

# 板式换热器可视化计算机辅助设计系统的研制

董超俊

(五邑大学 制冷空调实验室, 广东 江门 529020)

**摘要:** 板式换热器是一种结构紧凑型的高效换热器, 其换热及流动特性非常复杂, 作者在 Windows 95 平台上, 综合利用 Visual Basic、Autocad 及 Turbo C 等软件开发了板式换热器可视化计算机辅助设计系统。利用该系统, 使用者只需输入几个参数, 系统便能自动完成从设计计算到绘图的全过程。系统界面友好, 使用方便, 实用性强。

**关键词:** 板式换热器; 计算机辅助设计; Visual Basic; Autocad

中图分类号: TP302; TK172 文献标识码: B

## 1 引言

板式换热器由一系列相互平行、具有波纹表面的薄金属板相叠而成, 是一种新型、高效、紧凑的热交换器。由于它具有传热系数高、对数平均温差大、占地面积小、质量轻、价格低、清洗方便、很容易改变换热面积或流程组合等优点, 因此, 被广泛应用到食品、化工、机械、能源等行业。近几年来, 由于暖通空调技术的发展, 板式换热器在制冷空调行业的应用日益广泛。

板式换热器根据其组装的形式可分为可拆卸式和钎焊式两大类。构成板式换热器的传热板片形状有上百种, 但目前常用的板片主要有入字形、水平平直波纹形、突起状等几种。板片是定型产品。用板片组装换热器时, 需根据换热量大小和工况进行设计, 由于板片形式很多, 且有些参数需反复计算, 所以, 手工计算非常复杂。

VB(Visual Basic)是一个集应用程序开发、设计、编辑和调试为一体的集成式开发环境, 用 VB 编写应用软件时, 一方面软件开发阶段可实现可视化(即可视化编程); 另一方面, 软件的使用也可以实现可视化, 因此, 主要应用 VB 编程, 同时, 用 Turbo C 2.0 编写数据库, 用 Autocad R14 绘图。

本计算机辅助设计系统正是综合应用了 VB、C、Autocad 等软件, 并充分发挥了各自的优点。

## 2 计算机辅助设计系统开发

本系统是一个基于 Microsoft Windows 95 操作平台的应用软件, 主要适合暖通空调制冷行业中板式换热器的设计。

### 2.1 系统的总体结构

图 1 是系统的总体结构图。图 1 中: “软件使用说明”部分的主要功能是介绍软件使用过程中应注意的问题; “板片及板式换热器参数化图库”部分的主要功能是储存国内外厂家生产的不同型号、规格的板片及板式换热器, 有参数、图片及文字说明, 并有添加板片及其有关参数和公式的功能; “设计”分三类, 主要是考虑目前我国暖通空调行业主要使用这三种不同类型的板式换热器, 这部分的功能是设计计算; “绘图”部分的功能是根据“设计”部分的结果绘图。

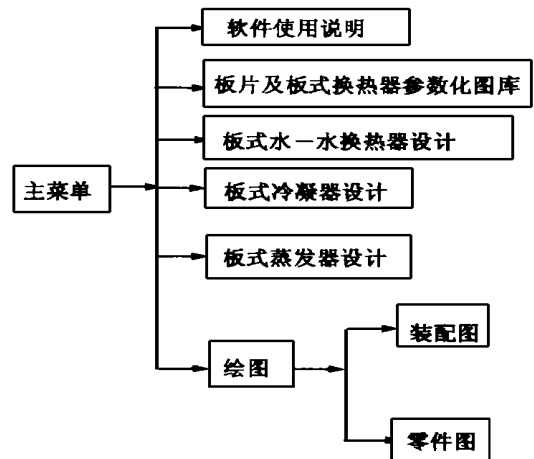


图 1 系统总体结构图

### 2.2 板式水—水换热器设计

在高层建筑空调制冷系统中, 为了减少空调制冷设备的承压, 常在建筑物中间的技术层内设置板

式换热器,使其低压区设备承压不超过 1.0 MPa。这是板式水——水换热器在空调中的典型应用,在暖通空调领域内应用板式水——水换热器的实例还很多。

板式水——水换热器的设计选型常用计算方法为:已知用准则方程式表示的板式换热器的热工特性和水力特性,先选板型和拟定板间流速,然后计算出设计条件下热流体和冷流体的对流换热系数  $\alpha_h$  和  $\alpha_c$  以及传热系数  $K$ ,通过数次试算得到所需的板片数、流程阻合及阻力损失。

