

基于 UG NX 基本曲线方程的参数化建模应用

耿晓伟

常州开放大学 213001

摘要: 本文以苹果和圆柱齿轮的建模为例,详细讲述 UG NX10.0 的基于表达式的参数化建模功能。通过结合数学的基本曲线方程,实现 UG NX 曲线、曲面建模设计的灵活性,从而提高产品的设计效率。

关键词: UG; 表达式; 参数化; 曲线方程;

Application of parameterized modeling based on UG NX basic curve equations

Geng Xiaowei

Changzhou Open University 213001

Abstract: This article takes the modeling of apples and cylindrical gears as an example to explain in detail the expression based parametric modeling function of UG NX10.0. By combining basic mathematical curve equations, flexibility in UG NX curve and surface modeling design can be achieved, thereby improving product design efficiency.

Keywords: UG; Expression; Parameterization; Curve equation;

一、引言

UG 是西门子公司出品的集 CAD/CAM/CAE 于一体的软件系统,它的功能覆盖了从概念设计到产品生产的整个过程,广泛应用于汽车、航天、医疗器械行业等领域。UG 提供了强大的实体建模技术和高效能的曲面建构能力,能够完成复杂的造型设计。UG 优越的装配功能、2D 出图功能、模具加工功能及与 PDM 之间的紧密配合,使其在工业界成为一套无可匹敌的高级 CAD/CAM 系统^[1]。

参数化建模功能是 UG 软件的重要功能之一。参数是 UG 参数化建模的核心要素。在一个复杂实体或造型中,实体的参数是通过“尺寸”来实现建模的。而参数化建模的最主要优点在于其可以通过改变实体的参数来实现快速及方便的产品设计修改。在参数化建模中,表达式是参数化建模中的一项重要内容,它表现了参数之间彼此制约的“并联”联系^[2]。本文以一个苹果和圆柱齿轮的造型为例,详细讲述基于 UG NX10.0 表达式的参数化建模过程。

三维建模设计都需要进行曲线图形的设计,因此需要进行数学方程和 CAD/CAM 软件曲线方程进行关联研究,特别是设计呈现规律的曲线模型时,如齿轮曲线、正弦/余弦曲线等,更需要深度研究数学方程和 UG NX 参数之间的内在联系,从而研究出所需的规律曲线模型设计,为产品系列化的设计、生产等节约了宝贵的时间,提高了产品的设计效率,降低了开发周期与生产成本^[3]。

二、UG NX 的参数化建模

(一) 参数化建模的定义

参数化建模技术是 UG 软件中最突出的亮点。在整个产

品开发过程中,UG 软件能够提供给设计人员强大的设计功能。但怎样才能使产品之间在设计过程中产生关联,以实现产品的各零部件间的协同变化、快速修改、提高产品设计的效率,减少设计人员的工作量,这些都可以通过修改参数来实现。

参数是建模设计中的核心。参数化设计也称为尺寸驱动,是指参数化模型的所有尺寸,部分或全部使用相应的表达式或其他方式指定,而不需要给出指定具体数值的方法。参数化设计是可以修改若干个参数,由 UG 软件自动完成表达式中或与之相关联的其他参数的改变,从而方便的修改模型,甚至生成新的同类型模型。

(二) 参数化建模的方法及步骤

参数化建模能处理的几何约束类型基本上是组成产品形体的几何实体公称尺寸关系和尺寸之间的工程关系,因此,参数化建模技术又称为尺寸驱动几何技术^[4]。

1. 使用表达式进行参数化建模

表达式是 UG 中进行参数化设计的一个非常重要的手段。表达式的特点是把各参数之间的关系通过指定各参数的函数关系来表达。可以把参数定义为具体数字、三角函数、数学计算公式,或者把几个参数用数学运算符连接使其产生关联。如想对零件进行修改,只要改变表达式中一个或几个参数就可以实现。将这种易于修改的特性应用到汽车、航天等领域,可实现系列化零件设计。

点击 UG NX 表达式,弹出“表达式”对话框。在此对话框中,可以对有特殊意义的表达式重命名,便于和其他表达式区别,同时利于查找。零件建模过程中,如果需要经常引用某一个表达式,例如某一角度,可以用 θ (theta) 表示,

这样更加方便输入。

2. 利用电子表格进行参数化建模

在表达式操作功能中，UG NX 提供了电子表格编辑。电子表格能作为 .prt 文件保存。在电子表格中可以对表达式进行编辑，也可以创建函数公式和注解等信息。

要创建电子表格，第一步是创建参数化模型，其次是创建电子表格。参数化模型创建后，用参数表示模型中的尺寸和位置。创建电子表格后，需要把这些参数分别输入到电子表格中，并分别对参数进行定义，使参数与模型尺寸和位置一一对应。这样，就将零件的模型尺寸与表格中的参数建立了直接联系。因此，可以直接通过修改电子表格中的若干参数来修改零件模型。从而节省了重新建立模型、修改模型的时间，提高设计效率。

