

计算机辅助端面谐波齿轮传动的啮合分析

曹 育 红

(长春光学精密机械学院)

摘要 建立的端面谐波齿轮传动的啮合分析软件,可以较快地选取最佳传动方案,确定相应的啮合参数和结构参数。在介绍了该软件的总体结构之后,进一步阐明了该软件中人机对话设计方法和啮合性能分析方法的设计思路。

一、概 述

把计算机技术应用到谐波齿轮传动的设计中有很大的发展前途。例如,美国 U.S.M 公司早在六十年代初就应用计算机进行谐波齿轮传动的设计计算;前苏联、日本等一些国家也在七十年代开始全面地将计算机辅助设计技术应用到谐波齿轮传动的设计中,近几年来国内在谐波齿轮传动的计算机辅助设计方面也做了一定的工作。

根据端面谐波齿轮传动的特点,把计算机辅助设计用于端面谐波齿轮传动的研究中是很重要的。为了进一步揭示各主要参数与评价指标之间的关系,以便在迅速地大量的计算之后达到理想的设计要求,本文在已建立的数学模型基础上,编制了端面谐波齿轮传动的啮合分析软件。

二、计算机辅助端面谐波齿轮传动的啮合分析的总体结构

在端面谐波齿轮传动的啮合分析软件中,各程序之间既有区别又有联系,为便于使用,易于维护和将来进一步扩充,本文采用了模块化结构。各模块之间既是一个有机联系的整体,同时又具有相对独立性,各自承担专门的功能。其结构示意图如图 1 所示。

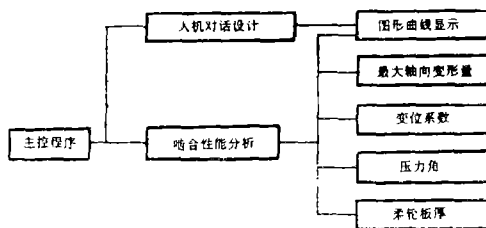


图 1

为了实现上述功能,该软件还采用了多层菜单驱动结构,所有菜单均采用中文显示。由于“菜单”能向用户显示明确的提示说明信息,这样就可以防止或减少用户的错误输入,增

强了系统的安全性。同时还在“菜单”技术中采用移动光标(即定位输入方式),来选择要执行的功能,即在“菜单”中移动光标到所要选择的功能行上,然后按下回车键,则程序立即执行所选择的功能。

在该软件中,根据各功能模块各自的特点,分别采用了不同的语言编写。主控程序和图形显示程序采用了图形对话功能较强的 BASIC 语言,而计算部分则从加快运算速度的角度出发,采用了 FORTRAN 语言编写。由于各模块采用的语言不同,故不便于各功能模块之间的调用和数据传送。为此,该软件将 DOS 操作、批处理和数据文件等多种技术结合起来,从而实现了 BASIC 语言编写的主控程序对其他高级语言的随机调用,并且调用后能自动返回到要求的菜单状态下的功能。这个问题的解决,使得该软件的功能开发可以不受语言的限制,为该软件的移植、扩充和维护提供了方便。

三、人机对话设计方法

端面谐波齿轮传动的啮合分析软件所采用的人机对话的交互式设计方法是以计算机图形学为基础,运用计算机系统及其外围设备,使设计者通过在显示屏幕上输出的结果来完成设计工作。具体的设计思想是:首先由设计者根据以往的设计经验,将初始参数输入计算机,经计算分析后把计算结果以图形曲线的形式显示在屏幕上,然后设计者则根据设计要求,对图形曲线进行观察、分析,若结果已满足设计要求,则中止设计,输出结果,否则再根据设计要求,修改初始参数,继续输入到计算机中进行计算分析,直到得到满意的结果为止。其流程图如图 2 所示。

