

蒸汽过热炉的操作与改进

苏异峰（中海油惠州石化有限公司，广东 惠州 516086）

摘要：蒸汽过热炉为气化装置配套设施，用于加热气化产出的超高压饱和蒸汽，供给全厂及外管网的超高压蒸汽管网系统，介绍了开工过程操作以及遇到的日常操作问题，通过操作优化，找到了最优的操作方法，达到了过热炉良好并且经济运行的目的。

关键词：过热炉；超高压蒸汽；操作优化

1 工艺介绍

气化装置的余热锅炉产生的超高压饱和蒸汽汇入超高压饱和蒸汽总管，送入蒸汽过热炉单元，在加热炉前分成两路，分别进入两台蒸汽分水罐，排去凝液的饱和超高压蒸汽分别进入两台蒸汽过热炉的对流段和辐射段，逐步换热，提高过热度，过热炉出口的过热超高压蒸汽使用超高压锅炉给水调整过热度后（受限管网整体运行温度和管线材质），并入过热超高压蒸汽总管，送出过热炉单元。

过热炉使用强制鼓风和引风系统，来自鼓风机的空气与加热炉烟气换热后，分别送入两台蒸汽过热炉的炉膛，提供过热炉燃料燃烧所需要的氧气，过热炉的烟气和入炉空气换热后，由引风机排入烟囱。

过热炉的燃料为变压吸附尾气和 LNG，开工初期使用 LNG 加热，PSA 运行正常后，燃料切换为 PSA 尾气。

2 工艺原理

蒸汽过热炉属于工艺加热炉的一种，气体燃料在加热炉辐射室（炉膛）中燃烧，待加热的蒸汽先进入加热炉对流室炉管，以对流方式从流过对流室的烟气中获得热量，然后进入辐射室炉管。在辐射室内，炉管外表面接收燃烧器喷出的火焰辐射热及炉墙辐射热，以热传导方式流向炉管内壁，管内流动的蒸汽又以对流方式从炉管内壁获得热量，实现了加热蒸汽的目的。

3 工艺操作

打开气化单元汽包至蒸汽过热炉单元蒸汽管线导淋，打开过热炉出口至外送蒸汽管线所有放空桶排凝，联系气化，打开气化 9 楼超高压蒸汽电动阀副线，开始往过热炉通蒸汽暖管，现场检查各处导淋排水情况至无凝液排出。

蒸汽过热炉鼓风机引风机启动，运行正常，各调节阀与切断阀门调试正常，天然气管线与 PSA 管线氮气置换合格，切换至火炬引入天然气置换 15min 后关闭去火炬手阀，压控阀投自动，确认已具备点长明灯条件。热炉炉膛四个方位分别进行测爆分析，采样深度 500mm 以上。分析合格后半小时内进行点火操作，超过半小时重新采样分析。长明灯点哪个则连接哪个软管，长明灯点火完成之前禁止打开主燃料气切断阀。

关闭各处暖管导淋和放空桶手阀，过热炉蒸汽管线升压至输送压力，在 2h 内升压至 11MPa，升压要尽量快。压力达到与气化炉汽包压力后，开始收汽包放空阀，往过热炉输送蒸汽，引入约 40t/h 蒸汽至过热炉出口放空阀放空，开始点主火嘴，依照长明灯排布依次对称点主火嘴，点一个导通一个盲板，通过天然气流量（天然气用量会上升，一个主火嘴大约会增加 200~300 方的流量），炉内压力变

化（点燃瞬间会爆燃形式造成炉内短时间达到正压并迅速恢复至正常负压状态）以及摄像头观察（主火嘴点燃后可以明显观察到火焰），现场观察是否点燃（现场可以直接观察到火焰）。在天然气工况下，总量 80t/h 蒸汽对应点燃 7 个主火嘴可以保证蒸汽过热温度达到要求。