3. 基于特征进行参数化建模

UG NX 的建模包含几何建模和特征建模两种方式。基于特征的参数化建模设计是将 UG 中的特征命令（特征建模）和参数化（表达式）建模结合起来，主要是将参数化设计的方法用到特征建模中去，用参数驱动或变量设计的方法实现模型的参数化建模^[2]。

三、基本曲线方程在 UG NX 中的定义

（一）变量值

在 UG NX 软件中，一般使用字母 t 作为变量，其变化范围为 0~1 之间。使用其他字母定义为变量值也是可以的。但是，一个零件模型中如果存在两个或者两个以上的方程时，则不能使用同一字母定义变量值。例如，一个零件模型 prt 文件里，需要同时建立渐开线和双曲线，渐开线的变量值定义为 t，双曲线的变量值则只能定义为 a/b 等字母。

UG NX 软件中变量值的定义步骤为：点击菜单栏的“工具”——“表达式”，在弹出的表达式对话框中，“名称”输入 t，“公式”输入 1，设置类型为“数字”，单位选择“恒定”，点击应用/确定，变量值即定义完成。

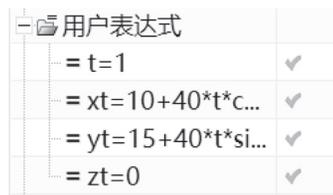
（二）基本曲线方程表达式

1. 直线

数学方程： $y-y_0=k*(x-x_0)$ ， $k=\tan(\theta)$

假设一条直线经过点 (10, 15)，长度为 40mm，角度 $\theta=30^\circ$ 。

UG NX 表达式参数方程为： $t=1$ ； $xt=10+40*t*\cos(30)$ ； $yt=15+40*t*\sin(30)$ ； $zt=0$ （直线在 XY 平面）。



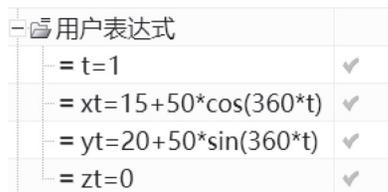
表达式建立好后，“插入”——“曲线”——“规律曲线”，选择“根据方程”，即可创建出要求的直线。

2. 整圆和圆弧

数学方程为： $(x-x_0)^2+(y-y_0)^2=R^2$

假设圆、圆弧的圆心坐标为 (15, 20)，半径为 50mm。

UG NX 表达式参数方程为： $t=1$ ； $xt=15+50*\cos(360*t)$ ； $yt=20+50*\sin(360*t)$ ； $zt=0$ 。（圆、圆弧位于 XY 平面）



表达式建立好后，“插入”——“曲线”——“规律曲线”，选择“根据方程”，即可创建出要求的整圆。若把角度改为 $60*t$ ，则显示圆弧。

3. 圆柱螺旋线

假设一圆柱螺旋线，螺距 $p=10$ ，螺旋线半径 $r=20$ ，圈数 $n=6$ 。则该圆柱螺旋线的表达式为：

$t=1$ ； $r=20$ ； $p=10$ ； $n=6$ ； $\theta=t*360$ ； $xt=r*\cos(\theta*n)$ ； $yt=r*\sin(\theta*n)$ ；

$zt=\cos(\theta*n)+p*n*t$ 。其中 20,10,6 可以不作为参数，直接输数字。

四、曲线方程参数化建模应用案例

（一）苹果的参数化建模案例

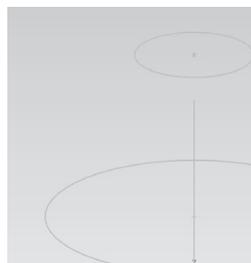
分析苹果图样，首先明确建模思路。具体步骤如下：

第一步：根据苹果果体的尺寸，在 UG NX 软件中建立表达式曲线。方程如下：

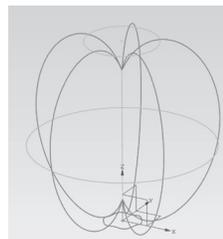
$t=1$ ； $xt=10*\cos(t*360)$ ； $yt=10*\sin(t*360)$ ； $zt=0-0.5*\sin(t*360*5)$ ；

