

编码器结构设计CAD软件系统的开发

刘 纪 元

摘要 介绍了空心轴编码器结构设计CAD软件系统的主要功能和设计方法;探讨了三维实体模型的建模方法和三维实体模型向二维平面图形的转换等问题;编制了空心轴编码器参数化设计程序。

关键词: 编码器; 软件系统; 实体模型参数化设计

一、前 言

CAD技术发展到今天,人们已不能满足于只用它来进行计算、存贮数据和作简单的几何图形了。而是要最大限度地利用它的优点代替或辅助人的劳动,尤其是那些繁琐、复杂、重复性的劳动。而解决这些问题,正是计算机的长处,也是CAD技术要解决的主要问题。

编码器是一种用来测量镜头旋转角度的仪器,在光学系统中应用非常普遍。传统的编码器结构设计是通过用户给定的编码器外径和测量精度来确定编码器构件的各部分尺寸,然后画出其机械图。通过研究我们发现,编码器在不同的光学仪器中不仅作用基本相同,而且其结构也大同小异,尤其是对于系列化的编码器,用传统的设计方法设计不仅工期长,重复率高,而且设计精度和质量较低。因此,采用CAD方法进行编码器设计便可以避免上述问题。为此,我们开发了编码器结构设计CAD软件系统,对编码器系列化CAD方法做了有益的尝试。

编码器结构设计CAD软件系统是在Apollo工作站上,利用美国引进软件S7k用FORTRAN语言开发的,它包括以下五个功能:

1. 建立编码器数学模型。将编码器零部件分类、建库、并参数化,使各零件之间尺寸具有一定函数关系,从而建立编码器整体的数学模型。
2. 建立编码器几何模型。运用实体几何构造法,建立参数化实体的Dimension List和Position List,然后将各零件组合为一个整体,显示出编码器装配关系实体模型图。
3. 显示编码器实体的几何及物理信息,如质量、体积、质心位置、转动惯量等,再根据这些信息确定是否修改模型。
4. 完成编码器的实体模型装配图。各种零件实体模型生成后,在屏幕上将其装配成一个完整的部件图,并表示其装配关系。
5. 完成实体模型向二维平面图的转换。主要通过实体模型的“切面功能”,生成切面图,然后加以补充成为二维平面图,进而生成工程图纸。

二、几何造型方法

几何造型主要有两种方法:一是由基本的三维体素(长方体、圆柱、圆锥、球、楔等)经

布尔运算生成实体，这种方法叫做实体几何构造法（简称 CSG 法）；二是由边界定义的二维断面扫描生成实体的方法，这种方法叫做边界表达法（简称 B-R 法）。这两种方法都可以提供零件设计所需的各种数据，可清楚地定义物体的几何和容积特性，可成为零件进一步设计、分析的数据基础。

1. CSG 法

CSG 法的基础是基本体素和布尔运算。

2. B-R 法

B-R 法就是通过几何体的特征边界经扫描变换生成实体的方法，扫描变换有三种：旋转变换、拉伸变换、复合变换。

这里，我们可将零件实体分为两种：一种是旋转体，它在空间坐标系中的参数方程为：

$$\begin{cases} x = x(t) \cos \theta & (t < n - 1, n \text{ 为自由线段数}) \\ y = x(t) \sin \theta & (0 < \theta < 2\pi) \\ z = z(t) \end{cases}$$

其中： $x(t) = x_i(x - i + 1), i - 1 < t < i, 1 < i < n$

$z(t) = z_i(t - i + 1), i - 1 < t < i, 1 < i < n$

其中： $x_i(t - i + 1), z_i(t - i + 1)$ 是第 i 段的自由曲线参数方程（如图 1）。

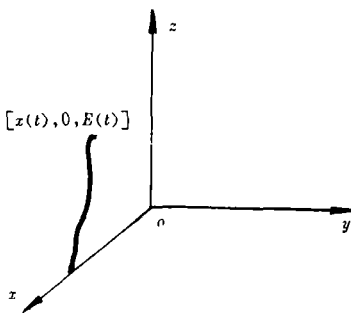


图 1

第二种是拉伸体，在空间坐标系中拉伸体参数方程为：

$$\begin{cases} x(t, s) = x_i(t) + x_s(s) \frac{z_i'(t)}{\sqrt{x_i'^2(t) + z_i'^2(t)}} \\ y(t, s) = y_s(s) \\ z(t, s) = z_i(t) - x_s(s) \frac{x_i'(t)}{\sqrt{x_i'^2(t) + z_i'^2(t)}} \end{cases}$$

