

KISSsoft 03/2013 – 教程 13

齿轮齿根优化

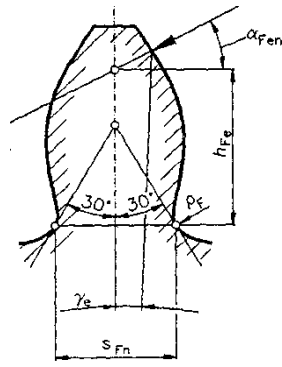
KISSsoft AG

Rosengartenstrasse 4
8608 Bubikon
Switzerland

Tel: +41 55 254 20 50
Fax: +41 55 254 20 51
info@KISSsoft.AG
www.KISSsoft.AG

目录

1	概述	3
1.1	任务	3
1.2	结果	3
1.3	理论	3
1.4	教程的其它内容	4
2	根据 ISO 6336 进行强度计算	4
2.1	Geometry 1 ($\rho_{fp}^*=0.38$)	4
2.2	Geometry 2 ($\rho_{fp}^*=0.45$)	6
2.3	Geometry 3 (齿根椭圆修形)	8
3	使用图解法来进行强度计算	8
3.1	Geometry 1 ($\rho_{fp}^*=0.38$)	8
3.2	Geometry 2 ($\rho_{fp}^*=0.45$)	9
3.3	Geometry 3 (齿根椭圆修形)	9
4	注解	11
4.1	计算步骤: "automatic"	11
4.2	计算内齿轮	12
4.3	设计刀具轮廓来制造椭圆齿根	12



$$Y_F = \frac{\frac{6 \cdot h_{Fe}}{m_n} \cdot \cos \alpha_{Fen}}{\left(\frac{s_{Fn}}{m_n}\right)^2 \cdot \cos \alpha_n} \quad (2)$$

图3 根据 ISO 6336 计算齿根应力

实际构建齿根圆时，会出现或大或小的误差。在考虑实际的齿根时，KISSsoft 系统允许用户在齿根区域的每一点处计算齿廓系数 YF 和 应力修正系数 YS。这样，YF * YS 达到最大值处的点可以作为强度校核计算的点。这是唯一的方法,来评价优化齿根圆角的影响。

1.4 教程的其它内容

在第二节中,齿根安全系数则根据未经修改的 ISO 6336(Method B) 来计算。但是,这个方法不能用来考虑优化齿根的影响,因此只在 Geometry 1 and 2 中,计算出的齿根安全因素有所差别。

在第三节中,齿根安全系数使用图解法(修改后的 ISO 6336) 来计算。在这里可以清楚地看到优化齿根圆所带来的效果。

计算结果的比较,如图 1 所示。

进一步的解释和注解在第四节。

所有的计算或修改只对齿轮 1。

2 根据 ISO 6336 进行强度计算

2.1 Geometry 1 ($\rho_{fp}^*=0.38$)

点击“File/Open”并选择“CylGearPair 1(直齿轮)”或点击“Examples”选项栏,打开本教程中的示例。

Method B:

$$\sigma_{FO-B} = \frac{F_t}{bm_n} \cdot Y_F \cdot Y_S \cdot Y_\beta$$

Method C:

$$\sigma_{FO-C} = \frac{F_t}{bm_n} \cdot Y_{Fa} \cdot Y_{Sa} \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta$$

$$\sigma_F = \sigma_{FO} \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha} \leq \sigma_{FP} \quad (1)$$

$$Y_S = (1.2 + 0.13 \cdot L) \cdot q_s \quad \left[\frac{1}{1.21 + \frac{2.3}{L}} \right]$$

