

基于 Creo 创建参数化链轮的方法及应用

文 | 许昌烟草机械有限责任公司 任红业

Creo 是美国 PTC 公司的三维 CAD / CAM 系统, 它提出了真正的全相关性、单一的数据库和基于特征的参数化造型等概念, 已成为当今世界机械设计领域的新标准。Creo Parametric 的参数化是指将表示零件或组件的形状和拓扑关系由赋予它们的特征值来控制, 这些特征值可能与其他特征值相关联。参数化设计是一种使用重要几何参数快速构建和修改几何模型的三维建模方法, 不同于传统的设计方法, 它存储了设计的整个过程, 能设计出一系列而非单一的形状和功能上具有相似的产品模型。具有以下特点:

◎ 参数化设计能够使工程设计人员不需要考虑细节而能尽快草绘出零件图, 并可以通过变动某些约束参数而不必运行产品设计的全过程来更新设计;

◎ 对于形状大致相似的一系列零件, 只需修改参数, 即可生成新的零件, 从而大大提高了零件设计效率, 在成组技术中利用这些手段是很有益的;

◎ 参数化设计将图形尺寸与设计条件 (或约束条件) 相关联, 即将图形尺寸看作设计条件的函数, 当设计条件发生变化时, 图形尺寸便作相应的变化。

一、链轮的齿槽廓形及几何尺寸的计算

滚子链与链轮的啮合属于非共轭啮合, 只要链条滚子能够平稳、自由地进入啮合和退出啮合, 且啮合时滚子与齿面接触良好即可, 因此, 链轮齿形的设计可以有较大的灵活性。国家标准 GB/T 1243-2006 《传动用短节距精密滚子链、套筒链、附件和链轮》中没有规定具体的链轮齿形,

仅规定了滚子链轮齿槽的齿面圆弧半径 r_e 、齿沟圆弧半径 r_i 和齿沟角 α 的最大值和最小值, 因此, 链轮的实际齿槽形状, 应在最大齿槽形状和最小齿槽形状的范围。目前, 最常用的链轮端面齿形是“三圆弧一直线”齿形, 也称作凹齿形, 如图 1 所示。本文按照“三圆弧一直线齿形”的方法, 创建链轮的三维建模并对其几何驱动尺寸进行参数化。

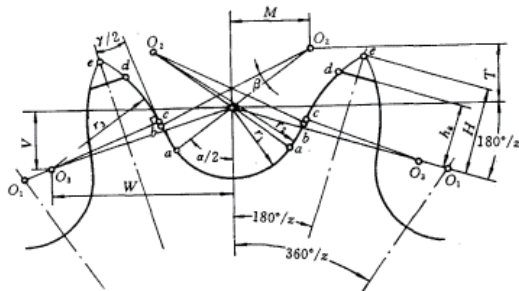


图 1 三圆弧一直线齿形的齿槽形状

三圆弧一直线齿形的齿槽形状的几何参数, 主要有分度圆直径、齿顶圆直径、齿根圆直径、齿侧凸缘 (或排间槽) 直径、齿沟半角、齿沟圆弧半径、工作圆弧半径、工作段圆弧中心角、齿顶圆弧半径及齿形半角等, 其计算公式如表 1 所示。

表 1 链轮的计算公式

名称	代号	单位	计算公式
分度圆直径	d	mm	$d = P / \sin (180^\circ / Z)$
齿顶圆直径	d_a	mm	$d_a = P (0.54 + \text{ctg} (180^\circ / Z))$
齿根圆直径	d_f	mm	$d_f = d - d_1$