第二步：点击“插入”——“曲线”——“规律曲线”，点击应用。

第三步：绘制长度 72mm 直线，并绘制直径 100mm 的圆和直径 40mm 的圆。



第四步：利用样条建立苹果果体轮廓。



第五步：利用“通过曲线网格”命令，曲面构建苹果

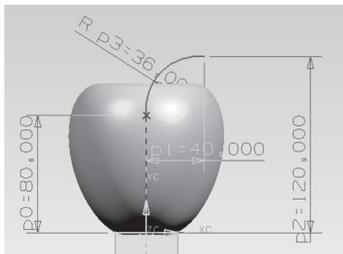
实体。



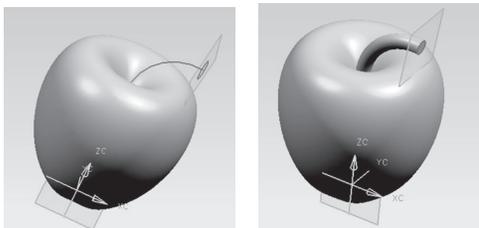
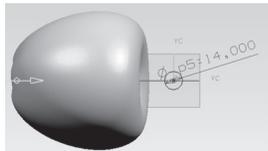
该步骤操作时注意：选取主线串时，矢量方向要一致，在线串断开处附近选点，并且线条的上下两个起点也要作为主线串选取（即主线串有五个）。

选取交叉线串时，从第一根线开始（矢量的起始点所在的样条开始）选，选取的位置在差不多的区域，并且第一根线要重复选取。选择意图：单个曲线。

第六步：绘制苹果果柄。



第七步：利用扫掠命令建立苹果果柄，建立果柄实体。



（二）直齿圆柱齿轮参数化建模案例

已知一直齿圆柱齿轮，其基本参数如下：齿数 z 为 15，模数 m 为 2，压力角 α 为 20° ，齿顶高系数 h_{ax} 为 1，顶系系数 c_x 为 0.25，齿宽 20mm。该圆柱齿轮的 UG NX 三维建模过程如下：

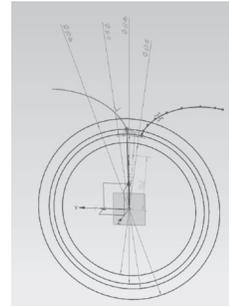
第一步：在 UG NX 软件中建立表达式。在表达式中，输入该齿轮的基本参数、几何参数和渐开线方程。

几何参数包括：分度圆 $d=m*z$ ；基圆 $db=d*\cos(\alpha)$ ；齿顶高 $ha=m*h_{ax}$ ；齿根高 $hf=m*(h_{ax}+c_x)$ ；齿顶圆 $da=d+2*ha$ ；齿根圆 $df=d-2*hf$ 。

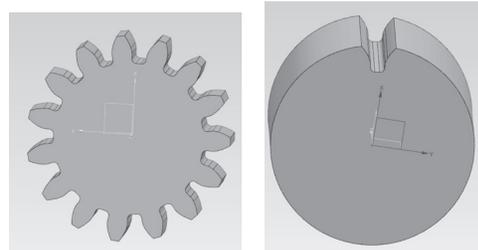
渐开线参数方程包括：设置 t ，值为 0；设置 $\theta=90*t$ ； $s=db/2*\sin(\theta)$ ； $xt=db/2*\cos(\theta)+s*\sin(\theta)$ ； $yt=db/2*\sin(\theta)-s*\cos(\theta)$ ； $zt=0$ 。

第二步：点击“插入”——“曲线”——“规律曲线”，点击应用：

第三步：草图环境下，绘制渐开线，并完成镜像。



第四步：通过拉伸、阵列特征命令，完成齿轮建模。



五、小结

将 UG NX 的表达式参数与数学中的方程式进行结合，不仅能够完成复杂曲线的建模，还可以快速创建各种规律曲线形状，可以方便地通过修改数学方程表达式的相关参数，来改变曲线形状或规律，得到想要的设计模型。参数化方程建模是 UG NX 三维软件中非常重要的环节，本文深入研究 UG NX 数学方程曲线规律，并通过苹果和齿轮的建模案例，为复杂曲线的设计和建模提供一定的参考，有较强的实用性。

参考文献：

- [1] 李海涛. UG NX 实例教程（第 2 版）[M]. 北京：人民邮电出版社，2018.
- [2] 陈兵. 基于 UG 表达式的参数化曲线建模[J]. 机械工程师，2023（01），12-14+17.
- [3] 陆龙福. 基于 UG NX 的数学方程基本曲线研究及应用[J]. 黄冈职业技术学院学报，2023，25（06），142-146.
- [4] 单岩，吴立军，蔡娥. UG NX12 三维造型技术基础（第 3 版）[M]. 北京：清华大学出版社，2020.