

# 基于UG的齿轮参数化设计

林莉

(南京工程学院 材料工程系,江苏 南京 210013)

**摘要:**阐述了应用UG的建模功能和它的二次开发工具 Expression 及 UG/ Open API 实现齿轮参数化设计的方法,可使设计人员能应用现有的三维模型进行更新设计,从而提高设计效率。

**关键词:**UG; Expression; UG/ Open API; 齿轮; 参数化设计

**中图分类号:**TP391.72 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5276(2006)03-0076-02

## The Parameterization Design of Gear Based on UG

LIN Li

(Department of Material Engineering, Nanjing Institute of Technology, JS Nanjing 210013, China)

**Abstract:** This paper discusses the parameterization design of gear with the function of UG building model, the secondary developments tool, and Expression and UG/ Open API of UG. With this designers can apply existing three-dimensional model to renew the design, thus raising the effectiveness of design.

**Key words:** UG; expression; UG/ Open API; gear; parameterization design

## 0 引言

随着CAD技术的发展,在齿轮的设计过程中,越来越广泛地应用三维建模的方法。UG是广泛被使用的CAD软件,它有强大的三维建模功能。但对于普通设计人员来说,要使用UG所提供的实体建模方法进行齿轮的三维造型,并不是一件容易的事,需要花费大量的时间来熟悉UG并且掌握较高水平的建模技巧。但是如果充分利用UG的二次开发功能,就可以方便地实现齿轮设计的参数化,从而大大提高设计效率。当用户在UG中对齿轮进行三维建模时,Expression就以表达式的形式给出了齿轮的参数列表,用户可以根据需要对其进行修改。利用UG/ Open API,可以使用户只要输入变更的齿轮参数,就可以生成新的齿轮,从而使不熟悉三维建模技巧的设计人员也可以应用现有的三维齿轮模型进行更新设计,减少繁琐复杂的重复劳动。本文介绍一种基于UG的齿轮三维建模和利用Expression及UG/ Open API实现齿轮参数化设计的方法。

## 1 创建齿轮的三维实体模型

### 1.1 建立齿轮一个齿的齿廓曲线

要应用UG实现齿轮的参数化设计,首先要

在UG中对齿轮进行三维建模,现将齿轮三维建模的方法介绍如下:

设渐开线外啮合直齿圆柱齿轮的模数、齿数、齿宽系数分别为 $m$ 、 $z$ 、 $k$ ,则基本的形状计算公式为:

$$\text{分度圆直径 } d = m \times z;$$

$$\text{齿顶圆直径 } d_a = m \times (z + 2);$$

$$\text{齿根圆直径 } d_f = m(z - 2.5);$$

$$\text{基圆直径 } d_b = m \times z \cos \alpha;$$

$$\text{齿宽 } L = k \times d。$$

为了生成渐开线,需要建立渐开线的参数方程。设参数方程的参数为 $t$ ,则90°范围内的渐开线参数方程为:

$$\alpha = 90^\circ \times t;$$

$$s = r \times d_b \times t/4;$$

$$x_t = 1/2 \times d_b \times \cos \alpha + s \times \sin \alpha;$$

$$y_t = 1/2 \times d_b \times \sin \alpha - s \times \cos \alpha;$$

$$z_t = 0。$$

$$\text{赋初值: } m = 5; z = 18; k = 1。$$

打开Expression,建立齿轮的渐开线方程所需的各表达式,如图1所示。

利用规律曲线(law curve)功能,分别以 $d$ 、 $d_a$ 、 $d_f$ 及 $d_b$ 为直径和以原点为原心画圆。

利用规律曲线功能,通过曲线方程的建立方式

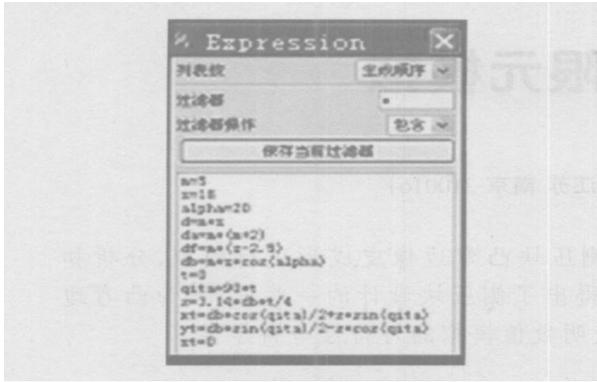


图 1 建立渐开线表达式图

(by equation),按默认方式建立  $90^\circ$  范围内的一段渐开线。利用曲线修剪功能,将渐开线修剪在齿顶圆和齿根圆范围之内。其结果如图 2 所示。

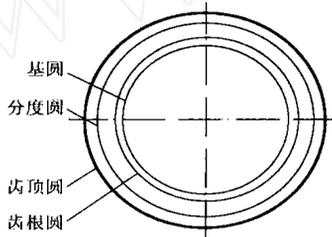


图 2 渐开线的修剪结果

由机械原理的基本知识可知,基圆内没有渐开线。当齿数  $z > 41$  时,  $d_f > d_b$ , 齿轮的整个齿廓曲线全为渐开线;而当齿数  $z < 41$  时,  $d_f < d_b$ , 齿轮的整个齿廓曲线由两部分组成,基圆外的部分为渐开线,而基圆内的部分因不影响齿轮的啮合,可使用一段圆弧,因此,  $z > 41$  和  $z < 1$  要分别制作齿廓曲线。

### 1.2 建立齿轮一个齿的另一侧齿廓曲线

齿轮一个齿的另一侧齿廓曲线实际上是已经建立的这一侧渐开线的镜像。为此,从分度圆与渐开线交点出发建立一条通过圆点的直线。由于在分度圆上一个齿的包含角为  $180^\circ/z$ ,可以利用对象变换功能(transform)中的旋转变换(rotate)来完成镜像线的建立,然后利用对象变换功能中的镜像变换(mirror)来建立渐开线的另一支,结果如图 3 所示。

### 1.3 完成齿轮的制作

利用对象变换功能中的阵列变换(pattern)复制出其他齿廓曲线。作此项操作时选择两齿间的夹角尺寸为 Pattern 的驱动尺寸,输入其增量为

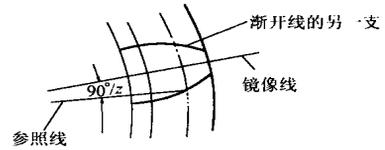


图 3 渐开线另一支的建立

$360^\circ/z$  的角度,输入 Pattern 的总数为轮齿数  $z$ 。

利用拉伸功能(extrude)完成整个齿轮的建模。作此项操作时拉伸长度为齿厚  $L$ 。生成的齿轮如图 4 所示。

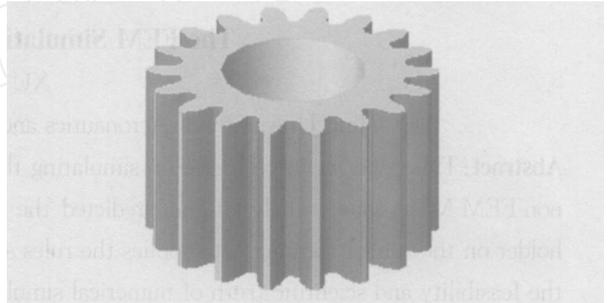


图 4 利用拉伸功能生成的齿轮

## 2 编辑齿轮参数化设计程序

### 2.1 确定齿轮的特征参数

齿轮建模完成后,在 Expression 的参数列表中自动列出了模型上的所有元素,并且所有零件尺寸由系统自动按照建立的顺序命名为 P0, P1, P2 .....对于一个标准齿轮而言,因为在建模时已输入了齿轮几何尺寸之间的关系式,所以,齿轮的几何尺寸虽然很多但几何尺寸的变化只取决于齿轮的模数  $m$ 、齿数  $z$  和齿宽系数  $k$ ,因此,在进行齿轮的参数化设计时,可以把模数  $m$ 、齿数  $z$  和齿宽系数  $k$  定义为齿轮的特征参数,在 UG/Open API 程序中对应地定义这三个参数为  $M$ 、 $Z$  和  $K$ 。