$$L = \frac{s_{Fn}}{h_{Fe}}, q_s = \frac{s_{Fn}}{2\rho_F} \quad (3)$$

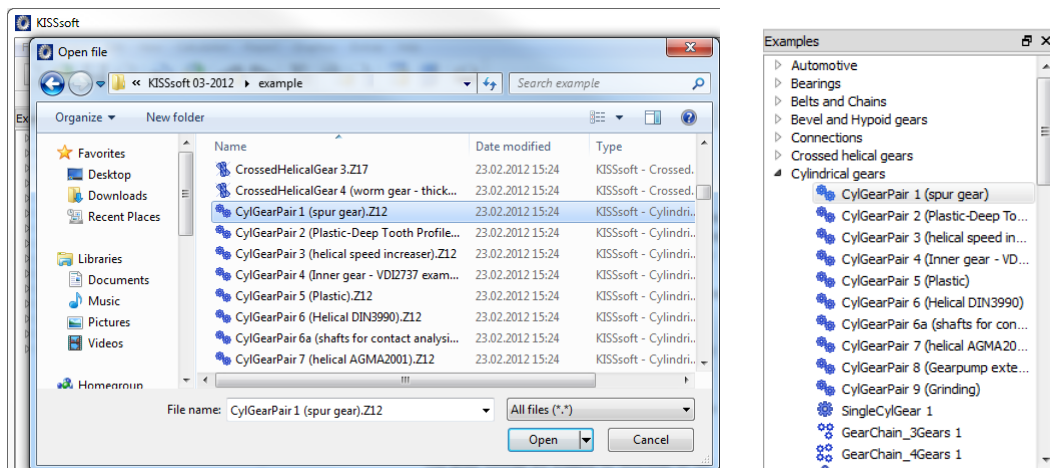


图 4 打开"CylGearPair 1 (spur gear)"计算案例

选择计算方法 ISO 6336, Method B。点击“Reference profile”选项栏，看看哪个基准齿廓正在被使用。这个例子使用的是标准基准齿廓(1.25/1.00 /0.38)中的 ISO 53.2 profile A。

