

宁夏地区电站锅炉爆管原因分析及对策

霍本禹

(宁夏电力公司电力科学研究院, 宁夏 银川 750011)

摘要: 针对宁夏地区近2年来电站锅炉频繁出现爆管的问题,归纳和分析了各种爆管故障产生的原因,提出了防止电站锅炉爆管应对措施。分析与实践表明:通过主动控制与预防,及早地采取应对措施,锅炉爆管可以最大限度地得到控制。

关键词: 电站锅炉; 爆管; 超温; 结焦

中图分类号: TK223.61 **文献标志码:** B **文章编号:** 1672-3643(2012)02-0041-04

Cause analysis and countermeasures of boiler pipe explosion in power plant of Ningxia

HUO Benyu

(Ningxia Electric Power Research Institute, Yinchuan Ningxia 750011, China)

Abstract: Aiming at the problems of boiler pipe frequent explosion in Ningxia power plant near recent two years, summarizes and analyzes the fault cause of various boiler pipe explosion, puts forward the reply measures of preventing boiler pipe explosion. The analysis and practice shows that through active control and prevention, takes the reply measures in time, can control the furthest of boiler pipe explosions in power plant.

Key words: power plant boiler; pipe explosion; overtemperature; clinkering

随着我区电力工业建设的迅猛发展,各种类型的大容量火力发电机组不断涌现,在给我区经济建设带来发展的同时,也给电网安全、可靠、经济运行带来了影响。锅炉作为火力发电机组的重要组成部分,担负着向汽轮机输送一定量的合格蒸汽的任务,是实现能量由化学能最终转变为电能的第一个环节,也是最重要的一个环节。由于锅炉受热面内部承受着高温、高压的工质作用,外部处在一个高温且烟气成分复杂的恶劣环境之中,又承受着含灰气流的冲刷,因此锅炉爆管一直

是困扰锅炉安全运行的瓶颈问题。尤其是我区电网以330 MW机组作为主力机组,近年来相继又投入了数台超临界、超超临界机组,无论是在运行条件上还是在运行水平上都要求比较高,在结构上更加趋于复杂,如果受热面管内外环境不能满足安全运行的需求,那么就会极易引发锅炉受热面的爆管。宁夏地区近两年来锅炉爆管现象频繁出现,在一定程度上影响到发电企业和电网安全、可靠、经济运行。

收稿日期: 2012-01-06

作者简介: 霍本禹(1957),男,高级工程师,从事电站锅炉技术研究与服务工作。

1 爆管的原因分析

1.1 受热面超温

锅炉承压受热面主要实现热能由烟气侧向工质侧的传输,在设计和运行中,必须确保受热面管子外壁温度低于管材的抗氧化容许温度,保证其机械强度在许用范围之内。受热面超温爆管一般可分为长期过热爆管和短期过热爆管。

长期过热爆管是指管壁温度长期处于设计温度以上而低于材料的下临界温度,超温幅度不大,但时间较长。锅炉管子发生碳化物球化,管壁氧化减薄,持久强度下降,蠕变速度加快,使管径均匀胀粗,最后在管子的最薄弱部位导致脆裂的爆管现象。长期超温爆管根据工作应力水平可分为3种:高温蠕变型、应力氧化裂纹型、氧化减薄型^[1]。通常由于受热面管内汽水流量分配不均、炉内局部热负荷偏高、管子内部结垢、异物堵塞管子、错用材料、最初设计不合理等原因造成的。短期过热爆管是指当管壁温度超过材料的下临界温度时,材料强度明显下降,在内压力作用下,发生胀粗而导致爆管的现象。由于受热面管内工质的短期流量分配不均匀,炉内局部热负荷过高(或燃烧中心偏离),过热器管子内部严重结垢,异物堵塞管子,错用钢材,管子内壁的氧化垢剥落而使下弯头处堵塞,在低负荷运行时投入减温水不当,炉内烟气温度失常等原因造成的。

