

仿真 App 加速电动汽车开发流程

大众汽车公司通过创建和分发仿真 App 评估转子叠片的强度,加速了电动汽车的开发流程。

作者 THOMAS FORRISTER

随着消费者对环境的关注程度越来越高,电动汽车有望超越传统内燃机动力汽车成为新的交通工具。为了满足消费者日益增长的需求,电动汽车与内燃机的领军制造商们正在竭力合作开发电动和混合动力汽车,为电动汽车的发展铺平道路。大众汽车公司便是其中之一,其位于德国卡塞尔的工厂专门从事电动机的研发和生产,日生产 150 个电动机和 300 个混合动力电动机。

转子是电动机的基本组件。在电动机运行过程中,转子必须能够在变化的转速和扭矩下长期使用,因此必须经过耐久性测试。但是,评估转子叠片的强度极其耗时。于是,大众汽车使用 COMSOL Multiphysics® 软件创建了仿真 App,使转子的测试过程自动化,并在降低开发成本的同时,提高了产品质量。

» 平衡电磁和机械设计要求

2015 年,大众汽车开发了一套模块化系统——模块化电动工具包 (Modular Electrification Toolkit, MEB),用于优化电动汽车的设计并提高生产效率。MEB 考虑了后轮驱动

为主的全轮驱动系统的扭矩、功率和速度 (图 1)。此外,轴比、驱动单元、质量和轴距,以及高压驱动电池的设计和放置等其他设计要求,在整个 MEB 设计理念中也起着重要作用。尽管 MEB 有助于优化单个组件和整个系统,但设计人员必须仔细考虑如何平衡这些要求,尤其是涉及数字化、自动驾驶和电动驱动等新技术。

自电动机开发的最初阶段开始,大众汽车的设计、仿真和测试人员就一直保持密切合作。首先,仿真专家对电动机的性能和规格进行了考察,并研究如何通过仿真进行最优设计。例如,对电

动机进行建模以大幅减少影响因素的数量;分发基于多物理场仿真模型创建的仿真 App,使设计人员可以对不同的变量进行测试,并选择最佳的变量。这种合作形式非常重要并且有益于提高整个开发流程的效率。由于仿真无法涵盖所有现实问题,因此测试在研发过程中起着重要作用。此外,试验测试程序也有助于改善仿真模型。

“在电动机的开发过程中,必须满足众多要求。”大众汽车的组件研发仿真工程师 Steffen Rothe 博士解释道,“一方面,电动机必须满足扭矩和功率的电气要求;另一方面,转子必须在承



图 1 MEB 示意图,全轮驱动器(左侧,车辆前部)和主驱动器(右侧,车辆后部)。

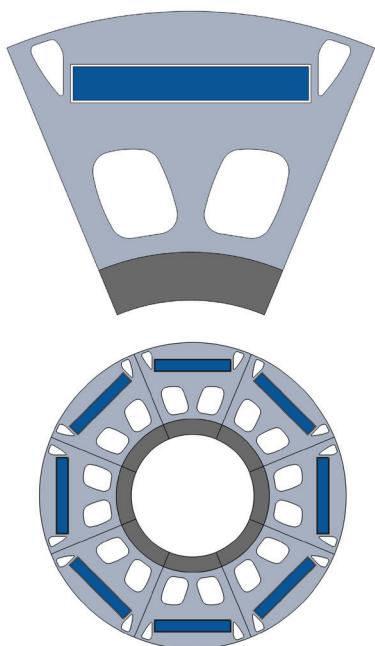


图2 转子平板、轴和磁体。

受以离心力为主的载荷时具有足够的耐久性。”平衡电磁与机械设计的双重要求具有一定的挑战性,因为它们的需求并不总是一致的。例如,对于电磁要求,最好使用薄的网状结构;但对于机械耐久性而言,较厚的结构则是优选。因此,应该确保在电动机开发过程中尽早考虑这些需求,一种有效的方法是模拟满足需求的所有载荷工况。Rothe 表示:“仿真在加速开发过程中起着重要作用。”