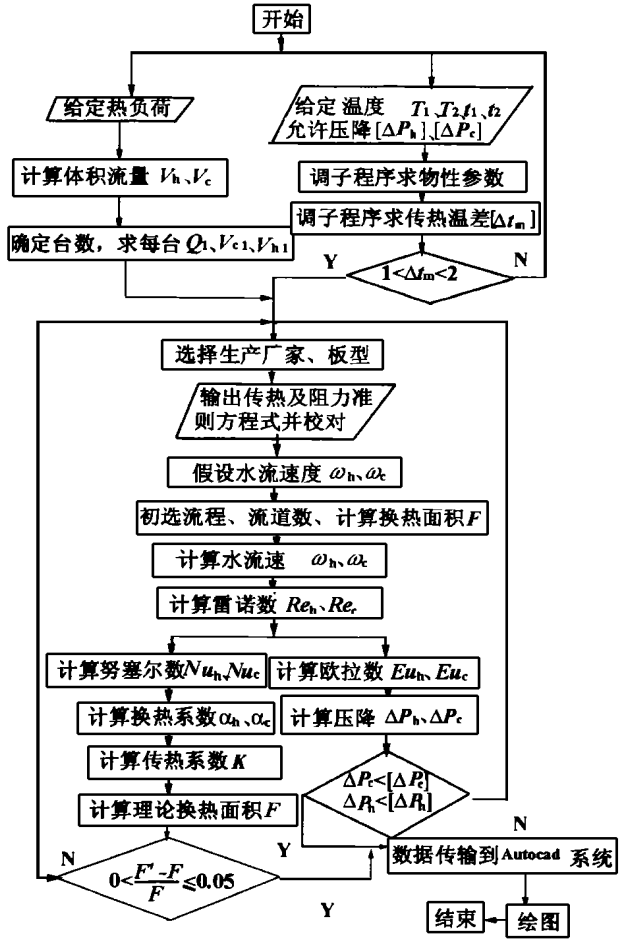


图 2 板式水——水换热器设计框图

图 2 是板式水——水换热器的设计选型程序框图。值得说明的是:① 由于板形、板片生产厂家不一样,其传热及阻力准则方程式不一样,因此在软件中先输入板型及生产厂家,以便利用不同的公式,并输出准则方程式以备设计者校验。在本系统中,已存入了国内外主要厂家不同型号板片的传热及阻力计算式。如果本系统中没有用户所要选用的板型和厂家,用户可根据软件的提示添加相应的传热及阻力

计算式;②  $\Delta P_c$ 、 $\Delta P_h$  与允许压降  $\Delta P_{允许}$  比较,当  $\Delta P_c$ 、 $\Delta P_h < \Delta P_{允许}$  时,计算通过;当实际换热面积  $F$  比理论换热面积  $F_m$  大 5% 以内时,计算通过,否则应返回重新计算;③ 当计算完成后,数据自动传送到 Autocad R14 系统,绘图输出。我们对 Autocad R14 进行了二次开发,可拆卸式及钎焊式结构的板式换热器均有参数化图, Autocad R14 系统只需接收其主要结构参数,便能输出系统的总装图。同时,还储存了板式换热器各种零件图,这些图都是参数化图,只需根据相应的装配图,便可输出其零件图;④ 专门编制了子程序来计算对数平均温差  $\Delta T_m$ ,  $\Delta T_m$  是根据设定温度计算的,  $\Delta T_m$  的选取应进行综合技术经济比较,但对我们常用的冷冻系统而言,  $\Delta T_m$  应控制在  $1^\circ\text{C} \sim 2^\circ\text{C}$  范围内,当超出这个范围时,系统要求返回重新设定计算;⑤ 水流速  $\omega$ 。根据文献[2]介绍,换热面积的多少与速度的 0.6 ~ 0.9 次幂成正比,而功率消耗则与速度的 3 次幂成正比。可见,低速可以节能,减少运行费用,但过低的流速将导致传热系数的大幅度降低,换热面积增加,初投资加大。因此,从理论上讲板式换热器存在一个最佳流速,一般在 0.2 ~ 0.6 m/s 之间,系统中限制了这个流速。

