

铜翅片换热器开发应用的分析 I

——铜、铝翅片换热器性能对比

吴志刚¹, 丁国良¹, 刘建¹, 高屹峰²

(1.上海交通大学制冷与低温工程研究所, 上海 200030; 2.国际铜业协会(中国), 上海 200020)

摘要: 从翅片效率、单个换热单元的传热系数和整个换热器的换热量三个方面对不同翅片结构、不同管子结构和不同工况下的翅片管换热器由铝翅片换为铜翅片前后的换热特性和成本进行了分析比较; 详细给出了各个结构和工况参数单独变化对换铜前后的翅片效率、单位制冷剂侧换热面积上的总传热系数和换热器换热量的影响规律。分析结果发现, 翅片越薄、越高, 管外径越小, 风速越大时, 换铜后的翅片管的换热能力增强越大, 成本增加越小。在所选择的结构和工况范围内, 铜管铜片换热器比铜管铝片换热器的翅片效率约提高0.938%~29.86%、总传热系数约提高9.88%~23.276%、总换热量约提高0.112%~22.3%; 对于典型的1.1kW空调器的蒸发器, 材料成本约增加8~42元, 体积可最多缩小18%。

关键词: 换热器; 铜翅片; 可行性分析

中图分类号: TQ051.5, TU831

文献标识码: A

文章编号: 1006-8449(2004)04-0004-06

1 引言

随着社会的发展和人们生活水平的提高, 空调器已经逐步走进千家万户并成为人们日常生活中的重要组成部分。而空调器中换热器(蒸发器和冷凝器)的换热效果直接影响到空调器整体性能的好坏。在当前的空调器中, 换热器多采用铜管铝翅片管式换热器。但尽管在管外侧采用铝翅片, 管外侧的换热热阻仍是约束换热器换热能力的瓶颈。为了尽可能的减少管外侧的换热热阻, 增加管外翅片的导热系数是一个较好的解决办法。在导热系数比铝高的几种金属中, 从性能价格比的角度上来说, 铜是最有前途的替代金属。通常情况下, 铜的导热系数约是铝的1.7倍, 因此若采用铜翅片作为传热介质, 换热器的换热性能应该会有明显提高。但是对于各个不同的应用场合, 这种用铜翅片代替铝翅片而引起的换热性能的强化效果实际能够达到多少, 则需要通过仔细的分析才能得到定量上的结果。同时, 由于铜的比重和价格都比铝的高, 因而空调器的成本也会有相应的增高。本文的主要目的就是来定量分析将房间空调器换热器用铝翅片换为铜翅片后换热收益和成本付出的大小。

为了定量分析比较铝换铜前后的翅片管换热器的换热特性, 本文作者利用自主开发的换热器仿真程序, 从翅片效率、单个换热单元的换热特性和整个换热器的换热特性三个方面对不同翅片结构、不同管子结构和不同

工况下的铜管铜片换热器和铜管铝片换热器进行了换热特性对比分析。在文章的最后, 给出了换热器成本分析的计算式, 并对几种具体结构的铜管铜片换热器和铜管铝片换热器进行了成本分析和比较。本文通过对几千个算例的分析对比, 最终找出了翅片结构、翅片间距、铜管外径和其他工况参数对换铜前后的翅片管换热器的换热特性的影响规律, 希望能为企业在改进换热器生产中提供一定的设计依据和思路。

2 铜铝翅片效率对比

为了更好的对比铜管铜片换热器和铜管铝片换热器的换热和成本特性, 本文以增强相对百分比 E_k 来衡量用铜翅片代替铝翅片后各物理量(如翅片效率、换热量、换热系数等)的变化, 其定义如下:

$$E_k = 100 \times (k_{Cu} - k_{Al}) / k_{Al} \quad (1)$$

式中 k_{Cu} —相同工况和结构尺寸下铜翅片下的物理量;
 k_{Al} —相同工况和结构尺寸下铝翅片下的对应物理量。

通常情况下, 对平翅片, 其翅片效率可由公式(2)来计算^[1]:

$$\eta_f = \frac{\text{th}(mH)}{mH} \quad (2)$$

式中 H —翅片高度, m;

m —系数 $m = \sqrt{\alpha_o P / (\lambda A_c)}$ ，其中 α_o 为空气侧换热系数， $W / (m^2 \cdot K)$ ；
 P —沿翅高方向翅片横截面周长， m ；
 A_c —沿翅高方向翅片横截面面积， m^2 ，当翅片长度取单位长度 $1m$ 时， $A_c = t$ ，即翅片厚度， m ；
 λ —翅片导热系数， $W / (m \cdot K)$ 。