在过热炉蒸汽出口温度达到 500℃ 后，打开蒸汽出口双电动阀后手阀的副线手阀引蒸汽至气化装置用超高压蒸汽管线顶层 PV602C 放空，给出口管线暖管，速度不要过快，避免发生水击，在进入气化装置用超高压蒸汽温度上升后开过热炉蒸汽出口手阀关副线手阀，加大流量进入 PV602C 暖管，保持过热炉出口放空阀开度不变，汽包顶上放空阀逐渐收，PV602C 逐渐开大，同时加大过热炉主火嘴天然气流量，保证过热炉蒸汽出口温度。至汽包放空阀全关，蒸汽全部引入过热炉出口放空阀及 PV602C 放空，调节好天然气用量，控制好出口温度 500℃ 以上，此时具备了蒸汽并网的要求。

与调度及动力站沟通好，准备超高压蒸汽并网操作，得到许可后，通知净化单元内操准备蒸汽并网，净化内操注意冰机运行情况。开始逐步收 PV602C 开度，将蒸汽逐渐并入管网，关注管网超高压蒸汽压力及温度的变化，与动力站及净化保持沟通。缓慢关 PV602C 及过热炉出口放空阀至全关状态直至蒸汽全部并网完成，通知调度及动力站蒸汽并网完成。

过热炉的燃料为变压吸附尾气 PSA 和 LNG，开工初期使用 LNG 加热，PSA 运行正常后，燃料切换为 PSA 尾气。尾气的热值比天然气低，但尾气是自身装置产出，可以大量节约成本，需要控制好流量及压力，需要多点燃 3 个主火嘴保证流量。在切换完成后，要调整过热炉负压及出口氧含量在工艺要求内。

在操作过热炉过程中遇到一些问题，提出了解决方案，保证了装置的平稳安全运行。

4 存在问题

①在超高压蒸汽管道引蒸汽至 PV602C 放空暖管过程中，PV602C 在高阀位自动控制状态下时会发生波动，导致压力波动，造成安全阀的起跳，安全阀起跳现场声音非常大，安全阀是设备防超压的最后手段，要避免发生起跳；

②在蒸汽外送过程中，过热炉出口至气化框架这段管线是死区，如果不预先暖管，在并汽过程中造成蒸汽管网温度降低明显，蒸汽带液，直接影响了净化的冰机，严重时甚至造成冰机跳车；

③燃料气烧嘴设计负荷偏高，导致烧嘴点燃不足造成炉管有一定温差，个别热偶显示温度偏高；

④按照要求蒸汽过热炉已经并入全厂加热炉效率监控系统,为了控制好加热炉效,出口负压,出口氧含量为重点监控参数,在实际运行过程中由于蒸汽量的变化,燃气热值的变化,天气的变化造成波动较大,各个参数调整后仍然处于范围要求之外;

⑤在异常工况下,整个过热炉系统各参数会巨大波动,气化炉一段烧嘴跳出一个烧嘴时,蒸汽产量会减少一半以上,甚至两个同时跳出,蒸汽产量会减少至零。

5 解决方法

①针对 PC602C 在高阀位自动状态下会波动,在实际增加流量控压过程中,全程打到手动状态下控制,根据压力的升高降低控制阀位,达到控制压力在 6.0MPa 左右;

②针对管网温度被拉低,蒸汽带液,为避免出现这种情况,对死区要充分余热,采取了过热炉出口引蒸汽至 PV602C 放空的方法,管网与过热炉一起引入 PV602C 放空,保证总管及死区管线的温度,在并汽时保证温度平稳,根据温度计直观的保证蒸汽并管网的温度。联系 CSPC,申请 30t/h 蒸汽量,设置 PV602C 压控 6.0MPa 自动,手动开大调节阀增大气化框架顶超高压过热蒸汽放空至 30t/h,关小过热炉蒸汽出口放空阀门开度,将蒸汽压力提至大于管网压力 0.15MPa 以上。现场全开外送超高压蒸汽大阀副线双阀,打开外送超高压蒸汽大阀,缓慢关闭放空阀至全关,根据过热炉蒸汽出口温度,点燃主火嘴,控制温度至 520℃,

当温度高于 480℃后,联系 CSPC 和净化,超高压蒸汽开始外送。继续开大外送阀,直至汽包放空阀全关,根据蒸汽量及温度变化,点燃主火嘴,控制蒸汽温度至 525℃,关小 PV602C 阀门开度,将蒸汽放空量控制在 5t/h 左右。内操调整各项参数,调整至最优状态,投用过热炉相关连锁;

