

凝结水回收技术探讨

赵淑珍

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610041

摘 要:凝结水回收作为蒸汽系统的重要组成部分,在整个蒸汽系统中的组成地位不可忽视。有效回收凝结水不仅可以节约燃料消耗、降低燃料费用,还可以节约自来水消耗、降低水费和水处理费用,是工业企业节能降耗的有效途径之一。比较开式和闭式凝结水回收系统的流程、优缺点,结果表明:开式凝结水回收系统热损失和热媒损失大,在进行系统设计时,应优先选择闭式凝结水回收系统;应根据不同设备的用气参数及布置情况,选择适宜的凝结水回收系统及回收设备。加压回收系统适应性较好,不失为一种好的回收方式。

关键词:开式凝结水回收;余压回收;重力回收;加压回收;消汽蚀装置

DOI: 10.3969/j.issn.1006-5539.2014.06.019

0 前言

凝结水回收在整个蒸汽系统中的组成地位不可忽视。由于蒸汽系统本身的特点,蒸汽在输送使用过程中都会产生高温凝结水。这部分凝结水是优良的软化水(除盐水),同时具有蒸汽焓值的 20%~30% 热量^[1]。有效回收凝结水不仅可以降低整个锅炉房系统的燃料消耗量和燃料费用,还可降低原水(自来水)的消耗量和相应的水费、水处理费用^[2-3]。因此,有效回收凝结水对整个企业的节能降耗收效明显。

根据回收设备是否带压,凝结水回收系统可分为开式凝结水回收系统和闭式凝结水回收系统^[4]。

1 开式凝结水回收系统

开式凝结水回收系统是常见的回收方式,使用开式凝结水回收系统会产生大量的二次蒸汽,造成热量和软化水(除盐水)的大量损失;高温凝结水通过闪蒸方式变成二次蒸汽和低温热水,高温凝结水几乎得不到再利用。开式凝结水回收流程见图 1。这种回收方式的特点是简单,不影响用汽设备,凝结水管路运行平稳,不会产生水击等问题。其不足有以下四方面:

a) 必须设置一个较大的不带压的凝结水罐(或蓄水

池)以收集凝结水,产生的二次蒸汽完全没有利用,造成废气污染。

b) 不带压的凝结水罐(或蓄水池)在收集凝结水过程中,会有空气混入系统内,容易造成凝结水管道系统的腐蚀。

c) 由于收凝结水罐(或蓄水池)不带压,容易造成凝结水二次污染,难以达到锅炉水质标准。

d) 由于凝结水罐(或蓄水池)内的凝结水是不带压的高温水,水泵运行时会在泵体的吸入口产生汽化现象,引起泵发生汽蚀,进而影响到泵叶轮的使用寿命。为

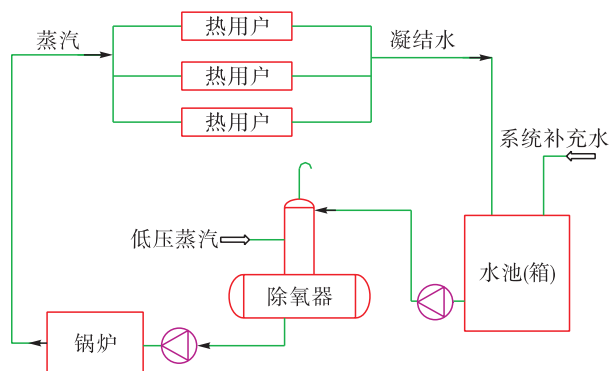


图 1 开式凝结水回收流程

收稿日期:2014-04-22

作者简介:赵淑珍(1973-),女,天津人,高级工程师,国家注册公用设备工程师(暖通空调),学士,主要从事暖通及热工专业设计工作。

了保证泵进口的压力,只有抬高凝结水罐(或蓄水池)或降低泵安装高度。

2 闭式凝结水回收系统

闭式凝结水回收系统是指凝结水在回收过程中不与大气接触。它避免了开式凝结水回收系统容易腐蚀管道系统的缺点,又可有效回收二次蒸汽,避免了热量和软化水(除盐水)的大量损失。根据回收凝结水动力的不同,闭式凝结水回收系统又分为余压回收系统、重力回收系统和加压回收系统^[5]。

