

# 盘波发生器谐波传动系列的 智能化绘图软件系统

吴一辉 何惠阳 谢金瑞

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春130022)

**摘要** 概要介绍了系统的设计思想、总体结构功能,详细阐述了建模及智能绘图软件系统的编制方法,具体介绍了其数据库及汉字库的建库和使用方法。

**关键词:** 盘; 谐波传动; 绘图软件

## 1 前言

盘波发生器谐波齿轮传动,因转动惯量小,承载能力大而得到了日益广泛的应用。本文以盘波发生器谐波齿轮传动的啮合理论和啮合分析的结果为依据,在总结长春光机所多年来的设计经验,归纳大量国内外谐波传动产品系列的基础上,建立了该传动智能化设计的数学模型;首次编制了该传动系列的智能化绘图软件系统(PHDCAD)。在该软件系统的编制过程中,解决了建模运算、子结构参数调用、视图的自动生成、剖面线的自动绘制、尺寸线的自动标注等问题;同时还建立了相应的数据库、图形库和工程符号库。

该软件系统可在 IBM-PC/AT、286、386 及其他兼容机上运行。

## 2 PHDCAD 软件系统的设计思想、总体结构及功能

### 2.1 设计思想

该软件系统的研制基于以下几点:

- (1) PHDCAD 应具有直观的图形人机会话功能、图形显示功能和容错、修改功能;
- (2) 相关数据应用数据文件自动传递,以减少参数的人为输入,保证装配关系准确;
- (3) 为节省内存,便于修改,总装图应采用组合图形块的方法完成;
- (4) 为节省时间,绘图过程中,应可同时运行 DOS 命令及其他可执行文件;
- (5) 应考虑其通用性,对相应功能块稍作修改便可用于其他类型的谐波传动系列。

### 2.2 总体结构及功能

PHDCAD 是以 Auto CAD10.0 为基本支撑软件,采用 FORTRAN77 和 Auto USP 语言编写的。Auto USP 是一种将 USP 的基本函数与 Auto CAD 的绘图命令结合在一起的语言,它不

仅具有人工智能的部分也具有绘图功能，该软件系统的总体结构和层次关系如图1所示。

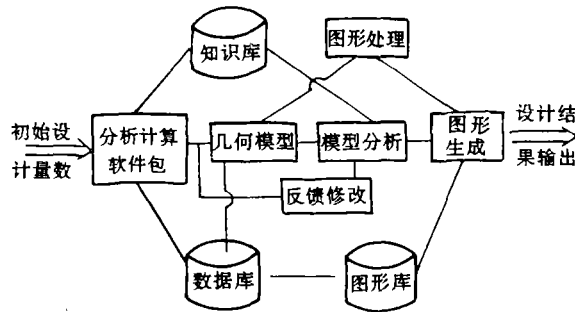


图1

其特点是整个软件包是一个有机的整体，各功能模块通过主控程序相互连接，并利用命令文件及菜单驱动方式把该传动设计的全过程紧密地联系在一起，各功能块均可独立扩展。利用该软件系统可同时完成该传动系列从分析计算直至二维工程图绘制的过程。

### 3 建模的依据和方法

盘波发生器谐波传动构件不多，但运动关系较复杂。为此，我们首先建立了该传动的啮合理论及啮合分析方法，编制了该传动的啮合分析软件，利用该软件便可得出刚轮、柔轮和变形波发生器的一些重要参数<sup>[1]</sup>，除此之外，再把与该传动有关的强度和刚度条件，我所多年的设计经验及从国内外大量产品系列中归纳出的规律用知识的形式进行描述。在问题的求解过程中，借鉴了人工智能方法中的正向推理、反向推理和回溯策略等，使知识的判断与数据的获取等过程同时进行，确保其运动及啮合关系的准确性，图2是按上述理论和方法来确定发生器组件各尺寸过程的框图，其它构件各尺寸的确定方法与之相似，通过数据库进行数据选取传输，便可依次得出各构件的尺寸。

## 4 PHDCAD 软件系统的开发与编制

### 4.1 数据库的建立

PHDCAD 是以工程数据库为核心的集成系统。由于该传动涉及到的数据类型多、规律性差且微机的内存容量有限，若使用通用数据库系统将占用大量的内存，使操作效率降低，因此我们利用 Auto USP 语言建立了适用谐波传动设计特点的数据系统，包括：(1) 经设计计算和啮合性能分析所得出的与啮合参数及结构参数有关的数据；(2) 各零件的相关尺寸数据；(3) 与标准件有关的数据。

前两类数据由于数据量小，且大都与特定的构件顺序相关，所以通过在原程序中建立相应的数据文件来实现数据的更新和传递。对第三类数据，建库的关键不是数据文件本身，而是它们的结构、数据的自动查询和传输方式。本文利用 Auto USP 语言多通道条件转移的语言功能，把一种标准件编制成一个单独的数据文件，即可自动查得有关的各个尺寸。

