

分离式热管用于空调热回收系统的研究探讨

谢海宁^{1,2}, 张小松¹

(1 东南大学 动力工程系, 江苏 南京 210096)

2 中国石化金陵分公司发展项目处, 江苏 南京 210033)

[摘要] 介绍了分离式热管技术的传热原理与应用情况, 根据分离式热管的传热特点, 分别提出了运用分离式热管回收空调系统凝结水冷量和平衡大型建筑物冷热负荷的方法. 指出了分离式热管用于回收凝结水冷量时应注意的问题, 并对回收系统的经济性进行了分析; 将分离式热管平衡建筑物冷热负荷的方法与适配式热回收热泵空调系统进行了比较, 得出了分离式热管在回收空调凝结水冷量和平衡建筑冷热负荷中具有很大的开发应用价值的结论.

[关键词] 分离式热管, 凝结水, 冷量回收, 冷热负荷平衡, 适配式热回收

[中图分类号] TK172.4 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2005)02-0031-03

Investigation on Separate Heat pipe Applied in the Heat Recovery System of the Air-conditioning

XIE Haining^{1,2}, ZHANG Xiaosong¹

(1. Department of Power Engineering, Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096, China)

2. Department of Development Items, JIPEC Company of SINOPEC, Jiangsu Nanjing 210033, China)

Abstract The paper introduces heat transfer theory and application of the Separate heat pipe. suggests respectively the methods are of using the Separate heat pipe to recycle the energy of condensation water and of balancing the load of building in terms of the heat transfer characteristics of the separate heat pipe. Then the paper points out the matter that should be noticed when using the Separate heat pipe to recycle the energy of condensation water, analyses the economical efficiency of the recycle system and compares the way of balancing the load of building by the Separate heat pipe with BS Unites energy recycle heat pump air condition. At last, the conclusion is made that the Separate heat pipe has a great value in these exploitation and application was made.

Key words separate heat pipe, condensation water, energy recycle, load balance, BS Unites energy recycle

0 引言

热管是一种新型、高效的传热元件, 它可将大量热量通过其很小的截面远距离地传输而无需外加动力. 分离式热管是热管的一种派生系列, 其结构如图 1 所示. 它的蒸发段和冷凝段是分开的, 通过蒸汽上升管和液体下降管连通起来, 形成一个自然循环的回路. 工作时, 在热管内加入一定量的工质, 这些工质汇集在蒸发段, 蒸发段受热后, 工质蒸发, 其内部蒸汽压力升高, 产生的蒸汽通过蒸汽上升管到达冷凝段释放出潜热而凝结成液体, 在重力作用下, 经液体下降管回到蒸发段, 如此循环往复

运行. 分离式热管的冷凝段必须高于蒸发段, 液体下降管与蒸汽上升管之间会形成一定的密度差, 这个密度差与冷凝段和蒸发段的高度差相关, 所能提供的压头用以平衡工质流动的压力损失, 维系着系统的正常运行而不需要外加动力.

分离式热管既具有经典热管的共性: 两相流动、相变传热、自然循环等; 同时, 也具有鲜明的个性——管内汽液两相同向流动^[1]. 此外分离式热管较经典热管还具有以下优点: 在空间布局上, 可以根据需要方便灵活地布置热管的蒸发段和冷凝段, 可以实现较远距离热量传输; 而且可以不同热汇共用热源, 也可以几个热源共同加热一个热汇;

收稿日期: 2004-12-10

作者简介: 谢海宁(1972-), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要从事制冷技术研究和工程管理工作. E-mail: xh@jpec.com

通讯联系人: 张小松(1960-), 教授, 博士生导师, 主要从事制冷、空调和节能等方面的教学与研究. E-mail: zachp@seu.edu.cn

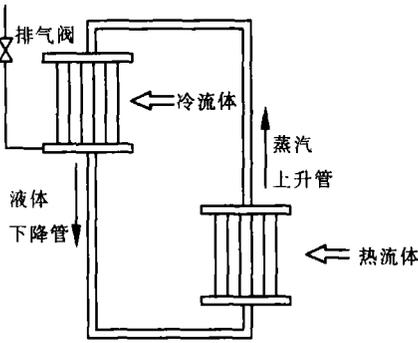


图 1 分离式热管结构图

受传热极限制约较少, 可以实现更高热流密度传输; 冷、热源完全隔离, 不存在相互污染的危险. 缺点是: 管排不均匀加热和冷却对换热器性能有一定的影响; 换热器相互串通的管件较多, 一旦某一处出现泄漏, 就会导致整排组件或整个换热器功能的丧失.

