

夏热冬暖地区星级酒店 空调冷凝热回收系统

广州市设计院 常先问[☆] 屈国伦 曾庆钱 刘芳毅

摘要 结合酒店的空调能耗状况及冷热负荷特点,对酒店空调采用冷水机组冷凝热回收系统的节能性和必要性进行了探讨。以某五星级酒店空调工程为例,介绍了其空调热回收系统的优化设计。增大了热回收系统的供回水温差,同时采取热水罐串联连接,对水温进行分层,有效地实现了热水的梯级利用及顺序利用。经分析,该优化系统更加充分地利用了冷水机组的冷凝热,更加节能,而且供水温度比较稳定。

关键词 冷水机组 冷凝热回收 供回水温差 热水罐串联连接 水温分层 热水梯级利用 酒店

Condensing heat recovery system of air conditioning system in a star-hotel in hot summer and warm winter zone

By Chang Xianwen[★], Qu Guolun, Zeng Qingqian and Liu Fangyi

Abstract Based on the energy consumption of the air conditioning system and the characteristics of the cooling and heating load in hotels, studies the energy efficiency and necessity of adopting condensing heat recovery from water chillers. Taking an air conditioning project for a five-star hotel as an example, presents the optimization design of the air conditioning heat recovery system, in which an increased temperature difference between supply and return water and the hot water tanks in series are adopted, effectively realizing cascade and sequential utilization of hot water based on the water temperature stratification. The analysis results show that the system makes better use of the condensing heat of water chillers and is more energy efficient, and hot water supply temperature is relatively stable.

Keywords water chiller, condensing heat recovery, supply and return water, hot water tank in series, water temperature stratification, hot water cascade utilization, hotel

★ Guangzhou Design Institute, Guangzhou, China

①

0 引言

在如今能源紧张、资源匮乏的年代,节能、环保已成为持续发展的主题。热回收空调系统由于具有显著的节能效益,越来越受到行业人士的重视。本文主要针对夏热冬暖地区星级酒店空调工程所采用的冷水机组冷凝热回收系统进行了探讨,通过增大热回收系统的设计供回水温差和采取热水罐串联连接,有效地实现了水温分层及热水的梯级利用和顺序利用,更加充分地利用了冷水机组的冷凝热,获得了较稳定的供水温度。

1 酒店空调能耗状况及冷热量特点

1.1 酒店空调能耗状况

现代酒店建筑基本趋向于功能复杂化、配套高

档化,除了客房之外还配有餐厅、健身中心、会所等,各功能房间的运营时间存在一定差异,同时客房入住率也经常变化,但是酒店设备一般都按满足最大需求配置,主要包括空调主机及供生活热水设备等,因此酒店建筑的能耗相当大。以夏热冬暖地区的广州地区为例,据调查研究,广州酒店类建筑的单位建筑面积能耗为 $1.209 \sim 3.379 \text{ GJ}/(\text{m}^2 \cdot$

☆ 常先问,男,1980年10月生,硕士研究生,工程师
510620 广州市天河区体育东路体育东横街3号设计大厦9楼第四设计室
(020) 87537264 (0) 15876514226
E-mail:changxianwen@163.com

收稿日期:2012-02-21

①修回日期:2012-05-07



a), 平均为 $2.202 \text{ GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$; 单位空调面积能耗为 $0.473 \sim 1.836 \text{ GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, 平均为 $1.247 \text{ GJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ [1]。经比较分析可知, 广州酒店类建筑单位空调面积能耗比武汉、长沙及重庆地区高 [1]。

1.2 酒店冷热负荷特点及冷热源类型

1.2.1 冷热负荷特点

星级酒店建筑一般夏季供冷, 冬季供暖, 全年 24 h 供应生活热水。不同地区的酒店供冷和供暖情况又有一定的差别, 在夏热冬暖地区, 由于夏季长且天气较热, 冬季短且气候较暖, 故夏季空调冷负荷较大, 供冷时间较长, 冬季热负荷较小, 供热时间较短。

1.2.2 冷热源类型

酒店建筑的冷热源形式主要包括以下几种: 电驱动制冷机组+锅炉, 电驱动制冷机组+空气源热泵机组, 电驱动制冷机组+蒸汽溴化锂吸收式热水机组, 水源热泵机组等。由于地区资源的差异, 各地区酒店建筑所采取的冷热源形式各不相同。以广东地区为例, 由于锅炉房设置受建筑条件及环保、消防部门的要求等限制, 溴化锂吸收式热水机组及水源热泵机组受热源及水源的区域限制, 因而电驱动制冷机组+空气源热泵机组的冷热源组合方式在该地区的酒店建筑中应用较多。为了降低能耗, 酒店建筑一般需要采用空调热回收系统, 利用回收冷水机组的冷凝热来获得免费的生活热水, 《广东省民用建筑节能条例》也明确规定采用集中空调系统的大面积酒店建筑应当配套设计和建设空调废热回收利用装置。因此, 对酒店空调冷水机组冷凝热回收系统进行研究很有必要。

