

参数化发动机结构方案设计系统的研究

北京航空航天大学 郭淑芬

【摘要】 介绍在微型计算机上以 Auto CAD 图形软件为支持软件, 研究并开发了适合于涡扇、涡喷、涡轴等类型航空发动机的部件及总体结构方案图的设计系统。由于采用参数化的绘图方式、设计、绘图与修改极为方便。设计工作使用 Engine 系统可以在很短的时间内, 完成多方案的部件及总体结构方案设计, 为航空发动机进行初步总体结构设计提供简便、快捷、多方案优化选择的方法, Engine 系统可以大大地改善发动机结构设计的速度和质量。

主题词: 航空发动机 结构化程序设计 计算机辅助设计

分类号: V235 TP391.72

1 Engine 系统的结构、功能及特点

应用 Engine CAD 系统可以进行单转子、双转子、三转子的涡扇、涡喷、涡轴发动机的部件及总体方案图的设计任务^[1]。该 Engine CAD 系统在 CJ2000 的预研中得到了很好的应用。

Engine CAD 系统为动态交互式 and 用数据文件方式实现参数化设计与绘图。在整个设计过程中, 用户可以通过键盘命令、屏幕菜单、下拉式菜单或图标菜单进行信息交换, 可以对以文件形式输入的原始数据进行交互式的实时修改, 对系统中的多种标准图形以图标菜单的方式进行调用、组合、删除、添加、修改, 直到获得满意的部件或总体结构方案图为止。Engine CAD 系统中有 3 个子系统, 分别为 WSCAD(风扇 CAD)、WPCAD(涡喷 CAD)、WZCAD(涡轴 CAD) 子系统, 每个子系统都是由多个模块组成, 分别为主控模块、公共模块、数据输入模块、进口模块、压气机模块、燃烧室模块、涡轮模块、数据输出等模块^[2]。由于采用模块化结构, 整个系统程序修改和添加新的图形方案非常方便。

在每一个子系统中对各种类型发动机按部件进行多方案设计, 各部件之间的联系由系统内部的程序自动完成。选择部件组装总体方案图时, 可以按从前向后选择部件, 也可以无规律的选择部件, 都能生成一台完整的发动机总体方案图, 并具有实时修改的功能, 按各模块设计的单元体组成发动机总体方案图。

Engine 系统具有以下特点: (1) 具有人一机交互功能; (2) 具有丰富的菜单和友好的用户界面, 使一般的设计人员都能很快熟悉和掌握该系统的使用; (3) 各部件设计为单元体结构, 归类成多种类型部件形式, 做成图标菜单的形式供用户选择; (4) 发动机各单元体之间的联结由系统自动实现, 当相邻的两个部件设计选型绘制图形完成后, 程序自动选用与两个部件相匹

配的形式将其联结起来;(5) 该系统具有实时编辑与修改功能,如果输入的数据不合适使图形畸变,可以直接在图形中修改数据,修改后的数据取代原数据存入系统中;(6) 标准图形库中的各部件的方案形式,可以进行修改、添加和删除,便于系统的发展与扩充;(7) 大大地缩短了设计周期和提高设计质量。

2 各模块设计参数

在进行涡扇、涡喷和涡轴发动机部件或总体结构方案设计时,需要输入发动机流道参数和支点的位置,其余的数据在系统内部实现。其流道参数的输入,对于涡扇、涡喷和涡轴发动机的进气部分按类型不同分别输入 4 个点或 6 个点的坐标(X, Y)值,如图 1(a), 1(b)所示。对于轴流式压气机和涡轮第 1 级需要输入 8 个点的 X 和 Y 坐标值,图 1(c)所示为压气机的级输入参数,图 1(d)为涡轮的级输入参数。轴承支点根据设计需要给出 X 和 Y 的坐标值。上述参数是通过数据文件输入的。对于压气机(包括风扇、高压低压气机)和涡轮(高低压涡轮)的级数由设计所决定,级数不限。如果输入的数据使得设计与绘制的部件图不合适,可交互式的实时进行修改,直到获得满意的结果为止。

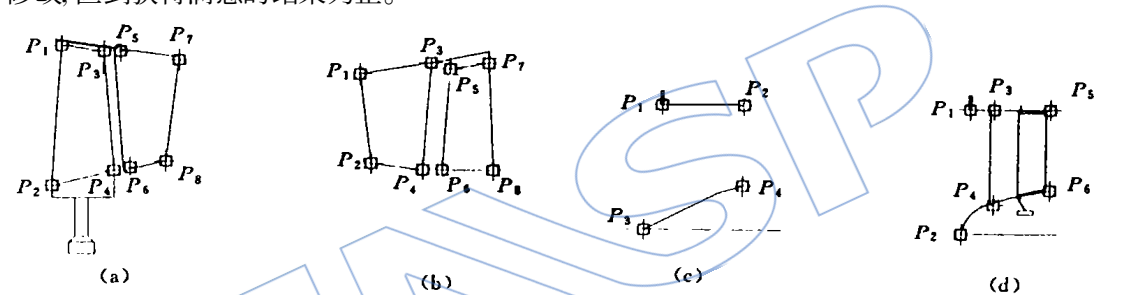


图 1 数据输入点的位置

(a) 轴流进气 4 点位置 (b) 轴流进气 6 点位置 (c) 轴流压气机输入点位置 (d) 涡轮输入点位置

Engine CAD 系统中发动机的各部件方案分类形式以图标菜单表达,各部件都有多种不同的类型供用户设计时选择,例如在 WSCAD 子系统中,进口部件有 3 种形式;压气机部件中风扇和低压压气机有 7 种形式;高压压气机有 3 种形式;燃烧室有 3 种形式;高压涡轮有 6 种形式;低压涡轮有 6 种形式;后轴承机匣有 2 种形式。在 WPCAD 子系统中,进口部件有 3 种形式;高、低压压气机各有 4 种形式;燃烧室分环形和环管形 2 种形式;高、低压涡轮各有 4 种形式;后轴承机匣有 2 种形式。在 WZCAD 子系统中,进口部件有 4 种形式;低

