

换热器在民用建筑中的应用

谢新茂, 尤坤生

(西安石油大学 后勤管理处, 陕西 西安 710065)

摘要: 换热器是供热系统中的一个核心设备, 它的优劣以及合理选用将直接影响供热系统的投资效果和使用效果, 影响换热器的使用寿命。提出如何正确地选用换热器, 确保供热系统具有经济性、可靠性和安全性, 及如何有效地提高换热器的换热效率, 最大限度地发挥其换热效能。列举了各种不同类型的换热器, 在不同运行工况的情况下对其优缺点进行了充分的论证和比较, 可供设计人员和用户根据不同的运行工况对换热器进行合理的选用。

关键词: 换热器; 供热系统; 建筑; 工况

中图分类号: TU 111.4 **文献标识码:** A

Application of heat exchanger in civil building

XIE Xin-mao, YOU Kun-sheng

(Rear Service Department, Xi'an Petroleum University, Xi'an 710065, China)

Abstract: Heat exchanger is the core equipment in heat system. Its quality and reasonable selections will directly influence the efficient, economic, reliable, safety working state and improve exchanging efficiency of heating system, ensure to exert the max effect. This paper exhibits some heat exchangers, and contract its advantage and disadvantage under different working conditions, it can help the designer and costumers to reasonable select heat exchanger.

Key words: heat exchanger; heat system; building; condition

0 引言

随着国民经济的发展和民用建筑发展的多样化, 供热形式也发生了很大的变化, 而换热器作为供热的热交换设备在民用建筑上的应用已日益广泛。换热器是供热系统中的一个核心设备, 种类繁多, 适用于不同场合, 其选用是否合理, 关系到设备能否经济、可靠、安全的运行。

笔者通过对西安某大学近年来的建设工程(浴室工程和住宅楼工程)的换热器选型, 对换热器生产厂家进行了大量的实地考察研究, 发现造成换热设备的病态运行达到了相当高的比例, 应该引起足够的重视。

1 几种常用换热器的种类及其性能

1.1 板式换热器

1878 年板式换热器发明于德国, 1965 年在中国开始制造板式换热器。

板式换热器由波纹板组成两个通道, 两种介质在板的两侧逆向流动, 以达到换热的目的。板式换热器是由多块波纹板及其间的垫片组装在一起, 板间

构成了狭窄的通道供热介质通过。波纹板主要由不锈钢、钛、镍、铝等材料压制而成。板式换热器有以下优点: 传热系数高, 可达到 $7\ 500\ \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 这也是板式换热器最大的优点: 紧凑性好。紧凑性指其单位体积较小, 特别是安装高度、占地面积小, 所以适用于建筑物的地下室等场所; 容易拆卸及清洗, 维修方便; 因液体的紊流作用, 板片的光滑表面上不易结垢; 可根据热复合的变化, 比较容易的调整换热器面积; 单机换热面积较大时, 具有价格优势。

板式换热器的缺点: 耐高温及耐高压有限。当系统在汽-水换热时, 由于温度较高, 最好设置为二级换热, 即前面加一级管壳换热器, 而后一级则采用板式换热器。如水质硬度、换热温度较高时, 容易结垢, 此时对换热器效果影响较大, 换热器阻力明显增大, 应及时清洗; 流道狭窄, 容易堵塞; 不锈钢板片易产生氯离子腐蚀, 民用建筑水质一般为市政自来水则问题较小; 垫片易老化, 须定期更换; 维修量较大。

1.2 浮动盘管换热器

浮动盘管换热器属管壳换热器的一种, 但又不同于传统的列管式管壳换热器。它在采暖、空调、生活热水换热等领域应用广泛。其换热元件由多管组

成,单组盘管一般水平排列,高温介质走壳程,低温介质走管程。其优点:靠水流的冲力使盘管处于“浮动”状态,大大增强了传热,使换热系数比光管有了较大的提高,汽水换热可达 $4\,600\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以上;有自动除垢功能,盘管的上下浮动及水平胀缩使盘管表面脆性水垢自动脱落,在水质硬度较高的地区使用,其除垢效果更加明显;具有耐高温、耐高压的特性;水平盘管不易腐蚀;壳程阻力较小;汽-水换热充分,热效率高;当蒸汽压力在 0.6 MPa 以下时,交换后可不设疏水器。其缺点是:紧凑性差;水-水换热传热系数较低,为 $2\,200\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,仅为汽-水换热的一半;检修相对困难;换热面积有限,故适合于民用建筑使用。

