

基于 DBMS 集成的工业炉参数化 CAD 方法

鲁嘉华, 张志英

(上海工程技术大学 航空运输学院, 上海 200336)

摘要: 介绍以 Autocad 为平台、Autolisp 为图形开发语言, 用 Fortran 和 Foxpro 作科学计算的编程工具, 基于 DBMS 上集成的工业炉参数化 CAD 方法, 并结合工业炉设计实例说明集成的步骤及主要开发思路。实践表明, 此方法能综合多种软件和语言的优点, 保障了工业炉的优化设计, 为缩短设计周期, 提高产品竞争能力提供了一种可行的技术手段。

关键词: 工业炉; 参数化 CAD; DBMS 集成

中图分类号: TK175; TP391.72 文献标识码: A

1 前言

所谓参数化 CAD 可包含制约设计合理性的所有关联程序, 如有限元强度、流场分析、结构设计优化、仿真技术应用等等, 非常符合工程要求。参数化 CAD 方法由于受到强大的数学工具的支撑, 因而使原先以成图为主要概念的 CAD 方法向最优化理论应用、科学计算与试验(数值模拟、仿真试验等)、成图方向发展。新的理念强调工程分析、分析法设计等知识的应用。它的实现有赖于选择有效的手段, 以方便和经济地支配所有的、用不同语言和软件设计的模块。基于此点, 选定恰当的参数化 CAD 方法的重要性并不亚于软件自身的开发。本文介绍的是以 AutoCAD 为平台、Autolisp 为图形开发语言, 用 Fortran 和 Foxpro 作科学计算的编程工具、基于 DBMS 集成的工业炉参数化 CAD 方法。

工业炉设计涉及到炉衬选用与蓄、散热损失(对间隙式炉)、炉内流场数值模拟、钢件加热计算及成图等, 既有数据检索问题、又有数值计算问题, 步骤比较复杂。为优化设计、缩短设计周期、减轻设计强度, 采用 CAD 方法很有必要。本方法比较简洁实用, 用它设计一套台车炉方案大约为 40 min。

2 参数化成图程序的开发

2.1 对 AutoCAD 的两次开发

参数化 CAD 软件的开发, 无论过程多么复杂,

成图是主要成果之一。目前参数化 CAD 成图方法中, 多以对现有软件的两次开发为主, 一般有高级语言(Fortran, Basic 等)产生的 .EXE 绘图执行文件; 采用图形转换文件 .DXF 文件; 用 Autolisp 语言编程产生的 .LSP 绘图文件等。这些方法实质上都是对 AutoCAD 软件的两次开发应用, 也有的是对 Pro/Engineer 等进行两次开发。本文重点讨论利用 AutoCAD 软件进行参数化成图程序的开发。

现在大容量内存的微机对执行 Autolisp 的堆、栈空间管理已宽松得多, 为 Autolisp 的应用创造了便利条件。Autolisp 语言具有块状结构, 程序可按需要分为若干子程序编程和调度, 然后通过局部变量传递, 完成主程序对各子程序的调用, 适应了参数化 CAD 应用软件系统的要求。更重要的是 Autolisp 容易实现与外界的数据接口, 使参数化成图得到了计算模块的大力支持, 容易实现优化设计。

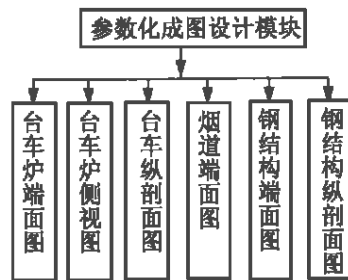


图 1 台车炉参数化成图设计模块

台车式工业炉参数化 CAD 软件系统的成图设计模块如图 1 所示, 各子程序的 Autolisp 定义格式为: 台车纵剖面图定义:
(defun tc (var1 var2 var3 ... vam/ var1' var2' var3' ... vam')
台车纵剖面图程序体 ...

); 台车纵剖面图定义结束, 其中 var1, var2, ..., vam 为传递变量。

台车炉端面图定义:

(defun dmt (var11 var22 var33 ... vamn/ var11' var22' var33' ... vamn')
台车炉端面图程序体 ...