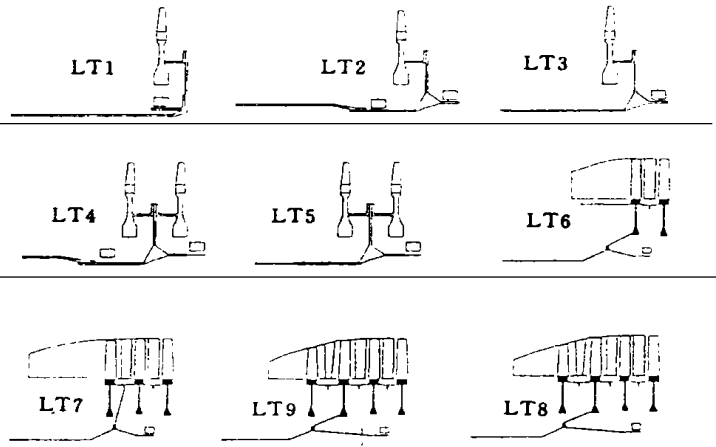


图 2 风扇发动机低压涡轮的形式

压气机有 7 种形式; 高压压气机有 2 种形式; 燃烧室有 3 种形式; 高压涡轮有 5 种形式; 低压涡轮只有 1 种形式; 自由涡轮有 9 种形式。图 2 所示为风扇发动机低压涡轮的 9 种形式。图形库中各部件的类型, 是在大量阅读国内外发动机的图纸, 对各种类型发动机结构进行分析研究的基础上, 通过简化、归类确定的^[3,4]。该系统满足了涡扇、涡喷、涡轴发动机结构方案设计的需要。图 3 所示用 WSCAD 子系统参数化绘制的涡扇发动机的多方案选择总体图。图 4 所示的参数化绘制的涡轴发动机多方案选择的总体图。

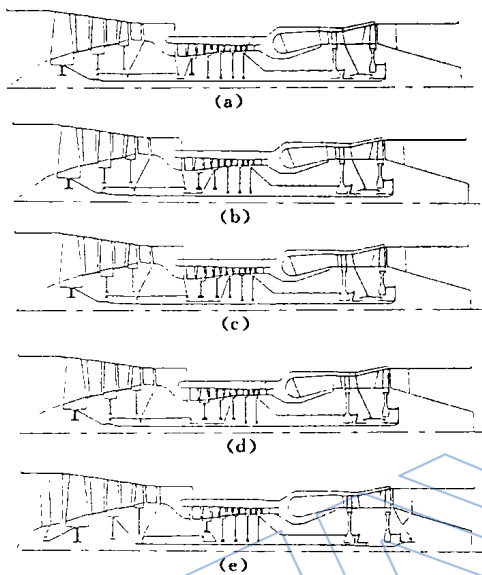


图 3 风扇发动机多方案总图

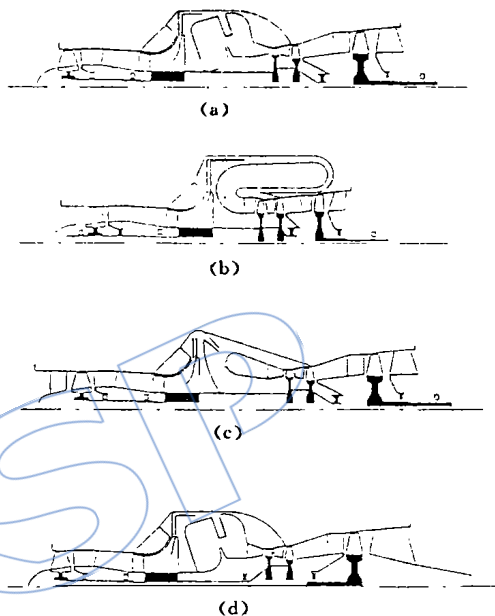


图 4 涡轴发动机多方案总图

Engine CAD 系统实现参数化绘制涡扇发动机、涡喷发动机、涡轴发动机的部件和总体方案图, 在发动机初始设计阶段实现高速度、高质量、高精度地完成涡扇、涡喷、涡轴发动机的多方案对比设计, 使设计者从诸多个方案中选择最优的方案, 大大地缩短设计周期, 节省大量的人力和物力。由此可以看出 Engine CAD 系统是航空发动机的预研、定型和改型设计中不可缺少的有用工具。

参 考 文 献

- 1 陈光主编. 航空燃气涡轮发动机结构设计. 北京: 北京航空学院出版社, 1988
- 2 Stricker J M, Norden C M. Computerized preliminary design of turbomachinery. ASME. 91. GT., 391
- 3 候志兴. 世界发动机手册. 北京: 航空工业出版社, 1987
- 4 陈光. 几种军用涡轮发动机结构设计分析. 燃气涡轮试验与研究, 1991

(责任编辑 魏星禄)