

引用本文: 温金涛, 陈亚娟, 李六军, 等. 常压热水锅炉供暖系统一些常见问题及解决方法[J]. 暖通空调, 2023, 53(5): 158-161.

DOI: 10.19991/j.hvac1971.2023.05.26

常压热水锅炉供暖系统一些常见问题及解决方法

温金涛^{1,2☆} 陈亚娟¹ 李六军¹ 杜红波¹

(1. 北京华远意通热力科技股份有限公司, 北京; 2. 国舜绿建科技有限公司, 济南)

摘要: 常压热水锅炉由于具有诸多优点, 在新建锅炉房及旧锅炉房低氮改造中有较大的使用空间。本文对常压热水锅炉房的热水系统工程应用中遇到的管网漏气腐蚀、通大气管溢水、锅炉共用通气管间出现水循环等问题及其解决方法进行了总结, 以便对其他工程实践有所参考和借鉴。

关键词: 常压热水锅炉; 管道腐蚀; 通气管; 定压; 供暖系统

Some common problems and solutions in atmospheric pressure hot water boiler heating systems

Wen Jintao^{1,2}, Chen Yajuan¹, Li Liujun¹, Du Hongbo¹

(1. Beijing HuaYuanYiTong Thermal Technology Co., Ltd., Beijing; 2. Guoshun Lvjian Technology Co., Ltd., Jinan)

Abstract: Due to its many advantages, atmospheric pressure hot water boiler has a large use space in the new boiler rooms and the low-nitrogen transformation of the old boiler rooms. This paper summarizes the problems of pipe network leakage corrosion, atmospheric tube overflow, water circulation between boiler common atmosphere pipes and their solutions encountered in the engineering application of hot water system in atmospheric pressure hot water boiler room, so as to provide references for other engineering practices.

Keywords: atmospheric pressure hot water boiler; pipeline corrosion; atmosphere pipe; constant pressure; heating system

0 引言

常压热水锅炉是指锅炉本体开孔或者通过通气管与大气相通, 在任何情况下, 锅炉本体顶部表压为零的锅炉。在常压热水锅炉工程设计及安装中, 系统中经常出现管网漏气腐蚀、通大气管溢水、锅炉共用通气管间出现水循环等问题。针对这些问题的解决方法, 笔者作了一些思考和总结。

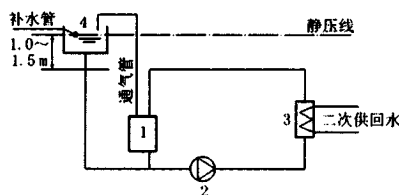
1 常压热水锅炉水系统设计方式

按锅炉水是否直接参与末端供暖系统的循环, 可分为间供和直供系统。

1.1 间供系统

常压热水锅炉间供系统是一种较为常见的系统形式(见图 1), 锅炉房内设置高位膨胀水箱, 为了不使锅筒内水发生局部汽化, 当额定供水温度不高于 85 ℃ 时, 一般设计中要保证高位水箱的最低液位比一次循环系统的最高点高 1.0~1.5 m, 同时保证系统不汽化、不倒空^[1]。系统定压点设置在

循环水泵吸入端, 循环水泵设置在锅炉的出水端, 以保证锅炉常压运行。



1. 常压热水锅炉; 2. 循环水泵; 3. 换热器; 4. 高位膨胀水箱。

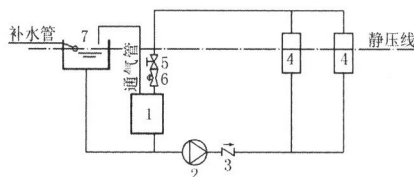
图 1 常压热水锅炉间供系统

1.2 直供系统

常压热水锅炉直供系统分为单点定压系统和双点定压系统 2 种, 单点定压系统仅在锅炉房内设置膨胀水箱, 系统定压点设置在循环水泵吸入端

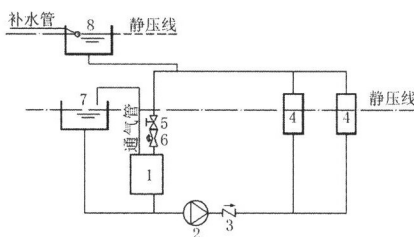
☆ 温金涛, 男, 1984 年生, 大学, 高级工程师
100070 北京市丰台区南四环西路 186 号三区 4 号楼 11 层
E-mail: 527292382@qq.com
收稿日期: 2022-10-20
修回日期: 2023-04-08

