

基于 COM 技术的锅炉热力计算软件研究

韩沐昕¹, 黄波², 杜军³

(1. 哈尔滨·第七〇三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036; 2. 哈尔滨理工大学, 黑龙江 哈尔滨 150040;
3. 哈尔滨工业大学 环保科技公司博士后工作站, 黑龙江 哈尔滨 150001)

关键词: 锅炉; 热力计算; COM

中图分类号: TK212 文献标识码: B

1 引言

锅炉热力计算是锅炉设计和改造中重要部分之一,但其计算烦琐复杂,且耗时耗力^[1]。自 20 世纪 70 年代起,锅炉设计人员开发了一些软件用于锅炉热力计算。早期的程序采用结构化语言设计,随着计算机技术的发展,近年来又有采用 MS-EXCEL^[2]和面向对象语言(如 VB, VC 语言)编制的软件。用 MS-EXCEL 编制的热力计算软件只能实现热力计算的半自动化^[3],当锅炉结构发生变化时,使用人员必须改程序,给使用带来极大不便。采用面向对象技术语言编制的软件由于是基于 Windows 环境,使程序具有良好的用户界面和使用的灵活性^[4]。但由于锅炉结构复杂,受热面种类繁多,软件设计人员由于本身的局限性,难于得到通用的计算软件。

由于锅炉技术的不断发展,新炉型、新型受热面和新燃料不断出现,而上述现有的计算软件缺少通用性,不易扩充,没有开放性,遇到新的受热面炉型,必须由程序设计人员修改程序,才能达到用户的要求。因此新的软件必须具有继承性,开放性,组件化。

本文作者尝试使用 VB 语言编制了基于 COM 技术的锅炉热力计算软件,在文中主要介绍了 COM 技术在热力计算软件中的应用和热力计算流程控制的方法。

2 COM 技术综述

COM(Component Object Model)是一套面向对象

的“接口和服务”,它提供了一个标准,以建立可重用的、集成化的软件部件。COM 提供了一种比较低层次的对象绑定机制。

COM 的设计程序与传统面向对象程序设计(OOP)相似,其特殊地方在于 COM 是二进制可执行代码层的面向对象,而非程序语言层。COM 不限制采用什么程序语言开发组件,它仅定义了组件之间的接口,即一组标准的应用程序接口(API)作为组件间的基本联系,至于组件本身的功能则由开发者自定义的 API 决定。COM 可使得各厂商采用任何程序语言开发的组件都可能彼此交流、相互利用,借此提高软件组件被重复利用的可能性,降低各厂商重复开发相同功能的成本。

3 ActiveX 对象^[5]

COM 技术在面向对象语言中主要体现在 ActiveX 对象的使用。ActiveX 是建立在微软的组件对象模型之上,在 OLE 自动化的术语上,凡应用程序采用 COM 规格对外界公布的对象即称作 ActiveX 对象。ActiveX 组件是附有制式程序接口及特定功能、一般用途、可重复利用的程序零部件,它具有即插即用的特性。

ActiveX 对象一般通过 COM 对外公布其成员(member)函数,这些函数按类型可分为三类:

- 属性(property): 对象的特性、状态等信息,属性可以是只读、只写或是可读写的。
- 方法(method): 对象所能提供的服务,其功能类似传统的函数(function)。
- 事件(event): 供外界触发的特殊方式,较常见于 ActiveX 控制对象。

基于应用方式 ActiveX 对象分为 4 种形式:

(1)ActiveX DLL 提供服务的部件是不可视的,建立的部件能够与应用程序运行在同一个进程中,能够执行复杂计算的部件就属于这种情况。

(2)ActiveX Exe 能够服务于多个应用程序,并且能够在远程计算机上运行。

(3)ActiveX 控件是一个可视的部件,并且在设计时能够被拖放到一个应用程序中。

(4)ActiveX 文档是一个可视的部件,并且在运行时能够接管应用程序的窗口。ActiveX 文档是一种能在 Internet 浏览器窗口中显示的窗体。Visual Basic 的 ActiveX 文档提供了内置的视口滚动,超连接。

4 传热组件

锅炉是由不同结构的受热面串并联组合的集合。烟气处于受热面高温侧,低温侧是被加热的工质(水,水蒸气,空气三者之一)。在这里我们定义由一种传热结构组成或可按一种结构进行计算的受热面为传热组件。在热力计算软件中通过对不同结构的传热组件搭接,形成整个锅炉的传热结构。

4.1 传热组件数学形式

$$Q, T_{y0}, T_{g0} = F(\text{fabric}, T_{y1}, T_{g1},) \quad (1)$$

式中: Q ——传热量; T_{y0} ——烟气出口温度; T_{y1} ——烟气入口温度; T_{g0} ——工质出口温度; T_{g1} ——工质入口温度; Fabric ——传热特性(包括受热面结构参数)。

