

集成化锅炉 CAD 系统

范志明 吴涛 王新华 林仁
(杭州锅炉厂)

[摘要] 本文详细地阐述了锅炉计算机辅助设计(CAD)系统在开发研制过程中所采用的方法及具体内容。本系统把图形系统、工程数据库、计算分析软件有机地结合起来,是一个集成化程度较高的 CAD 软件包。

关键词 锅炉 计算机 CAD

分类号 TP391.72

1 概况

计算机辅助设计(CAD)技术已在工程上得到了广泛的应用。为改革我国锅炉行业沿用至今的手工绘图的落后状态,研制开发锅炉计算机辅助设计软件包很有必要。国外锅炉行业 80 年代就开始应用 CAD 技术,现已进入实用化。

在国内虽然其它行业 CAD 技术应用也取得了很大的成就,但锅炉行业这方面的工作还远远没有跟上,而作为锅炉整体 CAD 系统软件的开发工作国内做得更少。因此在本课题的开发研制过程中,较多地吸收了国内外已取得的成果,并关注了新的研究动向,采纳了最新的技术。我们开发研制的系统在锅炉行业推广及应用 CAD 技术方面起到了积极的推动作用。

目前,该软件包中的大部分软件已用于工程设计,并取得显著的效果。

2 系统开发的主要内容

锅炉 CAD 系统是以锅炉设计为开发对象,用 80386/486 微机为硬件基础和国外先进软件 AUTOCAD 作图形系统支撑的大型软件包。经分析研究若以工作站和相应的大型 CAD 软件(如 I-deas 或 Medusa)为开发基础,势必增加企业的投资。而目前企业一般都有微机,加上对大众化软件 AUTOCAD 普遍都比较了解,所以决定以廉价的 386/486 微机及 AUTOCAD 软件为开发基础,以快速推广该软件包,使之成为大众化软件。

开发成的软件包是一个以几何造型和图形系统为基础,以工程数据库为核心,以计算分析和优化设计为主体的集成 CAD 系统。其目的是通过该软件包的开发,不仅能提高工程制图的速度,减轻设计人员的工作强度,有助于提高产品的质量,缩短新产品开发周期,促进产品的系列化和标准化,并能提供快速的报价系统,有利于参与国际市场的竞争。具体有以下几个方面:

收稿日期 1994 01 17

本文联系人 吴涛 男 工程师 310004 杭州锅炉厂计算机中心

(1) 结合国标、部标及厂标,建立常用机械零件及锅炉标准件的标准图库及相应的数据库;

(2) 以《锅炉机组热力计算标准》及 JB/Z201-83《电站与锅炉水动力计算办法》等标准为基础开发锅炉性能计算软件包;

(3) 开发带前后置处理的钢结构有限元计算程序及钢结构优化程序;

(4) 用 AUTOLISP 语言开发锅炉总图及零部件程序化绘图软件包;

(5) 结合 MIS 系统,提供快速报价系统。

3 开发的前期准备工作

要开发好一个大的工程软件包,具体工作内容有:

(1) 组织一支既有工程设计人员、标准制定人员,又有计算机人员参加的开发队伍;

(2) 整理和分析实际工程问题的各个组成部分,编制出整个设计过程的功能模块图 and 实际流程图,使每个环节的具体编程人员了解自己所编模块在整个系统中的位置与其它模块之间的关系;

(3) 由于原来工程设计人员在设计时采用的公式或计算方法可能因人而异,因此为了适合计算机的应用,必须与标准制定人员一起制定出一套统一的适合计算机应用的计算公式、计算方法。

4 系统开发的具体内容及采用的方法:

(1) 结合国标、部标及厂标建立常用机械零件及锅炉标准件的标准图库、符号库及相应的数据库。这些文件库的建立将为工程设计提供基础图库及基础数据,可大大加快计算机出图的速度。

为了开发集成化程度较高的工程应用软件包还必须建立齐全的工程数据库。

为了避免重复工作,在厂标采用的零件中对系列尺寸的零件采用参数化设计,设计人员只要给出标准号及需要的特征尺寸,即可得到标准件的图形,而对形状比较复杂的标准零件则采用图块形式。

