

基于 Pro/E 的三维参数化零件设计

徐军民¹, 王艳霞²

(1. 浙江科技学院 机电工程学系, 浙江 杭州, 310023; 2. 浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室, 浙江 杭州, 310027)

摘 要: 基于特征的参数化设计技术, 阐述了基于 Pro/E 二次开发的三维参数化零件设计方法, 并以标准圆柱齿轮为例, 介绍了利用 Pro/Toolkit 和 VC++ 相结合对 Pro/E 进行二次开发的关键技术, 实现了零件设计参数化, 提高了设计效率。对 Pro/E 的二次开发和零件标准化技术的推广具有较高的实用价值。

关键词: Pro/Toolkit; 参数化设计; Pro/Engineer; 尺寸驱动

中图分类号: TH122

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2005)01-0018-04

3-dimensions parametric design of parts based on Pro/E

XU Jun-min¹, WANG Yan-xia²

(1. Department of Electromechanical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China; 2. CAD&CG State Key Laboratory, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Based on the parametric design technology of feature, this paper introduces the 3D parametric design method based on Pro/E. An example of gear was used to show the skill of developing Pro/E by means of the combination of Pro/Toolkit and VC++. The parametric design was verified and the design efficiency was also considerably improved. It is great useful for the secondary development of Pro/E and the popularization of parts standard technology.

Key words: Pro/Toolkit; parametric design; Pro/Engineer; dimension-driven

Pro/Engineer 软件由美国参数技术公司 (PTC) 开发, 是基于参数化设计思想而发展起来的机械设计软件。该软件充分体现了“3D 实体模型、参数化设计、基于特征造型、单一数据库”思想。特别是其参数化和全相关功能强大的实体造型技术, 为设计提供了很大的方便, 缩短了设计周期。

在设计和装配过程中, 经常要重复绘制一些标准零件或常用零件, 如标准凸、凹模及销钉和螺钉等, 如果使用参数化设计技术, 使其能根据用户需要自动进行参数化设计, 不仅可以降低设计人员劳动强度, 大大提高设计效率, 还可以减少信息的存储量。

1 参数化设计技术

参数化设计 (也叫尺寸驱动, Dimension-Driven) 是目前 CAD 应用技术中最重要的技术之一。参数化设计将零部件图形的描述分为三部分: 图形的拓扑关系、图形的几何参数 (如点的坐标) 以及这些几何参数与图形结构参数 (如图形的长、宽等) 之间的联系; 将图形信息记录在数据库中, 用一组变量记录图形的几何参数; 通过定位某一组特定数据记录而得到所需设计的全部相关数据。它的主要特点是全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改。

收稿日期: 2004-09-14

作者简介: 徐军民 (1976—), 男, 山东潍坊人, 讲师, 主要从事数控技术、机电一体化等方面的教学与科研工作。

这种设计技术特别适合于标准件、通用件的设计以及结构定型的系列产品设计。

2 Pro/Engineer 开发工具分析与比较

Pro/E 提供的工具包有:零件族表(Family Table)、程序(Program)及开发工具包(Pro/Toolkit)、UDF、Pattern Table 等,根据已发表的文献看^[1~3],最常用的是零件族表、程序和 Pro/Toolkit,族表功能最弱,Pro/Toolkit 功能最强,它们各有优缺点,现将其各自的特点作一比较。

2.1 零件族表

主要针对重复性高、外形特征类似性大的零件,如扳手、螺钉等,它可以集合共同变化的尺寸、以表(Table)编辑的方式——产生,不需要创建每一个零件。利用族表方式产生零件,系统地管理众多相似性高的零件群,不仅分类清楚,而且可以在制作过程中提取迅速。所以,此功能常用来建立标准零件库^[5]。

常用标准件,结构简单、特征较少,特征之间的关系较明确,尺寸标准化、系列化的零件可通过族表的方法创建。不需要每一个规格都建立一个零件,可以使用一个标准零件和一个零件表,代表无数个有差异的零件。任何时候,只要调出零件表内任意一个零件的名称,即可自动产生一个按零件族表所示尺寸比例的零件。族表的特点为:便于管理标准零件,节省文件存储空间。

2.2 程序

用建立标准零件族表的方法只适合结构较简单、系列化的零件,而结构和特征之间关系较复杂且尺寸不同的特征之间几何关系不确定的零件可通过 Pro/Program 进行创建,用程序进行特征的产生和控制。如齿轮、凸轮、蜗轮、蜗杆及弹簧,经常使用且造型复杂的零件,需要利用程序设计的方法设计成全尺寸驱动的零件,使用者只要通过菜单对各个参数变量进行重新赋值,对零件再生,即可实现产品的自动化造型,得到满足参数要求的零件。