③蒸汽炉管设计 8 进 8 出,各个炉管是独立的,不会造成影响,实际在操作过程中可以调整单个的主火嘴燃气阀门开度,尽量均衡各个温度,没有大的安全风险。

6 总结

通过上述优化后方法从投用过热炉到蒸汽并网过程中,系统平稳运行,所有参数均在要求范围内,投用平稳后过热炉出口氧含量控制在 2.0~2.3% 之间保证热效率,炉膛负压控制在 -20~-30kPa 之间,所有人炉空气全部都经过烟道换热器,控制排烟温度在 110℃以下,内操根据蒸汽产量、炉管温度分布等联系外操配合调整燃气阀门与风门开度,炉膛温度分布均匀,保证了装置工况平稳安全运行。

参考文献:

- [1] 李平,薛莹莹,罗方涛,李宝成.浅谈蒸汽过热炉烘炉[J].中国化工贸易,2018(6):198-198.
- [2] 程红华.蒸汽过热炉存在的问题与改进[J].石油石化设备技术,2007,28(4):48-50.

(上接第 222 页)低压开关额定电流为电流范围内分布,如果达到上限即额定电流,最小电流也需达到供电相关标准;②明确额定电压参数:线电压是指电厂配电室中低压开关额定电压,较多企业使用低压开关额定电压,国外更多企业使用相电压标定;③不同类型断路器过载保护的主要功能是 A.B 2 类断路器产生过载情况时,易对线路加以有效保护,而且不同类型断路器过载保护指数基本一致,断路器短路瞬时分闸需联系具体状况,明确配电的相关指标;④低压短路分断能力、额定短路关合电流情况进行分析,极限分断能力、运行短路分断能力,即为短路分断能力,运行期间发挥短路分断能力,有助于确保供电的稳定性及安全性。

3 10kV 变配电室高低压开关保护配合要点探析

3.1 高压断路器柜、低压总开关保护配合要点

整定高压断路器柜电流速断保护,可避开变压器二次侧短路,对一次侧三相最大短路电流整定加以计算,获得一次侧三相最大短路电流,通过系数 * 变压器低压侧短路三相最大短路电流,计算出高压侧电流值。根据整定基本原则获取系数 1.2,变压器低压侧短路问题的发生使得定时限高压侧速断为保护的状态,开关无动作,这时高压断路器柜保护呈反时限,利于对保护整定值加以调节。10kV 变配电室能结合高压断路器工作原理,将低压总开关、高压断路器融合,加强对供电线路安全的保护,建议使用智能带短延时开关,选择低压侧总开关达到保护配合最佳效果、配电室自动化效果。

3.2 短路电流计算方法

以某配电室为例,计算其三相短路电流,变电室——配电室主干线路、线路电阻 R、电抗 X、变压器容量 SN、阻抗电压 UK、变比分别为: LGJ-240/2.5km、0.12Ω/km、0.3Ω、480kVA、0.042p.u、10:0.3。变压器低压出口 d2、低压出线柜下母排 d3 间的距离为 4.8m,母线电阻值为 0.03Ω/km、电抗为 0.166Ω。低压线 d4、低压出线柜下母排 d3 间的距离为 45m,低压出线 d5、低压出线柜下母排 d3 间的距离约为 90m,而 BVV 架空线路横截面积在 110mm² 左右,线路电阻和电抗分别为: 0.142Ω/km、0.31Ω。低压出线 d6——低压出线柜下母排 d3 的距离为 48m,低压出线 d7——低压出线柜下母排 d3 的距离为 98m,线路电阻及电抗分别为: 0.02km、-0.075Ω。

综上,电网系统中 10kV 变配电室低压开关保护中,容易发生电流速断整定值计算、低压开关漏电及低压开关容量等方面问题,因而需考虑到变配电室供电的安全、稳定,确定低压开关的相关参数,合理选择低压开关和断路器,并且优化保护级数等,以便有效保障用户用电的安全,满足用户对于供电的相关需求。

参考文献:

- [1] 解晓君.探究 10kV 变配电室高低压开关及电气设备选择[J].中国房地产业,2019(29):253.
- [2] 姚忠.探究 10kV 变配电室高低压开关及电气设备选择[J].中国高新区,2019(02):128.