

齿轮齿廓范成过程的计算机动态仿真*

周 海

(盐城工学院机械工程系,盐城,224003)

摘 要 通过计算机对齿轮齿廓范成过程的动态仿真,可形象地看到不同参数下齿轮的范成过程、加工后的齿形以及有无根切形象。克服了用齿廓范成仪做实验时,参数不能改变的局限性。基本满足现代化教学要求。

关键词 齿轮加工 动态模拟 计算机仿真

分类号 TH111

1 问题提出

用包络的原理进行复杂曲线或曲面的设计与加工,是机械制造中的一种重要方法,所以齿轮齿廓范成设计与加工也就成了机械原理课程的教学重点。由于必须有连续运动才能形成包络线簇,不借助一定手段,很难建立直观的形象,所以这一部分又成为教学难点。

尽管采用了实验、录像等辅助教学手段,仍然没有获得满意的教学效果。如简单范成仪,只能作出 $m=18, \alpha=20^\circ, z=17$ 和 $z=9$ 的标准齿轮和变位齿轮的 2~3 个齿形,且其中只有一个齿形比较完整。花费两个学时的实验,却只能定性地说渐开线齿廓的包络原理。当 m, z, α, x 变化时,齿廓形状如何变化,变位前后齿顶、齿根尺寸如何变化都难以形象地反映,更不用说其它形状齿廓的范成过程演示了。

随着计算机的应用和发展,利用计算机的快速计算和图形显示能力,可在计算机上进行齿廓范成的动态仿真。能对任意 m, z, α, x 的齿廓范成动态仿真,而且能清楚地看到有无根切现象,较好地克服了齿廓范成仪的局限性。

2 齿廓范成的数学模型

用齿条刀具加工标准齿轮时,齿条中线与毛坯的分度圆相切并作纯滚动;加工变位齿轮时,齿条刀具与毛坯分度圆分离,此时,与齿坯分度圆相切并作纯滚动的是与中线平行的一条节线,如图 1 所示。

当齿坯转过一个 ϕ 角后,刀具移动了 S 距离。用反转法,令齿坯与刀具共同转动 $-\phi$ 角,就相当于齿坯固定不动,而齿条刀具在水平移动 S 的同时再转过 $-\phi$ 角,如图 2 所示。

取固定直角坐标系 $x_1o_1y_1$ 与齿坯固联;而动坐标系 $x_2A_2y_2$ 与刀具固联。

当齿坯转动 ϕ 角后,

$$AP = \phi \cdot r = s \tag{1}$$

式(1)中 r 为分度圆半径,

刀具上 A 点在 $x_1o_1y_1$ 中坐标为:

$$\begin{cases} x_A = r \cdot \sin\phi - r \cdot \phi \cdot \cos\phi \\ y_A = r \cdot \cos\phi + r \cdot \phi \cdot \sin\phi \end{cases} \tag{2}$$

在 $x_2A_2y_2$ 坐标系中,根据齿条刀具的 m, h_a^*, c^* 等参数,可求出图 2 中齿条刀具各点坐标 (x', y') 。

把刀具齿廓在 $x_2A_2y_2$ 中的坐标 (x', y') 转换到坐标系 xoy , 则有:

* 收稿日期:1998-12-10

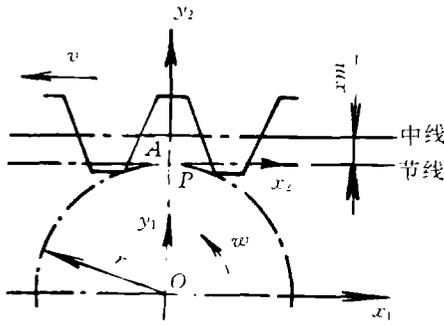


图 1 渐开线齿廓组成原理

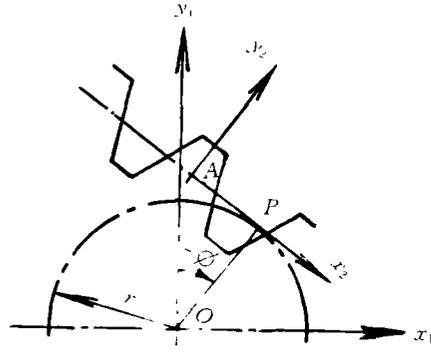


图 2 转动 phi 角后, 刀齿与齿坯相对位置

$$\begin{cases} x = x' \cdot \cos\phi + y' \cdot \sin\phi + x_A \\ y = -x' \cdot \sin\phi + y' \cdot \cos\phi + y_A \end{cases} \quad (3)$$

