

基于 UG 的格里森弧齿锥齿轮建模

邓谷鸣, 陈春榕, 石林, 叶志坚

(厦门大学 机电工程系, 福建 厦门 361005)

摘要: 目前国内的齿轮加工专用机床无法加工一些尺寸超过其技术规格的齿轮副, 而运用大型的数控加工中心加工弧齿锥齿轮副, 齿轮副尺寸不再成为其制约因素。利用 UG 软件提供的 UG/OPEN GRIP 二次开发功能, 编制相应的锥齿轮成形软件, 根据设计图纸提供的格里森弧齿锥齿轮副的基本尺寸和参数, 首先建立铣刀盘和弧齿锥齿轮大轮胚体的三维模型, 然后结合格里森弧齿锥齿轮机床调整参数, 在 UG 环境下模拟格里森机床调整过程, 通过布尔运算得到成形法加工的大轮。之后采用变异的铣刀盘成形加工得到的变异大轮展成小轮毛坯实体, 最终得到小轮齿面。此方法基于传统的格里森弧齿锥齿轮加工方法, 又有不同之处, 是格里森弧齿锥齿轮建模和加工的一种实用新方法。

关键词: 格里森; 弧齿锥齿轮; UG; 几何建模

中图分类号: TH132.429

文献标识码: A

文章编号: 1006-0316(2008)10-0034-04

Modeling based on UG Gleason spiral bevel gear

DENG Gu-ming, CHEN Chun-rong, SHI Lin, YE Zhi-jian

(Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: At present the domestic gear processing machine can not machining the gears that exceed the size of the technical specifications, in order to solve this conflict, this large-scale use of the NC processing center of spiral bevel gear, the size of the gear is no longer a constraint. With the UG/OPEN GRIP, we design bevel gear forming software to create the big round of three-dimensional model of the embryo, and complete simulation under UG, then we get the big gear by boolean operation. And a small round hair embryo is born by a variation of facer, finally, we get the tooth surface of the gear. This method is based on the traditional Gleason spiral bevel gear processing methods, also different, which suggest a practical way of a spiral bevel gear modeling and processing by Gleason.

Key words: Gleason; spiral bevel gear; UG; geometric modeling

弧齿锥齿轮和准双曲面齿轮广泛应用于汽车、拖拉机机械产品中, 作为主要驱动元件, 其设计制造质量直接影响产品的工作性能^[1], 其制造主要使用专用的齿轮加工机床。目前国内使用的齿轮加工机床主要有美国格里森公司的 No.116 铣齿机、No.609 拉齿机、No.463 磨齿机和国产的 Y2280 铣齿机^[2]。但是由于机床结构等因素的制约, 每一种机床都有其对应的技术规格, 如最大加工模数、最大加工锥距、最大加工直径、最大加工齿宽等, 因此无法加工一些尺寸超过其技术规格的齿轮副。但若运用大型的数控加工中心加工弧齿锥齿轮副, 齿轮副尺寸不再成为其制约因素。

为了解决齿轮加工专用机床与齿轮副尺寸之间的矛盾, 本文研究并提出了一种格里森弧齿锥齿轮的新的建模与加工方法, 并编制相应的锥齿轮成形软件。该方法先在 UG 软件中建立齿轮的三维模型, 然后在数控加工中心中加工得到满足精度等质量要求的产品。由于该方法是在 UG 软件上模拟机床调整, 用成形法加工得到大轮三维模型, 再用展成法得到小轮, 不受齿轮尺寸限制, 可以获得任意尺寸的锥齿轮的三维模型。此方法适用于特殊用途的弧齿锥齿轮副的实体建模。下面以小轮齿数 21 齿、大轮齿数 35 齿、模数 16、压力角 20°、螺旋角 35°的弧齿锥齿轮副为例, 详细阐述建模方法。

收稿日期: 2008-05-08

基金项目: 福建省重点项目(2006Y0027)

作者简介: 邓谷鸣(1950-), 福建泉州人, 学士, 工程师, 主要研究方向为机械非标件的开发。

1 弧齿锥齿轮大轮的建模

UG/OPEN GRIP 是 UG 软件包中的一个重要模块, 是 EDS 公司提供的用于 UG 二次开发的软件工具^[3]。GRIP 语言具备完整的语法规则、程序结构、内部函数, 但 GRIP 程序必须经过编译、连接, 生成可执行文件之后才能运行。利用 GRIP 程序能够实现与 Unigraphics 的各种交互操作, 例如几何体的创建、文件的管理、系统参数的控制、UG 数据库的存取^[3]。UG/OPEN GRIP 的另一个特点是简单、方便、好用, 比较容易进行二次开发^[4]。