从式(2)中可以看出，随着翅片导热系数 λ 的提高，翅片效率 η_f 肯定会提高，但提高的幅度受空气侧换热系数和翅片自身结构的影响。为了分析空气侧换热系数和翅片结构对铜铝翅片效率增强幅度的影响，本文分别对翅片厚度为 $0.02 \sim 0.18mm$ ，翅片高度为 $5 \sim 30mm$ 和空气侧换热系数为 $60 \sim 160W / (m^2 \cdot K)$ 的铜翅片和铝翅片的翅片效率进行了分析比较。计算算例共计 144 个，计算结果表明，在所计算范围内，铜翅片的翅片效率比铝翅片的约提高 $0.938\% \sim 29.86\%$ 。其中，当翅片厚度为 $0.02mm$ 、翅片高度为 $30mm$ 和表面传热系数为 $160W / (m^2 \cdot K)$ 时，翅片效率增强换热相对百分比可以达到 29.86% 。由于文章篇幅的原因，本文不能将所有这些算例的计算结果一一列出，现给出翅高为 $5mm$ 时，翅厚和空气侧换热系数对铜铝翅片效率的影响特性和翅厚为 $0.08mm$ 时，翅高和空气侧换热系数对铜铝翅片效率的影响特性，其分析结果如图 1 所示。图中“ α_o ”代表空气侧换热系数， $W / (m^2 \cdot K)$ 。

从图 1a) 中可以看出，在其他参数不变的条件下，随着翅片厚度的增加，铜翅片增强换热相对百分比是减少

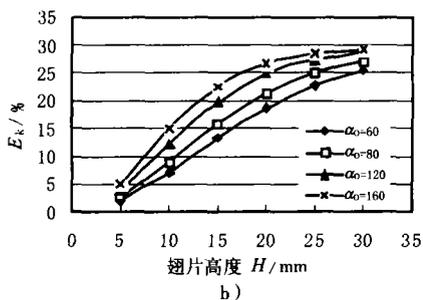
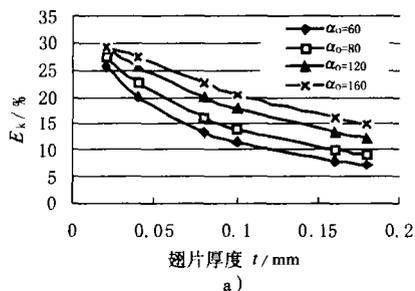


图 1 翅片厚度、翅片高度及空气侧换热系数对翅片效率的影响
 a) 翅高 = $5mm$ 不变时的翅片效率对比
 b) 翅厚 = $0.08mm$ 不变时的翅片效率对比

的。从图 1b) 中可以看出，在其他参数不变的条件下，随着翅片高度的增加，铜翅片传热 E_k 是增加的。从图 1a) 和图 1b) 中可以看出，在其他参数不变的条件下，随着空气侧换热系数的增加，铜翅片增强换热相对百分比 E_k 是有所增加，且增加，幅度大小因翅片结构不同而不同。

3 单位制冷剂侧换热面积上不同结构和工况参数下的铜翅片和铝翅片的总传热系数的对比

通常，以翅片侧总表面积 A_o 为基准的翅片管的总传热系数可由下式计算^[1]：

$$k = \frac{1}{\frac{A_o}{\alpha_i A_i} + \frac{\delta A_o}{\lambda A_i} + \frac{1}{\alpha_o \eta_o}} \quad (3)$$

式中 η_o —表面翅片效率， $\eta_o = (A_1 + \eta_f A_2) / A_o$ ，其中 $A_o = A_1 + A_2$ ，其中 A_2 —翅片表面积， m^2 ， A_1 —翅片间铜管壁的外表面积， m^2 ，
 η_f —翅片效率；
 α_o —空气侧换热系数， $W / (m^2 \cdot K)$ ；
 α_i —制冷剂侧换热系数， $W / (m^2 \cdot K)$ ；
 A_i —制冷剂侧换热面积， m^2 ；
 λ —传热壁面导热系数， $W / (m \cdot K)$ ；
 δ —传热壁面厚度， m ；