根据式(3), 即可以在屏幕上绘制出不同转角 ϕ 时的一系列不同位置的齿条刀具刃口直线。该线簇的包络线即为被加工齿轮的齿廓曲线。按式(3)编制了齿廓范成动态仿真子程序(SUB DTFZ)。

3 齿廓范成动态仿真软件的结构

该软件用模块化结构的 Quick BASIC 语言编写, 大致结构如图 3 所示。

其中, 动态仿真子程序结构为如图 4 所示。

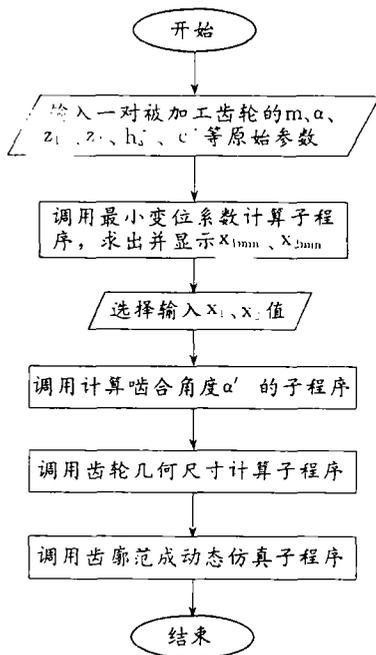


图 3 主程序结构

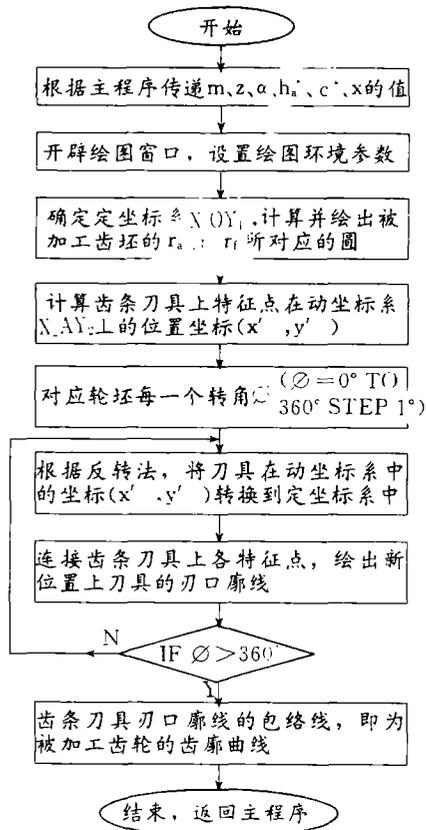


图 4 子程序结构

限于篇幅, 源程序略。

4 软件的功能及特点

- (1) 该软件系统可以在相当大的范围内进行任意模数 m 、任何压力角 α 、任意齿数 z 和不同变位系数 x 下进行齿廓范成的动态仿真, 图形形象逼真;
- (2) 通过仿真图能清晰地看出齿廓有无根切现象;
- (3) 该软件系统, 通过人机对话, 改变不同的变位系数, 能迅速地打印齿轮各部分几何尺寸, 并显示

变位前后齿形的变化;