); 台车炉纵剖面图定义结束, 其中 var11, var22, ..., vamn 为传递变量。

主程序定义:

```
(defun zcx (/ zcx1 zcx2 zcx3 ... zcxn)
```

```
(setq t (open "var.txt" "r"))
```

```
(setq v1 (read (read-line t))) ...
```

```
vn (read (read-line t))
```

```
v1' (read (read-line t)) ...
```

```
vn' (read (read-line t)))
```

(TC v1 v2 ... vn); 调用台车纵剖面图, v1, v2, ..., vn 为传递变量。(1)

(DMT v1' v2' ... vn'); 调用台车炉端面图, v1', v2', ..., vn' 为传递变量。(2)

)主程序定义结束。

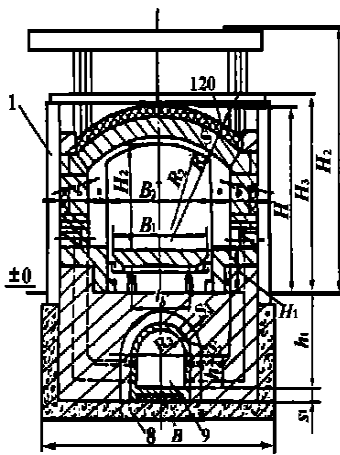


图 2 台车炉端面图

以上给出的例子中, 3 个 defun 定义是独立的, 子程序通过主程序中(1)、(2)语句的调用而被激活, 只要保证传递的局部变量个数、顺序相同既可。图 2 为台车炉端面图, 它的生成需要 22 个传递变量。当程序被调用时, 具体的尺寸值来自于设计程序。

如图 2 中的拱顶中心角因炉膛跨度不同而变化, 主要考虑的是否有利于烟气的流动及在高温下拱顶是否具有足够的强度等; 炉衬厚度主要是考虑强度及蓄、散热损失等。

值得重视, (open "var.txt" "r")语句是 Autolisp 语句读取 .TXT 文件的有效途径, 而 .TXT 文件可以由高级语言或数据库管理系统(DBMS)软件生成, 它们之间的关系后面将会提到。

2.2 系统变量参数化

系统变量有许多, 下面仅以与图面设置有关的系统变量的参数化举例。

图面设置对于图纸美观和规范输出至关重要。它包括选择幅面、选定绘图比例。开发中, 已对原 AutoCAD 系统菜单中的 * * *SCREEN 部分进行了两次开发, 在菜单区提供了可供选择的图形比例和幅面, 由设计者根据需要点取。这里的主要问题是如何将已选定的幅面和出图比例的有关参数传递给成图系统的系统变量, 用于控制相关的参数, 如 limits 范围, ltscale 线型比例, dimscale 箭头尺寸和文本

高度等, 以求图形输出的协调, 满足制图标准。参数化菜单程序(部分)如下:

```
* * *SCREEN
```

```
* *sca
```

[请选择]

```
[ 绘图比例] ^C ^CP(ai-rootmenus) P
```

```
[ TO ACAD] ^C ^C $S=X $S=S
```

```
[1: 50] (SETVAR "MENUECHO" 3); (setq scc 50.0) $S=dsize
```

```
[1: 30] (SETVAR "MENUECHO" 3); (setq scc 30.0) $S=dsize
```

```
.....
```

```
* *dsize
```

```
[ 请选用] ^C ^CP(ai-rootmenus) P
```

```
[ 选用图纸] ^C ^CP(ai-rootmenus) P
```

```
[ TO ACAD] ^C Clayer; s; 0;; $S=X $S=S
```

```
[ AO ] ^C Climits; ; 1189, 841; zoom; a; + UNITS; 2; 2; ; ; ; ^C ^C (SETQ DDSIZE (* 23 SCC));
```

```
LTSKALE; !DDSIZE; +
```

```
DIM; DIMSCALE; !DDSIZE; +
```

```
DIMTIH; OFF; dimtoh; off; dimtad; on; dimaso; on; ^C
```

```
CINSERT; A0; 0, 0; ; ; SCALE; L; ; 0, 0; +
```

```
! SCC; ZOOM; E; LIMITS; ; (GETVAR "EXTMAX"); SNAP; !DDSIZE; GRID; ON; +
```

```
^C ^C (SETVAR "MENUECHO" 0); + ^C ^C (SETQ AAA (GETREAL "请输入图纸上文本高度 (毫米);")); \+
```

```
^C ^C (SETVAR "MENUECHO" 3); ^c ^cdim; dimtxt; (/ (* AAA SCC) DDSIZE); +
```

```
DIMDLI; (/ (* (* AAA 2) SCC) DDSIZE); +
```

```
^c ^cSTYLE; COMPLEX; COMPLEX; (* AAA SCC); ; ; ; +
```

```
^c ^c (SETVAR "MENUECHO" 0); ^c ^clayer; s; 0;; (setq aal 841 aa2 1189 aa3 10); $S=X $S=S .....
```

