

热力设备水冲击的原因分析及防范措施

黄生琪¹, 周菊华²

(1. 武汉生物制品研究所, 湖北武汉 430060; 2. 武汉电力学校, 湖北武汉 430079)

关键词: 锅炉; 容器; 管系; 水冲击; 分析处理; 防范措施

中图分类号: TK224. 1; TM621. 4 文献标识码: C

热力管系由于水冲击故障而振动、损伤; 重者, 热力设备焊口撕裂乃至爆破。一些用热单位就曾发生过多起热力管系及锅炉设备水击故障, 压力容器也曾发生过焊口炸裂, 容器严重变形、设备报废等。

水冲击, 又称“水锤”。当水在管道中流动或蒸汽进入含水的管道或容器中时, 因速度突然发生变化导致该处压力突变, 形成压力波并沿管道或容器壁传播的现象。在热力系统中当输出的蒸汽与少量的积水相遇时, 部分热量被水迅速吸收, 使少量蒸汽冷凝成水, 体积突然缩小, 形成局部真空, 引起周围水介质的高速冲击, 产生巨大的音响和震动, 另外, 在管道内, 流水有时被空气和蒸汽阻塞, 使水流不能畅通, 也会发生冲击音响和震动。现分类介绍如下。

1 蒸汽管道水冲击

蒸汽管道出现水冲击是最为常见的现象。它主要表现为管系上周期性的发生“咚咚”声响且剧烈抖动, 管道穿墙处则墙壁震动, 掉灰。一般多次水冲击的管系, 常常出现支吊架松脱焊口泄漏等。因此, 在热力管系设计规程中明确规定, 对于不经常流通的管道死端, 以及管段的低位点, 均应考虑设置疏水阀、疏水管。

收稿日期: 2000-08-02; 修订日期: 2000-10-08

作者简介: 黄生琪(1958-), 男, 湖北武汉人, 武汉生物制品研究所高级工程师。

(6) 在滑停后期, 均压箱压力降低, 不能正常地向低压轴封送汽, 导致冷空气沿着轴端进入汽轮机后汽缸内, 造成大轴收缩快, 低压汽封有碰磨痕迹。建议在以后的检修中把 1、2 号机均压箱进汽用母管串接亦或在汽轮机自动主汽门后汽压低于 1.0 MPa 时, 考虑停机。

1.1 原因分析

- (1) 在送汽前没有很好的暖管和疏水, 或疏水管堵塞。
- (2) 送汽时主汽阀开启过快或过大。
- (3) 锅炉负荷增加过急, 或发生满水、汽水共腾等事故, 使蒸汽带水进入管系。

1.2 处理方法及防范措施

- (1) 暂关注汽阀, 开启主蒸汽管道疏水阀, 若疏水管堵塞, 手摸裸露处不烫手, 则宜反复敲打之, 必要时更换。
- (2) 若锅筒水位过高, 应暂停或关小给水, 适当降低水位。
- (3) 改善给水质量和锅水品质, 适当加强定期排污和连续排污。避免发生汽水共腾。另外, 蒸汽负荷增加时, 应及时调整燃烧, 增加燃料量和风量, 注意分辨虚假水位。

2 锅筒内水冲击

通常锅筒发生的水冲击, 往往声音沉闷且前后、上下窜动, 有时也连带至低位排污管处, 导致排污阀泄漏失灵。

2.1 原因分析

- (1) 备用锅炉准备启动, 锅内为低水位, 空气未排出, 采用蒸汽预热, 进汽速度太快, 蒸汽被水冷凝形成低压区。

(7) 在滑停期间, 要保持汽机高压加热器的正常投入, 当抽汽压力降低, 疏水水位升高时, 再切除高加运行, 以保证较高的给水温度。高加随机滑停, 可使给水温度不发生突变, 对减低高加各组成部件的应力也有益处。

(何静芳 编辑)

