KISSsoft
Calculation programs for machine design

# KISSsoft 03/2017 – 教程 6

## 轴的编辑

**KISSsoft AG**
Rosengartenstrasse 4
8608 Bubikon
Switzerland

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

# 目录


1 启动轴编辑器 ..... 3
1.1 启动轴编辑器 ..... 3
1.2 调用轴编辑，设置 ..... 3
2 建立轴模型 ..... 4
2.1 基本说明 ..... 4
2.2 坐标系系统 ..... 5
2.3 编辑工具，屏幕视图 ..... 5
2.4 输入主要尺寸 ..... 6
2.5 输入缺口几何 ..... 8
2.6 输入载荷 ..... 9
2.6.1 常规力 ..... 9
2.6.2 机械元素 ..... 9
2.7 添加轴承 ..... 11
2.7.1 通用支撑 ..... 11
2.7.2 滚动轴承的输入 ..... 12
2.7.3 特殊支撑的定义 ..... 12
2.8 基于常量等效应力的选型 ..... 13
2.9 基于最大弯曲变形的选型 ..... 14
2.10 复合轴系 ..... 15

# 1 启动轴编辑器

## 1.1 启动轴编辑器

更多信息，参考 KISSsoft 教程 005，轴计算，章节 1.2。

## 1.2 调用轴编辑，设置

轴计算主要界面(图 1)包括这些标签： **"Shaft editor 轴编辑器"**、 **"Basic data 基本数据"** 和 **"Strength 强度 "**。在轴编辑器中用户可以建各种轴模型，可以添加约束和施加载荷。这些轴还可以用于其他计算（变形、强度等，见教程 005）。

用户可以直接在**"Basic data 基本数据"**界面输入基本的设置。点击菜单栏 **"Calculation 计算/Settings 设置"** 去进行特殊设置（关于模块特殊设置的更多信息，按"F1"调出帮助/手册）.

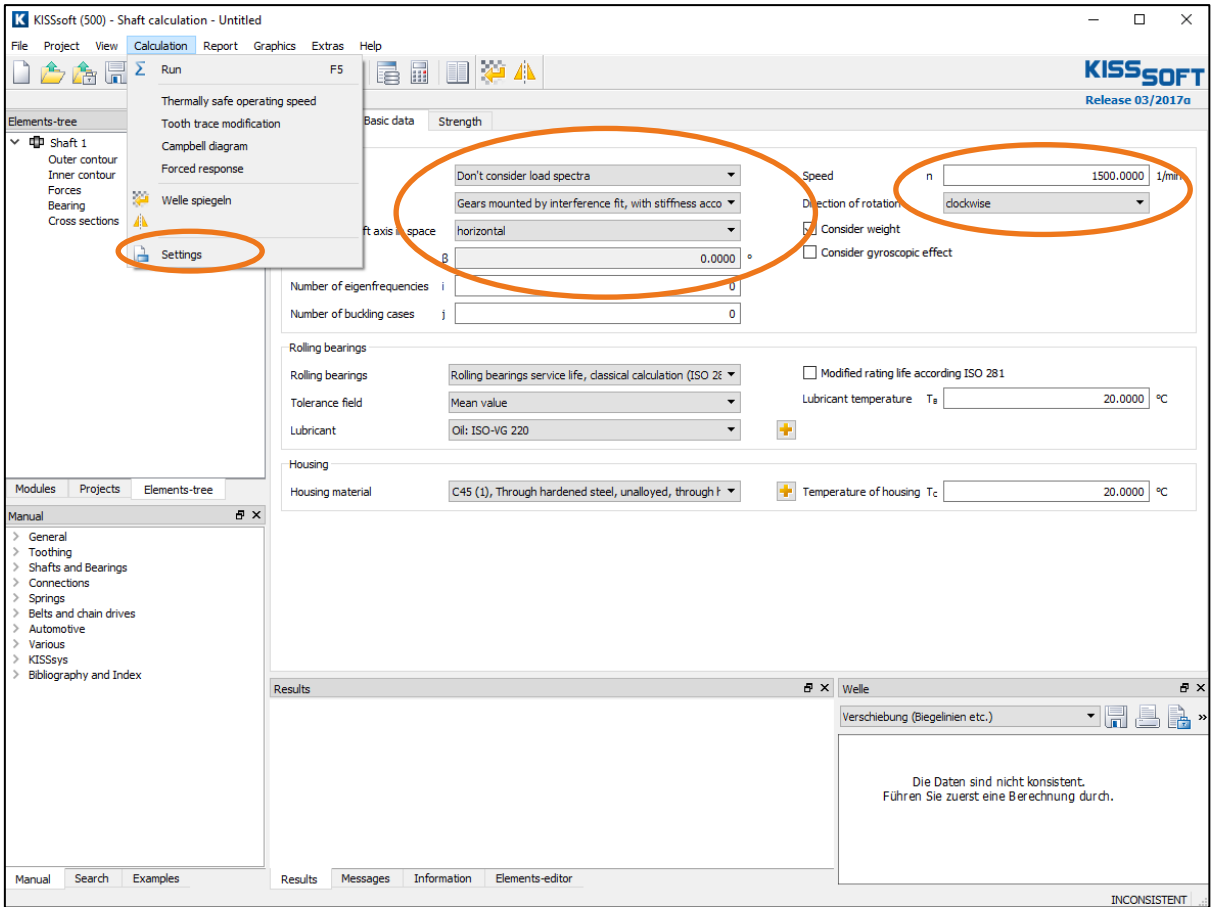



图 1. 轴编辑，模块特殊设置、输入转速、材料等.

