

KISSsoft 03/2013 – 教程 15

锥齿轮

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	打开 KISSsoft.....	3
1.1	打开软件	3
1.2	打开计算模块	3
2	分析锥齿轮和准双曲面齿轮	4
2.1	差速器锥齿轮	4
2.2	在 KISSsoft 中计算几何形状	4
2.3	静强度校核.....	5
2.4	输入格里森锥齿轮参数.....	5
2.5	用"Rough sizing"粗略设计一对锥齿轮	6
2.6	通过"Fine Sizing"功能优化宏观几何参数	7
2.7	格里森直齿锥齿轮和准双曲面齿轮.....	9
2.7.1	格里森, 5-Section method	9
2.7.2	格里森, duplex methods.....	11
2.7.3	格里森, 端面滚刀.....	13
2.8	克林贝格, Cyclo-Palloid	13
2.9	克林贝格, Palloid.....	14
3	螺旋锥齿轮 3D 模型.....	16
3.1	创建 3D 模型	17
3.2	接触线检查并给出修形方案	17

1 打开 KISSsoft

1.1 打开软件

可以在软件安装并激活后打开使用。通常可以按以下步骤打开软件"Start→Program Files→KISSsoft 03-2013→KISSsoft"。下面是用户界面：

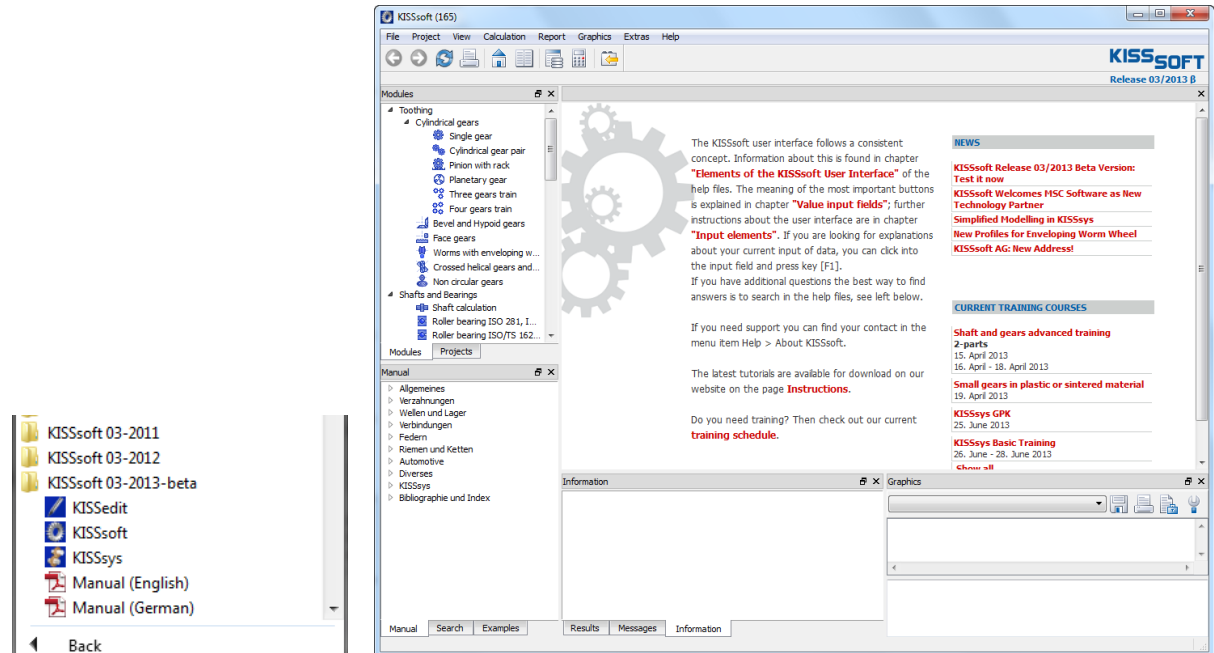


图 1. 打开 KISSsoft 的初始窗口

1.2 打开计算模块

在"Modules"主界面的窗口中点击相对应的模块入口来打开"Bevel and Hypoid gears 锥齿轮和准双曲面齿轮" 计算模块。

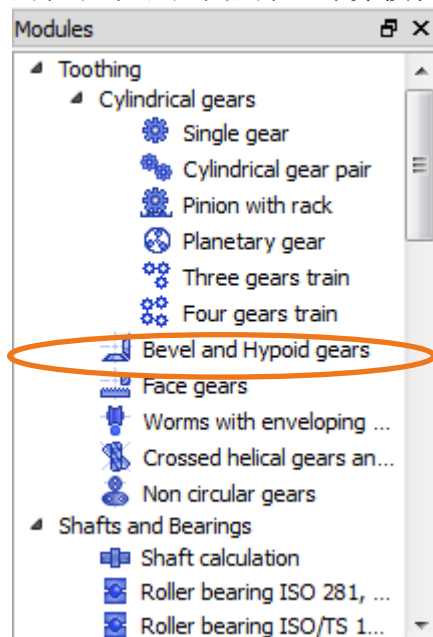


图 2. 从"Modules"窗口中选择"Bevel and hypoid gears"计算模块

2 分析锥齿轮和准双曲面齿轮

锥齿轮类型有多种，每种设计都需要考虑不同的特性。本教程讲述了这些不同的设计理念并提供如何在 KISSsoft 中分析的方法和流程。

2.1 差速器锥齿轮

差速器锥齿轮通常是直齿。对机加工而言，齿轮设计通常不同于理论的设计。因此，最好使用一个和图纸上不同但近似锥齿轮的设置来分析。

差速齿轮的图纸通常包含很少的理论数据。这些图纸上没有标出理论大端齿顶圆直径 d_{ae} 或者大端分度圆直径 d_e 。取而代之的是结束外圆的直径，因此大端分度圆直径需要估算。

通常图纸上给出的模数不标明是中间模数还是大端模数。但可以用公式 $m_{te} = d_e/z$ 很快的检查。由于是直齿齿轮，切向模数和法向模数相同。

2.2 在 KISSsoft 中计算几何形状

1. 在标签"Basic data"→ "Type"下选择"Standard, fig 2 (Tip, Pitch and Root apex NOT in one point)"选项。这种类型可以输入顶锥角和根锥角（看图 3）。

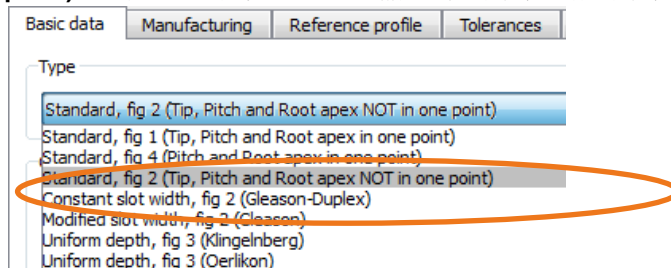


图 3. 选择类型"Standard, fig 2"