2 冷水机组冷凝热回收系统

2.1 热回收系统原理

冷水机组冷凝热回收系统就是利用制冷循环中制冷工质冷凝放热过程释放的热量来制备生活热水。目前水冷冷水机组有冷却水热回收型与排气热回收型两种, 其中排气热回收型最常用。采用排气热回收的冷水机组通常采用串联热回收冷凝器的方式, 图 1 为冷水机组排气热回收系统原理图。

由图 1 可见, 压缩机吸收来自蒸发器的低温低压气态制冷剂, 压缩成高温高压的制冷剂蒸气, 制冷剂蒸气先进入热回收器, 放出热量加热生活用水, 再经过冷凝器, 将多余的热量通过冷却介质释

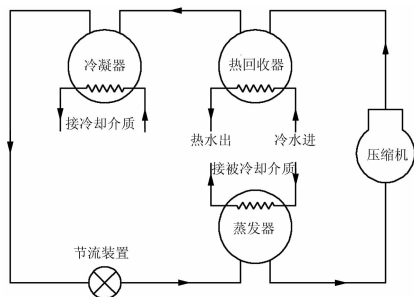


图 1 冷水机组排气热回收系统原理图

放到环境中, 然后经节流装置节流降压为低温低压的液态制冷剂, 进入蒸发器吸收被冷却介质的热量, 成为低温低压的气态制冷剂, 回到压缩机, 完成一个制冷循环。图 1 中热回收器便是热量回收的载体, 起着热量回收和转移的作用。

2.2 热回收系统分析

目前市场上的热回收冷水机组基本上均为部分热回收型, 图 2 为部分热回收系统分析用压焓图。

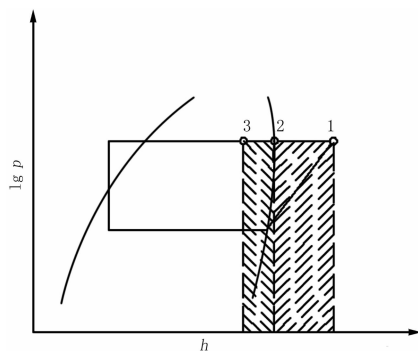


图 2 部分热回收系统分析用压焓图

由图 2 可见, 状态点 1 和点 2 之间为高压高温气态制冷剂区, 状态点 2 和点 3 之间为高压低温两相制冷剂区。热回收量即为状态点 1 和点 3 之间对应的换热量, 其中点 1 和点 2 之间为显热回收, 点 2 和点 3 之间为全热回收。制冷循环管路串联了热回收器后, 由于要保证机组的制冷性能不变或变化很小, 要使制冷循环的状态点 1, 2, 3 基本不变, 由理论分析和实际测试知, 标准测试条件下点 1 和点 2 之间的显热回收量约为制冷量的 12.5%。根据显热回收量及点 1, 2 之间的供回水温差即可确定热回收侧的水流量, 从而根据此水流量及点 2, 3 之间的供回水温差确定点 2, 3 之间的热回收量, 由此得出总热回收量。

由热回收系统原理可知, 在热回收器里低温水与高温制冷剂蒸气进行换热, 低温水被加热后通过

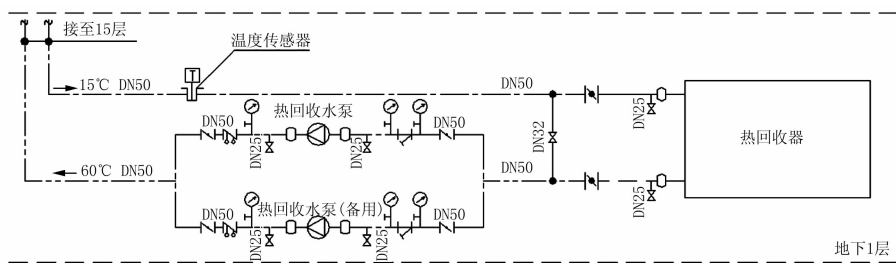


图5 热回收系统流程图(主机侧)

容积约为 15 m^3 , 其热水罐高度已经能很好地满足温度分层条件, 故本设计直接使用水专业设置的热水罐来进行系统优化设计。

考虑设备承压问题, 该热回收系统水泵与热回收器采用吸入式设计。水泵与热回收机组采用联动控制, 在热回收机组工作的同时联动水泵开启工作, 机组停开时联动水泵停止运行, 同时在热回收回水管上设置温度传感器, 当回水温度超过 58°C 时, 输出信号关闭热回收水泵。为了满足生活热水的卫生要求, 热回收器、热回收水泵、热回收管道及生活热水管管材、管道阀门及接触水的配件均采用不锈钢材料。