# 2 建立轴模型

## 2.1 基本说明

在 KISSsoft 系统中建轴的模型，需要输入主要尺寸、缺口几何、外部载荷、支撑/约束及危险截面。可以在 **"Elements-tree 元素树"**去设置这些 。为此，选择合适的元素组，鼠标右键后出现一个下拉清单，添加子元素到计算中。 用户也可以创建轴对称轮廓的子元素（圆柱体和圆锥体）。

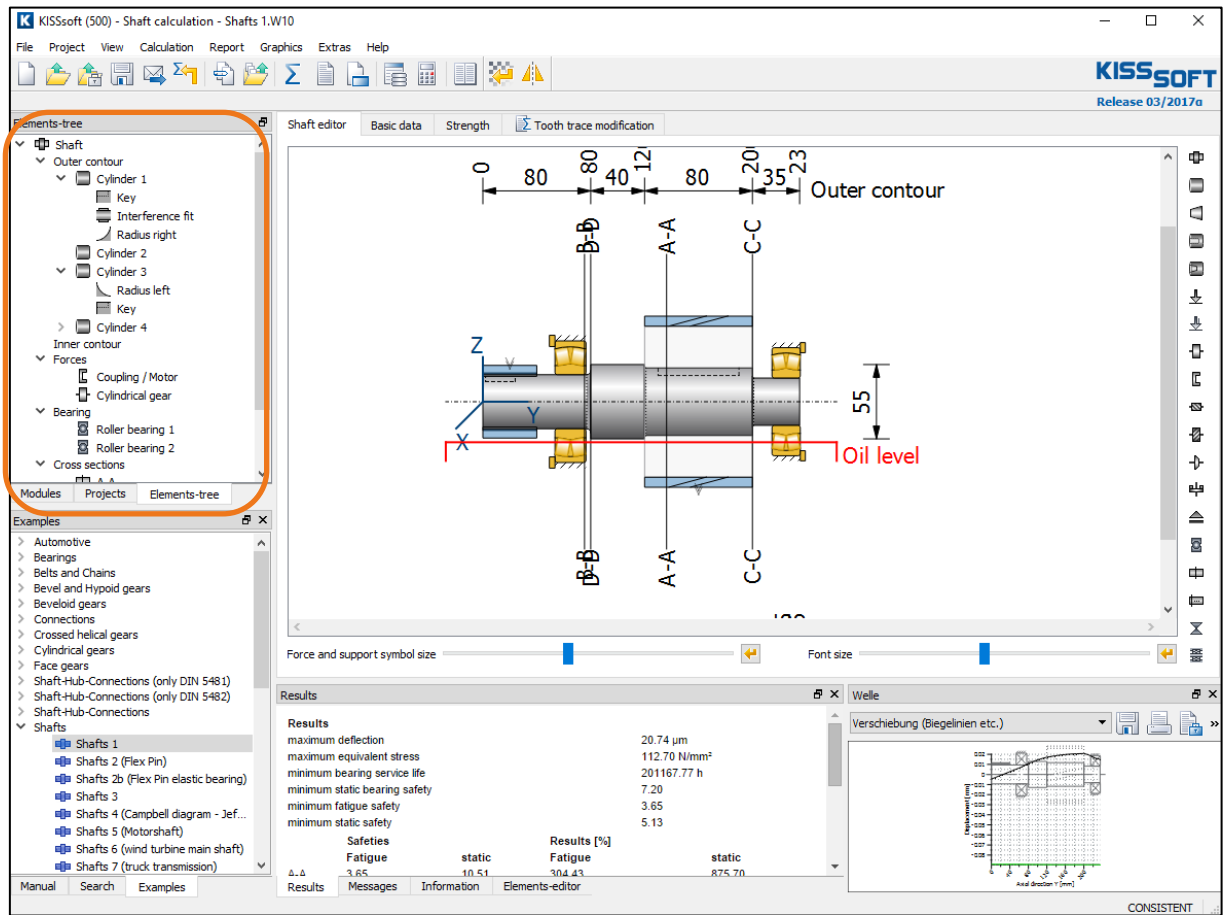
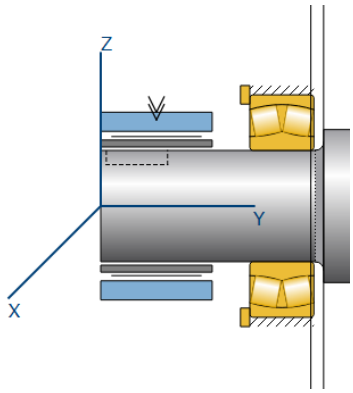



图 2. 建轴模型必须的五个关键元素组

| 元素 | 数据相关 | 必要数据 | To define | 颜色 |
|---|---|---|---|---|
| 外/内轮廓 | 轴截面 | 轴端面直径和长度，表面粗糙度 | A, $I_{xx}$, $I_{zz}$, $I_p$, $W_{xx}$, $W_{zz}$, $W_p$ | 灰 |
| 圆柱/圆锥 | 缺口 | 缺口类型，几何 | $\alpha_k$ | 白 |
| 力 | 载荷 | 集中力、偏心力/力矩，施加载荷的机械元素 | $F_y$, $Q_x$, $Q_z$, $M_{bx}$, $M_{bz}$, T | 蓝 |
| 轴承 | 轴承 | 滚动轴承的选择，轴承刚度的信息，自由度 | 支反力，约束 | 黄 |
| 截面 | 危险截面 | 缺口效应，位置，几何，表面粗糙度 | 缺口系数，应变 | 黑 |

## 2.2 坐标系系统

注意坐标系系统使用的是笛卡尔坐标系及使用右手定则。




x-轴正方向：指向屏幕外
y-轴正方向： 沿着轴的长度，从左到右
z-轴正方向：从底部到顶部
啮合空间位置： 逆时针方向为正方向（朝向 y-轴正方向看），以 x-轴为零度起始位置。

用户可以选择显示或者隐藏坐标系，在**"Module specific setting 模块特殊设置"**中激活/撤销"Show coordinate system 显示坐标系" 复选框。