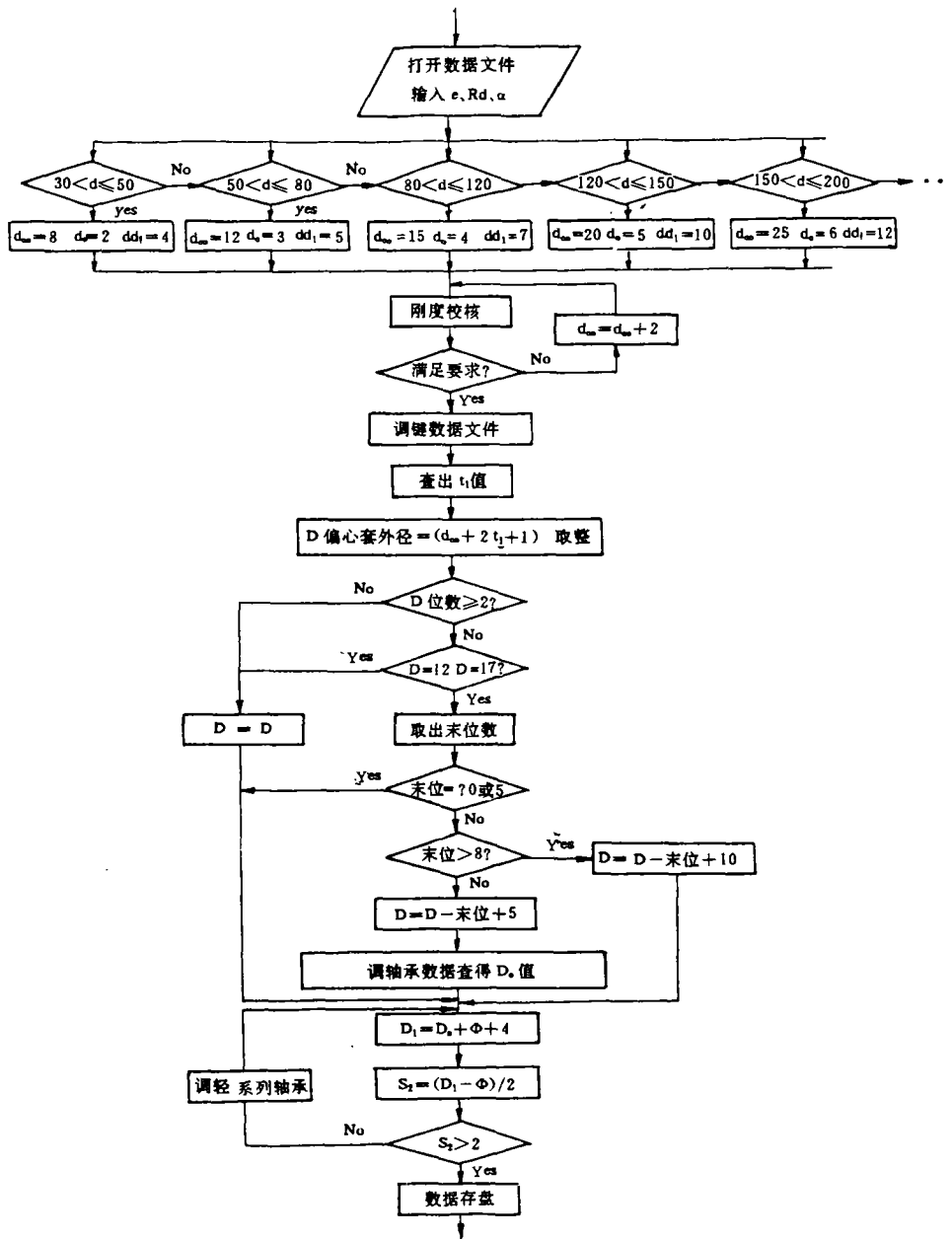


图2 确定发电机各尺寸框图

对于有规律的数据则按照某种规律编成单独的数据文件，并按其规律编一个小的数据查询程序，在绘图过程中调出便得出要查询的数据。如图5，即是轴承的数据查找流程图。

该数据库的显著特点是：它不仅具有一般数据库的功能，而且还具有数据归纳，演绎和搜索的功能，亦即具有一定的 AI 功能。

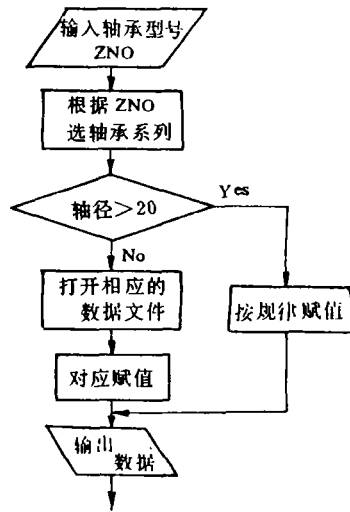


图3 轴承尺寸查询框图

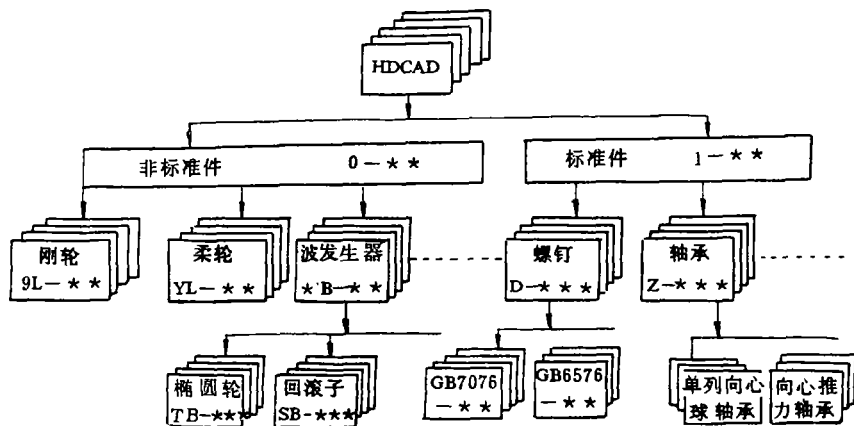


图4 图形库结构

#### 4.2 图形库的建立

该传动与其它各种类型谐波齿轮传动构件相互间存在着大量的相似性。建图形库并进行分组管理可以使现存图形得到最大限度的重复使用。建库方法是把已做出的图形存盘入库，按功能分类编码，如图4所示。

#### 4.3 剖面线的自动绘制

直接用 Auto CAD 提供的方法绘制各种复杂的剖面图，若不做一些特殊处理就很容易使剖面线边界的选择发生混淆，若另外编写判别程序又要占用大量的存贮空间。本文采用“Pline”命令建封闭图的方法，简单准确地完成了各剖面图形的绘制<sup>[2]</sup>。