此外,母管与盘管连接分螺栓连接和焊接连接两种,螺栓连接属弹性连接,受力较好,且容易拆卸更换盘管,但造价稍高。

1.3 波纹管换热器

波纹管换热器结构与传统的列管换热器基本相同,但换热元件由光管改为波纹管。波纹管是一种大小圆弧相切,内外型如波纹状的薄壁管子,如不锈钢管管壁厚度仅 $0.5\sim0.9\text{ mm}$,而紫铜管管壁厚度则为 $1.5\sim2.2\text{ mm}$ 。其主要材质为不锈钢、碳钢、铜、钛等。波纹管最早用于管道补偿热力系统胀缩的补偿器,在传统列管式换热器的基础上,应用强化传热理论,取得了重大突破,广泛应用于民用、供热、电厂、石油、化工、轻工、制药等领域。汽-水换热,蒸汽一般走管程,低温介质走壳程;水-水换热,高温介质一般走管程,低温介质走壳程。

波纹管换热器传热系数较高,流体在波纹管内外流动时,因管形的变化,受到了强烈的搅动,破坏了层流边界层,使其形成湍流状态,同时,换热管壁薄,管壁温度梯度大,传热系数为 $4\,000\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$;波纹管为软性元件,具有补偿能力,对管板和筒体应力小,安全可靠,寿命长。另外由于液体的紊流作用,光滑表面上不易结垢,且波纹管的胀缩可使脆性水垢自动脱落,因此价格相对较低,同时紧凑性指标也较高,介于板换和浮动盘管之间。

但波纹管换热器占地相对较大,处于板换及浮动盘管之间;不锈钢波纹管易产生氯离子腐蚀,而民用建筑水质一般为市政自来水,问题较少。当采用轧管加工波纹管时使用效果良好,否则波纹管易产生晶间缺陷,耐应力及耐腐蚀能力均会下降,并且维修相对比较困难。

此外,近年出现了更多对光管传热管的变异,如螺旋管、双纹管、波节管等,其性能与波纹管换热器相近,选用时亦可归入此列。

2 不同工况换热器的选用

在民用建筑的供热工程中一般分为空调系统供热、采暖系统供热、生活热水供热 3 种,其中空调和采暖系统供热采用闭式循环,由于热负荷的波动值小,循环水的流量比较稳定。而生活热水供热系统的流量随使用人数的变化而变化,且属于开式供热系统,根据换热器供热系统的工况和换热方式比较后方可进行选用,见表 1。

表 1 不同工况条件下换热器的选用
Tab. 1 Selections of heating exchanger under different conditons

换热器类型	空调采暖工况		生活热水工况	
	汽-水换热	水-水换热	汽-水换热	水-水换热
板式换热器		首选		
波纹管换热器	首选	次选	次选	次选
浮动盘管容积式换热器	次选		首选	首选
优 点	换热效率较高,承压性能好,价格适中	换热效率高,不易结垢,维修方便	换热效率较高,承压性能好,价格适中	承压性能好,有一定的容积,不结垢,价格适中

2.1 空调、采暖工况

该种工况的特点是换热介质一般均经过软化水处理,外界负荷相对较少,两种介质流量基本稳定。

2.1.1 汽-水换热

汽-水 $95\text{ }/70$;汽-水 $75\text{ }/55$ 等。

1) 波纹管换热器

在此工况下,换热系数较高,耐温耐压均无问题,汽-水换热性能稳定,价格便宜,其性价比理想。

2) 浮动盘管换热器

浮动盘管换热器换热系数较高,耐温耐压均无问题,汽-水换热性能稳定,无需设置疏水器,但占地

面积大,价格也较高。

3) 板式换热器

不宜用板式换热器直接进行汽-水换热。在板换前增加一级管壳换热器,使二级板换成为水-水换热器是一种合理的配置,这种配置在此工况下完全可以作为第一选择,其占地面积较小,价格相对较高。若一级管壳换热器采用波纹管换热器,其换热性能将会更好。

2.1.2 水-水换热

水-水 $115\text{ }/85\sim95\text{ }/70$;水-水 $95\text{ }/70\sim60\text{ }/50$ 等。

1) 板式换热器

板式换热器有很高的换热系数,而其他两种管壳换热器则没有该项优点。同时,换热介质均经过软化等水处理后,其换热温度不高,故基本不结垢^[1]。非对称流道(一二次介质流量不同)板式换热器的应用,使板换流道可对介质流量的不同(如空调换热)进行“精确匹配”,最大限度地发挥换热效能,节约金属耗量,经济效益显著^[2]。

