

干煤粉气化炉超负荷运行难点及控制策略

董先营 王国梁 曹文龙 蒙勇宏

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司 宁夏 银川 750000

摘要: 干煤粉气化炉在超负荷运行时面临诸多挑战,如炉膛温度控制不稳定、煤粉与氧气流量控制复杂等。针对这些难点,需采取优化炉膛温度控制策略、加强煤粉与氧气流量稳定性、加强仪表设备选型与调试以及合理进行负荷管理与调节等措施,以确保气化炉的安全、高效运行。

关键词: 干煤粉气化炉;超负荷运行难点;控制策略

前言

随着煤炭资源的日益紧张和环保要求的不断提高,干煤粉气化技术因其高效、清洁的特点而受到广泛关注。然而,在实际运行过程中,干煤粉气化炉的超负荷运行往往带来一系列技术挑战,如温度控制、流量调节以及设备稳定性等问题。本文旨在探讨这些难点,并提出有效的控制策略,以确保气化炉的安全、高效运行,为煤炭资源的合理利用提供技术支持。

1 干煤粉气化炉的基本原理及工艺流程

1.1 气化炉的工作原理

(1) 干煤粉气化技术的核心原理。干煤粉气化技术是一种高效、清洁的煤炭利用方式,其核心原理是在高温高压条件下,将煤粉与气化剂混合,通过一系列化学反应,将煤粉转化为可燃气体——合成气(主要由氢气、一氧化碳、二氧化碳和甲烷等组成)。这一过程不仅提高了煤炭的利用效率,还减少了污染物的排放。

(2) 煤粉与气化剂的混合及反应过程。在气化炉内,煤粉通过给料系统均匀送入,与气化剂(通常是氧气、水蒸气或二者的混合物)在烧嘴处充分混合。在高温高压条件下,煤粉发生热解、干馏和部分氧化反应,生成大量的合成气。这些反应是吸热和放热的混合过程,其中煤粉与氧气的部分氧化反应放出大量热量,为气化过程提供必要的能量。同时,煤粉与水蒸气的反应则生成一氧化碳和氢气,这是合成气的主要成分。

1.2 气化炉的主要结构

(1) 烧嘴设计。烧嘴是气化炉的关键部件之一,其设计直接影响到煤粉与气化剂的混合效果和气化反应的进行。现代气化炉的烧嘴通常采用多通道设计,以确保煤粉与氧气能够均匀混合,并在燃烧室内形成稳定的火

焰。同时,烧嘴还具备调节煤粉和氧气流量的功能,以适应不同工况下的气化需求。

(2) 燃烧室与激冷室。燃烧室是气化炉内煤粉与氧气发生化学反应的主要场所。它通常采用耐高温、耐腐蚀的材料制成,以承受高温高压环境下的化学反应。为了降低反应室内的温度,气化炉还配备了冷却系统。冷却系统通常由水冷壁组成,通过循环冷却介质带走反应产生的热量,确保气化炉的稳定运行^[1]。

1.3 工艺流程概述

(1) 煤粉制备与输送。在干煤粉气化工艺中,首先需要将原煤经过破碎、筛分和干燥等预处理过程,得到符合要求的煤粉。煤粉的粒度、水分和灰分等参数对气化效果有重要影响,因此需要对煤粉进行精确控制。随后,煤粉通过专用的输送系统(如氮气保护下的密相输送系统)被送入气化炉的烧嘴附近,准备与氧气进行混合反应。

(2) 气化反应与合成气冷却。煤粉进入气化炉后,与氧气发生反应,生成合成气。合成气在炉内经过一系列的反应和换热过程后,被送入冷却系统进行降温处理。冷却系统通常采用激冷或废热锅炉等方式对合成气进行冷却,以确保其温度降至适合后续工艺处理的范围。

(3) 灰渣处理与环保措施。气化过程中会产生一定量的灰渣,这些灰渣中含有未完全反应的煤粉和其他无机物质。为了保护环境并实现资源的合理利用,需要对灰渣进行妥善处理。常见的灰渣处理方法包括熔融固化、填埋和综合利用等。