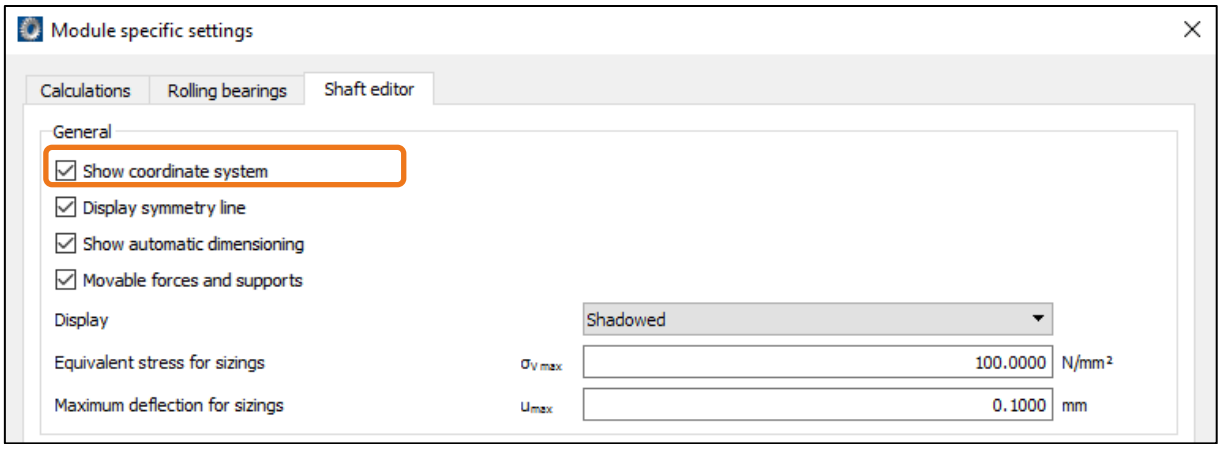



图 3. 模块特殊设置的轴编辑对话框

或者用户也可以，在轴编辑界面右击鼠标点击相应的子菜单激活此选项（见图 4）。

## 2.3 编辑工具，屏幕视图

在轴图形编辑器中以下编辑功能可用：

| 功能 | 描述 |
|---|---|
| + 键，- 键，, Home 键 | 放大/缩小/全屏 |
| 鼠标左键 | 选择元素/移动元素（需要启用此功能） |
| 鼠标右键 | 放大/缩小/全屏 |
| 删除 | 删除选择的元素 |
|  | 轴镜像 |

移动力和支撑图标，在轴编辑界面空白处点击鼠标右键出现的子菜单中进行激活。

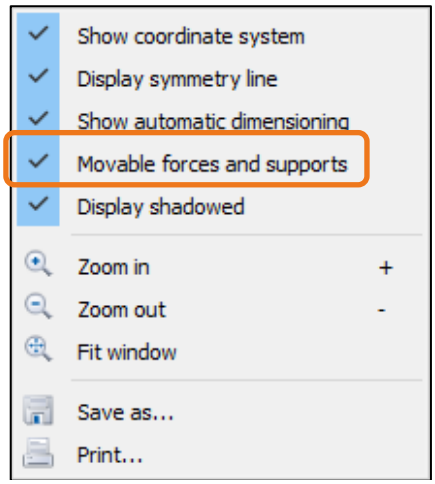



图 4. 点击鼠标右键的子菜单的选择

在编辑器右边用户可以看到下列图标，这些可以更方便的建模：



添加轴
添加圆柱体
添加圆锥体
添加孔
添加圆锥孔
集中力/力矩
偏心力/力矩
添加机械元素，圆柱齿轮等…
…
…
…
…
添加支撑
添加滚动轴承
添加限制截面/自由截面
添加通用连接
添加连接轴承

## 2.4 输入主要尺寸

建立轴段时，在**"Elements-tree 元素树→ Outer contour 外轮廓"** 选择元素或轴编辑器中选择元素（图 5）。

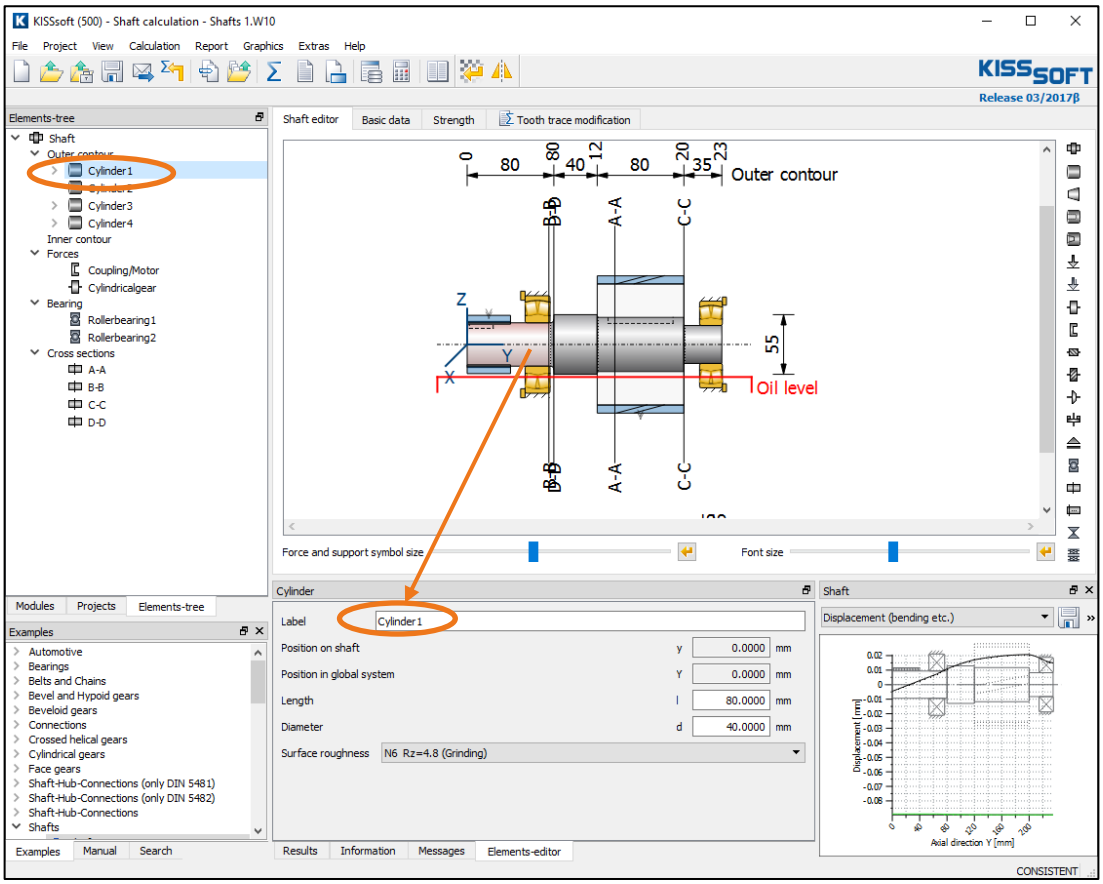



图 5. 建轴模型的对话框（圆柱体）

用户可以在元素编辑器中定义尺寸、长度和表面粗糙度。每个新的轴段可以置于现有轴段的前面（左边）或者后面（右边）。增加一轴段到现有轴段，首先鼠标左键选择现有轴段并点击鼠标右键，选择**"paste before 前置粘贴"** 或 **"paste after 后置粘贴"**插入新的轴段。在元素编辑器修改现有的元素，简单的在对应位置使用鼠标左键点击即可。