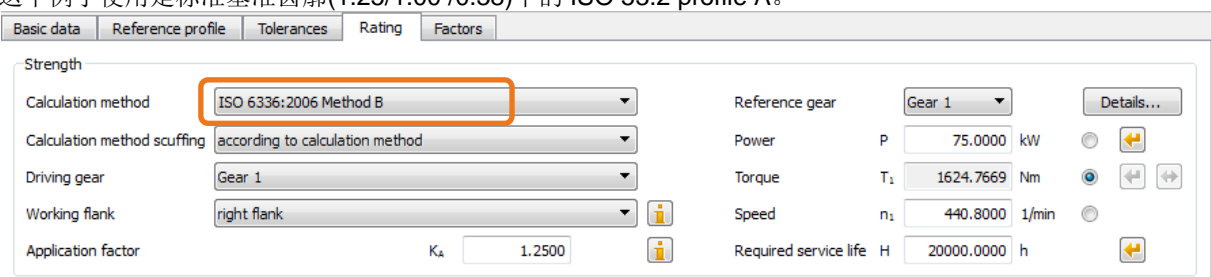


图 5 选择计算方法

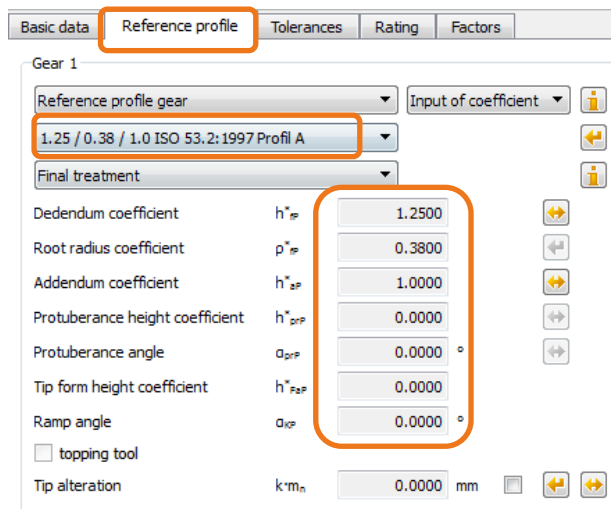


图 6 基准齿廓的选择

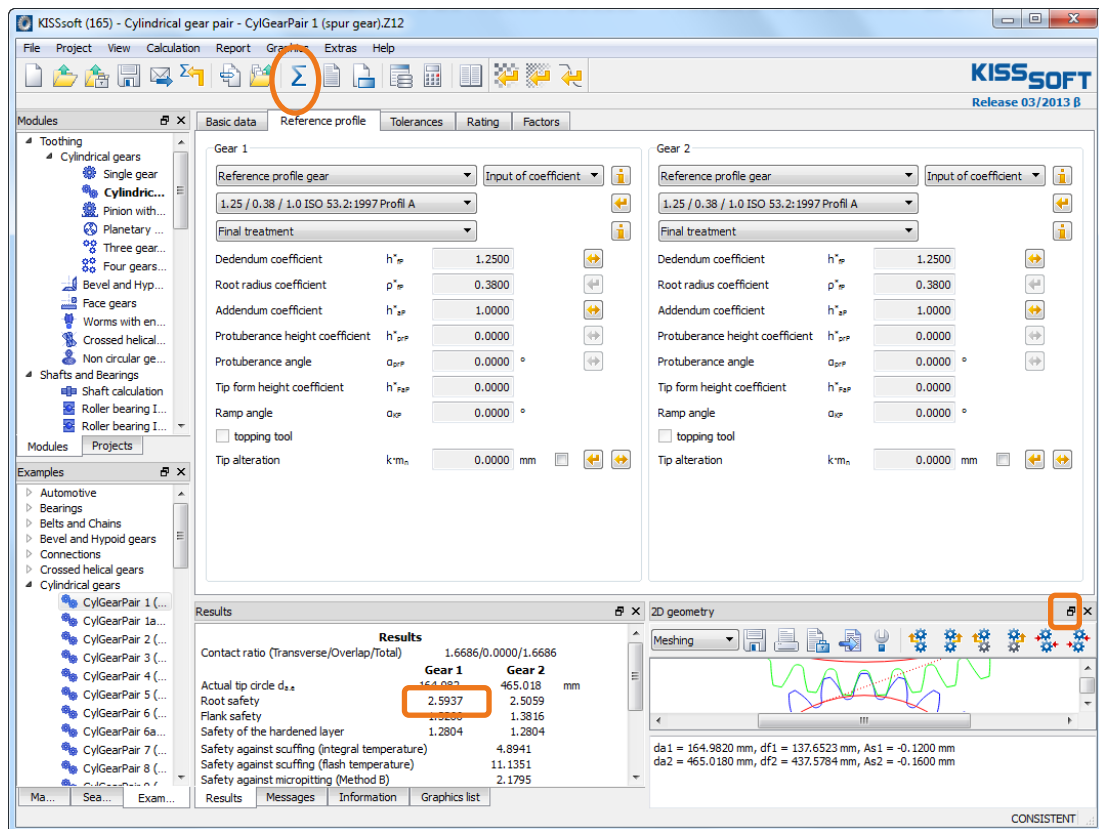


图 7 齿轮 1 的齿根安全系数值的显示、

生成的齿形显示在图形窗口里。点击按钮(右上角标记), 使之变成一个浮动窗口并放大它。用户可以保存齿形, 以便与其他齿形相比较。为此, 按照如图 8 所示步骤操作。

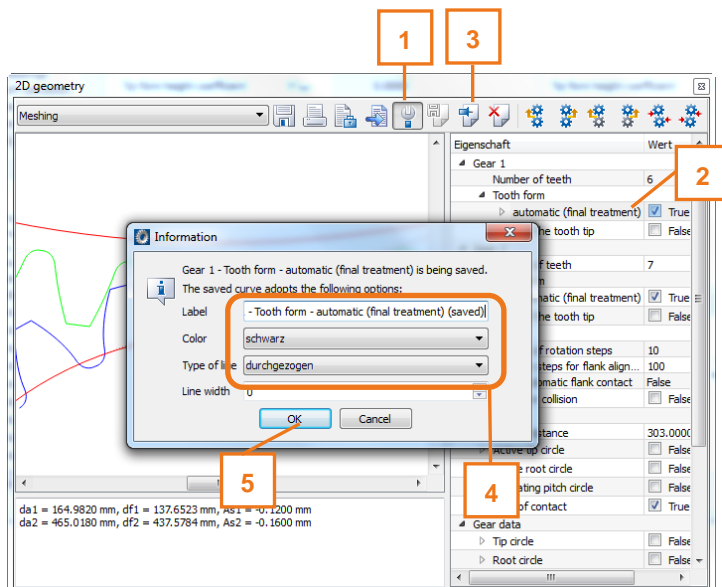


图 8 当 $\rho_{IP}^* = 0.38$, 生成的齿形

2.2 Geometry 2 ($\rho_{IP}^* = 0.45$)


第一步是确定 ρ_{IP}^* 最大可能的值。为此, 在 reference profile 下拉列表里选择 “Own Input”, 点击  按钮来确定 ρ_{IP}^* 值大小为 0.4710。 ρ_{IP}^* 允许的最大价值是 0.4710。

Figure 9 shows the 'Basic data' tab in the KISSsoft software. The 'Gear 1' section has the 'Root radius coefficient' (p^*_{ip}) set to 0.4710, which is highlighted with a red box. The 'Input of coefficient' dropdown is set to 'Define...'. The 'Reference profile gear' is set to '1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53.2:1997 Profil A'. The 'Gear 2' section has the 'Root radius coefficient' (p^*_{ip}) set to 0.3800. The 'Input of coefficient' dropdown is set to 'Define...'. The 'Reference profile gear' is set to '1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53.2:1997 Profil A'.

图 9 确定 p^*_{ip} 最大值

然后, 改变 p^*_{ip} 值为 0.45。现在点击  或者按 "F5" 来进行计算。没有警告出现。

Figure 10 shows the 'Basic data' tab in the KISSsoft software. The 'Gear 1' section has the 'Root radius coefficient' (p^*_{ip}) set to 0.4500, which is highlighted with a red box. The 'Input of coefficient' dropdown is set to 'Define...'. The 'Reference profile gear' is set to '1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53.2:1997 Profil A'. The 'Gear 2' section has the 'Root radius coefficient' (p^*_{ip}) set to 0.3800. The 'Input of coefficient' dropdown is set to 'Define...'. The 'Reference profile gear' is set to '1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53.2:1997 Profil A'. The 'Results' tab is also visible, showing the 'Contact ratio (Transverse/Overlap/Total)' as 1.6686/0.0000/1.6686. The 'Actual tip circle $d_{a,e}$ ' for Gear 1 is 164.982 mm, and for Gear 2 is 465.018 mm. The 'Root safety' for Gear 1 is 2.7580, and for Gear 2 is 2.5059.