2. 根据图纸输入"Reference diameter gear 2 (outside)"或"Normal module (in middle)". 如果图纸上没有给定这些值，用图纸上的零件图来得出。
3. 根据图纸输入"Pressure angle"和"Number of teeth". "Helix angle gear 2 (middle)"是零。
4. 输入"Facewidth". 如果齿宽没给定，必须根据图纸测量出来。可以通过孔的宽度测量。
5. 输入"Profile shift coefficient"和"Tooth thickness modification factor" = 0。
6. 在输入"Tip and root angle gear 2"之前，必须先运行计算 Σ ，或者点击"F5"按钮计算。右击"Convert" \leftrightarrow 来输入齿顶角和齿根角。然后点击"F5"计算出分锥角。然后点击计算来算出齿形角（如图 4）。

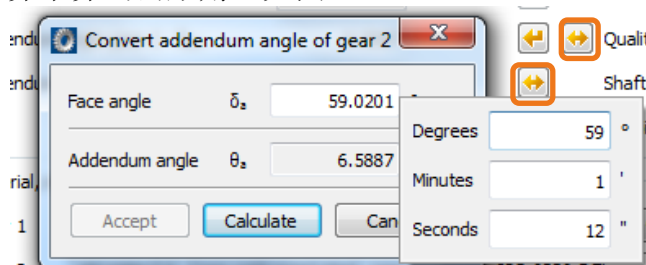




图 4. 通过转化功能输入得到齿顶角齿根角

7. 不需要输入任何参数在这个"Manufacturing"标签下，因为这个参数会被忽略。

8. 点击  或按"F5"执行计算。点击  或者按"F6"创建并打开报告。然后根据图纸上的参数来对比软件的结果，例如下面的角度值（查看图 5）。

Face angle (°)	[dela]	46.391	59.020
Addendum angle (°)	[thea=dela-delta]	8.822	6.589
Root angle (°)	[delf]	30.980	43.609
Dedendum angle (°)	[thef=delta-delf]	6.589	8.822
Distance along axis to crossing point (mm)	[txo]	29.298	21.906

图 5. 锥齿轮计算报告，章节 1 中包含齿形几何参数

2.3 静强度校核

差速锥齿轮通常需要静强度校核，他们通常是在静态工况下。静强度计算只考虑弯曲断裂的情况。

1. 在 "Rating" → "Calculation method" 下，选择 "Differential, static calculation" 算法（如图 6）。

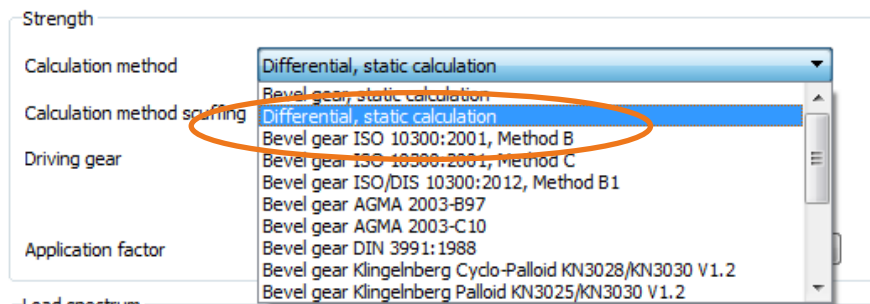




图 6. "Differential, static calculation" 强度校核

2. 输入功率扭矩和转速 Input Power / torque / speed data
3. 差速锥齿轮通常几个一起使用。在 "Rating" → "Details" 下面查看并输入 "Number of strands"。默认值是 2，因为这是最常见的情形。点击  或者按"F5"执行计算。

点击  或按"F6"创建并打开报告

2.4 输入格里森锥齿轮参数

用现有的图纸或格里森参数（格里森尺寸参数表）来分析锥齿轮，进行一下步骤。

锥齿轮图纸和格里森参数表通常比较精确且全面的齿轮设置信息。在 KISSsoft 中，用 "Conversion from GLEASON data sheets" 窗口输入参数。这些参数是 m_{te2} （或 d_{e2} ）， β_{m1} ， Σ ， a_v ， r_{c0} ， z_1 ， z_2 ， b ， d_{ae} ， h_e ， $\delta_{a\circ}$ 。

1. 在 "Basic data" → "Type" 中选择 "Constant slot width" 或者 "Modified slot width" 类型；

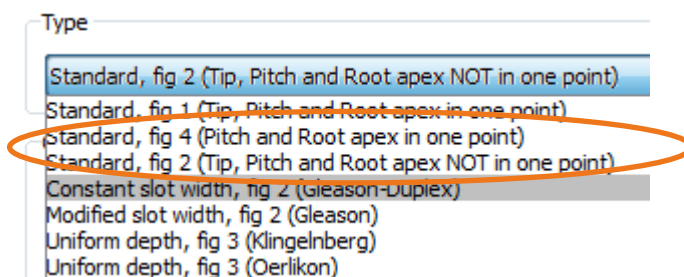


图 7. 选择 "constant slot width" 类型或 "modified slot width" 类型

2. 点击几何参数位置右侧的"**Convert**", 输入参数（看图 8 和图 9）；

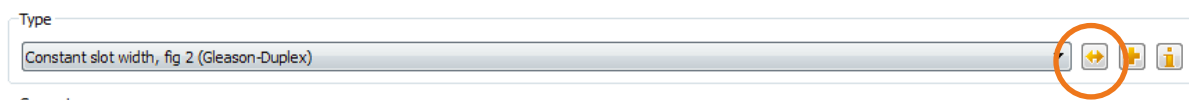




图 8. 格里森参数转换表

图 9. 在格里森参数表中输入参数

刀盘半径一般都不在图纸上给出。但在格里森数据表中需要知道这个值。

3. 点击"Calculate"并检查计算结果，然后点击"Accept"将数据转移到主输入窗口；
4. 执行计算，点击  或按"F5"。点击  或按"F6"创建并打开报告。

2.5 用"Rough sizing"粗略设计一对锥齿轮

可以用"**Rough sizing**"功能来设计一对新的锥齿轮。不管选择何种计算方法（ISO, DIN, AGMA, Klingelnberg），粗选型都只使用 Klingelnberg 中定义的公式（参照 Klingelnberg "Bevel gear"这本书）。

重要提示：

这个计算流程只能用来设计没有偏置且压力角为 20°的锥齿轮。其他主界面窗口中输入的条件都是被忽略的。尽管如此，粗选型功能可以为其他锥齿轮的后期设计提供很好的初始值。

1. 在"**Basic data**"→"**Type**"中，选择所需类型（标准的、克林贝格、格里森）；
2. 然后在"**Rating**"中输入功率参数和所需计算标准（看图 10）；

