

为设计出最佳的齿轮啮合参数，在许多研究计划的框架内对 FVA 241 齿轮计算模块进行了开发和优化

软件

通往最佳轮齿 几何学的途径

很长时间以来驱动技术研究协会的计算模块 FVA 241 (ST-Plus) 就是圆柱齿轮啮合标准工作的基础。在新版的 FVA-Workbench 中也集成了这一模块，同时把其他 FVA 计算模块也组合在了一起。这样，用户就得到了一个符合标准的齿轮齿面几何元素生成、齿轮承载能力计算和其他许多计算功能整合在一起的强有力的计算工具。

文 | Matthias Braunersreuther

近 50 年来，在德国工业企业相互竞争之前，驱动技术研究协会 FVA 就把它们在驱动和机械传动技术领域中的利益捆绑在了一起。在国内外许多研究机构的通力合作下，把齿轮加工的可能性界限一再开拓。多年来，以实践为主导的齿轮技术模块软件开发是驱动技术研究协会非常重要的工作之一。

十几年前，研究协会开始了齿轮技术模块的研发项目。现在，这一齿轮技术计算模块已经能够覆盖齿轮传动技术领域中的许多应用，大大减轻了日常设计的工作量：功率流、轮齿几何元素生成、齿轮承载能力计算、使用寿命计算、FEA 有限元分析、效率计算和噪声激发等。所开发的算法语言也在研发项目的框架内不断的进行试验，加以验证并根据试验掌握的

知识完善并进一步研发。

作为标准工作基础的计算模块

尤其是圆柱齿轮啮合的计算模块 FVA241 (ST-Plus)，很长时间以来它就是国内和国际标准工作中的基础。这一模块是慕尼黑技术大学齿轮和变速器制造研究所不断研发改进的。除了能够计算基于齿轮主要尺寸的几何要素之外，这一模块还有许多其他的、设计出具有最佳齿轮啮合功能的可能性：

- 预给定参数的名义齿轮变位；
- 预给定参数的齿顶修正系数；
- 预给定参数的检验尺寸；

- 按照不同方法确定齿顶圆 (DIN 867、DIN 3960、利用刀具、通过拉削齿顶厚、利用齿高系数、以及利用顶隙系数)；
- 利用两把刀具加工出需要的齿面几何元素 (齿条形的刀具、插齿刀具、0°

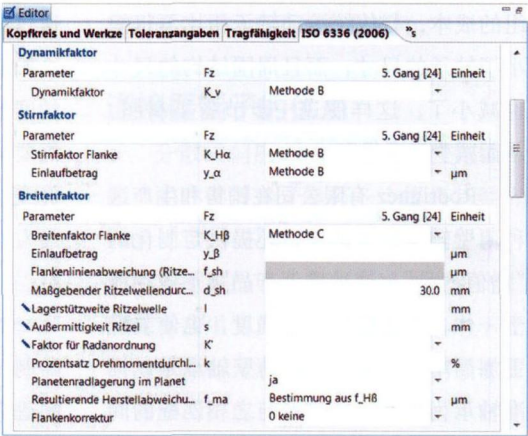


图 1 新的 4.0 版 Workbench 齿轮计算软件有着易于用户使用操作和一目了然的使用界面

- 砂轮、成型度)；
- 识别和排除啮合干涉；
 - 公差带。

FVA 241 模块的用户能够得到的是成品齿轮，并能够把齿轮设计计算的数据直接应用于生产制造。几十年来，这一模块计算结果的可靠性和精度不断通过科学研究和生产实践加以证明。除此以外，FVA 241 模块还是全球第一款提供了大量验证齿形几何参数承载能力的计算模块。它可以按照许多技术标准、技术规范进行验证。

集成到 Workbench 4.0 中的 FVA 241 计算模块

当前的 FVA 241 版齿轮技术模块是 2015 年 12 月发布的 4.0 版齿轮设计平台 FVA-Workbench 中的一个组成部分。这一平台把驱动技术研究会许多完全不同驱动系设计问题的多种齿轮计算工具汇总在了一起。在 4.0 版 FAV-Worckbech 中集成了 FVA 241 模块之后，齿轮设计平台就可以直接为用户提供例如功率流、几何参数或者修正系数等设计服务。另外，FVA 241 模块的功能也自动的与 FVA 齿轮设计平台其他模块的功能相结合，能够在最短的时间内为用户提供一致的计算结果。