在翅片管换热器中，传热壁面的热阻在整个传热热阻中占很小的比例^[2]，这样，在不考虑传热壁面的热阻的情况下，式(3)转化为：

$$k = \frac{1}{\frac{A_o}{\alpha_i A_i} + \frac{1}{\alpha_o \eta_o}} \quad (4)$$

从式(4)中可以看出，对于单位制冷剂侧换热面积来说，翅片管的总传热系数受管外侧换热面积 A_o 、表面翅片效率 η_o 、制冷剂侧换热系数 α_i 和空气侧换热系数 α_o 的影响，而管外侧换热面积 A_o 和表面翅片效率 η_o 又分别是翅片结构(翅高、翅厚)和翅片间距及翅片结构、材质和空气侧换热系数的函数。这样，单位制冷剂侧换热面积上的翅片管的总传热系数就受到翅片结构(翅高、翅厚)、翅片间距、翅片材质、制冷剂侧换热系数和空气侧换热系数的综合影响。为了从定量上分析以上这些因素对铜铝翅片管总传热系数的影响，本文分别对翅片厚度为 $0.02 \sim 0.18mm$ ，翅片高度为 $5 \sim 30mm$ ，翅片间距为 $1.2 \sim 3.0mm$ ，制冷剂换热系数为 $1500 \sim 6000$

$W/(m^2 \cdot K)$, 空气换热系数为 $60 \sim 160 W/(m^2 \cdot K)$ 范围内共计 1920 个算例的铜和铝翅片换热器单位制冷剂侧传热面积下的总传热系数进行了分析比较。由于文章篇幅的原因, 本文不能将所有这 1920 个算例的计算结果一一列出, 只能给出整体的分析结果:

(1) 当翅片厚度为 $0.02mm$ 、翅片高度为 $30.0mm$ 、制冷剂侧换热系数为 $6000 W/(m^2 \cdot K)$ 、空气侧换热系数为 $60 W/(m^2 \cdot K)$ 、翅片间距为 $1.6 mm$ 时, 总传热系数的 E_k 达最大值为 23.743% 。

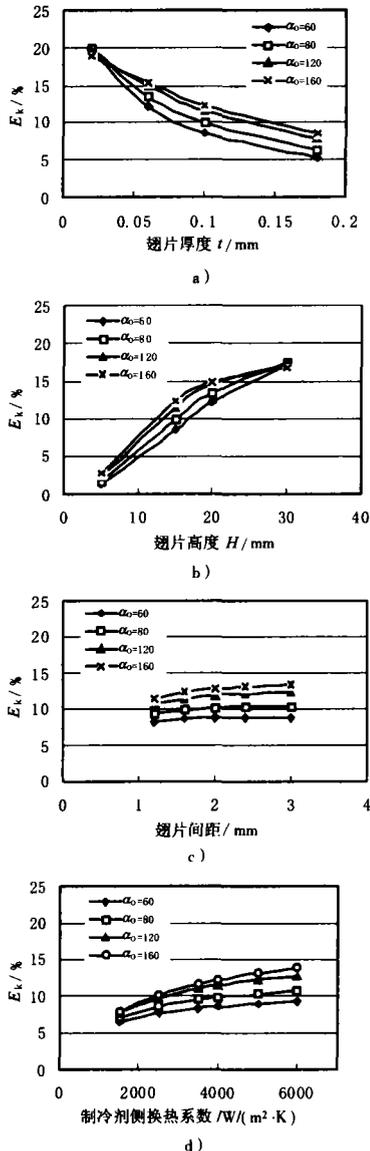


图2 翅片结构、翅片间距及两侧换热系数的变化对总传热系数的 E_k 的影响
a) 厚度变化时 b) 高度变化时 c) 间距变化时
d) 制冷剂侧换热系数变化时

(2) 在较典型的空调器结构和工况下, 如当翅片厚度为 $0.1mm$ 、翅片高度为 $15.0mm$ 、制冷剂侧换热系数为 $4000 W/(m^2 \cdot K)$ 、空气侧换热系数为 $80 W/(m^2 \cdot K)$ 、