图 10 当齿轮 $1p^*_{ip} = 0.45$ 时, 齿根安全系数

齿根安全系数提高了:

在 2 D 图形窗口里可以看到新旧齿形的对比(使用 “+”/“-”按钮来改变它的大小)。蓝色曲线是 $p^*_{ip}=0.45$ 时, 生成的齿形。黑色的曲线是 $p^*_{ip}=0.38$ 时, 生成的旧齿形。黑色曲线是先前保存的。

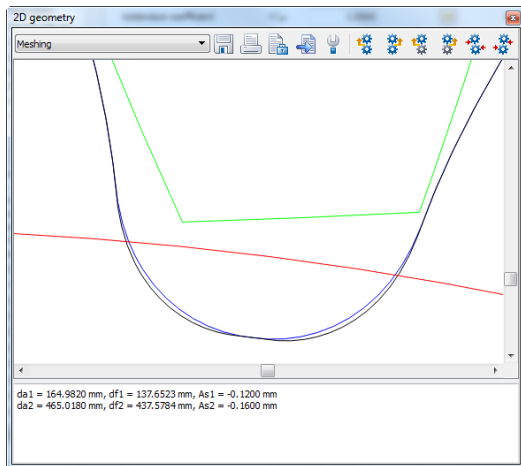


图 11 当 $\rho^*_{fp}=0.38$ 和 $\rho^*_{fp}=0.45$ 时，齿根圆的比较

2.3 Geometry 3 (齿根椭圆修形)

用户不能执行此计算,因为根据 ISO 6336 标准进行强度校核是基于基准齿廓的。所以用户不能使用 ISO 6336 标准来计算齿根椭圆修形所带来的影响。因其不是根据正常齿条齿廓得来的。为此，应该使用“图解法”来计算，见下一节。

3 使用图解法来进行强度计算

3.1 Geometry 1 ($\rho^*_{fp}=0.38$)

在"Reference profile"一栏里,重新设置 $\rho^*_{fp}=0.38$. 然后到 "Rating" 一栏.

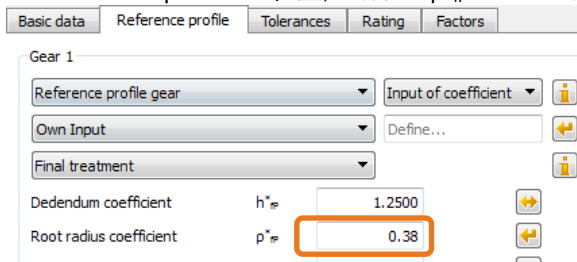
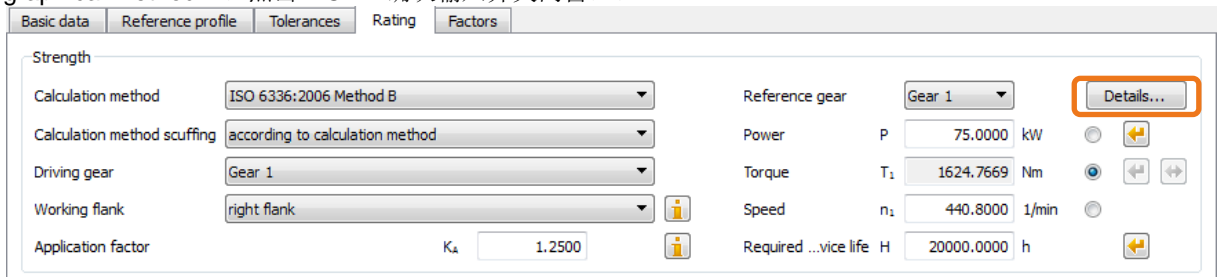


图 12 输入 $\rho^*_{fp}=0.38$

现在，激活“using graphical method”选项。回到“Rating”选项栏里并点击“Details”。这将打开“Define details of rating”窗口。在那里,从 tooth form factors YF, YS 旁边的下拉列表力选择“using graphical method”。点击“OK”确认输入并关闭窗口。



