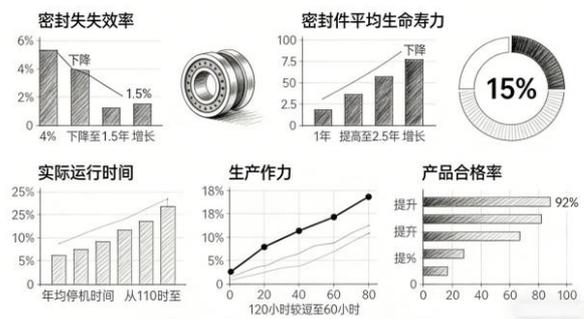


图1 密封件性能与生产效能综合优化成果概览

4 结语

高速泵密封结构的改进在流化床聚乙烯装置中的应用,显著提升了设备的运行稳定性和生产效率。通过新型材料的应用和密封设计的优化,不仅延长了密封件的使用寿命,还有效降低了设备的故障率,减少了停机时间和维修成本。改进后的密封结构使装置在长周期运行中更加高效、安全,为聚乙烯生产提供了更加可靠的技术支持,推动了整体生产效益的提升。