

水煤浆德士古气化炉锁斗堵渣处理及经济效益分析

彭玉龙（国能新疆化工有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000）

摘要：在当今全球能源需求不断增长的背景下，传统的能源资源逐渐减少，对于新型清洁能源的需求日益迫切。水煤浆德士古气化技术作为一种高效、清洁的能源转化方式，备受关注并在工业生产中得到广泛应用，随着水煤浆德士古气化技术的发展，锁斗堵渣问题逐渐显露出来，不仅影响了设备的正常运行，还对生产效率和经济效益造成了一定的影响。基于此，本文深入探讨水煤浆德士古气化炉锁斗堵渣处理及经济效益分析，以供参考。

关键词：水煤浆；德士古气化炉；锁斗堵渣处理

本文将重点探讨水煤浆德士古气化炉中锁斗堵渣处理技术及其带来的经济效益，锁斗堵渣作为水煤浆德士古气化炉运行中的常见问题之一，不仅影响了生产效率，还可能导致设备损坏和安全隐患，对于锁斗堵渣处理技术的研究和应用具有重要的现实意义和实践价值。

1 水煤浆德士古气化炉锁斗堵渣处理

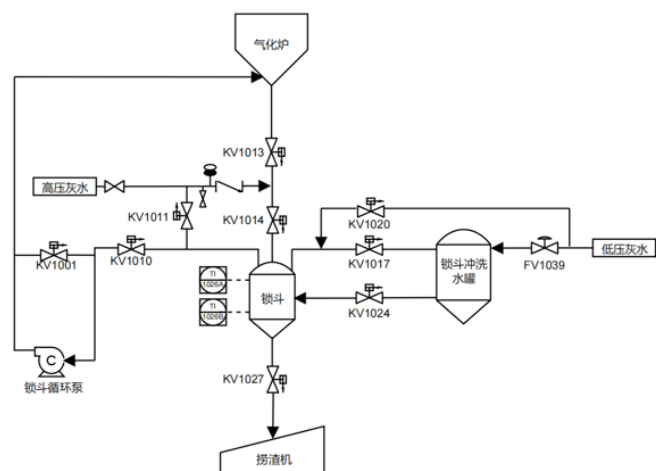


图1 德士古水煤浆锁斗流程图

1.1 锁斗上部堵渣

水煤浆德士古气化炉锁斗堵渣处理中，应充分理解并恰当利用气化炉与锁斗压差的变化。在正常运行条件下，锁斗因其位于气化炉下方，产生负静压力，使得气化炉与锁斗压差一般为负值且数值稳定。如果锁斗上部积累了渣滓并开始堵塞，锁斗压差表的波动或压力上升就预示着堵渣的发生，在这个时候，运行人员应快速做出判断，并在最佳的时机对堵渣进行处理。

当疑似上部堵渣情况发生时，不但要依靠锁斗压差表的读数，还要结合其他数据来进行综合判断。处理这样的情况，应停止锁斗系统，切换至手动模式，然后利用锁斗充压阀门 KV1011 对锁斗进行充压，

压力超过气化炉压力 1MPa。然后打开锁斗入口阀门 KV1014，关闭充压阀门 KV1011，进行爆破反顶。同时，操作人员也应打开锁斗泵入口阀门 KV1010，并关闭锁斗泵循环阀门 KV1001 来进行集渣。

在集渣过程中，需密切关注压差表的读数。当压力显示 -0.15MPa ，可认为是正常。如果压力大于 -0.15MPa ，那就需要重新进行充压反顶操作。若堵渣状况严重，则进行高压灰水反顶操作，运营人员需确保气化炉液位在反顶操作过程中不会因液位过高导致带水。

回顾之前，有时锁斗上部的堵渣还需要更刺激的处理方式来疏通。在这种情况下，同样关闭 KV1014 阀门，隔离锁斗系统，现场开启位于 KV1013 和 KV1014 之间的高压灰水阀门，严格控制气化炉液位。当气化炉液位上涨时，关闭高压灰水阀门，打开 KV1014、KV1010、KV1001 进行集渣操作。此时，锁斗压差通常会更低，这是由于锁斗上部大块熔渣被顶起后，锁斗开放区域瞬间畅通。