翅片间距为 $1.6 mm$ 时, 总传热系数的 E_k 为 9.88% 。

但我们可以通过分析比较在空调换热器的较典型的结构和工况下, 翅片管换热器单位制冷剂传热面积下的总传热系数随其中某一个参数变化而变化的趋势来研究这些参数对换热器总传热系数的影响规律, 以期对换热器总换热量的分析提供参考依据。所选测试工况和结构参数为: 翅片厚度为 $0.1mm$ 、翅片高度为 $15.0mm$ 、制冷剂侧换热系数为 $4000 W/(m^2 \cdot K)$ 、空气侧换热系数为 $80 W/(m^2 \cdot K)$ 、翅片间距为 $1.6 mm$ 。当测试总传热系数随其中某一个参数变化而变化的趋势时, 仅仅一个参数在一定范围内变化, 其他参数均取以上所示的定值。例如, 当测试总传热系数随翅片厚度的变化而变化的趋势时, 翅片厚度在 $0.02 \sim 0.18mm$ 间变化, 而翅片高度为 $15.0mm$ 、制冷剂侧换热系数为 $4000 W/(m^2 \cdot K)$ 、空气侧换热系数为 $80 W/(m^2 \cdot K)$ 、翅片间距为 $1.6 mm$ 。分析结果如图 2 所示。

从图 2 a) 和 b) 中可以看出, 总传热系数的 E_k 随着翅片厚度的增加而降低, 随翅片高度的增加而增加; 从图 2 c) 中可以看出, 总传热系数的 E_k 随着翅片间距的增大而增大, 但这个变化幅度较小, 且因空气侧换热系数大小而变化; 从图 2 d) 中可以看出, 总传热系数的 E_k 随着制冷剂侧换热系数的增加而增加; 从图 2 a) ~ d) 中可以看出, 对于翅片厚度为 $0.02mm$ 、高度大于 $30.0mm$ 的翅片来说, 总传热系数的 E_k 随着空气侧换热系数的增加而降低; 在其它情况下, 总传热系数的 E_k 随着空气侧换热系数的增加而增大。

4 不同结构和工况下的铜管铜片换热器和铜管铝片换热器的换热特性分析^[3-7]

通常, 翅片管换热器总换热量可由式 (5) 计算:

$$\Phi = kA_o(t_{fi} - t_{fo}) \quad (5)$$

式中 Φ — 总传热量, W;

k — 总传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;

A_o — 空气侧总传热面积, m^2 ;

t_{fi} — 管内侧制冷剂的平均温度, $^{\circ}C$;

t_{fo} — 管外侧空气的平均温度, $^{\circ}C$ 。

对于换热器来说, 各种工况和结构对换热性能的影响归根结底是由于这些因素对制冷剂侧和空气侧换热系数的影响而引起的。制冷剂侧换热系数的大小又主要取决于两相区在整个换热器中所占的比重, 两相区占的比重越大, 则相应的制冷剂侧换热系数就越大。然而, 在

一定的制冷剂的入口参数下,两相区所占的比重是受管径和空气入口温度和流速的影响的。譬如对冷凝器来说,一定的制冷剂的入口参数下(假设有一定过热度),随着空气入口温度的降低和入口风速的增加,制冷剂的两相区在整个换热器中所占的比重是先增加后减小的。同时,空气侧换热系数也是随空气入口温度、入口风速及翅片结构和间距的变化而变化的。

基于以上的分析,对换热器来说各个结构参数和工况参数对总换热量的影响是互相耦合的,如果逐个分析某一参数在其他参数都变化时对总换热量的 E_k 的影响,将使分析结果变得复杂而凌乱。为此,本文首先选一典型的铜片铜管换热器和铝片铜管换热器,在制冷剂入口参数一定的条件下,利用作者自主开发的换热器仿真程序,逐一分析了在其他参数不变的情况下,管外径、风速、空气入口干湿球温度、制冷剂流量、翅片厚度、翅片间距、管列间距、管排间距和管列数单独变化时对总换热量的 E_k 的影响。所选用的换热器的典型结构和工况参数如表1所示。分析结果如图3所示。

表1 测试用换热器的结构和工况

管结构		翅片结构		介质参数	
管子类型	光滑管	翅片类型	百叶窗翅片	制冷剂	R22
分路数	1	翅片高度, mm	0.95	制冷剂入口焓, kJ/kg	436.06
管排数	1	翅片间距, mm	3.5	制冷剂入口压力, kPa	1793.7
管列数	16	翅片锥角, (°)	18.2	制冷剂流量, g/s	27.7
管排间距, mm	17.1	翅片厚度, mm	0.1	空气入口干球温度, °C	27
管列间距, mm	25.4	翅片间距, mm	1.6	空气入口湿球温度, °C	19
管外径, mm	9.53			空气入口速度, m/s	0.5
壁厚, mm	0.3				
单管长度, mm	650				

