

航空发动机设计中采用 CAD 技术的研究^①

郭淑芬 贾 波

(北京航空航天大学动力系, 北京, 100083)

摘 要: 为了进一步加强 CAD (Computer Aided Design) 技术在航空发动机设计领域的应用, 主要介绍 AutoCAD 图形软件的辅助绘图、三维建模的功能及在航空发动机领域的一些应用。目的是在航空发动机设计领域推广及运用 CAD 技术改善发动机的设计方法。

主题词: 航空发动机, 发动机设计, 计算机辅助设计

分类号: V221.92

RESEARCH OF CAD TECHNOLOGY IN AEROENGINE DESIGN

Guo Shufen jia Bo

(Dept. of Jet Propulsion, Beijing Univ. of Aeronautics and Astronautics, Beijing, 100083)

Abstract: For further using CAD (Computer Aided Design) Technology in aeroengine design, This article describes the 3D modeling function of the AutoCAD and the AutoCAD designer's main function. This article also introduces the usage of AutoCAD designer in aeroengine design on purpose of popularizing CAD technology to improve the aeroengine design.

Subject terms: Aircraft engine, Engine design, Computer aided design

1 引 言

随着微型计算机的普及与相应软件的快速发展, CAD 技术已经得到广泛的发展及重视, 各行各业正在兴起一股应用与开发 CAD 技术的热潮。本文重点论述航空发动机设计领域中应如何进一步运用 CAD 技术。

2 实现航空发动机结构设计的微机 CAD 软件

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的一个在全球范围内应用极其广泛的图形软件, 它不仅具有二维辅助绘图的功能, 而且还具有强大的三维建模功能。随着它的版本不断升级, 目前应用在微机上的版本有 DOS 版及 Windows 版的 AutoCAD R12.0 C1、C2 版及 AutoCAD R13.0 的 C1、C2、C3、C4 版, 由于 AutoCAD 是一个开放性的图形系统, 它留有接口供各行各业用户开发以满足自己需求的软件, 因此在以 AutoCAD 为平台的二次开发用户很多、领域也极为广泛。同时 Autodesk 公司在其上推出了一系列的工具模块, 其中较为重要的是在 AutoCAD R11.0 上加载的三维建模工具 AutoCAD designer 1.0 及 AutoCAD designer 1.1 版, 另外还有在 AutoCAD R13.0 (Windows 版) 上加载的 desktop, 其中含有 AutoCAD designer

^① 收稿日期: 1998-10-08, 修回日期: 1998-12-25

2.0版的功能。AutoCAD Designer 是微机平台上第一个基于新一代 ACIS 技术的参数化特征实体造型软件,它能在草图基础上自动生成参数化实体模型,其构造方法简明而且直观。在勾画二维草图的时候,不必拘于精确的尺寸数据,以便能先着力于零部件的结构和功能设计,然后利用尺寸约束的机制来规整草图,也就是说它对草图具有模糊识别及其矫正的能力。Designer 按需要由三维特征实体自动生成各向二维视图及其全部尺寸标注,在任一视图中修改尺寸,均会自动更新特征实体的形状及物理属性,而对特征实体的修改也会自动反映给各向视图及其尺寸标注。在应用上,AutoCAD designer 1.1版的三维建模工具,它只能完成一般的标准三维曲面,即可通过二维曲线描述的三维曲面造型,对于特殊的三维空间曲面的建模,此版本做不到。但它的升级版本 AutoCAD designer 2.0具有这个功能。它完全可以完成比如汽车的外形建模,发动机中的变截面扭转叶片等三维曲面的建模造型。因此对于航空发动机这个领域,一旦在微机上选取了 AutoCAD,其关键就在于如何利用和开发适用于本领域的图形系统软件。

3 实现 CAD 技术在航空发动机设计中的应用与发展

首先,在二维辅助绘图方面。由于 AutoCAD 提供的绘图工具大多数不符合我国国家标准,另外还有一些制图工具不具备,比如图纸的工艺标注等,这样就要求用户去开发适用于自己需求的模块,并将它挂到 AutoCAD 中去,来完成这个标准的转换,同时用户也可以根据自己的产品的规格设计一些标准件来辅助绘图,对于航空产品有很多相似的零、部件来讲,进行此项工作尤为必要。对于开发的语言,可以采用 Autolisp 语言或 C 语言,对于 Windows 版的 AutoCAD 也可以利用 C++,而对于 Windows 版的 AutoCAD R13.0版的开发,如要用 C++,则必须选用 Visual C++2.1。利用 Autolisp 语言开发的程序运行速度慢,软件的安全性差,而 C 语言产生的程序速度快,安全性好,还可以对硬件进行访问。但编制程序要谨慎,由于 C 语言灵活,因此出错就有使系统崩溃的可能。对于开发语言的选择可根据用户的实际情况选取。

