

# 伺服机构传动装置的 计算机动态辅助设计

黄 振 浩

**摘要:** 本文叙述了, 在 IBM PC/XT 上用 Turbo C 语言开发的传动装置的 CAD 软件—DRVCHALN。软件实现了从传动链的拟定到系统性能分析等一系列过程, 还实现了系统性能修正。软件采用多窗口技术、弹出式菜单技术和信息管理技术, 开发了人机交互面—窗口式环境 (WSE)。

## 一、前 言

近几年来, 随着CAD技术在机械设计领域里的应用, 出现了不少好的机械 CAD软件, 其中有关传动装置的也占一定的比例。这些软件较好地解决了传动装置的设计问题, 不仅使设计人员从单调、繁重的劳动中解放出来, 而且提高了设计质量, 缩短了设计周期。但对国内软件的分析结果表明, 那些有关传动装置的 CAD 软件也存在一些不足点: (1) 辅助设计上只完成到静态设计, 未能给出系统的性能分析; (2) 软件的人机交互能力较差, 所以其普及应用受到限制。

我们开发的传动装置的CAD系统实现了从传动方案拟定到其性能分析等一系列功能, 并且能对传动装置进行性能修正。这对于伺服机构传动装置的设计具有一定的实际意义。软件采用多窗口管理技术、弹出式菜单技术、信息管理技术、设计了人机交互面—窗口式环境, 使软件的人机交互能力得到了一定程度的提高。人机交互面的合理化和高效化已经成为当前CAD软件技术的主要研究领域。

## 二、系 统 综 述

在微型机上开发的传动装置的CAD系统—DRVCHAIN是把从传动方案拟定到性能分析、性能修正合为一体的一个有效的CAD软件。它由若干个功能模块组成, 模块之间的信息传递靠数据文件进行, 如图1所示, 所有模块由菜单驱动系统所控制。对每一个设计步骤

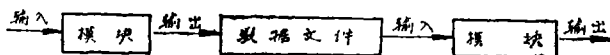


图 1

开辟了相应的窗口, 使设计人员的设计思维不因某一步骤而受到干扰。这也就是采用多窗口管

理技术的一大优点。系统的总体设计如图 2 所示。

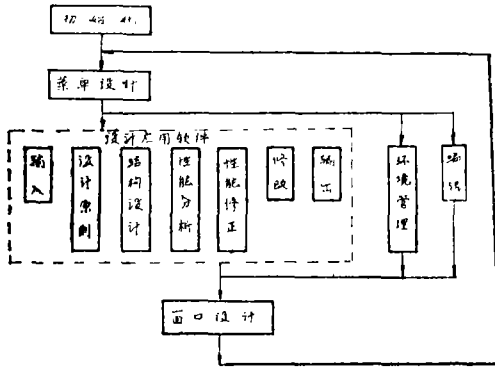


图 2 系统总体设计

一项被选择时，执行相应的模块；

- 窗口设计：管理各种窗口操作，如创建、删除等等。

系统各部分的功能简述如下：

- 初始化：准备各种数据，显示软件封面，进入编辑状态及其窗口管理下，并为接受某一任务而作准备；
- 设计应用软件：完成传动装置的具体设计任务；
- 环境管理：负责实现对交互环境的各种操作；
- 编辑：完成正文编辑，判别输入键的功能，若是特殊键就转到相应的功能；
- 菜单设计：弹出各种菜单，当其中某

### 三、传动装置的性能修正

在传动装置的设计过程中，有时遇到这样的情况：根据一定的条件设计出的传动装置，从性能分析中可以看出其中某一性能跟所指望的指标有所差异，或大或小。此时我们可以对传动装置的结构尺寸进行一定的修改，使其性能达到要求。为实现上述修正，先对影响该性能的因素进行分析。在这里，我们进行根据频率特性的修正（仅对于单节点振动）。

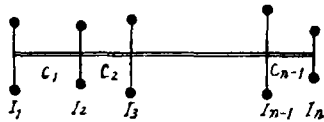


图 3

频率特性的分析可根据霍尔茨法<sup>[2]</sup>，其分析模型如图 3 所示。

图中  $I_i$  为各圆盘的转动惯量（向执行轴的折算量） $C_i$  为各轴段的扭转刚度（折算量）逆推公式如式（1）。

$$\begin{cases} \theta_1 = 1 & M_1 = I_1 \theta_1 \omega^2 \\ \theta_{i+1} = \theta_i - M_i / C_i \\ M_{i+1} = M_i + I_{i+1} \theta_{i+1} \omega^2 \\ i = 1, 2, \dots, n-1 \end{cases} \quad (1)$$

对式（1）分析可以画出如下关系曲线，如图 4 所示，实际上是折线。显然  $\omega_2$  为固有频率，且

$$\omega_1 < \omega_2 < \omega_3$$

从式（1）中可以看出，影响频率特性的因素有折算转动惯量  $I_i$  和扭转刚度  $C_i$ 。这两因素均与系统的几何尺寸有关。

1. 扭转刚度  $C$  对频率特性的影响：

当  $M_i > 0$  时， $C_i$  变大  $\rightarrow \theta_{i+1}$  变大  $\rightarrow M_{i+1}$  变大，