(2) 锅筒内水位低于给水管出口, 给水温度低, 大量进入的低温水造成锅筒内蒸汽凝结局部压力降低而出现水冲击。

(3) 给水管道上的逆止阀不严或水位大大高于给水连接管, 产生锅水或蒸汽倒流。

(4) 长时间停止向锅炉进水, 在经济器通向锅炉的管道中析出气体, 形成蒸汽泡。

(5) 锅筒内汽水分离器设计或制造欠佳, 分离器上进汽孔总面积小于锅炉出汽总阀截面积。

2.2 处理方法及防范措施

(1) 向锅筒内进汽应缓慢均匀; 对双锅筒锅炉, 可暂停向下锅筒进水, 待水冲击消除后再微开进汽阀。

(2) 低水位时给水, 应调整运行, 使给水温度大大提高后再进入锅筒。

(3) 给水管道上的逆止阀失效, 应予更换。

(4) 应尽量实现连续运行, 负荷均衡。避免“大马拉小车”, 猛烧、久停; 必要时, 开启经济器至疏水箱的再循环, 控制由此引起的水冲击。

(5) 若采取以上措施, 故障仍未消除, 应适当减轻锅炉负荷。

(6) 设计或制造汽水分离器时必须保证进汽孔总面积要大于锅炉出汽总阀截面积。

3 给水管道内的水冲击

此类水冲击一般较少发生, 破坏性也不大, 但是, 一旦出现, 则管系发生“嘣嘣”的震动声, 且抖动严重, 对管系阀门、焊口、支吊架亦会造成不同程度的损坏。

3.1 原因分析

(1) 给水管道内存有蒸汽或空气。

(2) 水泵运行不正常, 或给水逆止阀工作失效, 引起给水压力波动和惯性冲击。

(3) 给水温度剧烈变化。

(4) 给水管支吊架松动或脱落。

(5) 主给水阀关闭时动作过快过猛。由于高速流动的水突然受阻, 其瞬间转变为静压, 造成对管系的强烈冲击。

3.2 处理方法及预防措施

(1) 暂停用此管道上水, 或启动备用(旁路)给水管向锅炉进水。

(2) 开启管道上的空气阀, 排出空气。

(3) 检查给水逆止阀, 检修或更换。

(4) 消除支吊架缺陷。

(5) 减缓主给水阀的关闭速度。

4 经济器内水冲击

这类水冲击发生时, 通常其声响比较沉闷且发生在经济器下部。

4.1 原因分析

经济器内产生的蒸汽与温度较低的水相遇时, 迅速冷凝。使该处压力降低, 水速骤增而发生水冲击。

4.2 处理方法及预防措施

(1) 暂停送、引风机运行或开启旁路烟道, 关闭主烟道。

(2) 开启空气阀, 或严重时若无空气阀则手动该处安全阀, 排净空气。

(3) 如果是升火炉, 应延长升火时间。

(4) 严格控制经济器出口水温, 提高给水速度。

(5) 检查逆止阀, 进行故障修理或更换。

5 锅炉上锅筒放水管水冲击

某电厂锅炉水位失控上升至+150 mm, 紧急开启事故放水阀, 上锅筒水位下降+75 mm时, 关闭事故电动阀和隔离阀后, 事故水管爆棚。

5.1 事故原因分析

主要是管道内承受不了快速关闭电动阀和隔离阀时带来的压力突变, 管内高温高压水突然汽化, 产生强大的水冲击导致事故发生。此外, 该管道也存在如下缺陷:

(1) 焊缝过多, 不同管径和管壁的对焊没有采用大小头连接, 而且对接节距不符合要求。

(2) 弯头过多, 管道是从炉前绕到炉后, 管道长度也增加。

(3) 电厂锅炉管理监察工作不力, 未发现这些基建安装时遗留的隐患。

(4) 事故放水阀距离弯头太近。

5.2 防范措施

(1) 锅炉管道的设计与施工应符合有关标准、规范的要求。

(2) 电动阀关闭到后期时, 操作应尽量缓慢。

(3) 布置放水管应尽可能短而直, 减少流动阻

力。

6 分汽缸水冲击及其防范处理

锅炉供汽用分汽缸由于处在主蒸汽管的下方, 加上环境温度低, 蒸汽中含水, 所以分汽缸一般设有疏水管阀或疏水器, 如果疏水阀因污垢堵塞, 疏水不畅则极易产生水冲击。对此, 一方面要确保疏水系统的畅通, 特别是向分汽缸供汽前, 应检查疏水管道是否通畅, 另一方面要控制锅炉水位不致过高, 万一发生分汽缸水冲击则应立即切断锅炉的供汽汽源, 将分汽缸疏水排尽, 严防分汽缸的爆炸事故发生。