其次,在三维建模方面。这方面很重要,它可以贯彻到具体的设计过程中去,可以完成零部件的干涉、装配等重要功能。这一点在发动机的设计中表现极为突出,如果用户开发一个强度计算的接口,就可以将结构和强度连成一体进行优化。如果存在相应的硬件设备(如数控机床等),就可以完成 CAM 的技术与工作。

在发动机零部件的设计过程中,由于空间有限,许多地方看不见,摸不着,这就可以充分利用 AutoCAD designer 进行三维建模,使零部件的真实形状体现在计算机的屏幕上,这样进行的设计、修改就有针对性,把看不见的转化为看得见的,而且还可以进行干涉检查、重量估算等。

在发动机的总体安排上,有许多工作是为了检查干涉及空间的情况安排分布。比如航空发动机的中央传动齿轮及附件机匣的设计,这些设计按传统的方法,首先进行尺寸链的计算,对于较复杂的附件机匣,它的尺寸链计算也是相当困难,而且由于尺寸繁多,也极易出错,它的设计无疑是极其艰难的。然而利用 CAD 技术,就会为设计提供极大的方便,利用 designer 进行实体建模设计,这样就可以减少绝大多数的尺寸链计算,针对具体的模型进行设计,把内部许多看不见的地方,转化为看得见的。这样就减少了许多不必要的错误发生。发动机的外部设计,包括它的附件安排,管路分布情况。按常规的设计方法是先做一个1:1的金属样机,然

后人工的在样机上安排附件,排定管路,这种方法虽然可行实用,但周期长,资金占用巨大,在同飞机协调的过程中,此样机要进行不断的修改、变动,多次在飞机上装卸,而每次的变动或装卸或多或少要占用一定的人力、物力,有时会有较大的反复。尤其突出的是,发动机在飞机上安装,有许多地方看不见、摸不着,它的间隙控制是很难做到的。有时由于一次的干涉,它反复的工作量会很大,甚至会导致附件的重新分布。在这种情况下,CAD 的技术的优势,体现得更为突出。此时可以利用建模工具做一个真实的发动机外形,将附件的模型在计算机内部进行分布安排,干涉的地方明确的查出。在同飞机协调中,虽需多次反复,但只要在中按协调的方案反复落实、检查即可。免除了生产样机及后来的反复修改的工作。如将飞机的发动机仓外廓在计算机中建立起来,这样就可以进行发动机在飞机中的试装,一方面可以检查间隙是否合适,另一方面也可以检查协调的结果及产生干涉的情况,以便采取相应的措施。这些就是 CAD 技术的优点,利用它一方面可以节省大量的劳动,提高设计质量,缩短设计周期。另一方面,它可以做到一些很难人工做到的事情,比如在看不见摸不着的地方的间隙控制情况等。AutoCAD designer 完全具备了这个功能。以上所举的例子只是在航空发动机设计过程中的一个很小的部分,如能充分的利用这种建模工具,并进行适当的开发,它的优势在航空发动机的设计中将体现得更加完善。发动机的设计,在利用 CAD 的技术下,将更加可靠。

4 结束语

通过上面的简单叙述,只是对 AutoCAD 及 AutoCAD Designer 在航空发动机领域内的开发、利用加以说明。AutoCAD Designer 是目前在微机上实现三维建模的一个较好的图形软件,在工作站上已经存在大量的三维建模与辅助绘图的实用图形软件,但由于需求的不同以及性能价格比的选择,用户有不同的决定。也可以将工作站与微机协调起来,充分利用资源。为了进一步的推广在航空发动机上运用 CAD 的技术,使 CAD 在航空发动机设计的各个方面充分发挥作用,本文主要叙述 CAD 技术在航空发动机领域一个应用较好的图形软件,以作为工作站不足的一个必要的补充。

参 考 文 献

- 1 郭淑芬.新编 AutoCAD 12.0用户实用指南.北京:科学出版社,1995.
- 2 方 铁.AutoCAD C 语言高级编程.北京:清华大学出版社,1995.
- 3 林龙震.AutoCAD R11窗口设计技巧与 ADS 程序设计参考.北京:清华大学出版社,1994.
- 4 甘 持,孙 清.AutoCAD 编程技巧与实例.北京:学苑出版社,1994.