

## **KISSsoft 03/2013 – 教程 10**

### 圆柱齿轮的寿命分析

**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	任务 .....	3
1.1	任务 .....	3
2	打开程序 .....	4
2.1	开启软件 .....	4
3	输入数据 .....	4
3.1	输入载荷谱 .....	4
3.1.1	数据库: 载荷谱自定义 .....	4
3.1.2	数据库: 从文档中读取数据 .....	6
3.1.3	系数自定义 .....	7
3.1.4	输入齿形参数 .....	8
3.2	定义其它参数 .....	8
3.2.1	中心距 .....	8
3.2.2	变位系数 .....	9
3.2.3	润滑方式 .....	12
4	强度计算 (附带载荷谱) .....	12
4.1	根据许用安全系数计算使用寿命 .....	12
4.2	根据使用寿命计算安全系数 .....	17
4.3	计算最大允许扭矩 .....	17
5	额外计算 .....	18
5.1	抗齿面胶合安全系数 .....	18
5.2	淬火深度推荐值 .....	21

# 1 任务

## 1.1 任务

按 ISO6336 Method B，分析斜齿轮的强度。在本例中，载荷谱被使用。安全系数，使用寿命和允许的额定功率都被计算。

下面的数据用来计算斜齿轮副，如下：

	Gear 1	Gear 2
模数 [mm]	6	6
螺旋角 [degrees]	5	5
压力角 [degrees]	20	20
齿数	25	76
齿宽[mm]	44	43
材料	18CrNiMo7-6 case-hardened	18CrNiMo7-6 case-hardened
额定转矩 [Nm]	3360	follows
额定转速 [Rpm]	440	follows
应用系数	1.25	1.25
使用寿命 [h]	20'000	20'000

载荷谱数据如下所示：

频率 [%]	速度系数 [%]	扭矩系数 [%]
10	20	20
20	50	30
40	80	90
30	100	100

## 2 打开程序

### 2.1 开启软件

一旦 KISSsoft 安装和激活，用户可依次点击“开始→程序→KISSsoft 03-2013→KISSsoft”打开程序。进入用户操作界面后，操作如下图所示：

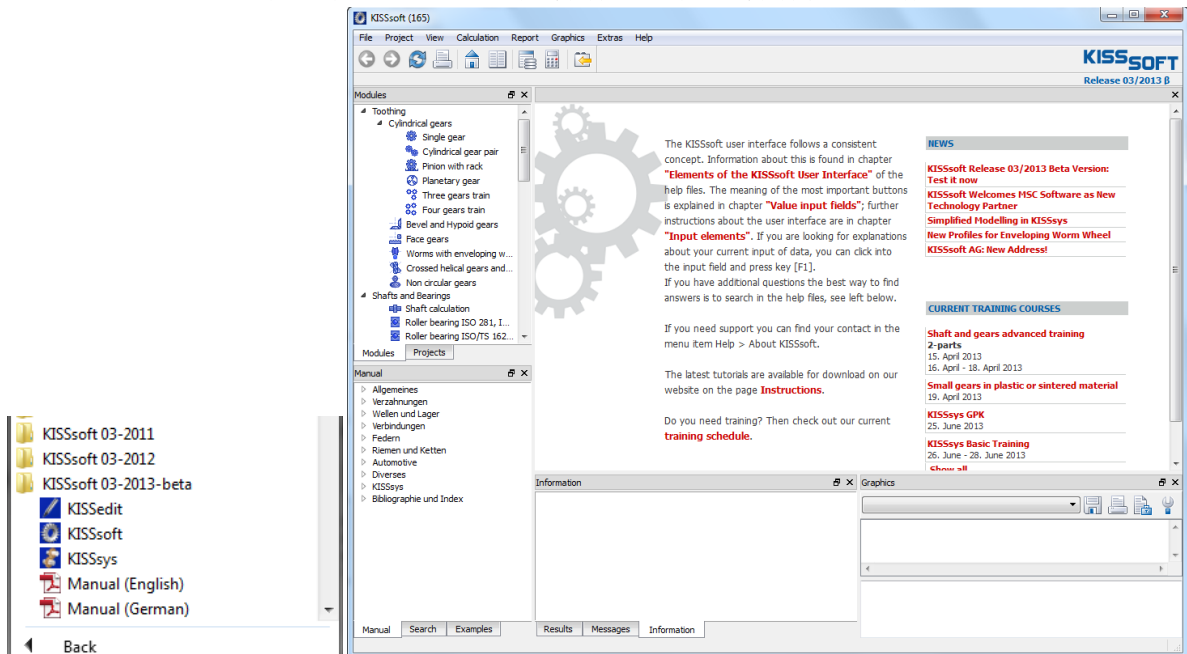


图 1 KISSsoft 的初始界面

## 3 输入数据

### 3.1 输入载荷谱

KISSsoft 提供一系列不同载荷谱选型辅助工况数据的导入。如果载荷谱被存储在数据库中,也可以用作其他案例的计算。相反，用户也可使用“Own input”选项自行输入载荷谱，而该方法仅适用于当前的计算。

#### 3.1.1 数据库: 载荷谱自定义

打开数据库工具如图 2 所示并授权可以写入数据(用户必须以管理员的身份运行 KISSsoft)。在数据库中，有一系列的选项可供选择，从列表中，选择“Load spectra”并点击“Edit”来打开编辑对话框。