最新的 4.0 版 FVA-Workbech 全面更新的、易于使用的操作方案的核心是齿轮设计的计算目标。而这也是为用户提供的最可靠的齿轮设计计算过程。之所以如此，其基本原因就是全新设计的输入逻辑和一目了然的表格式的输入对话框配置位置（图 1）。表格只显示与齿轮设计计算目标有关的数据。系统根据用户输入的参数做出反应，告知用户尚需输入的数据，给出帮助和提示信息，避免了不可靠问题的出现。

知识管理平台 为参数和数据输入提供帮助

提供选择需要检验的传动零部件以及需要检验的（部分）传动系统，齿轮

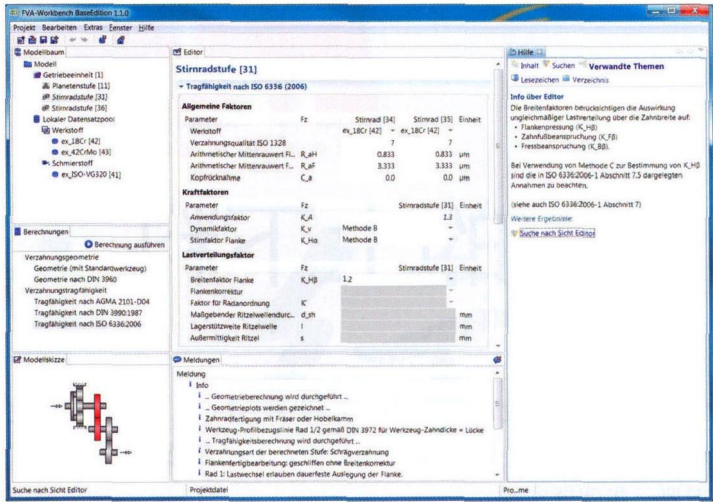


图 2 利用免费的 FVA-Workbench 的编辑器可以完成外啮合圆柱齿轮的几何参数设计计算，圆柱齿轮啮合计算和核算以及按照现行有关标准进行的承载能力计算

设计平台会向用户显示可能的技术目标，例如在圆柱直齿轮啮合中按照国内或国际标准、FVA 的技术方法（也是后来许多标准的基础）和国际等级认证机构、船级社技术规范的轮齿几何参数以及承载能力计算。在选定了设计技术方法之后，软件系统就能确定所需的传动系统零部件，并向用户提供下一步数据输入的可能性。提示标记和文本信息保证用户能够输入所有需要的设计数据。

新的知识管理平台 FVA- 知识库是第 4 版 FVA-Workbench 齿轮设计平台中的一个重要组成部分，能够根据上下文提供相关的文字帮助，向用户提供了与所有输入窗口有关的帮助和说明解释。简短、直观的文字内容给出了所输入数据的属性。这些帮助和提示的许多地方都有与 FVA 研究计划、标准和 FVA 知识门户 Themis 网站中专业文献相关的链接。当用户输入了所有必须的数据之后只需点击一下鼠标就可以开始复杂齿轮难题的求解。一般情况下，计算的结果可以按照 PDF 格式或者 DOC (X) 格式输出。

这个版本的 FVA-Workbench 还首次使用了 CAD 内核的 3D 模型。这样，齿轮计算的结果就可以直接用详细、准确的几何图形进行可视化的检查。高品质、动画式的图像显示功能能够使复杂的运动过程和功率流一目了然，直观的理解。

除了许多开放式的数据接口之外，3D 模型的传输接口也能够把计算的齿轮传动系统模型转换为 CAD 格式的数据，供产品开发过程中的外部程序使用。

几何参数和承载能力的计算

FVA-Workbench 的编辑器是一个基于 FVA 241 模块基础之上易于圆柱齿轮几何参数和承载能力计算时使用的工具。利用这一软件可以完成外啮合圆柱齿轮的几何参数设计计算，圆柱齿轮啮合计算和核算以及按照现行有关标准 (AGMA 2101-D04, DIN 3990:1987, ISO 6336:2006) 进行的承载能力计算 (图 2)。这一共享软件是针对大学生、入门者以及偶尔使用的用户设计的。

视频教程介绍了这一软件的使用过程，使非专业人士也可以快速的进入 FVA 专业计算的大门。足不出户，不走弯路，仅通过直观的使用指南就可以直接实现希望的目标。检验、核算机制能够避免出现输入错误和矛盾的计算数据结果。每一个数据输入窗口都有一个 F1 键的帮助提示，只要按下 F1 键就可以获取相关的帮助信息。若输入的是一个标准参数，则帮助提示会直接提给出相关的标准。信息输出窗口向用户报告齿轮计算过程和计算过程中有时出现的特殊情况等信息。根据用户的需要，齿轮计算的结果可以按照 PDF 格式或者 DOC (X) 格式输出。MM