Strength

Calculation method: Bevel gear ISO 10300:2001, Method B

Calculation method scuffing: according to calculation method

Driving gear: Gear 1

Application factor: K_A 1.2500

Reference gear: Gear 1


Power: P 0.0000 kW

Torque: T_1 100 Nm

Speed: n_1 1000 1/min

Required...ice life: H 20000.0000 h

图 10. 输入性能参数

3. 点击"Calculation"→ "Rough sizing"或者  打开粗选型功能；
4. 输入所需参数（看图 1）；
 - 齿宽与法向模数比值：8...12；
值越接近 8 模数就越大，抗弯能力越强；值越接近 12，模数越小，重合度越高；
 - 分度圆锥长度和齿宽的比值： $R_e/b = 3.5$ ；
避免在使用标准机器加工时出现问题，这个比率最好不能小于 3；
 - 螺旋角：锥齿轮（齿轮 2）通常是在 20° 到 35° 之间。

Rough sizing

Transmission ratio: u 3.7000

Ratio facewidth to mean normal module: b/m_{mn} 10.0000

Ratio of outer cone distance to facewidth: R_e/b 3.5000

Mean helix angle gear 2: β_m 30.0000 °

Mean normal module: m_{mn} 2.4000 mm

Number of teeth, gear 1: z_1 14.0000

Facewidth gear 2: b_2 24.0000 mm

Mean pitch diameter gear 2: d_2 164.2054 mm


Accept Calculate Cancel

图 11. 粗选型

5. 点击"Calculate"计算获得结果；
6. 如果计算结果不能满足要求，（例如锥齿轮分度圆直径太大），可以激活一些选项，预定义这些值，再次点击"Calculate"计算；
7. 点击"Accept"将数据转移到 KISSsoft 输入界面中。

2.6 通过"Fine Sizing"功能优化宏观几何参数

KISSsoft 精选型模块可以通过筛选几何参数值并自动计算出各种参数组合，来优化已有的齿轮参数。精选型既可以用在锥齿轮也可以用在准双曲面齿轮。

1. 可以输入已有的齿轮参数或者用粗选型计算出一组参数。在这个教程中，直接导入"BevelGear 2 (Hypoid gear)"案例文件；
2. 在"Calculation" → "Fine Sizing"下选择粗选型功能或者点击 ；
3. 根据齿轮大小相同的条件，软件执行优化计算。输入以下数值（看图 12）。点击"Calculate"计算。如果出现"Termination: maximal no of solutions exceeded."信息。在"Maximal no of solutions"区域中输入 1000。

注意：

如果所有参数都改变了，最好每个参数计算 2 到 4 个值，防止计算出太多结果的组合。

The 'Fine Sizing' window displays the following parameters and values:

Parameter	Minimum	Maximum	Step
Maximal no of solutions	1000		
Nominal ratio/deviation in %	i, i_c : 5.0000, 5.0000		
Mean normal module	m_{mn} : 5.0000	5.0000 mm	0.0000 mm
Reference diameter Gear 2 (Outside)	d_{e2} : 339.1324	339.1324 mm	0.0000 mm
Pressure angle at normal section	α_n : 17.5	22.5 °	2.5 °
Helix angle Gear 2 (Middle)	β_{m2} : 25	35 °	5 °
Facewidth gear 2	b_2 : 50	55 mm	2.5 mm
Hypoid offset	a : 10	30 mm	10 mm
Number of teeth, gear 1	z_1 : 11	24	1
Fix number of teeth	Gear 1: z : 0	Gear 2: 0	

图 12. 在精选型中输入准双曲面齿轮参数

最终结果在"Results"标签下列出来。点击鼠标右键可以显示一些隐藏的参数。可以根据需要来调整每一列的前后位置，将最感兴趣的参数调到想要的位置。点击每一列的顶端可以对这个参数排序。

在"Graphics"标签下可以对比这些结果的。建议将 XY 轴设置成需要的结果参数，例如， "Minimum root safety", "Efficiency" 或 "Axial force Gear 1"。色度推荐选一个"Conditions I"标签下输入的参数。例如"Helix angle Gear 2 Middle"或"Offset"（如图 13）。

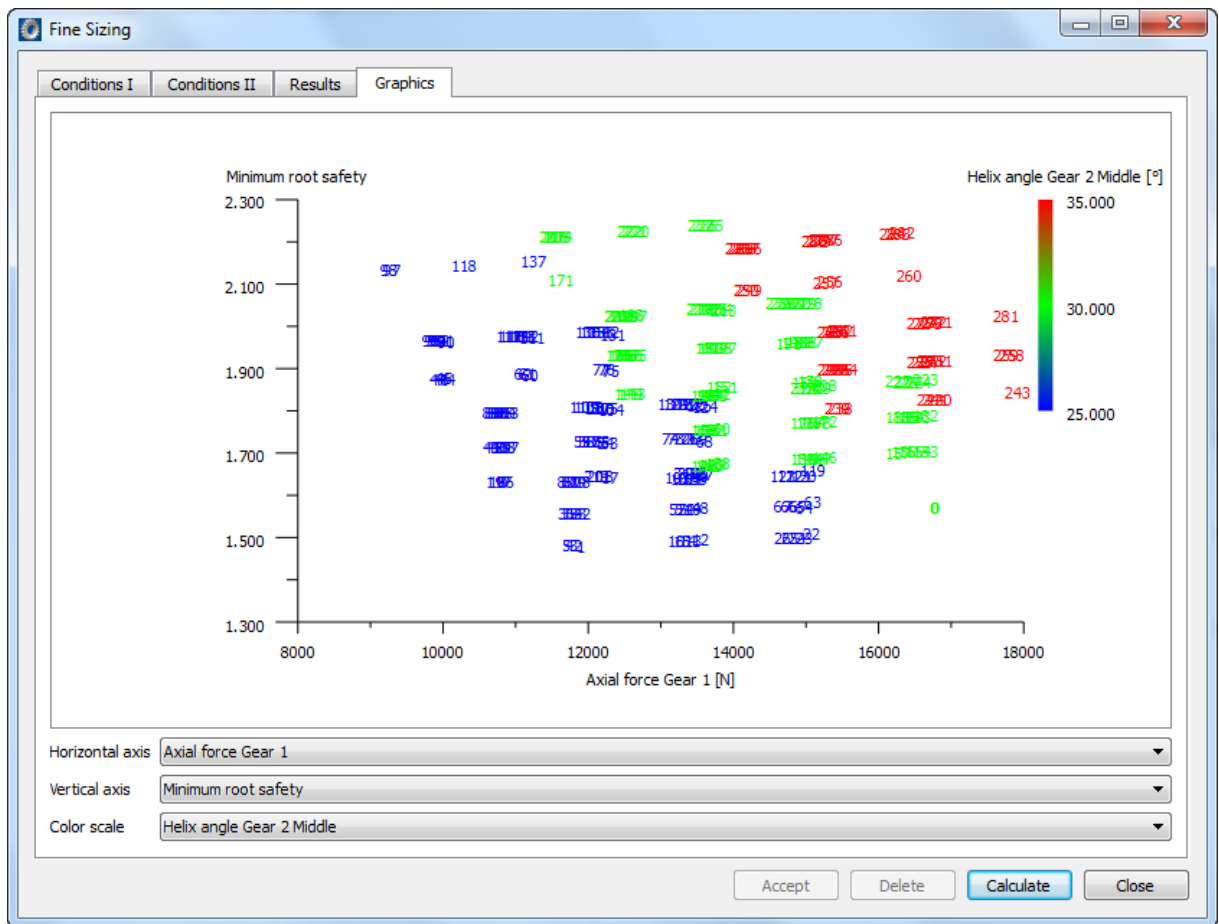


图 13. 在图示中显示精选型结果

可以再次输入更小步骤和范围的值，重新进行精选型计算，直到找到满意的宏观几何优化结果。

2.7 格里森直齿锥齿轮和准双曲面齿轮

格里森锥齿轮通常用单索引过程加工（面铣）。由于他们的齿线是圆弧，所以这些齿轮可以在热处理后再研磨。在汽车行业，锥齿轮也需要磨齿。然而，格里森也可以采用连续加工的方式（滚刀加工）来加工锥齿轮。