括号[]内的内容将在屏幕菜单区显示, 根据操作者选择, 确定出图比例、图幅, 系统将相应的值赋予系统变量, 实现系统变量的参数化。

3 基于 DBMS 的参数化 CAD 系统集成

CAD 系统必然包括许多模块, 不同模块又可能以不同的语言或软件编程, 目的有两个: 其一, 可以分块编程与调试, 这是软件工程理论上的要求; 其二, 可以发挥各种语言和软件的功能特长。如高级

语言善于科学计算、工程分析、结构优化;数据库管理系统擅长数据管理,使数据在最小的重复性下为多用途服务,同时其本身具有一定的科学计算功能;而 Autolisp 则非常适合于成图。因此当一个 CAD 系统由分散的模块构成时,就需要 CAD 系统集成。

目前可采用的集成方法有:利用公共数据库集成的结构,即所有子系统共享一个数据库中的数据。一种实用的改进形式为:除公共数据库外,每个子系统又有其自身的专用数据库。当一个子系统需用到其它子系统的数据库时,系统必须提供从一个数据库到另外一个数据库传输不同结构数据的程序。商用数据库管理系统(DBMS)对小型参数化 CAD 软件系统能发挥其作用。

台车式工业炉参数化 CAD 软件系统组成如图 3,我们采用了 Foxpro 进行集成。其中主控模块用 Foxpro 设计,对于计算不是很复杂的模块,如燃料燃烧计算、台车设计计算、附件设计计算、热平衡计算等模块也用 Foxpro 编程;而炉衬计算、热平衡计算、金属加热计算等模块由于涉及二维非稳态导热等数值计算(差分法),所以采用 Fortran 编程。在 主控模块下可执行 .EXE 文件,然后再回到主控模块。

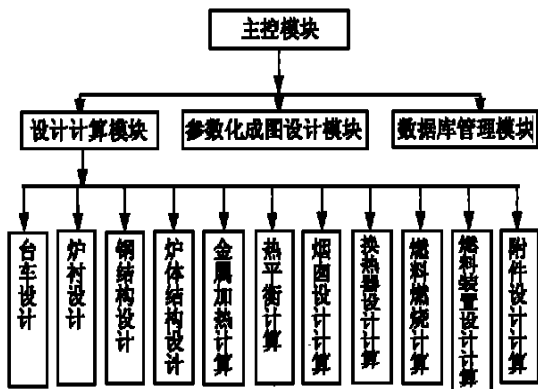


图 3 台车式工业炉参数化 CAD 软件系统

用 DBMS 集成参数化 CAD 软件系统的好处是:

(1) 它本身能解决一般的计算问题,提高软件运行效率。

(2) 在系统内部可以高效地生成、查询与检索所要的数据库。如表 1 中的数据做炉衬设计时是必需的,它无法用拟合方法写成方程形式,但是用 Foxpro 的 Locate all for<条件>语句可以很快地确定指针位置,提取所需炉衬材料的物性参数。

(3) DBMS 下的数据库对系统下辖的各模块开放,数据共享,使数据冗余度最小。如图 2 中的成图

所需的 22 个参数由“炉体设计”子模块计算得出以后,不仅为 Autolisp 成图提供了传递变量,同时这些数据在数据库内还将被“炉衬设计”子模块调用,进行非稳态热传导计算、被“钢结构设计”子模块调用确定钢结构框架尺寸等。

表 1 耐火材料性能数据库

名称	耐火温度	密度	导热系数
普通耐火粘土砖	1 300	1 200	$0.72+5 \times 10^{-4} \times t$
轻质粘土砖	1 400	1 300	$0.35+3 \times 10^{-4} \times t$
普通高铝砖	1 500	2 500	$1.31-2 \times 10^{-4} \times t$
普通硅砖	1 600	1 900	$0.80+6 \times 10^{-4} \times t$
红 砖	500	1 600	$0.40+4 \times 10^{-4} \times t$
...

(4) AutoCAD 实体的属性与 DBMS 下的 .DBF 文件是相通的。

(5) 通过 .TXT 文件为接口,能将由 Autolisp 语言、高级语言和 DBMS 自含程序集成于一体,构成一个完整的参数化 CAD 软件系统。

以上特点为参数化 CAD 软件系统中数据的共享、传递提供了保障。

以台车式工业炉参数化 CAD 软件系统的“设计计算模块”为例,程序为:

```

@3, 20 say ' *台车炉设计计算模块 *'
@6, 20 say ' 1.燃料燃烧计算'
@7, 20 say ' 2.炉体结构设计'
@8, 20 say ' 3.台车设计计算'
@9, 20 say ' 4.热平衡计算'
@10, 20 say ' 5.烟囱设计计算'
.....
@18, 20 say ' 11.附件设计计算'
@19, 20 say ' 12.退出'
accept ' 请选择 ' to choice
do case
case choice=' 1'
do RLRS ____调用燃烧计算程序
case choice=' 2'
do LTSJ ____调用炉体设计程序
case choice=' 3'
do TCSJ ____调用台车设计程序
case choice=' 4'
RUN RPHJS ____调用热平衡计算程序
RPHJS.EXE
Use RPH 返回结果
Zap
Appened from RPH. TXT SDF ____热平衡计
    
```