建立这样的零件为确保参数再生时不会发生特征失败,要充分考虑特征的父子关系,一般固定不变的特征放在前面,可变的特征放在后面,圆角特征要尽量放在后面,同时,要尽量减少特征之间的不必要的父子关系,使用系统默认基准创建特征。复杂的零件再生速度很重要,要用好的造型方法和技巧,尽量减少特征的数量。

2.3 开发工具包

根据文献^[1~3]和笔者的研究,在 Pro/E 中,利用软件提供的工具族表和程序创建标准件库,可以方便地生成和管理标准件,提高设计效率。但其缺点很明显:功能较差,特别是对于较复杂的零部件,很难再生成功;界面不够友好,交互性有较大缺陷;面向装配的设计过程中,尚不能自如地调用。

要高效地进行产品设计以满足更高层次的要求,必须借助于高级开发工具包 Pro/Toolkit^[4]。从发表的文献看,国内利用 Pro/Toolkit 对 Pro/E 进行二次开发尚处在初级阶段,并未有相关文章发表。

Pro/Toolkit 是 PTC 公司为 Pro/Engineer 软件提供的开发工具包,可利用 C、VC++ 等高级语言来扩充 Pro/E 系统的功能,开发基于 Pro/E 系统的应用程序模块,使用户编写的应用程序能够安全地控制和访问 Pro/E,实现应用程序模块与 Pro/E 系统的无缝集成,还可以利用 Pro/Toolkit 提供的 UI 对话框、菜单以及 VC 的可视化界面技术,设计出方便实用的人机交互界面,以提高系统的使用效率。在进行三维产品的设计时,还可利用设计参数来控制三维模型,实现产品设计参数化。

3 开发方法和步骤

在设计过程中,使用 Pro/Toolkit 对 Pro/E 进行二次开发,利用 Pro/E,特别是其参数化和全相关的强大的实体造型技术可很好地实现各类零件的参数化设计。

基本做法是用交互方式创建三维模型,再利用 Pro/Engineer 的参数设计功能建立设计参数,然后由 Pro/Toolkit 应用程序检索出模型的设计参数,并提供参数的编辑功能和根据新的设计参数再生三维模型。下面以一个标准圆柱齿轮为例进行说明。

3.1 三维特征实体造型

根据齿轮的模数、齿数等有关参数,按照齿轮的加工成型原理,先生成齿坯和齿槽轮廓,并将齿槽轮廓拉伸(Extrude)三维实体,然后将齿槽轮廓绕齿轮中心进行旋转复制,再用齿坯减去齿槽实体从而形成整个齿轮的所有齿形,如图1所示。

3.2 建立几何尺寸参数之间的关系式

根据齿轮各几何尺寸间的关系,使用 Pro/E 中的 Part/Relations/ADD Relation,添加关系如下:

$$\begin{aligned} \text{PCD} &= \text{no_of_teeth} * m; \text{ADD_DIAMETER} = \\ &\text{PCD} + 2 * m; \text{DED_DIAMETER} = \text{PCD} - 2 * (m + \end{aligned}$$

