

文章编号: 1005-8893 (2004) 01-0009-03

克林贝格锥齿轮副中鼓形量的研究

邹旻

(江苏工业学院 机械工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 克林贝格制 (Klingelnberg) 锥齿轮因采用连续切削并可以进行硬齿面刮削, 因此生产效率和承载高, 同时它的鼓形齿接触特色, 避免了对角接触, 改善了润滑状况, 是锥齿轮发展的主要方向之一。但至今为止, 鼓形量的大小均靠近似公式来估算, 其结果是否合理得在实际应用中才能得知。现采用的计算机模拟加工和啮合, 使设计人员可以事先在计算机上全方位地观察、测量到任意截面的鼓形量, 为充分发挥这种锥齿轮副的优势提供了有效的手段。

关键词: 克林贝格锥齿轮; 模拟; 鼓形量

中图分类号: TH 132.42 **文献标识码:** A

来计算其齿面接触时的鼓形量, 工程中采用是如下的近似算法。

1 特点及鼓形齿形成原理

克林贝格制锥齿轮的加工机床通常采用具有特殊结构的分式万能刀盘^[1], 由内切刀盘和外切刀盘两部分组成, 内切刀盘上的内切刀用来切削齿轮的凸齿面, 外切刀盘上的外切刀用来切削齿轮的凹齿面, 内切刀片和外切刀片间隔安装, 外切刀盘的旋转轴线与内切刀盘的旋转轴线可以不重合。加工时, 刀盘一边随摇台公转, 一边又绕自身轴线自转, 其上外切刀片和内切刀片的刀刃分别形成一个假象的平面齿轮 (产形轮) 的凸齿面和凹齿面 (如图 1 所示), 它们齿线的曲率半径不同, 因此, 加工出来的克林贝格锥齿轮的凸齿面和凹齿面的齿线的曲率半径不一样, 也即克林贝格锥齿轮副可以实现鼓形齿接触, 通过选择刀盘自转与公转的传动比, 可以把未来齿轮副的接触区中心选定在齿线方向的任意位置。

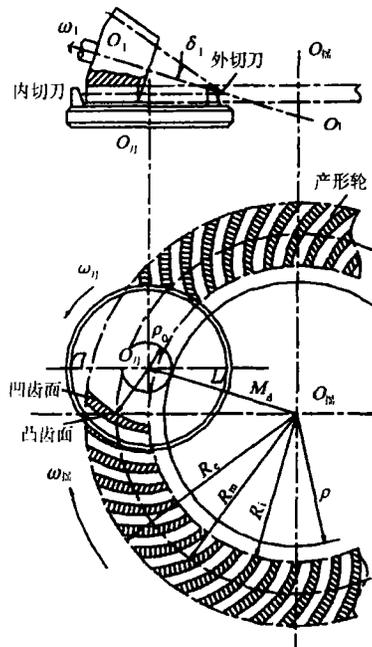


图 1 克林贝格锥齿轮加工示意图

2 啮合中鼓形量计算存在的问题

克林贝格锥齿轮的齿面方程、齿面之间的接触线方程是非线性的超越方程, 比较繁杂, 不便于用

设内切刀盘的内切刀中点的回转半径为 r_n , 外切刀盘的外切刀中点的回转半径为 $r_w = r_n + E_{XB}$, E_{XB} 为上述两回转轴线的偏心值, 如图 2 所示, 将

收稿日期: 2003-10-23

基金项目: 原煤碳部基金项目“大型减速器新齿制的研究”的延续 (96-334)