比如下面一个特征截面（如图 2）。

经旋转变换后变为旋转体（如图 3）。



图 2

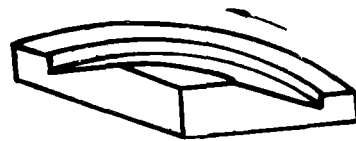


图 3

经拉伸变换后变为拉伸体（如图 4）。

经复合变换后变为复合拉伸体（如图 5）。

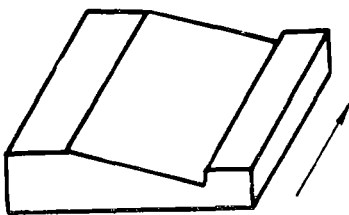


图 4

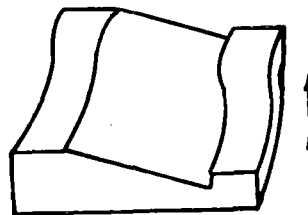


图 5

三、实体模型向二维平面图转换的图形学原理

零件的实体模型生成后，就要将其转换为二维平面图形，以生成工程图纸。

机械设计图通常都是应用三面投影方法形成三面视图，以表达机件形体，图6表示物体与三个投影面（V, H, W）的相对位置关系，为与机械制图的习惯一致，取V面与H面交线为x轴，向左为正，立轴代表y坐标

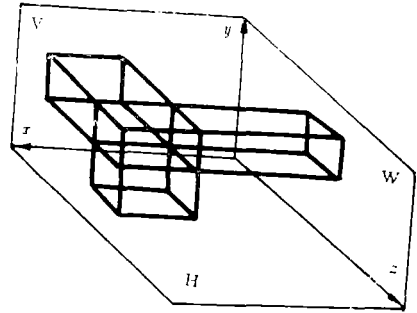


图 6

(1) 正面投影

点在V面上投影的坐标变换为：

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [x y 0 1]$$

(2) 水平投影

点在H面上的投影，其坐标变换为：

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [x 0 z 1]$$

(3) 侧面投影

点在W面上的投影，其坐标变换为：

$$[x' y' z' 1] = [x y z 1] \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [0 y z 1]$$

一个点经过上述变换后，还没有构成一幅机械图样上的三视图，因为三个投影还分别在相互垂直的坐标平面上，因此要将水平投影和侧投影旋转至与V面同一平面内，即使三维图形变为二维图形。

水平投影绕x轴旋转90°，使其与V面在同一平面内，形成俯视图：

其坐标变换为：

$$[x' y' z' 1] = [x 0 z 1] \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 90^\circ & \sin 90^\circ & 0 \\ 0 & -\sin 90^\circ & \cos 90^\circ & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [x -z 0 1]$$

侧面投影绕y轴旋转90°，使其与V面在同一平面内，形成左侧视图：

其坐标变换为:

$$[x' y' z' 1] = [0 y z 1] \begin{pmatrix} -\cos(-90^\circ) & 0 & -\sin(-90^\circ) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin(-90^\circ) & 0 & \cos(-90^\circ) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = [-z y 0 1]$$

四、编码器CAD软件系统程序的编制

1. UAPPL-AI主程序的编制

空心轴编码器的UAPPL主程序具有以下功能

- (1) 显示空心轴编码器CAD软件系统刊头。
- (2) 给出编码器输入参数窗口。
- (3) 显示各零件实体模型参数设计菜单，并调用各用户子程序。
- (4) 实现二维平面图形的装配，并完善装配图纸。
- (5) 实现实体模型的装配，并显示出编码器实体模型装配关系图。

