

干熄焦烧损率的探讨与管控

康力才（宣化钢铁集团有限责任公司焦化厂，河北 张家口 075100）

摘要：在社会经济繁荣发展下，干熄焦技术应用范围越来越广。由于干熄焦系统中循环气体水分、含氧量、预存段压力控制等工艺因素的影响，一些焦化企业的干熄焦系统存在着焦炭烧损率偏高的问题，导致焦炭灰分增加，质量和产量下降。文章对导致焦炭烧损率偏高的主要因素展开分析，并提出具体降低干熄炉焦炭烧损率的措施，以期优化生产工艺流程，降低干熄炉焦炭的烧损率。

关键词：干熄焦；烧损率；管控

当前，冶金行业不断发展，干熄焦的应用成为主流，随之焦炭烧损率成为该行业重点关注的问题。所谓干法熄焦，是相对湿法熄焦而言的，是指采用惰性气体将红焦冷却的一种熄焦方法，在节能、环保和改善焦炭质量等方面优于湿法熄焦。在干法熄焦过程中，红焦从干熄炉顶部装入，低温惰性气体由循环风机鼓入干熄炉冷却段红焦层，吸收红焦显热，冷却后的焦炭从干熄炉底部排出。从干熄炉环形风道出来的高温惰性气体流经干熄焦锅炉进行热交换，锅炉生产蒸汽，换热后的惰性气体由循环风机重新鼓入干熄炉。

1 干熄焦工艺流程

1.1 工艺流程

干熄焦本身是相对于湿熄焦进行的技术改进。传统湿熄焦方案是利用大量水在焦炭上喷洒并冷却的方法，与之相比干熄焦技术是将 1000℃ 左右的高温焦炭置入干熄炉内，使用低温惰性气体来置换高温焦炭本身的热量，让焦炭的温度可以下降到 200℃ 左右，且升温后的气体通过余热锅炉展开热交换后会产生高压蒸汽，这些蒸汽可以被应用于发电、采暖等，具备循环利用的价值。干熄焦设备包括电机车、干熄炉、提升机、台车、排焦装置、自动控制、发电控制部分等。电机车将台车牵引至井架底部之后，提升机将焦罐提升至顶部并且将焦炭全部置入到干熄炉内，与循环气体进行热交换，最后由皮带输送机运至高炉。

1.2 干熄焦烧损问题的基本原理

干熄焦烧损问题的实质就是焦炭与氧气混合所发生的燃烧反应，是焦炭中碳的消耗，会导致焦炭中灰分的增加和焦炭产量的下降。在干法熄焦工艺中，循环冷却气体的成分以热传递效率较高、化学形态较为稳定且成分低廉的氮气为主，此外还含有少量的一氧化碳、二氧化碳、氧气、氢气和水等物质。当循环气体在经过一系列的吸热与放热过程时，炉内热传递以及循环气体组分会受到影响，继而使碳的状态也发生变化。干熄焦热传递的过程中，从化学反应的原理来看主要包括非均相反应和均相反应两种，非均相反应是固体焦炭与气态反应物的反应；均相反应则是炉内氢气、氧气、一氧化碳等气态物质之间的相互反应。从干熄焦化学反应中不同物质参与的先后顺序来看，又可分为一次反应和二次反应。

由化学反应可以看出，经过二次反应之后，干熄焦循环系统的气氛组成主要变为了二氧化碳和水。而在一定条件下，二氧化碳和水可再次与红焦反应生成一氧化碳和氢气，再次加入到一次反应中增加碳的消耗。焦炭残存的挥发分始终在析出，并继续与红焦反应形成一次反应与二次反应的循环，因此干熄焦系统中焦炭的烧损是不可避免的。

