

壳牌气化炉堵渣原因分析及处理措施

李媛媛

河南开祥精细化工有限公司 河南 三门峡 472300

摘要: 壳牌气化炉堵渣问题主要由煤质变化、操作条件不当以及设备设计与运行问题三大原因引起。为解决这一问题,需采取一系列处理措施,包括优化煤质管理,确保煤质稳定;调整操作条件,如温度、压力和气流速度,以改善气化效果;改进设备设计与维护,优化渣口设计并加强耐磨性;以及制定应急处理措施,如堵渣监测预警、停车清洗和在线清渣技术,以迅速响应并处理堵渣事件,确保气化炉的安全稳定运行。

关键词: 壳牌气化炉;堵渣原因;处理措施

引言:壳牌气化炉作为现代煤化工领域的核心设备,其高效、稳定的运行对于整个生产流程的经济效益和安全性具有至关重要的影响。然而,堵渣问题一直困扰着壳牌气化炉的高效运行,成为制约其性能发挥的关键因素之一。堵渣不仅会降低气化效率,增加生产成本,还可能导致设备故障频发,甚至引发安全事故,对生产环境和人员安全构成严重威胁。因此,深入分析壳牌气化炉堵渣的原因,并针对性地采取科学、有效的处理措施,对于提高气化炉的运行效率、延长设备使用寿命、保障生产安全稳定具有至关重要的意义。

1 壳牌气化炉概述

壳牌气化炉作为煤气化流程中的心脏设备,其重要性不言而喻,其气化过程是在极端的高温与加压环境下完成的,这一独特的工作环境要求气化炉必须能够承受极高的热负荷与压力负荷。煤粉、纯氧以及少量的蒸汽在加压条件下并流进入气化炉,这一系列物料在炉内经历了一个极为迅速且复杂的物理与化学转变过程。从升温、挥发分的脱除,到煤的裂解、燃烧及最终的转化,这些过程在气化炉内几乎是在瞬间完成的。气化炉的构造相当复杂,其炉膛壳体的内径巨大,且整体高度较高,为确保其稳定支撑,特别采用了裙式支座进行支承。炉内组件设计精密,包括气化段、渣池及激冷段三个部分,每一部分都由多个精细的部件构成,如气化段圆筒水冷壁、气化段锥顶以及渣池锥顶等。这些部件的协同工作,确保了气化过程的顺利进行。为了延长这一关键设备的使用寿命,在设备的设计与制造过程中,采取了多项先进的技术措施。例如,设置销钉并加衬耐火材料,以保护气化炉内壁的受火面免受高温侵蚀。同时,采用水冷壁结构,对与高温气体直接接触的部分进行有效冷却,确保设备的安全运行^[1]。在气化过程中,煤粉、氧气及蒸汽在炉内发生剧烈的碳氧化反应及各种化

学转化,生成以一氧化碳和氢气为主要成分的合成气。高温合成气从气化炉顶部排出后,先经过除尘与初步冷却,然后进入合成气冷却器进行深度冷却。随后,再经过干式除尘及湿法洗涤系统的精细处理,最终得到的煤气中含尘量极低,满足后续化工工序的严格要求。壳牌气化炉对煤种的适应性极强,能够处理包括高灰分、高水分及高硫含量的煤种。其采用的水冷壁结构不仅坚固耐用,还无需耐火砖衬里,进一步提高了设备的可靠性与灵活性。

2 壳牌气化炉堵渣原因分析

2.1 煤质变化

煤质变化对气化炉的运行有着显著的影响,在气化过程中,煤的灰熔点、灰渣的粘温特性以及煤中的矿物质含量等因素,都会直接影响渣的流动性和熔融状态。当煤质发生变化时,这些因素的改变可能导致渣的流动性减弱,从而增加堵渣的风险。具体来说,煤中的灰分含量和成分对气化炉的渣流动性有着至关重要的影响。灰分中的硅、铝等元素的比例和含量,决定了灰渣的熔融温度和粘度。当煤种变化导致灰分中的硅铝比发生变化时,灰渣的熔融特性和流动性也会相应改变。如果硅铝比过大或过小,都可能导致渣的流动性变差,从而增加堵渣的可能性。此外,煤中的矿物质含量和种类也会影响渣的流动性。例如,煤中的高岭土等矿物质在高温下会转化为熔融态的渣,如果其含量过高或种类不合适,也会导致渣的流动性减弱。由于煤的开采、运输和储存过程中可能受到各种因素的影响,导致煤质发生变化。这种变化可能表现为煤的灰分、水分、挥发分等指标的波动,进而影响气化炉的稳定运行。

