

文章编号 1004-924X(2005)增-0021-04

光学镜头结构智能化设计系统

杨近松, 胡 君

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘要:开发了光学镜头结构智能化设计系统,以黑盒构件技术为主导设计思想,采用 VC++ 语言自主开发了光学设计软件和机械设计软件,利用 AutoCAD/ AutoIS 系统提供的接口函数,实现光学、机械设计软件和 AutoCAD/ AutoIS 系统的集成与链接,应用多数据库通信技术实现系统各数据表间的数据通信。通过系统自动完成的设计实例验证系统的有效性,该系统的开发实现了光学镜头结构的参数化、自动化和智能化的系统集成设计目标。

关键词:光学镜头;结构;智能化设计;系统集成

中图分类号: TB851; TP391.72 **文献标识码:** A

Development of intellectualized design system for structural design of optical lens

YANG Jin-song, HU Jun

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: Intellectualized design system for structural design of optical lens is developed, which achieves the integration of optical and structural design software. Mainly based on black box component method, the development of optical and structural design software is completed using VC++ language. The integration and link of software and AutoCAD/ AutoIS is realized through exploitation of interface function provided by AutoCAD/ AutoIS. By using the multiple data base transmission technology, the data transmission between data tables is achieved. A design experiment is given to test the effectivity of such a system. The development of this system realized parametrization, automatization, intellectualization of the structure of optical lenses.

Key words: optical lens; structure; intellectualized design; systemic integration

1 引言

在传统的光学镜头结构设计过程中,光学设计和机械设计是分两阶段独立进行的,由于两阶

段设计分属不同的学科,以至于在二者交接过程中涉及的问题较多,造成设计更改困难和设计周期延长。随着以计算机技术为主的现代化设计手段日益发展,计算机辅助光学设计(CAOD)和计算机辅助机械设计(CAMD)软件已在各自领域得

收稿日期:2005-07-20;修订日期:2005-09-15.

到广泛应用^[1-2],但可以将二者集成在一起的光学镜头结构智能化设计软件还未有技术先例。从产品生产制造的角度出发,如何解决光学镜头结构的设计与设计、设计与工艺之间的技术通讯问题,以实现产品的智能化设计是目前光学仪器结构设计领域亟需解决的关键技术。

本文研究的光学镜头结构智能化设计系统,是应用数据库技术、专家系统等设计方法将光学设计系统与机械设计系统集成在一起的镜头结构智能化设计软件,做到了只需提供光学设计参数及性能要求,即可实现某种镜头结构的形式选取、图纸设计、加工工艺、三维显示等一系列任务,真正实现了光学镜头结构的参数化、自动化和智能化的系统集成设计目标。

2 系统工作方法及设计原理

2.1 系统工作方法

光学镜头结构设计首先由光学设计人员通过应用 CAOD 系统,输入光学系统初始参数,计算光学系统中各个镜面的位置,并通过计算光学系统像差,进行优化处理、像质评价等,至此完成光学设计与计算^[3];再由机械设计人员根据光学设计要求,在 CAMD 系统中选取光学系统形式,并输入光学设计参数,计算绘制镜头结构零部件图;最后应用计算机辅助工艺软件(CAPP)完成工艺处理^[4]。在具体设计和绘图的过程中,可对运动部件进行干涉分析等工作,并进行必要的修改以完成整个镜头结构的图纸绘制,或生成镜头数控加工代码数据。

2.2 系统设计原理

系统由 4 个设计软件和 6 种数据库表构成,设计软件分别是:光学设计软件(CAOD)、机械设计软件(CAMD)、AutoCAD(Autodesk 公司的二维机械计算机辅助设计软件)、AutoIS(Autodesk 公司的三维机械计算机辅助设计软件)。各设计软件受控于系统并对数据表库进行操作,以获取所需的数据或向其他模块提供数据^[5-6]。数据库包括国内外无色玻璃数据表、系统参数表、光学参数表、光学系统形式表、参数化程序模块表和零部件、装配图数据表等,其中核心部分是参数化程序模块数据表库的生成,该部分数据的生成需要经过结构几何图形确定、图形参数化公式、程序设

计、数据生成及动态链接库链接等阶段,最终形成程序模块数据表库。

3 多数据库技术应用

系统中需要建立的数据库包括:光学材料、光学系统参数、光学设计参数、结构材料、光学系统形式图形、几何元素的公共函数、零部件数学模型程序、二维加工图纸、三维加工图纸和三维数控机床加工的专用数据库等,这些数据库能为多个用户共享,与应用程序彼此独立。

3.1 基础数据库

(1) 光学玻璃数据库

光学玻璃数据库是根据光学镜头结构需要的材料类型关系建立起来的,需要存储的主要数据和参数有:玻璃牌号、玻璃质量范围、玻璃的光学性能、玻璃热学性能、机械性能和化学稳定性等,根据系统需求设计数据存储结构。在系统的光学设计过程中,通过光学设计软件控制光学玻璃表,随时选取所需的玻璃牌号,玻璃牌号一旦确定,在以后的机械设计中不得更改。

