

电厂高温管道保温层失效原因分析与改进措施探讨

孟建钧

中国电建集团四川工程有限公司 四川 成都 610051

【摘要】：高温管道属于火力发电厂热力系统中的重要组成，保温层完好情况直接关联着机组能耗水准，运行安全以及设备寿命。目前大部分电厂高温管道在服役一段时间之后，保温层出现开裂、脱落、下沉、破损等现象，导致散热损失增大，周围环境变差，还可能引发管道腐蚀等安全隐患。本文根据电厂生产运行的实际状况，从材料、施工、运行、维护四个方面分析保温层失效的原因，针对各方面的缺点提出相应的改进措施，以提高高温管道保温施工的质量，减少机组的能耗，保证电厂设备的长期稳定运行。

【关键词】：火力发电厂；高温管道；保温层；失效原因；改进措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.043

1 引言

火力发电厂主蒸汽、再热蒸汽、高温给水等管道长期处在高温高压运行工况中，保温层的主要作用就是阻止管道热量向外部散发，减少机组热损失，并且避免高温管道烫伤操作人员、烘烤周边设备等问题。保温结构一般是由保温层和外防护层构成的，受到复杂工况以及管控因素的影响，保温结构容易发生各种损坏问题。根据相关的运行数据可知，保温层失效会造成管道表面温度迅速升高，机组散热损耗增大，长时间的缺陷运行会使管道金属材质的老化速度加快，从而缩短设备的使用寿命。为了控制电厂的运行能耗，消除设备安全隐患，对高温管道保温层失效原因进行分析，并提出相应的改进措施，具有重要的工程应用价值。

2 电厂高温管道保温层常见失效形式

2.1 保温材料破损粉化

电厂常用的硅酸钙、珍珠岩等硬质保温材料，长期在高温交变载荷和管道振动的作用下，材料内部结构慢慢变得松散，产生开裂、碎裂、粉化等现象。纤维类保温材料会存在压实收缩、纤维断裂的情况，保温层厚度不断减少，材料内部形成了许多空隙，隔热保温效果大为降低。

2.2 保温层下沉脱落

软质保温材料自身粘结性能不好，施工铺设密实度不够，在重力和管道振动的共同作用下，材料逐渐向下偏移堆积在管道上部，造成管道上部保温空缺。管道弯头、三通等异形部位的拼接处理不好，连接处有较大的缝隙，很容易出现局部脱落，造成明显的保温盲区。

2.3 外防护层破损渗漏

外防护层一般用镀锌铁皮、铝合金薄板等金属材料，长期

在雨水冲刷、风力侵蚀和外力磕碰的作用下，钢板产生变形、开裂、搭接不紧的问题。防护层密封失效之后，雨水、潮气会渗入保温层内，导致保温材料吸湿受潮，导热系数急剧增大，并且会引起管道外壁的腐蚀。

2.4 热桥效应突出

管道支吊架、焊接接头等地方没有做专项断热处理，金属构件直接连通管道和外部环境，形成热量传导通道。此种热桥部位的散热效率比常规保温区要高很多倍，局部温度偏高，不但会造成热量的浪费，而且会加速周边保温材料的老化损坏。

3 高温管道保温层失效主要原因分析

3.1 保温材料选型不合理

部分电厂早期建设时期，为压缩初期投资，没有根据管道的温度参数、环境的湿度准确地挑选保温材料。高温高压管道所用的保温材料耐温等级过低，在长时间的高温烘烤下产生烧结收缩，使材料的物理性能迅速下降。潮湿区域应使用吸水率高的纤维型保温材料，材料吸湿后导热系数增大几倍，保温效果基本消失。除此之外，一些材料的机械强度不够高，抗压、抗形变的能力较弱，在受到小量外力时，结构就会发生损坏。

3.2 施工工艺管控不规范

施工环节工艺缺陷是造成保温层早期失效的最主要的人为原因。一是管道基层处理不彻底，外壁残留有铁锈、油污等，没有做好防腐处理就直接铺设保温材料，造成锈蚀不断扩散破坏保温层。二是保温层铺设工序不标准，硬质材料拼接缝隙没有填充密实，软质材料铺设厚度不均匀、压实度不够，预留伸缩间隙不满足工况要求。三是异形部位施工简化，弯头、变径、支吊架等复杂部位裁剪拼接粗糙，密封包裹不严密。第四，外