如果在元素树中激活主要元素，如“Outer contour 外轮廓”，“Elements-list 元素列表” 会显示（图 6）。这样，修改元素更方便。

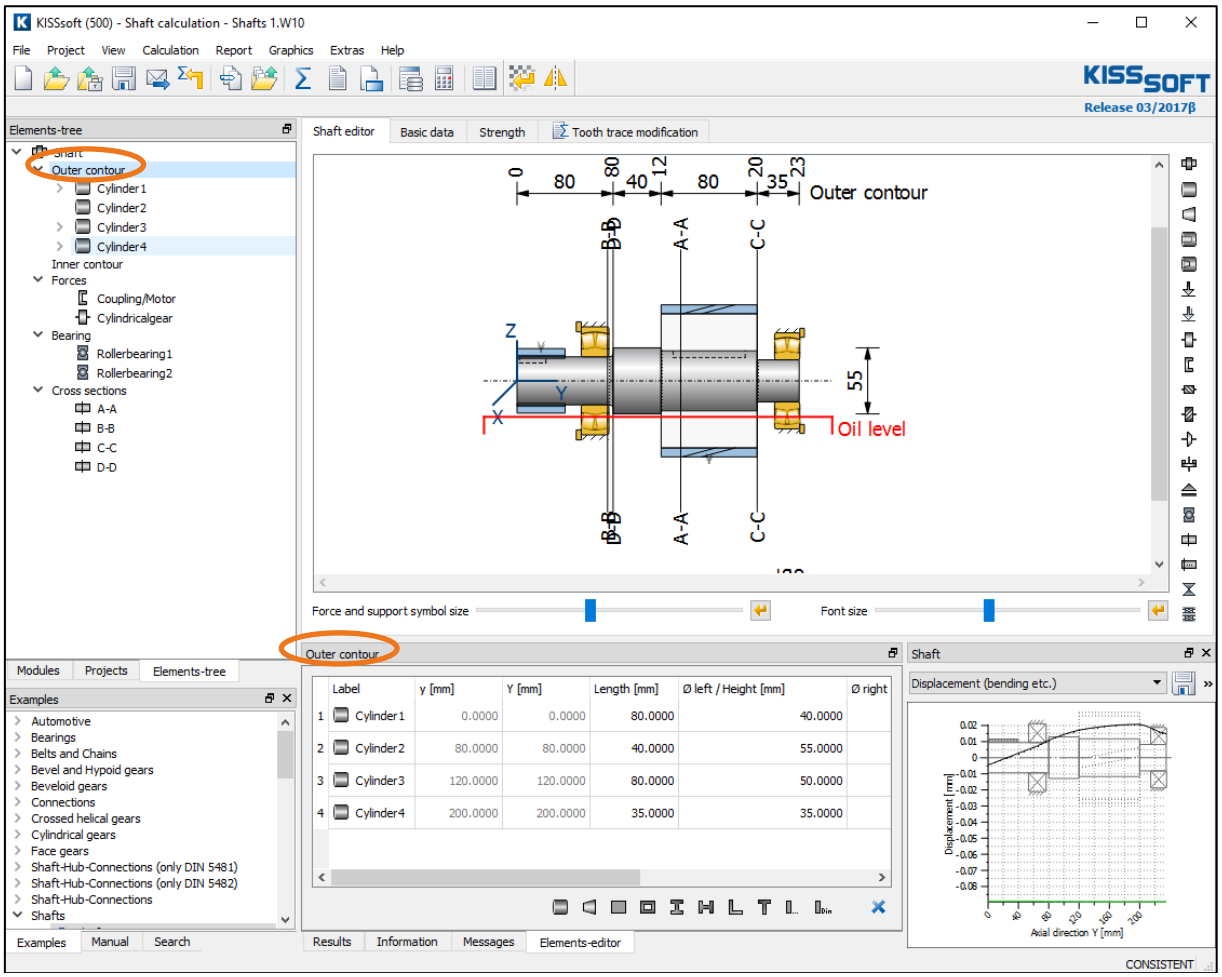



图 6. 启动“Elements-list 元素列表”

孔 （**"Inner contour 内轮廓 → cylindrical bore 圆柱孔"**）也可从左到右添加到现在轴上。当然，如果用户需要在右边的轴段尾部添加孔，需要在轴的左端设置 0 直径的孔，直到需要的位置。

## 2.5 输入缺口几何

在添加缺口几何前，需要选择轴段（在轴段点击鼠标左键，轴段显示为红色）或在**"Elements-tree 元素树"**中缺口需要放置的位置，选择适当的元素。先在元素树中鼠标右键点击轴段，然后选择添加合适的缺口。这里可以选择多种缺口类型（例如，圆周凹槽）。在选择正确的缺口类型后，弹出的对话框设置其几何形状和位置（参考位置：从该轴段的左端开始计算）。

子元素 **"Radius 圆角"**, **"Chamfer 倒角"** 和**"Relief groove 退刀槽"** 不需要定义位置，因为这些都是自动设置在当前选定的轴段末端（左/右）。

若需要添加一般缺口效应，选择 **"General notch effect 一般缺口效应"**。可在**"Elements-editor 元素编辑器"**中直接输入相应的缺口系数。