我区曾有多家发电企业出现过受热面超温的现象。如2010年11月份宁夏中宁发电有限公司2×330 MW机组1号、2号炉相继出现屏式过热器受热面内因氧化皮脱落造成下弯头阻塞,致使管壁出现超温爆管。又如2011年8月宁夏京能宁东发电有限责任公司2×660 MW超临界机组1号炉高温过热器由于氧化皮脱落堆积造成受热面超温爆管。

1.2 受热面磨损

受热面磨损主要是飞灰磨损。飞灰磨损爆管是指烟气中飞灰颗粒高速冲刷管子表面,使管壁减薄爆管的现象。磨损主要与飞灰的特性、烟气流动速度、烟气含灰浓度、受热面布置方式等因素有关,而烟速的高低起到一个主导作用。此外,锅

炉蒸汽吹灰加剧了灰粒对锅炉受热面的冲刷,导致受热面局部吹损而引起爆管。近年来,随着我区煤炭价格不断攀升,使得发电成本逐渐加大,再加上煤炭市场处于紧缺且紊乱状况,因此造成燃煤发热量低、灰分含量大、入炉煤量大,使得炉内燃烧产生的飞灰量和烟气量显著增加,加剧了锅炉受热面的磨损,因受热面磨损爆管时有发生。另外,循环流化床受热面的磨损问题也一直是影响锅炉安全运行的主要因素之一。如2011年1月宁夏马莲台电厂1号炉低温过热器受热面因局部磨损造成爆管;2011年5月8日西部热电2号炉低温过热器一弯头因局部磨损造成爆管;2011年3月4日国华宁东发电有限责任公司1号炉水冷壁管因为磨损而造成爆管停炉;2011年5月9日灵武发电有限公司1号炉末级再热器炉右第2根管爆裂泄露,分析认为主要是由于吹灰蒸汽带水,含水汽流冲刷局部管段造成减薄爆管。

1.3 受热面结焦

受热面结焦主要是高温烟气中溶化或部分溶化的灰颗粒在各种力的作用下与炉墙、受热面热管碰撞被冷却凝结而形成的粘污结焦。结焦主要和灰渣成分、灰粒和接触表面的温度、形状以及受力大小、撞击方向等因素有关。根据我区煤炭资料和实验研究表明,我区银北地区煤种灰熔点高,结焦的可能性小;银南地区煤种灰熔点较低,在锅炉燃烧过程中均存在程度不同的结焦问题。结焦使得烟气流通截面积和流动方向发生变化,造成该区域和后续受热面区域出现局部烟温升高,致使受热面磨损加剧和受热面超温,引起爆管现象的发生。2011年9月17日灵武发电有限公司4号炉因在水平烟道高温再热器前存在着大面积结焦,致使烟气流动受阻,形成局部区域烟速过高,造成高温再热器个别管排局部区域磨损严重而爆管。2011年9月12日六盘山热电厂1号炉末级再热器爆管,主要是由于屏式再热器管间结焦严重,导致其后的末级再热器受热面超温和磨损加剧,最终造成爆破泄漏。