(2) 开发锅炉的热力计算、强度计算、水动力计算、空气动力、壁温计算、管道应力计算软件包。

热力计算

热力计算程序是以前苏联的《锅炉机组热力计算标准》为依据编制的。这个程序的开发完成,为设计人员在方案设计、报价等方面减轻了工作强度,使计算时间从原来的几个星期缩短到几分钟,为方案的优化提供了基础,并为报价争取了时间,是锅炉 CAD 系统计算程序中最重要中的一个。

这个程序是用 FORTRAN77 编写的通用热力计算程序,它不受炉型和热面类型及布置位置的限制,能用于 10 万千瓦机组以下的所有锅炉类型。

强度计算

锅炉受压元件的钢材占整台锅炉金属耗量的比重较大而且质优价高,因此为合理使用锅炉受压元件的钢材,同时考虑到金属材料的高温机械性能,根据 GB922-88《水管锅炉受压元件强度计算》编制了相应的计算程序。

水动力计算

为保证锅炉水循环系统的安全可靠运行,必须进行水动力计算。

空气动力计算

进行空气动力计算可以合理选择通风装置,以保证燃烧过程的良好进行;为满足锅炉设计技术经济指标,也必须编制计算程序。

壁温计算

为了核算过热器的强度,选择适当的钢

材,在过热器设计中必须计算管壁温度,程序是以前苏联《锅炉机组热力计算标准》73年版为依据编制的。

管道应力计算

管道应力计算的目的是验算管道在内压、持续外载的作用下产生的一次应力和由于受热膨胀、冷缩及其它位移约束产生的二次应力,以判明所计算的管道是否完全经济、合理;并计算管道由于热胀、冷缩及其它位移约束和持续外载作用产生的对设备的推力和力矩,以判明是否在设备所能完全承受的范围内。程序采用有限元法,并以《火力发电厂汽水管应力计算技术规定》为依据。

(3) 开发带前后置处理的锅炉钢结构有限元计算程序及钢结构优化程序。鉴于钢结构的有限元应力计算整理数据量大而且容易出错,由此开发带前后置处理的钢结构应力计算程序,以减轻劳动强度。考虑钢结构耗钢量占整台锅炉金属耗量的30%以上,因此在程序中包含了满应力法对钢架进行优化设计功能。

在钢架绘图中,首先建立各种形状的截面库,然后根据有限元计算模型的数据信息(起始节点、终止节点、截面号、材料特性等,即钢架有限元计算前处理程序采用的数据)与AUTOLISP编制的钢架绘图软件进行衔接,自动生成钢架总图。

(4) 用AUTOLISP语言开发锅炉程序化绘图软件包

CAD技术已经普遍用于机械行业,并取得一定的成果。由于AUTOCAD软件的广泛性和实用性,许多机械CAD软件都是基于AUTOCAD开发的。但是只用AUTOCAD的绘图环境来代替手工绘图,虽能对出图速度有所提高,但还不能从根本上解决繁重的绘图工作,尤其是许多重复性的劳动及大量文字资料的整理。因此必须在代替手工绘图的基础上利用AUTOCAD软件包提供的AU-

TOLISP语言开发具体产品的CAD应用软件,使产品设计逐步走上自动化的轨道。

AUTOLISP语言是交互性较高的高级语言。利用AUTOLISP程序可以预先把许多相同或相似的图形编成一个子程序,设计人员只要改动适当的特征参数,即可重新生成新的图形。利用AUTOLISP还可以代替中间的手工计算过程,把许多常用公式及数据表格编入程序,减轻设计人员的工作量。另外,还可以把产品所用到的标准件或常用图块以参数形式编入各个子程序,供设计人员随时调用。因此,充分发挥AUTOLISP潜在的功能,可以简化现有的设计过程,减轻设计人员的劳动强度。具体工作内容有以下几个方面:

(a) 建立绘图环境、绘图标准、汉字库、标准件库、各种符号库、图框明细表、零件材料清单表及技术说明文件。

(b) 在文本状态下,建立和修改图纸中的文本部分(如标题栏、明细表、技术要求),然后将文本文件通过AUTOLISP接口程序直接传送到图形上,并根据图纸的明细表直接生成零件材料清单。

(c) 提供各部件的程序化绘图工具(包括水冷系统、过热器、省煤器、空气预热器、钢筒、集箱、钢架、炉墙、固定装置等),对这些部件应作大量的分析与归类,提出特征参数。首先,设计人员根据设计中的特征数据生成数据文件,然后调用AUTOLISP编制的参数化程序,就能一次性生成整个设计的绝大部分图纸,而设计人员只要了解AUTOCAD的一些基本命令,即可在交互状态下生成整张图纸。