2.2 操作条件不当

在气化炉的运行过程中,操作条件的稳定性和准确性对渣的流动性有着至关重要的影响,操作条件包括炉

温、氧煤比、压力等多个方面，这些条件的波动都可能导致渣的流动性变差，从而增加堵渣的风险。炉温是影响渣流动性的关键因素之一。炉温过高或过低都可能导致渣的流动性减弱。过高的炉温会使渣变得过于稀薄，容易在气化炉内部形成挂壁现象，增加堵渣的风险。而过低的炉温则会使渣变得过于粘稠，流动性变差，同样容易导致堵渣。氧煤比是影响气化炉内化学反应的重要因素。氧煤比过高或过低都会导致气化炉内化学反应的不平衡，进而影响渣的生成和流动性。过高的氧煤比会使气化炉内氧气过剩，导致渣中氧化物的含量增加，使渣的流动性变差^[2]。而过低的氧煤比则会使气化炉内氧气不足，导致煤粉燃烧不完全，同样会影响渣的生成和流动性。此外，气化炉内的压力波动也可能导致堵渣。压力的变化会影响气化炉内气体的流动速度和方向，进而影响渣的流动性和分布。如果压力波动过大，会导致渣在气化炉内部的流动变得不稳定，增加堵渣的风险。

2.3 设备设计与运行问题

壳牌气化炉堵渣问题中，设备设计与运行问题同样占据着不可忽视的地位，设备设计方面，气化炉的渣口设计、渣屏结构以及破渣机等设备的配置都可能影响渣的流动性，从而引发堵渣问题。渣口的设计如果过于狭窄或形状不合理，就容易在渣流过时产生积聚，进而形成堵塞。渣屏结构的设计也需要考虑到渣的流动性和冷却效果，如果设计不当，也可能导致渣在渣屏上积聚，增加堵渣的风险。此外，破渣机的性能和配置也会影响渣的破碎效果，如果破渣机能力不足或运行不稳定，就可能导致大块渣无法被有效破碎，进而引发堵渣。设备运行方面，气化炉的运行参数和状态对渣的流动性也有重要影响。例如，炉温的波动、氧煤比的失衡以及石灰石添加量的不当等都可能影响渣的熔融状态和流动性。如果气化炉长时间运行在高温或低温极端条件下，就可能导致渣的流动性变差，增加堵渣的可能性。同时，如果氧煤比控制不准确，也可能导致气化炉内化学反应的不平衡，进而影响渣的生成和流动性。气化炉内部的积灰和结焦问题也可能导致堵渣，积灰和结焦会占据气化炉内部的空间，降低渣的流动性，进而引发堵渣。如果气化炉的除灰和清焦系统不完善或运行不稳定，就可能导致积灰和结焦问题的加剧，进一步增加堵渣的风险。

3 壳牌气化炉堵渣的处理措施

3.1 优化煤质管理

壳牌气化炉堵渣问题的有效处理，关键在于优化煤质管理。这一策略不仅涉及原料的选择与预处理，还涵盖了煤质稳定性控制及其储存管理等多个方面。第一，

原料的选择是煤质管理的第一步。气化炉对煤质有一定的要求，如适宜的灰分、挥发分、固定碳等。在选择原料时，应充分考虑这些指标，确保煤质符合气化炉的要求。具体措施包括：对煤源进行详细调查，了解煤质特性；进行煤质分析，确保原料煤的灰熔点、灰分等关键指标在规定范围内；建立煤质数据库，为原料选择提供依据。第二，原料预处理是优化煤质管理的重要环节。通过预处理，可以提高原料的气化性能，降低堵渣风险。具体措施包括：筛分和破碎，确保原料粒度均匀，减少大颗粒煤在气化炉内的沉积；湿法磨煤，提高煤的表面积，有利于气化反应的进行；脱硫脱灰处理，降低原料中的灰分和硫分，减少气化炉内渣的形成。第三，煤质的稳定性控制是防止气化炉堵渣的关键。煤质波动会导致气化炉操作不稳定，容易产生堵渣。加强煤质监测，实时掌握原料煤质变化；调整配煤比例，使原料煤质保持在适宜范围内；建立煤质预警机制，对煤质异常情况及时进行处理。第四，加强煤质的储存和管理也是优化煤质管理的重要环节。合理规划煤场，避免煤质污染；采用防尘、防雨措施，保持原料煤的干燥；定期清理煤场，防止煤质变质。