1.4 受热面腐蚀

受热面腐蚀分为管外腐蚀和管内腐蚀,管外腐蚀又有低温腐蚀和高温腐蚀之分。当腐蚀严重时,

可导致腐蚀爆管事故发生。宁夏地区电站锅炉受热面因腐蚀发生爆管主要是管外高温腐蚀引起的爆管。烟气对管壁的高温腐蚀,主要是灰中的碱金属在高温下升华,与烟气中的 SO_3 生成复合硫酸盐,在 $550\text{ }^\circ\text{C}\sim 710\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内呈液态凝结在管壁上,破坏管壁表面的氧化膜,即发生高温腐蚀。水冷壁上如果产生结渣,在周围处于一定温度和还原性气体条件下,会产生较为严重的水冷壁管外腐蚀。水冷壁的高温腐蚀和还原性气体的存在有着密切的关系, CO 浓度大的地方腐蚀就大。管壁温度对腐蚀的影响也很大,在 $300\text{ }^\circ\text{C}\sim 500\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内,管壁外表面温度每升高 $50\text{ }^\circ\text{C}$,腐蚀程度则增加1倍^[2]。水冷壁高温腐蚀部位多在热负荷较高、管壁温度较高的区域,如燃烧器附近。过热器、再热器区还原性气体比炉内低,腐蚀速度一般比水冷壁小。但是大容量锅炉的过热器、再热器的壁温较高,尤其是左右两侧烟温相差较大时,腐蚀现象也相当严重。近年来,宁夏个别发电企业入炉煤含硫较大,也加剧了受热面腐蚀。如国电石嘴山发电有限公司4号炉后水冷壁18 m处自东向西第60根管子因硫腐蚀造成爆管。

1.5 受热面管制造和安装质量存在缺陷

近两年来,我区火电机组建设较快,各发电企业为了使机组早日投入运行,纷纷加班加点,再加上制造企业赶进度,监造单位人员素质参差不齐,致使受热面管在制造和安装过程中存在着不被认知的缺陷,给机组日后安全运行带来许多不确定因素。从宁夏电科院对新投运的机组技术监督的情况可以看出,新投产的机组出现问题较多,尤其是锅炉爆管。2011年4月27日国华宁东发电有限责任公司2号炉在进行水压试验的过程中被发现第3片屏式再热器第23根管子对接焊缝热影响部位泄漏,经检查认为是由于焊接质量问题导致焊缝热影响区开裂。2011年9月29日马莲台电厂2号炉因低温过热器第13排外圈弯头存在制造缺陷,运行中形成裂纹致使其泄漏。

1.6 不能及时停炉

由于现行电网和发电企业的考核机制的导向作用,因此发电企业在发现锅炉受热面出现泄漏时不能及时停炉,往往造成泄漏点的扩大,致使相

邻受热面的吹损,引起多处受热面爆管。

2 预防爆管的对策

2.1 加强锅炉用煤的管理

锅炉用煤的管理关系到发电机组的安全经济运行,如若偏离设计煤种较大时,将会给锅炉及其辅机带来较大的影响。因此,加强锅炉用煤的管理,从源头上消除诱发锅炉爆管的影响因素,有助于提高锅炉运行的经济性和可靠性。锅炉用煤的管理分为入厂煤的管理、燃料输送的管理和入炉煤的管理。在入厂煤管理方面,主要是控制煤的热值、成分、灰熔点等,确保燃料性质基本符合锅炉燃烧的需求,尤其是要控制对锅炉安全性影响较大的硫分、水分、灰分及灰熔点;在燃料输送的管理方面,主要是控制煤的掺混质量、煤的粒度、非煤杂物等,尤其是精细、持久控制煤的掺混质量尤为重要;在入炉煤的管理方面,除了要控制煤的热值、成分、灰熔点以外,还要控制煤粉的细度或煤的粒度,根据化验结果及时调整煤的掺混比例和煤粉细度。

2.2 防止受热面超温

要控制炉膛出口烟温,改善炉内燃烧状况,防止燃烧中心偏高,防止火焰中心偏斜,防止锅炉结焦;按期进行化学清洗,去除异物、沉积物;及时对受热面吹灰和清灰;对有缺陷不能保证安全的管子要及时予以更换;控制入炉煤的质量;控制锅炉启动和停炉速度,防止氧化皮的脱落。

2.3 防止局部烟速过高

通常采用控制入炉煤的质量,减少飞灰撞击管子的数量、速度或增加管子的抗磨性来防止飞灰磨损。加装导流装置,控制流动方向和速度场;因为受热面管子磨损程度近似于与烟速三次方正比^[3],因此要杜绝局部烟速过高,防止出现烟气走廊,在易形成烟气走廊的区域装设阻流板;在易磨损管子表面加装防磨盖板;改善煤粉细度,调整好燃烧,保证燃烧完全。