2 干熄焦焦炭烧损率原因分析

2.1 氧气对烧损率的影响

在干熄焦操作过程中，控制空气导入量是控制可燃气体含量的重要措施。但如果空气导入量偏大时，则容易造成循环气体中氧含量过剩，使更多的氧气参与到焦炭烧损的一次和二次反应中，导致焦炭烧损量增加。理论上讲，循环气体中氧含量为 0 是最为理想的，但是这在实际操作中是几乎不可能实现的。因此，我们需要在生产操作中将循环气体氧含量控制在一定范围内，并与可燃气体量相匹配，才能尽可能地降低烧损率。导致循环气体氧含量超标的因素主要有两方面：一是循环系统气密性不良，特别是循环系统负压段管路破损泄漏后，大量的空气会被吸入到循环系统，造成预存段压力升高和系统内氧含量、水含量的快速升高。过多的氧气与水参与到与红焦的反应当中，造成焦炭烧损。二是预存段压力控制不当。为了防止干熄焦装焦时吸入空气和烟尘外泄，工艺要求预存段压力保持在 0Pa 或是微正压状态。如果预存段压力控制不当出现负压的话，外界的空气就会被吸入干熄炉内造成焦炭烧损增加。

2.2 可燃性气体的影响

在干熄炉内化学反应中，首先被烧掉的是循环气体中的可燃性气体成分，其次是焦粉，最后是小块的焦炭。因此，可通过适当增加循环气体中一氧化碳等可燃性气体的含量来减少焦炭的烧损。但是应特别注意的是要严格控制在循环气体中的浓度指标，否则会有发生爆炸和一氧化碳泄漏中毒的可能。

2.3 焦炭成熟度的影响

焦炭的成熟度相对较低，其中挥发分较高的部分会在干熄炉的预存室当中分解，导致循环气体当中存在大量易燃和易爆成分。因此，当空气的导入量相对较高时，也会增加焦炭的烧损率。

2.4 循环系统气密性因素

循环系统共有两段,其一是正压段,其二为负压段。正压段主要为干熄焦循环风机的出口位置至干熄炉的入口口处。如果正压段气密性存在问题,就会导致预存段压力过低。受到压差的影响, N_2 会向空气当中扩散,使资源发生严重损失。而负压段主要是干熄炉的入口到循环风机的入口这段区间,如果气密性不佳,在压差影响之下,空气会向循环系统混入,使系统内部 O_2 含量不断上升,造成焦炭烧损率过高。

2.5 预存段压力控制方面

如果预存段的压力超出范围,且为负值,可能导致装焦阶段将炉盖开启时,外部空气大量被吸入,使炉内焦炭烧损。当预存段压力超出范围,且为正值,装焦炉盖开启时会导致内部气体溢出,污染大气。故应保证循环系统内部压力恒定,将预存段的压力控制在理想值,即0Pa。当然,这种情况实现十分困难。在生产过程,为防止烟尘出现扩散对环境造成污染,防止外部空气大量被吸入,并顺利调节预存段压力,可将其压力值控制在 $\pm 50Pa$ 范围之内,可有效降低焦炭烧损率。

2.6 风料比及干熄炉料位的影响

气料比是干熄焦循环气体量与排焦量的比值,一定的排焦量必须对应一定的循环风量。如果气料比较小的话,那么循环系统就没有足够的风量进行换热,排焦温度也会偏高;而气料比过大的话,会有更多的循环气体参与到与红焦的反应当中,继而导致焦炭烧损增加。与此同时,如果干熄炉料位相对较低,可能缩短焦炭存留在干熄炉内时间,使焦炭烧损率有所降低。但是,也可能导致装焦阶段焦炭由于落差大而被摔碎,提高焦粉产量,将冶金焦的产量减小。

2.7 熄焦与焦罐停滞等时间因素影响

如果条件相同,熄焦的时间越长,焦炭的烧损率就会越高,相反,如果熄焦时间短,则焦炭的烧损率就会降低。没有装焦之前,焦炭存留在焦罐内部时间越长,那么焦炭的烧损率就会越高,相反,焦炭在焦罐内部存留时间越短,则烧损率就会相应降低。