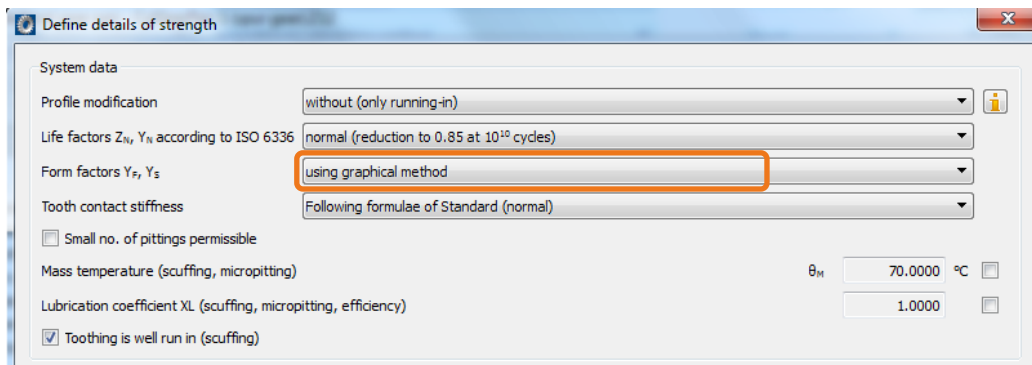



图 13 激活图表法选项

然后点击  或者按 "F5" 来重新进行强度计算。注意：齿根安全系数稍微降低了。

Results		
Contact ratio (Transverse/Overlap/Total) 1.6686/0.0000/1.6686		
	Gear 1	Gear 2
Actual tip circle d_{a2}	164.982	465.018 mm
Root safety	2.4948	2.3753
Flank safety	1.3266	1.3816
Safety of the hardened layer	1.2804	1.2804
Safety against scuffing (integral temperature)		4.8941
Safety against scuffing (flash temperature)		11.1351
Safety against micropitting (Method B)		2.1795

图 14 图表法计算得出的安全系数值

3.2 Geometry 2 ($\rho_{fp}^*=0.45$)

在 "Reference profile" 一栏里，重新设置 $\rho_{fp}^*=0.45$ 。点击 “ Σ ” 或者按 F5 来进行强度计算。

Results		
Contact ratio (Transverse/Overlap/Total) 1.6686/0.0000/1.6686		
	Gear 1	Gear 2
Actual tip circle d_{a2}	164.982	465.018 mm
Root safety	2.6747	2.3753
Flank safety	1.3266	1.3816
Safety of the hardened layer	1.2804	1.2804
Safety against scuffing (integral temperature)		4.8941
Safety against scuffing (flash temperature)		11.1351
Safety against micropitting (Method B)		2.1795

图 15 当 $\rho_{fp}^*=0.45$ 时，图表法计算的结果

3.3 Geometry 3 (齿根椭圆修形)

点击 calculation—>Tooth form, 打开 Tooth form 修形窗口，来进行齿根椭圆修形。

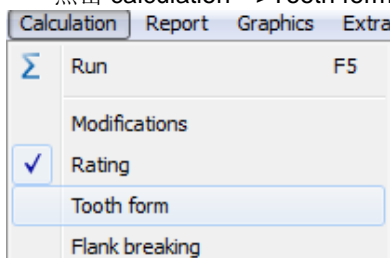


图 16 打开 tooth form

在下面窗口中，用户可以看到如何添加 “Elliptic root modification”。通过右击 "automatic"，在其子菜单里选择 “Elliptic root modification”。

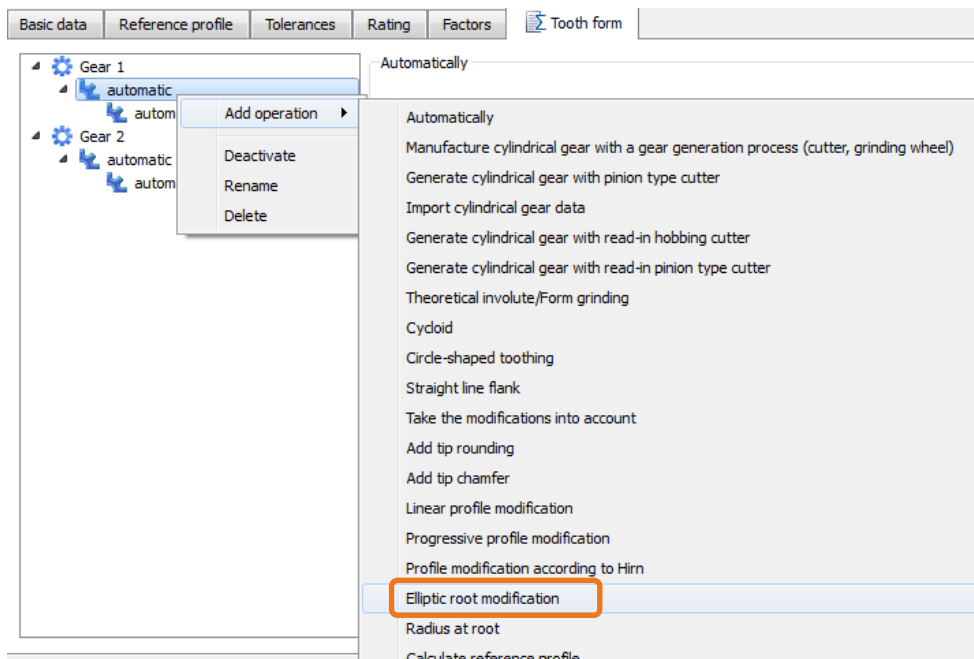



图 17 添加 “elliptical root modification”

