

电站锅炉通用热力计算程序的编制

(华北电力大学) 刘彦丰 吕玉坤 王 军

[摘要] 利用 VB和 FORTRAN两种语言混合编程开发了一个可适用于中压至超高压燃煤锅炉的通用热力计算程序,文中介绍了该通用程序的结构形式和对一些关键技术问题的解决途径,利用该通用程序对三台不同容量的锅炉进行了热力计算。

关键词 锅炉 热力计算 程序

中图分类号 TK222

1 引言

锅炉热力计算是锅炉设计和改造所必需的一项重要计算,该计算的繁琐程度也是锅炉工作者所共知的。随着计算机应用的普及,目前多数锅炉厂家及部分电厂科研人员开发了一些锅炉热力计算的计算机程序,但这些程序却都是针对某一具体锅炉而编制的,因此,当设计新的锅炉或对其它锅炉进行计算时,就需要编制新的计算程序,或者对相近炉型的计算程序进行修改,这样不但费时费力,而且易出差错。此外,以往的热力计算程序通常仅采用 Fortran或 Basic语言编制,这些语言具有强大的计算功能,并且使用也十分简单,但受其语言本身的限制,程序的输入和输出界面上却很难做得美观、易用。为了解决上述问题,作者在分析了众多不同形式、不同容量锅炉之间热力计算的区别和共同点后,并采用 Visual Basic和 Fortran两种语言混合编程,尝试编制了通用的锅炉热力计算程序。在不对程序作任何改动的基础上,该通用程序可对目前中压至超高压(130 t/h~ 670 t/h)燃煤锅筒式锅炉进行校核方式的热力计算。本文介绍该通用程序的结构形式、技术方法以及对程序的验证结果。

2 程序的结构形式

该通用程序由用户界面程序和热力计算程序两大部分组成。前者负责进行热力计算过程中所有必须由用户干预或处理的任务,并最终形成各种数据

文件;后者负责由指定数据文件提供的计算顺序及原始数据进行热力计算。

2.1 用户界面程序

用户界面程序采用 Microsoft Visual Basic语言编制,程序的主窗口由建立数据文件、修改数据文件、进行热力计算和计算结果处理四个按钮组成,各个按钮具体功能如下:

建立数据文件为第一次进行某锅炉热力计算时建立所有的数据文件,它包括计算顺序的引导文件、燃料特性、空气量及各段漏风量、烟道烟温分段及假定值、空气流程及温度、过热蒸汽流程及参数、再热蒸汽流程及参数、给水流程及参数以及所含的对流受热面的结构数据文件等。建立的所有数据文件的名称均有主名称(前缀)与附名称(后缀)两部分组成,主名称指示该数据文件为那一锅炉的数据文件,这样同一锅炉的所有数据文件就都具有相同的主名称,文件的附名称则说明该数据的类型。

修改数据文件是对以往建立的某锅炉数据文件的修改。在修改数据文件的子菜单窗口中选择某一具体的数据文件后,程序将该数据文件的数据调入相应的数据库中,并在屏幕上显示、修改。

进行热力计算是运行由 Fortran语言编制的热力计算程序的可执行文件,并按照指定名称的计算顺序引导文件自动组织热力计算过程,以相同主名称的其它数据文件作为计算的原始数据。计算完成后自动产生相同主名称的结果文件。

计算结果处理是对热力计算完成后产生的结果文件的进一步的处理。它可采用 Word文字编辑器对其重新编辑、排版,从而根据需要方便地制成各种格式的报告文件。

2.2 热力计算程序

热力计算程序采用计算功能强大的 Fortran语言编制。程序采用模块式编程方法,程序有一个主程序及若干个子程序模块组成,其子程序主要分为过程控制子程序、计算过程子程序及自定义函数子程序三大类。

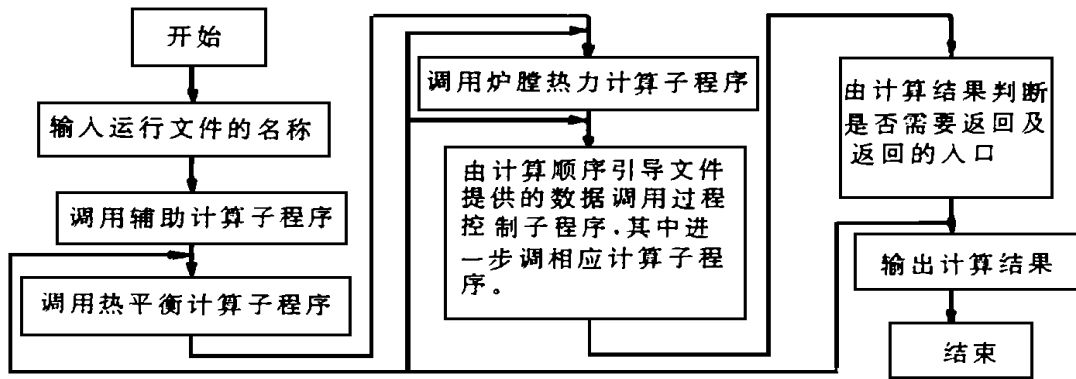


图 1 主程序的计算框图

主程序的框图如图 1 所示, 它负责对热力计算计算顺序的管理

过程控制子程序只有一个, 它主要是根据计算顺序引导文件提供的数据来组织热力计算的过程; 读取下一计算过程所需的原始数据, 并将这些数据经简单的处理之后存入适当的数据公用区中; 然后根据计算顺序进一步调用计算过程子程序。

