

微线段齿轮的创成方法探讨及其计算机仿真*

王爱群 冯显英 艾 兴
(山东大学机械工程学院 济南 250061)

摘要: 研究了微线段齿轮的创成方法, 确定了“包络—旋切”两步加工法和加工刀具的选取方法, 建立了旋切法数控加工微线段齿轮的运动控制模型, 并通过计算机仿真进行了验证。

关键词: 微线段齿轮 创成方法 数控加工

中图分类号:

0 前言

齿轮作为机械传动的主要组件用来传递运动和动力, 它的精度和性能直接影响到机器的性能。现代生产和科技的发展, 要求齿轮传动的性能不断优化。

在齿轮传动中, 决定其动态性能优劣的最基本要素就是齿轮的齿形。为了满足不同的使用场合, 人们在实践中发展了诸多不同的齿形。由于渐开线齿形具有诸多优点, 所以渐开线齿形今天已占据了绝对的优势。但随着科技和生产发展的需要, 为了弥补渐开线齿形的不足和满足不同的使用场合, 相继出现了一些其他形式的齿形。

20 世纪 80 年代后期, 为满足对齿轮高速重载和小型化的要求, 日本学者小守勉^[1]用新的齿形理论, 提出了名为微线段齿轮的新型齿轮。其形成原理及特性在文献^[2]中已作了详细的介绍。本文着重研究微线段齿轮的创成方法, 并在计算机上进行了加工仿真, 证明此加工方法是可行的。

1 微线段齿轮简介

微线段齿条的齿廓曲线是由许多微段渐开线连接而成的。如图 1 所示, 取一点 O_1 并作夹角为 α_0 的两射线 O_1N_0 和 O_1N_1 。作节线 PL 垂直于 O_1N_1 , 交两射线于 N_1 和 N_0 点, 并满足 $l_{O_1N_0} = l_1$ 。然后选定 δ 角 (δ 角为给定的压力角参数) 做出 $O_1O_1' = 2l_1$, 以 O_1 和 O_1' 为圆心, 以 l_1 为半径分别作相切的两个基圆, 若两圆的公共发生线为 L_1S_1 , 按渐开线形成原理, 微段渐开线 M_0S_1 和 S_1M_1 分别是发生线 L_1S_1 沿 O_1 和 O_1' 的基圆滚过弧长形成的。构造过程是一

种递推过程, 且下一微段 M_1M_2 的压力角应比上一微段的压力角有一增量, M_1 点处上下两微段应光滑连接, M_1 、 M_2 点的曲率中心在节线上。过 O_1' 点作与 O_1O_1' 夹 δ_1 角的线段 $O_1'O_2$ 并交节线于 N_2 点, 使 O_2N_2 长等于 l_2 (l_1, l_2, \dots 满足一定的变化规律), 重复以上步骤可得下一微线段 M_1M_2 。如此依次进行下去, 就可得到所需的齿廓曲线。

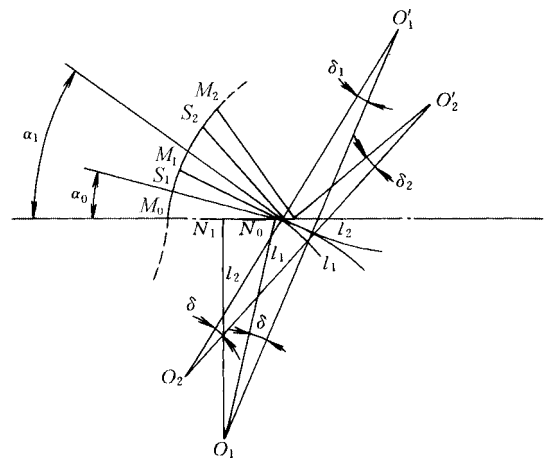


图 1 微线段齿条齿形的形成过程

基本齿条节线以下齿廓的形成与节线以上齿廓的形成原理相同。图 2 是以上述原理绘制出的标准齿条的齿形, 斜线表示微段渐开线接合点的曲率半径, 由图可知齿形的曲率中心都在节线上, 齿形在节线以上为凸, 节线以下为凹, 这样的齿条加工出的齿轮保证了凸凹的啮合形式, 按范成原理可加工