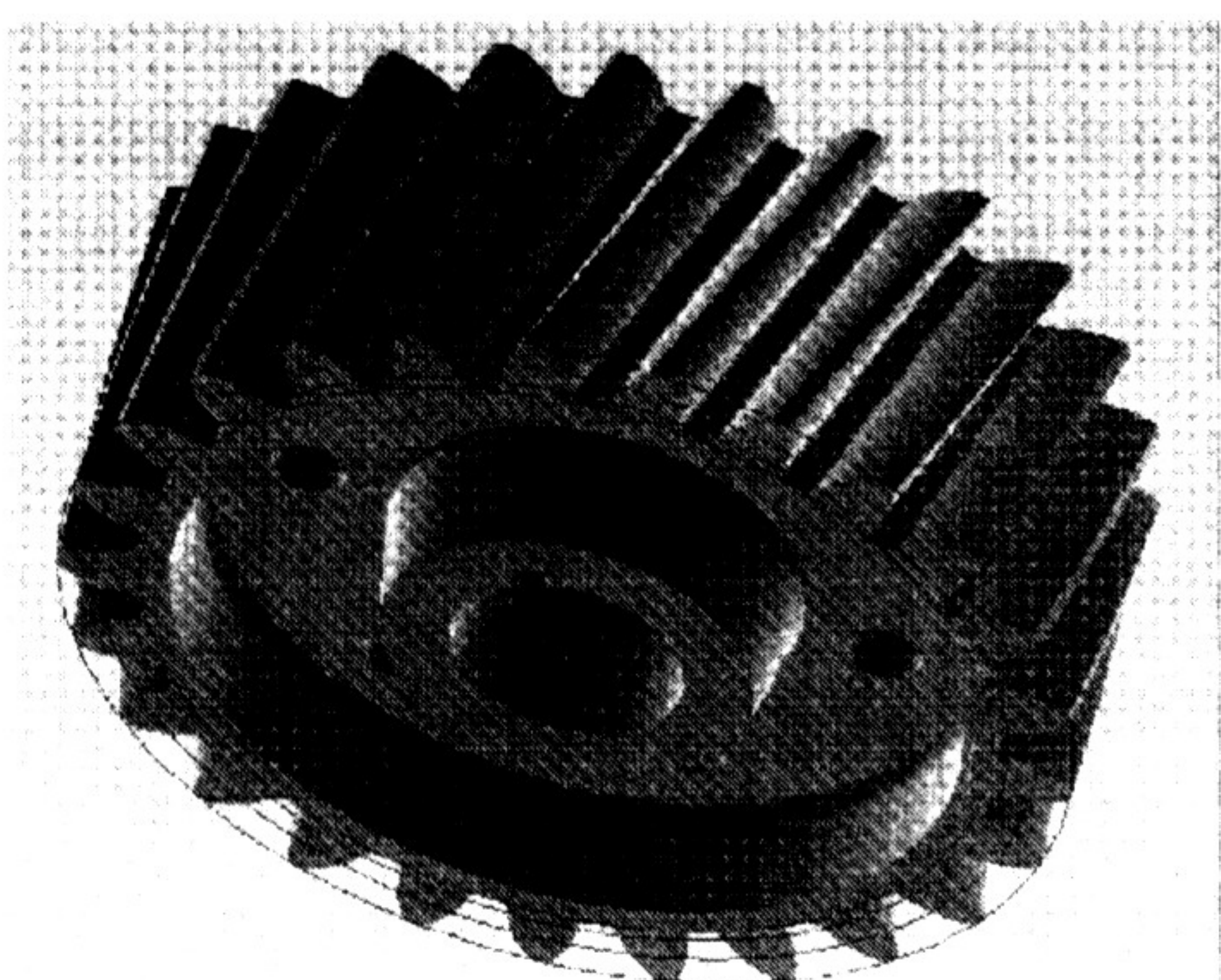


图 1 标准圆柱齿轮

模数 2 mm;齿数 30;齿宽 30 mm; β 为 15°

$(3.1415 * m / 20))$

$BASE_DIAMETER = PCD * \cos(\text{pressure_angle});$
 $TOOTH_RAD = PCD / 8$

$HALF_TOOTH_TK = 3.1415 * m / 4;$
 $TIP_RAD = 3.1415 * m / 8$

$D6 = TIP_RAD$

$D8 = \text{face_width} * \cos(\text{helix_angle}) / 3$

$D9 = \text{helix_angle} / 3$

$D16 = \text{face_width} * \cos(\text{helix_angle}) / 3$

$D17 = \text{helix_angle} / 3$

$D26 = \text{face_width} * \cos(\text{helix_angle}) / 3$

$D27 = \text{helix_angle} / 3$

$D107 = 360 / \text{no_of_teeth}$

$D142 = 360 / \text{no_of_teeth}$

$P143 = \text{no_of_teeth} - 1$

$D192 = \text{face_width} * \cos(\text{helix_angle}) / 3$

$D191 = DED_DIAMETER - PCD / 16$

$D194 = PCD / 5$

$D210 = PCD / 12.5$

$D237 = PCD / 4$

$D260 = \text{face_width} * \cos(\text{helix_angle}) / 2$

$D238 = D194 / 10$

$D239 = D194 / 5$

3.3 特征参数的提取

通过添加关系式可以得出,对于标准齿轮,实际上齿轮几何尺寸的变化只取决于齿轮的模数 m 、齿数 z 、螺旋角 β 和齿宽 k 。故在进行齿轮参数设计时,可以将齿轮的模数 m 、齿数 z 、螺旋角 β 和齿宽 k 确定为齿轮的特征参数。在关系式中对应的名称为: m , no_of_teeth , helix_angle , face_width 。