名称	代号	单位	计算公式
齿侧凸缘 (或排间槽) 直径	d_g	mm	$d_g \leq \text{Pctg} (180^\circ/z) - 1.04h_2 - 0.76$
齿沟圆弧半径	r_1	mm	$r_1 = 0.5025d_1 + 0.05$
齿沟半角	$\alpha/2$	($^\circ$)	$\alpha/2 = 55 - 60^\circ/z$
工作圆弧中心的坐标	M	mm	$M = 0.8d_1 \sin(\alpha/2)$
	T	mm	$T = 0.8d_1 \cos(\alpha/2)$
工作圆弧半径	r_2	mm	$r_2 = 1.3025d_1 + 0.05$
工作段圆弧中心角	β	($^\circ$)	$\beta = 18 - 56^\circ/z$
齿顶圆弧中心的坐标	W	mm	$W = 1.3d_1 \cos(180^\circ/z)$
	V	mm	$V = 1.3d_1 \sin(180^\circ/z)$
齿顶圆弧半径	r_3	mm	$r_3 = d_1(1.3 \cos \gamma/2 + 0.8 \cos \beta - 1.3025) - 0.05$
齿形半角	$\gamma/2$	($^\circ$)	$\gamma/2 = 17 - 64^\circ/Z$

二、链轮的三维模型创建及参数化

1、建模前的准备

链轮的三维模型创建与齿轮的三维模型创建方法基本相同, 首先启动 Creo Parametric 软件, 在主菜单中, 点击新建命令“”或“Ctrl+N”, 弹出新建界面 (如图 2 所示) 中, 类型选项勾选“零件”, 子类型选项勾选“实体”, 同时在名称栏内输入新建链轮的名称如 Sprocket。

为了实现链轮的参数化设计, 在 Creo 参数设置界面 (如图 3 所示) 中, 应添加链轮齿数 (z)、配用链条的节距 (p)、滚子直径 (d_z)、内节宽度 (b_1) 和内链板高度 (h_2) 等链轮的基本参数。

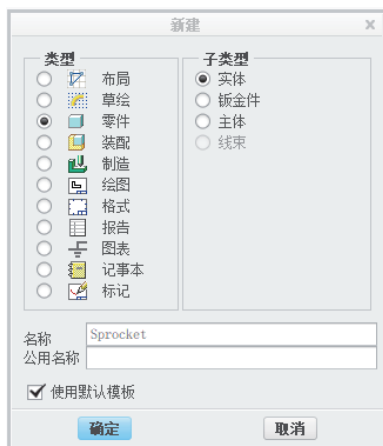


图 2 Creo 新建零件界面

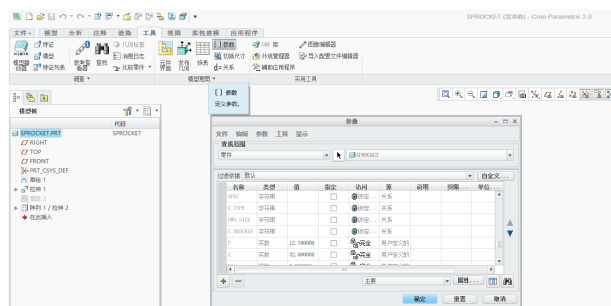


图 3 Creo 参数设置界面

2、链轮参数化建模过程

(1) 草绘

在“模型”选项卡中, 单击“草绘”工具图标 , 进入草绘界面, 依次创建链轮的分度圆 d 、齿顶圆 d_a 、齿根圆 d_f , 完成草会后, 依次单击“工具”和“d= 关系”在弹出“关系”对话框中, 添加如下关系 (如图 4 所示):