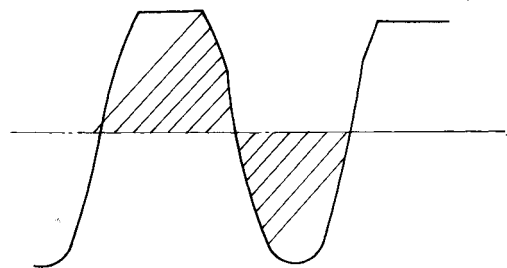


图 2 标准微线段齿条齿形的齿形

* 国家自然科学基金资助项目(59905018), 20020311 收到初稿, 20020927 收到修改稿

出微线段齿轮, 轮齿的齿顶部分为凸齿廓, 齿根部分为凹齿廓, 因而一对微线段齿轮的啮合, 是凸齿廓与凹齿廓的啮合, 从而可以保证轮齿有很高的接触强度和弯曲强度。这种新齿廓有望在大传动比场合及重载齿轮传动中得到应用。

2 微线段齿轮加工方法分析

2.1 范成法加工微线段齿轮的分析

用范成法加工齿轮是目前齿轮加工中应用最普遍的方法, 由微线段齿轮齿形的几何形成过程可知, 微线段齿轮可以用范成法进行加工。由齿形法线法可以求得微线段齿轮的共轭齿形(即刀具的法向齿形), 刀具的法向齿形和微线段齿条的齿形相同。

使用滚齿机滚切微线段齿轮, 其优点是设备简单, 生产效率较高, 而缺点是需要制造专用的具有微线段齿条齿形曲线的刀具, 要耗费更多的资金, 从而增加了生产成本。对于微线段齿轮加工来说, 这种传统的加工方法将导致大部分资金和精力都用在制作刀具上, 致使加工周期延长, 效率降低, 成本增高。因此, 我们应该充分利用正在蓬勃发展的计算机数控技术, 研究效率高、成本低的微线段齿轮成形新方法。这对于微线段齿轮从实验室研究走向实际生产应用将具有非常重要的意义。

2.2 “包络—旋切”两步加工法加工微线段齿轮的分析

对于微线段齿轮的加工, 我们采用“包络—旋切”两步加工的方法。首先将齿坯装到滚齿机上, 用普通渐开线齿轮滚刀在齿坯上包络加工出渐开线齿形, 该渐开线齿形齿廓不能破坏预定的微线段齿廓, 并加工出其键孔、键槽等。然后, 将齿坯安装到数控机床上, 用柱状铣刀沿齿廓曲线进行铣削, 即采用旋切法加工出所有轮齿的齿形。使用两步加工法, 第一次加工将去除齿坯上大多数的加工余量, 从而减少总的加工时间, 提高加工效率。第二次加工使用普通刀具成形微线段齿廓, 避免了为加工这种复杂曲面齿轮而制造专门的刀具, 从而降低了生产成本。

2.2.1 两次加工过程中刀具的选取

图 3 为标准渐开线齿轮在极坐标系中的齿形。以基圆圆心为原点, 以 OA 为起始极径建立如图所示的极坐标系。设齿轮的模数为 m , 齿数为 z , 图中 K 点位于齿轮的分度圆上, 点 A 、 B 是和与之相配的齿轮齿顶相啮合的点, B 点处的极径为 r_{OB} 。则由渐开线的性质可得^[3]

$$\theta_K = \text{inv} \alpha_K = \text{inv} 20^\circ \quad \theta_B = \text{inv} \alpha_B$$