然后，点击“Modification starting at diameter”右侧的 ，定义齿根椭圆修形起始点。在“Elliptic root modification”上右击，选择“Choose as result”，来确定齿形被修改。

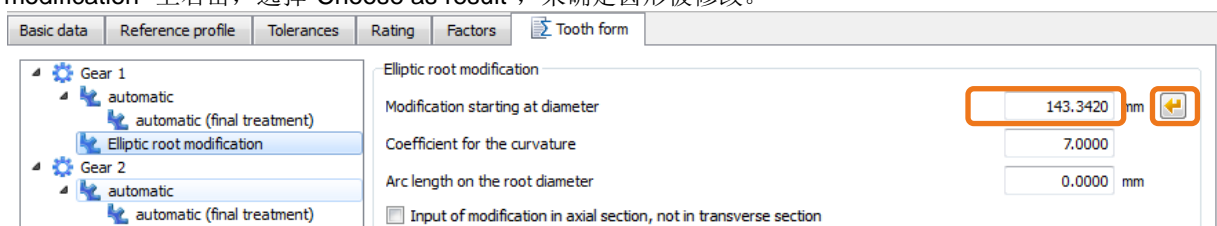



图 18 设置椭圆修形的一些参数。

回到“Basic data”一栏,用户现在可以计算强度(在齿形几何已计算好后),通过点击  或按“F5”。齿轮 1 安全系数已经改变:

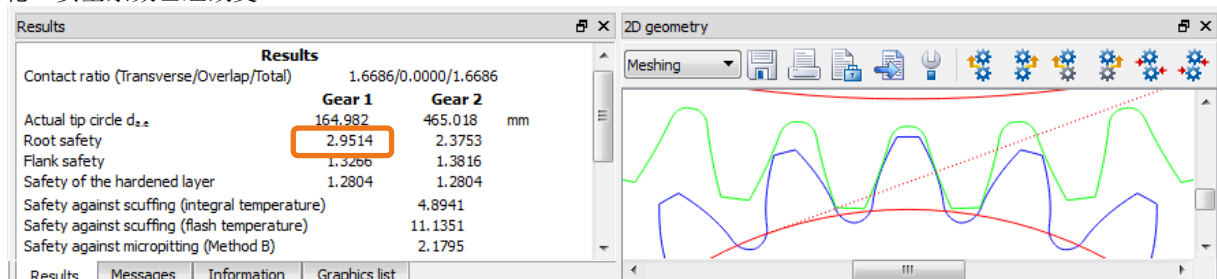


图 19 优化齿根圆后计算结果

4 注解

4.1 计算步骤: "automatic"

当用户打开齿形计算的第一个生产步骤时, 就可见到默认设置是"automatic"

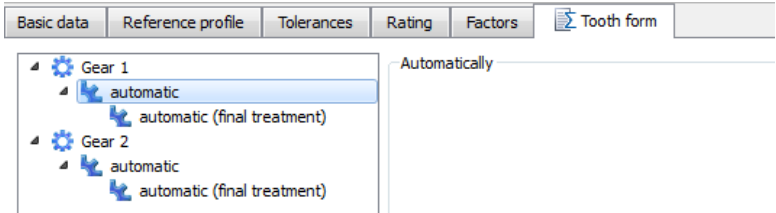


图 20 齿形计算时的默认设置

这个步骤是基于在“**Reference profile**”一栏里定义的基准齿廓来操作的。因此,当添加椭圆齿根修形,也就没有区别(或只有微小差别),这主要取决于 $\rho^*_{fP} = 0.38$ 或 $\rho^*_{fP} = 0.45$ 值的变化。因为椭圆修形只是第二个生产步骤(第一个生成步骤,是使用“automatic” 基于基准齿廓来设置)。这就是为什么新计算出的齿形是如此相似。然而,如果改变“**Coefficient for curvature**”值,就可以修改椭圆曲线的形状。“**Arc length on the root diameter**”值定义了两个椭圆部分之间的圆弧长度。

