

文章编号 :1007 - 649X(2001)02 - 0001 - 03

纵流壳程换热器 CAD 的工艺设计研究

董其伍,崔忠峰

(郑州工业大学热能工程研究中心,河南 郑州 450002)

摘 要 : 为了实现新型纵流壳程换热器工艺设计的计算机辅助设计,在分析问题域和系统责任后,确定了换热设备工艺设计子系统实现的功能和相应的组织结构,在软件设计阶段,采用多种数据处理方法,解决了众多物料的物性参数查询,针对不同情况,采用相应传热计算方法进行传热计算,并对传热过程进行优化设计,实现了换热器的工艺设计,在软件实现阶段,在 AutoCAD 软件平台上采用 AutoCAD 自身携带的 PDB 功能实现界面设计,通过 ADSRX 应用程序实现了计算机辅助设计功能。

关键词 : 纵流壳程换热器 ; 换热器 CAD 工艺设计 ; ADSRX 应用程序

中图分类号 : TP 311.52 ; TQ 015.9 文献标识码 : A

0 引言

换热器是广泛应用于过程工业领域的设备,用于加热、冷却或热能回收利用等工艺过程。其中管壳式换热器具有结构可靠、技术成熟、适用面广等特点,是目前换热器中的最常用的结构形式。传统管壳式换热器的壳程主要为折流板支撑结构,流体主流为横向流,流动阻力大,易发生流体诱导振动破坏,传热面积利用率仅为 60% ~ 80% 左右。郑州工业大学热能工程研究中心所研制的新型高效纵流壳程换热器,具有优良的传热及防流体诱导振动性能;流体流动阻力小、抗结垢能力强,以及使用寿命长、节材等显著优点。工业应用证明,新型纵流壳程换热器的传热效率高,与传统折流板换热器相比,其综合指标 $\alpha/\Delta P$ 提高了 50%,而设备重量减轻 40%^[1],多年来已在江苏、山东、浙江等 20 多个省市 200 余厂家应用,产生了巨大的社会和经济效益。

为了进一步快速推广新型纵流壳程换热器,需要对其实现工艺与设备集成化进行综合设计。利用现代 CAD 技术,用户只需输入必要的设计参数,即可实现新型纵流壳程换热器的工艺、机械、零部件的集成化设计,并自动绘制图纸和输出有关设计资料,以加快其开发和推广步伐。本文对集成化设计中工艺子系统的主要技术研究作一阐

述。

1 工艺设计子系统的功能和结构

根据用户需求,确定了工艺设计子系统的功能为:根据用户提供的冷、热两种换热流体的进出口温度、流量、压力等工艺条件,完成新型高效纵流壳程换热设备的传热计算、阻力计算、结构设计等工艺设计,生成工艺设计说明书,并将设计结果传递给后续的机械设计子系统。

新型高效纵流壳程换热设备系列有多种形式,分别适用于不同工况和不同的工作条件。因此,要得到设计优化的换热设备,有必要针对不同工况、不同条件的换热设备,进行专门设计,所以本系统有针对性地完成了化肥和电力等热力系统中常用的 9 种换热器系列设计,并可扩展到其它类型的换热设计,其组织结构如图 1 所示。

2 工艺设计子系统的主要设计技术

新型纵流壳程换热器工艺设计子系统的主要设计技术可以分为两类:一类是为了实现计算机辅助设计所采用的软件界面设计、ADSRX 技术、数据处理技术;一类是为了实现换热器工艺设计所采用的传热计算方法和优化设计方法。

2.1 界面设计

界面是用户与计算机进行信息传递的媒介。

收稿日期 2001 - 01 - 02 ; 修订日期 2001 - 02 - 28

基金项目 国家“九五”重大科技攻关项目(96 - A01 - 01 - 07)