$$\theta = \theta_K - \theta_B = \text{inv} 20^\circ - \text{inv} \alpha_B$$

$$r_{OB} = \frac{r_b}{\cos \alpha_B}$$

$$2\psi = \frac{s}{r_2} = \frac{\pi m / 2}{mz / 2} = \frac{\pi}{z}$$

式中 α_B —— B 点处的压力角

r_b —— 齿轮的基圆半径

弧 AB 长为

$$l_{AB} = r_{OB}(2\theta + 2\psi) \quad (1)$$

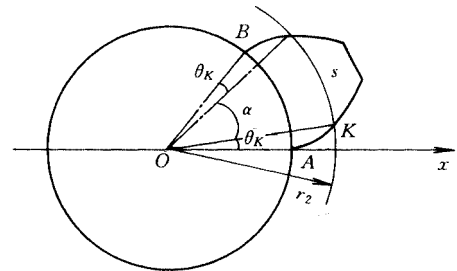


图 3 渐开线齿形示意图

图 4 所示为同一模数的渐开线齿轮和微线段齿轮的齿形比较。由图可知, 对于渐开线齿形和微线段齿形来说, 分度圆上的齿厚两者相同($s = \pi m / 2$)。在齿根部分, 渐开线齿形在微线段齿形以内, 而齿顶部分, 渐开线齿形在微线段齿形以外。因此, 如果用渐开线齿轮滚刀加工同一模数的微线段齿轮将会破坏微线段齿轮齿根部分的齿形。为了不破坏微线段齿轮的齿形, 渐开线齿形至少应移到图中虚线所示的位置, 由此可得到在两步加工法中第一次加工时所使用的渐开线齿轮滚刀的最小模数 m' 。

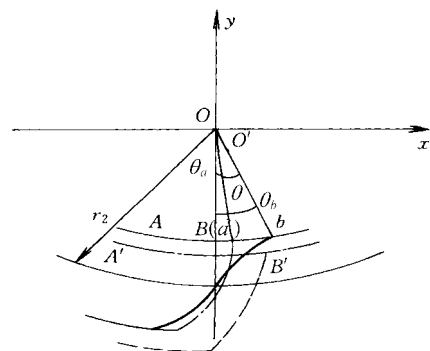


图 4 滚刀最小模数 m' 的求取

图中 a 点为渐开线齿形上一点, 其坐标为 (x_a, y_a) , b 点为微线段齿形上一点, 其坐标为 (x_b, y_b) 。由此可得

$$\theta_a = \arctan \frac{x_a}{y_a} \quad \theta_b = \arctan \frac{x_b}{y_b}$$

$$\theta = \theta_b - \theta_a \quad r_a = r_b = \frac{mz}{2} - h_a^* m$$

ab 弧的弧长为

$$l_{ab} = r_a \theta = \left(\frac{mz}{2} - h_a^* m \right) \left(\arctan \frac{x_b}{y_b} - \arctan \frac{x_a}{y_a} \right) \quad (2)$$

由式(1)可得标准渐开线齿根上的齿厚为

$$s_f = \left(\frac{mz}{2} - h_a^* m \right) \left(2\theta_K + \frac{\pi}{z} \right)$$

同理, 改变模数后的渐开线齿轮在齿根上的齿厚为

$$s'_f = \left(\frac{m'z}{2} - h_a^* m' \right) \left(2\theta_K + \frac{\pi}{z} \right)$$

为使渐开线齿形不破坏原有的微线段齿形, 则至少应有

$$s_f = s'_f + 2l_{ab} = \left(\frac{mz}{2} - h_a^* m \right) \left(2\theta_K + \frac{\pi}{z} \right) + 2l_{ab}$$

将以上几式整理得

$$m' = \left[1 + \frac{2 \left(\arctan \frac{x_b}{y_b} - \arctan \frac{x_a}{y_a} \right)}{2\theta_K + \frac{\pi}{z}} \right] m \quad (3)$$

式中 $\theta_K = \text{inv } 20^\circ$

应用以上所得到的公式进行编程, 可以计算出在两步加工中第一次加工所允许使用的渐开线齿轮滚刀的最小模数 m' , 而后根据规定的标准模数系列来选取所使用的齿轮滚刀的模数。还可以绘出标准渐开线齿轮的齿形, 从而与所要加工的微线段齿轮齿形进行比较来进一步验证以上公式的正确性。下面用一对微线段齿轮来说明刀具的选取。