2 干煤粉气化炉超负荷运行的难点

2.1 炉膛温度控制问题

(1) 高温条件下的炉膛热负荷增加。超负荷运行时,炉膛内的煤粉流量和氧气流量显著增加,导致炉膛内的化学反应更加剧烈,释放出大量热量。这不仅提高了炉膛温度,还增加了热负荷,使得炉膛结构承受更大

作者简介: 董先营(1984.08.27),男,汉族,宁夏吴忠,工程师,2008年本科毕业于青岛科技大学化学工程与工艺专业,现主要从事煤气化工艺技术和管理工作。

的热应力。高温环境加速了耐火材料的退化,可能导致炉膛密封性能下降,甚至发生泄漏。此外,高温还促进了灰渣的形成,增加了炉膛清理的困难。

(2) 炉膛温度波动的风险。超负荷运行下,炉膛温度的波动范围可能扩大,这对气化反应的连续性和稳定性构成威胁。温度波动会导致合成气成分的变化,影响产品质量。同时,温度波动还可能引起炉膛内材料的热应力变化,增加设备损坏的风险。因此,维持炉膛温度的相对稳定是超负荷运行中的一个重要难题。

2.2 煤粉流量与氧气流量控制的复杂性

(1) 煤粉流量的精确测量与控制。在超负荷运行状态下,煤粉流量的精确测量与控制变得尤为重要。由于煤粉性质的变化(如粒度分布、水分含量)和输送系统的波动,煤粉流量的精确测量变得困难。如果煤粉流量控制不准确,会导致气化反应的不稳定,影响合成气的产量和质量。因此,需要采用先进的测量和控制技术,确保煤粉流量的稳定供应^[2]。

(2) 氧气流量的调节与氧煤比的稳定性。氧气作为气化反应的关键原料,其流量的调节和氧煤比的稳定性对气化效率至关重要。在超负荷运行下,氧气流量的调节需要更加精细,以确保氧煤比保持在最佳范围内。然而,由于气化反应的非线性特性和外界干扰因素的影响,氧气流量的精确调节变得更具挑战性。此外,氧煤比的波动还会影响合成气的热值和成分,进而影响后续工艺的处理效率和产品质量。

2.3 系统波动与故障频发

(1) 高压工况下的仪表设备故障。超负荷运行下,气化炉内部的高压环境对仪表设备的稳定性和可靠性提出了更高要求。由于压力波动和温度变化的影响,仪表设备可能发生故障或测量误差增大。这不仅影响气化炉的精确控制,还可能引发安全事故。因此,需要采用高压抗爆型仪表设备,并加强设备的维护和校准工作。

(2) 测量误差与信号干扰问题。在超负荷运行状态下,气化炉内部环境复杂多变,可能导致测量误差和信号干扰问题的加剧。例如,高温和强电磁场可能干扰传感器的正常工作;振动和噪声可能影响测量信号的稳定性。为了降低测量误差和信号干扰对气化炉运行的影响,需要采用高精度的传感器和信号处理技术,并加强设备的屏蔽和防护措施。同时,还需要定期对测量系统进行校准和验证,确保其准确性和可靠性。

3 干燥粉气化炉超负荷运行的控制策略

3.1 优化炉膛温度控制策略

炉膛温度是干燥粉气化炉运行中的关键参数之一,

直接关系到气化反应的效率和产物质量。在超负荷运行状态下,炉膛温度的控制尤为重要。

(1) 采用先进测温技术与耐振元件。为了提高炉膛温度的测量精度和稳定性,应采用先进的测温技术,如光纤测温、红外测温等。这些技术不仅测量准确,还能实时监测炉膛温度分布,为操作人员提供及时、准确的数据支持。同时,由于炉膛内部环境恶劣,测温元件需要具备良好的耐振、耐高温性能,以确保长期稳定运行。

(2) 改进热电阻与热电偶的应用。传统热电阻与热电偶在炉膛温度测量中广泛应用,但存在响应速度慢、测量精度受限等问题。因此,在超负荷运行状态下,应对其进行改进和优化。例如,采用高精度、快速响应的热电阻与热电偶,同时加强其保护,避免受到炉膛内部恶劣环境的影响^[3]。