下面是编码器CAD软件系统UAPPL主程序框图7。

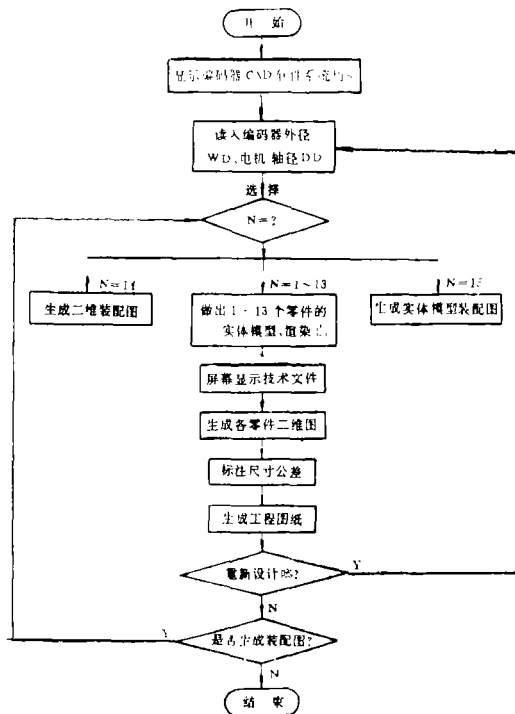


图 7

2. 编码器CAD软件系统各子程序的编制:

本系统对空心轴编码器中十三种零件进行了参数化设计，编制了应用子程序。这些子程序主要有以下功能:

- (1) 参数输入
- (2) 建立实体模型

- (3) 实体模型渲染。
- (4) 显示零件技术文件。
- (5) 实体模型向二维平面图的转换
- (6) 形成完整的工程图纸。

下面是子程序框图 8

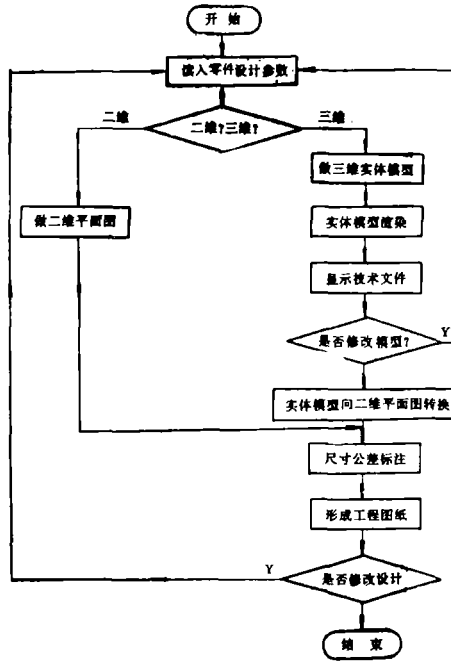


图 8

五、编码器CAD结构设计软件系统设计实例

1. 进入设计状态

通过S7k Switch file进入 S7k 状态后，在主菜单下打5. 10. 1，程序可自动出现本软件系统刊头（如图 9）。

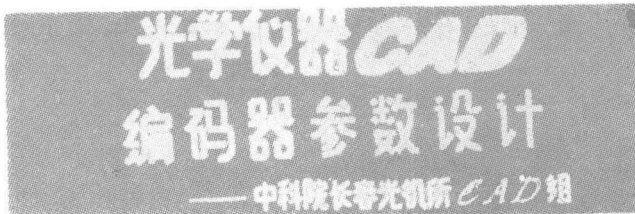


图 9

2. 各零件的设计

若要设计基座，则待屏幕上出现各零件菜单时，键入基座所对应数字，便进入基座设计状态，屏幕上给出基座的参数输入表和参数设计样图（如图10）。

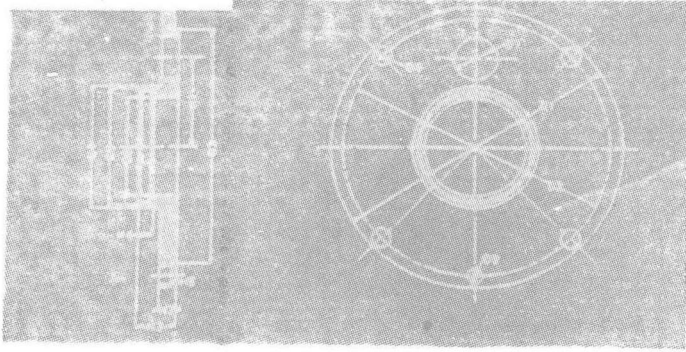


图 10

设定原点后，可做出基座实体模型线框图（如图11）。

若要得到真实感图形，则可对线框图进行渲染，渲染后的基座实体图（如图12）。

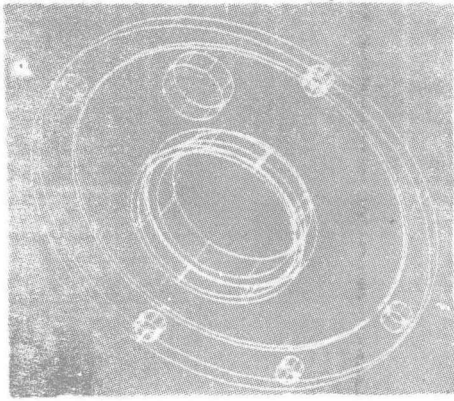


图 11

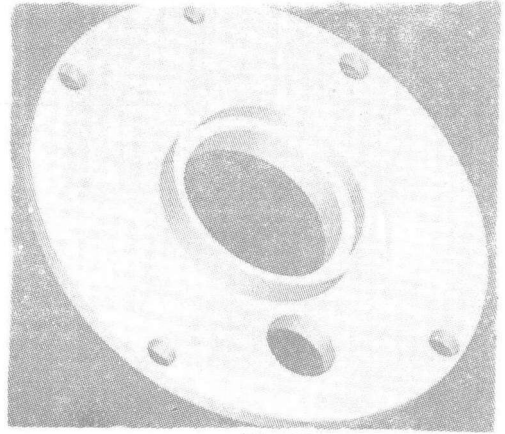


图 12

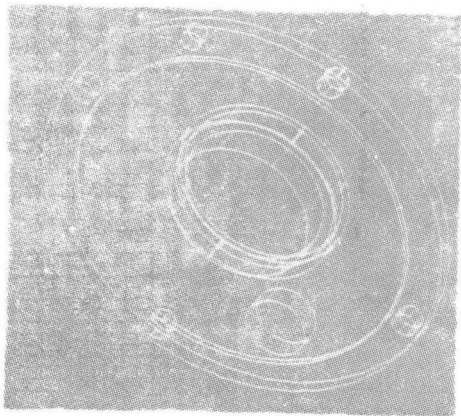


图 13

若要得到基座的技术文件，则可通过交互方式在屏幕上显示出技术文件：（如图13）

若要得到二维平面图，计算机自动对实体模型进行投影变换，并标注尺寸及公差，加图框等，成为完整的零件图14。

3. 二维及实体模型装配图

二维平面装配图（如图15）。

实体模型装配关系图（如图16）。

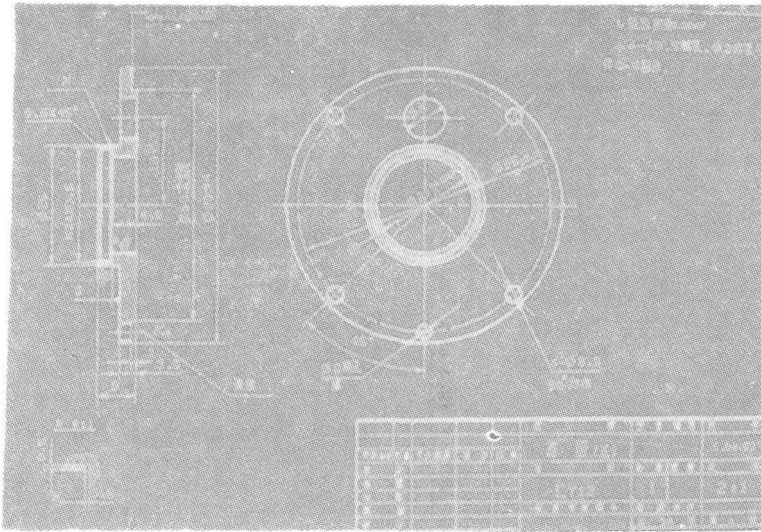


图 14

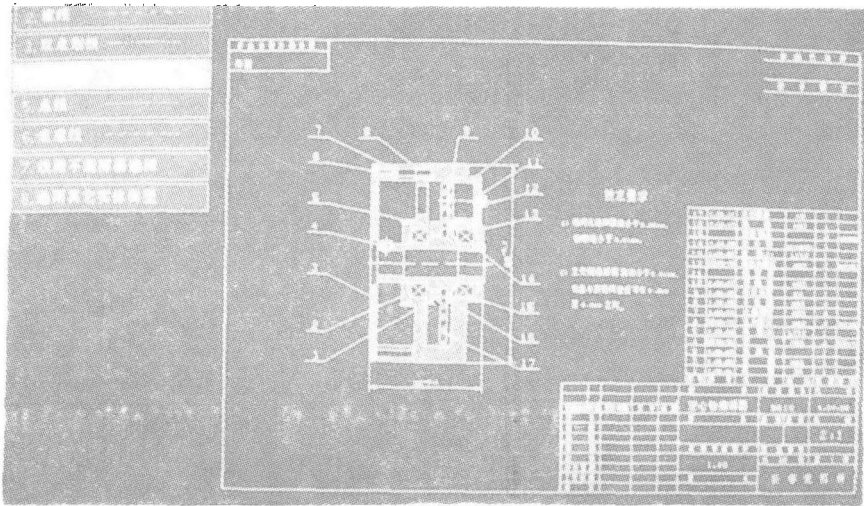


图 15