2) 波纹管换热器

波纹管换热器的换热系数和体积均处于板换和浮动盘管之间,价格相对浮动,比盘管便宜15%左右,在水质硬度不能保证的情况下,波纹管换热器也是一种不错的选择。

3) 浮动盘管换热器

浮动盘管换热器在水-水换热工况下换热系数相对较低,为获得足够的换热量,换热面积将增大,因紧凑性指标较低,所以换热器的体积就会更大,以致其性价比失衡,故不宜选择此种换热器。

2.2 生活热水工况

此种工况的特点是二次换热介质不经过软化等水处理;外界负荷变化较大;两种介质流量极不稳定。

2.2.1 汽-水换热

汽-水 60 / 10 。

选择 1: 浮动盘管容积式换热器

该工况换热系数较高,耐温耐压均无问题,汽-水换热性能稳定、充分,无需设置疏水器,其容积增强了换热器对外界负荷变化的适应性,容积的增大使浮动盘管紧凑性差的缺陷得以合理掩盖,且有自动除垢功能,非常适用于高硬度水质,是此工况的理想选择^[2]。

选择 2: 波纹管容积式换热器

波纹管容积换热器换热系数较高,耐温、耐压,汽-水换热性能稳定,其容积增强了换热器对外界负荷变化的适应性,且自动除垢,适合高硬度水质,但需设置疏水器,价格适中,是一种合理的选择^[3]。

选择 3: 板式换热器

不宜用板式换热器直接进行生活水的汽-水换热,因为二次水未经处理,在高温下结垢严重,换热器需频繁检修,很难正常使用;且板式换热器无水容积,对外界负荷变化的适应性不强,热水水温不稳定等缺点。

2.2.2 水-水换热

水-水 115 / 85 ~ 60 / 10 ; 水-水 95 / 70 ~ 60 / 10 等。

方法 1: 浮动盘管容积式换热器

本换热器换热系数虽不高,但换热温差较大,所

以换热效果可以保证,其容积增强了换热器对外界负荷变化的适应性,容积的增大,使浮动盘管紧凑性差的缺陷得以合理掩盖,且自动除垢,内部设有自循环装置,适合高硬度水质,价格适中,是此工况下的最好选择。

方法 2: 波纹管容积式换热器

该换热系数比浮动盘管换热器高,其容积增强了换热器对外界负荷变化的适应性,且自动除垢,适合高硬度水质,价格适中。2004 年西安石油大学潘家庄园区学生浴室,就选用波纹管容积式换热器。

方法 3: 板式换热器

无水容积仍是板式换热器在此工况下的明显缺陷;在一次水温度不高(70 / 50)且另配容水罐的情况下,可交换低温生活热水(35 / 45),水垢不易产生,可正常使用。

此外还应指出的是即热型换热器(板换、即热浮动盘管换热器)只在外界负荷变化不大时,才可应用于生活热水换热中,如医院门诊楼等,对宾馆、饭店、公寓及医院病房楼并不适合,如果强行选用,会造成水温不稳定,配套热力主机容量增大等问题,给业主的投资及使用带来诸多难题,应引起业内人员的注意。

换热器阻力也是一个重要因素,它关系到相关水泵的耗能大小。但经反复比较发现,几种换热器并没有先天的阻力大小之分,使用工况不同,型号不同,阻力均有差别,设计人员应具体分析处理。

以上比较均以性能与价格比作为主要因素,条件变化时,选型也会相应改变。

除以上列举的换热器外,小型换热站还可以选用换热机组。它将换热器、循环水泵、除污器、膨胀水箱和补水箱等辅助设备集于一体,组成一个整体设备。当然,这种换热机组只能采用体积较小的立式换热器或板式换热器。

3 结 语

鉴于上述分析比较,笔者建议设计人员和用户应在对各类换热器深入了解的基础上,针对不同工况和使用区域,相对合理地进行换热器的选用,为换热系统的正常运行提供先期的保证。

参考文献:

- [1] 杨崇麟. 板式换热器工程设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
- [2] 程 林. 换热器运行导论[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [3] 孙奉仲. 换热器的可靠性与故障分析导论[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998.