一对微线段齿轮, 模数为 6, 齿数分别为 16 和 32, 其齿形参数为 $a_0=4^\circ$, $\delta=0.05^\circ$, $G_0=12\ 000$, $h_a^*=1.0$, $c^*=0.25$ 。对小齿轮, 应用式(3)求出渐开线齿轮滚刀的最小模数并参考标准模数系列后取 $m'=6.5$ 。为验证取值的正确性, 利用 MATLAB 将模数 $m=6.5$, 齿数 $z=16$ 的渐开线齿轮的齿形在计算机上绘出, 并同时模数 $m=6$, 齿数 $z=16$ 的微线段齿轮的齿形在同一图形中绘出从而进行比较。图 5 即为两个齿形的比较(外面的齿形为渐开线齿轮的齿形由图 5 可知, 模数 $m=6.5$ 齿数 $z=16$ 的渐开线齿轮的齿形在模数 $m=6$ 齿数 $z=16$ 的微线段齿轮齿形以外, 不破坏微线段齿轮的齿形, 因此我们可以在滚齿机上用普通渐开线齿轮滚刀按模数 $m=6.5$ 齿数 $z=16$ 的渐开线齿轮进行加工, 这样能去除大部分的切削余量, 从而减少总的加工时间, 提高加工效率。

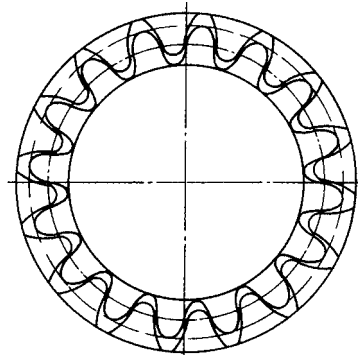


图 5 微线段齿轮齿形与渐开线齿轮齿形的比较

同样, 对于大齿轮(模数为 $m=6$, 齿数为 $z=32$), 计算后我们取模数 $m=6.5$ 齿数 $z=32$ 的渐开线齿轮滚刀进行首次加工, 经绘图比较以后可知该渐开线齿轮的齿形也不会破坏微线段齿轮的齿形, 且能去除大部分的切削余量。在加工时, 将模数 $m=6$ 齿数 $z=32$ 的微线段齿轮的齿坯在滚齿机上按 $m=6.5$, $z=32$ 的渐开线齿轮的齿形进行加工。齿坯在滚齿机上加工后, 就可在数控机床或加工中心上进行第二次加工。

2.2.2 数控加工刀具的选择

数控加工刀具的选择与普通加工是相同的, 也是根据加工内容、工件材质和形状及与夹具的关系等方面决定刀具的种类和式样(刀具的材质、形状、尺寸等)^[5], 但由于数控加工是自动进行, 所以更应注意选择切削性能均匀, 可靠性高的刀具。

由于终加工使用柱状铣刀基于旋切法在数控机床上进行加工, 因此应合理选择铣刀的尺寸, 尤其是铣刀的半径, 使该刀具在实际加工时不和齿轮的齿根过渡曲线发生干涉, 即铣刀的半径小于微线段齿轮齿根过渡曲线上任一点的曲率半径。根据推导我们可以求出某一模数的微线段齿轮齿根过渡曲线上任一点的曲率半径^[6], 即

$$\rho_g = \frac{a_1}{\sin \alpha'} + r_\rho - \frac{r_2 a_1 \sin \alpha'}{a_1 + r \sin^2 \alpha'}$$

根据以上公式, 利用 MATLAB 语言编制了相应的程序, 可以计算出任意参数的微线段齿轮齿根过渡曲线上任一点的曲率半径, 并求得其中的最小值, 该最小值既为所用铣刀半径的最大值, 从而可得到对应某一模数的微线段齿轮加工允许选用的铣刀的最大直径, 为选择刀具尺寸提供了依据。