3.2 加强煤粉与氧气流量控制的稳定性

煤粉与氧气流量的稳定控制是干燥粉气化炉高效运行的前提。在超负荷运行状态下,这一控制需求更加迫切。

(1) 精确计量与自动调节系统。为实现煤粉与氧气流量的精确计量和自动调节,应采用高精度的流量计和调节阀。同时,结合先进的控制系统,如SIS、DCS等,实现流量的实时监测和自动调节。这不仅可以提高流量控制的精度和稳定性,还能有效降低操作人员的劳动强度。

(2) 氧煤比波动范围的严格控制。氧煤比是干燥粉气化炉运行中的重要参数,直接关系到气化反应的效率和产物成分。在超负荷运行状态下,应严格控制氧煤比的波动范围,以避免因氧煤比失衡而导致的效率下降和产物质量不稳定。为此,可采用先进的氧煤比控制系统,实时监测氧煤比的变化,并根据实际情况进行自动调节。

3.3 加强仪表设备的选型与调试

仪表设备是干燥粉气化炉运行中的重要组成部分,其选型与调试质量直接影响到气化炉的监测和控制精度。

(1) 采用高精度仪表与防干扰技术。在超负荷运行状态下,应选用高精度、高稳定性的仪表设备。这些设备能够实时监测气化炉的运行参数和产物质量,为操作人员提供准确的数据支持。同时,采用防干扰技术如屏蔽、接地等,以降低外部干扰对仪表设备的影响。在选择仪表设备时,还应考虑其安装位置、工作环境和测量范围等因素。

(2) 仪表设备的定期检查与维护。为确保仪表设备的长期稳定运行,应定期进行设备的检查和维护。检查设备的安装位置、连接线路、测量范围等是否符合要求;检查设备的运行状态是否稳定可靠;清洁和校准仪

表设备以确保其测量精度和稳定性。同时,建立仪表设备维护档案和校准记录系统,记录设备的维护历史和校准结果,为设备的后续维护和优化提供数据支持。

3.4 负荷管理与调节

在干煤粉气化炉超负荷运行状态下,合理的负荷管理与调节对于确保气化炉的稳定运行至关重要。

(1) 负荷的合理分配与调节。根据气化炉的实际运行情况和生产需求,合理分配和调节负荷。通过调整煤粉流量、氧气流量等参数,使气化炉的负荷保持在合理的范围内。同时,根据气化炉的负荷变化情况,适时调整生产工艺和操作参数,以确保气化反应的连续性和稳定性。

(2) 根据实际负荷变化调整煤粉流量与氧气流量。在实际运行过程中,气化炉的负荷会受到多种因素的影响而发生变化。因此,必须根据实际负荷的变化情况及时调整煤粉流量和氧气流量。通过实时监测气化炉的运行参数和产物质量,结合先进的控制系统和算法模型,实现对煤粉流量和氧气流量的精确调节和优化控制。同

时,根据负荷变化情况调整气化炉的运行模式和操作策略,以确保气化炉的高效、稳定运行。

结束语

综上所述,干煤粉气化炉在超负荷运行时面临诸多技术难题,但通过本文探讨的控制策略,如优化炉膛温度控制、加强煤粉与氧气流量稳定性等,我们能够有效应对并克服这些难点。这些控制策略不仅有助于提高气化炉的运行效率和安全性,也为煤炭资源的合理利用和环境保护提供了有力支持。未来,我们将继续探索和实践更多创新控制策略,推动干煤粉气化技术的进一步发展。

参考文献

- [1]马晓华.浅析干煤粉气化装置节能降耗措施[J].氮肥与合成气,2023,(04):22-23.
- [2]于广吉,王俊杰.干煤粉气化炉仪表及控制阀选型和优化探讨[J].石油化工自动化,2019,(06):71-73.
- [3]刘臻,管清亮,张建胜,等.干煤粉气化炉煤粉输送问题分析及解决方案探讨[J].煤炭工程,2019,(10):109-110.