3.4 编辑齿轮参数化设计程序

系统采用动态连接库模式,这是同步模式的一种。所谓同步模式是指 Pro/Toolkit 应用程序和 Pro/E 产生各自的进程,它们之间不是并行工作的。同步和异步模式之间的主要区别在于 Pro/Toolkit 应用程序的启动:异步模式下,应用程序能够独立于 Pro/E 而启动,然后启动 Pro/E 或与正在运行的 Pro/E 进程连接;而在同步模式下,Pro/E 根据注册文件的信息启动应用程序,所以,系统功能的实现是以在 Pro/E 里添加自己定义的菜单为起点的,由事件相应器获取鼠标点击事件,根据事件做出响应。

3.4.1 在 Pro/E 界面里添加菜单 Pro/Toolkit 函数库提供了大量的 C 函数,其中包括添加菜单项及菜单动作的函数。如本例在 Pro/Engineer 界面中添加主菜单条:零件库辅助设计,和其下的子菜单:三维零件库,并为子菜单项设置动作,用 C++ 开发的代码如下:

```
extern "C" int user_initialize()
{
    ProError status;
    ProFileName MsgFile;
    uiCmdCmdId PushButton_cmd_id;
    ProStringToWstring ( MsgFile, " message.
    txt");
    //添加主菜单:零件库辅助设计
    status = ProMenuBarMenuAdd("TDPCADBar",
    "TDPCAD", //必须与信息文件中该段的标识关键字
    相同
    "Utilities", PRO_B_TRUE, MsgFile);
    //一级子菜单——三维零件库
    ProCmdActionAdd("TDPAct",
    (uiCmdCmdActFn)GetIdeaDlg, //调用零件
    库辅助设计主界面函数
    uiCmdPrioDefault, AccessAvailable, PRO_
    B_TRUE, PRO_B_TRUE, & PushButton_cmd_
    id);
    ProMenubarmenuPushbuttonAdd("TDPCAD-
    Bar", " FrameDesign", " FrameDesign", " HR
    Frame Design", NULL, PRO_B_TRUE, Push-
    Button_cmd_id, MsgFile);
    return status;
}
```

extern "C" void user_terminate()//此处省略

3.4.2 用户界面 本系统的界面采用 Visual C++

+设计,如图2所示。只要选择齿轮类型并输入特征参数值,即可生成新的零件模型。如输入模数3 mm 齿数40和齿宽30 mm及螺旋角 15° ,然后点击“生成模型”按钮即可生成新零件,如图3所示。

