

干熄焦生产中锅炉爆管的预防和处置

李治广 王 成 刘颖超 陈本成

华泰永创(北京)科技股份有限公司 北京 100176

摘 要: 干熄焦余热锅炉在实际应用过程中, 极易出现爆管事故, 如果出现此类事件, 会大大降低锅炉的运转效率, 故必须制定一些防治对策加以解决。文章在剖析了蒸气发生器爆管原理之后, 给出了一些防治对策, 以供参考。

关键词: 干熄焦锅炉; 过热器爆管; 原因; 改进措施

引言

干熄焦锅炉为一类余热锅炉, 是干熄焦系统的重要组成部分之一。干熄焦锅炉在运转过程中形成的蒸汽, 被输送至汽轮机进行发电。干熄焦锅炉可以被视为能源转化与回收的中心, 是确保干熄焦系统安稳运行的关键环节。若炉管结构完整性遭到破坏, 泄漏出来的水分或空气就可能随着循环空气进入干熄炉, 并与红焦发生水煤气等化学反应, 从而导致循环空气中的氢气与一氧化碳指标快速上升, 在补救与处理措施应用不及时情况下, 就加大了爆管事件发生的可能性。

1 干熄焦工艺与爆管特征

1.1 干熄焦基本工艺

干熄焦的基本过程是, 先由提升机的红焦气体直接通过干熄炉顶装入内部, 并将已在锅炉高温下冷却的低辐射性气体升温后再交替传导, 经冷却后温度小于200℃的红焦气体再由排焦系统直接由下部流出, 然后再送到筛焦系统; 吸收红焦及显热约850℃~950℃的辐射性尾气, 经一次除尘后进入锅炉炉水再将其经高温后所形成的中温及内压力加热蒸气, 直接运送至厂区蒸汽管道网中; 而经冷却后的高温及辐射性尾气再经二次除尘后, 由循环风机进行鼓入干熄炉中循环后再利用。

1.2 爆管现象特征

干熄焦锅炉发生爆管, 是由于干熄炉内预存室气压的大幅度波动; 循环废气中CO、H₂浓度突然大幅度增加; 锅炉的给水流量大大增加, 并明显超过了平均蒸发量; 而空气在密闭式体系的总压强突然变大, 而各点压强也明显变化。此外, 在现场检查中还能够发现: 预存间气压差和放散管口有明显的水蒸气冒出; 在燃煤压气锅底底部、辅助省煤器下部均有明显的水分积聚现象; 在二次除尘操作中的卸灰阀处也产生了积水迹, 并有大量的湿灰尘。锅炉在爆管时如处理不当, 炉口火焰冲破水封穿出, 将损伤外围元件; 处置措施不及当时, 就可以冲刷或损伤邻近的管线, 造成处理困难度增加并形成重大

隐患; 另外, 由爆管内渗出的大量水分和蒸气随循环废气流入干熄炉, 或与红焦接触后所产生的高温煤气反应 $C+H_2O \rightarrow (高温)CO+H_2$, 使循环气体中H₂和CO含量急剧升高, 若不及时采取控制措施, 达到爆炸极限值, 就会发生爆炸, 危及人员和设备安全^[1]。

2 干熄焦锅炉爆管的主要原因

2.1 风料比

风料比或是排烟热损失温度, 会使水蒸气的循环倍率以及温度值产生相应程度的变化, 所以水蒸气的排烟热损失温度也与爆管事故存在着联系, 而水蒸气的吸热利用效果又与爆管事故存在着联系。这基于, 因为锅炉中高温的烟气排放和风料比之间总是存在着十分密切的联系, 所以若是其中几个要素都发生了变化, 其他的几个因素也就必然要发生了变化, 不过总的情况下依旧是由于锅炉烟温的波动已经超过了在蒸发器排烟温度的正常波动范围, 但与此同时, 又由于蒸馏机存在着较大的加热惯性, 使得在蒸馏机出口仍能够保持大约20℃的烟温。所以, 经过分析了全部的运行数据, 就可以知道: 当锅炉位于入口处的排烟浓度增大200℃时, 就会导致蒸发器前方的排烟浓度增大100℃左右, 会使得蒸发器后方的排烟浓度增大20℃左右^[2]。