“许多工业仿真程序都被设计为‘黑匣子’,而 COMSOL Multiphysics® 软件的透明度是独一无二的。它支持用户查看和修改被求解的方程,甚至添加自己的方程。”Rothe 说。此外,软件从一开始就被设计为多物理场工具,使用户可以同时模拟不同的物理问题。因

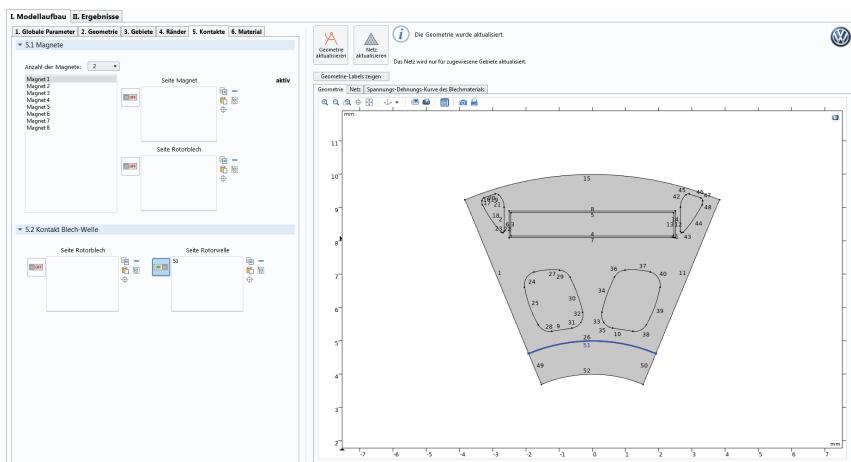


图3 仿真 App 用户界面示例。

此,用户可以使用软件耦合不同的物理场进行创新性研究。但是,即使对于仿真专家而言,分析此类复杂的物理问题也极具挑战。因此,团队需要一种能与同事沟通,并可供非机械仿真领域的专业人士测试特定参数的工具。设计人员通过使用 App 开发器来满足这些需求。App 开发器是 COMSOL Multiphysics® 软件中的内置工具,可以创建用于预测转子中应力分布的仿真 App。

» 仿真 App 提高电动汽车生产效率

在为同事设计一种用于评估转子叠片的强度和耐久性的仿真 App 时,仿真专家 Marie Hermanns 和 Steffen

Rothe 考虑了以下几个因素:哪些部分可以自动运行,哪些参数可变,以及仿真 App 应显示哪些结果。

对于一个典型转子模型的设置(图2),仿真专家认为仿真 App 应能自动运行载荷测试,包括干扰、温度和运行速度。其他部门的同事均能受益于这一设计,并能自行更改参数。这些可变参数包括:几何形状、面积、干扰、接触件、活性磁体的数量以及材料属性。通过考虑上述因素,Hermanns 为仿真 App 开发了一个直观的用户界面(图3),使其他同事可自由执行他们所需的计算。

“我们的想法是为同事创建一个仿真 App,实现运用基准程序对不同的设计进行简便、快速地测试。”Hermanns

“许多工业仿真程序被设计为‘黑匣子’,而 COMSOL Multiphysics® 的透明度是独一无二的。它允许用户查看和修改被求解的方程,甚至可以添加自己的方程。”

——STEFFEN ROTHE 博士,大众汽车公司

说道,“此外,对于特定问题,用户不必了解仿真工作的具体原理,就可以使用直观的用户界面创建一个工具。”

» 满足公司和客户需求的标准化开发程序

除了使大众汽车各部门之间的开发

过程实现自动化外,专业的仿真 App 还可以帮助工程师将转子叠片的测试程序标准化。

仿真 App 缩短了执行常规仿真操作(如设置边界条件、材料属性和载荷)所需的时间,并将这些操作标准化后集成在一个用户界面。它的另一个优点是,可以自动生成报告(其中包含转子叠片的额定强度等信息),便于团队之间以标准化的方