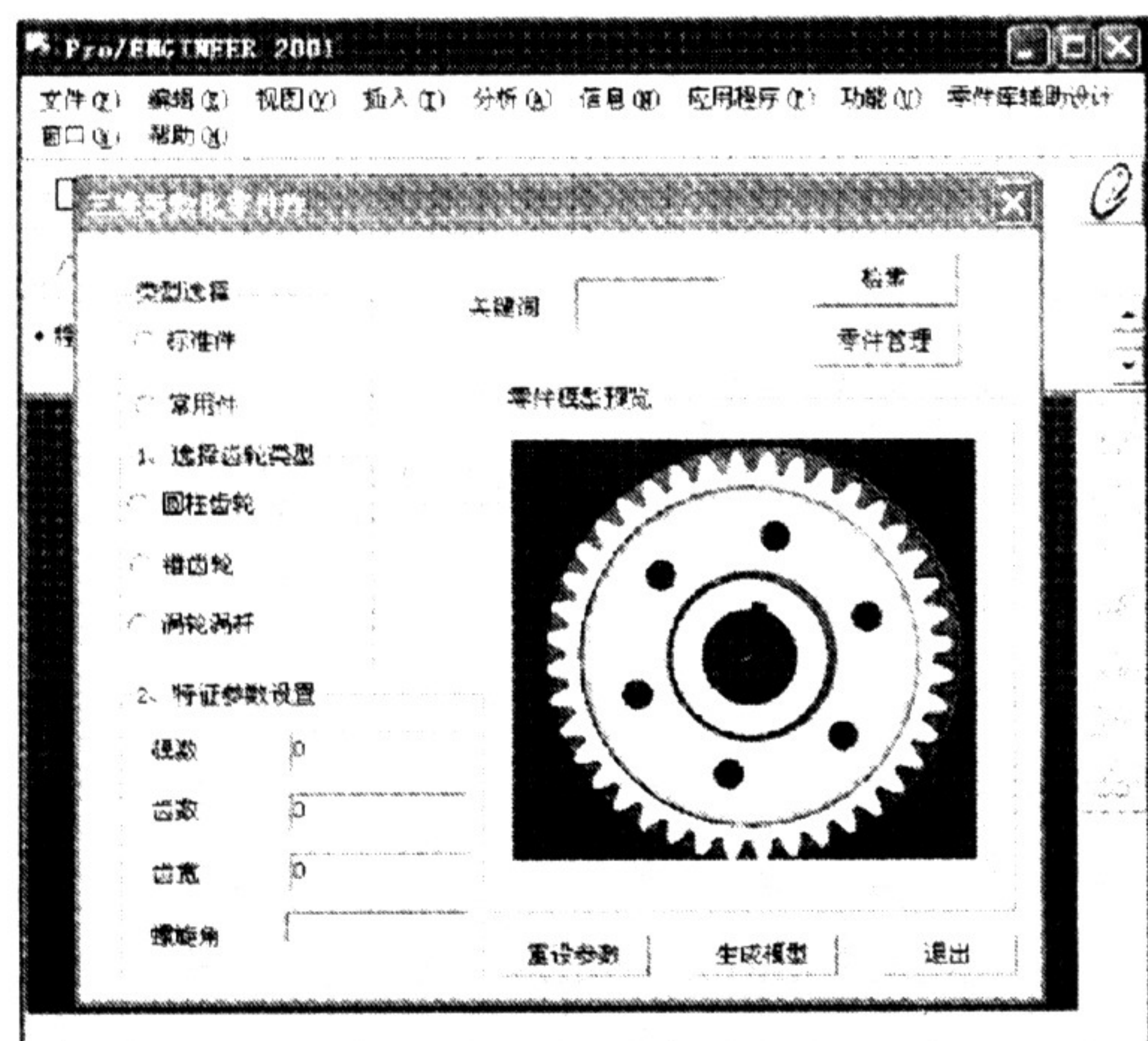


图2 系统界面

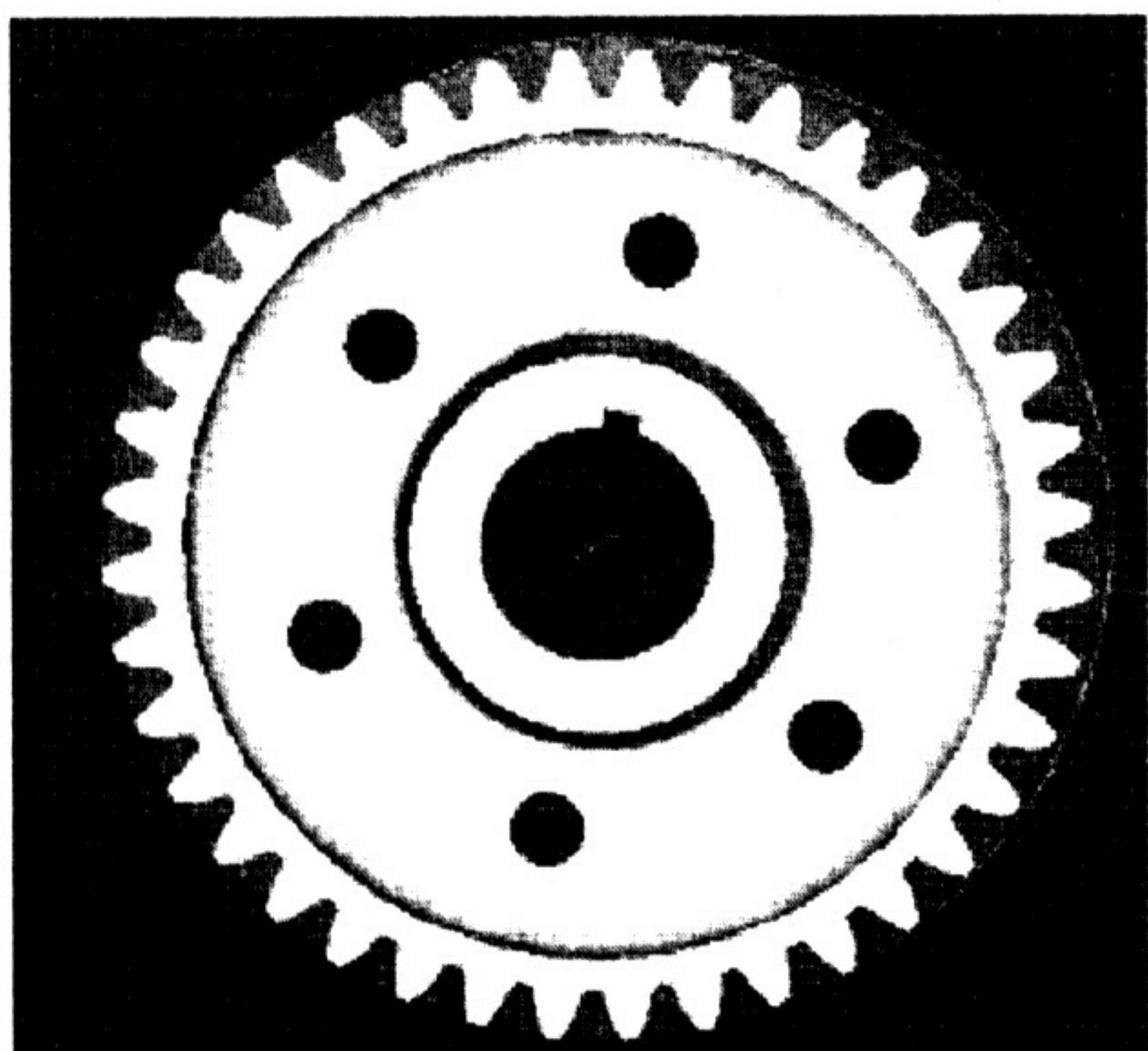


图3 模数3,齿数40且 β 为 15° 的齿轮

3.4.3 对所选图形的尺寸驱动 先给零件库中的零件需要驱动的特征尺寸设置好参数,然后在自己编制的C++程序里编写尺寸驱动函数,代码如下:

```
// TODO: Add extra validation here
ProError status;
int w_id;
ProPath PartName;
ProMdl solid_mdl;
CString partname = ".\\bb\\gear.prt";
char *p;
p = partname.GetBuffer(partname.GetLength());
ProStringToWstring(PartName, p);
status = ProMdlLoad (PartName, PRO_MDL_UNUSED, PRO_B_FALSE, &solid_mdl);
if (status != PRO_TK_NO_ERROR)
```

```
{ return; }
ProMdlDisplay(solid_mdl); //打开模型
ProMdlWindowGet(solid_mdl, &w_id);
ProWindowActivate(w_id); //激活模型所在窗口
ProModelitem modelitem;
ProName ParamName1;
ProParameter param1, param2, param3, param4; //需要驱动的参数
ProParamvalue value1, value2, value3, value4; //给参数赋的值
ProMdlToModelitem(solid_mdl, &modelitem);