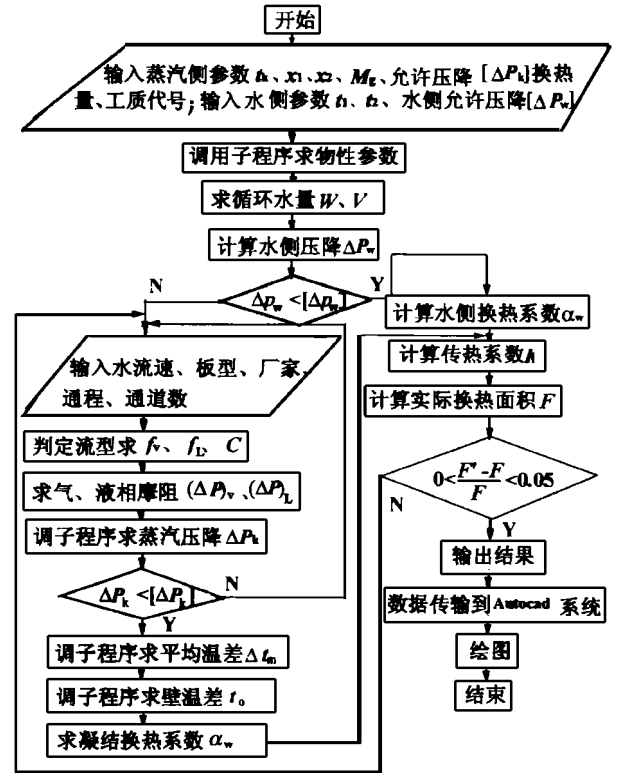


图 3 板式冷凝器设计框图

### 2.3 板式冷凝器及蒸发器设计

供热工程中用的蒸汽——热水换热器、制冷空调设备如冷水机组、热泵、冷热水机组上用的水侧换热器(蒸发器、冷凝器),为了提高传热效率,目前应用板式换热器的日趋增多。

板式冷凝器的计算机计算程序框图如图3。板式蒸发器的计算框图与图3大同小异,此处从略。值得说明的是:

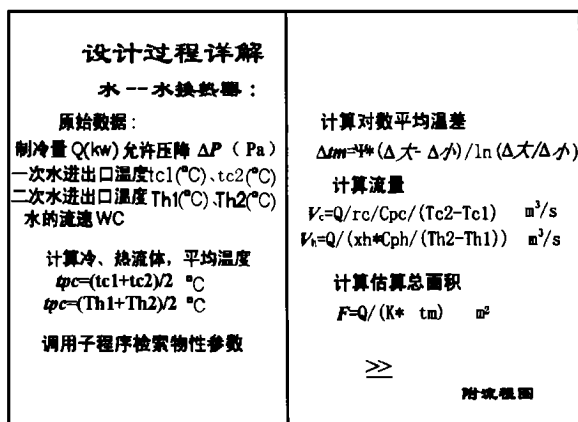


图4 软件使用说明窗体

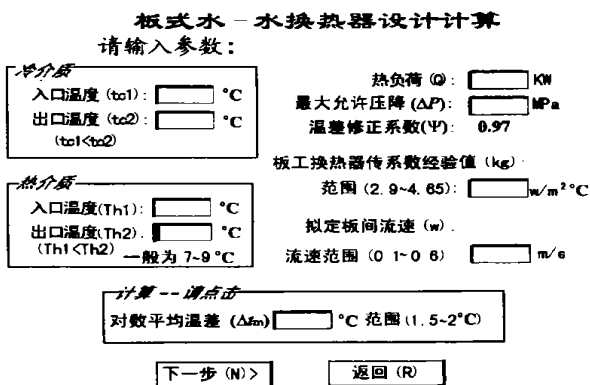


图5 原始数据输入窗体之一

(1) 板式冷凝器凝结换热系数计算公式:

$$Re_L = 4Q_L / \mu_L < 2100 \text{ 时,}$$

$$a_c = 28.1 \left[ \frac{\lambda_L^3 \rho_L^2 g_c}{\mu_L^4} \right]^{1/3} \left[ \frac{4Q_L}{\mu_L} \right]^{-1/3}, \text{ kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{°C})$$

式中:  $Q_L$ —— 冷凝负荷

$$Q_L = \frac{G_L}{B}, \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s});$$

$G_L$ —— 每一通道的冷凝液,

$$G_L = \frac{M_R}{n_L}, \text{ kg}/\text{s};$$

$M_R$ —— 蒸汽总质量流量,  $\text{kg}/\text{s}$ ;

$n_L$ —— 蒸汽流过的通道数;

$B$ —— 板宽度,  $\text{m}$ ;

$\lambda_L$ —— 冷凝液的导热系数,  $\text{kW}/(\text{m} \cdot \text{°C})$ ;

$\rho_L$ —— 冷凝液的密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$\mu_L$ —— 冷凝液的粘度,  $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$ ;