经过计算, 对于模数为 6 齿数分别为 16 和 32 的一对齿轮, 求出的加工所用的铣刀最大半径分别为 $r_{1\max}=2.84\text{ mm}$, $r_{2\max}=2.60\text{ mm}$; 因此, 在加工该对齿轮时可以选用直径为 5 mm 的柱状铣刀, 刀具半径补偿值为 2.5 mm。

3 旋切法数控加工微线段齿轮的运动控制模型及其计算机仿真

微线段齿轮齿形分为齿廓曲线和齿根过渡曲线两段。其齿廓曲线为微段渐开线连接而成，齿根过渡曲线采用延伸渐开线的等距曲线。下面是“包络—旋切”两步加工法中旋切法数控加工微线段齿轮齿形的运动控制模型^[7,8]。

3.1 齿根过渡曲线加工的数学模型

如采用齿条形刀具加工，且刀具顶部为一整段圆弧，图 6 中 A 点是齿顶圆弧的圆心，A₁ 和 A₂ 是齿顶圆弧和两齿侧的切点，刀具尺寸如图所示。

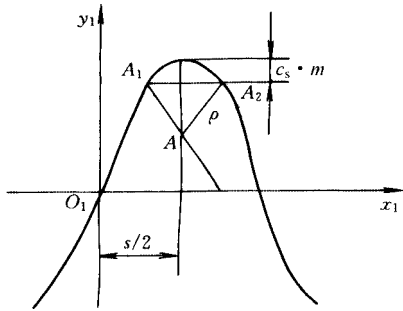


图 6 齿条型刀具尺寸图

则可得到

$$\rho^2 = \left[\frac{s}{2} - x_t(k) \right]^2 + (\rho - c_s m)^2$$

推导后求得

$$\rho = \frac{c_s m}{2} + \frac{[s/2 - x_t(k)]^2}{2c_s m}$$

式中 s——微线段齿条分度圆上的齿厚

x_t(k), y_t(k)——微线段齿廓曲线上 A₁ 点的坐标

ρ——齿条加工刀具齿顶圆角半径

c_s——径向间隙系数

m——齿条模数

则根据齿轮啮合原理可知，A₁A₂ 包络出来的过渡曲线应该是 A 点的延伸渐开线的法向等距线^[3]。过渡曲线的方程式可以用齿形法线法求得，如图 7 所示，若用 ξ 作为表示动点 N 位置的参数，ξ ∈ (ξ₂, ξ₁)，为便于计算，根据图形的对称性，我们只取 ξ ∈ (π/2,

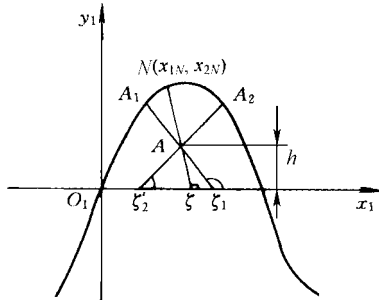


图 7 微线段齿条刀具齿顶坐标示意图

ξ₁) 区间进行计算。

$$\tan \xi_2' = \frac{\rho - c_s m}{s/2 - x_t(k)} \Rightarrow \xi_2' = \arctan\left(\frac{\rho - c_s m}{s/2 - x_t(k)}\right)$$

$$\xi_1 = \frac{\pi}{2} + \xi_2' = \frac{\pi}{2} + \arctan\left(\frac{\rho - c_s m}{s/2 - x_t(k)}\right)$$

如图 8 所示，若微线段齿轮的齿根过渡曲线采用延伸渐开线的等距曲线，则由推导可知过渡曲线上一点 N 的坐标方程为

$$\begin{cases} x_2 = (x_1 - l) \cos \varphi_2 - (y_1 - r_2) \sin \varphi_2 \\ y_2 = (x_1 - l) \sin \varphi_2 + (y_1 - r_2) \cos \varphi_2 \end{cases} \quad (4)$$