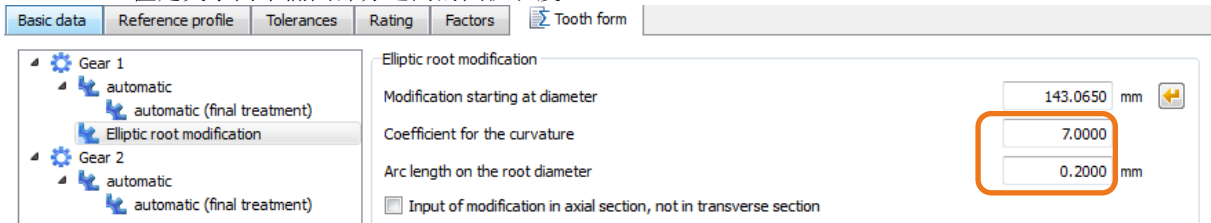


图 21 齿根椭圆修形参数输入

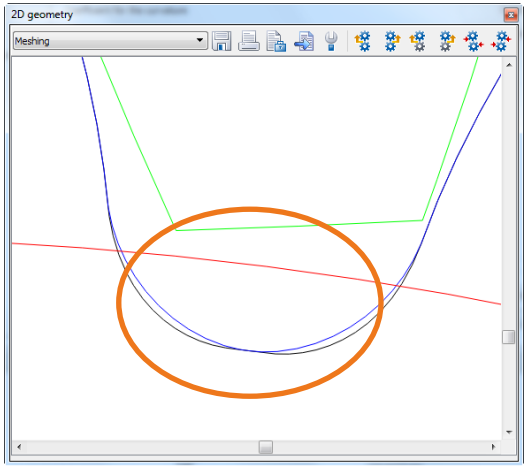


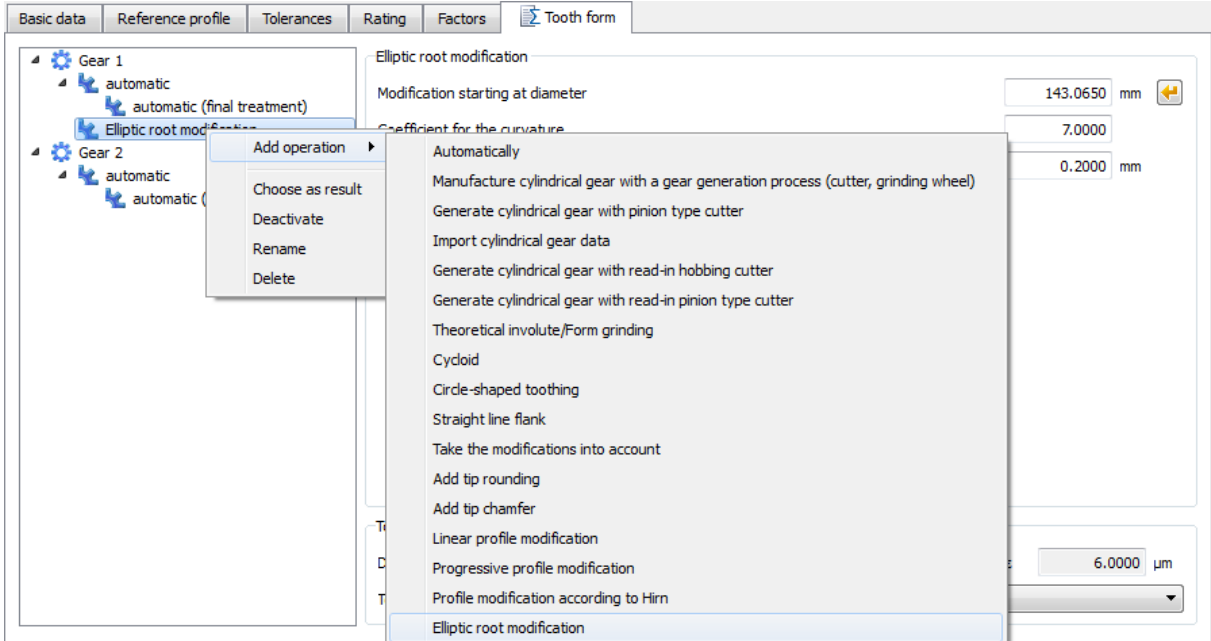
图 22 齿根 2D 图形显示

4.2 计算内齿轮

对于内齿轮, 根据 DIN 3990、ISO 6336 和 AGMA 2001 标准来计算实际上是相当不准确的 (然而, 在 ISO 6336:2006 版本中, 情况会好点)。为此,我们建议使用图解法来计算内齿轮。如果想使用图解法, 那么将需要模块 ZA15。

4.3 设计刀具轮廓来制造椭圆齿根

为计算出工具的几何,需要依次生成所有的计算步骤包括椭圆修形,用户必须:在"Elliptic root modification"上, 右击鼠标, 在子菜单里添加"Calculate reference profile"。



