

文章编号: 1000-8055(2000) 01-0102-03

航空发动机 Engine CAD 微机集成系统的开发与研究

郭淑芬 陈 军 王洪刚
(北京航空航天大学 405 教研室, 北京 100083)

摘要: 本文介绍在航空发动机研制与改型设计阶段中采用最新技术的 EngineCAD 微机集成设计系统。该系统可以实现对涡喷、涡扇、涡轴和涡桨航空发动机部件图和总图的参数化实时设计, 在参数化设计过程中提供发动机信息数据库、结构数据库的交互式查询, 为设计提供所需的信息、数据和结构图形支持, 可达到快速地生成供方案论证应用的各种航空发动机部件图、总图及各种信息, 能快速实现多方案对比设计。具体应用表明, 使用该系统大大缩短了设计周期, 提高了设计的一次成功率, 减少了设计经费。

关 键 词: 航空发动机; 数据库; 结构设计

中图分类号: V 211+. 92; T P302. 1

文献标识码: A

1 航空发动机 Engine CAD 集成系统的功能

航空发动机 Engine CAD 集成设计系统中, 包括参数化设计(简称 ECAD); 发动机信息库(简称 AEDBS); 发动机结构库(简称 AESDBS) 等模块。各模块既可集成共享, 又可单独使用。在总控模块的控制下, 实现计算机辅助参数化设计发动机结构方案图模块 ECAD。该系统硬件环境为 P II 型微机; 软件是在 Windows 下以 Autocad 14.0 与 Visual FoxPro 5.0 作为开发平台。利用 C 语言编程, 对 Autocad 提供了用于 ADS(AutoCAD Development System) 开发的头文件及库文件^[1], 在航空发动机总体方案论证应用的一个参数化的绘图模块。ECAD 中对大量发动机典型结构进行分析、汇总的基础上, 归纳出一般通用的模型^[2, 3], 对此模型进行参数化, 由用户对参数赋予不同的值, 就可得到不同的图形, 但参数之间有一定的约束, 以保证图形不失真。实现对涡喷、涡扇、涡轴、涡桨四大航空发动机, 在给定流道参数和几何尺寸后, 快速设计与生成供方案论证应用的航空发动机部件与总图。在参数化设计过程中, 根据需要

可查询发动机信息数据库、查寻发动机结构库的矢量图、栅格图。在总控模块的操作下实现参数化设计航空发动机的部件和总体结构方案图。

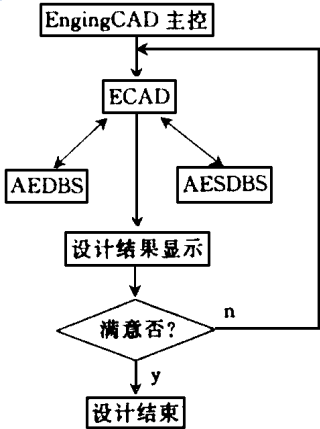


图 1 Engine CAD 系统功能流程图

Engine CAD 微机集成系统功能流程如图 1 所示。应用该系统可以实现对航空发动机部件图和总图的实时设计, 在设计中提供与各类数据库的交互式查询, 为设计提供信息和数据支持。实例测试和具体应用表明, 使用该系统大大缩短了设计周期, 提高了设计的一次成功率, 减少了设计经费。在微机上使用具有工作站水平工程应用软件,

为企事业、研究所和设计单位节约大量的软、硬件的投资金额, 开拓了 CAD 软件应用领域和范围。

参数化模块设计: 参数化模块是整个 Engine CAD 系统的图形输出窗口, 为用户提供与 CAD 系统对话的通讯工具。该模块在对大量的航空发动机典型结构进行分析汇总的基础上, 归纳出一般具有规律性的模型, 对此模型进行参数化, 由用户对参数赋予不同的数值, 就可以得到不同的图形, 输入的参数之间有一定的约束, 以保证图形不失真。在实现参数化设计的过程中, 用户可以查询发动机信息库和发动机结构图形库, 选用或提取所需要的数据、图形。在选定所需要的性能数据、结构参数、结构简图与结构图形的前提下——即给出流道的几何参数与结构参数, 便可开始进行参数化绘制航空发动机结构方案图设计工作。在设计过程中, Engine CAD 集成系统具有一定的智能, 对于设计者给出的错误参数具有检查、判断和防错功能, 并给出相应的提示信息。对生成的图形利用图形编辑器进行修改完善, 此项工作可以多次反复进行查询、调用和选取发动机信息库和发动机结构库中的数据与图形, 直到用户得到满意的部件及总体方案设计图形为止。

发动机信息库模块设计: 在发动机设计的过程中, 需要参考大量的、多种机型的数据和信息, 为此研制开发了航空发动机信息库模块 AEDBS。在发动机信息库模块中, 通过关系型数据库技术集中管理和处理航空发动机总体结构、性能、部件、可靠性及结构简图等数据, 以实现准确高速地查询所需数据^[4]。AEDBS 从功能上可以分为登录、查询、浏览、更新、系统管理与辅助等部分。

在发动机信息库模块中, 有国内外最先进的 80 余台有关航空发动机的主要结构、性能数据、结构参数、结构简图、可靠性参数等信息供设计者查询与选用。该模块为用户特别设计了万能查询功能, 查询条件既可以使用系统给定字段做出符合语义的多种自由组合形式, 也可以使用单一字段形式为条件进行查询。同时还可以通过对发动机的查询延伸至相关安装飞机的有关数据, 查询结果可以输出到屏幕, 也可以经报表浏览后选择打印输出。确定所要进行参数化设计某型发动机结构、性能、可靠性与支承形式等信息。在发动机信息库模块中对发动机的“推重比”、对发动机的“长度”与“质量”的定义进行了概念推广。并针对发动机的一些与状态有关的数据项, 如耗油率、马赫数、飞行高度、推力、空气流量、涵道比等参数,