(d) 拼装锅炉总图(包括基础图、汽水系统流程图、测点布置图、本体管路图、平台扶梯)。

(e) 绘制二维管道平面布置图

为了便于计算机对图纸的管理,分别对各自的部件建立相应的子目录,并把公用的

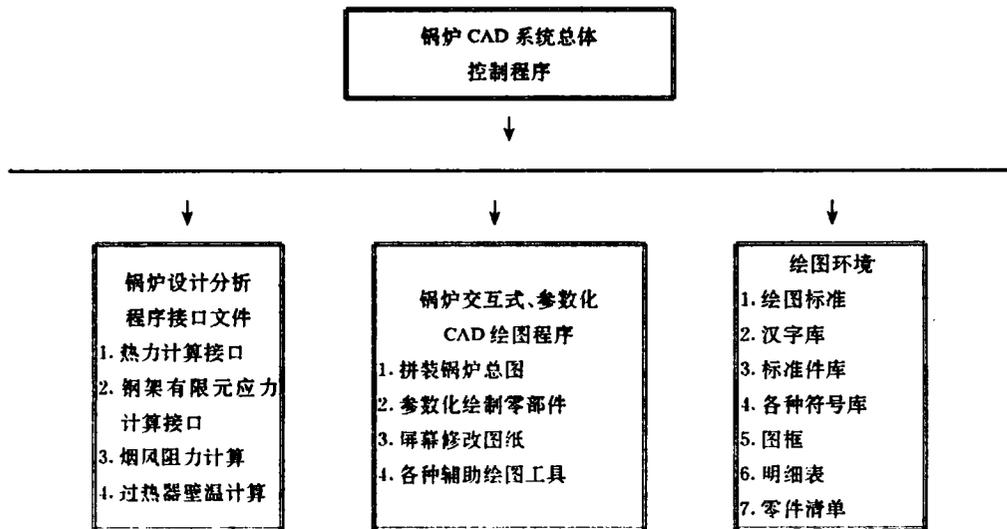
— D—SIZE	用以存放图幅、菜单文件
— COM—TOOL	用以生成各种符号及图块的绘图工具
— COM—DAT	存放设计用的公用数据文件, 各类标准件数据库
— COM—DWG	用以存放各种公用图块
— SYSTEM	放置系统配置与系统公用 LISP 程序
— S—DRUM	用以生成锅筒与集箱的子目录
BCAD— — TOTAL—D	用以生成各类总图
— STEEL—SP	用以生成钢结构的子目录
— S—HEAT	用以生成过热器的子目录
— W—HEAT	用以生成省煤器的子目录
— AIRHEAT	用以生成空预器的子目录
— COL—PIPE	用以生成水冷系统的子目录
— DOC	用以存放文字说明, 包括说明书与技术要求类

数据库和公用的图块分别放在 COM—DAT 与 COM—DWG 子目录内。具体的子目录构成如下:

(5) 结合工厂正在开发的 MIS 系统, 提供正确的、快速的报价系统及成本核算, 为参与国内外市场竞争打下基础。另外通过汇总整个部件图纸上的明细表, 自动生成部件零件清单, 而工艺处通过联网根据零件清单及材料定额生成程序, 交互式生成材料定额卡, 从而减少设计与工艺之间的中间环节。

5 软件包的适用范围

本软件包能为 4~410 t/h 各种煤粉炉、链条炉、油气炉、余热炉、循环流化床, 提供各种报价所需的图纸、文字资料, 并绘制其专业施工图纸和表格。具体调用的关系如下图所示:



6 软件包对计算机系统配置要求和软件支撑

硬件 IBM 386、486 系列微机及其兼容机

要求 RAM ≥ 2 MB

HD ≥ 90 MB

显示方式 VGA

80387 协处理器

外设 得到 AutoCAD R11.0

认可的 (鼠标 数字化

仪 绘图仪 绘图打印

机)均可

软件环境 PC-DOS V3.30 或 MS

-DOS V3.30 AutoCAD

R11.0

7 结语

我厂开发的锅炉 CAD 系统最显著的特点是:集几何造型和图形系统、工程数据库以及计算分析于一体,是一个集成化程度较高的 CAD 系统。

目前,本软件包正在不断完善之中,并逐步提高自动化程度。

参 考 文 献

- 1 汤德忠,李正吾. CAD/CAM 应用技术. 机械工业出版社,1988年10月
- 2 清华大学电力工程系锅炉教研室. 锅炉原理及计算. 科技出版社,1971年
- 3 中国科学院希望公司. AutoCAD 10.0 计算机绘图软件包. 海洋出版社,1991年2月

