

天津翔悦

天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

电站锅炉尾部受热面磨损及防磨途径的探讨

Study on Abrasion and Its Preventive Approaches of

Utility Boiler Back-end Surface

华北电力大学(071003) 柳青

摘要: 燃煤电站锅炉尾部受热面磨损是火力发电厂普遍存在的问题。研究分析其磨损机理,掌握锅炉各部位的磨损规律,制定防止或减轻磨损的对策,并在锅炉大、小修中予以实施,对避免因磨损泄漏造成机组停运,有着重要意义。

关键词: 电站锅炉 尾部受热面 磨损 防磨途径

Abstract: The abrasion of utility boiler back-end surface is a widespread problem. The mechanism and rule of abrasion are analysed. The preventive approaches of abrasion are put forward. To carry this approaches out is important for avoiding the emergency shutdown.

Key Words: utility; back-end surface; abrasion; preventive approach

1 引言

燃煤锅炉受热面设备,由于内部是高温高压或超高压的工质汽、水在流动,使其承受很大的工作应力和各种温差应力;外部是高温烟气带有固体颗粒或腐蚀成分的烟气在冲刷磨损或受吹灰介质灰夹杂颗粒的吹损。客观上锅炉受热面承压部件承受着磨损、吹损、腐蚀的损害,导致设备健康状况日趋恶化。特别是燃烧灰份大的劣质煤锅炉,其尾部受热面发生磨损尤为突出。在国内、外也比较普遍,因尾部受热面发生磨损泄漏造成停炉事故占相当大的比例,其所造成的直接损失和间接损失是巨大的。因此,尾部受热面的防磨是急需研究解决的重要课题。认真研究分析其磨损机理,掌握锅炉各部位磨损规律性,制定防止或减轻磨损的对策,从而避免因磨损泄漏造成机组停运。

2 磨损机理

锅炉尾部受热面在烟气侧的冲刷磨损是一个错综复杂的技术问题,影响的因素也很多。其磨损与燃料和灰的磨损特性有很大关系,煤粉细度、灰的颗粒度、硬度、浓度、灰粒冲刷撞击管子的方向、角度以及金属的耐磨性等都有很大影响。对燃煤锅炉的烟灰,主要是因为其中含有坚硬的未熔化的矿物质,如:石英和铁矿石等,它们的硬度很高,其硬度值达6—7;对这些形状不规则的、坚硬的大于50微米的大颗粒矿物质,随烟灰气流高速冲刷、撞击管子表面,动能做功、克服分子力,磨掉受热面管子外壁的氧化皮及金属微观颗粒,即发生了磨损。从动能做功理论得知;单位断面气流中灰粒的动能与速度的三次方成正比。磨损一般均发生在与管子横断面垂直中心线成300—450角之间。关于此点,目前有两种理论解释:一是“变形切削磨损”,二是“附面层过渡区磨损”。前者认为,当灰粒随烟气流经管子中心线夹角在450时的切削力与变形力相等,是造成了发生犁沟冲刷磨损最有利条件,其磨损最大;后者认

为，当灰粒随烟气流经管子中心线夹角在300角左右形成附面层，在形成附面层过渡区时，发生能量转换，产生犁沟冲刷磨损。从上述两种理论分析都有一定的片面性，实际磨损时，机械作用的切削、撞击、凿穴，空气动力作用的冲刷、绕流，物理作用的疲劳、变形，化学作用的应力腐蚀等等是同时发生的。通过对某电厂已发生磨损部位统计分析证明，以对流传热为主的尾部受热面蛇形管排的磨损，主要是飞灰冲刷磨损，且又带有局部磨损特征。在容易发生烟气走廊和烟气流速突变的转弯局部位置附近，最容易发生严重的局部磨损。

3 飞灰磨损的主要原因及其规律

3.1 飞灰浓度

烟气中的飞灰含量与燃煤中的灰分成正比。当灰分增大时，单位体积的烟气含灰量就大，飞灰浓度高，此时飞灰对受热面的磨损就大。例如，尾部竖井受热面后部弯头处磨损就很严重。