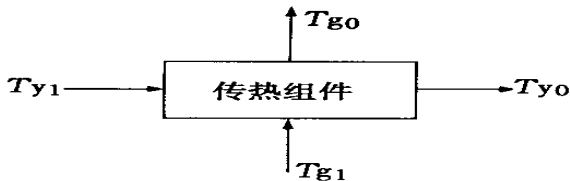


图 1 传热部件模型

各种类型传热部件的具体函数关系和求解算法可参考相应的计算标准确定。通常,需要对公式中烟气出口温度 T_{y0} 及工质出口温度 T_{g0} 进行迭代求解。单一传热组件热力计算是求解锅炉整机热力计算的基础,也是保证计算准确性的关键。

4.2 传热组件结构

为便于传热组件在软件中搭接和扩充,传热组件采用 ActiveX 控件形式,由 3 部分组成。(1)传热组件界面包括受热面结构参数的输入,受热面热力指标的显示;(2)传热组件属性记录受热面的各种结构参数和热力指标,便于程序内交换数据;(3)传热组件方法即各种类型传热部件传热的具体函数关系和求解算法。

由于 ActiveX 组件不限制开发语言且具有即插即用的特性,当遇到新结构受热面时,使用者可通过自己熟悉的面向对象语言编制受热面的 ActiveX 控件,插入热力计算软件中即可使用,使本软件易于扩充,具有开放性。

5 热力计算流程控制

普通锅炉热力计算模型如图 2 所示。热力计算流程是从炉膛入口开始,按烟气所流经传热部件的顺序对该传热部件进行迭代计算,完成锅炉的热力计算。

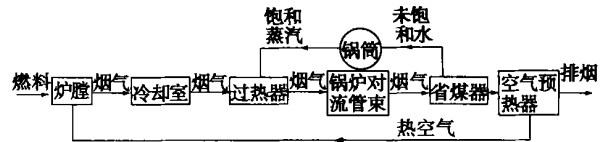


图 2 典型锅炉结构的模型

当锅炉的结构复杂时,出现工质的分汇流;多路工质的情况,如双压余热锅炉(如图 3);这些复杂情况的出现会使锅炉的计算流程变得更复杂。

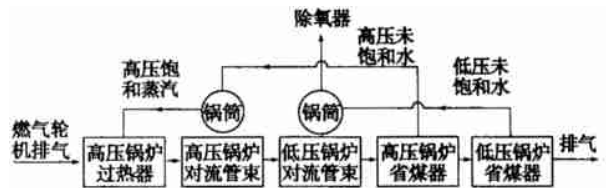


图 3 双压余热锅炉模型

解决的思路:依次从各路工质的起点出发,以拓扑上优先的原则按所流经的传热部件的顺序,对该传热部件进行迭代计算,使流程上游工质的物性准确地向下传递,最终扩散到整个流程^[6]。具体计算步骤如下:

(1)从烟气流程的起点出发,沿烟气流经传热区

的顺序,用前述传热区传热平衡的计算方法依次计算各包含具体传热部件的传热区,得到各传热区新的出口烟气温度 T 和存在于烟气传热区中的各传热部件的新的工质出口温度 T'_{g0} ,用本次计算得到的 T'_{y0} 和 T'_{g0} ,更新当前 T_{y0} 和 T_{g0} ;

(2)先后从各路工质(包括各路水、蒸汽、空气)的起点出发,沿工质流经传热部件的顺序,用式(1)依次计算工质流经的每一传热部件,计算过程中式(1)右边的各 T_x 取用当前最新值,不改变存在于烟气流程中传热部件的烟气出口温度(由传热区计算决定),得到存在于各路工质流程中的传热部件的一组新的出口工质温度 T'_{g0} ,用本次计算得到的 T'_{g0} 更新当前 T_{g0} ;

(3)返回(1),直至本次计算过程中得到的各流程中的各处 T'_x 值与当前 T_x 值之间的偏差均小于设定允许差。

在迭代过程中各流程的起点 T_1 是准确的,而沿某一流程传热单元依次进行的每次传热计算,都会把流程“上游” T_x 的准确性向“下游”的 T_x 推进传递,使各处 T_x 逐渐逼近真值,且部件热平衡计算的特性决定了在大规模迭代求解平衡过程中一般不会出“正反馈”的发散过程^[7]。虽然这一迭代过程收敛性的判别,由于计算过程复杂,且与传热计算本身的工程特性密切相关,所以难以形式化地加以严格证明,但我们在实际应用中,通过对具体工程项目热力计算研究,极好地验证了这一点。

6 软件结构

本软件主要分五部分。如图4所示:(1)程序主界面采用ActiveX文档形式,具有网络功能。使用者通过它输入数据,选定结构形式,搭接传热组件进行热力计算。(2)标准计算模块包括水、水蒸气、烟气、空气和各种物性值的计算函数,ActiveX DLL建立的部件能够与应用程序运行在同一个进程中,方便随时调用。(3)传热组件群包括各种具体的传热

组件。(4)数据库生成程序将各种数据保存到数据库内。(5)外接程序,在计算完成后将计算结果输入Word文档内形成完整的锅炉热力计算书(具体设计方法见文献[4])。