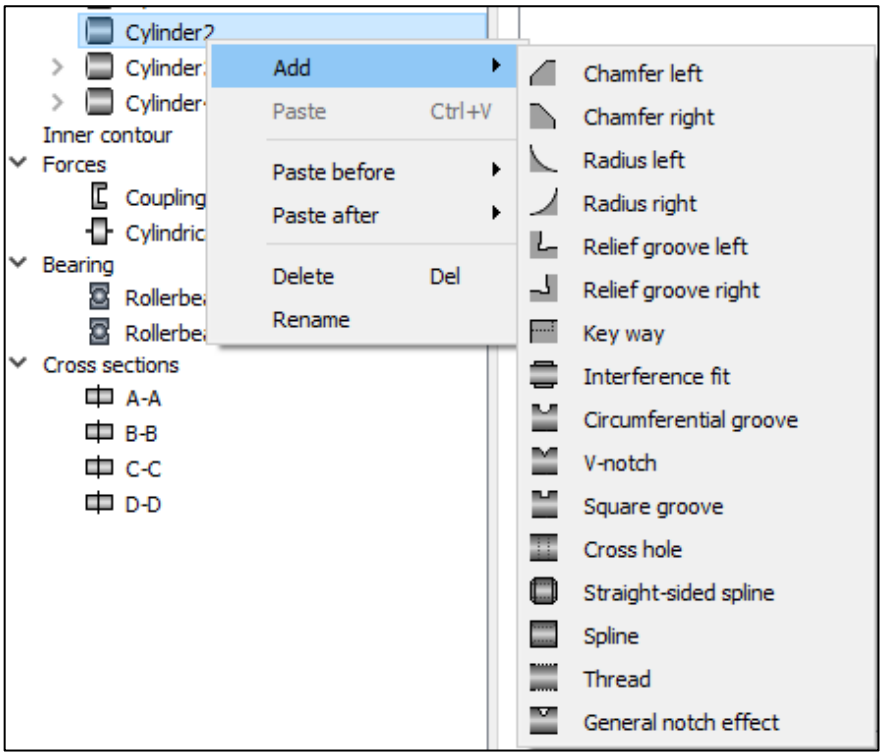



图 7. 定义缺口子元素的下拉菜单

## 2.6 输入载荷

### 2.6.1 常规力

在**"Elements-tree 元素树"**中选择**"Forces 力→Centrical load 集中力"** 或 **"Forces 力→Eccentric load 偏心力"**去定义负载向量（三个方向的力和力矩）。会对轴产生向心或偏心的影响。也可以预定义线性载荷。在几何编辑器界面中力的向量会象征性的显示为在 z 负方向的单箭头，虽然不像一个向量。

### 2.6.2 机械元素

除了允许输入通用的力的向量，KISSsoft 还提供一系列预定义好的机械元素。这里，最终施加到轴上的合力取决于机械元素的几何和预定义的功率 。不需要通过转换螺旋角和分度圆这样的手动方式来输入载荷，以避免出错