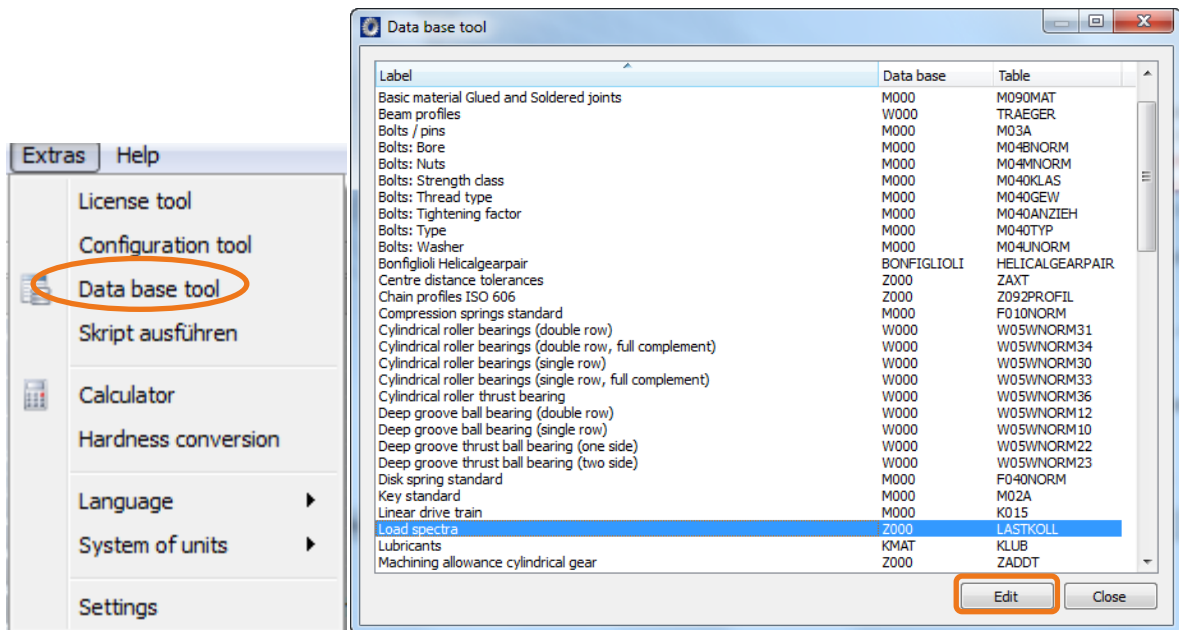


图 2 打开载荷谱数据库

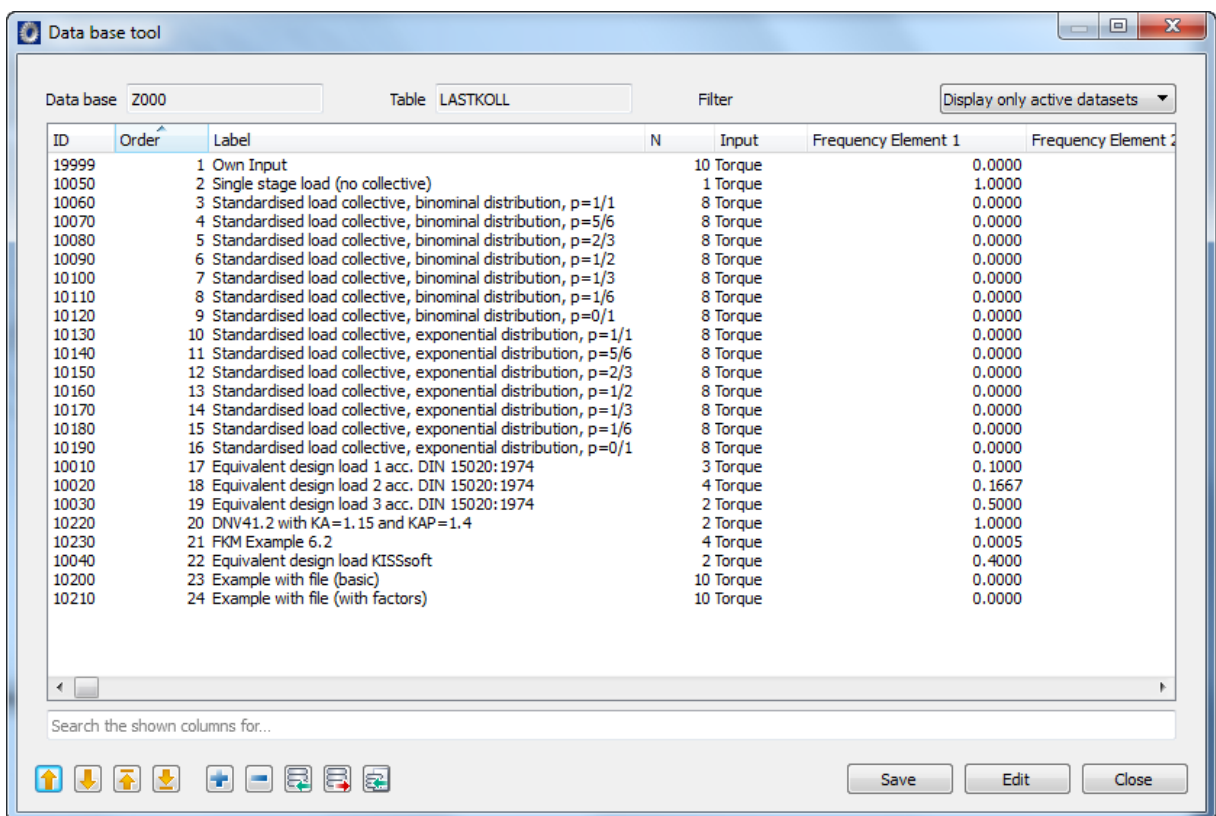



图 3 创建一个新的数据记录

点击 ，创建一个新的数据记录。如果鼠标停留在已有的数据记录上，现有的数据会被复制到新的数据记录里。反之，则会创建一个新的数据记录。现在输入数据值，在频率、功率、扭矩和速率指定的对话框内对数值进行编辑，同时可还以设置成载荷谱对应的为扭矩还是传输功率。一旦你完成了整个载荷谱数据的输入，点击“OK”，然后点击“Save”，保存该数据记录。然后单击“Close”按钮关闭数据库工具并返回到 KISSsoft 的初始界面上，此时的载荷谱就可供分析。

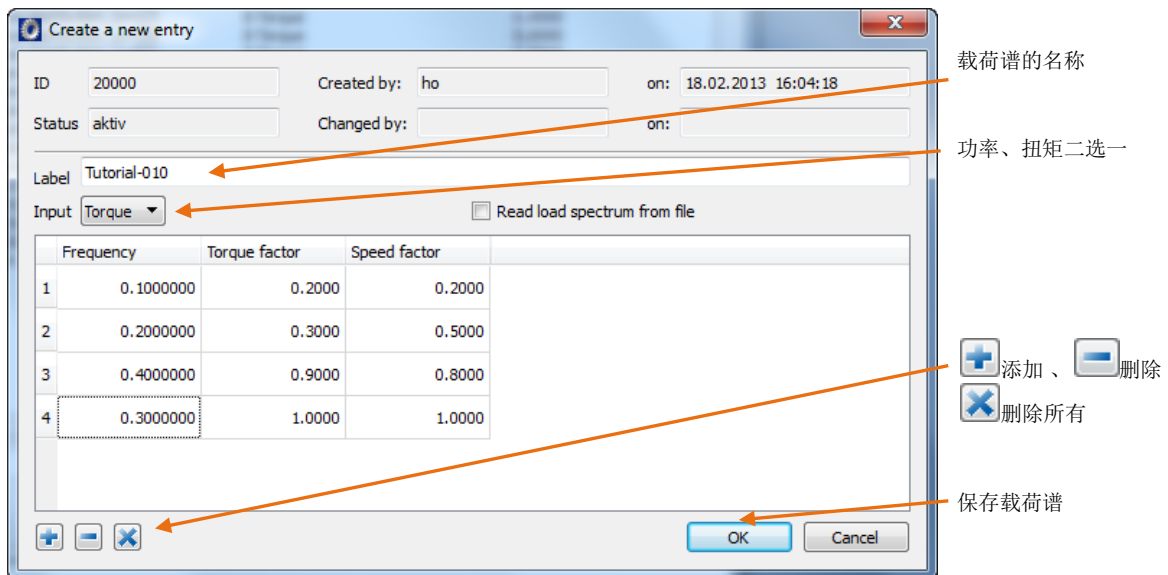


图 4 载荷谱的输入

### 3.1.2 数据库:从文档中读取数据

用户可以将载荷谱以一个文件的形式保存到数据库当中。为此，需要在文本编辑器中像下面的格式输入载荷谱（没有齿面负载交变弯曲系数、载荷分布系数）并保存，如下所示：

频率	扭矩/功率	转速
0.1	0.2	0.2
0.2	0.3	0.5
0.4	0.9	0.8
0.3	1.0	1.0

如果这些系数对于每个负载元件的计算都是必要的，那么用户必须定义载荷谱如 **Example\_DutyCycleWithFactors.dat** 所示。该文件以后缀名\*.dat 保存，在这个案例中将文件命名为“**Example-Tut-010.dat**”保存（更多信息见图 5），文件也可保存到其他的文件夹当中（更多信息见图 6）。在 KISSsoft 安装文件夹中用户会发现一个文件夹名为 **C:\Programs\KISSsoft 03-2012\ext\DAT**。如果以文件扩展名\*.dat 来储存文件，那么 KISSsoft 能够自动找到它们。在这种情况下,只需要按下图的方式输入。

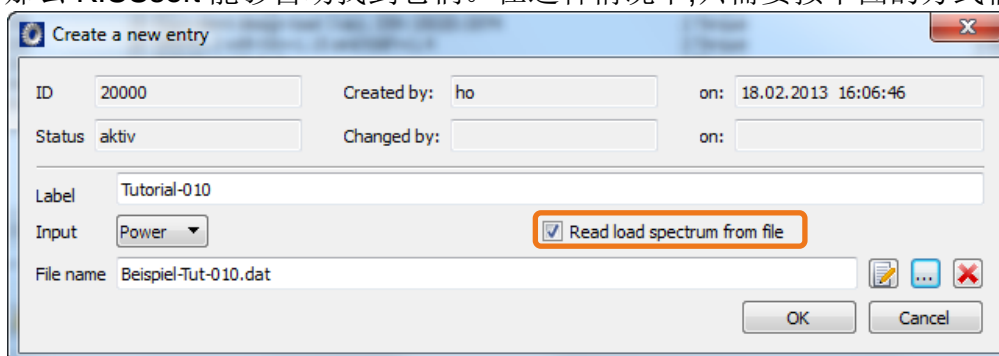


图 5 输入载荷谱保存的文件夹名称

如果保存载荷谱到另一个文件夹，则必须存储整个路径+文件名在“**File name**”一栏里。如果路径名太长，按照上面的步骤操作。

Figure 6 shows the 'Create a new entry' dialog box. The 'File name' field is highlighted with an orange box and contains the path 'I:/Beschreibungen/Anleitungen/KISSsoft-Tutorials/Rel-2013-03/KISSsoft\_Datei/Beispiel-Tut-010.dat'.