2.2 管壁温度

在实际使用时, 制冷器管一般都是选择20g锅炉使用的温度钢或琴筒材料, 但是这种材料在具体使用中, 一定要控制工作温度在450℃内, 否则如果是高于此工作温度, 管道就会出现球墨化现象, 使其晶相组成发生重大变化, 管子也会因此而高度降低, 进而容易出现爆管问题。所以, 管路超温的关键性因素其实是管路壁温, 而管路壁温则与对流换热系数、烟气侧温度, 有关。所以加工品质侧温度与管壁工作温度也基本相同, 都在261℃之间^[3], 但是当蒸汽管内部出现了汽水分层以及蒸干等情况时, 蒸汽侧所属的对流换热系数将会迅速减少, 在严重时候甚至还会有热量传导的恶化迹象, 并且基于此

时加工质侧将无法再实现正常的制冷效率,从而导致制冷效率也会变坏,而这将直接威胁到管壁的正常操作温度,也体现为随着管壁操作温度的急剧增加,有很大的机率出现超温情况。另外,在锅炉的适当部位还应该装设一个铠装热电偶,并且还应该先在外面涂刷上一个保温施工板材,之后再检测钢管的壁温值。而这种高温数值通常需要达到饱和温度,但实际上并没有达到最高数值,而是必须保持温度在规定范围以内,如果是温度超标,那么就可以认为管道内部出现了过热问题,这就意味着管道里面将会慢慢积累起了水垢,进而导致人工质流量的下降,在这样恶性循环下,管壁高温将会越来越靠近于烟气的高温,进而形成了超温问题,从而引发爆管事故。

2.3 粉尘异常磨损

干熄焦在锅炉进口前置有挡墙的强力沉降式一次除尘器,能去除循环空气中大颗粒粉尘,使进入锅炉的循环气体中粉尘含量 $<10\text{g}/\text{m}^3$ 。高温粉集中于双叉灰斗内,由水冷套管冷却,最后再由卸灰阀排至中间灰仓。卸灰阀有自动和手动二种操作方法,在处于零点五自动情况下,当水冷式套管内的焦粉堆高度到上限阻旋式料位计时,卸灰阀自启动。

工作时,料位计及卸灰阀对故障的处理不及时,功能失灵,自动放灰不及时或准确,以及温度选择错误等,均可导致灰斗内满灰或再一次的表面除尘功能失效,焦粉堆积在高压锅炉温度入口或把循环废气送入炉内,含尘量超标,对受热面炉管的冲击增大,使管壁变薄、金属牢固性能降低所产生的爆管隐患。如果频繁发生,或长期存在将加速缩短炉管服役日期,导致爆管事件^[4]。在粉尘损失最严重的区域,往往为炉管弯曲角度以及管卡附近的周边排水管道的穿墙管等。

2.4 生产负荷波动

鉴于公司化工产品需求、炼焦出炉温度调整、生化用水处理平衡等因素影响,干熄焦生产压力变化较大;同时,由于承担了管网及蒸汽系统调度,高干熄焦生产调度频繁。尤其是循环风量F1、高压锅炉的入口温度T6等经常大幅变动,从而导致了炉管金属热应力、机械热疲劳以及粉尘损耗、机械损坏等加剧。干熄焦年检修时发现,二次过热器管出现了严重变形问题,受温度环境影响很大,甚至存在过爆管问题。而由于低温度操作,容易造成锅炉温度与循环煤气温度长时间保持在低温环境,从而导致省煤器管由于高温腐蚀而出现损坏。