(4)该软件运行速度快,改变一种参数,只需 3~5s,即可以显示全部尺寸、齿廓的范成过程及加工后齿形,缩短了实验时间。

5 齿廓范成动态演示

图 5~图 8 是在不同模数 m 、齿数 z 、压力角 α 、变位系数 x 时的齿廓范成结果图形。通过对比,可以看出它们对齿形的影响。

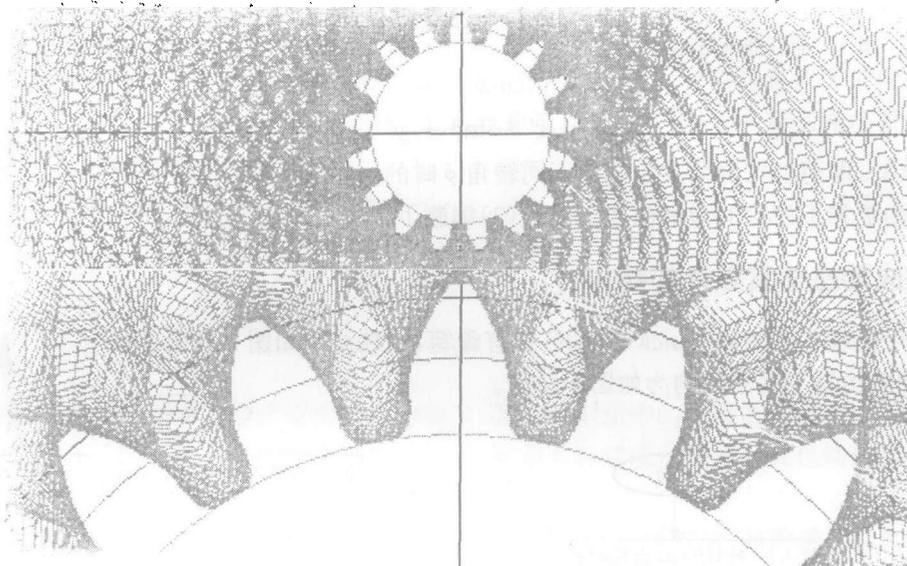


图 5 模数对齿形的影响 ($\alpha=20^\circ, h_a^*=1, c^*=0.25$)

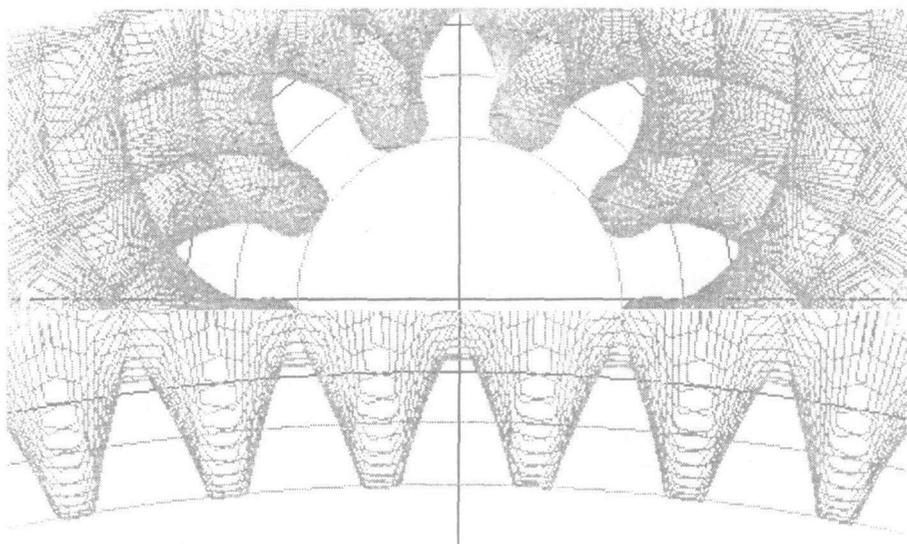


图 6 齿数对齿形的影响 ($\alpha=20^\circ, h_a^*=1, c^*=0.25$)

6 结论

运用计算机对齿廓范成过程动态仿真,不仅克服了齿廓范成仪参数不易改变的局限性,而且能形象地灵活地看到不同 m 、 α 、 z 、 x 、 h_a^* 、 c^* 等参数以及不同类型齿廓的范成过程,基本满足现代化教学要求。同时对同学们了解齿轮的 CAD、CAM 及优化设计有很大的启发意义。