当  $M_i < 0$  时， $C_i$  变大  $\rightarrow \theta_{i+1}$  变小  $\rightarrow M_{i+1}$  变小。

2. 转动惯量  $I$  对频率特性的影响：

当 $\theta_i > 0$ 时,  $I_i$ 变大 $\rightarrow M_i$ 变大 $\rightarrow \theta_{i+1}$ 变大,  
 当 $\theta_i < 0$ 时,  $I_i$ 变大 $\rightarrow M_i$ 变小 $\rightarrow \theta_{i+1}$ 变小。

3. 转动惯量  $I$  和扭转刚度  $C$  对几何尺寸变化的敏感性问题:

如上所述,  $C_i$  和  $I_i$  是向执行元件轴上的折算量。从  $C_k = (i_1 i_2 \dots i_k) C_k'$  ( $C_k'$  为折算前的刚度,  $C_k$  为折算量,  $k = 1, 2, \dots, n-1$ ) 中可知, 越接近负载轴 (低速轴), 其几何尺寸的改变对刚度影响越大, 即越敏感。从  $I_k = I_{ak} / (i_1 \dots i_{k-1})^2 + I_{bk} / (i_1 \dots i_k)^2$  ( $I_{ak}, I_{bk}$  分别为  $k$  级折算前的小, 大齿轮转动惯量,  $I_k$  为折算量,  $k = 1, \dots, n$ ) 中可以看出, 越接近执行轴 (高速轴), 其几何尺寸的改变对  $I$  的影响越大, 即越敏感。

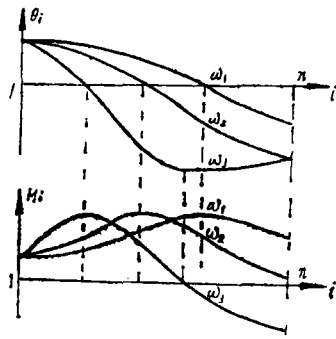


图 4

#### 4. 性能修正

因为修正是小范围的修正, 故可对第  $(n-1)$  齿轮轴改变其几何尺寸来修正系统的频率特性。

要使系统的固有频率变小, 即  $\omega_1$  为固有频率, 因  $M_{n-1} > 0$ , 故减小  $C_{n-1}$  使  $\theta_n$  减小,  $M_n$  减小向零接近。

要使系统的固有频率变大, 即  $\omega_3$  为固有频率, 当  $M_{n-1} < 0$  时, 减小  $C_{n-1}$ , 使  $\theta_n$  增大,  $M_n$  也增大, 向零接近; 当  $M_{n-1} > 0$  时, 增大  $C_{n-1}$ , 使  $\theta_n$  增大,  $M_n$  也增大, 向零接近。

根据转动惯量的修正也类似。根据以上的修正过程, 也能实现计算机辅助修正。

### 四、人机交互面的设计

为了提高所开发的应用软件的人机交互能力, 开发了一种人机交互环境—窗口式环境。用户、环境、应用软件三者之间的关系如图 5 所示。有了环境, 用户通过它有效而方便地使用应用软件, 并且软件的学习容易。环境采用多窗口管理技术, 弹出式菜单技术和信息管理技术。为了实现有效的窗口 I/O 操作, 开发了窗口 I/O 库 WINIO、LIB。

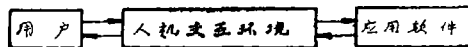


图 5

### 五、结束语

为了设计和分析的方便, DRVCHAIN 的设计对象采用圆柱直齿轮传动装置。虽然只实现了频率修正, 但也能实现如惯量、误差等性能修正。所开发的人机交互面是针对于传动装置的设计, 但其原理和方法可以很容易地应用到别的设计上。作者的想法是开发能用于各种机械设计的通用式人机交互环境。

以上的软件, 是在IBM PC/XT上用Turbo C1.5<sup>[3][4]</sup>开发的。

### 参 考 文 献

- [1] 龚振邦, 陈守春; 伺服机械结构, 第二分册, 1980. 8。
- [2] 机械工程手册编委; 《机械工程手册》第21篇, 机械工业出版社. 1980。
- [3] 姚 元等; 《Turbo C用户手册》, 科海培训中心, 1988. 2。
- [4] 姚 元等; 《Turbo C参考手册》, 科海培训中心, 1988. 2。

## A Dynamic CAD for the Drive Devices

Huang Zhenhao

### Abstract

This paper describes a design of the Turbon C CAD software DRVCHAIN, operated on IBM PC/XT computer, for drive devices. The software realizes a series of processes from drawing up the transmission chains to the system analysis as well as the property amending, etc. Also a man-machine dialogue enviroment... Window Style Enviroment (WSE) was developed using multi-window management, pop-up menu technique and information management.