依照具体的工程需求, 在发动机信息库模块中选取了“起飞和巡航”两个重要状态。

作为保护数据完整性和安全性的一个措施, 在该模块中设置一个权限管理, 以超级用户和普通用户来区分。对于普通用户只能浏览和查询各种发动机的数据、结构简图、生产公司及相关飞机的有关信息。对于超级用户, 除了可以实现普通用户的所有的功能外, 还可以实现对各种数据进行直接更新、添加、修改、删除等数据维护功能。

在发动机信息库模块的辅助功能中, 附加有计算器、日历、日记及制式转换器等辅助功能, 方便用户的操作。可以综合库中包含的数据, 统计当今主要航空发动机的一些主要数据, 绘制出其随时间发展变化的趋势图, 可以用填充图或者折线图两种方式输出。

发动机结构图形库模块设计: 在进行参数化发动机结构方案设计的过程中, 依照一定的设计要求、将国内外先进的、典型的发动机总体结构图、部件图、典型零件图及连接件等, 并将其几何尺寸及技术信息等一起置入航空发动机结构图形库中^[5]。AESDBS 中收集 20 多台发动机的零部件及总体图的结构形式, 还有如机匣、盘轴、封严件等结构。在进行参数化设计过程中, 根据需要用户可以从现有的结构图形库中查询和选取符合要求的发动机总体结构图或典型的零组件图, 可以将选取的图形调入 CAD 辅助设计系统, 进行进一步设计、编辑与修改。

AESDBS 的用户登录和鉴别: 本模块采用客户机/服务器 (C/S) 开发方案。最终的数据库将建立在微机服务器上, 用户在客户端通过应用程序对数据库数据进行查询、修改等操作。作为保护数据完整性和安全性的一个措施, 用户级别分为系统管理员、超级用户、普通用户三类。不同级别用户具有不同的使用权限。

AESDBS 中收入了 80 年代以来世界上最新航空发动机总图、主要部件结构图、典型零件结构图重要信息进行存储管理。AESDBS 创造性解决了开放性的数据库结构及建立在网络上的数据库管理系统。在同一时间可以有多位用户同时操作数据库进行各种管理功能。当两位以上用户同时对某一条记录进行写操作时, 系统会给出相应的提示及处理建议。因此设计者只有对结构库进行合理的逻辑设计和有效的物理设计才能开发出完善而高效的结构库模块。发动机结构库模块具有技术图纸的修改和处理的功能, 在模块中可对库

存的图纸进行预览,点取相应的命令按钮后,可将图纸调入 AutoCAD 14.0 中进行修改完善,然后再存回数据库中。

2 Engine CAD 集成系统的实际应用

综上所述,将多种具有不同结构、多种设计及技术功能的子模块综合起来,组成一个航空发动机计算机辅助设计微机集成系统—Engine CAD。设计技术人员可以非常方便、快捷的在航空发动

机设计中,应用或调用 Engine CAD 微机集成系统的各种功能模块,实现计算机辅助设计 CAD,实现参数化设计涡喷、涡扇、涡轴、涡桨四大类航空发动机的各部件图、总体结构方案图。在进行航空发动机计算机辅助设计时,充分利用参数化设计模块中的图形编辑器的功能,可以设计出供航空发动机方案论证及生产用的图纸。由于在知识库中运用了判断、约束提高了智能的水平,大大地减少了设计中易出现的错误。提高了设计的水平与质量、缩短了设计和发动机的研制周期、提高了

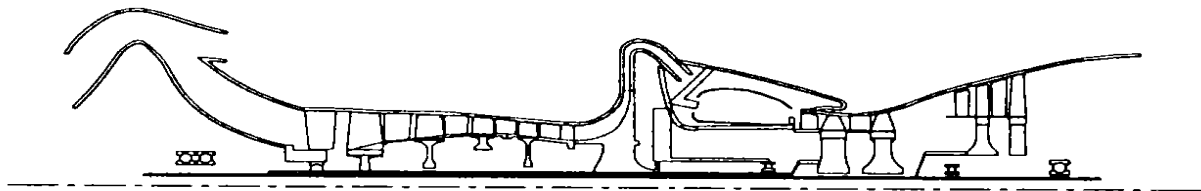


图 2 某型号涡轴发动机结构方案图



图 3 某型号涡桨发动机结构方案图

经济效益。典型航空发动机实例考核如图 2 和图 3 所示。实例考核进一步验证了该 Engine CAD 集成系统所提供的算法、信息数据结构具有很好的通用性、实用性与可行性。

参 考 文 献

1 郭淑芬主编. 新编 Auto CAD 12.0 用户实用指南[M]. 北京: 科学出版社, 1995

2 陈光主编. 航空燃气涡轮发动机结构设计[M]. 北京: 北京航空学院出版社, 1988
3 方昌德编. 世界航空发动机手册[M]. 北京: 航空工业出版社, 1996
4 萨师煊, 王珊编著. 数据库系统概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995
5 张龙祥编著. 数据库原理与设计[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1995

(责任编辑 杨再荣)

Research and Development of Engine CAD PC Integrated System for Aeroengine

Guo Shufen, Chen Juen, Wang Honggang

(4th Dept. Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: A PC integrated design system, EngineCAD is introduced, which can be applied to development and improvement of aeroengine. This system can complete quickly, the realtime parametric design of turbojet, turbofan, turboprop and turboshaft engine and its parts. During designing the required information, data and structural graphics can be inquired interactively from Aeroengine Information Database and Structure Database. It is shown that the system can shorten the design period, reduce the development costs and improve the design quality of aeroengine greatly.

Key words: aircraft engines; databases; structural design