3.3 热回收量计算

该系统每台热回收机组的显热回收量约为 110 kW 。由于制冷系统的冷凝器温度一般比冷却水出水温度高 $2\sim 3^\circ\text{C}$, 取冷凝温度为 40°C , 考虑 2°C 传热温差后的热水温度取 38°C , 则热回收系统的水流量为

$$G = \frac{3\ 600Q}{\rho_{\text{水}} c_{\text{水}} (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

式中 G 为热回收水流量, m^3/h ; Q 为热回收热量, kW ; $\rho_{\text{水}}$ 为水的密度, kg/m^3 , 取 $1\ 000 \text{ kg}/\text{m}^3$; $c_{\text{水}}$ 为水的比热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, 取 $4.187 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$; t_2 为热水出水温度, 取 60°C ; t_1 为热水回收温度, 取 38°C 。

计算得出的热回收水流量为 $4.3 \text{ m}^3/\text{h}$, 从而根据此水流量及 45°C 的设计供回水温差即可求出总热回收量为 225 kW 。由此, 得出该热回收系统设计的总热回收量为制冷量的 25.6% 左右。

3.4 热回收系统分析

3.4.1 节能性分析

传统热回收系统的热回收量约为机组制冷量的 15% , 而该工程的系统热回收量达到了制冷量的 25% , 同等制冷量情况下, 该系统比传统系统多回收了 10% 的热量, 因此, 该热回收系统更加充分

地利用了机组的冷凝热, 更加节能。

3.4.2 系统运行分析

1) 当用户正常用热时, 该系统优先从最靠近出水侧的热水罐中提取 60°C 生活热水, 一旦水箱中水位降低, 补水装置自动补水, 但补水优先补进离出水侧最远的热水罐下侧, 然后在该热水罐的下侧再通过出水管接至热回收器(当热回收机组及热回收泵在运行时)。由此可以看出该系统送出的热水始终稳定在 60°C 左右, 而热回收器的回水始终是温度较低的冷水, 正常运行时的回水温度一般接近 15°C (当用热量很小或不用热时除外)。此时阀门开关如下: 3#, 4#, 7#, 12#, 13#, 14#, 15#, 16# 阀门开, 其他阀门关。

2) 当用热量较小或不用热时, 热量先通过内循环管路储存在热水罐中, 多余的热量通过冷却塔排放至室外, 在回水温度超过 58°C 时, 通过设置在回水管上的温度传感器输出信号关闭热回收水泵。此时阀门开关如下: 4#, 12#, 13#, 14#, 15#, 16# 阀门开, 3#, 7# 阀门在有用热时开, 不用时关, 其他阀门关。

3) 当遇故障检修时, 如 2 号罐检修, 3 号热水罐供热水, 3#, 4#, 7#, 12#, 14#, 16#, 17#, 18# 阀门开, 其他阀门关; 如 3 号罐检修, 2 号热水罐供热水, 2#, 5#, 7#, 12#, 13#, 16# 阀门开, 其他阀门关。依次类推。

4) 当用热量较大时, 可能会出现供水温度达不到 60°C , 此时需要开启水专业设置的热泵热水机组或辅助加热装置来加热提高水温以满足使用要求。当过渡季节和冬季不供冷时, 也需采用热泵热水机组及辅助加热装置来加热水。

通过以上分析可知, 由于该系统采用了热水罐的串联连接且热水罐按照一定顺序供应热水, 能依靠热水罐的水温分层有效地对热水进行梯级利用,

(下转第 126 页)

=====

(上接第 33 页)

因而热水的供应温度比较稳定,基本可以达到用户要求的 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水温,同时由于热水罐具有一定的蓄热功能,且能互为备用,故该系统运行安全,可靠。

4 结语

由于星级酒店建筑空调能耗巨大,为了降低能耗,需采取有效的节能措施。根据分析,冷水机组冷凝热回收系统在保证机组性能的前提下可以回收其冷凝热,免费获得生活热水,具有很大的节能性,值得推广应用。同时,通过对某五星级酒店空调热回收系

统设计的实例分析可知,由于该系统在传统热回收系统的基础上优化了热回收供回水管路、冷水补水管路及热水供水管路设计,有效地实现了水温分层及热水的梯级利用和顺序利用,较传统的热回收系统更加充分地利用了冷水机组的冷凝热,更加节能,而且优化后的热水系统供水温度比较稳定,安全可靠。

参考文献:

- [1] 刘芳,周孝清,陈伟青,等. 广州市酒店类建筑空调系统能耗现状调查分析[J]. 制冷空调与电力机械, 2008(3):78-80