防护层安装质量差,金属板材搭接宽度不够,固定固件间距过大,密封封堵处理不彻底。

3.3 机组运行工况恶劣

由于电厂机组频繁启停造成管道会产生周期性热胀冷缩,保温结构又经常被挤、拉的反复作用下,慢慢地会出现松动、开裂的情况。因为管道受到的介质压力具有持续性,传给保温层上的振动又会导致保温层产生松动移位的现象,从而造成保温层的结构遭到破坏。部分管道布设于露天、高湿、多粉尘的地方,受到雨水、雾气的侵蚀和保温防护结构的损坏,造成灰尘在上面堆积堵塞保温层透气孔隙,加速材料老化的速度。同时周边设备的辐射热量会使该地区附近环境温度发生变化,从而加快保温材料性能衰退的速度。

3.4 运维检修管理不完善

大多数电厂把重点放在了主机设备检修上,忽略了保温层日常维护的管控工作。日常巡检只对管道主体运行情况进行检查,没有对保温层表面温度、结构完整性进行定期检测,细微的破损不能及时发现。缺陷修复流程不规范,局部破损大多用简易修补方式,没有完全消除基层隐患,修补部位短期内再次损坏。另外运维人员专业水平不高,缺少保温结构维护方面的专业知识,不能准确地判断失效的原因,控制整改没有针对性。

4 高温管道保温层优化改进措施

4.1 科学优选保温材料

根据管道的运行温度、布置环境和介质参数的不同选择不同的材料。高温高压主蒸汽管道优选耐高温、导热系数小、稳定性能好的复合型保温材料,表面加硬质防护板材以增强结构强度。露天潮湿区用憎水性保温材料来控制材料吸水率,断开潮气的渗透通道。对于管道异形节点以及振动频繁的地方,用柔性复合保温材料来适应管道形变位移,减小应力破坏。另外建立材料进场质量检查制度,对耐温性、抗压强度、导热系数等进行检查,禁止不合格的材料使用。

4.2 规范优化施工工艺

施工前做好管道基层处理工作,将外壁的锈蚀、污染物全

部清理干净,涂刷耐高温防腐涂料,阻止管道腐蚀途径。严格控制保温层铺设顺序,分层、分段均匀铺设,硬质材料拼接处用同质填充材料填实,软质材料控制压实密度,留有合理的伸缩余量。对弯头、三通、支吊架等部位实行加工制作保温构件,保证包扎严密。规范外防护层安装,控制好板材搭接宽度、固定固件间距,接缝处用密封材料封堵,露天管道增设防水防雨结构。

4.3 改善设备运行工况

对机组的启停过程进行优化,使升降温的速度尽量减小,管道热胀冷缩的程度降到最小,从而减小保温结构所受的交变应力。安装管道减振装置,改进支吊架结构,减弱介质波动造成的振动传递,缩减振动给保温层带来的损害。做好管道区域环境管控,露天管道增加防护围挡,潮湿区域增加通风除湿设施,及时清除表面积尘杂物,改善保温结构外部运行环境。对热桥隐患部位加装隔热垫片,阻止金属构件热量传导通道。

4.4 完善运维管控体系

建立健全日常巡检制度,制订专项巡检清单,定时检测保温层外表状况,表面温度,精确找到松动,破裂,受潮等隐患,做好记录工作。规范缺陷修缮流程,拆除失效破损保温层,处理好基层隐患之后再做标准化重新铺设,避免使用简易修补方式。加强对运维人员的保温材料特性、施工工艺、故障判别的系统培训工作,从而提升检修控制的技术水平。创建全生命周期管控体系,依靠材料老化周期来预先判断隐患,定时举行全方位检修翻新,从而改善保温结构的使用寿命。

5 结论

高温管道保温层失效是材料、施工、运行、管理等多个因素共同造成的,主要的诱因为材料选型不合理、施工工艺粗糙、运行工况恶劣、运维管控缺失。保温层失效会造成电厂的能源消耗增大,管道腐蚀、设备过热等的安全隐患也越发严重,对机组安全、经济运行造成影响。电厂根据管道实际工况来选择合适的保温材料、施工工艺流程、设备运行工况和运维管控体系,从各方面提高保温结构的稳定性及耐久性。持续控制保温层的运行状态,减小管道散热损耗,削减设备故障隐患,给火力发电厂节能降耗、安全稳定生产赋予保障。

参考文献:

- [1] 王通,吴磊.埋地管道防腐保温层失效评价[J].管道技术与设备,2014,(04):35-37.
- [2] 王雷,吴明,贾冯睿,等.保温层失效对伴热稠油管道安全停输时间的影响[J].油气储运,2013,32(03):247-251.
- [3] 王雷,吴明,贾冯睿,等.保温层失效比例对热油管道安全停输时间的影响[J].辽宁石油化工大学学报,2012,32(04):55-59.