在经过所有工作结束后，对于堵渣原因进行判断，观察锁斗压差和上下部温度差，在压差正常且上部温度低于下部温度时，可以认定为已经疏通。接着进行短暂的集渣之后应尽快排渣。在此期间，也应查看渣样，以判断堵渣的原因并进行适当的调整。如果上部仍未疏通，应继续反复利用高压灰水反顶，依据堵渣时间降低负荷，增加气化炉黑水排放，做出适当调整，以确保整个系统顺利运行。

1.2 锁斗下部堵渣

在水煤浆德士古气化炉的操作过程中，锁斗下部的堵渣是一种常见的问题。当排渣后出现 KV1027 打开而锁斗冲洗水罐液位未见下降，说明锁斗下部发生了堵塞。此时锁斗的残余压力维持在 0.15MPa ，并且锁斗温度保持在集渣时的水平，这些迹象表明了锁斗

下部堵塞。

运营人员应立即现场检查 KV1027 阀门的动作是否正常。如果阀门动作有异常,需要进行维修或调整。如果阀门动作正常,问题可能在于熔渣已在锁斗下部紧密地粘结形成堵塞。这时的处理方式是打开 KV1024 阀门,这样可以增加水流对堵塞部位的冲击力,有助于疏通堵渣。同时,需要反复操作 KV1027 阀门,以震动和松动粘结在锁斗下部的熔渣。

如果简单的阀门操作未能解决堵塞问题,需要对锁斗进行充压和泄压操作,这有助于改变锁斗内压力环境,从而帮助松动和清除熔渣。在进行充压操作时,应通过 KV1011 阀门将压力增加至气化炉压力以上 1MPa,然后迅速通过 KV1017 阀门进行泄压,这种快速的压力变化有助于疏通堵渣。如果发现及时,这样的操作在多次重复后一般能够有效地疏通锁斗下部的堵渣情况。

若通过上述措施仍未能疏通锁斗下部,就需要采用更为强制措施。这时,应联系高压清洗团队,通过拆除锁斗下部至捞渣机管线的手孔,对锁斗下部进行高压清洗。高压水射流能够有效地清除锁斗下部的堵渣,同时也会使渣块破碎,从而便于其随排水流出。

在堵渣清除操作中,应视堵渣的时间对气化炉的运行参数进行适当调整,比如减少负荷、增加气化炉黑水排放等,以保持气化炉的稳定性。锁斗下部堵渣疏通后应立即进行集渣操作,随后短暂集渣再次排渣,这样做的目的是避免在集渣过程中产生的粘性较高的灰渣重复堵塞锁斗下部排渣口。

当锁斗下部堵渣情况得到缓解之后,必须再次进行排渣操作。这一步骤是必要的,它可以确保在处理堵渣过程中产生的任何小块熔渣被彻底清除。此外,为防止未来发生类似的堵渣情况,应定期对锁斗进行检查和维护,并确保所有相关阀门和管线处于良好状态。通过这种方式可以减少气化炉运行过程中的堵渣问题,保证气化炉的稳定运行,避免造成不必要的经济损失和安全隐患。

1.3 锁斗循环泵管线堵渣

在水煤浆德士古气化炉的运行过程中,处理锁斗循环泵管线堵渣问题是确保系统连续稳定运行的关键措施之一。堵渣现象较为少见,但一旦发生,需要迅速而精确的处理方法以恢复系统的正常工作。

锁斗循环泵的堵渣通常表现为泵出口流量计显示为 $0\text{m}^3/\text{h}$,而锁斗的压差显示正常,且锁斗上部和下部的温度也显示正常。这种情况首先需要排除的是仪