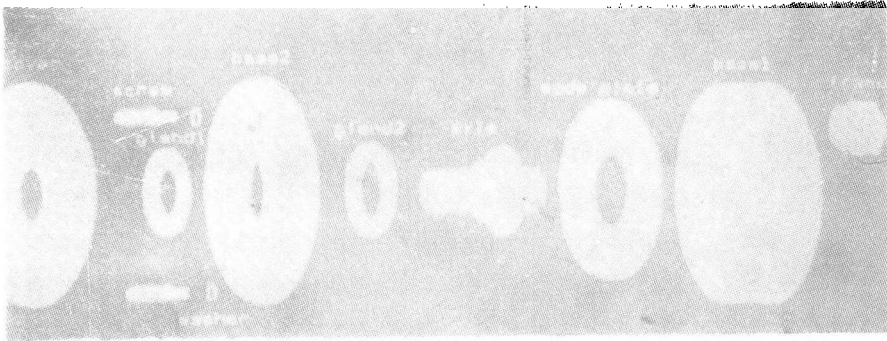


图 16

六、结 束 语

编码器结构设计 CAD 软件系统是为了结合我所工程实际而开发的应用软件,它克服了传统设计中的缺点,发挥了 CAD 的优越性,提高了编码器的设计效率和设计质量,本软件的开发是将 CAD 运用于实际工程项目的一次有益的尝试,随着软件的进一步扩充和完善,必将在实际工作中发挥巨大的作用。

参 考 文 献

- [1] 高见铁朗; 机械设计 35 No. 7 June, (1991)
- [2] M. Wood et al.; Machine Design 12 No.4 July, (1988)
- [3] S. Smith; Machine Design 11 No. 2 July 10, 1988
- [4] 黄少昌、曹为宁、童秉枢等编;《计算机辅助机械设计技术基础》,清华大学出版社, 1986.
- [5] 任庆华, 光学机械, No.3. 1989

The Development of Optical Instrument CAD Software System Used for Encoder Construction Design

Liu Jiyuan

Abstract

In this paper, the primary functions of Hollow Axis Encoder CAD software system and the design method are presented. The way of creation of solid modeling and the translation from 3D model into 2D drawing are researched. The Hollow Axis Encoder programs for parametric design have been compiled.

Key words: Encoder, Solid Modeling, Parametric Design