1.1 大轮齿胚和双面铣刀盘的造型

齿胚和双面铣刀盘都是旋转体, 所以建模十分容易。大轮精切双面刀盘建模参数主要有刀盘半径、内外刀齿形角、刀顶距等, 大轮齿胚由尺寸由设计图纸得知。造型时坐标系原点设在大轮轴交错点, 并让铣刀盘的刀尖平面通过原点。先确定双面铣刀盘和大轮齿胚造型点的坐标位置, 再依次将各点连接成直线或曲线, 利用 UG/OPEN GRIP 相关函数将这组曲线绕 X_c 轴旋转 360° , 这样就可以得到铣刀盘和大轮齿胚实体。图 1 为 35 齿大轮齿胚和铣刀盘的初始位置。

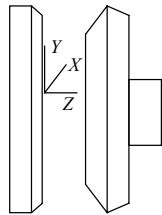


图 1 大轮胚与铣刀盘初始位置图

1.2 大轮切齿机床调整参数计算

刀倾半展成法加工弧齿锥齿轮及双曲面齿轮, 是一种高效率的先进方法。美国 Gleason 公司给它们的代号为 SFT 和 HFT。该方法中大轮采用成形法加工。用成形法加工弧齿锥齿轮大轮时, 可按 SFM 和 SFT 计算卡计算, 这两个计算卡前 (150) 项用来进行大轮的切齿计算, 是完全相同的^[5]。由于本文介绍的齿轮建模方法只是模拟格里森机床加工弧齿锥齿轮过程, 故大轮不需粗切, 仅需采用双面刀盘精切即可。将 SFT 计算卡的结果填入参考文献^[5]中表 20.3-10 即可得大轮精切调整卡。

1.3 模拟机床调整布尔运算得到大轮

对于大轮, 由大轮精切调整卡可得大轮调整的四个基本调整参数: 轮胚安装角、水平轮位、水平刀位、垂直刀位, 其中轮胚安装角、水平轮位为齿坯调整参数, 水平刀位、垂直刀位为刀盘调整参数。上述的齿坯和刀盘的调整参数在格里森机床上都可直接调整。格里森机床结构如图 2 所示。

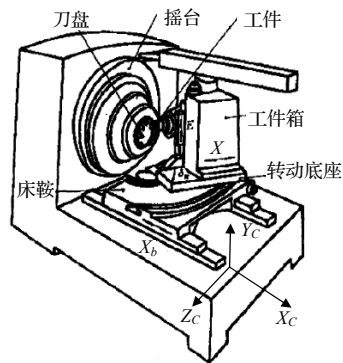


图 2 格里森铣齿机床简图

在 UG 环境下, 绝对坐标系始终固定, 图 1 中所示的 XYZ 坐标系即为绝对坐标系。将其放置在格里森机床中, 对应关系如图 2 所示: X_c 轴即为机床的床鞍 (亦称滑动底座) 在机床上的前后移动方向; Y_c 轴即为机床的工件箱侧面的垂直轨道方向; Z_c 轴即为机床地面上与床鞍移动方向垂直的方向。

在 UG 中模拟机床调整的步骤如下: ①齿胚实体绕 Z_c 轴旋转安装角; ②齿胚实体以顶锥点为参考移动到要求位置; ③铣刀盘实体以刀倾中心点为参考移动到要求位置。调整结束后齿胚实体和铣刀盘实体将处于所需的位置。完成齿轮毛胚和铣刀盘定位过程后, 铣刀盘和齿轮毛胚已经放置在成形加工位置, 布尔运算后将齿轮毛胚转过一个分度角 (360° /齿数), 直到加工完所有齿^[6]。按照上述方法造型出的一个 35 齿大轮如图 3 所示。这样, 成形法大轮的造型就完全确定了。

2 弧齿锥齿轮小轮的建模

传统的格里森机床上小轮加工主要采用刀倾法或变性法。本文研究的新方法中小轮的建模采用大轮展成小轮胚体得到。若直接使用大轮展成小轮胚体, 得到的为一对面对接触的锥齿轮副, 故须改变铣