图4 软件结构

7 结论

(1)本软件能完成具有复杂结构锅炉的热力计算。

(2)由于使用COM技术使本软件具有继承性和开放性,易于扩充。可满足锅炉技术不断发展所产生的新炉型、新型受热面及新燃料对计算软件不断扩充的需要。

(3)在本软件中数据保存在数据库中,可以使计算得到的数据信息被充分的利用。

(4)由于采用ActiveX文档技术使本软件具有网络化功能。

参考文献:

- [1] 解海龙. 锅炉计算机辅助计算及设计[M]. 北京: 水利电力出版社 1993.
- [2] 张修冰, 贾金玲. 利用Excel进行锅炉热力计算[J]. 工业锅炉, 2001(5): 22-25.
- [3] 孙龙. Ms-Excel在锅炉热力计算中的应用[J]. 锅炉技术, 2001, 32(8): 11-14.
- [4] 韩沐昕. 工业锅炉热力计算软件编制[J]. 热能动力工程, 2000, 15(1): 59-62.
- [5] 李玉中. VB6.0大全. 机械工业出版社, 2000-03-15.
- [6] 钟崑, 许跃敏, 童水光. 通用锅炉热力计算算法研究[J]. 工业锅炉, 2000, 2: 24-27.
- [7] 许跃敏. 锅炉设计的通用热力计算模型[J]. 工程设计, 1997, 3: 49-51.

(何静芳 编辑)

WEI Jian-hua (State Research Center of Electro-hydraulic Engineering Technology, Hangzhou, China, Post Code: 310027) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(6). — 630 ~ 631

To overcome the existing problems specific to a hydro-viscous speed regulator, the authors have developed a direct-controlled hydro-viscous variable speed driver (HVD), which features an organic integration of control precision, dynamic response and operation reliability. On-site operating experience indicates that the HVD has achieved a reliable and steady operation with significant energy-savings, and is well suited for engineering applications. **Key words:** hydro-viscous variable speed driver, direct controlled, electro-hydraulic actuator

用于动力设备的纳米镍基合金微观结构及耐磨性研究 = **A Study of the Microstructure and Wear Resistance of a Nickel-base Nanometer Alloy for Use in Power Equipment** [刊, 汉] / XU Xiang-dong, MENG Fan-juan, LIU Jia-jun, et al (Department of Thermal Engineering, Tsinghua University, Beijing, China, Post Code: 100084) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(6). — 632 ~ 635

One of the major causes of nuclear power station accidents can be attributed to the poor wear resistance of materials of valves, the most commonly used elements in nuclear power plants. The coating of a layer of nickel-base nanometer alloy on the key seal surface of a valve part may contribute to a significant enhancement of valve wear resistance and serves as an effective means for reducing the chances of nuclear plant failures. The microstructure and phase-structure of the nickel-base nanometer alloy is analyzed by the use of X-ray diffraction and transmission electron microscopy. The mechanism of the excellent wear resistance of the above-mentioned structure is also expounded. **Key words:** power equipment, valve nanometer material, microstructure, wear resistance

均热炉燃烧系统改造方案的数值模拟研究 = **Numerical Simulation Investigation of the Combustion-system Modification Scheme for a Cell Pit Furnace** [刊, 汉] / SHU Zheng-chuan, ZHU Tong (College of Mechanical Engineering under the Tongji University, Shanghai, China, Post Code: 200092) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(6). — 636 ~ 638

The technical modification of a cell pit furnace combustion system by introducing high-temperature air combustion (HiTAC) can lead to a reduction of gas consumption and an enhancement of temperature field uniformity. By way of numerical simulation tests the in-furnace flow field and temperature field of the cell pit furnace are investigated after the furnace has undergone a technical upgrading through the use of HiTAC. On this basis an optimum modification scheme was proposed. **Key words:** cell pit furnace, high-temperature air combustion technology, numerical simulation

基于 COM 技术的锅炉热力计算软件研究 = **Research on Computer Technology-based Thermodynamic Calculation Software for Boilers** [刊, 汉] / HAN Mu-xing (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036), HUANG Bo (Harbin University of Science & Technology, Harbin, China, Post Code: 150040) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(6). — 639 ~ 641

Key words: boiler, thermodynamic calculation, computer

220 t/h 锅炉水冷壁角部断裂分析和改进措施 = **Analysis of Water-wall Corner Cracking of a 220t/h Boiler and Measures Taken for Its Prevention** [刊, 汉] / XIE Ying (Baling Petrochemical Power Plant, Yueyang, Hunan Province, China, Post Code: 414003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(6). — 642 ~ 644

Key words: water wall, cracking, analysis, improvement

一种绿色液体燃料——生物柴油 = **Biological Diesel Oil - a Kind of Green Liquid Fuel** [刊, 汉] / FU Wei-bao (Department of Engineering Mechanics, Tsinghua University, Beijing, China, Post Code: 100084) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18(6). — 645 ~ 646