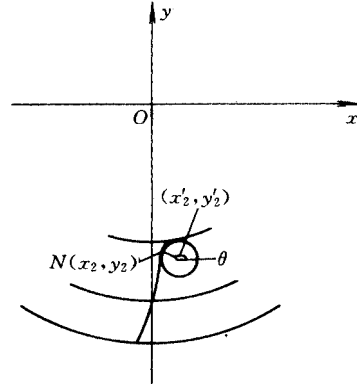


图 8 微线段齿轮齿根过渡曲线示意图

上式中，(x₁, y₁) 为微线段齿条刀具齿顶的坐标，其方程式为

$$\begin{cases} x_1 = \rho \cos \xi + \frac{s}{2} \\ y_1 = \rho \sin \xi + y_t(k) + c_s m - \rho \end{cases} \quad (5)$$

式中 l——动点 N 成为啮合点，齿条从起始位置沿节线所平移的距离

$$l = x_1 + y_1(-\cot \xi) = \frac{s}{2} + [\rho - y_t(k) - c_s m] \cot \xi$$

$$\varphi_2 = \frac{l}{r_2} = \frac{s/2 + [\rho - y_t(k) - c_s m] \cot \xi}{r_2}$$

在此，令 h = y_t(k) + c_sm - ρ (h 与 ξ 无关)，则式 (5) 变为

$$\begin{cases} x_1 = \rho \cos \xi + \frac{s}{2} \\ y_1 = \rho \sin \xi + h \end{cases}$$

$$l = s/2 - h \cot \xi \quad \varphi_2 = \frac{s/2 - h \cot \xi}{r_2}$$

将以上各式代入式(4)，整理后得

$$\begin{cases} x_2 = (\rho \cos \xi + h \cot \xi) \cos \frac{s/2 - h \cot \xi}{r_2} - (\rho \sin \xi + h - r_2) \sin \frac{s/2 - h \cot \xi}{r_2} \\ y_2 = (\rho \cos \xi + h \cot \xi) \sin \frac{s/2 - h \cot \xi}{r_2} + (\rho \sin \xi + h - r_2) \cos \frac{s/2 - h \cot \xi}{r_2} \end{cases} \quad (6)$$

齿根过渡曲线上 N 点处曲线的切线的斜率为

$$k = \frac{dy_2}{dx_2} = \frac{dy_2/d\xi}{dx_2/d\xi}$$

根据式(6), 整理后可得

$$\begin{aligned} \frac{dy_2}{d\xi} &= \left(-\rho \sin \xi - \frac{\rho h}{r_2 \sin \xi} - \frac{h^2}{r_2 \sin^2 \xi}\right) \times \\ &\quad \sin \frac{s/2 - \arctan \xi}{r_2} + \left(\frac{\rho h \cos \xi}{r_2 \sin^2 \xi} + \frac{h^2 \cot \xi}{r_2 \sin^2 \xi} + \right. \\ &\quad \left. \rho \cos \xi\right) \cos \frac{s/2 - \arctan \xi}{r_2} \\ \frac{dx_2}{d\xi} &= \left(-\rho \sin \xi - \frac{\rho h}{r_2 \sin \xi} - \frac{h^2}{r_2 \sin^2 \xi}\right) \times \\ &\quad \cos \frac{s/2 - \arctan \xi}{r_2} - \left(\frac{\rho h \cos \xi}{r_2 \sin^2 \xi} + \frac{h^2 \cot \xi}{r_2 \sin^2 \xi} + \right. \\ &\quad \left. \rho \cos \xi\right) \sin \frac{s/2 - \arctan \xi}{r_2} \end{aligned}$$

由以上两式可得到齿根过渡曲线上任一点 N 处曲线的切线的斜率 k , 因此 N 点处曲线的法线的斜率为 $\tan \theta = -1/k$, θ 为曲线在 N 点处的法线与 x 轴的夹角。