刀盘结构, 保证齿轮在齿面接触区处于理想状态。理想的齿面接触区, 轻负荷时齿面接触区应集中在齿轮中部偏小头处, 成椭圆形或矩形, 接触区约占齿面全长的 25%~45%; 实际工作后由于负荷加大, 齿面接触区将逐渐向四周伸展, 基本布满整个齿面, 但不会发生边缘接触^[2]。根据这一原则, 对刀盘进行变异。同时, 为了保证齿轮副有一定的齿顶间隙, 变异大轮胚体和大轮胚体相比, 还应延伸一个 0.2~0.3 倍的齿高。使用变异后的铣刀盘和变异的大轮胚体成形得到的变异大轮如图 4 所示。

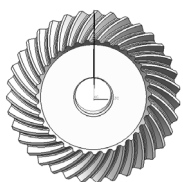


图 3 35 齿大轮实体图

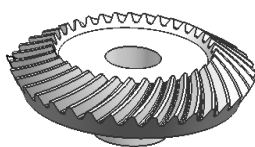
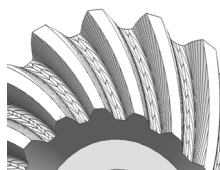


图 4 变异大轮实体图

变异大轮的建模完成后, 用建立大轮胚体同样的方法, 在同一零件图中建立小轮胚体。然后将大小轮调整至装配位置。在此位置执行一次布尔运算后, 根据实际的弧齿锥齿轮副传动关系, 令小轮转过某一数值大小的角度, 大轮同时转过相应的角度后再布尔运算一次。重复此过程, 直到小轮整个齿面完全成形。这样就得到了展成法小轮模型, 可以用于数控加工。图 5 为与 35 齿大轮配对的 21 齿小轮模型实体和齿面放大图。



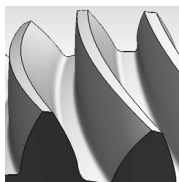
图 5 21 齿小轮模型实体和齿面放大图



为了满足数控的需要, 还需对齿面进行光滑和拟合。UG 软件带有相应的功能, 该操作最小误差可达 0.002 mm。图 6 为光滑后的小轮齿面。



图 6 光滑后 21 齿小轮模型实体和齿面放大图



3 建模实例分析

通过上述建模方法, 得到了一对接触区可控的弧齿锥齿轮副。大轮采用成形法直接得到, 小轮用变异大轮展成得到, 但展成得到的小轮齿面分成展成区和干涉区两部分, 展成区和干涉区的比例影响齿面质量。

小轮实体齿面质量的控制参数主要有:

(1) 小轮单步转角。小轮每转过一角度大轮根据传动比转过相应角度, 然后进行布尔运算。它会影响到小轮齿面上相邻两点之间的距离, 角度越小齿面质量越高。

(2) 变异铣刀盘刀顶距的变量量。铣刀盘刀顶距的变量量决定接触区大小, 变异值越大, 接触区约集中突出, 接触效果越好。但同时会引起齿面干涉区质量变差, 给后继的齿面光滑和拟合造成困难。

(3) 齿顶间隙参数。齿顶间隙系数影响小轮齿顶间隙大小, 其数值越大则大小轮传动时越不容易发生干涉, 但会引起齿轮强度下降。

通过各参数反复调整实验后得到了一对接触区域合理的弧齿锥齿轮副, 如图 7 所示。

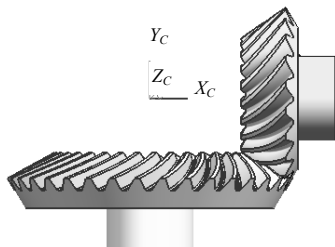


图 7 21—35 齿配对齿轮副

4 结论

本文提出了一种基于传统的格里森弧齿锥齿轮加工、应用 UG 实现弧齿锥齿轮建模的新方法。模型建立好后可于数控加工中心中实现其加工。应用此方法实现了齿轮副接触区的可控制性, 是一种齿轮建模和加工的新方法。根据本文开发的软件, 建立了一对 20 齿小轮、21 齿大轮齿轮副中对大轮, 并在数控加工中心中进行了试切, 证明了本文方法的正确性。图 8 为试切的 21 齿木头件大轮。

(下转第 59 页)