$g_c$ —— 重力加速度,  $9.81 \text{ m}/\text{s}^2$ 。

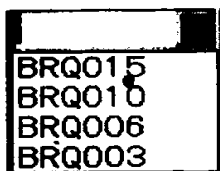


图6 板材列表框

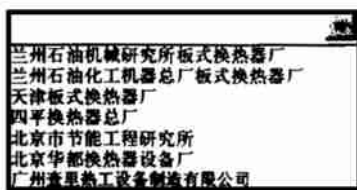


图7 生产厂家列表框

(2) 板式冷凝器压降计算

采用 Lockhart-Martinelli 方法;

(3) 目前常用钎焊式板式换热器做制冷用蒸发器或冷凝器;

(4) Autocad R14 图库里存在各种板式蒸发器、冷凝器参数

化图及零件图,只需输入结构参数,就可绘制出相应的图形;

(5) 板式蒸发器与冷凝器设计选型计算程序基本相同,只是在以下三个方面有差异:

一是板式蒸发器水侧进、出口温度由工艺给定;

二是对数平均温差计算式不同;

三是对数平均温差计算式不同;

三是沸腾换热系数与凝结核换热系数计算方法不同。

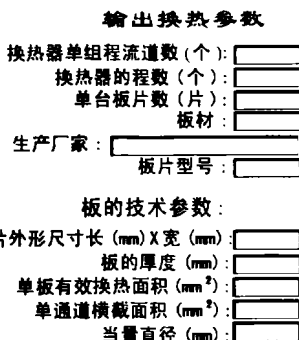


图8 输出换热器参数窗体

### 3 软件窗体说明

设计过程要涉及到许多窗体。一方面限于篇幅,另一方面由于窗体界面为彩色,打印输出效果欠佳,这里仅以板式水-水换热器的几个窗体进行说明,见图4~图8。

## 4 结论

(1) 所开发的板式换热器可视化计算机辅助设计系统, 界面友好、直观、实用性强, 原始数据输入后, 其它工作完全由计算机完成, 大大提高了设计的效率。

(2) 不同的板型、不同厂家有不同的换热系数及压降计算公式, 用户还可以添加有关厂家的板型及对应的计算公式, 准确、灵活。

(3) 给定了输入参数的范围, 并有超限警示, 提高了设计过程的准确性。

(4) 板式换热器装配图库和零件图库的建立有利于用户的使用。

(5) 将 VB、C 和 Autocad 有机结合, 发挥各自的优势, 是一次有意义的尝试, 对今后暖通空调领域的

计算机辅助设计系统的开发起到了借鉴的作用。

### 参考文献:

- [1] 刘宪英, 陈延林. 板式换热器设计选型计算方法[J]. 空调设计, 1997 (1), 94—101.
- [2] 史美中, 王中铮. 热交换器原理与设计[M]. 南京: 东南大学出版社, 1996.
- [3] 扬崇麟. 板式换热器工程设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
- [4] 卢左潮. 计算机辅助机械设计[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1991.
- [5] 鸿志创作组. Visual Basic 6.0 应用与开发[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [6] 卢师德. Autocad for Windows 技巧与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1996.
- [7] 谭浩强. C 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.

(孙显辉 编辑)

(上接 58 页)

## 6 结论

本文所研究的基于神经网络模型的广义预测控制算法是一种性能良好、且具有较强实用性的工业过程控制算法。尤其对于象工业锅炉这样非线性、多变量的复杂控制对象, 能够满足在多种运行工况下对控制品质的要求。对于利用自控手段提高锅炉系统运行的热效率, 有很好的应用前景, 值得推广。

### 参考文献:

- [1] 席裕庚. 预测控制[M]. 北京: 国防工业出版社, 1993.

- [2] 王永骥, 徐健. 神经网络控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [3] 徐春晖. 电厂计算机控制系统仿真开发及调试平台[J]. 清华大学学报, 1999, 39(3): 12—13.
- [4] LRWIN G, BROWN M. Neural network modeling of a 200 MW Boiler system[J]. *IEEE Proceedings of Control Theory & Application*, 1995, 14(6): 529—536.
- [5] HOGG B W. Multivariable generalized predictive control of a boiler system[J]. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 1991, 6(2): 282—288.
- [6] PHAM D T, LIU X. Training of elman networks and dynamic system modelling[J]. *International Journal of Systems Science*, 1996, 27(2): 221—226.