在 **"Forces 力"**栏中，选择机械元素。会出现图 8 所示的对话框。

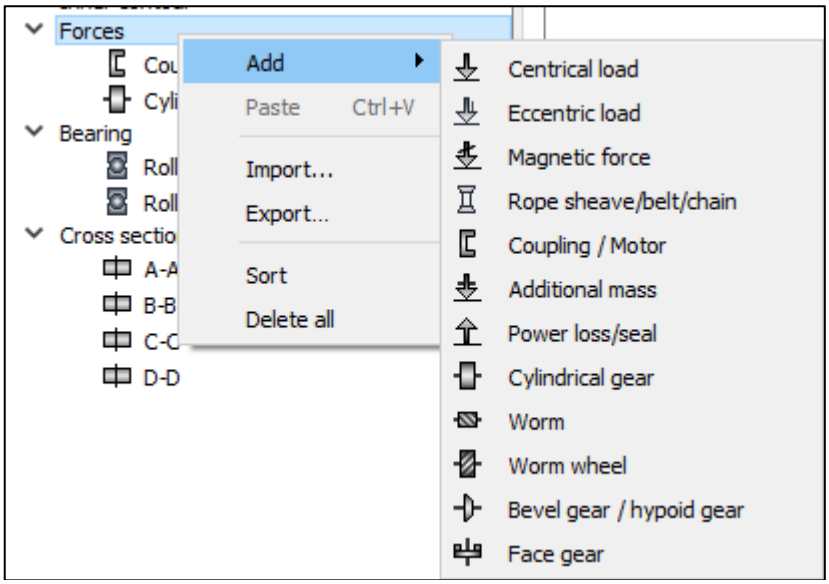



图 8. 添加机械元素

这里可以定义和定位机械元素，也可定义载荷和其有效方向。

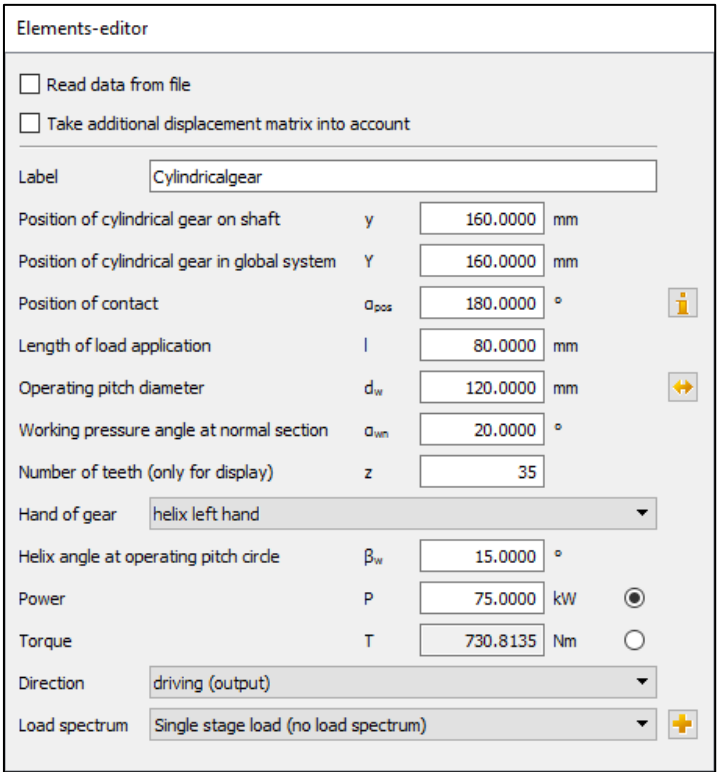



图 9. 机械元素的定义，使用圆柱齿轮的例子

**"Cylindrical gear 圆柱齿轮"** 的元素编辑定义

方向：（能量流）
驱动（Driving）：轴系来驱动系统。其功率来自机械元素。
被驱（Driven）：轴驱动被外驱动部 。其功率会实施到机械元素上。

啮合空间位置：
从 x-轴正方向，逆时针（到 z-轴的正方向）
圆柱齿轮的在轴上的位置（y-坐标）

两种机械元素在本案例中使用：一个是联轴器/马达（图 10），另外一个是圆柱齿轮（图 9）。

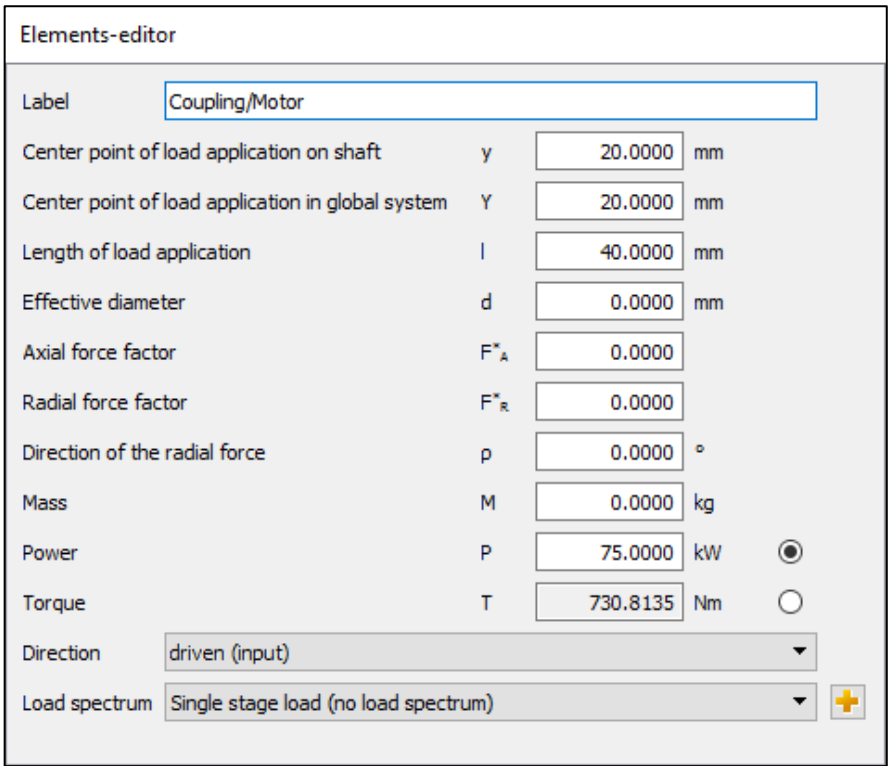



图 10. 联轴器的定义

这里功率是来自外部实施到轴上的，这就是为什么选 **"driven 被驱"**的原因
必须确保总的功率输入和输出等于零（能量守恒的定则），否则，警告信息会出现：

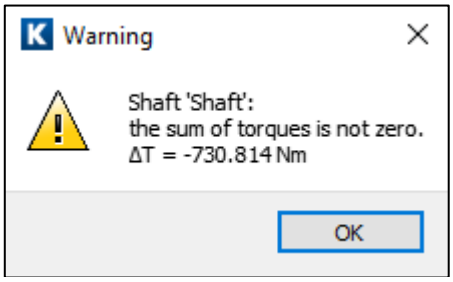



图 11. 警告信息告诉用户能量不守恒

## 2.7 添加轴承

在 KISSsoft 系统中用户可以定义通用支撑和滚动轴承。

### 2.7.1 通用支撑

轴承可以在元素树中编辑。在元素树中，点击鼠标右键选择"Bearings 轴承"，然后点击**"Support 支撑"**或**"Roller bearing 滚动轴承"** 并添加这些元素。 一个简单的对话框出现在元素编辑器中。用户可以定位轴承（输入轴承的 y 轴位置，从轴段的左段开始测量）。下一步，输入轴承类型。

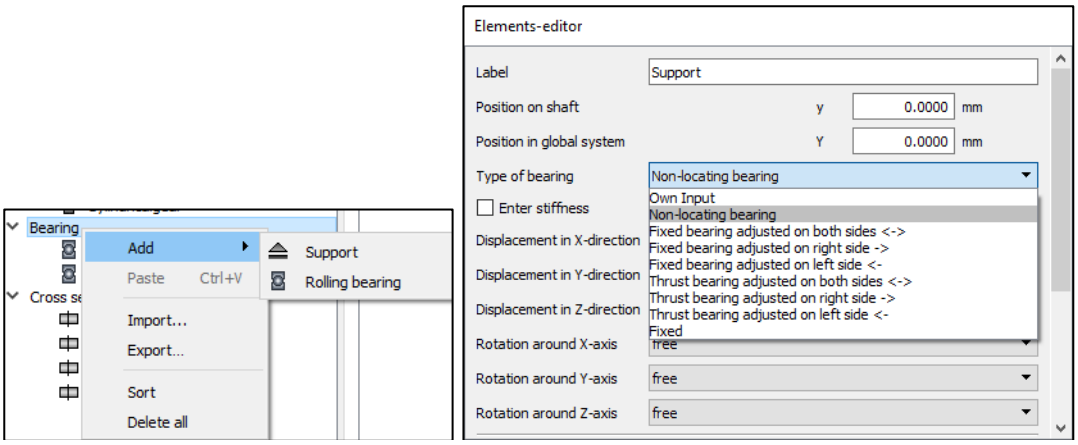



图 12. 轴承定位和选择轴承类型的对话框

## 2.7.2 滚动轴承的输入

在元素树中，鼠标右键点击 "**Bearings 轴承**" 选择**"Roller bearing 滚动轴承"** 添加这些元素。当然，也可在视图中选择轴承。 为此，点击**"Shaft editor 轴编辑"** 界面。用户可以定义轴承数据：

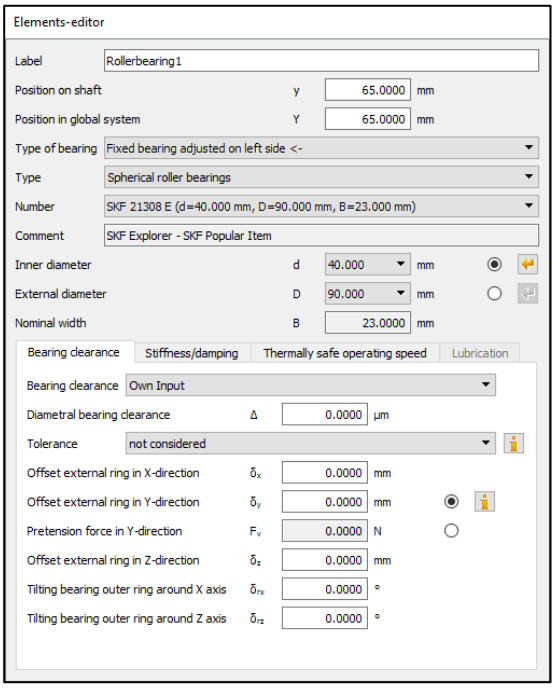



图 13. 定义滚动轴承

轴承位置

轴承是否承受轴向力?
选择轴承布局结构
选择轴承类型
轴承放置的位置处的轴径自动决定轴承直径

选择轴承的径向游隙组
如果需要，指定轴承偏移量

如果需要，指定轴承刚度

如果需要，输入热安全运转转速的计算系数

## 2.7.3 特殊支撑的定义

用户也可以输入轴承刚度值。在计算强度、变形以及本征频率时，考虑支撑刚度。用户可以模拟出对轴承或壳体刚度的影响。然而，需要采用其他方法获得（如用 FEM 有限元计算）。

