

# 气化炉耐火砖侵蚀机理与寿命延长措施探讨

倪斐 校亚斌

蒲城清洁能源化工有限责任公司 陕西 渭南 蒲城 715500

**【摘要】**：气化炉作为一种高温高压反应装置，在能源转化过程中，耐火砖承受着极高的温度、化学腐蚀和机械压力。耐火砖在这种极端环境下容易受到侵蚀，导致其性能降低，进而影响气化炉的整体运行效率。本文探讨了气化炉耐火砖的侵蚀机理，分析了高温、化学反应及物理磨损等因素对耐火砖的影响。针对不同侵蚀原因，提出了延长耐火砖使用寿命的措施，包括优化耐火砖的材质、改善炉内运行环境和技术改进等。研究表明，合理的材料选择和操作优化是延长耐火砖使用寿命的关键。

**【关键词】**：气化炉；耐火砖；侵蚀机理；寿命延长；材料优化

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.006

气化炉在能源转化过程中发挥着重要的作用，特别是在煤气化、液化等高温高压环境中，耐火砖作为核心部件之一，常常面临着严峻的挑战。耐火砖在气化炉中长期暴露于高温、强烈化学反应和机械摩擦等复杂环境中，容易发生侵蚀，从而影响气化炉的正常运行。如何有效解决耐火砖的侵蚀问题、延长其使用寿命，成为提高气化炉运行效率的重要课题。基于这一背景，深入分析耐火砖的侵蚀机理以及采取合适的措施以延长其使用寿命，具有显著的实际意义和应用价值。

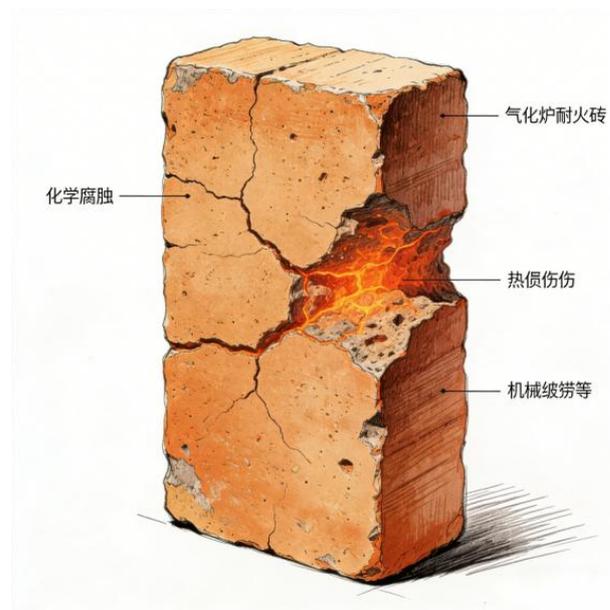
## 1 气化炉耐火砖侵蚀机理分析

气化炉耐火砖在高温高压环境下暴露于严酷的工作条件中，长期承受着来自热、化学和机械作用的多重侵蚀。耐火砖的侵蚀机理主要包括化学腐蚀、热损伤和机械磨损等多重因素的共同作用。气化炉内的温度极高，常常达到 1600℃ 以上，耐火砖在如此高温下的结构稳定性受到威胁。热膨胀与收缩产生的周期性应力，会导致耐火砖内部微裂纹不断扩展，使得其抗侵蚀能力逐步下降。高温作用下，耐火砖的主要化学成分可能发生变化，尤其是碱金属、氯化物、硫化物等化学物质与耐火砖表面发生反应，产生腐蚀性化合物，进一步削弱耐火砖的物理性能。

在气化炉的运行过程中，炉内还存在着多种化学反应气体，如 CO、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S 等，这些气体与耐火砖的表面发生复杂的化学作用<sup>[1]</sup>。特别是在高温下，部分气体与耐火砖中的矿物质发生反应，形成熔融物质或强腐蚀的化学物质，这些产物会进一步渗透到耐火砖的内部结构，导致耐火砖出现孔隙化、溶解和脱落现象。随着化学腐蚀的加剧，耐火砖的表面出现变质，导致其结构完整性下降，从而影响气化炉的安全性和效率。

除化学腐蚀外，耐火砖在高温环境中还容易遭受机械摩擦和冲击的侵蚀。气化炉内的煤气、固体颗粒等物质在流动过程中与耐火砖表面产生摩擦，尤其在高温下，物料的流速和摩擦

力会显著增加，从而加速耐火砖表面的磨损。这种机械磨损往往与化学侵蚀交替发生，造成耐火砖表面逐渐粗糙化，进一步恶化了其耐高温、耐腐蚀的性能。这些因素的共同作用导致耐火砖在气化炉中的耐用性大大降低。因此，深入研究耐火砖的侵蚀机理，对开发新型耐火材料、优化气化炉的操作条件和提高整体运行效率具有重要的实际意义。



## 2 影响耐火砖寿命的主要因素

耐火砖的使用寿命受多种因素的影响，其中高温环境中的热应力、化学腐蚀、物理磨损以及操作条件是最为关键的因素。高温下的热应力会导致耐火砖的膨胀和收缩，这种周期性变化会在砖体内部产生微小裂缝，随着时间的推移，裂缝会不断扩展，进而影响其承载能力。当气化炉内的温度急剧变化时，耐火砖所承受的热应力加剧，尤其是在高温与冷却周期交替发生的情况下，砖体的结构稳定性容易受到破坏。