从图3 a)中可以看出,随着翅片厚度的增大,总换热量的 E_k 是降低的(风速为0.5m/s时略有不同)。当管列距为25.4mm、翅片厚度由0.02mm增加到0.18mm时,总换热的 E_k 由9.3%降低为1.4%。从图3 b)可以看出,当纵向间距(管排距)较大时(如50mm),随着横向间距的增大,总换热的 E_k 是降低的;当纵向间距较小(如小于35mm)时,随着横向间距的增大,总换热的 E_k 是先增大后降低。当管排距为25.4mm、管列距由15mm增加到50mm时,总换热的 E_k 先由2.8%增加到4.5%,又降低为1.7%。从图3 c)中可以看出,随着管外径的增

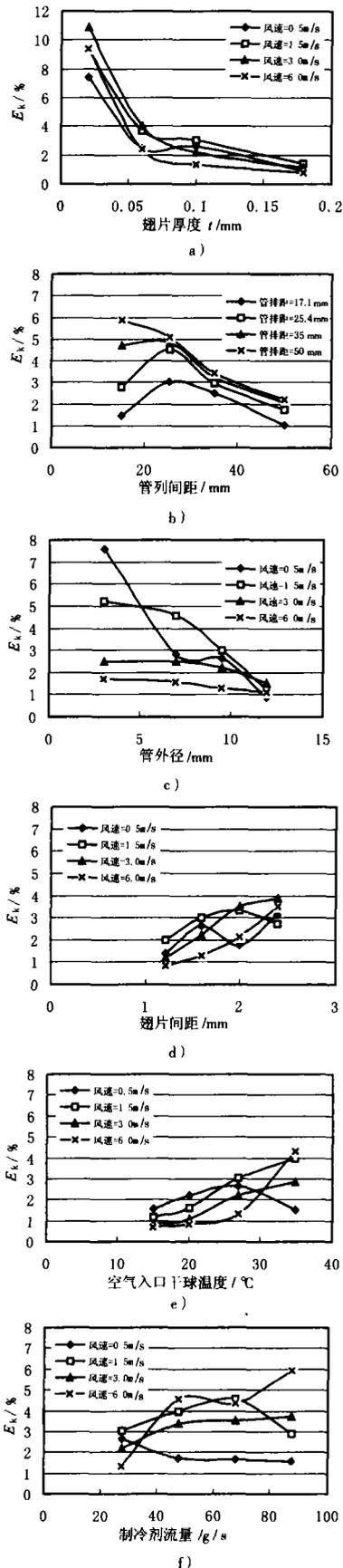


图3 换热器结构及工况参数的变化对总换热量的 E_k 的影响

加,总换热的 E_k 是降低的,而且风速越小,降低的幅度越大。当风速为1.5m/s、管外径由3mm增加到12mm时,总换热的 E_k 由5.2%降低为1.2%。图3 d)中可以看出,风速较大(如大于3.0m/s)时,随着翅片间距的增大,总换热的 E_k 是增加的,但总的效果是比较小的,仅在1.0%~4.0%之间。

从图3 e)中可以看出,当风速大于等于1.5m/s时,随着空气入口温度的增大,总换热的 E_k 是增加的,但增加幅度不大。当风速为1.5m/s时,对于较大直径的管子,随着空气入口干球温度由15°C增加到35°C,总换热的 E_k 由1.1%增加到4.0%。从图3 f)中可以看出,随着制冷剂流量的增大,不同风速下总换热的 E_k 的变化特性不一样。这主要因为制冷剂流量和风速分别影响着制冷剂侧和空气侧的换热系数,进而影响着换热器中制冷剂两相区所占的比重,最终影响了换热器制冷剂

侧的总换热系数（由换热器中过热区制冷剂的换热系数、两相区制冷剂的换热系数和过冷区制冷剂的换热系数加权得到）。以风速为6m/s时的变化曲线为例，可以看出随着制冷剂流量的增加，总换热量的 E_k 总体上是增加的。这主要由于当风速为6m/s时，随着制冷剂流量的增加，两相区在整个换管道中的比例逐渐加大，使得换热器制冷剂侧的总换热系数增加，进而导致换热器总换热量的增加，而铜翅片的增加效果比铝翅片的好，所以总换热量的 E_k 总体上是增加的。但制冷剂流量的变化对总换热的 E_k 的影响幅度不大，当风速=1.5m/s时，随着制冷剂流量由27.7g/s增加到87.7g/s，总换热的 E_k 的变化在2.9%到4.6%之间。