表显示失真问题。确定仪表显示准确后,操作人员需要手动停止锁斗,关闭 KV1014 和 KV1010 阀门,同时打开 KV1001,使锁斗循环泵进行自循环。如果在自循环状态下,出口仍然没有流量显示,此时可以初步判断为锁斗循环泵管线发生了堵渣。

在确认堵渣后,应立即采取隔离措施,保持锁斗在安全的隔离状态。随后,操作人员应打开 KV1011 阀门,对锁斗进行充压。充压的目标是达到 6.5MPa,以确保足够的压力帮助破碎或推动堵塞的渣块。充压完成后,关闭 KV1011 并停止锁斗循环泵,这一步是为了保持高压状态下的稳定性并避免对泵造成过大的压力负担。

应联系中控仪表,强制关闭 KV1001,并打开 KV1010 和 KV1011,使用锁斗高压灰水充压管线对锁斗泵的入口和出口进行冲洗。冲洗是通过高压水流来清除堵塞物,从而恢复管线的通畅。在操作过程中,必须严格避免误开 KV1001,防止由于高压与低压系统的错误连接导致的安全事故。

冲洗过程中,应密切观察锁斗循环泵出口的流量计。当流量计开始显示流量时,表示堵塞已被部分或全部清除。在确认疏通后,操作人员应重新启动锁斗循环泵,打开 KV1001 并关闭 KV1010 和 KV1011,使锁斗恢复到集渣的正常状态。

整个处理过程中,操作人员必须严格按照安全操作规程执行,避免操作失误带来的风险。同时,此类操作后应进行详细的检查和评估,确保所有系统恢复正常,防止未来同类问题的再次发生。系统的维护和检查是预防堵渣的关键,因此,定期的系统检查和维护不仅能延长设备寿命,也能提高整个气化炉系统的运行效率和安全性。

2 水煤浆德士古气化炉锁斗堵渣处理经济效益分析

2.1 生产效率提升

锁斗下部堵渣的及时处理可以显著降低气化炉的非计划停机时间。通常情况下,气化炉因堵渣导致的停机时间可能高达数小时至数天。考虑到气化炉每小时的产值,这种停机会造成巨大的经济损失。例如,如果一个气化炉的日产值为 100 万美元,哪怕是 1% 的效率提升或停机时间的减少,也相当于每天增加 1 万美元的产值。通过采用上述处理措施,可以在发现初期迅速解决堵渣问题,减少停机时间约 10% 到 20%,进而每年可为企业节省数百万美元的潜在损失。

处理锁斗循环泵管线堵渣能有效避免因系统故障导致的生产线全面停工。在实际操作中,通过及时的

充压和冲洗措施,如充压至 6.5MPa 并利用高压灰水进行冲洗,可以在最短时间内恢复泵的运行。这种快速处置减少了系统停工时间,保证了生产线的连续运行。在经济效益上,这种操作可以提高设备的运行效率,减少能源消耗和维护成本。

系统的稳定运行和有效的堵渣处理还能带来原材料的节约。在气化过程中,堵渣会导致原料的不完全转化,增加了原材料的消耗。通过优化的堵渣处理措施,可以提高原料的转化率,减少原料浪费。以日投煤量 8500 吨计算,如提升 1% 至 2%,对于年处理百万吨级的水煤浆气化厂,这样的转化率提升可以节省上万吨原材料,经济效益显著。

2.2 设备维护周期延长

针对锁斗下部堵渣的处理,通过现场查看 KV1027 阀门动作是否正常,并进行充压、泄压操作以松动粘结在锁斗下部的熔渣,从而恢复锁斗的正常工作,可以避免采取更激烈的维修措施如高压清洗,这种预防性的维护策略大大减少了因为设备停工而进行大修的几率。例如,如果通过这种方法处理堵渣问题,可以使锁斗的维护周期从平均 3 个月延长到 4 个月或更长,这种延长周期可以减少设备维修成本以及由于维修而造成的生产停滞损失。