2.4 防范高温腐蚀

导致受热面高温腐蚀的主要原因是炉内燃烧不良和烟气动力场不合理。控制局部烟温,保证

管壁不超温;防止低熔点腐蚀性化合物贴附在金属表面上,使烟气流程合理,尽量减少热偏差是减轻高温腐蚀的重要措施。在腐蚀温度范围内,除选用耐腐蚀的合金钢和奥氏体钢外,应控制炉膛出口烟温的升高和烟温偏差等因素,以免引起局部过高的壁温而使腐蚀速度增大。在易发生高温腐蚀的区域采用表面防护层或设置挡板,控制燃料中硫的含量。

2.5 加强机组管理

对机组从选型、制造到投入运行进行全过程管理,科学地安排机组制造、安装和投运进度,加强监造、安装、调试等环节的监督,最大限度地减少机组存在先天性不足。在运行方面,规范运行操作,严格控制可能引起爆管和缩短受热面寿命的指标,一旦发生爆管,要尽早停炉,防止事故的扩大。

2.6 适时地开展有针对性的热力试验

在机组刚刚投入初期,根据设计数据进行优化调整试验,使机组处于一个比较好的运行状态,发现和消除机组在设计、制造、安装过程中存在的问题;当燃料性质与设计值相差较大时,及时地进行燃烧调整试验,使锅炉燃烧尽量适应新的燃料特性;在机组运行一段时间后,开展有针对性的热力试验,及时了解锅炉及其辅机的真实运行状况,及时消除锅炉及其辅机暴露出来的性能弱化现象,使机组持续保持良好的运行状态。

3 应用效果

在近两年来宁夏电科院对宁夏地区各并网发电企业的技术监督和技术服务中,针对各发电企业电站锅炉出现的不同类型爆管现象进行了现场检查 and 原因分析,提出了处理意见和上述相应的

预防措施。通过实践证明,效果是比较明显的,除受热面磨损无法避免以外,到目前为止对于同一个发电企业再没有发生同一原因造成的爆管现象,有效地减少了机组非停现象的发生,不但保证了电网运行的安全性和稳定性,而且也给发电企业带来了明显的经济效益。

4 结论

(1)在宁夏火电机组不断增加和各发电企业锅炉用煤质量普遍下降的形势下,锅炉爆管已经成为占火力发电机组各类非计划停运原因之首,严重影响着火力发电企业机组安全、经济运行。因此,针对锅炉爆管现象提出相应的对策,对于防止锅炉爆管和提高机组运行的可靠性非常必要。

(2)受热面超温、磨损、结焦、腐蚀、制造和安装质量是目前引起我区电站锅炉爆管的主要原因。

(3)分析锅炉爆管的具体原因,采取加强锅炉用煤的管理,防止受热面超温、局部烟速过高,防范高温腐蚀,加强机组管理,有针对性地开展热力试验等预防对策,可以减少锅炉爆管的次数,延长锅炉受热面的使用寿命,提高发电机组的可靠性,确保机组安全、经济运行。

参考文献:

- [1] 程绍兵,谭昌友. 大容量锅炉高温受热面超温失效原因及对策[J]. 广东电力,2004,17(2):38-41,78.
- [2] 李彦林. 锅炉热管失效分析及预防[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [3] 辽宁电力工业局. 锅炉运行[M]. 北京:中国电力出版社,1995.

“品位”与“品味”的区别

“品位”与“品味”这两个词经常被混淆使用。其实,“品位”与“品味”含义有很大的不同。

“品位”是名词,原义指官吏的品级,引申义指物品质量和水平。例如:“这本杂志专业技术品位较高”。

“品味”一般是动词,指尝试滋味、品尝或仔细体会、玩味。例如:“这句话值得仔细品味”。“品味”还可做名词,指物品的品质、风味。例如:“保存得当,茶叶品味不会受影响”。