2.1 余压回收系统

余压回收系统是以疏水阀后的凝结水背压为动力。这种回收方式因受疏水阀背压的限制,只适用于较小规模的回收系统。余压式凝结水回收流程见图 2。

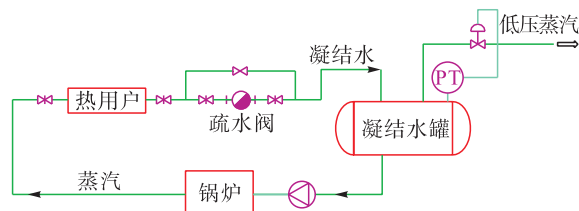


图 2 余压式凝结水回收流程

采用这种回收系统,系统组成较为简单,选用疏水阀的疏水水量和背压必须要满足凝结水回收系统的需要。利用疏水阀后的背压直接回收凝结水,不需要设置水泵通过加压方式回收凝结水至凝结水箱。由于疏水阀后凝结水是饱和温度对应的凝结水,因此,凝结水越接近凝结水箱,产生的二次蒸汽越多,管道产生水击问题越严重。特别是在凝结水管道出现上翻情况后,管道的水击情况更加严重。水击现象是该种回收系统不可避免的致命弱点。

2.2 重力回收系统

重力回收系统是指凝结水靠自身的重力汇流至凝结水箱的回收系统。这种系统适用于小规模凝结水回收系统,它要求凝结水能够依托现场的地形条件顺坡流向凝结水箱。重力式凝结水回收流程见图 3。

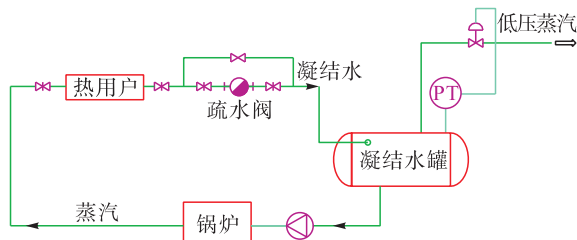


图 3 重力式凝结水回收流程

余压回收系统和重力回收系统是靠凝结水自身压力或重力,通过管道流至锅炉凝结水罐,解决了能耗大、

噪声大的问题。但因各用汽设备凝结水排放压力、安装位置的不同,会导致某些部位凝结水不能正常返回,影响整个系统的平稳运行。同时这两种回收系统都没有解决二次蒸汽的热量回收问题,锅炉凝结水罐温度近似于用汽设备后的凝结水温度,对锅炉给水泵的运行提出了较高要求。

为了提高整个系统热量利用效率,同时降低水泵发生汽蚀的概率,可采用逐级闪蒸法。即较高压力的凝结水汇集到高压集水闪蒸罐,闪蒸产生的二次蒸汽可用作采暖、伴热、吸收式制冷系统蒸发器的热源,也可通过高压蒸汽喷射吸收加压进行回收利用。闪蒸残留水依靠自流与低压用气设备的凝结水一起返回。这样,一方面降低了返回锅炉系统的凝结水温度,提高了热量利用率,另一方面也降低了管道、水泵发生汽蚀的概率。

2.3 加压回收系统

根据加压泵采用的动力型式不同,加压回收系统分为动力机械泵加压回收和电泵加压回收。加压回收系统由于具有良好的适用性,目前在国内外广泛应用。

采用加压方式进行凝结水回收与另外两种闭式凝结水回收系统相比,增加了加压泵。用汽设备排放的凝结水接近于其排放压力下的饱和水,在没有一定高差情况下,水泵入口会产生汽蚀,将影响到水泵正常、安全运行^[6],水泵输送水温与所需的附加压头见表 1^[7]。为保证水泵的正常运行,一般采取以下三种措施:

表 1 水泵输送水温与所需压头对应关系表

水温/℃	最大吸水水柱高度/m	最小正压水柱头/m
20	5.9	—
30	5.4	—
40	4.7	—
50	3.7	—
60	2.3	—
75	—	0
80	—	2.0
90	—	3.0
100	—	6.0
110	—	7.6
120	—	10.3
130	—	17.6
140	—	26.9
150	—	38.6

a) 凝结水罐高于凝结水泵一定高度,保证凝结水泵的入口有一定的压头;

b) 凝结水首先通过换热器或空冷器,使凝结水温度

处于相应压力下的过冷温度;

c) 利用喷射原理,给凝结水加压,防止凝结水泵的入口和喷射泵本身的汽蚀。

采用方式 a),须把凝结水罐架高安装,对现场要求较高,比如 100℃ 的凝结水,对应的水泵安装高度是-6.0m 水柱。也可考虑在凝结水的出水管路上增设前置泵,以降低凝结水罐的安装高度。