### 2.2 齿轮的参数化设计程序

打开文件 gear.cpp,在 ufusr() 函数中添加如下代码以实现齿轮特征参数的输入:

```

gear.cpp
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int M Z K;
    cin >>M;
    cin >>Z;

```

(下转第 81 页)

表 1 板料搭接值

弯边高度 $H/mm$	毛料搭接值 $A/mm$
50	10
40	9
35	8
30	7
20	5

表 2 侧压块与压型模底距离值

弯边高度 $H/mm$	距离 $C/mm$
45	15
40	14
35	13
30	12
20	10

对于弯边角度变化的零件,侧压块型面的角度也随之变化,即保持任意平面内  $x$  值应当相同。如图 9 所示,图 9 中的 (a)、(b)、(c) 分别表示同一零件在直角、正角、负角三处侧压块与压型模的距离  $x$  值应当相同。

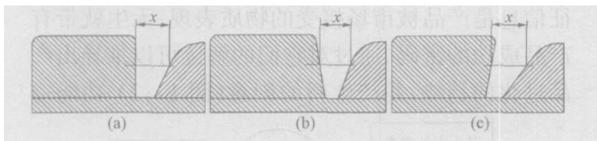


图 9 带侧压块的压型模型面变化

## 5 结论

运用非线性有限元软件 MSC. Marc,研究了带有侧压块的凸弯边橡皮成形的起皱机理,以及侧压块橡皮成形对起皱的抑制作用,为凸弯边橡皮成形提供了有用的工艺参数,为该类零件模具和工艺设计提供了定性和定量的依据。研究表明,用有限元法取代坐标网格应变法研究板金成形极限是可行的,达到了缩短生产周期和降低成本的目的。

### 参考文献:

[1] Giuseppe Sala. A numerical and experimental approach to optimize sheet stamping technologies: part - aluminum alloy rubber forming[J]. Material and Design, 2000, 22: 299-315.  
 [2] 赵凌霄,王新伟. 液压橡皮成形凸弯边起皱临界条件分析[J]. 航天工艺, 1997, 13: 13-16.

[3] 李靖谊,王化明,张中元. 数值模拟的极限凸翻边研究[J]. 材料科学与工艺, 2004, 12(4): 409-412.  
 [4] 李靖谊,王化明,张中元. 弯曲半管橡皮成形工艺过程数值模拟研究[J]. 材料科学与工艺, 2004, 12(4): 409-412.  
 [5] 钟志华,李光耀. 薄板冲压成型过程的计算机仿真与应用[M]. 北京:北京理工大学出版社, 1998.

收稿日期:2005-11-21

(上接第 77 页)

```
cin >>K;
return 0;
}
```

## 2.3 运行齿轮的参数化设计程序

齿轮的参数化设计程序编辑完成之后,只要启动 UG,选择菜单命令:

File/ Execute UG/ OPEN/ User Function

在弹出的 Execute User Function 对话框中选择运行文件 gear. cpp,用户可根据提示输入新的模数,齿数和齿宽系数,UG 就能按新输入的齿轮参数,自动生成新的齿轮。

## 3 结束语

灵活应用 UG 的二次开发工具 Expression 和 UG/ Open API 可以方便地实现零件的参数化设计。在工程设计中,设计人员可类似于上述方法建立各类零件的模型库,使用时只需调用程序就可以方便地修改设计,从而提高设计效率。

### 参考文献:

[1] 黄翔. UG 应用开发教程与实例精解[M]. 北京:清华大学出版社, 2005.  
 [2] 李志兵. UG 机械设计习题精解[M]. 北京:人民邮电出版社, 2004.  
 [3] 陈立德. 机械设计基础[M]. 北京:高等教育出版社, 2004.

收稿日期:2005-10-20