作者简介: 邹旻 (1963--), 女, 安徽淮南人, 教授。

产形轮的齿线（长幅外摆线）近似地视为弧线，在不考虑接触变形、齿向误差的情况下，在齿高方向的中间平面内鼓形量 C 与 E_{XB} 间的关系式可以用下式近似表达：

$$E_{XB} = 8C \left(\frac{r_n \cos \beta_m}{b} \right)^2$$

式中 b 和 β_m 分别为产形轮的齿宽和齿宽中点处的螺旋角。显然，这里鼓形量 C 的大小与刀盘公转、自转之间的比值无关。而实际上，这两个转速比值不同，齿轮副的接触区中心的位置便不同，鼓形量的大小也会跟着发生变化。另外，用这种方法计算鼓形量还有如下不合理之处：首先，用弧线代替外摆线的误差的是否可以忽略不计很难确定；其次，式中得出的结果是限定在产形轮的齿高方向的中间截面内的，而在不同截面内其值是不相同的，第三，这里计算的是产形轮的齿面，而不是齿轮副的齿面。

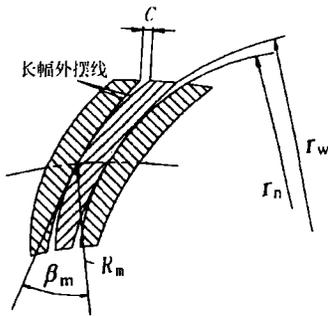


图2 鼓形量计算示意图

我们知道，鼓形齿设计最初的出发点是要保证齿轮在最大倾角的情况下，相互啮合的轮齿表面相切而不相交，即不发生边缘点接触，并尽可能减少棱边接触。在经过上述的近似之后，还能否满足设计要求就很难确定了。因此，我们有必要探索出一个简单、适用的鼓形量的计算方法，以便可以快速、精确且全方位地得出克林贝格锥齿轮副接触时的鼓形量。

3 计算机模拟及鼓形量的测量

在克林贝格锥齿轮副的加工中，主要包括下面3种运动：摇台的自转，轮坯绕自身轴线的自转和安装在摇台上的刀盘的自转。它们之间满足这样的关系：

$$\begin{cases} \frac{\omega_{刀}}{\omega_{轮}} = \frac{z_0}{z_1} = \frac{\rho}{\rho_0} & (1) \\ \frac{\omega_{轮}}{\omega_1} = \frac{z_1}{z_0} = \sin \delta_1 & (2) \end{cases}$$

式中： ρ 和 ρ_0 ， ω 和 ω_0 的含义如图1所示， ω_1 为轮坯1的角速度， z_0 为刀盘的刀头数， z_0 、 z_1 分别为产形轮和轮坯1的齿数， δ_1 为轮坯1的节锥角。

利用VBA语言，按照给定的刀具参数，我们一方面先绘出刀刃的廓形，再根据上述运动关系式(1)，建立产形轮的轮齿模型^[2]，如图3所示；另一方面，按照齿轮的设计参数，建立一个被加工齿轮的齿坯模型；之后，便可由产形轮根据齿轮的范成加工原理和运动关系式(2)，模拟加工出所需的克林贝格锥齿轮，如图4所示。进一步地，我们可以模拟出一对齿轮副的啮合情况，如图5所示。