图 6 在全路径下的文件名称

### 3.1.3 系数自定义




用户也可以在校核一栏里定义载荷谱。在这里，还可以对每个负载元件定义载荷谱（交变弯曲系数及齿向载荷分布系数）。

在本例中，如果需要定义一个载荷谱，但是没有这些系数，那么用户必须在 **Factors and Rating** 一栏里进行如下设置：

Figure 7 shows the 'Factors and Rating' window. The 'Factors' tab is active. The 'General factors' section shows 'Dynamic factor  $K_v$ ' and 'Transverse load factor  $K_{H\beta}$ ' both set to 1.0000. The 'Alternating bending factor' is set to 'Predefined'. The 'Face load factor' section shows 'Calculation according calculation method' selected, 'Tooth trace modification' set to 'None', 'Position of Contact pattern' set to 'favorable', ' $K_{H\beta}$ ' set to 0.0000, 'Type of pinion shaft' set to 'ISO 6336 Picture 13e', and 'Support effect' set to 'no'. The 'Rating' tab is also shown, with 'Strength' and 'Load spectrum' sections. The 'Load spectrum' section shows a table with 4 rows of data. The 'Own Input' dropdown is highlighted with an orange box and labeled '1'. The 'Consider load spectrum' checkbox is checked. The 'Range of endurance limit' dropdown is set to 'according standard (ISO, AGMA or DIN)' and labeled '3'. The 'Input' dropdown is set to 'Torque' and labeled '2'. The 'Factor' dropdown is set to 'Factor' and labeled '4'.

	Frequency [%]	Torque factor	Speed factor	$K_{H\beta}$
1	10.000000	0.2000	0.2000	1.0000
2	20.000000	0.3000	0.5000	1.0000
3	40.000000	0.9000	0.8000	1.0000
4	30.000000	1.0000	1.0000	1.0000

图 7 载荷谱的自定义窗口

- (1) 载荷谱的类型[数据库载荷谱(预定义和用户生成), Own Input)]的定义范围的耐力极限的 Woehler 线 / “插入一个载荷谱元素” / “删除一个载荷谱元素” / “删除所有条目” ;
- (2) 输入的类型: 例如: 与功率/扭矩相关的系数、绝对值或着从文件导入的值;
- (3) 定义疲劳极限的范围;
- (4)  添加载荷谱系数、 删除载荷谱系数、 删除全部。

### 3.1.4 输入齿形参数

在 KISSsoft 主窗口里, 单击 “Modules” 选项, 然后单击 “Cylindrical gear pair”, 打开圆柱齿轮计算窗口。最后输入给定的齿形参数:

在 “Basic data” 一栏里, 数据输入如下所示:

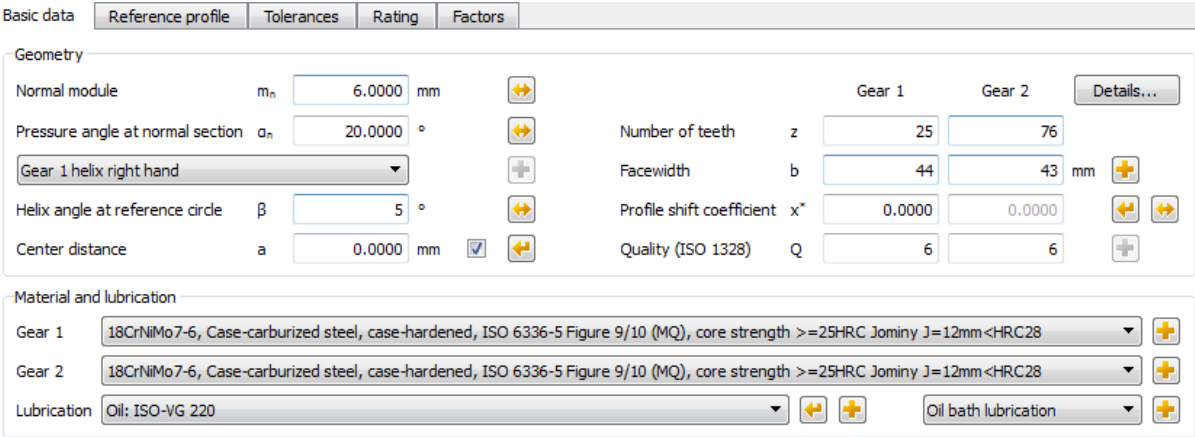


图 8 输入齿形

在 “Rating” 一栏里, 相关选项如下所示:




图 9 输入负载参数

- (1) 参考齿轮;
- (2) 负载: 用户必须输入三个值 (速度、扭矩、功率) 中的两个;
- (3) 计算方法。

## 3.2 定义其它参数

### 3.2.1 中心距

单击中心距输入框右边的  按钮来定义中心距。因为没有定义变位系数, 所以总的变位系数为零。点击 “Calculate”, 就会计算出中心距的值。然后点击 “Accept”, 这个值传到 “basic data” 一栏里。