(何静芳 编辑)

# 提高余热供暖式燃气轮机装置效率的途径

据《Теплоэнергетика》1999 年 5 月号报道, 莫斯科国立大学针对用于热电联产的 STIG (蒸汽回注式燃气轮机) 装置提出了一种新的设计思想, 即采用具有串联安装的余热利用蒸汽锅炉和余热供暖废气锅炉的燃气轮机热力线图。

已经证实, 由于燃气轮机排气湿度的增加, 可以使大部分水蒸汽凝结, 增加了燃气轮机的产热量并得到用作余热锅炉给水的凝水。

研究表明, 在具有向燃气轮机通路回注入蒸汽的燃气轮机热力系统中, 利用余热供暖冷凝式废气锅炉导致:

燃气轮机电功率约增加 30%, 装置效率约增加 2%;

产出的余热供暖热量和燃料利用率从 82.2% 提高到 90.6%。

获得了作为余热锅炉给水所需要的凝水。

(思娟 供稿)

Thermal Energy & Power. —2001, 16(1).—59~62

In view of the presence of destabilizing factors in boiler steam pressure caused by the power-frequency control of current large-sized mono-block thermal power plant units the authors have performed an analysis of the digital electric-hydraulic (DEH) control modes. It is noted that there exists a substantial difference in the influence on the dynamic characteristics of a boiler object when various DEH control modes are put into use. In case the DEH control assumes the form of power-frequency one the boiler steam pressure as a controlled object can be viewed as a self balancing-absent process. When the DEH control functions as a pure speed regulation, the former represents a self-balancing process. By way of simulations the effect of fuel and load perturbations on the dynamic characteristics of a mono-block thermal power plant unit has been determined when different DEH control modes are used. At the end of the paper presented are the operating modes of the mono-block unit under unstable working conditions or in case of a high frequency of outside perturbations. In sum, the paper has provided some hints of highly practical value for ensuring the safe operation of large-sized mono-block thermal power plants. **Key words:** steam turbine unit, digital electric-hydraulic control system, dynamic characteristics of boiler as a controlled object

改进 BP 神经网络在流型判别中的应用 = **The Application of an Improved BP Neural Network in the Discrimination of Various Flow Patterns** [刊, 汉] / Wang Yan-peng, Lin Zong-hu (Energy Source and Power Engineering Institute under the Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. —2001, 16(1).—63~65, 90

A new method for the discrimination of flow patterns is proposed in this paper, which is based on the use of an artificial neural network. With the help of a self-adaptive gradient reduction method and an improved simulation annealing approach, etc the convergence rate of a BP network can be accelerated. There emerged, as a result, an enhancement in the network's ability to avoid a local minimum magnitude, which contributes to an increased capability of the network to simulate a nonlinear system. In addition, an analysis was made of the network input and output parameters, which can be used for pattern discrimination. To demonstrate the feasibility of the recommended method, the authors have employed the experimental data of scholars-foreunners to check and verify their work procedures. It has been proved that the above method can be assessed as a very effective one for the discrimination of two-phase and multi-phase flow patterns. **Key words:** neural network, two-phase flow, multi-phase flow, flow pattern discrimination

板式换热器可视化计算机辅助设计系统的研制 = **The Development of a Visualized Computer-aided Design System for Plate Heat Exchangers** [刊, 汉] / Dong Chao-jun, (Wuyi University, Jiangmen, Guangdong Province, China, Post Code: 529020) // Journal of Engineering for thermal Energy & Power. —2001, 16(1).—66~69

Plate heat exchangers represent a kind of highly compact and efficient heat exchange device. As such heat exchangers feature an extremely complicated heat exchange and flow characteristics, there still lacks, to date, a unified formula for calculating their heat transfer and resistance. At present they are designed and calculated mainly by relying on manual work. However, a manual design and calculation process often suffers from both a high complexity and an extreme inaccuracy. With the comprehensive utilization of such a variety of software as Visual Basic, AutoCad and Turbo C, etc the author has on the platform of Windows 95 developed a visualized computer-aided design system. Through the use of that system a designer only needs to input some relevant parameters and the system will automatically complete the whole process starting from the design and calculation and ending with the completion of all design drawings. The system has a user-friendly interface and can be conveniently used in practical design work. **Key words:** plate heat exchanger, computer-aided design system, Visual Basic, AutoCad

非对称转子—轴承系统的稳定性分析 = **An Analysis of the Stability of an Asymmetrical Rotor-bearing System** [刊, 汉] / Liu Zhang-sheng, Huang Sen-lin, Su Jie-xian, *et al* (College of Energy Source under the Harbin Institute of