锁斗循环泵管线的堵渣问题虽然较为罕见,但一旦发生,通过关闭相关阀门并进行充压操作以清除堵塞物,不仅迅速恢复了生产,而且避免了对泵和管线的长期损害。由于堵渣可能导致设备持续运转时受到更严重的损坏,因此及时的响应与处理是延长设备寿命的关键。例如,如果锁斗循环泵因堵渣问题未得到及时处理,可能会导致泵损坏,而一台新泵的成本可能高达数万元。相比之下,及时处理堵渣问题的成本远远低于完全更换设备的成本,且因为避免了设备完全更换,设备的整体使用周期也得以延长。

锁斗堵渣问题的经济效益分析不仅仅局限于设备维护成本的节约,还包括了由于设备故障导致的生产损失。例如,气化炉的停机将直接影响下游产品的生产,如合成氨、甲醇、烯烃等化工产品。假设气化炉每停机一次,损失的生产成本和利润合计可达数十万甚至数百万元。因此,通过以上所述的锁斗堵渣处理策略,不仅能够显著减少设备的维护次数,延长维护周期,还能最大程度地减少因设备故障导致的生产损失。

2.3 能源消耗降低

考虑到锁斗下部堵渣的情况,消耗的能源主要包括用于尝试疏通的冲洗水、用于充压的高压灰水。当

KV1027 阀门打开后,如果锁斗冲洗水罐液位未见下降,并且锁斗仍有余压 0.15MPa,锁斗温度仍维持在集渣时的温度,意味着堵渣现象严重,锁斗下部的粘结熔渣未能通过常规的冲洗方式清除。如果操作人员能够根据这些信号及时响应,通过上述处理措施,可以在不消耗额外能源或资源的情况下解决问题。假设每次冲洗操作处理得当,省去了高压人工清洗,这相当于每次堵渣事件节省约 1000 元人民币。

对于锁斗循环泵管线堵渣的情况,能源消耗主要体现在循环泵的电力消耗、高压清洗过程中水和能源的使用。当锁斗泵出口流量计显示为 0m³/h 时,如果通过保持锁斗循环泵自循环来解决问题,将避免了额外的能源浪费。一旦确认为管线堵渣,通过对锁斗循环泵管线进行高压清洗,相对于让堵渣长时间存在,可以减少由于渣块引起的额外摩擦和泵的过载运行。

及时疏通堵渣可以避免因为堵渣导致的气化炉运行不稳定,进而减少了停机时间和相应的能源损失。如果由于堵渣导致气化炉停机,不仅需要重新加热气化炉以恢复生产,这在能源消耗上是一个大项支出,同时还会造成生产制程的延误,影响到整个生产计划和产量。保守估计,如果避免一次气化炉因堵渣引起的停机,可以节省的直接能源消耗和生产损失至少为数万元人民币。

3 结束语

水煤浆德士古气化炉锁斗堵渣处理技术的研究和应用对煤炭清洁高效利用具有重要的现实意义和实践价值,通过不断深化技术研究和推动实践应用,可以有效解决锁斗堵渣问题,提高生产效率,节约能源资源,并带来显著的经济效益。未来,随着我国能源产业的不断发展和技术水平的提升,水煤浆德士古气化炉锁斗堵渣处理技术将进一步完善和推广,为实现能源结构转型升级、促进经济可持续发展做出积极贡献。

参考文献:

- [1] 马克和. 浅谈水煤浆气化炉高温热偶的使用和优化[J]. 氮肥与合成气,2023,51(10):36-38.
- [2] 王明兰,满孝辉,于伟然. 水煤浆加压气化炉原料煤掺配试用总结[J]. 氮肥与合成气,2023,51(08):10-13+32.
- [3] 张志敏,忽俊成,齐澍文. 全站仪在水煤浆气化炉同轴度测量方面的应用[J]. 中国化工装备,2023,25(04):12-16.
- [4] 曹志普. 浅谈水煤浆气化炉锁斗运行与维护[J]. 大氮肥,2020,43(04):229-231.