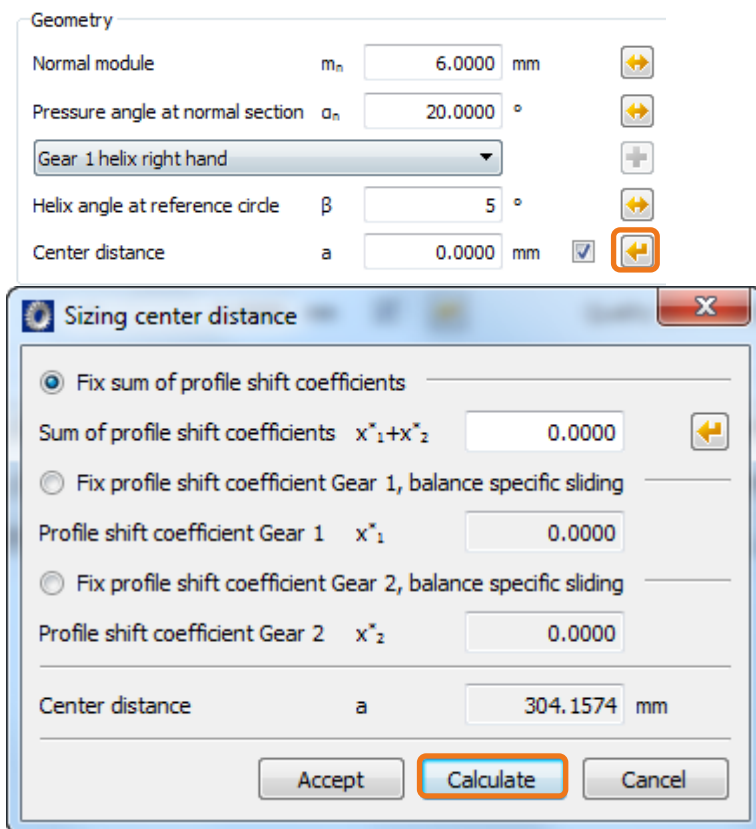



图 9 已知变位系数之和(为零)求中心距

### 3.2.2 变位系数

推荐用户以“最优滑动比”的优化指标来确定变位系数。为此，点击变位系数旁边的  按钮。

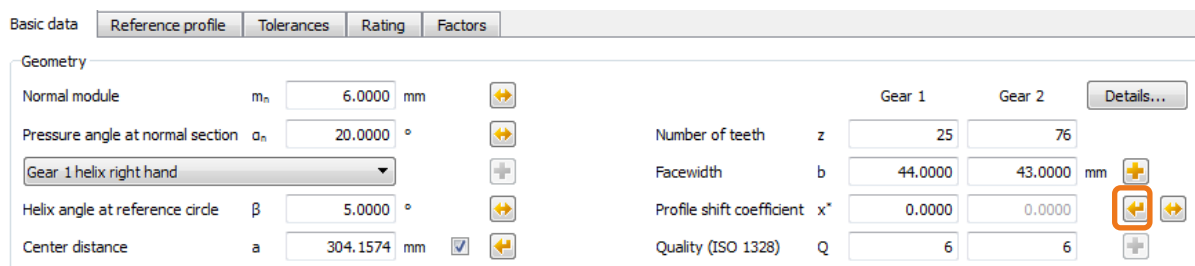


图 10 点击选型按钮

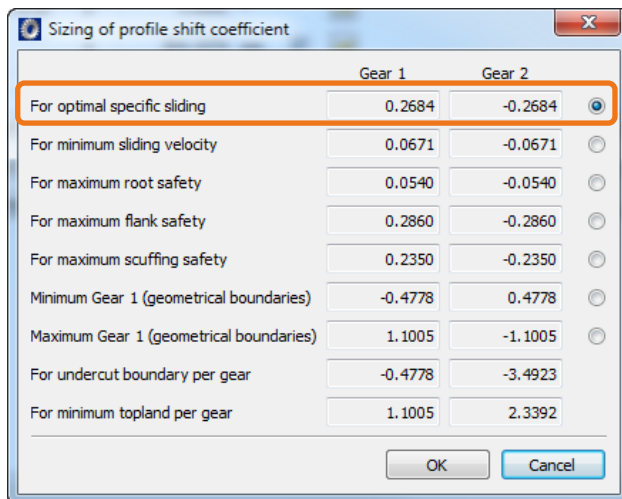


图 11 推荐最优变位系数

对于不同的标准选择不同的变位系数。在这个例子中，选择“最优滑动比”为准则选择变位系数。

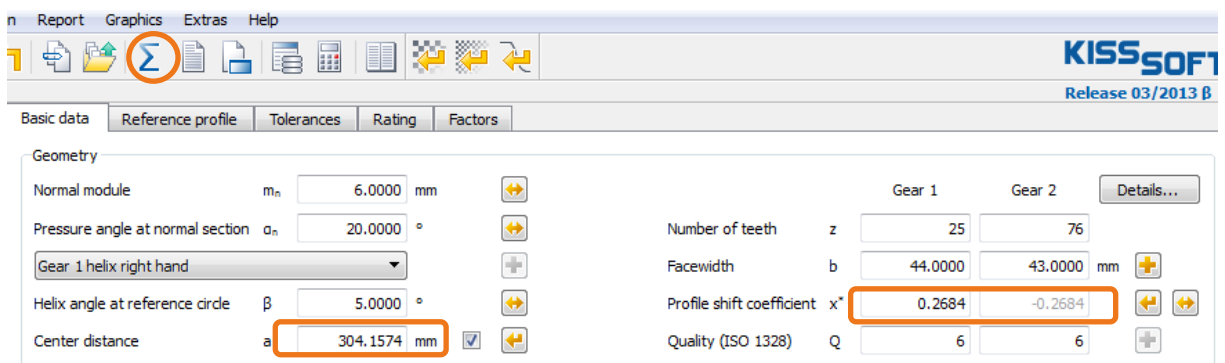



图 12 点击计算，查看变位系数和中心距的变化

此前计算的中心距是理论值，现在重新元整后为 304.2mm（直接覆盖原先的值）。为查看变位系数的变化，点击  (计算)。这是一个微小的改变，不影响滑动率。当执行分析时，KISSsoft 会为指定的额定负载计算安全因素。结果会显现在窗口的下半部分。

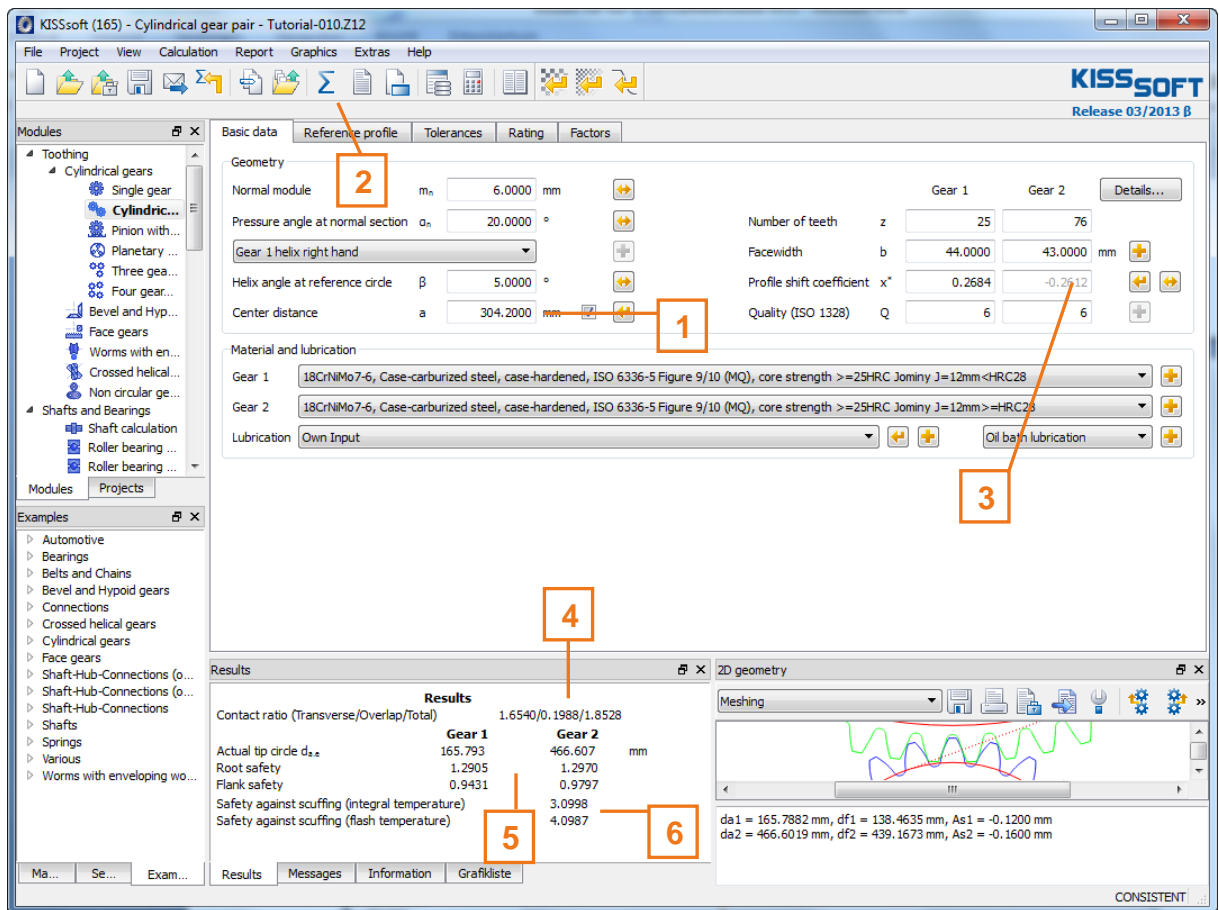


图 13 计算出的齿轮副参数

- (1) 手动定义中心距;
- (2) 进行计算;
- (3) 对变位系数微小的改变;
- (4) 计算出重合度;
- (5) 计算出额定负载的安全系数;
- (6) 计算出对抗胶合的安全系数;

点击 "Graphics" → "Evaluation" → "Specific sliding", 查看滑动率情况。

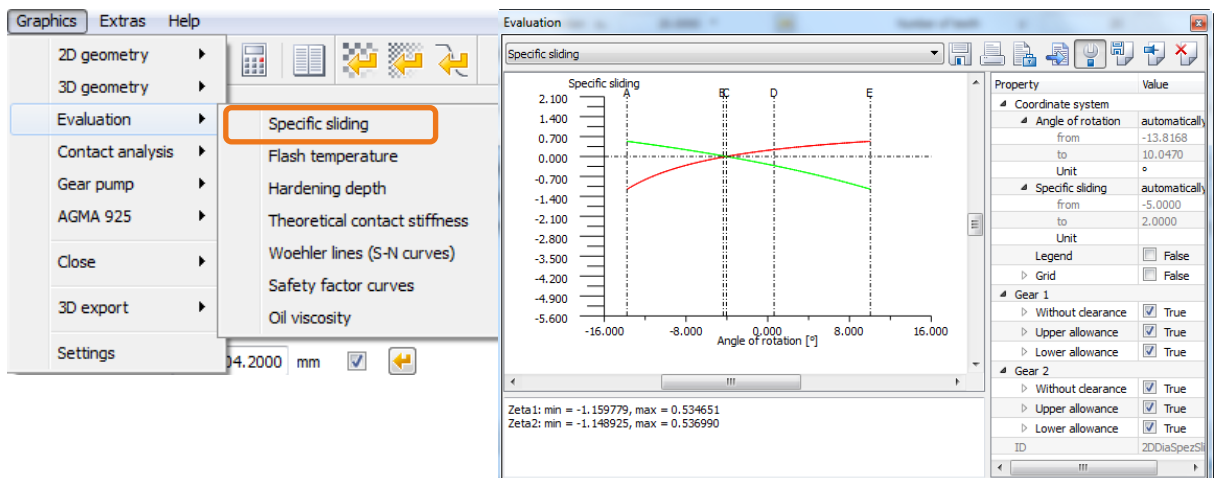



图 14 查看滑动率曲线

### 3.2.3 润滑方式

用户可以在“basic data”窗口里直接选择润滑类型和润滑剂。点击润滑类型右边的  按钮来指定润滑的温度，还可在"Operating backlash"输入周围环境温度的数据。