化学腐蚀对耐火砖寿命的影响也极为显著。在气化炉中，

耐火砖长时间暴露于含有强腐蚀性的化学气体和液体的环境中。常见的腐蚀性物质包括氯化物、硫化物以及碱金属氧化物等，这些物质在高温下容易与耐火砖中的矿物成分发生反应，形成熔融的化合物，渗透到砖体内部。随着腐蚀的不断加深，耐火砖的强度逐渐降低，出现软化、溶解或脱落现象，从而大幅缩短其使用寿命。物理磨损同样对耐火砖寿命构成重要影响<sup>[2]</sup>。在气化炉运行过程中，气流中的煤灰、颗粒物等物质与耐火砖表面不断摩擦，使得砖体表面受到机械磨损，特别是当气流速度较高时，磨损现象会更加严重。磨损与化学腐蚀常常交织发生，摩擦带来的热效应也加剧了耐火砖的热应力，使其表面逐渐出现疲劳破坏。

操作条件的合理性对耐火砖的使用寿命也起着至关重要的作用。气化炉内的气氛、温度波动以及物料成分都会影响耐火砖的老化速度。当炉内温度控制不稳定，或者气化炉的运行方式不当时，耐火砖所承受的负荷和环境压力会增加，从而加速其损坏。持续的高负荷运行或者周期性的温度波动会加剧砖体的疲劳损害，进一步缩短其使用寿命。耐火砖的寿命不仅仅由单一因素决定，而是多种物理、化学和操作因素共同作用的结果。对这些因素的深入分析和优化控制是延长耐火砖使用寿命的关键所在。

### 3 延长耐火砖使用寿命的有效措施

延长耐火砖使用寿命的关键在于从材料选择、操作优化和技术改进等多方面入手。提高耐火砖的抗侵蚀能力和延长其使用时间，首先要从材料的改进做起。选用更优质的耐火砖原料是延长其使用寿命的基础。通过使用高纯度的原料，可以减少杂质的存在，从而增强耐火砖的化学稳定性。近年来，加入某些金属氧化物或新型复合材料的耐火砖，在耐高温、抗化学腐蚀以及抗热震方面表现出色，显著提高了其使用寿命。这些新型材料不仅能承受更高温度，还能有效抵抗气化炉内存在的腐蚀性物质对砖体的侵蚀。

### 参考文献:

- [1] 郑晓姣. GE 水煤浆气化炉耐火砖寿命研究[J]. 氮肥与合成气, 2025, 53(06): 25-29.
- [2] 孙波. 浅谈影响四喷嘴水煤浆气化炉耐火砖使用寿命的因素[J]. 氮肥与合成气, 2024, 52(09): 26-30.
- [3] 杨会军, 许华杰, 蔚永清, 等. 水煤浆加压气化炉耐火材料损毁原因探析[J]. 煤化工, 2023, 51(06): 73-76+80.

耐火砖的结构设计同样对延长其使用寿命至关重要。通过优化耐火砖的孔隙结构，增加其密度，可以有效提高耐火砖对热和化学侵蚀的抵抗力。高密度的耐火砖在高温环境下能够更好地保持热稳定性，减少热膨胀和收缩带来的应力。合理的砖体形状与厚度设计，能够有效分散和缓解热应力、化学侵蚀及机械磨损带来的损伤，从而延长耐火砖的使用时间<sup>[3]</sup>。操作条件的合理调节也能显著延长耐火砖的使用寿命。气化炉内温度的稳定性对耐火砖的保护起到决定性作用。通过优化气化炉的温控系统，避免温度的剧烈波动，可以有效减少耐火砖因热应力引发的裂纹和损坏。温度的平稳控制不仅能够减少热膨胀和收缩的周期性作用，还能有效降低气化炉内气体的腐蚀性物质对耐火砖的侵蚀。在实际操作中，应当尽量避免耐火砖长期处于极高温或极低温的环境中，减少高温和冷却的频繁变化，保障耐火砖能够在较为稳定的温度范围内长期运行。

改善炉内气氛、减少腐蚀性物质的积聚对延长耐火砖的寿命也至关重要。在气化炉中，气体成分的控制直接影响着耐火砖的腐蚀程度。通过采用高效的气体净化技术，可以减少炉内的有害气体和颗粒物，减轻耐火砖的磨损和化学腐蚀。针对一些特殊的气体成分，可以通过调整气化炉的运行工艺，使其更适应耐火砖的耐腐蚀要求，从而有效延长耐火砖的使用寿命。延长耐火砖使用寿命的有效措施应当从多个方面进行综合施策。通过选择高性能的耐火砖材料、优化结构设计、控制炉内环境和操作条件，可以大幅提升耐火砖的耐用性，降低其在气化炉中遭遇的侵蚀程度，最终实现耐火砖的长期可靠使用。

### 4 结语

气化炉耐火砖的寿命受多重因素的影响，综合考虑材料、操作条件及技术措施至关重要。通过选择高性能的耐火砖、优化气化炉内的操作环境，以及采取有效的维护和改进措施，可以显著延长耐火砖的使用寿命，提高气化炉的运行效率。未来，随着耐火材料技术的不断发展，耐火砖的性能和使用寿命将得到进一步优化，为气化炉的稳定运行提供更加坚实的保障。