在以下例子中，所需的主要参数尺寸已经通过粗选型给出（查看章节 2.5）。由于这一个原因，只是描述了每个方法中特定的条目。如果没有使用粗选型，还需要自己手动输入所有的值。

2.7.1 格里森，5-Section method

1. 在"**Basic data**"→ "**Type**"中选择"**Modified slot width**"类型（查看图 14）。小齿轮的空间宽度根据不同的机器对每个齿面的设置不同而变化；

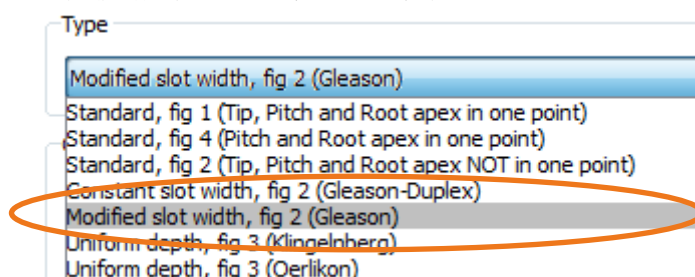






图 14. 选择"Modified slot width"第五种锥齿轮类型

2. 输入压力角；
3. 点击压力角右边的"Plus"按钮。在"Additional data hypoid gears"下可以输入法向压力角和边界压力角影响系数（通常用 1 来修正齿缝宽度）。如果预定义了偏置量（准双曲面齿轮），那么还需要在计算时考虑"generated and effective contact angle"的影响系数；
4. 输入小齿轮的螺旋方向；
5. 点击螺旋角右侧的"Plus"按钮。然后在"Additional data for spiral teeth"中激活螺旋齿型。如果已经用过粗选型，就会被自动激活；
6. 也可以手动输入"Profile shift coefficient"或点击推荐按钮让它自动计算。如果 KISSsoft 软件提示根切，那软件会推荐调整变位系数防止根切。所有其他的条件（例如优化滑动率等）都在报告中体现也可以手动输入；
7. 将预定义的偏置量输入到"Offset"中，生产准双曲面齿轮；
8. 在"Manufacturing"标签中选择"Face milling"作为加工程序，然后输入刀盘半径"Cutter radius"。建议使用刀盘半径输入框右侧的推荐功能，来得到一个最小刀盘半径的推荐值（根据克林贝格锥齿轮，第 70 页），然后输入生产时实际使用的刀盘半径。点击鼠标右键选择单位"inch"：格里森刀具通常用这个单位（看图 15）。

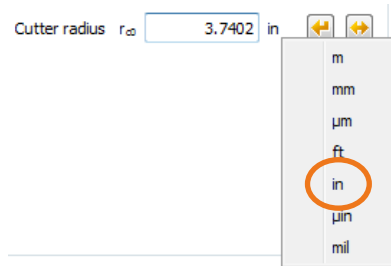


图 15. 单位转换到"inch"

如果刀盘半径小于推荐值，则会出现警告信息。因为此时啮合可能跟实际应用不太一样（看图 16）。

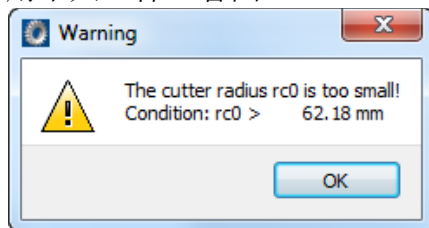


图 16. 如果刀盘半径小于推荐值出现警告

圆锥长度（准双曲面齿轮）和大端小端螺旋角都会被刀盘半径影响。KISSsoft 会检查这个值是否合适。

9. 在"Basic data"中定义齿顶角和齿根角。如果需要设计一款新的齿轮，建议使用推荐功能。由于这些角度会受到刀盘半径、齿廓参数和变位系数的影响，如果要更改其中的一个值，必须在更改后再运行一下推荐功能（看图 17）；



图 17. 齿顶角和齿根角的推荐功能

10. 在"Reference profile"中选择合适的齿廓参数或点击"Own Input"。"Modified slot width"的顶隙系数推荐值为 0.3。（根据克林贝格锥齿轮，第 72 页），所以应该输入 1.3/0.3/1；
11. 在"Rating"中选择需要的算法（ISO, DIN, AGMA, VDI 等）并输入扭矩、转速或者载荷谱；
12. 在"Basic data"中，**Materials, manufacturing types and lubrication**下选择"For generated gears"或"Made by form cutting"来影响齿根的齿厚。一般来说，如果锥齿轮齿数比 $i > 2.5$ 则选择"Made by form cutting"加工过程。因为这种加工方法会更快。小齿轮还是用展成法（看图 18）；

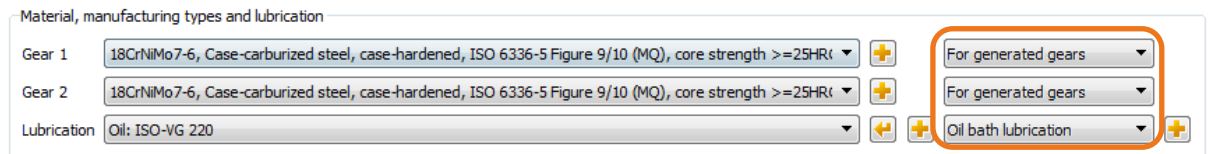




图 18. "For generated gears" 和 "Made by form cutting"加工类型

13. 在"Tolerances"中，选择"ISO23509"齿厚公差来确保侧隙，大概的齿厚公差可以根据模数自动设置。"No backlash"选项经常被选用，因为侧隙值要在齿轮装配时改动装配尺寸后设定；
14. 执行计算，点击  或按"F5"。点击  或按"F6"创建并打开报告。

2.7.2 格里森, duplex methods

1. 在"Basic data"→ "Type"中选择"Constant slot width"类型（看图 19）。小齿轮的齿宽空隙是常值，因为两个齿面是在同一次加工过程中加工出来的；