然后选择这个作为结果。

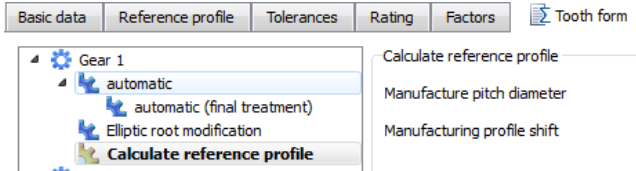


图 23 添加"Calculate reference profile" 选项

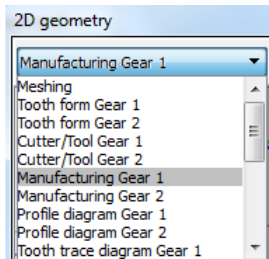


图 24 选择制造 Gear 1 的图形

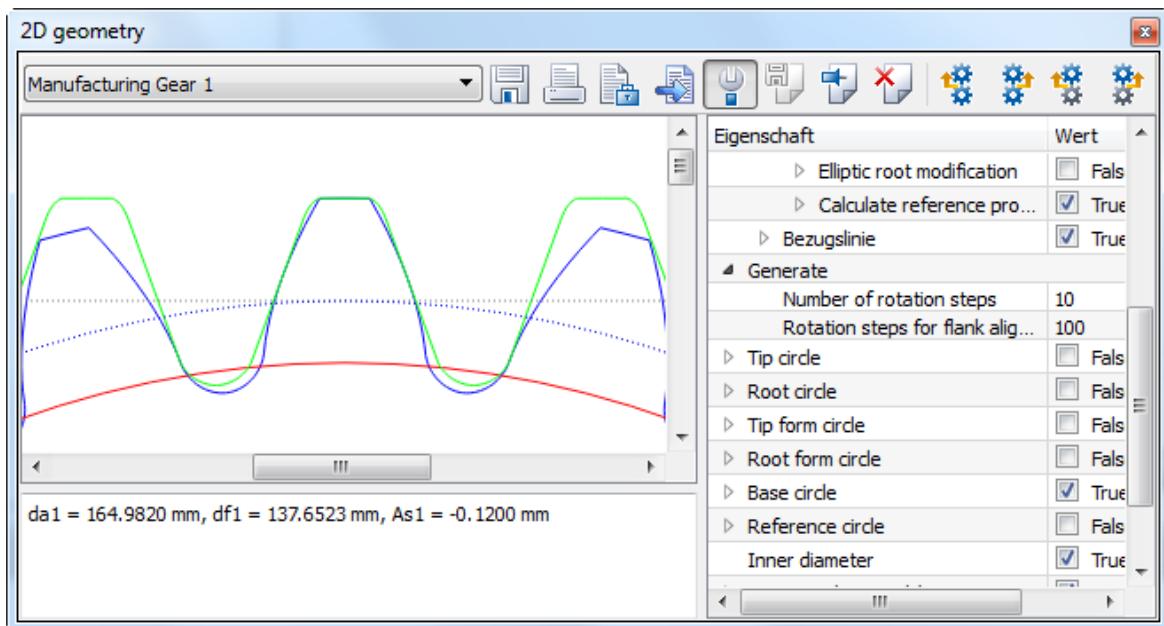


图 25 制造 Gear 1 时的 2D 图

最后,显示加工刀具。在图形窗口的下拉菜单里,选择“**Cutter/Tool Gear 1**”来显示该工具的几何。同时也可以导出工具几何,以便来创建工具。

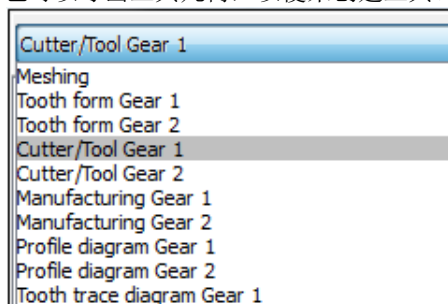


图 26 选择 Cutter/Tool Gear 1.

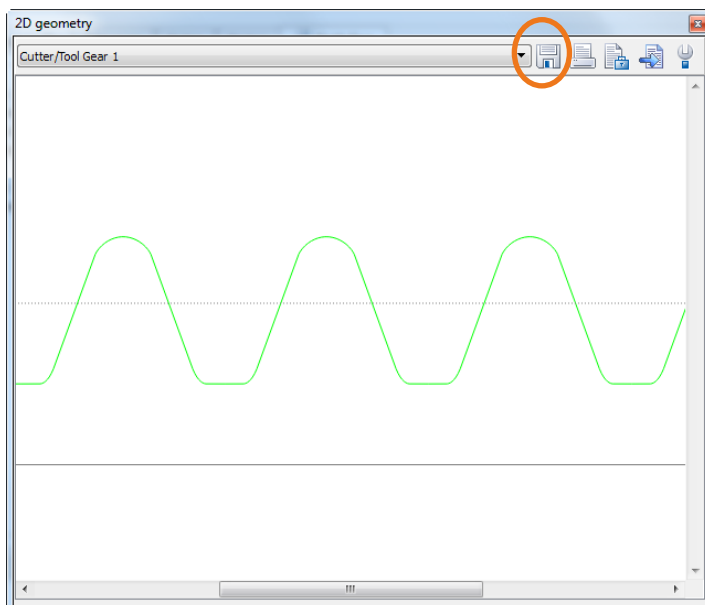


图 27 cutter/tool 图形显示

现在可以以 DXF 或者 IGES 的格式保存这工具