(见图2);双点定压系统在系统最高处再设置一个高位膨胀水箱(见图3)。常压热水锅炉直供系统是通过循环水泵来克服系统的循环流动阻力及膨胀水箱液位与系统最高点的高差,使系统正常运行^[2]。



1. 常压热水锅炉;2. 循环水泵;3. 止回阀;4. 热用户;
5. 调节阀;6. 启闭阀;7. 高位膨胀水箱。

图2 常压热水锅炉单点定压系统



1. 常压热水锅炉;2. 循环水泵;3. 止回阀;4. 热用户;5. 调节阀;
6. 启闭阀;7. 高位膨胀水箱;8. 屋面膨胀水箱。

图3 常压热水锅炉双点定压系统

1.3 使用场所

根据间供系统与直供系统的特点,一般情况下,当供暖系统末端形式较多、需要多种供水温度,或者建筑高度较高、高低区分区供暖时,建议采用间供系统;当供暖末端形式单一,且建筑高度较低时,可以采用直供系统,采用直供系统时,应考虑由于循环水泵克服系统高差而增加的能耗。

但在常压热水锅炉工程设计实践中,如果单纯地采用以上的系统形式,不考虑每个锅炉房自身条件的不同,特别是在工程空间条件的限制、施工的水平差异及运行水平的高低等客观因素下,一概而论进行设计,系统投入运行后很可能会出现问題。

2 工程中遇到的问题及其解决方法

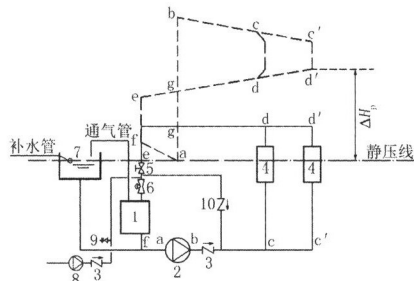
2.1 直供系统定压的不足与完善

北京某小区锅炉房采用常压热水锅炉,供暖面积约5万m²,供热系统为单点定压直供系统。该系统投入运行1年,发现存在2个问题:1) 非供暖季空气进入系统,管网易发生腐蚀;2) 循环水泵在停启泵或切泵时,锅炉房的主回水管发生水锤现象,启闭阀极易受到损坏。

为解决第1个问题,前期方案讨论中考虑改

为双点定压系统,可满足系统停运后的湿保养。但由于此方法需要在小区最高建筑屋面设置膨胀水箱,从而带来水箱防结冰的问题,另需额外采取电伴热、增加外围护结构等措施;且该系统还要通过调节锅炉房主回水管上的调节阀的阻力来保证系统的稳定运行,若调节阀阻力调节不合适,屋面膨胀水箱会出现溢水或者进气现象;同时增减循环水泵运行台数及切换循环水泵时,系统压力变化较大,也极易出现上述问题。又鉴于屋面膨胀水箱和锅炉房不在同一建筑物内,极大地增加了运行管理的难度,最终否定了采用双点定压系统的改造方案。

经反复思考及勘查现场,最终采取的改造方案为在锅炉房内设置定压补水泵,定压点位置取在启闭阀之前的末端侧(见图4)。该补水泵仅在非供暖季停炉系统湿保养时使用;供暖季循环泵投入运行前,该补水泵停止运行,通过止回阀与系统隔离,防止系统定压的不稳定性。该补水泵可设置在锅炉房内,有效避免双点定压系统运行管理难度较大的缺点。