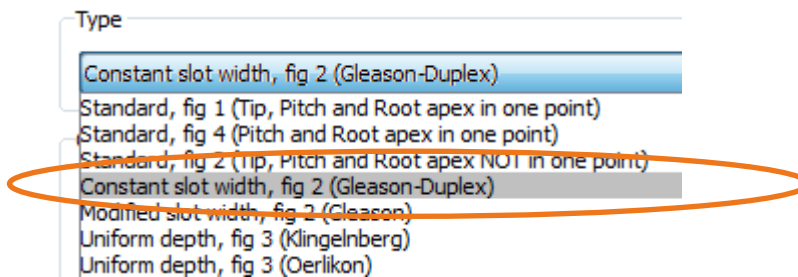






图 19. 选择"Constant slot width"类型

2. 输入压力角；
3. 点击压力角右侧的"Plus"按钮 。在"Additional data hypoid gears"下输入"Nominal pressure angle"和"Influencing factor limit pressure angle"值（通常把"Constant slot width"取 0.5）。如果预定义了偏置量（准双曲面齿轮），需要在计算时考虑"generated and effective contact angle"的影响因素；
4. 输入小齿轮螺旋方向；
5. 点击螺旋角右侧的"Plus"按钮 。然后找到"Additional data for spiral teeth"激活螺旋齿。如果已经用过粗选型，将会被自动激活；
6. "Offset"在中为准双曲面齿轮输入与定义的偏置量；
7. 也可以手动输入 "Profile shift coefficient"或者点击选型按钮  自动计算。如果 KISSsoft 软件提示根切，那软件会推荐调整变位系数防止根切。所有其他的条件（例如优化滑动率等）都在报告中体现也可以手动输入；

8. 在"Manufacturing"标签中选择"Face milling"作为加工程序，然后输入刀盘半径"Cutter radius"。建议使用刀盘半径输入框右侧的推荐功能，来得到一个最小刀盘半径的推荐值（根据克林贝格锥齿轮，第 70 页），然后输入生产时实际使用的刀盘半径。点击鼠标右键选择单位"inch"：格里森刀具通常用这个单位（看图 20）；

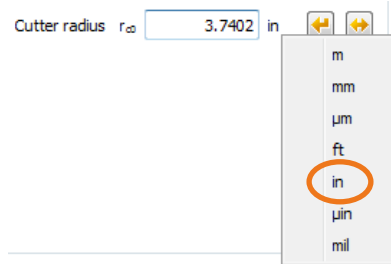


图 20. 转换单位成"inch"

如果刀盘半径小于推荐值，则会出现警告信息。因为此时啮合可能跟实际应用不太一样（看图 16）。

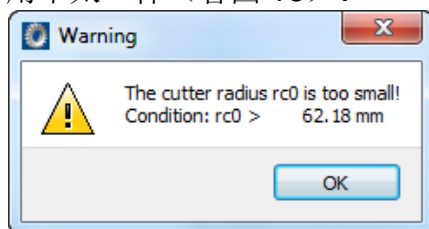


图 21. 如果刀盘半径小于推荐值出现警告

圆锥长度（准双曲面齿轮）和大端小端螺旋角都会被刀盘半径影响。KISSsoft 会检查这个值是否合适。

9. 在"Reference profile"中选择合适的齿廓参数或点击"Own Input"。"Modified slot width"的顶隙系数推荐值为 0.35。（根据克林贝格锥齿轮，第 72 页），所以应该输入 1.35/0.3/1；
10. 在"Rating"中选择需要的算法（ISO, DIN, AGMA, VDI 等）并输入扭矩、转速或者载荷谱。；
11. 在"Basic data"中，**Materials, manufacturing types and lubrication**下选择"For generated gears"或"Made by form cutting"来影响齿根的齿厚。一般来说，如果锥齿轮齿数比 $i > 2.5$ 则选择"Made by form cutting"加工过程。因为这种加工方法会更快。小齿轮还是用展成法（看图 18）；

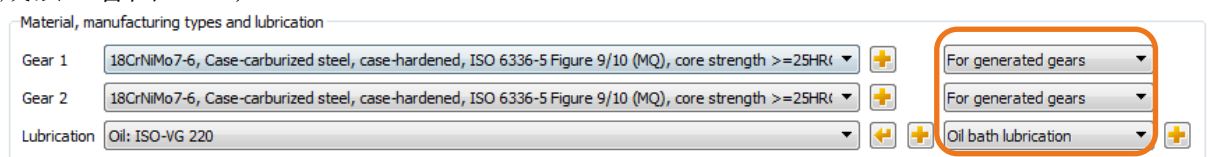




图 22. "For generated gears" 和 "Made by form cutting"加工类型

12. 在"Tolerances"中，选择"ISO23509"齿厚公差来确保侧隙，大概的齿厚公差可以根据模数自动设置。"No backlash"选项经常被选用，因为侧隙值要在齿轮装配时改动装配尺寸后设定；
13. 执行计算，点击或按"F5"。点击或按"F6"创建并打开报告。

2.7.3 格里森，端面滚刀

如果要使用格里森端面滚刀方法（例如：Triac, Pentac FH），建议使用克林贝格法（看图 23）。

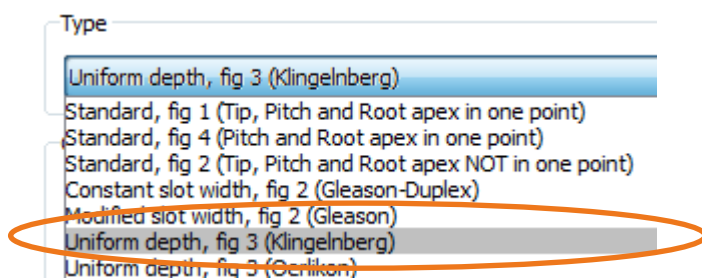


图 23. 选择"Uniform depth, fig 3 (Klingenberg)" 类型

2.8 克林贝格，Cyclo-Palloid

Cyclo-Palloid 加工工艺是连续分度工艺（端面滚刀）。锥齿轮有相同的深度。Cyclo-Palloid 锥齿轮常用作小的工业齿轮或者大型锥齿轮。

在以下例子中，所需的主要参数尺寸已经通过粗选型给出（查看章节 2.5）。由于这一个原因，只是描述了每个方法中特定的条目。如果没有使用粗选型，还需要自己手动输入所有的值。

1. 在"Basic data"→ "Type"中选择"Uniform depth, Fig 3 (Klingenberg)"类型（看图 24）；

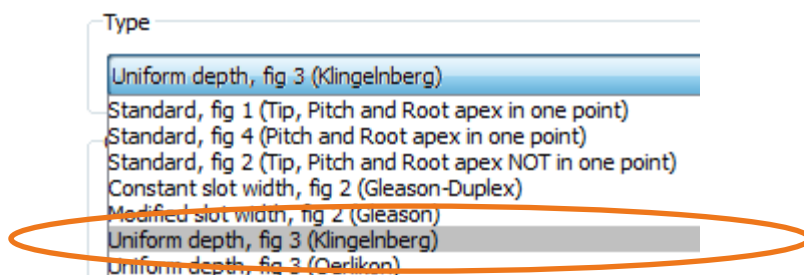






图 24. 选择 Cyclo-Palloid 齿程序"Uniform depth"