4 系统原型实现

基于前面的设计与分析,以 SQL Server 2000 作为数据库系统,以整合了 Tomcat - 4.1.24 后的 JBOSS - 4.0.0 为 WEB 服务器, JSP 为 Web 应用程序脚本语言,遵从 J2EE 规范,开发了一套制造企业融资信用评估软件。图 3、图 4、图 5 分别为制造企业信用服务申请、专家在线定性评价、综合融资信用评估等功能示意图。

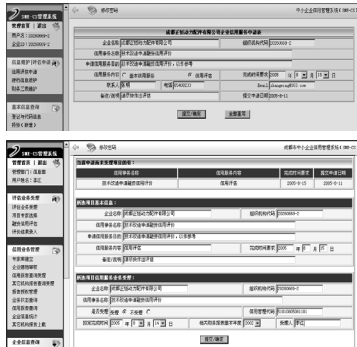


图 3 融资信用申请与受理



图 4 专家在线定性评价

融资信用综合评估结果表:		定 量 评 价		定 性 评 价	
指标代码	指标名称	权重	得分	指标代码	指标名称
1111	净资产收益率	35.00	1.21	1121	净资产增长率
1112	总资产周转率	12.00	1.22	1122	净资产利润率
1121	流动资产周转率	42.00	1.69	1123	总资产利润率
1211	存货周转率	8.00	1.01	1124	总资产周转率
1212	流动资产周转率	8.00	1.02	1125	总资产周转率
1220	无形资产周转率	18.00	1.00	1126	总资产周转率
1311	偿债能力	8.00	1.81	1127	总资产周转率
1312	偿债能力	10.00	1.82	1128	总资产周转率
1320	偿债能力	18.00	1.80	1129	总资产周转率
1411	经营效率	8.00	1.41	1130	总资产周转率
1412	经营效率	8.00	1.42	1131	总资产周转率
1420	经营效率	18.00	1.40	1132	总资产周转率
1511	经营效率	8.00	1.41	1133	总资产周转率
1512	经营效率	8.00	1.42	1134	总资产周转率
1520	经营效率	18.00	1.40	1135	总资产周转率
1611	经营效率	8.00	1.41	1136	总资产周转率
1612	经营效率	8.00	1.42	1137	总资产周转率
1620	经营效率	18.00	1.40	1138	总资产周转率
融资信用定量评估总分		92.16		定性评估总分: 81.00	

图 5 综合评估结果

参考文献:

[1]杨成钢. 中小企业融资信用评估[M]. 成都:四川人民出版社,2003.

[2]John Bennett, Huw David Dixon. Monetary Policy and Credit in China: A Theoretical Analysis[J]. Journal of Macroeconomics, 2004, 23 (2): 297 - 314.

[3]Tseng-Chung Tang, Li-Chiu Chi. Predicting Multilateral Trade Credit Risks: Comparisons of Logic and Fuzzy Logic Models Using ROC Curve Analysis[J]. Expert Systems with Applications, 2005, (28): 547 - 556.

[4]Carlo Mari. Credit Risk Analysis of Mortgage Loans: An Application to the Italian Market[J]. European Journal of Operational Research, 2005 (163): 83 - 93.

[5]荆新, 等. 财务管理学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2000.

[6]程永新, 余小娟. 信用信息工程[J]. 计算机应用研究, 2004, (12): 26 - 28.

(上接第 36 页)

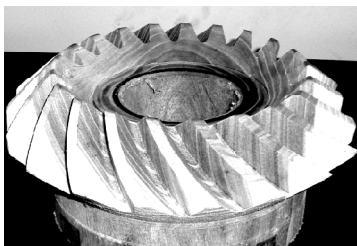


图 8 21 齿木头件大轮

参考文献:

[1]郭晓东, 郑昌启, 林超. 锥齿轮设计制造现代应用技术的研究[J]. 重庆大学学报, 1993, 16 (1): 37 - 44.

[2]曾韬. 螺旋锥齿轮设计与加工[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1989.

[3]夏天, 吴立军. UG 二次开发技术基础[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.

[4]王庆林. UG/Open GRIP 实用编程基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

[5]齿轮手册编委会. 齿轮手册 (第 2 版) 下册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.

[6]李建刚. 曲线锥齿轮加工模拟系统的研究[D]. 西安: 西安交通大学, 2002.

[7]梁伟. 锥齿轮切齿仿真方法及其软件系统研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2002.