3.2 烟气的流速

飞灰磨损量随烟速的3.33次方剧增。飞灰浓度一定的烟气，烟速增大时，飞灰颗粒对管壁的撞击力、冲刷力加大，磨损加快。当锅炉超出额定负荷运行时，烟速将超出设计值，飞灰对管壁的均匀磨损大大加剧。当断面烟速分布不均时，烟速大的部位磨损比烟速小的部位厉害。如烟气走廊部位。

3.3 飞灰颗粒的物理、化学性能不同的影响

煤种不同，飞灰的物化性能不同，研磨性能有差别，因此，对管壁的磨损在飞灰浓度、烟速相同时也会不同。

3.4 烟灰颗粒的温度

烟灰颗粒的温度高时，颗粒较软，其研磨性差。烟灰颗粒的温度低时，颗粒硬，研磨性能强。因此，在尾部竖井受热面中低温段（省煤器处）管排飞灰磨损较为严重。

3.5 尾部竖井受热面管排相对节距

管排相对节距均匀，烟气流速阻力均匀易发生均匀磨损。管排相对节距小烟气流通面积增大，飞灰磨损量减少。

4 防磨途径

因为锅炉尾部受热面的磨损是由多方面因素造成的结果，所以防止磨损应针对诸多因素予以统一考虑解决。防止锅炉尾部受热面磨损的防磨途径有两方面：一方面是消除发生磨损的根源；另一方面是限制磨损的发展，进行必要的结构改进，采取有效的防磨措施进行预防。

4.1 对重点磨损部位进行防磨防爆检查，重点磨损部位如下：

(1) 蛇形管排的弯头、边排管及穿墙部位检查。在热态工况下，管排热变形和端部弯头间隙变化，易产生烟气走廊。穿墙部位保温、耐火材料易脱落，漏风改变烟气流动方向。这些部位往往会造成烟气流速场不均匀，局部烟气流速大于设计值极易发生磨损。

(2) 在烟气靠近尾部竖井入口处、靠近后边墙附近，烟气流速场变化大。在离心力作用下，飞灰浓度增大，易发生磨损。

(3) 蛇形管排的卡子部位、管排交叉部位检查。因为管排卡子主要是为管排平整，烟气均匀通过，防止形成烟气走廊的固定限位措施。在卡子脱落、错位、烧损处，在管排交叉部位附近以及管排中有异物存在周围，由于烟气流向局部发生变化，流速加快，易发生局部冲刷磨损现象。

(4)对布置在尾部竖井内的低温过热器、低温再热器、省煤器蛇形管排，一方面对管排因膨胀热变形相互碰撞、相互产生机械磨损检查；另一方面在烟气向下转弯处的蛇形管弯头和靠两侧墙处的边排管进行检查，这些部位容易产生局部烟气走廊，发生局部冲刷磨损。

(5)对磨损减薄进行测量和壁厚计算，采取相应的预防措施：当尾部受热面管子年磨损速度大于0.1mm时，必须考虑加护板或喷防磨涂料进行保护；当尾部受热面管子年磨损速度大于0.25mm时，就要考虑结构改进，使烟气流速、飞灰浓度降下来；当磨损严重，面积大于50mm²管子实测壁厚达到理论计算壁厚时，必须换管处理。不能补焊，更不能加护瓦了事。

4.2 对尾部受热面局部烟速和飞灰浓度过高的不合理结构进行改进，只有改进尾部结构才是防止受热面管子磨损的关键所在。主要方法有：

(1)为了消除局部烟速过高产生磨损，可加装烟气均流挡板。使烟气均匀流过受热面管子，消除烟气走廊，在尾部包墙处加装均流挡板。在不影响受热总面积的情况下，将错列布置的管排改成顺列布置，可以消除灰粒二次冲刷磨损。由于顺列管束的绕流作用，灰粒向气流中心集中，减轻了对受热面磨损。