2. 输入压力角；
3. 点击压力角右侧的"Plus"按钮 。在"Additional data hypoid gears"下输入"Nominal pressure angle"和"Influencing factor limit pressure angle"值（通常对摆线齿取 0）。如果预定义了偏置量（准双曲面齿轮），需要在计算时考虑"generated and effective contact angle"的影响因素；
4. 对小齿轮输入螺旋角；
5. 点击螺旋角右侧的"Plus"按钮 。然后找到"Additional data for spiral teeth"激活螺旋齿。如果已经用过粗选型，那这个就自动激活；
6. "Offset"在中为准双曲面齿轮输入与定义的偏置量；
7. 也可以手动输入 "Profile shift coefficient"或者点击选型按钮  自动计算。如果 KISSsoft 软件提示根切，那软件会推荐调整变位系数防止根切。所有其他的条件（例如优化滑动率等）都在报告中体现也可以手动输入；
8. 如果有必要，输入 "Angle modification gear 1"；
9. 在"Manufacturing"下选择"Face hobbing"作为加工方法，并输入"Cutter radius"和"Number of tools blade groups"。建议使用刀盘半径输入框右侧的推荐功能 ，来得到一个最小刀盘半径的推荐值（根据克林贝格锥齿轮，第 70 页），然后输入生产时实际

使用的刀盘半径。作为选择，如果选择框激活可以从"**List of Klingelnberg machines**"选择刀具齿顶（看图 25）。

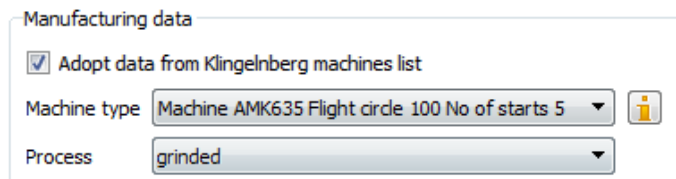


图 25. 从克林贝格机床列表中选择刀具齿顶参数

如果刀盘半径小于推荐值，则会出现警告信息。因为此时啮合可能跟实际应用不太一样（看图 26）。

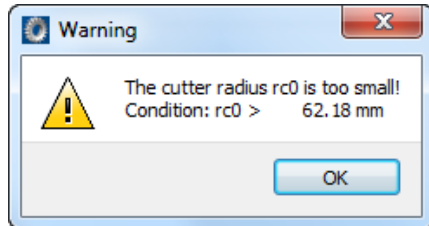


图 26. 如果刀盘半径小于推荐值出现警告

圆锥长度（准双曲面齿轮）和大端小端螺旋角都会被刀盘半径影响。KISSsoft 会检查这个值是否合适。

10. 在 "**Reference profile**" 中选择合适的齿廓参数或点击 "**Own Input**". "Cyclo-palloid procedure"的顶隙系数推荐值为 0.25。（根据克林贝格锥齿轮，第 72 页），可以在列表中选择"**1.25/0.3/1 CYCLOPALLOID**";
11. 在 "**Strength**" 中选择所需的算法（Klingelnberg 3028 or 3029, ISO, DIN, AGMA, VDI 等）并输入扭矩、转速或者载荷谱；
12. 在 "**Basic data**" 中，**Materials, manufacturing types and lubrication** 下自动选择 "Generating process"，因为摆线齿轮通常是展成法加工（看图 27）；

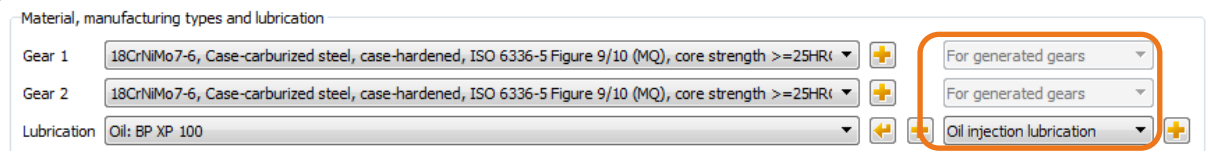




图 27. 摆线齿轮展成法

13. 在 "**Tolerances**" 中，选择 "**No backlash**"，因为侧隙值要在齿轮装配时改动装配尺寸后设定；
14. 执行计算，点击  或按 "F5"。点击  或按 "F6" 创建并打开报告。

2.9 克林贝格, Palloid

Palloid 加工工艺是连续分度工艺。锥齿轮有相同的深度。Palloid 锥齿轮常用作小的齿轮（最大模数 6mm）。

在以下例子中，所需的主要参数尺寸已经通过粗选型给出（查看章节 2.5）。由于这一个原因，只是描述了每个方法中特定的条目。如果没有使用粗选型，还需要自己手动输入所有的值。

1. 在 "**Basic data**" → "**Type**" 下选择 "**Uniform depth, fig 3 (Klingelnberg)**" 类型（看图 28）；

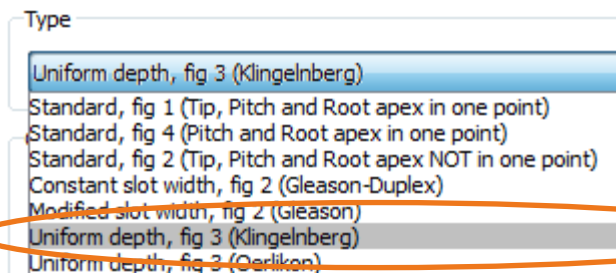


图 28. 选择"Uniform depth" Palloid 加工类型

2. 在"**Rating**"下，选择"Klingelnberg palloid 3025"或"Klingelnberg palloid 3026"计算方法（看图 29）；

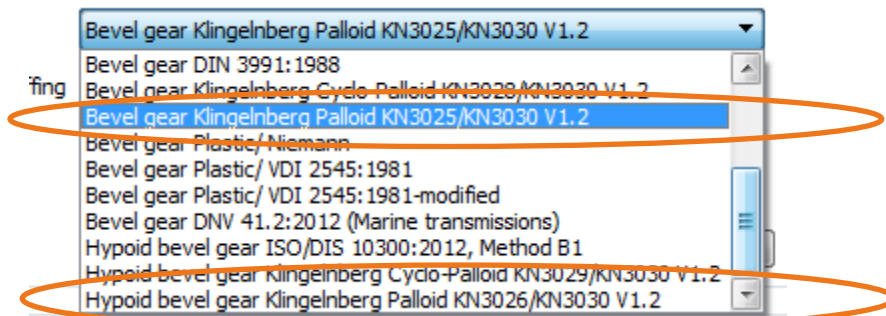






图 29. 选择"Palloid"强度校核算法

在 "**Basic data**" 标签， "**Material, manufacturing types and lubrication**" 下自动选择 "Generating process"，因为 Palloid 齿轮通常是展成法加工。