2.5 水质硬度及氧腐蚀

干熄焦锅炉的补给用水,少部分来源于除盐制水

站,但主要来源于企业或其他单位的冷凝循环用水。在实际工作中回收用水质量极不稳定,并多次导致锅炉的水体环境污染,坚韧度、电导率等严重含量超标后,可导致锅炉管内结垢处理困难,或局部传导性传热不良而引起内部过热或超温,甚至造成爆管损失。补充水源用热力除氧,除氧器的工作水压为 0.02MPa 、操作温度为 104°C 。除氧器的负载波动过大、间断地投入大量的补给冷却水、长期参数偏差等,都将影响除氧效果,含氧量超标,从而引起不锈钢锅炉管内溶解氧腐蚀^[5]。而溶解氧侵蚀也是属于电化学传感器侵蚀,铁和氧产生的侵蚀电池。溶解氧腐蚀常发生于省煤器和给水管中,特征为在侵蚀处有突出的腐蚀物,或下面有局部点蚀坑。

3 爆管预防措施及应急处理

3.1 防控粉尘磨损

干熄焦的一次除尘过程处于废气循环系统,在生产中无法对内部检查,所以,每一次除尘的料位管理以及卸灰阀的正确动作,对避免炉管断裂十分重要。对料位计和卸灰阀必须定期检查维护,对故障及时发现并及时处理,以确保自动卸灰的安全性;手动卸灰,注意放灰的时间、间隔时间要合理,另外,还应防止水冷式套管排气时漏入气体,高温的结焦问题棚料下灰困难,且降低了气体的循环系统密封性。

3.2 合理调控生产

干熄焦作为企业循环的重要环节,其设计特性不能改变,但需要进行调节以减少设备干扰,同时,避免在干熄焦低的负荷下长期运行。干熄焦本身工作参数的正确控制,就必须严格按照国家技术创新的有关规定,尤其排焦量和速度不能突然变化,防止工作参数大起大落的超温超压,强化岗位培训,认真工作,多校正勤调节。

3.3 严格水质监测与给水除氧

规范的给水、炉水的质量检验规定。制水站除盐水后质量比较稳定,所以根据冷凝回收质量,通常是在水泵的进排气阀上分别放置取样阀门和排水管,定期化验和检测,如出现质量不正常及时封闭水箱的进出水阀并排除。接着,再从源头督促相关部门对已投用、或长期停用或大修后重新开始的设备,清理排污直至水质化验符合要求后方可进行,并在洗涤过程中适当增加质量化验的次数。当生产中的炉水质量出现严重偏差后,采取适当提高连排开水量的定排频率;一般规定,供给水的强韧率 $\leq 3\mu\text{L}$,炉水电导率一般要求为 $\leq 80\mu\text{s}/\text{cm}$ 、磷酸根离子 $5\text{mg}/\text{L}\sim 15\text{mg}/\text{L}$ 左右。而除氧器的压力、温度等也必须保证在正常运行范围内,并确保涌水量与蒸汽的温度保持一致。但补充的水源含氧量则需要 $\leq 15\mu\text{g}/\text{L}$,如

不合格则需要通过化学方法去氧，再加联氨处理，而红葡萄酒浓度通常为0.1%~0.3%，达到彻底清除残余含氧的效果^[1]。

3.4 干熄焦锅炉设计上

在干熄焦锅炉使用后，保证在干熄焦锅炉出口的正常循环空气温度，避免低温腐蚀；保持在干熄焦锅炉的最严密度，以避免透风，产生二次燃烧，并产生腐蚀性气体；省煤器外表面采取化学镀，镀 $\delta = 65\text{mm}$ 的镍-磷，防止低温露点及二次燃烧产生的腐蚀性气体的腐蚀；控制省煤器内水的流速，将干熄焦锅炉给水中溶解氧带走。控制锅炉内的循环气体流速，减轻磨损及防止粉尘堆积在炉内管子上；在二级过热器上二段喷涂镍合金，以提高耐磨性；吊挂管内设保护管；膜式水冷壁内设不锈钢抗磨片；膜式水冷壁设防止偏流片等。