(2)为了消除烟气飞灰浓度过高产生磨损，在结构及使用条件允许的情况下，在炉内、外加装上挑钝体离心式和百页窗式除尘器。使烟气灰分分离，高浓度烟灰进入炉内、外除尘器；低灰浓度烟气流经尾部受热面，从而减少受热面磨损。

(3)在对尾部受热面进行改进时，首先应满足其型式适宜结构合理。其次烟气流速应取允许的平磨磨损烟速上限，既能保证安全运行又能防止受热面磨损。

4.3 对传统采用防磨盖板结构进行适当改进

传统防磨盖板普遍采用180°的防磨盖板，因制造上存在回弹翘起，使盖板贴不紧受热面管子表面，对防磨不利。建议采用耐高温防磨涂料对烟气侧磨损部位进行喷涂。喷涂层与管子粘贴力强、传热性好、致密耐磨。不需要加任何防磨盖板，既增大烟气通流面积、降低烟速，又起到防止管子磨损目的。但在防磨涂料的选择上一定要考虑其涂料的耐热温度、导热系数、耐磨抗蚀性及对受热面管子的腐蚀作用。以防止涂料脱落和受热面管子的腐蚀。其次，对尾部磨损较严重的光管省煤器改用膜式省煤器，既降低排烟温度、提高锅炉效率，又由于管子和膜板的绕流作用，使灰粒向气流中心集中，从而减少磨损和积灰。是既安全又经济的防磨措施。

4.4 加强燃煤管理，燃煤煤应接近设计煤种且要相对稳定

若改烧灰分高、水分大、热值低挥发份少的劣质煤时，往往燃烧不良，飞灰浓度和烟气流速会增加许多，必然会造成尾部受热面的磨损严重。

4.5 提高设备安装、检修质量管理

在进行设备检修时应确保尾部受热面管排设计间隙和相对节距，以及外形尺寸的准确，不得随意改动，避免形成烟气走廊和堵塞。认真检查尾部的严密性和漏风情况，若漏风严重，不但降低锅炉效率，而且使烟气流速提高，加剧受热面管子磨损。因此应及时发现并堵漏，并在运行中控制好炉膛负压，提高炉墙的保温质量，对防止尾部受热面磨损是有好处的。

4.6 加强设备的运行管理

首先要调整好燃烧，控制好飞灰可燃物在规定的范围内。若锅炉燃烧不良，使燃烧飞灰可燃物及飞灰浓度增加，烟气流速加快，必然加剧尾部受热面的磨损。其次控制煤粉细度在规定经济范围内，若煤粉太粗、燃烧不完全、锅炉不完全燃烧损失及飞灰浓度增加，也加剧尾部受热面的磨损。在则应避

免高负荷时机组超出力运行，导致烟气流速提高，致使尾部受热面及其它设备均匀磨损和局部磨损加剧，使用寿命因此而缩短。

5 结束语

由于锅炉尾部受热面在烟气侧的冲刷磨损是一个错综复杂的技术问题，影响的因素也很多。要想解决好这些问题，还需要做大量的科学试验，进一步探讨其磨损机理，研究防磨措施，对设备加以完善，提供安全可靠又经济合理的磨损允许烟速和受热面管子使用寿命的评估，并予以实施，防止锅炉尾部受热面磨损才能实现。

6 参考文献

- [1] 岑可法, 樊建人, 池作和, 等. 锅炉和换热器的积灰、结渣、磨损和腐蚀的防止原理与计算[M]. 科学出版社, 1994.
- [2] 邓志成, 杨宇, 徐开义. 电站锅炉省煤器结构变化对飞灰磨损影响的研究[J], 发电设备. 2004. 1
- [3] 傅敏, 岳增武, 雒利勇, 李辛庚. 锅炉省煤器的飞灰磨损状态及材料耐磨性能浅析[J]. 山东电力技术, 2000. 2
- [4] 李国华. 锅炉尾部受热面积灰的危害与预防[J]. 有色冶金节能, 2002. 5
- [5] Baxter, L. L. , ash depositon during biomass and coal combustion; a mechanistic approach, Biomass and Bioenergy, 1993, (4)2

文章作者： 柳 青

发表时间： 2005-07-12 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)