分离式热管的理论和工程应用研究已经取得了一些成果. 哈尔滨七〇三研究所对分离式热管余热利用系统进行了试验研究和理论探讨, 并研制出了分离式热管余热利用系统用于环形炉的余热回收^[2]; 东南大学对分离式热管外加环形翅片的强化传热进行了研究, 开发出了采用分离式热管回热的热泵干燥机^[3]; 东南大学对热管用于一次回风空调的能量回收进行了研究, 与传统一次回风再热式空调系统比较, 带热管热交换器回热的一次回风空调器系统可以减少表冷器的冷量和节省再热器的再热量^[4].

笔者认为, 鉴于分离式热管的诸多优点, 分离式热管在空调系统节能方面还具有广阔的应用前景. 现提出两个应用实例进行分析探讨.

1 用于回收凝结水的冷量

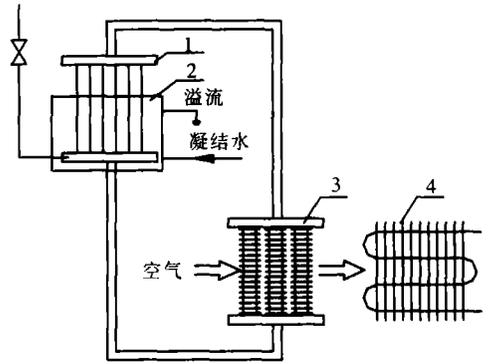
1.1 工作原理

房间空调器蒸发器、表冷器或风机盘管凝结水虽然含有冷量, 但是空调系统并没有对之加以回收利用. 主要因为凝结水是无压水, 且水中溶有多种杂质, 对它的回收是技术上的难题. 加之显冷量相对较低, 很难做到经济回收.

分离式热管恰能解决以上难题, 用分离式热管回收凝结水冷量的工作原理为: 将凝结水的冷量通过分离式热管传输至制冷机的冷凝器. 回收流程如图 2、图 3 所示.

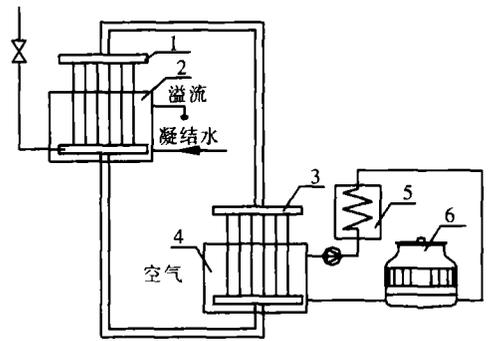
1.2 效益分析

以商场为例, 从商场的调查分析来看, 人体负荷占空调系统总冷负荷的 50% 左右, 新风负荷占



1. 分离式热管的冷凝段 2. 凝结水收集水箱
3. 分离式热管的蒸发段 4. 风冷式冷凝器

图 2 风冷式冷凝器中凝结水冷量的回收



1. 分离式热管的冷凝段 2. 凝结水收集水箱
3. 分离式热管的蒸发段 4. 冷却水收集水箱
5. 水冷式冷凝器 6. 冷却塔

图 3 水冷式冷凝器中凝结水冷量的回收

总冷负荷的 30% 左右, 照明负荷占总冷负荷的 10% 左右, 其余为建筑负荷和设备负荷. 其中, 人体潜热(散湿)负荷约占人体负荷的 74%. 如果, 室外空气的干球温度为 34℃、相对湿度为 65%; 室内空气温度为 24℃、相对湿度为 50%, 新风负荷中的湿负荷约占新风负荷的 40%, 那么, 商场湿负荷约占总冷负荷的 49%. 在这样的室内环境下的露点温度为 12.96℃, 与室外空气温差达到 21℃, 显冷量为 88 kJ/kg 占单位散湿冷量的 3.4%, 占整个商场总冷负荷的 1.66%. 如果回收效率为 80%, 将回收 1.3% 的冷量, 相当于制冷系统的效率提高了 1.3%. 在气候潮湿的南方地区, 空气里湿度有时能达到 95% 以上, 商场湿负荷约占总冷负荷的 63%, 可回收的凝结水冷量达到整个商场冷负荷的 2.1% 以上, 如果回收效率为 80%, 将回收 1.7% 的冷量, 相当于提高了制冷空调系统 1.7% 的效率.