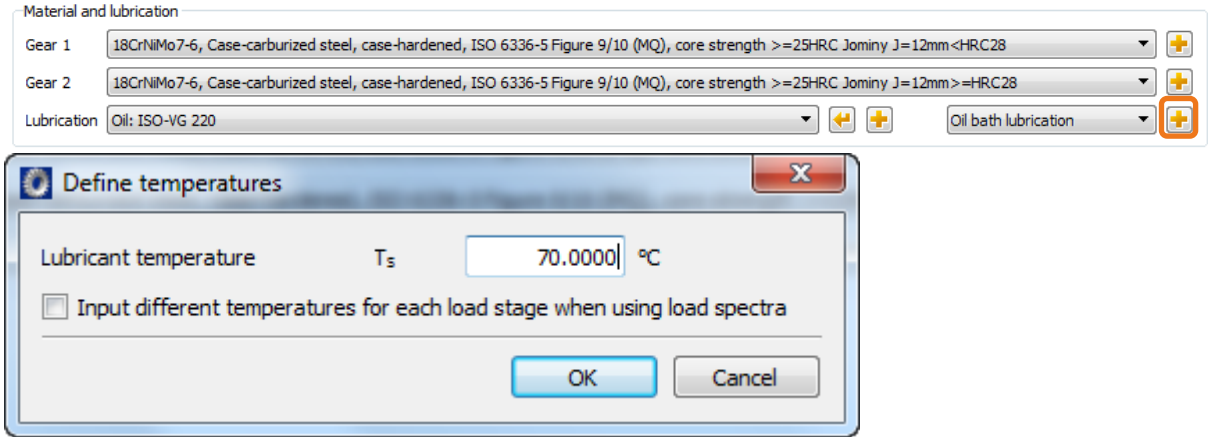


图 15 定义润滑温度

## 4 强度计算（附带载荷谱）

### 4.1 根据许用安全系数计算使用寿命

首先定义寿命周期以小时为计量单位，将图 16 里面的许用安全系数考虑到计算过程当中。不同标准和模数的许用安全系数都是根据多年的经验积累出来的，软件默认的值适用于大部分情况。在模数栏里面已经对许用安全系数进行默认的设置，并且根据 DIN、ISO 和 AGMA 三种不同标准分类，从细节方面对金属和塑料两大块分别单独定义，以最详细的系统分析功能达到用户最精确化的要求。