$$d = p / \sin(180/z)$$

$$\cot = \cos(180/z) / \sin(180/z)$$

$$d_a = p * (0.54 + \cot) \text{ 及 } d_f = d - 2 * 0.5025 * d_z - 0.1$$

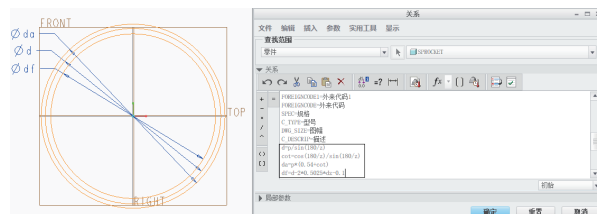


图 4 草绘及关系添加

(2) 创建链轮的齿坯

应用 Creo Parametric 的“拉伸”命令, 使用草绘中已创建的齿顶圆曲线, 创建链轮的毛坯 (如图 5 所示)。

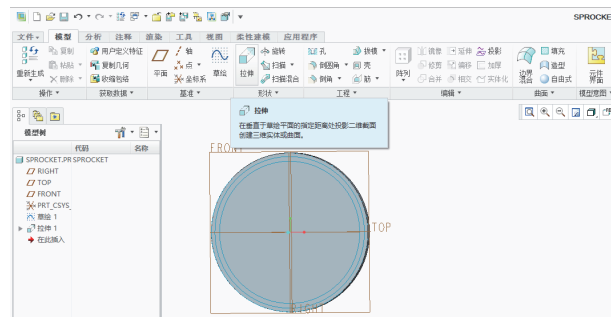


图 5 链轮毛坯创建

(3) 草绘链轮的齿槽廓线

根据三圆弧一直线齿形的齿槽形状尺寸关系, 草绘链轮

的齿槽廓线（如图 6 所示），并添加如下关系式：

$$r_1=0.5025d_1+0.05$$

$$r_2=1.3025d_1+0.05$$

$$r_3=d_1(1.3\cos(\gamma/2)+0.8\cos(\beta)-1.3025)-0.05$$

$$M=0.8d_1\sin(\alpha/2)$$

$$T=0.8d_1\cos(\alpha/2)$$

$$W=1.3d_1\cos(180/z)$$

$$V=1.3d_1\sin(180/z)$$

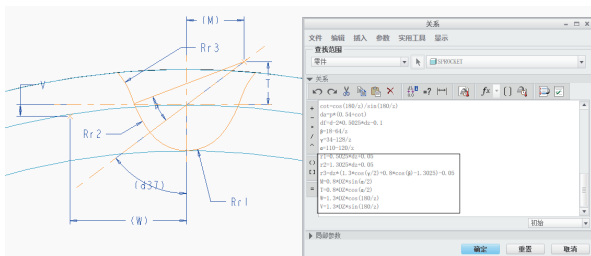


图 6 齿槽廓线

（4）创建链轮的齿槽特征

使用草绘的链轮齿槽廓线，应用 **Creo Parametric** 的拉伸命令，创建链轮的单个齿槽，再应用“阵列”命令，创建链轮的全部齿槽（如图 7 所示），并添加下列关系式：

$$D27=360/z$$

$$P30=z$$

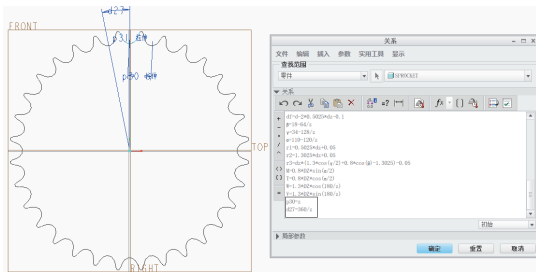


图 7 链轮的齿槽创建

（5）创建链轮的轴向及剖面齿廓特征

链轮的轴向及剖面齿廓特征主要有齿侧半径 r_x 、齿侧凸缘圆角半径 r_a 、倒角宽度 b_a 及齿宽 b_n 。使用“旋转”命令，将轮齿两齿侧的材料进行切除，创建完整的链轮并添加如下关系（如图 8 所示）：