作者简介 董其伍(1941 -)男,浙江省鄞县人,郑州工业大学教授,博士生导师,主要从事传热装备及系统的模拟优化设计综合方面的研究。

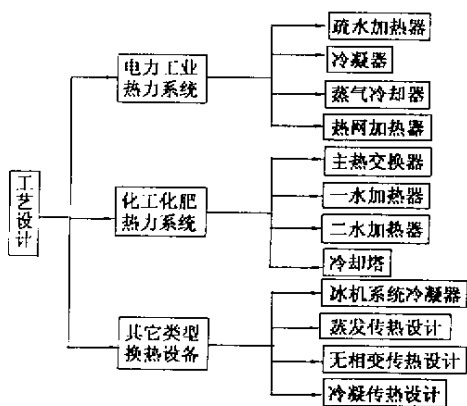


图1 工艺设计子系统的组织结构图

Fig.1 The structure of process - designing subsystem

用户通过操作界面向计算机应用程序表达自己的意图,应用程序接收到用户指令后,作出相应的反应。考虑到技术兼容问题,本CAD系统的界面采用DCL语言(Dialogue Control Language)进行描述,由ADS(AutoCAD Development System)提供的PDB(Programmable Dialog Box)功能来实现。PDB功能已预定义一些基本控件类型,如按钮、编辑框、列表框等,通过使用这些控件的树状组合,即可设计出满足用户需求的对话框^[2]。

2.2 ADSRX 技术

ADSRX(AutoCAD Development System Runtime eXtension)应用程序是一种可共享AutoCAD的地址空间和建立对AutoCAD直接调用的动态连接库(DLL)^[1]。AutoCAD R14 ADSRX开发环境包括大量C++库,允许用户采用C/C++资源开发AutoCAD应用程序,扩充AutoCAD命令及功能。

一个好的图形支撑系统对软件的开发有着明显的优势,AutoCAD系列软件以其功能强大、用户界面友好及二次开发工具齐全等优点,已被广泛作为CAD软件的开发平台。它的二次开发工具有LISP,ADS(AutoCAD Development System)和ARX(AutoCAD Runtime Extension)等。LISP是一种解释性语言,是一个通过程序间互连通道(IPC)通信的逻辑上独立的过程。ADS是AutoCAD R14以前版本的一种二次开发环境,它用C语言编写源程序,由LISP加载调用。ADS应用程序与LISP应用程序相比效果相同,但在计算量大的任务上要快得多,且保密性好。ARX是AutoCAD R14版本中加入的二次开发环境,它直接与AutoCAD核心通信,所以要比ADS应用程序更快,更稳定。ARX应用程序分为ADSRX和ObjectARX两种类型。ADSRX开发环境由AutoCAD R14系统自身携带,包含完

整的ADS函数库,具有很好的继承性,可方便地将已开发的ADS应用程序移植而获得ARX应用程序的运行效果;而ObjectARX是一种全新的面向对象开发环境,由Autodesk公司推出的开发工具ARXSDK提供。尽管ObjectARX应用程序与AutoCAD系统自身完全相同,但对那些已经掌握ADS而又对Object-ARX不熟悉的软件开发来说,则更倾向于采用方便快捷的ADSRX环境。

2.3 数据处理

为了实现换热设备的工艺设计,必须对换热设备中的各种流体的物性参数程序化,以便系统查询使用。数据源的处理方式分为两类:①线图的处理。查取原始公式或用程序、软件,将其回归,实现程序化查询管理;对于无原始公式且不宜回归的线图,应用数学方法编程拟合插值。②数表的处理。将具有连续光滑特征的数据表格程序化,将离散分段的数据表格规范化,编制相应的程序进行处理。

数据的存储形式有以下3种:①内存变量。处理访问频繁而又少量的数据,包括用户输入数据和中间计算数据。②数据文件。处理量少而又不常访问的数据,也包括系统中各模块之间数据交换。③数据库。处理大量的数据,如流体物料的各种组分在不同温度和压力下的物理性能参数。

2.4 传热计算方法^[3~5]