算结果返回到主控模块, 即将 .TXT 文件转换为 .DBF 文件

周期和减轻设计工作量的要求。

```

case choice=' 5'
Do YCSJ    ____调用烟囱设计程序
.....
case choice=' 11'
do FJSJ    ____调用附件设计程序
case choice=' 12'
quit
endcase
return
    
```

集成过程数据的传递关系如图 4。

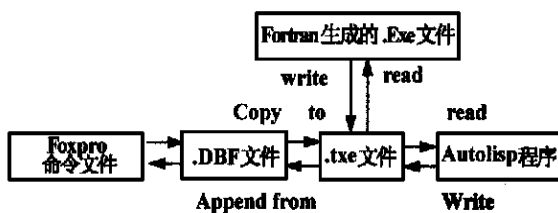


图 4 基于 DBMS 的参数化 CAD 软件系统的集成

表 2 2×8 m² 台车炉有关数据

数据名称	数值	选用
台车炉类型		淬火用热处理炉
台车面长宽/m ²	8×2	
台车结构		单层台车
最高炉温/℃	1 250.00	
第一层炉衬材料/m	0.464	粘土砖
第二层炉衬材料/m	0.025	耐火纤维
最大装载量/t	15.00	
燃料种类		发生炉煤气
密封形式		沙封刀在基础上
台车前部结构		大炉门沙封形式
台车炉尾结构		台车进墙
行车机构形式		滚柱带式
侧柱形式		槽钢
拱脚梁形式		槽钢
前立柱形式		槽钢对放
牵引机构形式		钝齿轮牵引
炉门提升机构		钢丝绳提升

图中数据传递的程序语句不在此一一列出, 可参阅文献[1]和[4]。

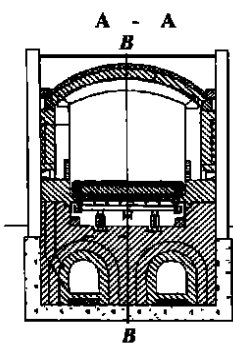


图 5 台车炉端面图

4 设计实例

用本方法设计了一台 2×8 m² 热处理炉, 有关数据见表 2, 热平衡数据如表 3 列出。图 5、图 6 为设计总图。

表 3 热平衡计算表

项 目	数值	百分比
燃料化学热/kJ·h ⁻¹	4 733 764.00	96.55
预热空气带入物理热/kJ·h ⁻¹	0.00	0.00
金属(或合金)氧化热/kJ·h ⁻¹	169 290.00	3.45
金属吸收的有效热/kJ·h ⁻¹	1 012 416.00	20.65
加热辅件所需热量/kJ·h ⁻¹	0.00	0.00
炉渣带走的热量/kJ·h ⁻¹	0.00	0.00
炉门或炉墙开孔的辐射热损失/kJ·h ⁻¹	0.00	0.00
烟气带走的热量/kJ·h ⁻¹	3 554 985.00	72.51
燃料的机械不完全燃烧热损失/kJ·h ⁻¹	71 006.47	1.45
炉墙热损失/kJ·h ⁻¹	264 646.80	5.40
热效率	20.65	
燃料耗率/kg·m ⁻³	755.21	

5 结语

参数化 CAD 的方法正不断推陈出新, 对于中小型参数化 CAD 系统, 上述方法是比较实用的。

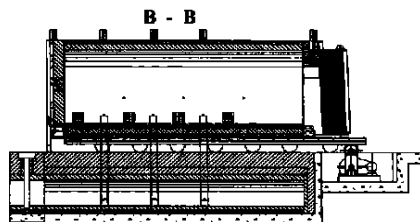


图 6 台车炉纵剖面图

它能够集成现成软件、高级语言程序, 满足了计算机辅助工程、分析等要求。方案设计, 包括总图、钢结构图等, 各种计算书的编制与输出约为 40 分, 表明了基于 DBMS 集成的工业炉参数化 CAD 方法较好地达到了优化设计、缩短设计

参考文献:

- [1] 鲁嘉华. 参数化 CAD 中常用的软件和语言[J]. 计算机工程与设计. 1994(1): 29-34.
- [2] 张志鲁, 鲁嘉华, 徐剑芳. 常压立式油炉参数化 CAD 软件研制[J]. 工业锅炉, 2000(2): 17-20.
- [3] 史密斯 J.J, 斯内尔 B.R. Customizing AutoCAD[M]. 北京: 北京希望电脑公司, 1991.
- [4] 瓮正科. Foxpro2.5 实用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 1995.
- [5] 陈道洁, 傅守默. Autolisp 及应用技术开发[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1996.
- [6] 仲梁维, 麦云飞, 曾惠, 等. 计算机辅助设计教程[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1997.

(复 编辑)

turbine plant, wet compression

对单相换热器集总参数模型动态初始负偏移的机理分析 = **An Analysis of the Mechanism Governing the Dynamic and Initial Negative Deviation of a Lumped Parameter Model for a Single-phase Heat Exchanger** [刊, 汉] / LENG Wei, FANG De-shan, XU Zhi-gau (Power Engineering Department, Southeastern University, Nanjing, China, Post Code: 210096), ZHANG Zhi-lun (Harbin Boiler Co. Ltd., Harbin, China, Post Code: 150046) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 287 ~ 289

On the basis of the heat transfer equation and energy balance equation of a single-phase heat exchanger an analysis was conducted of the mechanism concerning the difference of dynamic response of various types of lumped-parameter models, especially the initial negative deviation of outlet temperatures in the dynamic process. It is noted that the use of outlet-inlet weighted mean lumped-parameter model will in a full range of operating conditions very likely lead to a negative deviation in the outlet temperature. By contrast, in the case of using an outlet parameter to serve as the lumped parameter it can be assured that no negative deviation will emerge. However, it is necessary to adopt a rational stage-by-stage model building, enabling the model to obtain an adequate heat-transfer temperature difference. **Key words:** single-phase heat exchanger, lumped parameter, mathematical model

评价电站制粉系统效率的模糊综合评判方法 = **A Fuzzy Comprehensive Method for Evaluating the Efficiency of the Pulverized Coal Preparation System of a Power Plant** [刊, 汉] / WANG Dong-feng, LI Zun-ji (North China Electric Power University, Baoding, Hebei Province, China, Post Code: 071003), SONG Zhi-ping (North China Electric Power University, Beijing, China, Post Code: 100085) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 290 ~ 293, 307

The prevalent conventional method under which the power consumption of a pulverized coal preparation system is calculated based on the electric power consumed in the grinding of each ton of coal has its shortcomings. The authors have come up with a more objective and comprehensive evaluation method, the so-called fuzzy comprehensive evaluation method. Moreover, also given is a fuzzy comprehensive evaluation model. The latter takes into account not only the power consumption of the pulverized coal preparation system but also the quality aspects of pulverized coal being ground and prepared. Such quality aspects include: pulverized coal fineness liable to influence ignition and burn-off characteristics as well as heat loss due to incomplete combustion, ball mill outlet temperature which denotes the capacity to dry pulverized-coal, rank and properties of raw coal received, the metal consumption of the pulverized coal system, quantity of material consumed and amount of other sundry expenses. The new evaluation method allows to make a unified assessment of the efficiency of a pulverized-coal system. **Key words:** pulverized coal system, efficiency, fuzzy evaluation, comprehensive evaluation

基于 DBMS 集成的工业炉参数化 CAD 方法 = **CAD Method of Industrial Furnace Parameterization Based on DBMS (Data Base Management System) Integration** [刊, 汉] / LU Jia-hua, ZHANG Zhi-ying (Shanghai University of Science & Engineering, Shanghai, China, Post Code: 200336) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 294 ~ 297

With Autocad serving as a drawing platform, Autolisp as a graphic development language and Fortran and Foxpro as programming tools for scientific computation, introduced in this paper is a CAD method of industrial furnace parameterization based on DBMS (Data Base Management System) integration. With the help of specific examples of industrial furnace design a detailed explanation is given of the integration procedures and main development philosophy. Engineering practice indicates that the proposed method has incorporated the merits of many kinds of software and languages, contributing to the achievement of an optimized design of industrial furnaces. Furthermore, with the adoption of this method it is possible to shorten design cycle and provide a feasible means for enhancing the competitive edge of industrial furnaces. **Key words:** industrial furnace, parameterization, CAD, data base management system (DBMS), integration

基于仿真模型的对分式凝汽器故障样本知识提取研究 = **A Study on the Extraction of Sample Knowledge Con-**