用户必须使用几个单独支撑去模拟整个线性的轴承，在这种情况下，必须输入轴承的弹性/刚度值。

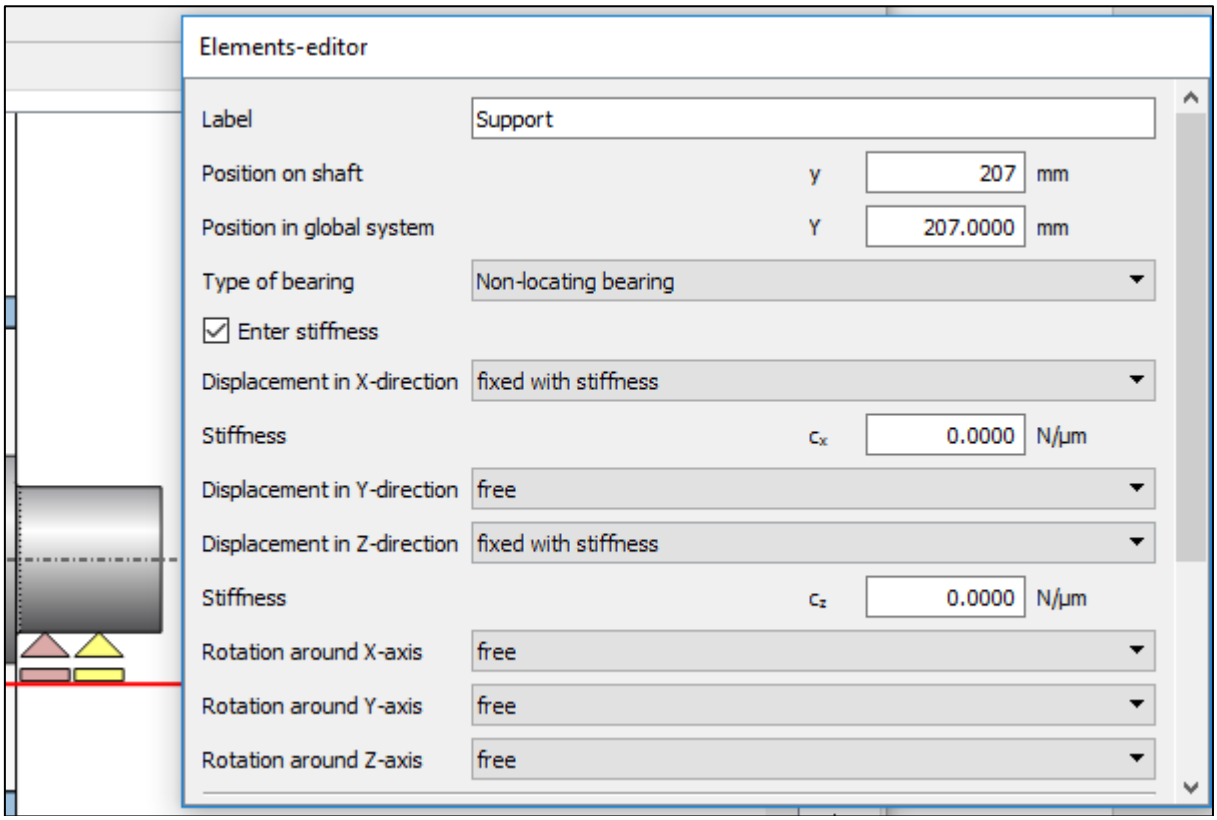



图 14. 线性轴承使用几个单独支撑的建模显示案例

## 2.8 基于常量等效应力的选型

以其等效应力（名义应力值）或多或少的常数沿着整个整个长度（轻量结构）优化轴的几何形状（主要尺寸）。在模块特殊设置中，以此输入的数据作为基础来进行选型（见图 15）。这里可以输入等效应力作为计算的基础（在本案例中是 100 N/mm²）。

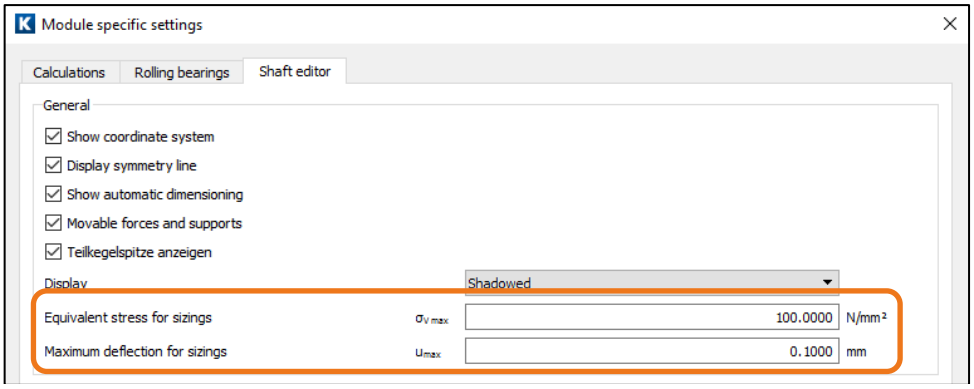



图 15. 定义允许的当量应力值

在菜单栏，点击 **"Sizing 选型" -> "for strength 基于强度"** 启动计算，在特定的载荷下，使每个截面达到预先定义的等效应力，以此来规划轴的轮廓。