计算过程子程序包括辅助计算 (燃烧产物及空气平衡表的计算)、热平衡计算、炉膛热力计算、各种对流受热面计算及一些功能计算等类型的子程序。

自定义函数子程序是为了计算需要自己编制的一些 FORTRAN 函数, 主要由热力计算中遇到的饱和水、水蒸气、烟气及空气的焓值和常用物性计算的函数子程序, 以及烟气黑度、对流换热系数、辐射换热系数等计算的函数子程序。

3 关键技术问题的解决途径

3.1 程序通用性

不同锅炉除了容量和炉膛形式的差别之外, 最大的区别在于对流受热面结构形式及布置的差异。为此, 作者对《锅炉热力计算标准方法》(1973 年版本) 作了深入研究, 并对目前电站运行的中压到超高压的燃煤锅筒式锅炉进行了调查和分析 (多数资料表明: 亚临界以上的大容量锅炉采用 1973 年计算标准计算时误差较大)。然后对此范围内多数的锅炉对流受热面结构形式编制了计算过程子程序, 而且对主受热面中附加受热面处理作了充分考虑, 从而能够使得每个对流受热面计算过程子程序都能方便地被不同锅炉的热力计算所调用。此外, 还编制了一

些通用的功能计算子程序, 如: 工质温度校核、附加吸热量校核、减温器计算、烟气混合计算等, 所有这些对流受热面的计算过程子程序和功能计算子程序可通过用户界面按实际情况任意排列, 并形成一个计算顺序引导文件, 热力计算主程序以其作为索引安排计算过程, 从而可使程序的通用化。

3.2 用户界面的改善

为了克服 FORTRAN 语言在界面编程方面的不便性, 在进行热力计算时必须由用户输入的原始数据或作的选择等及与用户操作有关的事情从计算程序中分离出来, 对这些任务统一由用户界面程序来进行处理, 并且采用可视化编程软件 Microsoft Visual Basic 来编制, 这样很容易地实现了用户界面的美观、易用。

3.3 增加程序的实用性

在锅炉热力计算标准方法中虽然对热力计算所涉及的众多系数作了规定, 但某些系数却会随实际运行方式和条件的不同而变化, 而且这些系数还对热力计算结果有重大影响, 如炉膛的火焰中心高度系数 M 对流受热面的污染系数或利用系数等。为此, 程序中没有把这些系数固定下来, 而是由用户根据实际运行状况对其进行调整, 这样进一步提高了通用程序的实用性和准确性。

4 计算实例及结果

4.1 计算实例

4.1.1 220 t/h 高压煤粉锅炉

该炉热力计算的原始数据取自《锅炉本体布置及计算》一书中的计算例题, 该炉及其受热面的简

要情况为:

锅炉采用单炉膛II型布置形式,从炉膛出口,沿烟气流程布置的主受热面有:半辐射后屏过热器、高温过热器、低温过热器、二级省煤器、上级空气预热器、一级省煤器、下级空气预热器

过热蒸汽流程:锅筒→炉顶过热器→水平烟道和转弯烟室的包覆管过热器→低温过热器→一级喷水减温器→后屏过热器→高温过热器冷段→二级喷水减温器→高温过热器热段。

给水流程:给水→一级省煤器→二级省煤器→锅筒。

上级空气预热器采用钢管式,下级空气预热器采用回转式

4.1.2 400 t/h 再热煤粉锅炉

该炉热力计算的原始数据取自《锅炉课程设计》一书中的计算例题,其锅炉及受热面的简要情况为:

锅炉采用单炉膛II型布置形式,炉膛上部布置了全辐射式的前屏过热器,从炉膛出口,沿烟气流程布置的主受热面有:后屏过热器、高温过热器、高温再热器、烟道竖井并列布置的旁路省煤器和低温再热器、主省煤器、回转式空气预热器

过热蒸汽流程:锅筒→炉顶过热器→水平烟道和转弯烟室的包覆管过热器→前屏过热器→一级喷水减温器→后屏过热器→二级喷水减温器→高温过热器。

再热蒸汽流程:低温再热器→低再引出管→高温

再热器

水系统的流程:给水→主省煤器→前、后隔墙省煤器→旁路省煤器→斜烟道包覆管束→后墙引出管→锅筒。

4.1.3 DG670 /140-5型超高压煤粉锅炉

该炉热力计算的原始数据取自大同第二发电厂5号炉的原始热力计算书和设计图纸,其锅炉及受热面的简要情况为:

锅炉为单炉膛II型布置形式,炉膛上部布置了全辐射式的前屏过热器,从炉膛出口,沿烟气流程分别布置的主受热面有:后屏过热器、高温对流过热器、高温再热器、烟道竖井左侧的低温再热器及低再侧省煤器;烟道竖井右侧的低温过热器和低过侧省煤器、回转式空气预热器。