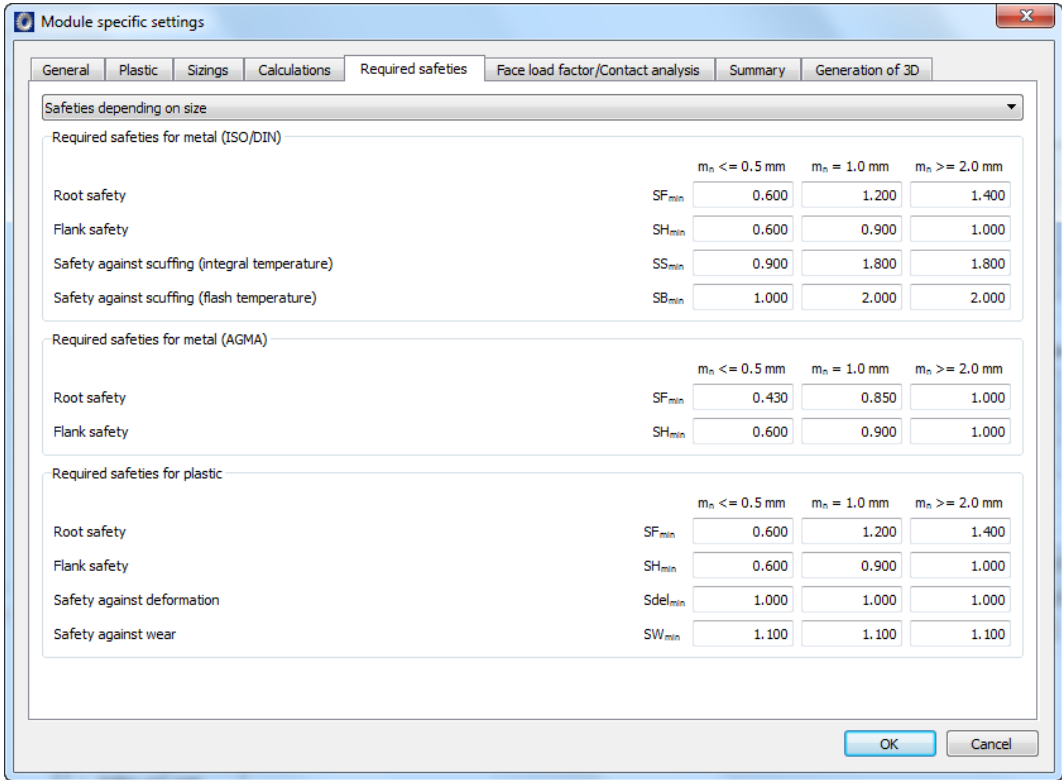


图 16 许用安全系数的默认设置

在"Required safeties" 一栏里，用户可以自行输入数值。

为此,选择 “Safeties are not depending on size”，从其下拉列表中输入自定义的参数。

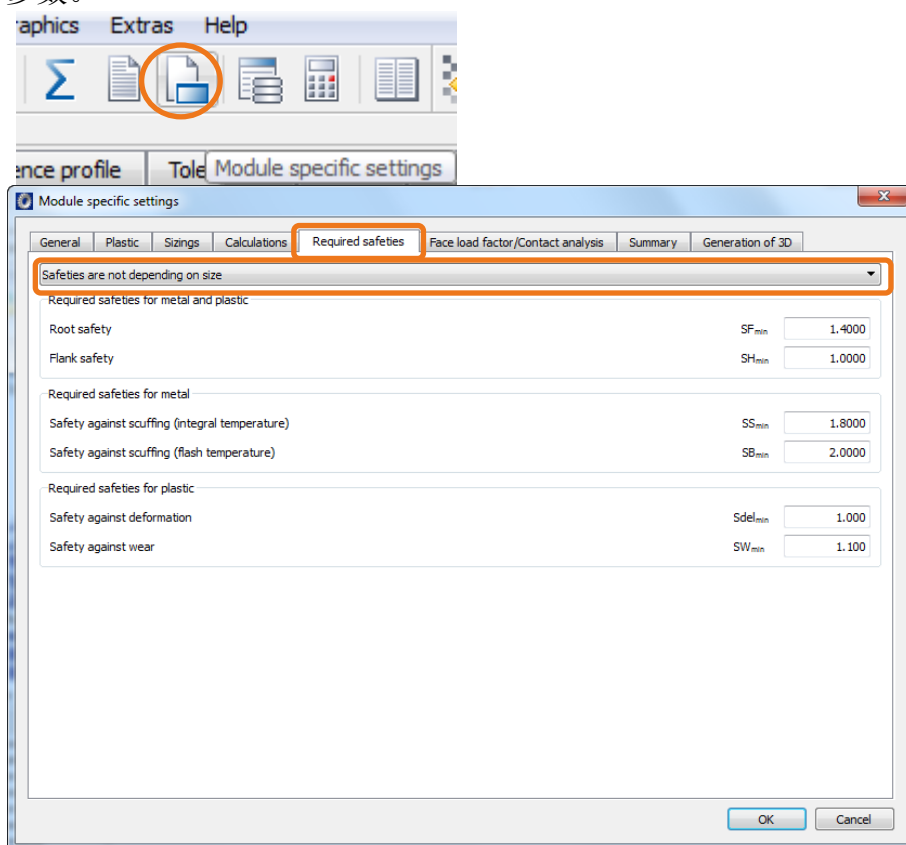


图 17 设置许用安全系数

计算考虑载荷谱时的使用寿命,输入载荷谱如 3.1.3 部分所描述的数据。

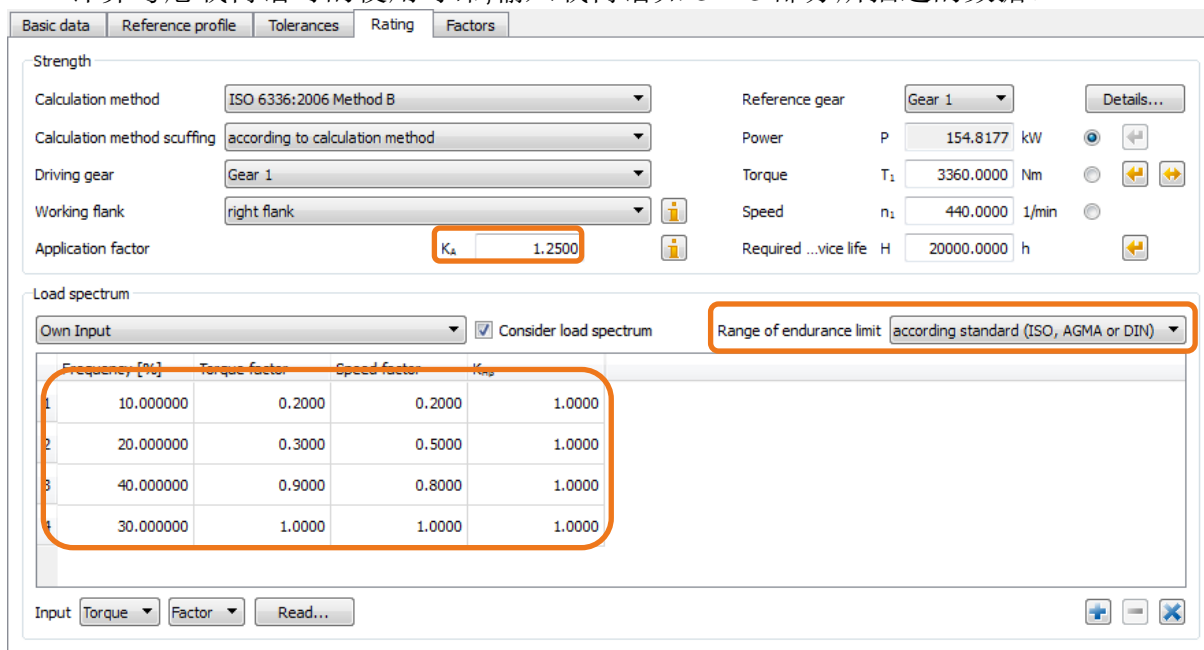



图 18 定义载荷谱

现在设置完应用系数为 1.00，这是在有载荷谱计算时的通常设置。(不过,这个值可以大于 1.00，取决于使用哪些默认设置)。此外,可以使用不同的修形改变疲劳极限。

按“F1”来显示在线帮助以获得更多信息。然后点击  或按 F5,进行计算。

然后以 200 kW 的功率进行分析，点击"Report"→ "Service life" 显示结果。

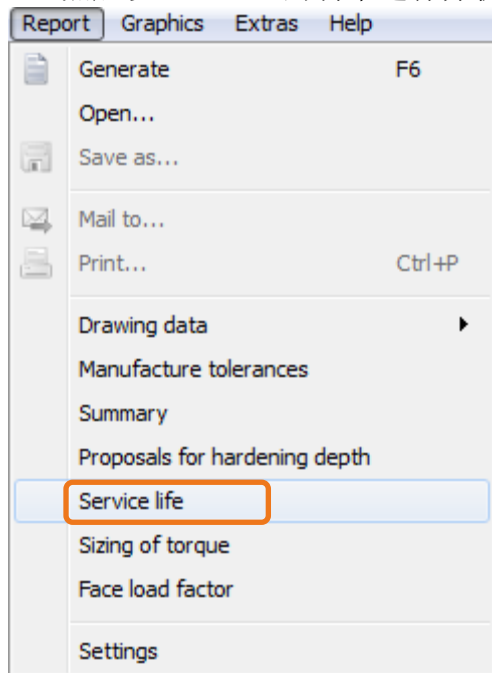


图 19 显示使用的寿命记录

## Calculation of service life

### Load spectrum

Nominal Power [P] 200.0000 kW  
Application factor [KA] 1.00

Load spectrum : Own Input

Number of element in the Load spectrum: 4

Reference gear: 1

i	[%]	[kW]	[1/min]	[Nm]	KV	KHb	Kgam	YM1	YM2	Oil°
1	10.00000	8.0000	88.0000	868.1179	1.0083	1.1773	1.0000	1.0000	1.0000	70
2	20.00000	30.0000	220.0000	1302.1768	1.0164	1.1019	1.0000	1.0000	1.0000	70
3	40.00000	144.0000	352.0000	3906.5304	1.0172	1.0500	1.0000	1.0000	1.0000	70
4	30.00000	200.0000	440.0000	4340.5894	1.0209	1.0500	1.0000	1.0000	1.0000	70

Woehler line (S-N curve) at the fatigue stress according: according to standard

Notice:

Calculation-method according to:

- ISO 6336, part 6

During the calculation all the load-coefficients (ISO6336: KV, KHb, KFb; AGMA2001: Knu, Km, ..) for each load spectrum element are calculated separately.

Notice:

Calculation with methods ISO6336 and AGMA 2001 results in a reduction of resistance in the domain of fatigue resistance

(from circa  $10^7$  to  $10^{10}$  cycles with a reduction of circa 15 %).

The lifetime calculation takes this into account

(also with the S-N curve (Woehler Curve) of the Miner type).

Required safety root: 1.400

Required safety flank: 1.000

### Results

		Gear 1	Gear 2
Service life (h) root	:	346.753	897.555
Service life (h) flank	:	5332.171	18469.158

Service life (h) system: 346.753

Element no.	Damage(%)
1	0.0000e+000
2	0.0000e+000
3	0.7177
4	99.2823

Safety scuffing (Integral) 3.06

Safety scuffing (Flash) 3.97

(Safety against scuffing/micropitting/EHT is indicated for the weakest element of the load spectrum.)

图 20 根据载荷谱计算得出的报告

在许用安全因素范围内计算得出的使用寿命是 346.753 h。

系数值  $K_{H\beta}$  将使用选定的计算方法(在这个例子中使用 ISO 6336)计算，并转换到特定的载荷谱元素中。

Basic data
Reference profile
Tolerances
Rating
Factors

General factors
Dynamic factor  $K_v$  1.0209
Transverse load factor  $K_{H\alpha}$  1.0000
Z-Y factors...

Alternating bending factor
Predefined
 $Y_H$  1.0000 1.0000

Face load factor
Calculation according calculation method
 $K_{H\beta}$  1.0500
Tooth trace modification None
Position of Contact pattern favorable
Type of pinion shaft ISO 6336 Picture 13e
Support effect no

Basic data
Reference profile
Tolerances
Rating
Factors

Strength
Calculation method ISO 6336:2006 Method B
Calculation method scuffing according to calculation method
Driving gear Gear 1
Working flank right flank
Application factor  $K_A$  1.0000
Reference gear Gear 1
Power P 200.0000 kW
Torque  $T_1$  4340.5894 Nm
Speed  $n_1$  440.0000 1/min
Required ...vice life H 20000.0000 h

Load spectrum
Own Input
Consider load spectrum
Range of endurance limit according standard (ISO, AGMA or DIN)

	Frequency [%]	Torque factor	Speed factor	$K_{H\beta}$
1	10.000000	0.2000	0.2000	1.1530
2	20.000000	0.3000	0.5000	1.1012
3	40.000000	0.9000	0.8000	1.0500
4	30.000000	1.0000	1.0000	1.0500

Input Torque Factor Read...

图 21 显示载荷谱的具体参数.



## 4.2 根据使用寿命计算安全系数

当用户在 "Strength" 一栏里设置了使用寿命后，运行 "Calculations with load spectra" 的同时，分析也自动执行。结果显示在 "Results" 窗口里。

Strength

Calculation method: ISO 6336:2006 Method B

Calculation method scuffing: according to calculation method

Driving gear: Gear 1

Working flank: right flank

Application factor:  $K_A$  1.0000

Reference gear: Gear 1

Power: P 200.0000 kW

Torque:  $T_1$  4340.5894 Nm

Speed:  $n_1$  440.0000 1/min

Required service life: H 20000.0000 h

Results

**Results with load spectrum (Own Input)**

Contact ratio (Transverse/Overlap/Total) 1.6540/0.1988/1.8528

	Gear 1	Gear 2	
Actual tip circle $d_{a,e}$	165.794	466.606	mm
Root safety	1.2798	1.2863	
Flank safety	0.9603	0.9976	
Safety against scuffing (integral temperature)		3.0600	
Safety against scuffing (flash temperature)		3.9728	