//根据指定的参数名获得参数对象指针
status = ProParameterInit (&modelitem, ParamName1, &param1);
if (status == PRO_TK_NO_ERROR)
{ //获得参数值(t)
ProParameterValueGet(&param1, &value1);
value1.value.d_val = m_mnum;
//新的参数值设置(t)
ProParameterValueSet(&param1, &value1); //t}
//模型再生
ProSolidRegenerate (ProSolid) solid_mdl, PRO_B_TRUE);
```

4 结束语

利用 Pro/Engineer 提供的二次开发工具 Pro/Toolkit,可以方便地利用 VC++ 中的工具箱来定制用户所需的具有 windows 风格的界面,很好地满足设计的需要。在设计中,将零件族表、Pro/Program 和 Pro/Toolkit 三者结合起来,从而具有功能强大,设计灵活的优点,可以很好的实现三维参数化零件设计。

参考文献:

- [1] 吴海华,曾孟雄. 基于 PRO/ENGINEER 的三维标准件库研究与实现[J]. 机械设计, 2003, 20(9): 31-33.
- [2] 丘宏扬,张明超,谢嘉生. Pro/E 标准零件库的建立[J]. 模具工业, 2003, (1): 11-13.
- [3] 蒋晓. 基于 Pro/Engineer 的标准件库建立[J]. 机械设计与制造, 2003, (3): 15-16.
- [4] 李世国. Pro/Toolkit 程序设计[M]. 北京:机械工业出版社, 2003.
- [5] 黄圣杰,张益三,洪立群. Pro/Engineer 2001 高级开发实例[M]. 北京:电子工业出版社, 2002.