过热蒸汽流程:锅筒→炉顶过热器→水平烟道顶棚管→分成尾部竖井前墙悬调管和转弯烟室的包覆管过热器两路→低温过热器→低温过热器引出管→前屏过热器→一级喷水减温器→后屏过热器→二级喷水减温器→高温过热器

再热蒸汽流程:低温再热器→高温再热器

给水流程:给水→并列的低过侧省煤器和低再侧省煤器→锅筒

4.2 计算结果的比较

利用该通用程序对上述的三台锅炉进行了热力计算,一些主要计算结果与原始资料提供的计算值作了比较,见表1

表1 计算实例中主要计算结果

		220 t/h 锅炉		400 t/h 锅炉		670 t/h 锅炉	
		原计算值	本程序计算值	原计算值	本程序计算值	原计算值	本程序计算值
计算燃料消耗量	kg/h	25 650	25 476	70 400	70 087	76 721	76 779
锅炉机组效率	%	89.82	89.9	89.92	90.23	90.84	90.6
炉膛出口烟温	℃	1 149	1 149.9	1 109.5	1 107.7	1 102.9	1 137.5
排烟温度	℃	127.7	125.6	145	142	141	144.2

※ DG670 t/h 锅炉的原计算值是按原苏联 1957年计算标准进行的。

5 结论

该通用程序既可为锅炉厂家对新设计的锅炉进行预期的运行评价,也可以为电厂用户在进行锅炉技术改造时提供依据,或结合实际运行参数分析锅炉存在的问题,以提高锅炉运行的安全性和经济性。此外,由于该通用程序具有良好的用户界面,因此不太熟悉计算机编程的一般锅炉专业工作者也可方便地使用,这就促进了该程序的推广应用。

参考文献

- 1 北京锅炉厂译. 锅炉热力计算标准方法. 机械工业出版社, 1976.
- 2 陈立勋等编. 锅炉本体布置与计算. 西安交通大学出版社, 1990.
- 3 赵翔等编. 锅炉课程设计. 水利电力出版社, 1991.

作者简介 刘彦丰 男 1965年出生, 1995年毕业于华北电力大学并获硕士学位, 现为华北电力大学动力工程系讲师, 主要从事煤粉燃烧技术方面的工作. 通讯地址: 071003 保定市华北电力大学 29信箱

某三元流长叶片振动特性的计算与分析 = **Calculation and Analysis of Three-dimensional Long Blade Vibration Characteristics** [刊, 中] / Gao Chunshan, Li Guiying, Liu Yujie, Zou Jiguo // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 348~ 350

By using a finite element method a calculation and analysis is conducted of three-dimensional long blade vibration characteristics, especially with an in-depth exploratory study of constraint form of the three-dimensional long blade root portion. The relationship between the blade vibration frequency and the root portion constraint form was obtained, thus providing a basis for further analyzing the causes leading to the rupture of three-dimensional flow long blades. **Key words** three-dimensional flow blade, finite element method, vibration

低肋横槽管单管外降膜吸收的传热传质模型及计算 = **Heat and Mass Transfer Model of a Single-tube Falling film Absorption Outside a Low Rib Horizontal Channel Tube and its Calculation** [刊, 中] / Liu Cunfang, (Shandong Industrial University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power). - 1998, 13(5). - 351~ 353

Presented in this paper is a new mathematical model for calculating the single-tube falling film absorption outside a low rib tube. The liquid outside a horizontal channel tube with a rib assuming the shape of an equilateral triangle and having a height less than 0.5 mm is regarded as consisting of an inner and external layer. Through a theoretical analysis obtained is an analytical solution of the speed, temperature and concentration distribution inside the inner layer liquid film. The external layer is solved by the use of a numerical calculation method. A second order coupling method is adopted for the liquid between the inner and the external layer so that there will be a smooth transition between the inner and the external layer. The speed, temperature and concentration distribution inside the external tube liquid film of this kind of heat transfer tube has been studied by using the above-mentioned mathematical model. **Key words** low rib horizontal channel tube, falling film absorption, heat and mass transfer, mathematical model

电站锅炉通用热力计算程序的编制 = **The preparation of a General Thermodynamic Calculation Program for a Utility Boiler** [刊, 中] / Liu Yangfeng, Lu Yukun, Wang Jun (North China Electrical Power Engineering University) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 354~ 356.

A general thermodynamic calculation program suitable for medium pressure up to super-high pressure coal-fired boilers has been developed by utilizing VB and Fortran language mixed programming. The present paper gives a brief description of the structure of this general program and the approach for solving some key technical problems. The thermodynamic calculation of three boilers of different capacities was also conducted by using the above-cited general program. **Key words** boiler, thermodynamic calculation, program

电厂热力系统工质流量分配计算方法 = **A Study of the Method for Calculating the Working Medium Flow Distribution of a Power Plant Thermodynamic System** [刊, 中] / Yan Shuibao (North China Institute of Water Resources and Hydropower) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 1998, 13(5). - 357~ 359