由此可得 $\theta = \arctan \frac{1}{k} + \frac{\pi}{2}$

设旋切法加工时铣刀的半径为 r_t , 则加工时铣刀中心的坐标为

$$\begin{cases} x'_2 = x_2 - r_t \cos \theta \\ y'_2 = y_2 - r_t \sin \theta \end{cases} \quad (7)$$

式中 (x_2, y_2) ——齿根过渡曲线上 N 点的坐标

3.2 齿侧曲线加工的数学模型

微线段齿轮的齿侧曲线为微段渐开线连接而成。如图 9 所示, 在微段渐开线的任一结合点 i 处, 齿廓曲线的法线与 x 轴的夹角 θ 就等于该点处的压力角, 而该压力角也等于与该点相啮合的微线段齿条上 i 点处的压力角 α_i 。即 $\theta = \alpha_i$ 。

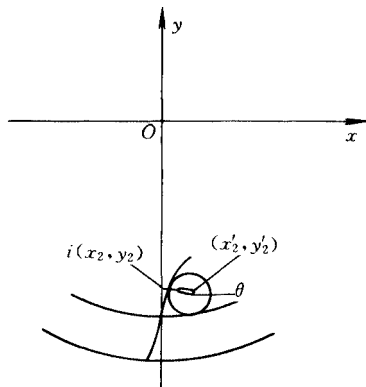


图 9 微线段齿轮齿侧曲线示意图

由此可得到加工时铣刀中心的坐标方程为(设铣刀半径为 r_t)

$$\begin{cases} x'_2 = x_2 + r_t \cos \alpha_i \\ y'_2 = y_2 - r_t \sin \alpha_i \end{cases} \quad (8)$$

式中 (x_2, y_2) ——微线段齿轮齿廓曲线上一点 i 的坐标

3.3 齿轮齿顶圆曲线加工的数学模型

设微线段齿轮轮齿的齿顶圆上一点的坐标为 (x_2, y_2) , 加工用铣刀的半径为 r_t , 则刀具中心点的坐标方程为

$$\begin{cases} x'_2 = x_2 - r_t \cos \theta \\ y'_2 = y_2 - r_t \sin \theta \end{cases} \quad (9)$$

式中 θ ——齿顶圆的法线与 x 轴的夹角

$$\theta = \arctan \frac{y_2}{x_2}$$

按照以上所推导出的公式, 可以加工出微线段齿轮一个轮齿的一侧齿廓。对计算数据进行数学运算, 可得到该轮齿另一侧齿廓的数学模型。而后将第一个轮齿的计算数据旋转处理, 就可以获得齿轮所有轮齿的数学模型。

3.4 计算机仿真

下面是根据以上运动控制数学模型, 基于旋切法加工的某一微线段齿轮的计算机仿真结果。图 10 中, 被加工齿轮的参数为: 模数 $m=6$, 齿数 $z=20$,

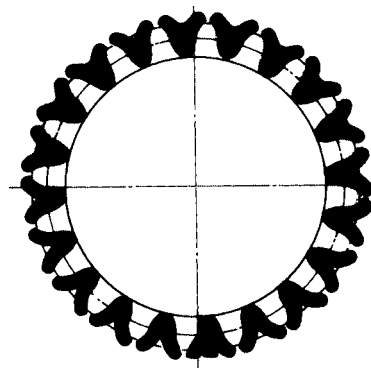


图 10 旋切法加工微线段齿轮的计算机仿真图形

初始压力角 $\alpha_0=4^\circ$, 相对压力角 $\delta=0.05^\circ$, 初始基圆半径 $r_b=12\ 000\ \text{mm}$ 。