3. 输入压力角；
4. 点击压力角右侧的"**Plus**"按钮 。在"**Additional data hypoid gears**"下输入"Nominal pressure angle"和"Influencing factor limit pressure angle"值（通常对摆线齿取 0）。如果预定义了偏置量（准双曲面齿轮），需要在计算时考虑"generated and effective contact angle"的影响因素；
5. 对小齿轮输入螺旋角；
6. 点击螺旋角右侧的"**Plus**"按钮 。然后找到"**Additional data for spiral teeth**"激活螺旋齿。如果已经用过粗选型，将会被自动激活；
7. "Offset"在中为准双曲面齿轮输入与定义的偏置量；
8. 也可以手动输入 "**Profile shift coefficient**" 或者点击选型按钮  自动计算。如果 KISSsoft 软件提示根切，那软件会推荐调整变位系数防止根切。所有其他的条件（例如优化滑动率等）都在报告中体现也可以手动输入；
9. 如果有必要，输入 "Angle modification gear 1"；
10. 已经在"**Manufacturing**"中选择了"**Face hobbing**"加工工艺。输入"Cutter cutting length"和"Cutters small diameter"刀具参数。点击信息按钮  显示一个表格，这个表格列举了标准摆线刀具。也可以自定义特殊铣刀（看图 30）；

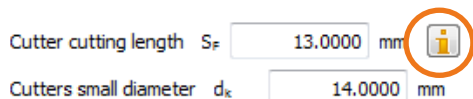


图 30. 输入摆线刀具参数

此外，如果铣刀太小不能加工齿轮会出现下面的警告信息（看图 31）。

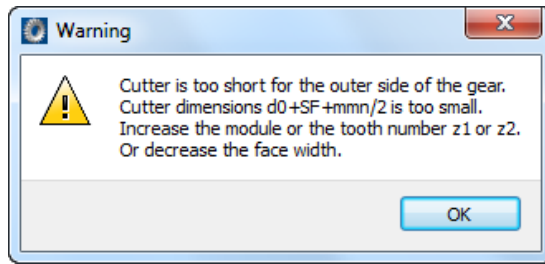




图 31. 刀具太小的警告

11. 在 "Reference profile" 中选择合适的齿廓参数或点击 "Own Input" 。 "Cyclo-palloid procedure" 的顶隙系数推荐值为 0.3。（根据克林贝格锥齿轮，第 72 页），可以在列表中选择 "1.3/0.38/1 PALLOID"；
12. 在 "Tolerances" 中，选择 "ISO23509" 齿厚公差来确保侧隙，大概的齿厚公差可以根据模数自动设置。"No backlash" 选项经常被选用，因为侧隙值要在齿轮装配时改动装配尺寸后设定；
13. 执行计算，点击  或按 "F5"。点击  或按 "F6" 创建并打开报告。

3 螺旋锥齿轮 3D 模型

直齿、斜齿和螺旋齿锥齿轮可以做齿廓修形，并且以 STEP 格式输出。在下面可以看到详细的创建、检查并输出一个锥齿轮。

点击 "Examples" 并导入 "BevelGear 1 (Klingelnberg)" 文件。然后点击 "File → Save as..." 保存到指定的目录下。在 "Tolerances" 中更改齿厚公差为 "No backlash"。这不仅简化下一道工序还可以用标准刀盘半径来加工新的齿轮。在这个案例中，侧隙根据锥齿轮安装尺寸（G-displacement）设定。

3.1 创建 3D 模型

1. 在"Module specific settings → Generation of 3D"下输入这些值：
齿宽方向的截面数量：11；
建模误差：1 μm；
渲染质量：5 μm；
选择"Constant root rounding radius along the facewidth"和"Constant protuberance along the facewidth"选项。
2. 点击"Graphics → 3D geometry → Tooth system"显示模型（看图 32）；

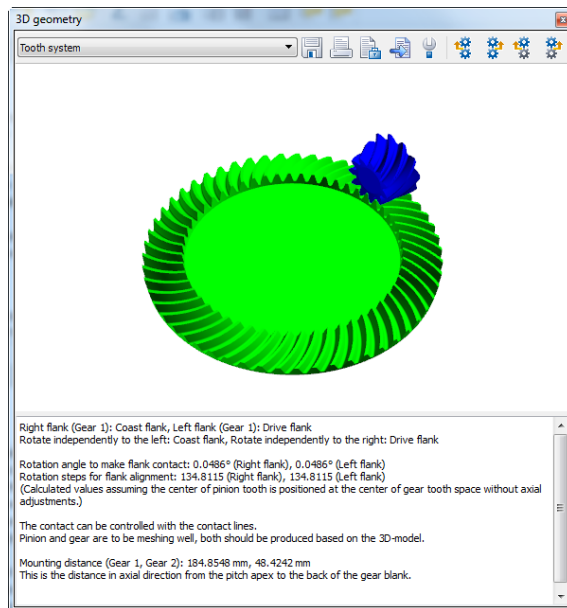


图 32. 显示 3D 锥齿轮

小技巧：在执行计算（按 F5）后可能会出现图形显示窗口会在背景里的情况。可以通过简单的操作最小化 KISSsoft 程序，再最大化就能解决这个问题。

3.2 接触线检查并给出修形方案

1. 将下"Module specific settings → 3D generation"的模型设置为：Skin model，这样方便查看接触斑点。再次点击 F5 计算后可以看到模型显示的是壳体（看图 33）；

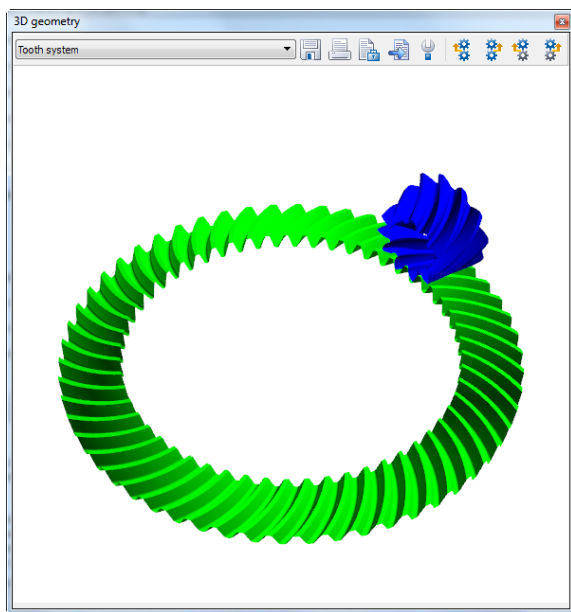
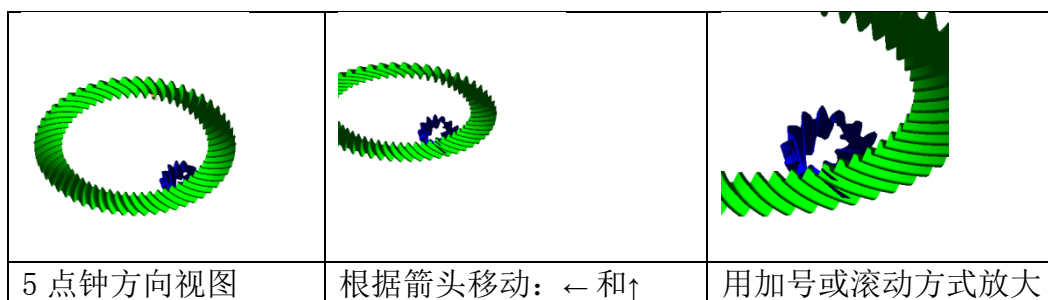