为了能从整体上得到换热器由铝翅片换为铜翅片后换热量增加的定量幅度，本文又在翅片厚度为0.02~0.18mm，管横向间距为15~50mm，管纵向间距为17.1~25.4mm，翅片间距为1.2~2.4mm，基管外径为3.0~14mm，制冷剂流量为388.5~1200.0kg/(m²·s)，风速为0.5~6.0m/s，其他数据如表1所示的范围内的共计645个算例进行了换铜前后的换热量分析对比，以下为二组重要数据：

(1) 铜翅片较有利结构与工况：当铜管外径为3mm、翅片厚度为0.02mm、管横向间距为25.4mm、管纵向间距为17.1mm、翅片间距为2.4mm和风速为6m/s时，换铜前后的换热量分别为3056.57W和3737.74W，总换热的 E_k 达最大值为22.3%。

(2) 典型结构和工况：如当铜管外径为9.53mm、翅片厚度为0.10mm、管横向间距为25.4mm、管纵向间距为17.1mm、翅片间距为1.6mm和风速为1.5m/s时，换铜前后的换热量分别为4012.18W和4133.57W，总换热的 E_k 为3.03%。

5 两种换热器的成本分析

铜管铜片换热器与铜管铝片换热器成本的唯一差别在于铜翅片和铝翅片的成本不同，因此需单独计算翅片和管子的质量。翅片和管子的体积计算公式如下：

$$V_f = \delta_f \times [p_1 p_1 - \frac{\pi}{4} (d_o - 2p_f)^2] \times \frac{l_1}{p_f} \times N_1 \quad (6)$$

$$V_t = \pi (d_o - \frac{\delta_t}{2}) \times \delta_t \times l_1 \times N_1 \quad (7)$$

式中 V_f —翅片的体积，m³；

δ_f —翅片厚度，m；

p_1 —管子的横向间距，m；

p_l —管子的纵向间距，m；

d_o —管子外径，m；

p_f —翅片间距，m；

l_1 —单管长度，m；

N_1 —管排数；

V_t —管子的体积，m³；

δ_t —管壁厚度，m。

换热器中翅片和管子的质量计算公式如下：

$$M_f = \rho_f \times V_f \quad (8)$$

$$M_t = \rho_t \times V_t \quad (9)$$

式中 M_f , M_t —分别为翅片和管子的质量，kg；

ρ_f , ρ_t —分别为翅片材料和管子材料的密度，kg/m³，铜：8930 kg/m³，铝：2710 kg/m³；

V_f , V_t —分别为翅片和管子的体积，m³。

因而铜片铜管换热器与铝片铜管换热器的成本分别可表示为：

$$C_{Cu} = P_{Cu} M_{f, Cu} + P_{Cu} M_{t, Cu} \quad (10)$$

$$C_{Al} = P_{Al} M_{f, Al} + P_{Cu} M_{t, Cu} \quad (11)$$

式中 P_{Cu} —铜的价格，元/kg，本文取22.35元/kg；

P_{Al} —铝的价格，元/kg，本文取15.68元/kg；

$M_{f, Cu}$ —铜翅片的质量，kg；

$M_{f, Al}$ —铝翅片的质量，kg；

$M_{t, Cu}$ —铜管的质量，kg。

对于第4节中所述的典型结构和工况，结合表1数据计算得到的换热器成本增加为41.2元。即在保持换热器体积不变时，换热量增加了3.03%，材料成本增加41.2元。如果折算到同样的换热量，材料成本增加28.3元，同时可以减少体积3%。

对于第4节中所述的铜翅片较有利结构与工况，结合表1数据计算得到的换热器成本增加为8.8元。即在保持换热器体积不变时，换热量增加了22.3%，材料成本增加8.8元。如果折算到同样的换热量，材料成本增加8.0元，同时可以减少体积18.2%。

6 结语

本文通过从翅片效率、单个换热单元的换热特性和整个换热器的换热特性三个方面对不同结构和工况的铜铝翅片及翅片管的换热和成本特性的分析比较发现：

(1) 翅片越薄、越长、空气侧换热系数越大，则铜翅片相对于铝翅片的换热效果提高就越多；

(2) 当用铜翅片代替铝翅片后，翅片管换热器的传热系数增加。当翅片厚度越小、翅片高度越大、制冷剂侧换热系数越大时全铜换热器相对于铜管铝片换热器的传热系数增强效果越明显；当管外径越小、翅片越薄、