4 结论

(1) 分析了微线段齿轮的创成方法, 提出了基于旋切法数控加工微线段齿轮齿形的“包络—旋切”两步加工法

(2) 建立了旋切法创成的运动控制模型, 并对

其做了计算机仿真,证明此加工方法可行。

参 考 文 献

- 1 Komori T, Nagata S. A new gear profile of relative curvature being zero at many contact points. In: Proceeding of International Conference on Gearing, China, CMES, 1988(1): 39~42
- 2 Komori T, Ariga Y, Nagata S. A new gear profile having zero relative curvature at many contact points. Transactions of the ASME, 1990, 12(3):
- 3 吴序堂. 36 齿轮啮合原理. 北京: 机械工业出版社, 1982
- 4 吴大任. 齿轮啮合理论. 北京: 科学出版社, 1985
- 5 任玉田, 焦振学, 王宏甫. 机床计算机数控技术. 北京: 北京理工大学出版社, 1996
- 6 吴继泽, 王统. 齿根过渡曲线与齿根应力. 北京: 国防工业出版社, 1989
- 7 黄锡恺, 郑文纬. 机械原理. 北京: 高等教育出版社, 1986
- 8 周开勤, 唐蓉城, 杨景惠. 机械设计师实用手册. 天津: 天津科学技术出版社, 1995

(上接第 92 页)

曲面,用 C-Bézier 表示时,所采用的方法与 B 样条或 NURBS 相类似。当表达较复杂的扫掠曲面时,必须考虑多片曲面片间的连续性条件,有关这一方面的研究仍需进一步深入。同时 C-Bézier 没有 NURBS 所具有的功能完善的几何配套工具如升降阶功能,这限制了 C-Bézier 构造曲面的灵活性;有关 C-Bézier 曲面裁剪功能还没有深入研究,这使得 C-Bézier 难以处理具有任意拓扑结构的曲面。这将是以后研究的重点。

参 考 文 献

- 1 Jiwen Zhang. C-curves: An extension of cubic curves. CAGD, 1996, 13: 199~217
- 2 Jiwen Zhang. Two different forms of C-B-splines. CAGD, 1997, 14: 31~41
- 3 Jiwen Zhang. C-Bézier curves and surfaces. Graphical Models and Image Processing, 1999, 61: 2~15
- 4 樊建华, 邬义杰, 林兴. C-Bézier 曲线分割算法及 G^1 拼接条件. 计算机辅助设计与图形学学报, 2002, 14(5): 421~424
- 5 Choi B K. Surface Modeling for CAD/CAM. New York: Elsevier, 1991

- 9 袁哲俊, 刘华明, 唐宜胜. 齿轮刀具设计. 北京: 新时代出版社, 1983

STUDY ON GENERATION OF SPECIFIC GEAR AND SIMULATION OF MACHINING PROCESS

Wang Aiqun Feng Xianying Ai Xing
(Shandong University)

Abstract: The generation of logix gear tooth profile is studied. "Envelop-rotation tangency" two-step method of NC generation of the logix gear is brought out and the selection principle of the machining cutter is developed. The movement control model of generation of the logix gear based on the rotation tangency machining method is set up. Then the simulation of the machining process is done.

Key words: Logix gear Generation method CNC

作者简介: 王爱群, 女, 1968 年出生, 讲师, 在职博士生。主要研究方向为机电一体化及数控技术。

- 6 Farin G. Curves and Surfaces for Computer Aided Geometric Design-A Practical Guide. Third Edition. Academic Press, Inc., 1993
- 7 施法中. 计算机辅助几何设计与非均匀有理 B 样条 (CAGD&NURBS). 北京: 北京航空航天大学出版社, 1994
- 8 Piegl L, Tiller W. Curve and surface constructions using rational B-splines. CAD, 1987, 19: 485~498

SURFACE MODELING WITH C-BÉZIER IN ENGINEERING

Fan Jianhua Luo Guoming Lin Xing
Wang Weimin
(Zhejiang University)

Abstract: The new methods of constructing general cylinders, ruled surfaces, surfaces of revolution, ellipsoids and sweeping surface are presented. The experimental results demonstrate that surface modeling with C-Bézier in engineering is very simple and better.

Key words: C-Bézier Surface Geometric modeling CAD NURBS

作者简介: 樊建华, 男, 1969 年出生, 现为新加坡国立大学博士研究生。研究方向为 CAD/CAM, 发表论文 3 篇。