式进行交流(图 4)。

在电动机的开发过程中,使用仿真 App 对转子叠片进行应力分析,可以帮助大众汽车的工程师节省时间和资金。仿真 App 可以自动运行冗长的建模过程,并输出标准化模型和结果。这不仅提高了产品质量,还缩短了电动汽车从模型到概念车再到商业化电动汽车的开发时间。

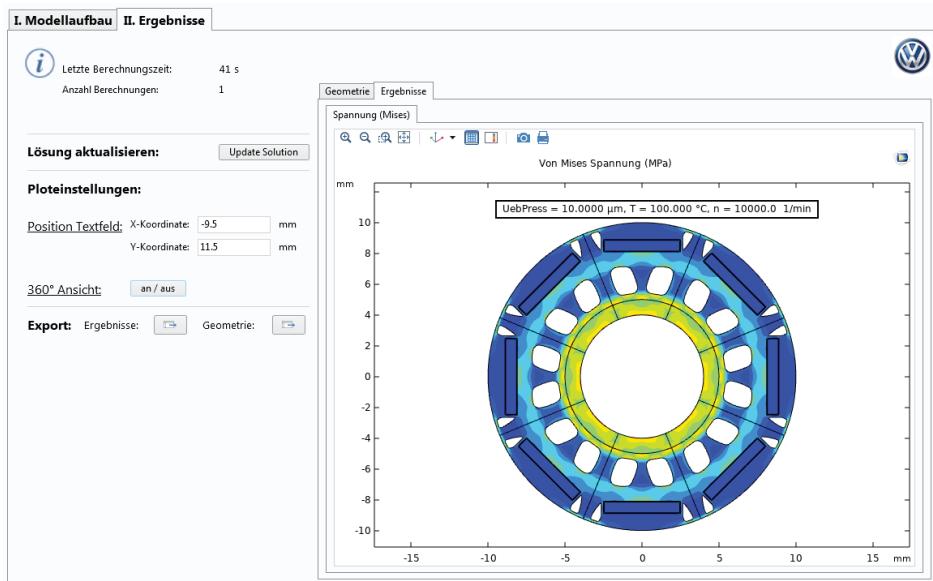
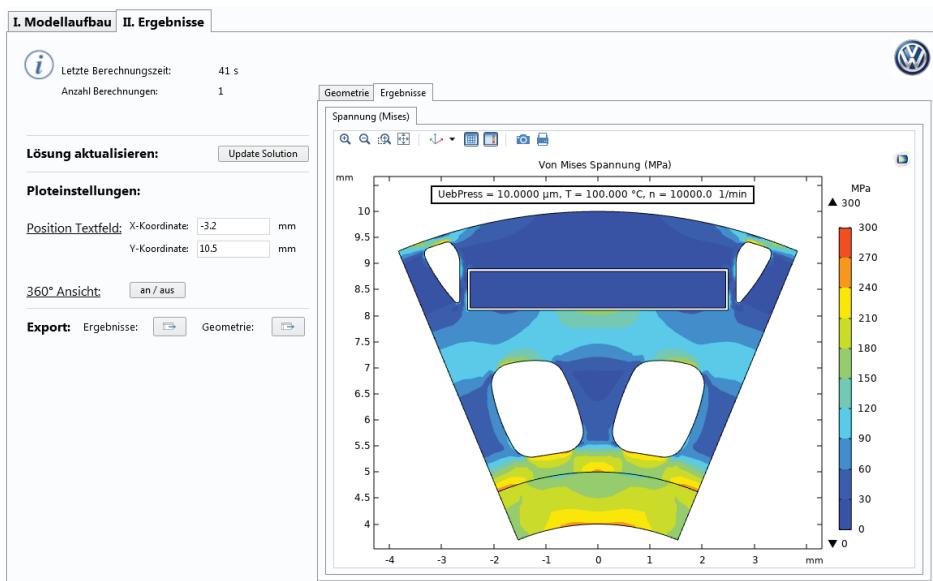


图 4 转子的标准化应力结果。



仿真工程师 Marie Hermanns (上);仿真工程师 Steffen Rothe(下)。