(2) 系统参数与光学参数数据库

系统参数和光学参数分别是不同的数据表,根据光学镜头的种类设计数据结构和结构关系。数据表受光学设计和机械设计软件模块的控制,光学设计软件完成数据表内容的注入和修改,机械设计软件完成对数据表数据的读取。每一种光学镜头分别对应一组系统参数和光学参数数据表。

(3) 光学镜头结构材料数据库

光学镜头结构材料数据库是设计光学镜头结构必不可少的数据参考资料,供设计人员在设计过程中随时查阅。本系统构造了光学镜头材料数据库,通过查找关键字选取镜头所需材料,内容包括金属材料的名称、代号、牌号、化学成分、主要成分、主要元素、杂质含量、力学性能和机械性能等。

3.2 光学系统形式模型库

光学系统形式模型库是光学镜头结构智能化设计关键部分,它的数据量与系统所选取的光学镜头种类的多少有直接的关系,数据表用 E-R(实体关系)图来描述,属于关系数据库,最终存储的数据记录并不是数值数据,而是代表不同形式的模型图。模型库由光学镜头设计人员根据系统的

需要,通过特征参数选取和确定,其主要内容包括光学玻璃的凸凹形状、尺寸、片数和及不同组合的形象图,设计者选定系统形式后,通过系统软件控制选取其它参数,可自动转到相应的结构设计程序完成光学镜头结构设计。

3.3 参数化公式模块库

在实现光学镜头结构智能化设计过程中,通过对不同类型光学镜头结构的零部件模型进行几何理论分析,形成参数化的数学公式,再结合专家的设计经验完成程序开发。参数化公式模块数据库是由公用函数、零部件图形参数化函数库组成的。

(1) 公用函数库

为了压缩机械零部件及装配图程序数据库记录的容量,减少结构设计程序的长度,根据系统所涉及的图型、图型元素和应用频率,建立 2 种类型的系统公共函数库:

a. 绘图所需的基本实体库,主要包括点、线、圆、圆弧的函数等;

b. 符合国家标准的尺寸标注、形位公差标注和表面粗糙度标注等函数。

这些数据应用频率高,图形和数据简单,以动态链接库的形式为系统各独立程序模块所共享。

(2) 零部件图形参数化函数库

根据光学镜头专家实际设计经验,依据光学设计对镜头的基本要求完成对零部件设计的理论分析,包括零部件尺寸设计、精度、几何形状、在装配图中所处位置的确定等,并把所有图形参数化的公式开发成计算机程序。数据表含多层不同形式的结构和关系,是用 E-R 图描述的,但最终的结构数据是程序文件。

3.4 产品数据库

产品数据表是由最终的加工图纸、演示立体产品结构图或数控加工产品代码所组成的数据,但并不全是数值数据,一部分数据是由电子版图纸、立体图形或数控加工命令及参数等组成的。

(1) 零部件图数据库

用于存储系统完成的各种结构零部件图形数据。所存数据是以 AutoCAD/ AutoIS 的图形格式存在,因此可利用 AutoCAD/ AutoIS 系统的全部编辑功能,对图形进行编辑修改,达到设计要求后再存入数据表。如果是应用 AutoIS 设计的三维图产品,需要在普通机床加工产品,还需应用专

门的三维图转换二维图软件完成转换工作后,由绘图仪或打印机输出工作图样。

(2) 三维零部件加工数据库

用于存储系统完成的各种三维结构零部件图的数控加工数据,以备数控机进行自动加工,主要为加工的命令和控制自动加工产品的数据等。

4 系统设计的具体实现

在光学镜头结构智能化设计系统的程序设计中,以黑盒构件技术(基于面向对象的,以嵌入后马上可以使用的即插即用型软构件概念为中心)为主导设计思想,采用 VC++ 语言自主开发了光学设计软件和机械设计软件,并利用 AutoCAD/ AutoIS 系统提供的接口函数,实现光学、机械设计软件和 AutoCAD/ AutoIS 系统的集成与链接,通过应用多数据库的通信技术实现各数据表间的数据通信。

(1) 零部件图形的参数化公式自动生成程序

根据几何模型的理论分析给出零部件图形的参数化公式,应用 VC++ 语言编制了以零部件为单元的图形参数化程序,并以 DXF 文件的数据格式存储到零部件图数据库中。原则上每一个光学镜头应为一个数据库,但有时由于部分结构相同,也会通过实体链接到其它光学镜头数据库中,从而实现共享。