翅片间距和风速越大时,全铜换热器相对于铜管铝片换热器的换热量增强效果越明显。在所测试范围内,换铜前后,换热器单位制冷剂侧总传热系数的 E_k 最大可达23.276%;在所测试范围内,换铜前后,换热器的总换热量的 E_k 最大可达22.3%。

(3) 从传热和成本分析来看,在当前常用的换热器结构(典型结构)下,当用铜翅片代替铝翅片后,换热器的换热增强的百分比 E_k 的范围在0.1%~30%左右,但材料成本增加40元左右,这也是当前空调器中少用铜翅片的主要原因。但是,如果对现有的铜管铝片换热器结构加以改进,就有可能既提高换热性能而又能使成本增加不是很大,如当铜管外径为3mm、翅片厚度为0.02mm、管横向间距为25.4mm、管纵向间距为17.1mm、翅片间距为2.4mm和风速为6m/s(其他结构和工况数据如表1所示)时,总换热增加百分比 E_k 可达22.3%,材料成本只增加8元左右。

因而,如果对现有空调用翅片管换热器的结构进行合理改进,通过以铜翅片代替铝翅片后,可以实现以较小的成本代价换取较大的换热收益。这一领域还需要进一步的深入研究。此外,关于换热器性能的提高对整个空调系统的性能的影响特性,也需要进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] 杨世铭,陶文铨.传热学[M].第3版.高等教育出版社.1998.
- [2] 周亚素.蒸发器换热热阻分析[J].制冷学报,1999,(4):27~30.
- [3] D S JUNG, R RADERMACHER. Prediction of heat transfer coefficients of various refrigerants during evaporation [J]. *ASHRAE Trans*, 1991, 97(2):48~52.
- [4] SATISH G KANDLIKAR, TAAVO RAYKOFF, Predicting flow boiling heat transfer of refrigerants in microfin tubes [J]. *Enhanced Heat Transfer*, 1997,4:257~268.
- [5] SHAH M M. A general correlation for heat transfer during film condensation inside pipes[J]. *Int J. Heat Mass Transfer*, 1979, 22(4): 547~556.
- [6] A CAVALLINI, D DELCOL, L DORETTI, G A LONGON, L ROSSETTO. Heat transfer and pressure drop during condensation of refrigerants inside horizontal enhanced tubes [J]. *Int J Refr*, 2000,23.
- [7] C C WANG, C J LEE, C T CHANG, YU JUEI CHANG. Some aspects of plate fin-and-tube heat exchangers: with and without louvers[J]. *Enhanced Heat Transfer*, 1999, (6): 357~368.

收稿日期:2004-05-28

修回日期:2004-06-16

Analysis on the Development & Application of Heat Exchanger with Cooper Fin Part I : Comparison of Copper Fin and Aluminum Fin Heat Exchangers

WU Zhi-gang¹, DING Guo-liang¹, LIU Jian¹, GAO Frank²

(1. Institute of refrigerant & cryogenics, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China; 2. International Copper Association Ltd., China, Shanghai 200020, China)

Abstract: In this part, the fin efficiency, heat transfer coefficient and heat-transfer capability of heat exchangers are analyzed and compared when using the copper fin instead of aluminum fin. During the process of the analysis and comparison, the work conditions and geometries of fins and tubes are changed in a suitable selected data range. The effect of the independent variation of the work conditions and geometries of fins and tubes are also presented in detail. It shows that, after using the copper fin instead of aluminum fin, the heat-transfer capability of the heat exchanger is improved higher and the increase of cost is lower when the fins are thinner & higher, the tube-diameters are smaller and the wind velocity is higher. In the selected data range the fin efficiency can be increased 0.938%~29.86%, the total heat transfer coefficient can be increased 9.88%~23.276% and the heat-transfer capability can be increased 0.112%~22.3% with an cost increase of 8~42 RMB and volume decrease of up to 18% for a typical evaporator of room air conditioner when aluminum fin is replaced by same geometry copper fin.

Key words: heat exchanger; copper fin; feasibility analysis

作者简介: 吴志刚(1976-),男,山东日照人,博士研究生;
刘建(1977-),男,辽宁大连人,博士研究生。