图 22 安全系数显示窗口

## 4.3 计算最大允许扭矩

同样,点击 来定义最大的传递功率。在这种情况下,额定转速,使用寿命和许用安全系数都需考虑在内。

Strength

Calculation method: ISO 6336:2006 Method B

Calculation method scuffing: according to calculation method

Driving gear: Gear 1

Working flank: right flank

Application factor:  $K_A$  1.0000

Reference gear: Gear 1

Power: P 182.7401 kW

Torque:  $T_1$  3965.9997 Nm

Speed:  $n_1$  440.0000 1/min

Required service life: H 20000.0000 h

图 23 计算最大允许扭矩

# 5 额外计算

## 5.1 抗齿面胶合安全系数

在结果窗口的下部，可以看到齿面胶合安全系数（根据整体温度和瞬时温度来判断）。

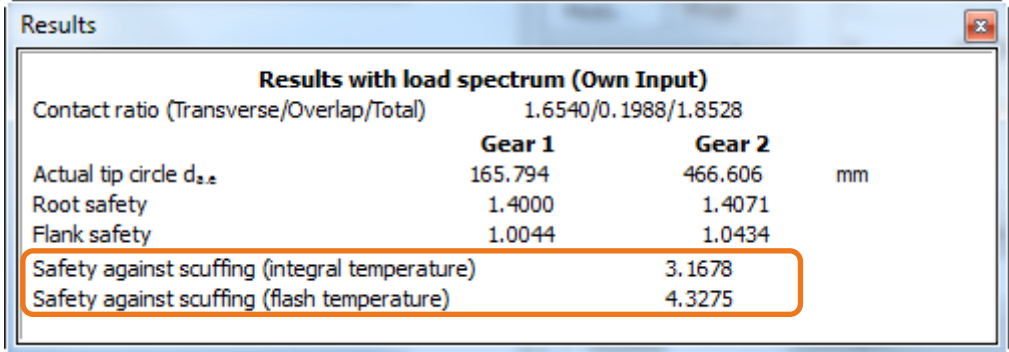


图 24 抗齿面胶合安全系数

在 KISSsoft 里，可以显示瞬时温度的曲线，通过点击 "Graphics"→"Evaluation"→"Flash temperature"，见图 25。现在点击 "Calculation"→"Modifications" (见图 26),软件会执行齿顶修形(这里优化为 75%额定负载和 50%的制造公差)并转换被改变的齿形，因此瞬时温度曲线也会改变（在齿顶部）。

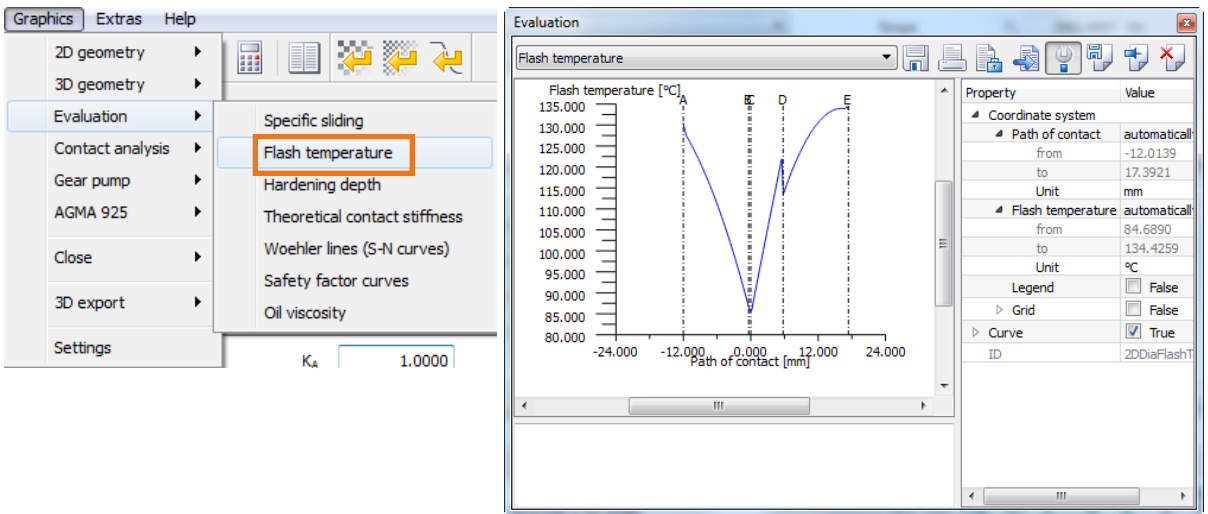


图 25 未修形时的瞬时温度曲线

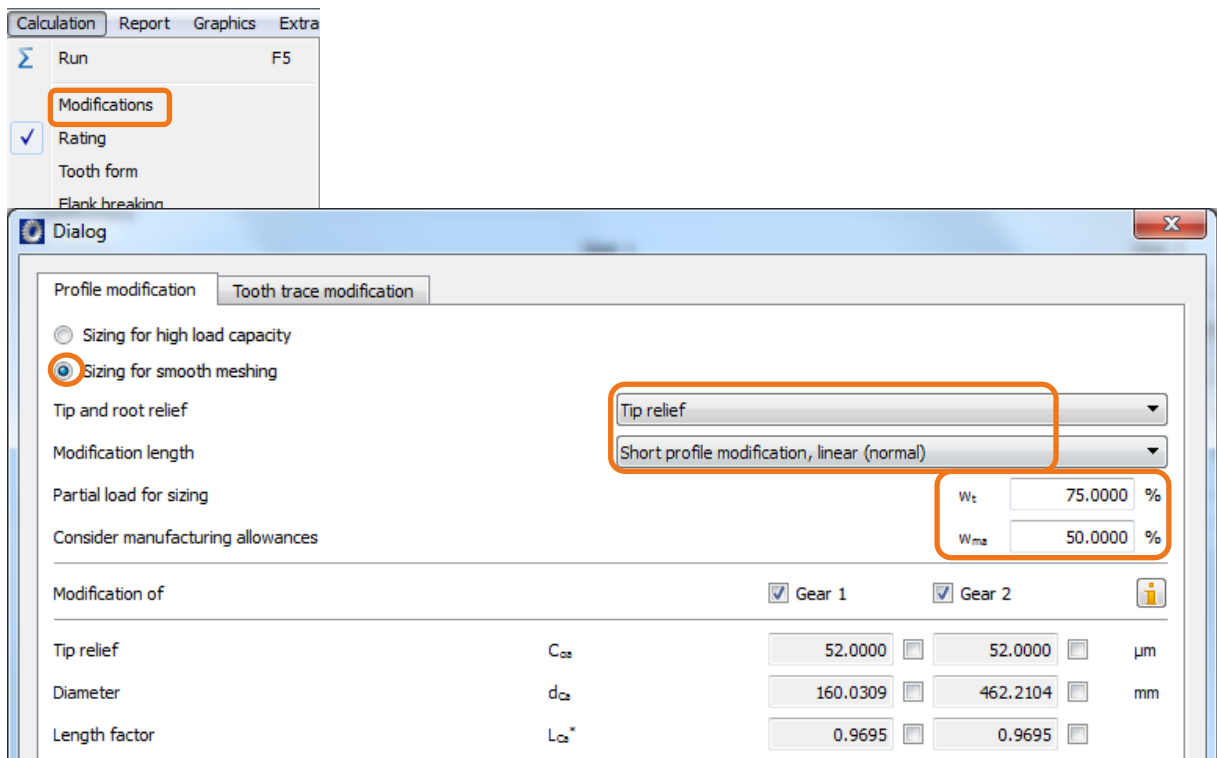


图 26 打开“修形”推荐窗口

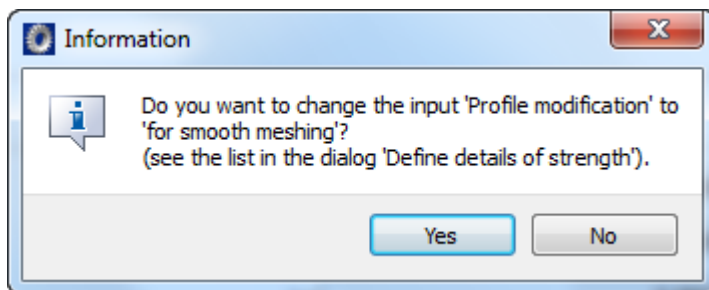


图 27 信息提示

Gear	Type of modification	Value [ $\mu\text{m}$ ]	Factor 1	Factor 2	Status	Information	Comment
Gear 1	Tip relief, linear	52.0000	0.9695		active	$d_{Ca}=160.0\text{ mm}$	
Gear 2	Tip relief, linear	52.0000	0.9695		active	$d_{Ca}=462.2\text{ mm}$	

图 28 输入修形参数.