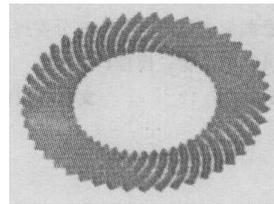


图3 产形齿轮

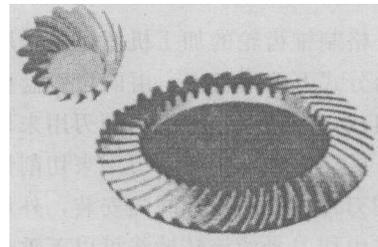


图4 克林贝格锥齿轮

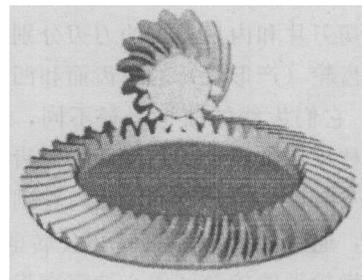


图5 齿轮副的啮合模拟

为了测量鼓形量的大小，在上述锥齿轮副的基础上我们取出正在啮合的一对齿，根据需要，选取不同的截面，从图中直接量取鼓形量的值。

4 鼓形量测量举例

齿轮的设计参数、机床的切齿参数如表1所示。

将表1的数据输入图6所示的克林贝格锥齿轮副鼓形量测量的软件中，并选定所要测量的截面，图中即可显示出鼓形量的值。

表 1 克林贝格锥齿轮参数及主要切齿参数

齿轮参数		
	小齿轮	大齿轮
齿数	14	15
节锥角	17.281 5°	72.718 5°
径向变位系数	0.36	-0.36
大端节圆直径	135.333 mm	435 mm
切齿参数		
	内切刀	外切刀
偏距	3.267 4 mm	
刀位	185.600 3 mm	186.233 2 mm
发生圆半径	135 mm	138.267 4 mm
机床调	φ 41.751 2°	42.717 6°
整角	η 66.275 0°	66.098 0°
刀盘头数	5	

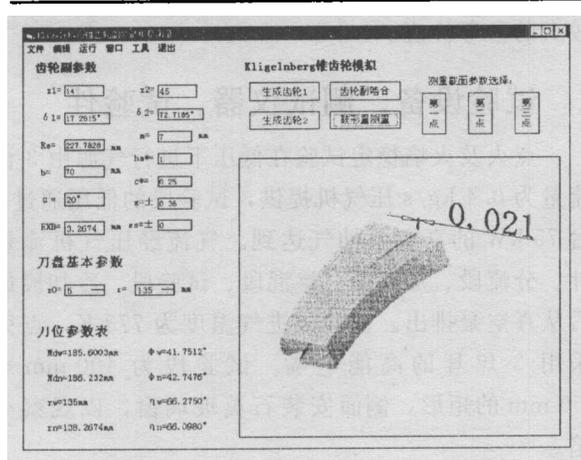


图 6 克林贝格锥齿轮副鼓形量测量界面

5 结 论

鼓形齿是一种齿向修形，目的是使齿轮副受载后其载荷沿齿宽方向尽可能的均布，其最终效果是靠鼓形量的大小和接触区的中心位置来保证的。通过改变刀盘自转和公转的传动比可以使接触区的中心位于齿线方向的任意位置是克林贝格制锥齿轮的专利。但实际上因克林贝格锥齿轮的齿面形状比较复杂，很难通过理论计算来精确表达，本文提供的克林贝格锥齿轮副鼓形量的测量软件，使设计人员可以在齿轮加工之前就能从全方位观察未来齿轮副啮合时的鼓形量，直观地了解实际接触区的中心位置，提高了齿轮的设计质量和效率，同时降低了设计、制造成本，为推广应用这种高性能的锥齿轮提供了有效的手段。同时该软件操作简单，使用方便，易于维护。

参考文献：

- [1] 邹旻, 张友良, 张文祥. 新型圆锥齿轮—克林贝格锥齿轮及其加工机床 [J]. 江苏石油化工学院学报, 2002, 14 (3): 37—39.
- [2] 邹旻, 张文祥, 张友良. 克林贝格锥齿轮的计算机模拟加工 [J]. 机械科学与技术, 2003, 22 (3): 412—414.

Study on Drum-shaped Size for Bevel Gear of Klingelberg Type

ZOU Min

(Department of Mechanical Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

Abstract: The spiral bevel gear of Klingelberg type is one of future versions since it can cut continually and its hard gear—face could be scraped with higher production efficiency and better load—bearance capability, diagonal contact is avoided and lubrication is improved by the drum shape contacting profile. However, the drum—shaped size is calculated approximately up to now, the rationality of drum—shaped size could only be known through practical application. In this paper, the authors describe an approach of computer simulated manufacturing and meshing, which could help the designers to observe and measure the drum—shaped size on any gear profile thoroughly via a computer, providing a valuable means to develop the merits and application for spiral bevel gears of this type.

Key words: Klingelberg spiral bevel gear; simulation; drum—shaped size