辅助设备

大功率燃气轮机的消音器

据“теплоэнергетика”1994年3月号报道,使居民区免受燃气轮机装置噪声的影响是一个迫切的问题。装有100和150MW功率燃机的大型电站附近的声级测量表明,噪声的主要来源是燃气通道,即从烟囱开口辐射的噪声。

在燃气通道内装设消音器可以降低噪声级。与用于进气道的消音器相比,对这种消音器将提出更高的要求:必须较大地降低低频谱区域内的噪声,应具有更小的气动阻力系数,消音器应能在较高的温度下工作,并且能适应燃机起动和停机时频繁地加热和冷却的工作环境。

为此,莫斯科动力学院(МЭИ)研制了一种新型结构的消音器,它能最完美地满足上述要求。该消音装置由外圆柱形消音器、内圆柱形消音器、隔板和圆柱形构件用的悬挂架组成。

使用表明,装上这种消音器可使离电站300~400m处的噪声级降低10—15dB。

(学牛 供稿)

This paper deals with a modification design version involving the addition of a superheater to a KZL2-0.7-A I type packaged boiler. The said design version has been proved to be successful in practical use. Key words: *KZL type packaged boiler, superheater*

△ The Determination of the Separation Efficiency of a High-temperature Separator for a Circulating Fluidized Bed Boiler Wei Tanzheng (*Xiangtan Boiler Works*) *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*, 1995, 10(2): 92~95

Based on the heat balance analysis of a circulating fluidized bed dense phase region the author holds that the circulating ash quantity and its temperature are major factors influencing the temperature level of the dense phase region. By the use of the definition of circulation ratio a formula for calculating the circulation ratio was derived. On the basis of the ash balance analysis a relationship between the high-temperature separator separation efficiency and circulation ratio has also been deduced. It is recommended to develop the circulating fluidized bed boilers of low circulation ratio ($R_c = 2-10$), which are in tune with the current conditions in China. Key words: *circulating fluidized bed, dense phase region heat balance, ash balance, circulation ratio, high-temperature separator, separation efficiency*

△ A Computer Aided Design of High Integration for Boilers Fan Zhiming, Wu Tao, Wang Xinhua, Lin Ren (*Hangzhou Boiler Works*) *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*, 1995, 10(2): 96~100

This paper dwells on the specific details and methods used during the development and research of a highly integrated CAD software package. The said system represents an organic combination of a graphic system, engineering data base and a computation calculation software, resulting in a highly integrated CAD software package. Key words: *boiler, computer, CAD*

△ The Application of a PMK Programmable Single-loop Regulator in the Combustion Automatic Control System of Daya Bay Nuclear Power Station Preoperational Test Boilers Wang Xiaolei Zheng zi Qiang (*Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute*) *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*, 1995, 10(2): 101~105

Described in this paper are the design, commissioning test and operating conditions of a combustion automatic control system for Daya Bay Nuclear Power Station preoperational test boilers as well as the application of a PMK programmable single-loop regulator for the said system. Key words: *combustion automatic control system, single loop, regulator, design, commissioning test*

△ The Study of a Steam Turbine Free Blade Stall Flutter Zhang Yangjun, Tao Deping (*Beijing University of Aeronautics and Astronautics*) *Journal of Engineering for Thermal Energy & Power*, 1995, 10(2): 106~109

To provide a technical basis for assessing the safe operation of a turbine unit and analysing its blade failures, the authors have analysed the blade flutter characteristics of a steam turbine through the use of a flutter prediction method based on interblade phase angle numerical variation. The results of theoretical prediction are basically in agreement with those obtained by experiments. The study results show that under the condition of a certain incident flow Mach number, an interblade vibration phase angle and a relatively large attack angle of the incident flow, there exists the possibility of free blade failure caused by a flutter stall. A discussion is also conducted of the method aimed at improving the aeroelasticity stability of the free blades. Key words: *steam turbine, free blade, stall flutter, flutter prevention*

△ Grey Correlation Analysis of the Factors having an Effect on Coal Char Specific Surface Area and Pore Properties