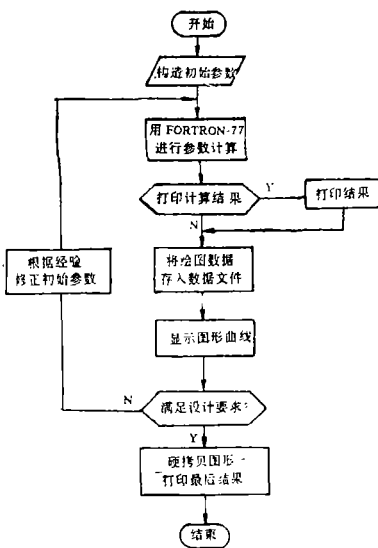


图 2

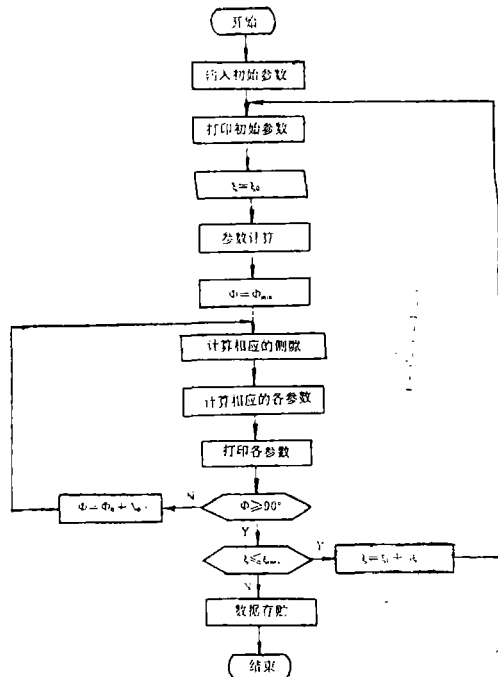


图 3

四、啮合性能分析方法

端面谐波齿轮传动的啮合性能指标与啮合参数和结构参数之间存在着复杂的函数关系,针对这一具体特点,利用电子计算机运算快,并具有图形曲线显示的功能,提出了该传动啮合性能的计算机图形分析法。其实质就是使某一结构参数或啮合参数按一定规律变化,由计算机进行计算分析后,将其对啮合性能指标的影响结果以图形曲线的方式在屏幕上显示出来。然后对相应的图形曲线进行观察分析,就可以找出端面谐波齿轮传动结构参数、啮合参数与评价指标的内在联系和规律性,由此可以得出一些在工程设计中有实用价值的方法和结论。其流程图如图3所示。

运用该程序进行参数计算,可以求出在波发生器转角 ϕ 从 0° 到 90° 的范围内,在不同的啮合参数和结构参数下,柔轮相对刚轮的齿廓运动轨迹和侧隙的变化规律,从而反映出此时该传动的啮合状况。在运行该程序的同时,将计算结果存入数据文件以备后用。

该程序中的参量 ξ 可换成任何一个其它要讨论的参数,以实现对各参数的分析,找出它们与啮合质量的关系,确定最佳参数范围,为端面谐波齿轮传动设计参数的选择提供了依据。这种利用可变参量代替要讨论的参数的方法,简化了程序结构,降低了程序占用的空间。

五、电 算 示 例

现以模数 $m = 0.5$,柔轮齿数 $z_1 = 240$,刚轮齿数 $z_2 = 242$,柔轮板厚 $\delta_p = 1.125$,柔轮齿长 $B = 12$,压力角 $\alpha = 20^\circ$ 的端面谐波齿轮传动为例,利用本文编制的啮合分析软件,对端面谐波齿轮传动进行分析计算。

端面谐波齿轮传动啮合分析软件人机对话设计菜单

0 退回主菜单

1 设计计算

2 图形曲线显示

*** 移动光标 选择菜单 ***

选择1回车,根据程序的提示输入一组初始参数:

柔轮齿数 $z_1 = 240$,

刚轮齿数 $z_2 = 242$,

模数 $m = 0.5$,

柔轮板厚 $\delta_p = 1.125$,

柔轮齿长 $B = 12$,

柔轮变位系数 $x_{i1} = 2.3$,

刚轮变位系数 $x_{i2} = 1.7$,

齿顶高系数 $h_a = 1$,

顶隙系数 $C_a = 0.35$,

压力角 $\alpha = 20^\circ$,

泊松比 $\gamma = 0.3$,

然后由计算机进行计算,将结果打印出来,同时将用于图形显示的有关数据存入相应的数据文件中,最后返回到人机对话设计菜单中,再键入2,可以在屏幕上显示出如图4所示的侧隙曲线。