(2) 可视化的系统管理程序

主要包括两大部分:一是可视化的系统管理软件,应用 VC++ 语言和 Windows 函数功能编制了人机交互程序,可以输入光学系统几何参数,也可以读出系统参数、光学参数和数据库中存储的数据,非常方便;二是对光学系统形式模型库的可视化操作,当选取所需的光学系统形式时,程序会根据给定的参数,从光学系统形式图链接到零部件图形参数化函数中。

(3) 嵌入式的程序结构

机械结构设计软件采用构件技术,分别嵌入到美国 Autodesk 公司的 AutoCAD 或 AutoIS 软件系统中,即利用 AutoCAD/ AutoIS 提供的软件接口,通过修改 AutoCAD/ AutoIS 的菜单文件,把一部分可执行程序嵌入到 AutoCAD/ AutoIS 系统中,应用 AutoCAD/ AutoIS 绘图、编辑功能,

实现对零部件和装配图的编辑、输出等。

(4) 多类型的数据库与多模块的集成技术应用程序

a. 应用 VC++ 语言开发了光学设计、变焦设计、像质评价、视图控制、零部件参数化函数和系统管理等多个独立功能模块, 这些模块由系统统一管理, 通过读写有序的数据库进行通讯, 形成光学镜头结构智能化设计主体程序。

b. 应用 Windows 函数的功能, 把国内外系统光学设计软件(构件)、自主开发系统软件(光学、机械设计)、国内外二维 CAD、三维 CAD 系统应用黑盒构件技术集成与组成在一起, 形成光学镜头结构设计构架与嵌套相结合的系统结构。

5 设计实例

图 1 是一个由系统自动设计的电视摄像机变焦距光学镜头结构实例, 是在建立了几何模型并给出经验设计公式及参数化后, 通过系统操作自动生成的光学镜头结构装配图。由该设计实例加工装配的镜头已通过验收并交付用户使用。

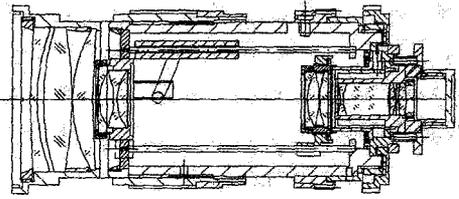


图 1 电视变焦距镜头结构

Fig. 1 Mechanical construction of the TV zoom lens

6 结束语

光学镜头结构智能化设计系统应用数据库技术、专家系统等智能化设计理论和方法, 采用光学与机械系统集成的结构设计的方法完成镜头结构设计, 加快了设计速度, 节省了人才资源, 提高劳动效率, 降低了成本, 使光学镜头结构设计逐步形成数字化、参数化、自动化和智能化的系统集成设计目标。实际上, 这种采用多数据库通信技术实现多学科、跨领域的智能化集成设计方法, 不仅仅可在光学镜头的设计范围内应用, 在一些光学仪器、传统的专用设备、专用仪器和仪表的设计和制造中, 也将会有广泛的应用价值。

参考文献:

- [1] 孙国良, 翁志成, 施卫芙. 如何在 IBM PC 微机上进行计算机辅助光学设计[J]. 光学机械, 1987(4/5): 11-193.
SUN GL, WENG ZH CH, SHI W F. Computer aided optical design (CAOD) with IBM-PC [J]. *Optics and Mechanics*, 1987(4/5): 11-193. (in Chinese)
- [2] 杨劲松. 光学镜头机械结构参数化设计系统开发[J]. 光学精密工程, 1999, 7(6): 6-9.
YANG J S. A parameter design system for mechanical structure of optical lens [J]. *Optics and Precision Engineering*, 1999, 7(6): 6-9. (in Chinese)
- [3] 林大键. 工程光学系统设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1987.
LIN D J. *Engineering optics system design* [M]. Beijing: Mechanic Industry Press, 1987. (in Chinese)
- [4] 胡君, 杨近松, 孙辉. 光学镜头光学机械一体化 CAD 软件设计[J]. 光学精密工程, 2002, 10(3): 307-312.
HU J, YANG J S, SUN H. Intergrative unitization of optical and mechanical design based on optical lens CAD software system [J]. *Optics and Precision Engineering*, 2002, 10(3): 307-312. (in Chinese)
- [5] 孙宏昌. Oracle 应用系统开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
SUN H CH. *Oracle application system development* [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2000. (in Chinese)
- [6] 欧阳为民, 郑诚, 蔡庆生. 数据库中加权关联规则的发现[J]. 软件学报, 2001, (4): 612-619.
OU YANG W M, ZHENG CH, CAI Q SH. Discovery of weighted association rules in databases [J]. *Journal of Software*, 2001, (4): 612-619. (in Chinese)

作者简介: 杨近松(1969 -), 男, 吉林长春人, 1995年毕业于长春光学精密机械研究所研究生部, 获硕士学位, 现在长春光学精密机械与物理研究所从事光机结构 CAD/CAE 技术工作。E-mail: yangjs@ciomp.ac.cn