1. 常压热水锅炉;2. 循环水泵;3. 止回阀;4. 热用户;5. 调节阀;6. 启闭阀;7. 高位膨胀水箱;8. 变频补水泵;9. 安全阀;10. 止回阀;a~g、c'、d'. 系统中节点。

图4 常压热水锅炉水系统改善及水压图

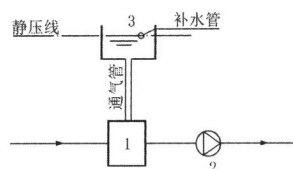
为解决第2个问题,在启闭阀及循环水泵出口端止回阀的热负荷侧增加了旁通管及止回阀(见图4中的旁通管及止回阀10)。循环水泵运行时,止回阀关闭,热水系统正常循环;循环水泵停泵后,启闭阀迅速关闭,而启闭阀前具有较高的位置水头(见图4中的 ΔH_p),通过该旁通管驱动水流至供水管,形成循环,由于管道阻力逐渐消除位置水头的势能,避免了启闭阀迅速关闭而产生的水锤现象。

通过对该小区锅炉房水系统进行以上改造,上述问题均得到彻底解决,该系统已稳定运行了3个供暖季。

2.2 通气管向膨胀水箱溢水的问题及解决方法

另一个小区的锅炉房也采用常压热水锅炉,供暖面积约 20 万 m^2 ,系统采用间供系统。供暖试运行后,发现通气管向膨胀水箱溢水,造成能量与热量的损失。

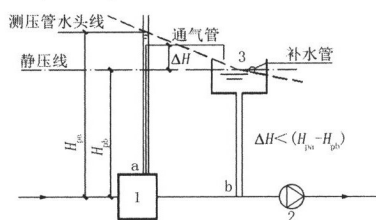
为解决此问题,前期考虑采用调整定压点位置的方式来解决,即将常压热水锅炉的通气管直接连至膨胀水箱底部。此时通气管既可起到通大气的作用,也有定压补水的作用,这样就解决了通气管溢水的问题(见图 5)。但考虑到定压点距循环水泵吸入端较远,锅炉与循环水泵之间的压降较大,循环水泵易出现汽蚀现象,所以最终放弃了该改造方式。



1. 常压热水锅炉; 2. 循环水泵; 3. 高位膨胀水箱。

图 5 锅炉本体定压设计

经对该系统进行水力分析(见图 6),查看原设计图纸及校对现场安装尺寸,发现通气管最高处与膨胀水箱液位高差 ΔH 小于二者接入系统处的测压管水头差 $(H_{pa} - H_{pb})$,此为通气管溢水的根本原因。



1. 常压热水锅炉; 2. 循环水泵; 3. 高位膨胀水箱; a、b. 系统中节点。

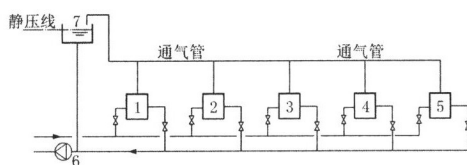
图 6 常压热水锅炉通气管溢水分析

通过增加通气管上翻水平处与膨胀水箱液位之间的高差,再次运行,该溢水问题即得到了解决。该案例提醒我们,设计及安装中一定要认真核算定压点与锅炉之间的测压管水头差 $(H_{pa} - H_{pb})$ (即两者之间的阻力损失 ΔH_{ab}),使通气管最高处与膨胀水箱液位高差 $\Delta H > (H_{pa} - H_{pb})$,并应留出富余量 2~3 m。