换热设备设计的主要手段是采用合理的数学模型进行传热计算。不同类型的介质的传热计算方法是不同的,特殊的条件下又有特殊的要求。工程常用的传热计算大致上可分为3类^[3]:①无相变传热计算。没有相变或是相变可忽略作为无相变进行传热计算的情况,如主热交、冷却塔;②部分相变传热计算。相变不可以忽略的部分相变情况,常采用三点法、逐点法计算,前者易于计算但误差较大,后者计算精确但计算量较大,适于用计算机来实现,如二水加热器;③相变传热计算。完全相变或是可以忽略不凝性气体的影响作为全相变进行传热计算的情况,如热网加热器、冷凝器。工程中常用的相变传热过程是冷凝传热,其传热计算方法依据相变流体的性质分为过热蒸气冷凝和饱和蒸气冷凝两类。过热蒸气冷凝时要根据具体的传热情况分段计算,常分为过热段、冷凝段、疏水(冷凝水)冷却三段,而过热段又分为干壁式去过热和湿壁式去过热。

热能工程中心在多年理论和实验研究的基础上,已经研究出一套适应新型高效纵流壳程换热

设备的传热计算方法^[4],本系统用软件设计的方法将其程序化,大大提高了设计效率和精度。

2.5 优化设计

优化设计就是在最优化数学理论和现代计算机技术的基础上寻求最优设计方案,它是 CAD 的重要组成部分。工艺设计子系统中采用的优化设计手段主要有两个方面:①数学最优化求解方法。取某些参数指标作为目标函数,采用优化设计理论进行优化求解,得到最优化设计方案。②应用专家和资料中的设计经验来促进、约束优化设计的进程和目标,加速求解,去除不切实际的优化方案。

通过对工程传热过程的分析,选壳程对流传热系数 α_0 和壳程阻力 ΔP 作为目标函数,取壳程流体流量、折流圈间距和壳程流体的出口温度作为设计变量,采用了多种优化方法(如约束变尺度法 CVM01、模糊优化等)进行优化设计,得到了不同优化程度($\alpha_0/\Delta P$ 提高 23%~40%)的结构^[5]。

3 结束语

本研究应用现代设计技术对新型纵流壳程换热设备进行设计,开发出商品化软件,对新技术的

推广应用起到重要的作用,使新成果能够广泛推广。在换热设备 CAD 软件开发中,解决好相关技术及其在软件开发中的应用,是软件质量的可靠保证。本子系统除了采用了一些成熟的计算机软件设计技术外,在换热设备工艺优化设计和数据处理方面作了一些研究工作,但在计算功能扩充等方面,还有大量的工作有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 董其伍,刘敏珊,陈发忠. ADSRX 在开发换热设备 CAD 软件中的应用[J]. 郑州工业大学学报, 2000, 20(1):1-3.
- [2] 林龙震. 窗口设计技巧与 ADS 程序设计参考[M]. 北京:清华大学出版社, 1994. 1-13.
- [3] 国家医药管理局上海医药设计院. 化工工艺设计手册(上册)[M]. 北京:化学工业出版社, 1996.
- [4] DONG Qi-wu, LIU Min-shan, GUO Cha-xiu, et al. Characteristic research of the new type energy-saving tubular heat exchanger with longitudinal-flow of shell-side fluid[A]. Shanghai ICEE Proc: Int Conf Energy Envir 1996[C]. New York: Begell House Inc, 1996.
- [5] 郝善刚. 纵流壳程换热器的模糊优化[D]. 郑州:郑州工业大学, 1998.

Process Design Research of CAD Software of Tubular Heat Exchanger with Longitudinal Flow of the Shellside Fluid

DONG Qi-wu, CUI Zhong-feng

(Research Center of Heat Energy Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China)

Abstract :In order to make the CAD software of tubular heat exchanger with longitudinal flow of the shellside fluid, the function and structure of the software is established. When analysing the subsystem, such technologies as data processing, the plan of heat exchanging and optimum design are used to realize the process CAD. On the development platform of AutoCAD software, we choose its PDB function as the interface technology, and utilize its ADSRX application to fulfil the design.

Key words :tubular heat exchanger with longitudinal flow of the shell side fluid; ADSRX application; computer aided design of heat-exchanger's process