3.5 严格锅炉给水处理

由于热力过程中氧气的产生，尤其在弱酸性环境下会增加对铜、钢铁等的腐蚀性。所以，除了用热力除氧外，还需要用化工除氧等辅助方法，逐步降低溶解氧。另外，还要严格控制低温喷水的数量，否则一次过热器的蒸气直接经喷射管降温后再流入下二次过热器，可导致前二次过热器的结垢处理造成对热量的污染，最后造成二次过热器的爆管^[2]。再次，掌握好给水管系统的PH值，它直接关系着锅炉的受热表面腐蚀与结垢处理。

3.6 加强平时腐蚀与防爆检查

若锅炉定期进行清洗，还需定期做现场金相及硬度检查；省煤器应重点跟踪其腐蚀情况，定期测厚，发现异常情况后应割管确定其内部的锈蚀程度；对过热器管应重点检测变形、磨损和蠕胀等状况；蒸发器、水冷壁管应重点监控其表面结垢、材料劣化等的状况，以便于从中了解锈蚀程度，并及时采取合理的处理对策。在检测时也要力求全面、细致，使锅炉一直保持良好的工作状态。

3.7 加强平时腐蚀与防爆检查

如对锅炉定时进行清洁，还需要定时做现场的金相和硬度检测；省煤器也应该重点监控其锈蚀状况，并定时测厚，在发现异常状况后应割管判断其内在的腐蚀

程度；对过热器管宜着重监测变形、磨损和蠕胀等的情况；对蒸发器、水冷壁等管宜着重监测其表面结垢处理、材质劣变等的情况，以便于从中掌握腐蚀程度，并适时制定合理的解决措施。在监测时也要力求全面、详细，使锅炉始终保持良好的工作状态。

3.8 严格按照规定进行排污

锅炉正常工作后，所有经过锅炉给水进入锅炉中的物质，仅有很小的杂质会被饱和蒸汽所带走，大部分都停留在了锅炉水。而若不进行相应措施，则由于工作时间的延误，锅炉的含盐量、水渣量都将会越积越多。这样不仅会影响蒸汽效率，而且还会造成炉管堵塞，从而危害锅炉尾的安全运行^[3]。所以，为了要保证锅炉水的含盐量和含硅量都保持在最低允许值以内和清除锅炉尾水中的水渣，在锅炉尾工作时，就需要经常放去一些高温锅炉水，同时补进相当数量的给水方式来提高锅炉水的性能。

结语

因为干熄焦工艺的特点，锅炉尾部爆管不仅给产品带来了巨大伤害，而且爆管处理得不好，从干熄炉炉口喷出的火花更容易引发外围元件烧断的二次事故，另外，循环煤气也容易发生爆炸事件，从而产生了恶性循环现象。所以，通过对爆管事故的具体分析，要对产生爆管的风险早识别早防治，发生爆管事故要及时正确处置，最大限度地减少损失，防止事故扩大，加强操作管理与设备维护，促进干熄焦长周期安全经济运行。

参考文献

- [1]尹更新.140t干熄焦锅炉系统的爆管与处理[J].科技创新与应用, 2019(12): 131-131.
- [2]金纯祥, 陈伟鹏, 唐丽莉.干熄焦锅炉过热器失效机理分析及防漏实践[J].包钢科技, 2020, 43(1): 5-7.
- [3]刘欣明.干熄焦余热锅炉过热器超温原因解析及应对方法研究[J].科技风, 2016(17):110-110.
- [4]尹更新.140t干熄焦锅炉系统的爆管与处理[J].科技创新与应用.2018(12):131-131.
- [5]金纯祥, 陈伟鹏, 唐丽莉.干熄焦锅炉过热器失效机理分析及防漏实践[J].包钢科技, 2017, 43(1):5-7.