7 蒸锅及加热器水冲击

含有夹层的搪瓷反应缸, 蒸锅和蒸汽热交换器等, 发生水冲击, 其主要原因不外两点: 一是该设备的疏水阀忘了先行开启疏水, 或该阀被锈垢堵塞积

水未排尽; 二是蒸汽阀开启时过猛过大, 引起容器内介质压力、温度突变。因此, 出现这类水冲击时, 应立即切断汽源, 彻底疏水后缓慢开启蒸汽阀, 无水冲击声后, 投入正常使用, 切勿违章操作。

总之, 发生水冲击现象时, 在处理中要沉着冷静, 原则上首先应切断汽源, 然后疏水排汽, 平常为避免水冲击事件, 在操作中应注意先疏水, 再缓慢开启蒸汽阀, 然后逐步投入全面运行。明白以上水冲击的基本原理, 掌握了一般的处理方法和防范措施, 我们对付水冲击故障就变得非常容易了, 这样, 水冲击之类的不安全事件也就会难以发生。

参考文献:

- [1] 黄绍萱 编. 工业锅炉安全运行技术基础[M]. 重庆: 科技文献出版社重庆分社, 1987.
- [2] 电力安全技术编辑部. 1989 年~1994 年电力事故选编[M]. 北京: 水利电力出版社, 1996.

(复 编辑)

贝尔姆公司的船舶燃气轮机

Perm (贝尔姆)航空发动机股份公司是俄罗斯最早的航空发动机设计局之一, 它生产的索洛维也夫型涡轮风扇发动机装备了俄罗斯民航总局的大多数民航机。该公司 25 MW 的 D-30F6 带加力燃烧的军用型航机, 用于驱动高性能的米格 31 歼击机。

当前该公司推出的 GTD-8PM、GTD-12PM 和 GTD-16PM 船舶燃气轮机是 PS-90GP-1 (12 MW 额定功率) 和 PS-90GP-2 (16 MW 额定功率) 工业型燃机的改型, 而后者均是由 15 968 kg 推力的 PS-90A 双转子航空涡扇发动机改型得到的。

这些船舶燃气轮机具有效率高、尺寸小和重量轻的优点, 可用作水面战舰和各种商船的主动力装置, 其性能示于下表。

| 型号 | 最大连续功率/kW | 效率/% | 耗油率/kg/(kW·h) ⁻¹ | 空气流量/kg·s ⁻¹ | 压比 | 排气温度/℃ | 动力涡轮转速 n/r·min ⁻¹ | 发动机重量/t | 发动机长度/mm |
|----------|-----------|------|-----------------------------|-------------------------|------|--------|------------------------------|---------|----------|
| GTD-8PM | 8 200 | 33.8 | 0.250 | 32 | 13.2 | 485 | 8 200 | 4.8 | 4 650 |
| GTD-12PM | 12 600 | 34.0 | 0.249 | 46 | 15.9 | 501 | 6 500 | 5.5 | 4 860 |
| GTD-16PM | 17 700 | 36.4 | 0.232 | 57 | 19.8 | 507 | 5 300 | 6.2 | 5 160 |

ISO 条件, 零损失, 船用柴油 (LHV 42 622 kJ/kg)。

贝尔姆在航改型船舶燃机设计中积极贯彻了通用性设计思想, GTD-8PM、GTD-12PM 和 GTD-16PM 船舶燃机有许多通用的零部件。这些燃机由单轴燃气发生器和不可倒转的自由动力涡轮组成。

GTD-8PM、GTD-12PM 和 GTD-16PM 船舶燃机包括环管式低排放燃烧室, 12 个火焰筒和单独的过渡段。燃烧室设计成允许在线更换火焰筒和过渡段。

所有船舶燃机均装有数字控制和监测系统, 对燃机起动、稳态和瞬变状态提供控制。

(思 娟 供稿)