$$b_a=0.15p$$

$$r_x=p$$

$$r_a=0.04p$$

$$b_n=0.93b_1$$

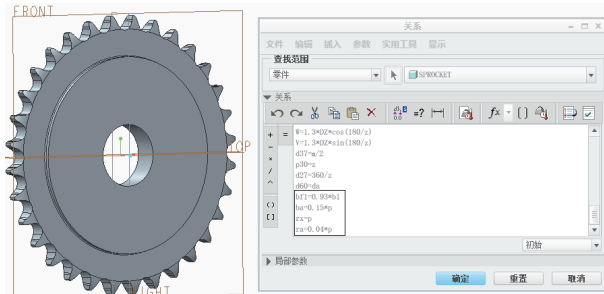


图 8 轴向及剖面齿廓特征

三、链轮的参数化程序设计

Pro/Program 是 **Creo** 的内置脚本语言，它是一种类似于 **VBA** 的非常简易的高级程序语言，可以实现软件文档的自动化。**Creo Parametric** 中的每个模型都包含一个列表，其中有主要设计步骤和在产生新设计规范时可编辑的参数。依次单击“工具”和“模型意图”，打开 **Pro/PROGRAM**，对其进行编辑以改变模型的程序运行。程序内容主要由以下五部分组成：

- ◎ 抬头：版本信息，此部分内容由软件自动生成；
- ◎ **INPUT...ENDINPUT**：设置输入提示语句与参数，这部分内容为用户编辑时自动填入，第一次进行时，此部分呈现空白状态；
- ◎ **RELATIONS...END RELATIONS**：设置关系；
- ◎ **ADD FEATURE...END ADD**：由 **Creo** 软件自动生成。用户可以添加 **IF...ENDIF** 语句，用于判断该特征的显示与否；
- ◎ **MASSPROP...END MASSPROP**：设置质量属性在上述几部分中，在 **RELATIONS...END RELATIONS** 关系中，通过嵌套条件语句及关系式来控制链轮齿槽廓形的几何参数。

1、交互界面的创建

启动 **Creo** 软件，打开零件模型 **Sprocket.prt**，进入“程序”编辑，在弹出界面中的在“**INPUT...ENDINPUT**”语句中增加下列内容：

INPUT

链号 STRING

" 请输入链轮对应的链号 如 08A "

齿数 NUMBER

" 请输入链轮的齿数 Z: "

孔径 NUMBER

" 请输入链轮的孔径: "

END INPUT

使链轮模型更新时自动提示输入与链轮配套的链号、链轮齿数及链轮总厚度及链轮的孔径等参数。上述程序运行后的界面如图9所示,通过勾选图中的参数项即可生成符合设计要求的模型。



图 9 交互界面

2、控制特征的生成

在 Creo Pro/Program 模块中,使用用条件语句创建设计分支,在 IF...ENDIF 语句中嵌套赋值参数关系式,用于控制对应不同链号的链轮齿槽廓形几何参数。链轮参数化设计的程序控制流程图如图 10 所示。

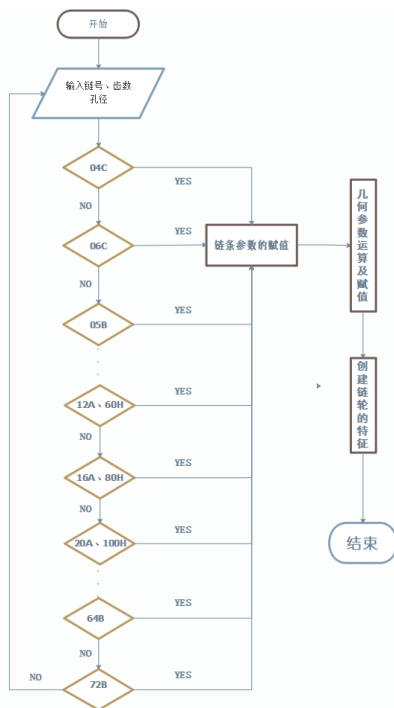


图 10 链轮程序控制流程图

在 RELATIONS...END RELATIONS 关系语句的段内,应用嵌套式的 IF...ENDIF 语句,将链轮适用的链号及其相关参数和齿廓特征尺寸的赋值与设计条件关联,建立需要生成的链轮的几何参数赋值的关系,进入“程序”的“编辑设计”,在 ADD FEATURE...END ADD 语句的开始与结束之间增加 IF...ENDIF 语句,用来控制符合条件的齿形特征及其它几何特征的显示与否。其程序结构如下:

RELATIONS

LH=链号

$\beta=18-56/Z$

$\gamma=34-128/Z$

$\alpha=110-120/Z$

Z=齿数

D52=孔径

IF 链号=="04C"|链号=="04c" /*判断链号

$P=6.35$

$d_z=3.30$

$b_1=3.10$

$h_2=6.02$

IF $P \leq 12.7$

$b_{f1}=0.93*b_1$

$L=b_{f1}$

ELSE

$b_{f1}=0.95*b_1$

$L=b_{f1}$

ENDIF

ENDIF

:

IF 链号=="32A"|链号=="32a"|链号=="160H"|链号=="160h"

/** 链号后缀 H 标记为 ANSI 重型系列链条,后缀 A 标记为 ANSI 标准链条

$P=50.80$

$d_z=28.58$

$b_2=48.26$

IF $P \leq 12.7$

$b_{f1}=0.93*b_1$

$L=b_{f1}$

ELSE

$b_{f1}=0.95*b_1$

$L=b_1$

ENDIF

:

IF 链号=="72B"| 链号=="72b" /** 链号后缀 B 标
记源自 ANSI 欧洲标准

$P=12.7$

$d_z=7.92$

$b_1=7.85$

$h_2=12.07$

IF $P \leq 12.7$

$b_1=0.93*b_1$

$L=b_1$

ELSE

$b_1=0.95*b_1$

$L=b_1$

ENDIF

ENDIF

$D=P/\sin(180/Z)$

$COT=\cos(180/Z)/\sin(180/Z)$

$DA=P*(0.54+COT)$

$DF=d-2*0.5025*d_z-0.1$

$\gamma_1=\gamma/2$

$r_1=0.5025*d_z+0.05$

$r_2=1.3025*d_z+0.05$

$r_3=d_z*(1.3*\cos(\gamma/2)+$
 $0.8*\cos(\theta)-1.3025)-0.05$

$M=0.8*d_z*\sin(\alpha/2)$

$T=0.8*d_z*\cos(\alpha/2)$

$W=1.3*d_z*\cos(180/Z)$

$V=1.3*d_z*\sin(180/Z)$

$\alpha_1=\alpha/2$

$P30=Z$

$D27=360/Z$

/*链轮轴向齿廓特征

$b_a=0.1*p$

$r_s=1.1*p$

$d104=180/z$

/*链轮齿侧凸缘特征

$r_a=0.04*p$

$s=1.2*b_1$

$d_g=p*\cot-1.04*h_2-0.76$

END RELATIONS

将上面创建的链轮模型作为通用模型，每次创建新的链轮时，只要将上面建立的模型打开，点击“再生”命令，在弹出的菜单管理器中点击“输入”，按照 Creo Parametric 系统信息栏的提示输入相应的链轮的各项参数，即可生成新的链轮模型。同时，还可以根据实际情况增加次要参数设置，建立企业内部的常用件模型库，从而使建模更加方便和省时。

四、结论

根据国家标准 GB/T 1243-2006 给出的链轮及链条的参数，在 Creo Parametric 软件环境中，应用 Pro/Program 工具，创建了适合烟草机械行业的链轮的通用参数化模型，可以方便快捷地创建不同型号的链轮三维模型和工程图。这种参数化模型构建方法，解决了不同型号链轮三维模型创建中需要多次重建的问题，体现了参数化设计的优越性。实践证明，该方法实用有效，对其它结构相似的常用零件的参数化通用模型的建立具有借鉴意义。