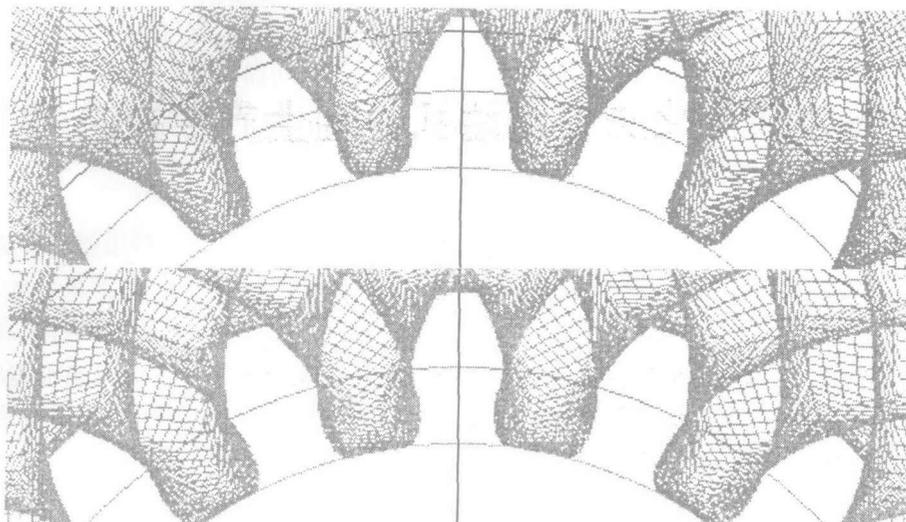


图7 压力角对齿形的影响($m=8, h_a^*=1, c^*=0.25$)

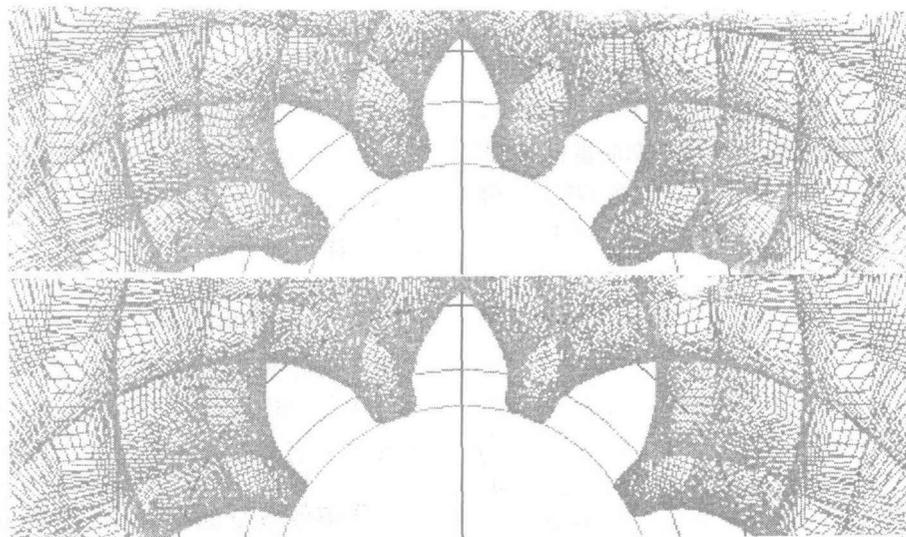


图8 变位系数对齿形的影响($m=6, h_a^*=1, c^*=0.25$)

参 考 文 献

- 1 孙桓. 机械原理. 北京:高等教育出版社,1996
- 2 李政人. Quick BASIC 程序设计教程. 成都:电子科技大学出版社,1996

Dynamic Simulation of the Generating Process of Gear Profile

Zhou Hai

(Department of Mechanical Engineering of Yancheng Institute of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract It vividly shows the process of generation with different parameter, the shape of tooth profile and either the root cutting in existene or not to dynamically simulate the generating process of gear profile by computer. It eliminates the limitation that the parameter can't be changed when doing experiments by the gear profile generator and generally coincides with the requirements of modern teaching.

Keywords gear cut; dynamic simulation; computer simulation