这时可以通过侧隙曲线对设计结果进行分析。由图4可以看出在 $\varphi = 15^\circ \sim 90^\circ$ 的范围内,侧隙值为负,说明轮齿发生了干涉,这是不希望得到的。为能获得满意的设计结果,

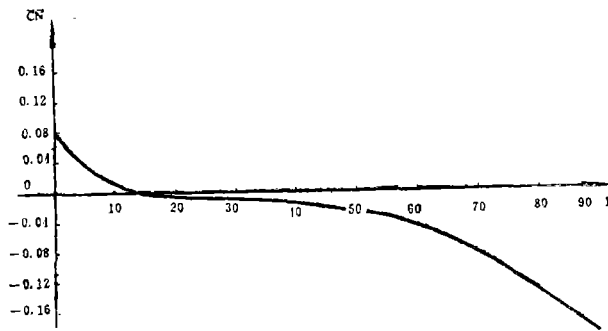


图 4

先退出图形显示状态，返回人机对话设计菜单，选择 1，修正输入的初始参数。根据啮合性能分析所得到的结论和规律可知，只要减小柔轮的变位系数，就可以获得好的啮合性能。

修正后的初始参数如下：

柔轮齿数 $z_1 = 240$ ，

刚轮齿数 $z_2 = 242$ ，

模数 $m = 0.5$ ，

柔轮板厚 $\delta_r = 1.125$ ，

柔轮齿比 $B = 12$ ，

柔轮变位系数 $x_{r1} = 1.9$ ，

刚轮变位系数 $x_{r2} = 1.7$ ，

齿顶高系数 $h_a = 1$ ，

顶隙系数 $C_d = 0.35$ ，

压力角 $\alpha = 20^\circ$ ，

泊松比 $\gamma = 0.3$ ，

重复上述过程，可得到初始参数修正后的侧隙曲线，如图 5 所示。

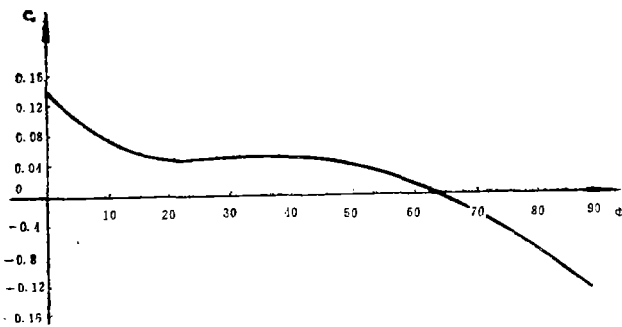


图 5

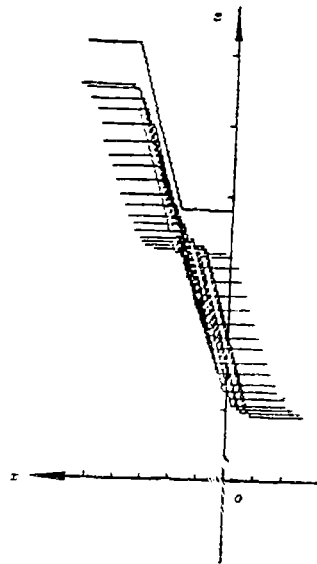


图 6

由图中可以看到在 $\varphi = 15^\circ \sim 70^\circ$ 范围内，干涉已经消除，啮合区间也较长，所以此结果

满足传动性能的要求。其相应的啮合图如图 6 所示，至此该设计计算结束。

六、结 束 语

本文所采用的计算机图形分析法能较快和较方便地进行端面谐波齿轮传动的啮合性能分析，因而为选取最佳传动方案并确定合理的啮合参数和结构参数，提供了一种有效的方法与工具。

The CAD for Meshing Analysis of the Contrate Harmonic Gear Drive

Cao Yuhong

Abstract

The paper provides a meshing analysis of the contrate harmonic gear drive which can quickly select the optimum transmission scheme and determine the corresponding meshing parameters and structure parameters. After introducing this overall structure, the paper describes the design ideas of man-machine dialogue and meshing analysis.