采用方式 b),须在工艺装置区设置换热器,使凝结水的温度低于饱和温度,因此需考虑通过换热回收的热量如何利用,如果找到合适的用热方式,这是一种不错的选择。在工艺装置区找不到合适的用热方式时,可考虑在工艺装置区设置空冷器,通过空冷使凝结水的温度低于饱和温度,但该种做法降低了热利用率。

采用方式 c),须在凝结水泵的入口设置一台消汽蚀装置,以解决锅炉给水泵高温给水产生汽蚀的问题,进而改变凝结水罐(除氧器)高位安装的传统做法。变高位安装为低位安装,可减小基建投资,便于设备布置、操作。消汽蚀装置(蒸汽热泵、喷射压缩机^[8]、引射器)是造纸、化工、医药行业循环利用二次蒸汽以节能减排并降低成本的理想配套设备。加压式凝结水回收流程见图 4。

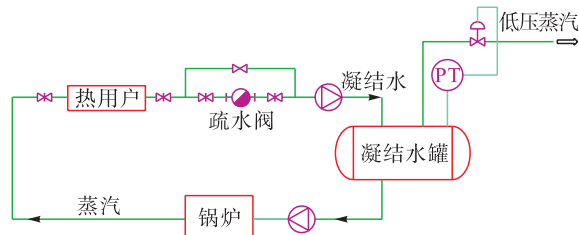


图4 加压式凝结水回收流程

3 结论

a) 凝结水回收作为蒸汽系统的重要组成部分,对企业的节能降耗收效明显。开式凝结水回收系统具有热量及热媒损失大、存在管路系统腐蚀等问题,在进行系统设计时,应优先选用闭式凝结水回收系统。

b) 凝结水回收系统应根据不同设备的用气参数及布置情况,选择适宜的凝结水回收系统及回收设备。

c) 加压回收系统具有较大的适应性,采用加压回收系统可以通过设置前置泵、在工艺装置区设置换热器或者空冷器以及在凝结水泵前加装高温水的防汽蚀装置

等方式实现。

参考文献:

- [1] 赵淑珍. 大型锅炉房系统的设计与研究[J]. 天然气与石油, 2011, 29(2): 75-78.
Zhao Shuzhen. Design of Large Boiler System [J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(2): 75-78.
- [2] 刘家洪, 杨晓秋, 陈明, 等. 高含硫天然气净化厂节能措施探讨[J]. 天然气与石油, 2007, 25(5): 40-44.
Liu Jiahong, Yang Xiaoqiu, Chen Ming, et al. Discussion on Energy-saving Measures for High Sour Natural Gas Purification Plant [J]. Natural Gas and Oil, 2007, 25(5): 40-44.
- [3] 马杰, 岑北海, 袁焜, 等. 天然气净化装置应用水热媒技术探讨[J]. 天然气与石油, 2011, 29(5): 31-35.
Ma Jie, Cen Zhaohai, Yuan Kun, et al. Application of Water Heat Conduction Technology in Gas Purification Unit [J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(5): 31-35.
- [4] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册(第二版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008, 796-859.
Lu Yaoqing. Practical Handbook for HVAC Design (2nd Edition) [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2008, 796-859.
- [5] 魏青平. 几种蒸汽凝结水系统回收的比较[J]. 甘肃科技, 2010, 26(5): 60-63.
Wei Qingping. Comparison of Several Recovery Systems for Condensed Water [J]. Gansu Science and Technology, 2010, 26(5): 60-63.
- [6] 锅炉房实用设计手册编写组. 锅炉房实用设计手册(第2版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001, 281-330.
Practical Handbook for Boiler Plant (2nd Edition) [M]. Beijing: China Machine Press, 2001, 281-330.
- [7] 刘军. 几种蒸汽凝结水回收方法[J]. 山西能源与节能, 2001, 22(3): 31-33.
Liu Jun. Several Recovery Methods of Condensed Water [J]. Shanxi Energy and Conservation, 2001, 22(3): 31-33.
- [8] 胡锦, 陈宇波, 曾文, 等. 引射器在气田上的应用[J]. 天然气与石油, 2008, 26(3): 59-62.
Hu Jin, Chen Yubo, Zeng Wen, et al. Application of Injector in Natural Gas Field [J]. Natural Gas and Oil, 2008, 26(3): 59-62.