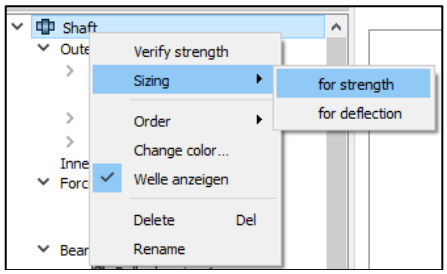



图 16. 通过在 shaft 上右击鼠标，启动 "Sizing 选型"-> "for strength 基于强度"菜单选项

产生呈现绿线的轮廓。用户可修改轴的尺寸– 根据实际的设计需求 – 去匹配这条绿线。这能保证整个轴系负载分布均匀（不含缺口）。

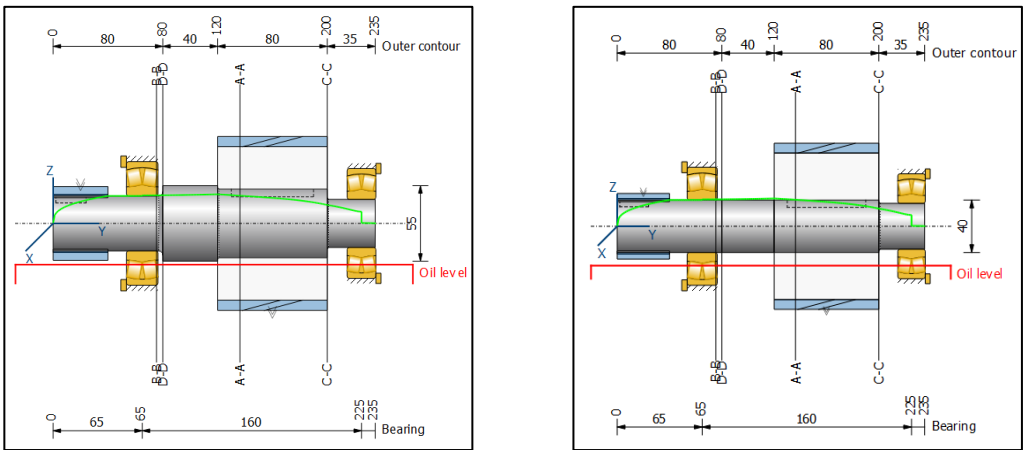



图 17. 原始尺寸及推荐直径（绿线），右边：修改后的轴几何尺寸， 使用"Sizing 选型" -> "for strength 基于强度"菜单打开

## 2.9 基于最大弯曲变形的选型

按同样的方法，用户也可以优化轴几何尺寸去确保弯曲（变形）不超过许用值。允许的变形量可以预先在如图 15 显示设置（这里是 0.1 mm）。在点击**"Sizing 选型"→ "for deflection 基于变形"** 后启动计算，计算出一个相应的比例系数，以此来增加或减少轴的直径，确保变形程度匹配预设值。生成的轴几何如紫红线显示。用户可修改轴的尺寸 – 根据实际的设计需求 – 去匹配这条紫红线。

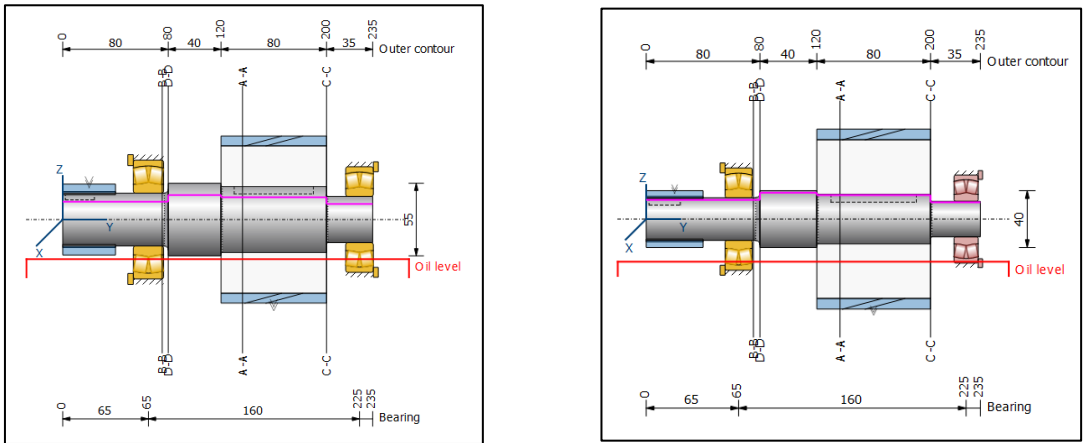



图 18. 原始几何尺寸及推荐直径（紫红线），右边：修改后的轴几何尺寸，使用 "Sizing 选型"-> "for deflection 基于变形"启动

## 2.10 复合轴系

用户现在可以同时在同一个轴系计算中使用轴系统计算模块去输入和分析几个同心轴。这种建模类型非常有用，比如，当分析行星齿轮轴的时候。

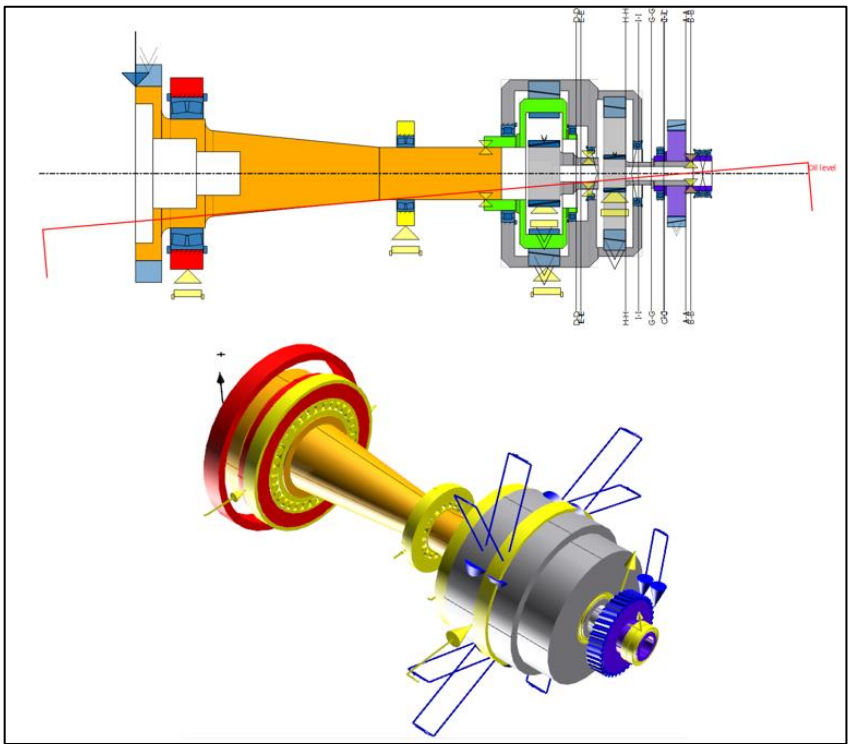


图 19. Shafts 6 的案例 (wind turbine main shaft)