图 33. 壳体模式显示的锥齿轮

2. 检查收缩一侧的接触线（凸面锥齿轮），从锥齿轮下方往上看。右击鼠标，把齿轮视图调至"View from the bottom";

小技巧：旋转齿轮，调到 5 点钟方向可以很方便的从下往上看。用方向键向上和右边移动试图并用放大功能（加号键）。




3. 驱动一侧的接触线可以通过点击  旋转小齿轮让其靠近锥齿轮的方式显示出来。为了让显示更逼真，要确保接触的量不太多。例如，测试人员在旋转锥齿轮时只会去掉一点点的颜料（看图 34）；



图 34. 测试后典型的接触斑点

注意事项：

模型中显示窗口内的信息的意思是理论齿面接触时旋转齿面的步数。在这里，例如是 137.18，这里用理论值代替。如果结果是 138（一个旋转步），那

这个值就不能满足要求，但 137（一个旋转步）就能达到最小的渗透量。说明这个值 120 是符合要求的（看图 35）。

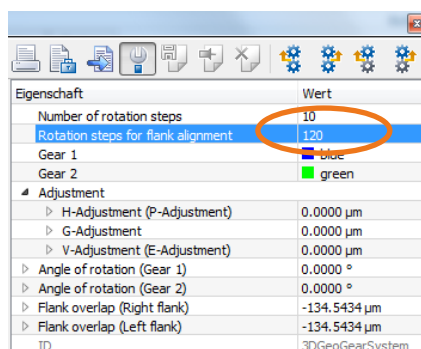



图 35. 设置属性

当用  旋转齿轮时，可以检查齿面接触。这是无载荷下的接触斑点，接触斑点不应该到达内外边界（"toe"和"heel"）。如果有接触，那吃了会对轴向偏差很敏感，在受载情况下会出现边缘应力集中和压力峰值（看图 36）。

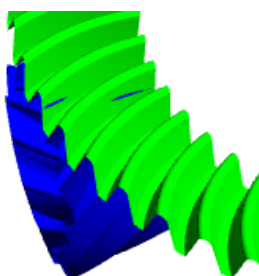



图 36. 接触线，紧边没有做修形

边线接触可以通过齿向修形和齿廓鼓形修形来避免。用压力角和螺旋角齿面修形来控制接触斑点的位置。

4. 在"Modifications"下可以通过点击  来添加齿面修形。在技术文献中（"Bevel gears", Klingelnberg, 第 74 页）标准的修形长度是在 $b_2/250$ 和 $b_2/600$ 之间（中等的错位量）或者 $b_2/350$ 和 $b_2/800$ 之间（低错位量）。这里设置齿宽 b_2 是 50mm，因此修形长度介于 0.200 和 0.084mm 之间（中等的错位量）或 0.140 和 0.063mm 之间（低错位量）；

在这个案例中，对齿轮 1（小齿轮）输入一个 $140\mu\text{m}$ 的鼓形量。然后点击 F5 重新计算（看图 37）。

Gear	Type of modification	value [μm]	factor 1	Factor 2	Status	Inform	Comment
Gear 1	Crowning	140.0000			active		

图 37. 定义修形来优化接触特性

小技巧： 如果想在两个齿面上做不同的修形可以在"Calculation → Settings → General"中激活"Allow unsymmetrical modifications"选项（看图 38）。

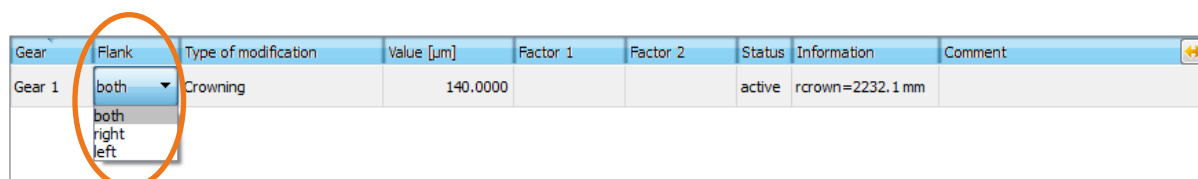


图 38. 在两个齿面定义不同的修形方案

左右齿面的定义是从尖端方向看。在这里小齿轮左侧面是凹面，也是工作面。

- 再次检查接触线。继续做第 5 到 7 步。在有载荷下旋转，接触线不再碰到边缘了。这意味着鼓形和接触斑点从理论技术上来说是正确的（看图 39）；

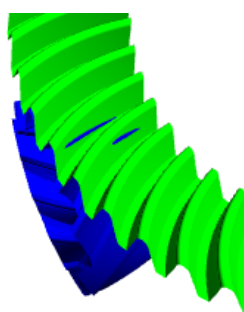


图 39. 带修形拉伸面的接触线

- 在 KISSsoft 中，可以用 **VH-Check** 来更改接触斑点的位置，来提高捏合的敏感性。在属性中输入这个位置值（看图 40），并根据 5 到 7 点来更改接触斑点位置；

Eigenschaft	Wert
Number of rotation steps	10
Rotation steps for flank alignment	120
Gear 1	blue
Gear 2	green
Adjustment	
H-Adjustment (P-Adjustment)	0.2000 mm
Tolerance field	user-defined
Value	0.2000
Unit	mm
G-Adjustment	0.0000 mm
V-Adjustment (E-Adjustment)	-0.2000 mm
Tolerance field	user-defined
Value	-0.2000
Unit	mm

图 40. VH (EP) Check

要想知道更多关于信息，请参照 ISO/TR 10064-6，例如"Code of inspection practice"。可以更改铣头大小：因为这个值跟不跟现在有的任何标准有关系。这个可以更好的用来控制无载荷接触斑点。要知道更多关于铣头尺寸影响的信息，请参照 ISO/TR 22849 "Design recommendations for bevel gears"。

- 由于小齿轮齿数较少，可能会出现齿顶变尖的情况（齿面内的齿形，"toe"）。这种情况下是不能创建 3D 模型。这个信息是提示作用：

- 在"**Modifications**"中，可以在内侧定义一个齿顶斜角（通常在 Klingelnberg 齿制上使用）；
- 小齿轮更小的变位系数；
- 小齿轮更小的齿顶高，定义齿廓参数；
- 更小的齿宽；
- 将刀具由滚刀（齿高相同，Klingelnberg 齿制）改成面铣刀（修形齿高，Gleason 齿制）。要知道更多地信息请参考"BevelGear 5 (Gleason)"，案例文件中传动比是 8:36。