如果在圆柱齿轮主界面点击"Calculation" (F5)，软件会根据额定负载计算抗齿面胶合安全系数，然后用户会发现这些系数比以前更高。比较图 25 和图 30 的区别。

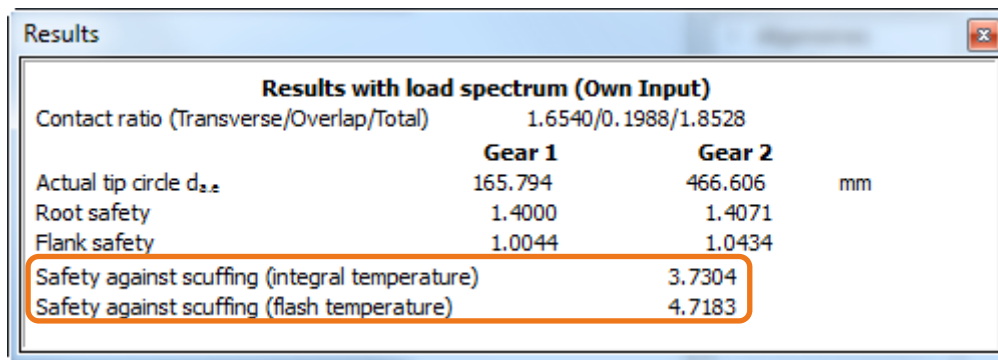


图 29 抗齿面胶合安全系数（瞬时温度、整体温度值）

点击"Graphics"→"Evaluation"→"Flash temperature"，查看瞬时温度曲线，可以发现曲线顶部瞬时温度下降。

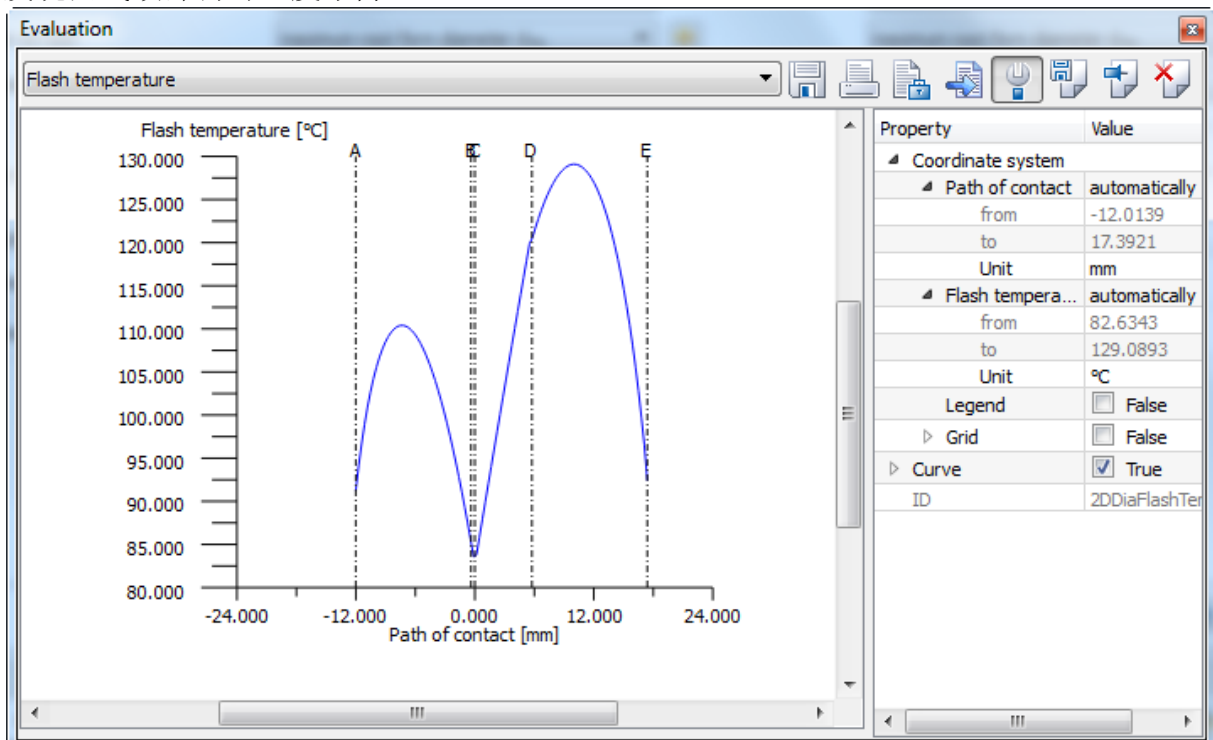


图 30 修行后瞬时温度曲线

## 5.2 淬火深度推荐值

为了估算出齿轮表面淬火深度，需要使用剪应力标准等级确定最后接触应力值。点击“Graphics”---“Evaluation”---“Hardening depth”来得到整个应力分布的一个情况，如图 3.8 所示。KISSsoft 建议用户将淬火深度扩大到理论最大剪应力深度值的两倍。如果后面还要加一个磨齿工艺，那么还要将软件建议的深度值加上磨齿所得到的深度值，就得到最终的淬火深度。

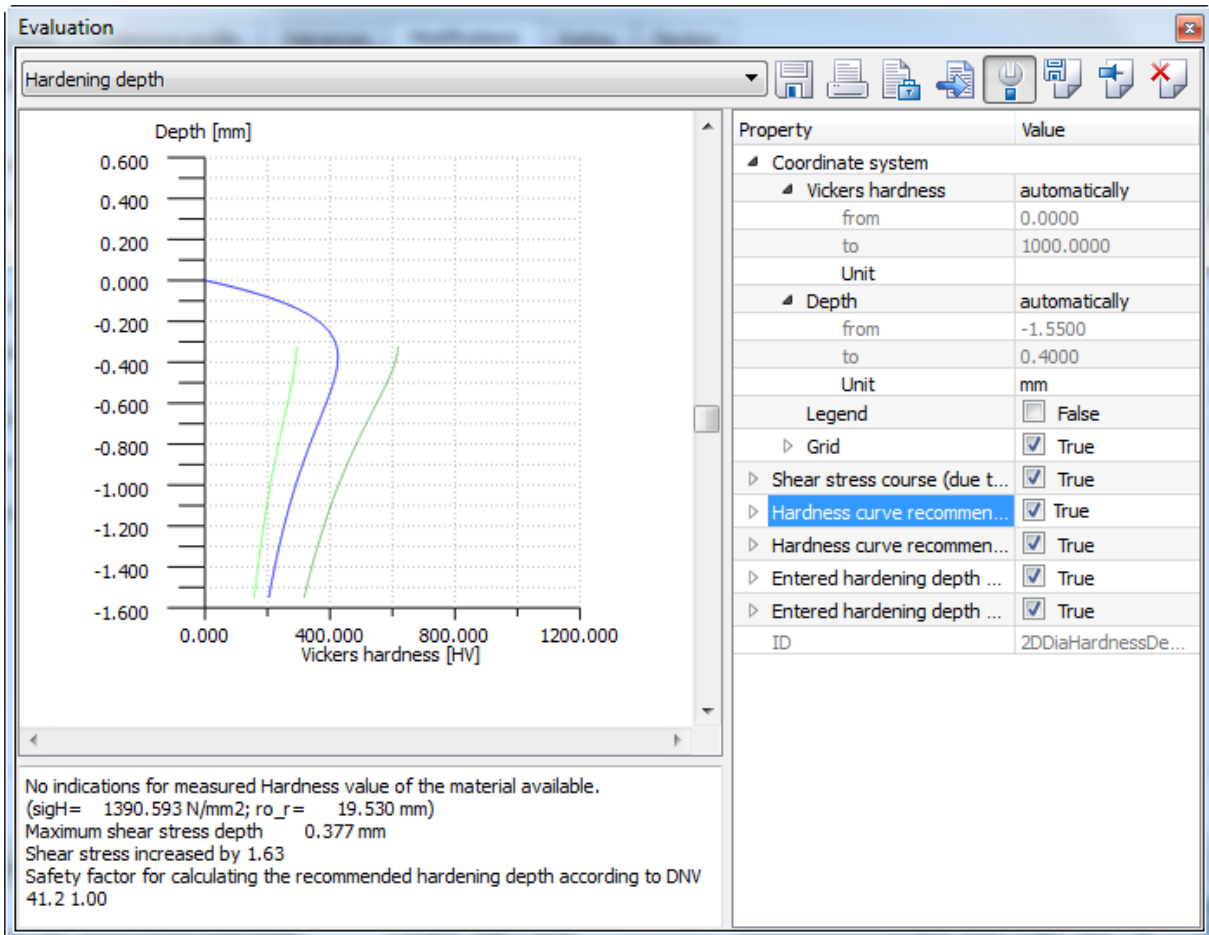


图 31 淬火深度曲线