#### 4.4 汉字的输入、输出

目前计算机绘图中使用的汉字大多是矢量汉字，由于矢量汉字编码的长短是由汉字笔画的多少米定的，故给矢量汉字的检索带来了麻烦。现有 Auto CAD 矢量汉字的输入方法即繁琐

又很不直观(非汉化软件),本文采用 big-font 机制对 Auto CAD 的低版本字库进行了重写和改装,选用不常用的字形作替码,用类似点阵汉字双拼音输入法中的双字节码代表一个汉字,把常用字编成一个大字体文件,使其能够象 Auto CAD 中其它标准字形一样地使用,成功地解决了非汉化绘图系统中矢量汉字的输入输出问题。

在此基础上分别编制了绘制该传动零件图和装配图的软件系统,其框图如图5所示。

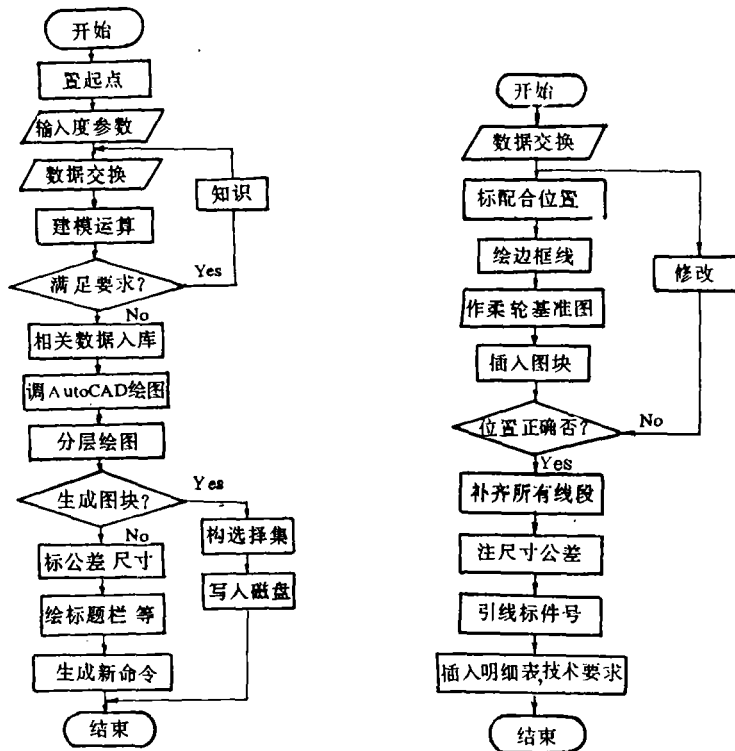


图5 零件图和装配图绘制流程图

本文利用图形块使装配图生成最紧凑的数据结构,利用虚拟分页的方法使小内存中运行大程序成为可能,并通过设置尺寸变量、构成选择集等方法,实现了所有相关尺寸和部分配合公差、形位公差的自动标注。