2.8 排焦温度因素影响

将排焦的温度提高,代表干熄炉中红焦高温区域逐渐下移,导致循环系统当中红焦、二氧化碳二者之间反应概率增加,随之焦炭的烧损率也有所增加。因此,可保证排焦量的稳定性,维持排焦温度恒定。但实际生产时,无论是排焦量,还是排焦温度都会发生波动。

3 改进措施

3.1 控制空气的导入量

通过实践操作,保证锅炉的蒸汽产量,将空气导入阀开启,并将循环风量增加,提高熄焦速度。可将空气导入阀开度设定在45~50%,循环气体当中 H_2 含量在3%以内, CO 含量在6%以内,氧气含量在1%以内,若可燃气体的含量偏高,可冲 N_2 进行稀释,保证干熄炉安全运行,降低焦炭的烧损率。

3.2 控制焦炭成熟度

保持焦炭成熟度相对较低,充分发挥干熄炉预存室作用,确保焦炭质量,降低炼焦工序的能耗,但会导致焦炭烧损率增加,因此,可寻找降低焦炭工序能耗以及烧损率平衡点,控制装焦温度在950~1050℃,并将偏差因素考虑其中,可将焦饼温度设定在1000℃以上。

3.3 最大限度地保证系统的严密性

这就要求干熄焦岗位人员在日常工作中要加强对干熄焦设备的巡检,并对一些容易出现泄漏的位置做好预防性的密封和加固。避免出现水封窜漏、加热面穿孔等循环系统事故。在日常操作中,岗位人员还要密切注意循环气体的各项指标,严格监视系统中氢气、氧气等气体的变化情况,对氢氧气体浓度快速升高的异常情况,应认真分析原因并及时妥善解决。一般情况下,循环气体中的氧含量控制在0.2%以下是比较理想的。

3.4 优化操作

在操作方案的设计方面,需要通过合理调配,保证干熄炉、锅炉等操作合理性,和相关部门展开沟通,控制外送蒸汽量,利用在线分析以及取样分析等结果,对于排污量进行合理控制。

3.5 减少滞留时间

为控制焦炭的粉尘外溢,使除尘风机除尘频率处于27~40Hz之间,并对预存室内部压力合理控制,处于-50~-70Pa之间,以免装焦阶段炉盖开启导致内部气体溢出或者外界空气吸入,导致焦炭烧损率提升,维持循环系统的压力稳定。确保环保前提之下,控制装焦阶段粉尘量产生,降低焦炭在焦罐车以及干焦炉中的滞留时间。此外,干焦炉的料位可控制为22~23m,使其稳定运行,控制烧损率。

3.6 强化工序衔接,维持排焦温度稳定

对于炼焦工序有效协调,保证装焦均匀,控制撵炉。同时,提前制定运焦系统检修计划,对于干熄炉的料位及时调节,以免排焦温度短期急速升高。

3.7 加强与干熄焦前后工序的生产联络,保持排焦温度的稳定

首要的是要做好与炼焦工序和皮带转运工序的联系,尽量保持干熄炉装焦的均匀性;同时根据运焦系统的运行情况,合理调整干熄炉料位,避免短时间内排焦温度的快速升高。

总之,干熄炉系统运行阶段,焦炭烧损无法避免,可向炉内充入适量氮气,并保证干熄炉系统密封性特点,将预存段的压力稳定,进而降低焦炭的烧损率,除此之外,焦炭烧损还和空气混入有关。焦炭烧损能有效提高锅炉热效率,进而提高蒸汽产量以及发电量。对此,需要深入探索蒸汽发生量、焦炭烧损二者之间比例,保证高焦炉经济运行。

参考文献:

- [1] 陈志明.干熄焦的生产实践及发展方向探讨[J].钢铁,2018(5):2-4.