2.3 多台常压热水锅炉共用通气管的问题及解决方法

某热水锅炉房供暖面积约 12 万 m^2 ,采用 5 台承压热水锅炉,2017 年低氮改造中改为了常压系

统,做法为各锅炉通气支管汇入主通气管,主通气管再上翻至膨胀水箱(见图 7)。

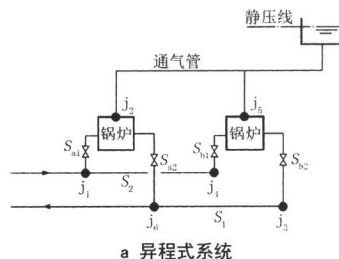


1~5. 常压热水锅炉; 6. 循环水泵; 7. 高位膨胀水箱。

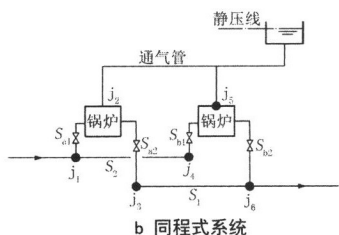
图 7 多台锅炉共用通气管设计

该系统投入运行后,发现锅炉的通气管非常热,通过便携式流量计测量出通气管有流量通过,各锅炉通气支管间出现小循环,循环流量接近 15 m^3/h ,现场通气管未做保温,粗略计算,该小循环在 1 个供暖季造成热损失约 221 GJ,折算成燃气量约 7 000 m^3 。

为方便对此现象进行水力分析,现建立有 2 台锅炉并联运行的水力模型,分别为异程式和同程式系统(见图 8)。在图 8 中, $j_1 \sim j_6$ 表示节点 1~6, $S_1, S_2, S_{a1}, S_{a2}, S_{b1}, S_{b2}$ 分别为各节点间管道的阻力系数。假设 j_1 与 j_6 之间的资用压头为 H , j_6 点的测压管水头值为 0, j_2 和 j_5 点为通气管接入锅炉本体点,但是并未与通气管连通。



a 异程式系统



b 同程式系统

图 8 2 台锅炉共用通气管设计

1) 对于异程式系统, j_2 和 j_5 点的测压管水头分别为 H_{j2} 和 H_{j5} ,两者之间比值计算见式(1):

$$\frac{H_{j2}}{H_{j5}} = \frac{S_1 + S_2 + \frac{S_{b1}}{S_{b2}} + 1}{\left(\frac{S_{a1}}{S_{a2}} + 1\right) \left(\frac{S_1}{S_{b2}} + 1\right)} \quad (1)$$

2) 对于同程式系统, j_2 和 j_5 点的测压管水头分别为 H_{j2} 和 H_{j5} ,两者之间比值计算见式(2):

$$\frac{H_{j2}}{H_{j5}} = \frac{\left(\frac{S_1}{S_{a2}} + 1\right) \left(\frac{S_2}{S_{b2}} + \frac{S_{b1}}{S_{b2}} + 1\right)}{\frac{S_{a1}}{S_{a2}} + \frac{S_1}{S_{a2}} + 1} \quad (2)$$

3) 综合式(1)、(2),当 $S_{b1}/S_{b2} = S_{a1}/S_{a2}$, $S_1 \rightarrow 0$, $S_2 \rightarrow 0$ 时,则有 $H_{j2}/H_{j5} \rightarrow 1$ 。

此时, j_2 点与 j_5 点的测压管水头比值为 1,两点连通后将不会有水流通过。

所以,该案例问题的综合解决方法如下:

1) 减少各锅炉之间测压管水头差。在技术经济合理的前提下,尽量减小供回水主管的比摩阻;锅炉之间连接方式增加分支设计,使每个分支上的锅炉数量尽量相同;尽量采用同种品牌和出力相同的锅炉。

2) 如果锅炉房空间比较充足,每台锅炉设计独立的通气管,彻底消除各锅炉之间的水流的路径。该小区由于锅炉房净高有限,未采用独立通气管进行设计,所以发生上述现象。

3) 锅炉房水系统调试完成后,各锅炉通气管连接点测压管水头不可能完全相同,可将通气管进行保温处理,降低系统的热损失。

3 结论

在常压热水锅炉系统设计中,可采取以下措

施,避免管网腐蚀、水锤、通气管溢水及水流的现象发生。

1) 常压热水锅炉直供系统可设置定压补水泵,该补水泵仅在非供暖季系统湿保养时使用,以减少管道的腐蚀;在启闭阀及循环水泵出口端止回阀的热负荷侧增加连通管及止回阀,循环水泵停运后,可避免水锤现象。