3.2 调整操作条件

在壳牌气化炉运行过程中，堵渣问题一旦出现，就需要及时采取措施进行调整，以防止问题进一步恶化。应严格控制气化炉内的温度，适当提高炉温，控制在正常温度范围内，并高于T3温度约50°C，这有助于熔渣的顺畅排放。同时，要严密监视气化炉炉壁温度，一旦发现超温现象，应立即采取紧急措施，防止因温度过高导致的渣料粘附和堵塞。检查并确认相关控制系统（如PDI203等）无故障，确保气化炉的稳定运行。这些控制系统对气化炉的工况有着重要影响，一旦出现故障，可能会引发连锁反应，导致堵渣等问题。在换煤种时，要及时分析煤种的特性，严禁使用高灰熔点煤种^[3]。高灰熔点煤种在气化过程中容易产生大量难以熔化的渣料，增加堵渣的风险。还应关注气化炉的烧嘴运行状态，如果烧嘴运行周期过长，可能会因磨损或结焦而导致气化效率下降，进而引发堵渣问题。因此，在必要时，可以停车更换烧嘴，以确保气化炉的高效稳定运行。通过严格控制气化炉温度、检查控制系统状态、合理选择煤种以及及时更换烧嘴等措施，可以有效地调整气化炉的操作条件，预防和解决堵渣问题。

3.3 改进设备设计与维护

壳牌气化炉堵渣问题一直是行业内的难题，而改进设备设计与维护则是解决这一问题的重要手段。（1）优

化渣口设计：气化炉渣口的设计直接关系到渣料的排放效果。应针对气化炉的实际运行工况，对渣口进行优化设计，以提高渣料的排放效率，减少堵渣的风险。（2）增强设备耐磨性：气化炉在运行过程中，渣料会对设备产生一定的磨损。因此，在设备设计时，应选用耐磨性强的材料，以提高设备的耐用性。同时，定期对设备进行磨损检查，及时更换磨损严重的部件，确保设备的正常运行。（3）改进除渣系统：除渣系统的性能对气化炉的连续运行至关重要。应针对现有除渣系统的不足，进行改进和优化，提高除渣效率。例如，可以引入更先进的破渣机设备，增强对渣料的破碎能力，确保渣料能够顺畅排放。（4）加强设备维护：定期对气化炉及其附属设备进行维护，是预防堵渣问题的重要手段。应制定详细的维护计划，明确维护内容和周期，确保设备处于良好的运行状态。（5）引入智能化监控：通过引入智能化监控系统，可以实时监测气化炉的运行状态，及时发现并处理潜在问题。这不仅可以提高气化炉的运行效率，还可以降低堵渣等故障的发生概率。

3.4 应急处理措施

3.4.1 堵渣监测与预警

堵渣监测与预警是壳牌气化炉应急处理的首要步骤，通过安装先进的传感器和监测设备，实时检测气化炉内部渣料的积累和流动情况，一旦发现异常，立即触发预警系统。这些传感器可以监测炉内温度、压力以及渣料的密度和流动性，为操作人员提供准确的数据支持。预警系统则根据预设的阈值，自动判断是否存在堵渣风险，并提前通知操作人员采取相应措施。这种实时监测与预警机制，能够迅速响应堵渣问题，避免事态扩大，确保气化炉的安全稳定运行。

3.4.2 停车清洗

当堵渣问题严重时，停车清洗是不可或缺的应急处理手段。停车后，操作人员需对气化炉进行彻底清洗，以清除炉内积聚的渣料。清洗过程中，可使用高压水

枪或化学清洗剂，对炉壁和渣口进行冲刷，确保渣料完全清除。同时，对清洗后的气化炉进行全面检查，确认无残留渣料和潜在堵渣点。停车清洗虽然会影响生产进度，但能够有效解决堵渣问题，防止设备损坏和事故的发生。

3.4.3 气化炉在线清渣技术

气化炉在线清渣技术是一种创新的应急处理措施，能够在不停车的情况下清除炉内渣料。该技术利用特制的清渣设备和工艺，通过调整气化炉的运行参数，如温度、压力和气流速度，使渣料在炉内形成易于排出的状态。同时，清渣设备对炉内渣料进行破碎、搅拌和冲刷，确保其顺利排出。在线清渣技术具有高效、快速和不影响生产的特点，是处理壳牌气化炉堵渣问题的有效手段之一。

结语

随着科学技术的日新月异和实际操作经验的不断累积，我们正逐步迈向一个能够更精准、更高效地解决壳牌气化炉堵渣问题的新时代。技术的每一次进步，都为我们提供了新的视角和方法，以更深入地理解堵渣的成因，并据此开发出更为先进的处理技术和策略。而实际操作中的每一次经验积累，则让我们在处理堵渣问题时更加得心应手，能够迅速而准确地找到问题的症结所在。因此，我们有充分的理由相信，未来的壳牌气化炉堵渣处理机制将会更加完善，为煤化工行业的绿色、可持续发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1]李凯,章平衡,龚俊,王鲁生,冯园中.堵渣状态对压缩空气吹渣系统的影响分析[J].中国设备工程,2021(22):116-118.
- [2]霍元彬.Shell气化工工艺积灰堵渣问题浅析[J].广州化工,2021,49(03):97-99.
- [3]冯恩刚.SHELL气化炉渣口堵渣原因分析及对策[J].化工管理,2020(01):206-208.