## 5 PHDCAD 的执行过程及应用示例

用 PHDCAD 软件系统可以在菜单的诱导下完成不同模数和传动比的盘波发生器谐波齿轮传动系列的设计和绘图工件。其执行过程可归纳如下:

(1) 输入用户提出的性能指标,选出合理的啮合参数和结构参数;(2) 根据所选参数自动按照经验公式,各结构尺寸关系等建立初始结构模型;(3) 利用知识、数据对初始结构模型进行分析,直至满足设计要求为止;(4) 分别绘制出符合配合关系的各零件图并把与装配

有关的部分制成图形块；(5) 从数据库中查询各零件的配合尺寸并确定出配合点，插入各图形、技术要求、明细表、标尺寸、件号直至整套图纸设计全部完成，如图7所示。

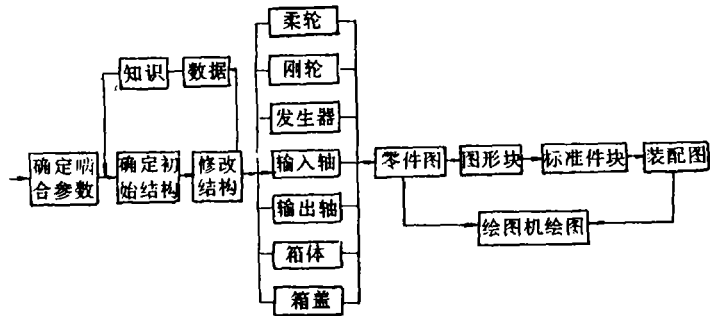


图6 执行过程

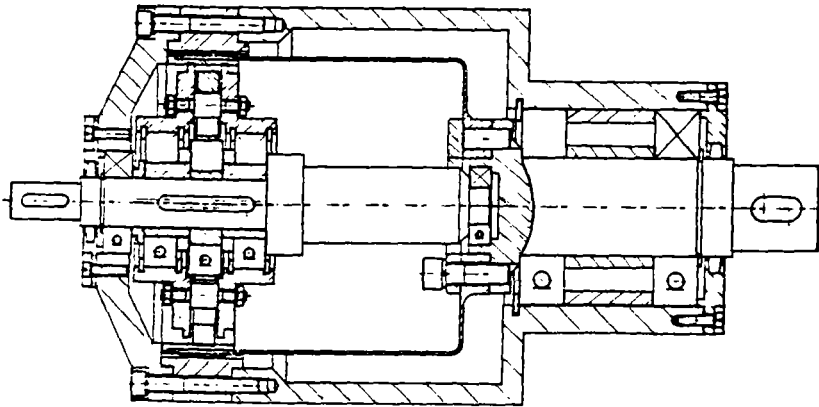


图7 装配图

总之，该系统的工作过程是一个动态求精的过程，通过应用知识、数据对几何模型的不  
断分析修改，使其最终达到设计要求。图7是用该软件系统设计的  $m=0.5$ ， $i=120$  的盘波发生  
器谐波传动装配图。与原传动装置对比表明，设计结果满足传动性能的要求，符合工程图样的  
习惯。

## 6 结 束 语

PHDCAD 系统与一般的 CAD 系统相比，它的突出优点在于前者将后者所处理的数据作  
为知识对待，变计算、存取数据为逻辑推理和索取提供知识，所建立的数据库具有一定的 AI  
功能。用较小的代价获得国内第一个能真正用于生产中的谐波传动系列 CAD 系统。

参 考 文 献

- [1] Xie Jin-rui, Sun Lin-zhi, Meshing Analysis Method of Harmonic Gear Drive Using Symmetric Disc Wavegenerator Proceeding of the 1st. Inter. , Sym. on Design and Synthesis, 1984, Tokyo
- [2] 吴一辉, 盘波发生器谐波齿轮传动的计算机辅助设计, 长春光机所硕士论文, 1991

**An Intelligent Drawing Software System for  
the Harmonic Drive Series Using Symmetric  
Disc Wavegenerator**

Wu Yihui, He Huiyang and Xie Jinrui

*(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics Academy of Sciences, Changchun 130022)*

**Abstract**

In this paper , the design idea and the whole structure functions are intraduced , the mathematical modle and the intelligent drawing softwarse's making are described in detail.

Besides these , the data base and Chinese words debase's making and using are explained.

Key words: Disc, Harmonic drive, Drawing software