2) 为防止通气管向膨胀水箱溢水,设计中应严格计算通气管上翻水平段与膨胀水箱液面的高度;或者在避免循环水泵发生汽蚀的情况下,通气管接至膨胀水箱底部,定压补水管与通气管合用。

3) 多台常压热水锅炉并联的水系统设计中尽量使各锅炉独立设计通气管;如无条件设计,应优化锅炉连接方式,尽量使锅炉通气管连接处水压相同,降低通气管中水流现象;为降低热损失,可将通气管进行保温处理。

参考文献:

- [1] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 2 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008: 862-866.
- [2] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司, 中国建筑标准设计研究院. 全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力[M]. 2009 年版. 北京: 中国计划出版社, 2009: 224-226.
- [3] 沈致和. “最短树”的多水源给水管网流量分配[J]. 化工给排水设计, 1996(4): 3-6.
- [4] 顾丽华, 王国明, 项建平. 采用节点累计法分配管段虚流量的方法[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2005, 28(4): 421-424.
- [5] 王诗鹏, 张国忠. 管网最小平方和法初始流量分配[J]. 油气储运, 2004, 23(11): 20-21.
- [6] 王国明, 何煜辉. 计高幂次管长的分配流量方法[J]. 给水排水, 2000, 26(8): 23-25, 2.
- [7] 徐得潜, 贺忆, 程瑞, 等. 环状给水管网流量分配方法研究[J]. 市政技术, 2013, 31(5): 92-95, 100.
- [8] 葛艾. 供热管网经济比摩阻与经济供热半径关系的研究[D]. 北京: 北方工业大学, 2016: 64.
- [9] 张永超, 刘学来, 李永安. 长输供暖热水管道经济比摩阻研究[J]. 区域供热, 2021(1): 44-49, 85.
- [10] ALPEROVITS E, SHAMIR U. Design of optimal water distribution systems [J]. Water resources research, 1977, 13(6): 885-900.
- [11] FUJIWARA O, KHANG D B. A two-phase decomposition method for optimal design of looped water distribution networks [J]. Water resources research, 1990, 26(4): 539-549.
- [12] 俞国平. 给水管网设计中的一种流量分配方法[J]. 中国给水排水, 2000, 16(4): 31-33.
- [13] 建设部标准定额研究所. 市政工程投资估算指标: 第 8 册 集中供热热力网工程: HGZ 47-108—2007[S]. 北京: 中国计划出版社, 2007: 132-134.
- [14] 伊笑娴, 陈芳, 薛永明. 集中供热管网比摩阻的简易计算方法探讨[J]. 节能, 2018, 37(2): 86-88.
- [15] 李非. 负定矩阵的性质和判定[J]. 科学咨询, 2016(18): 67-68.
- [16] 俞国平. 给水管网最优化设计的一个方法[C]// 土木工程中计算机应用文集——中国土木工程学会计算机应用学会成立大会暨第一次学术交流会论文集, 1981: 254-263.
- [17] 丛海兵, 黄廷林, 陆玉蓉. Wolfe 法和 Rosen 法在给水系统参数估计中的应用研究[J]. 工程数学学报, 2009, 26(5): 819-826.
- [18] 吕谋, 赵洪宾, 李红卫. 扩建给水管网的直接优化计算方法[J]. 给水排水, 1998, 24(7): 16-20, 3.
- [19] 陈宝林. 最优化理论与算法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 360-385.
- [20] 李董辉, 童小娇. 数值最优化算法与理论[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2010: 207-213.

(上接第 83 页)