1.3 回收系统应注意的问题

(1) 分离式热管的蒸发段与空气换热系数较低, 可考虑用环形高密度的环形翅片来强化传热;

(2) 受气候变化的影响, 该传热不是稳定传

热,所以应该在分离式热管的冷凝段进行控制,可以考虑充装热敏气体来控制冷凝段的换热面积,以保证分离式热管的正常工作;

(3) 对于人员密集度小的场合或者气候干燥的地区,用分离式热管来回收凝结水中冷量的效果不明显。

2 用于平衡建筑冷热负荷

2.1 工作原理

对于某些大型建筑物,在特定的季节及特定的空调系统中,需要对建筑物的某些房间(A区)实行冷房工况运行,而对另一些房间(B区)实行暖房工况运行。按常规的方法是采用制冷、供暖两套独立的系统同时工作。这不仅会增加空调系统的投资成本,也会增加系统的总运行能耗。于是,一种能实现空调运行中的热回收的适配式热回收热泵空调系统开始被推广^[5]。

适配式热回收热泵空调系统的工作原理是:采用被称为BSUites的适配器(即冷、暖房工况运行切换器),并在VRV系统中通过变频控制的“R-H DECS”循环来实现将制冷循环中排出的热量完全或部分地回收,用于供暖的整体运行。这比分离的制冷、供暖运行可节约15%~20%以上的耗电量。但是该系统的控制复杂,初投资较大。

采用分离式热管换热器,可以代替适配器的功能,而且分离式热管平衡空调系统的控制简单,初投资少。其工作原理是将分离式热管的蒸发段和冷凝段分别工作在需要供冷排风管和需要供暖的新风管中,用以平衡两者之间的热量。设A区、B区的温度要求是一样的,工作流程示意图如图4图5所示。

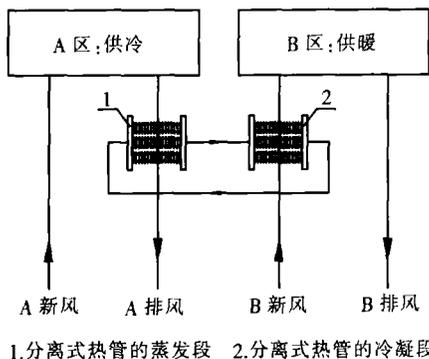


图4 冷热负荷相等时的平衡系统

图4中,A区的冷负荷依靠全面通风提供,A区与B区的冷热负荷相等,它们之间的热量依靠分离式热管进行迁移。图5中,A区的需要由制冷机提供,且B区的暖负荷比A区的冷负荷大,这时

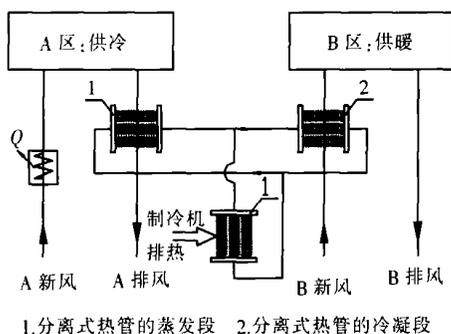


图5 冷热负荷不等时的平衡系统

的分离式热管平衡空调系统是热泵空调系统加部分热化联合循环。

2.2 与适配式热回收热泵空调系统的比较

与适配式热回收热泵空调系统相比,分离式热管平衡空调系统结构简单,主要对现有的空调系统进行局部改造,就可以实现能量的回收。

采用分离式热管平衡空调系统的前提条件是,需要供暖和供冷的区域温度要求相同。对于供暖区域和供冷区域的温度要求不同的场合,适配式热回收热泵空调系统能够做到热化循环,这一点分离式热管平衡空调系统是做不到的。但是分离式热管平衡空调系统灵活、易于实现的优点,也是适配式热回收热泵空调系统难以做到的,应根据不同的需要选择应用。

3 结论

分离式热管换热器是一种高效传热元件,结构简单、无动力部件、传热温差小,不仅有较高的传热效率,且冷、热侧可以分开安装,具有较强的工程适应性,避免了大流量的气体迁移和气体管路的复杂设计。分离式热管在回收空调凝结水冷量和平衡建筑冷热负荷中具有很大的开发应用价值。

[参考文献]

- [1] 庄骏,张红. 热管技术及其工程应用[M]. 北京:化学工业出版社,2000.
- [2] 马家驹,盛惠渝,黄飞,等. 分离式热管余热利用系统的研究[J]. 热能动力,1996 11(增刊): 55-64.
- [3] 杜培,张建成. 分离式热管回热器用于热泵干燥系统传热分析[J]. 中国电机工程学报,2001,21(12): 50-53.
- [4] 陈振乾,施明恒. 热管热回收空调系统的研究[J]. 建筑热能通风空调,2000,20(4): 9-11.
- [5] 干卫国,姜守忠. 适配式热回收热泵空调系统的节能特性分析[J]. 制冷空调与电力机械,2002,23(85): 54-56.

[责任编辑:刘健]