

仿真技术加速电动汽车开发流程

文/COMSOL Thomas Forrister

大众汽车的仿真专家通过创建和分发用于评估转子叠片强度的仿真App，加速了电动机的开发流程，实现了转子叠片的测试程序标准化，有效缩短了电动车从模型到概念车再到商业化电动汽车的开发周期。

随着能源危机和环保问题的日益突出,汽车工业面临着严峻的挑战,电动汽车有望超越传统内燃机动力汽车成为重要的交通工具。为了满足消费者日益增长的需求,各大汽车厂商纷纷着手布局,竭力开发电动和混合动力汽车,为电动汽车的发展铺平道路。大众汽车也不例外,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台电动机和300台混合动力电动机。

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,因此必须要经过耐久性测试。但是,评估转子叠片的强度极其耗时。为此,大众汽车使用COMSOL Multiphysics®软件创建了仿真App,提高了转子测试过程的自动化水平,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,简称“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(如图1所示)。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。

从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着密切合作。首先,仿真专家对电动机的性能

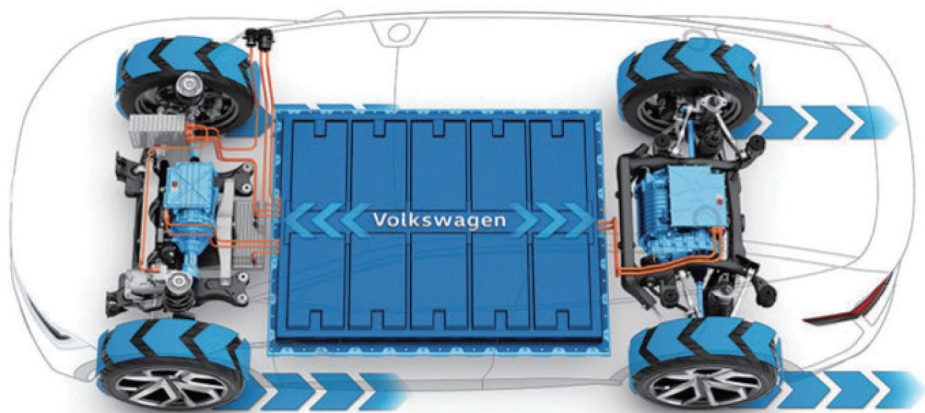


图1 MEB示意图, 全轮驱动器(左侧, 车辆前部)和主驱动器(右侧, 车辆后部)

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，使设计人员能够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，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®软件则不同，它具有高度的透明度，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，该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

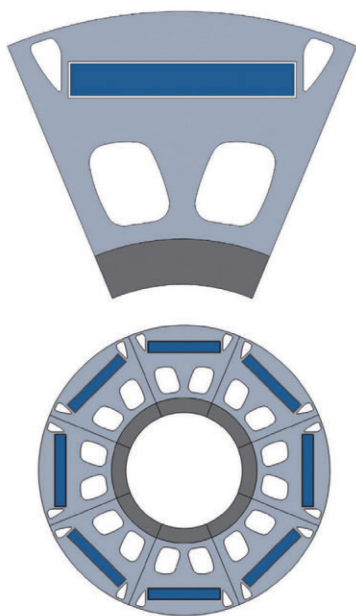


图2 转子平板、轴和磁体

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（如图2所示），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（如图3所示），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，实现对不同的设计运用基准程序进行简便、快速地测试。”Hermanns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。”

满足使用需求的标准化开发

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

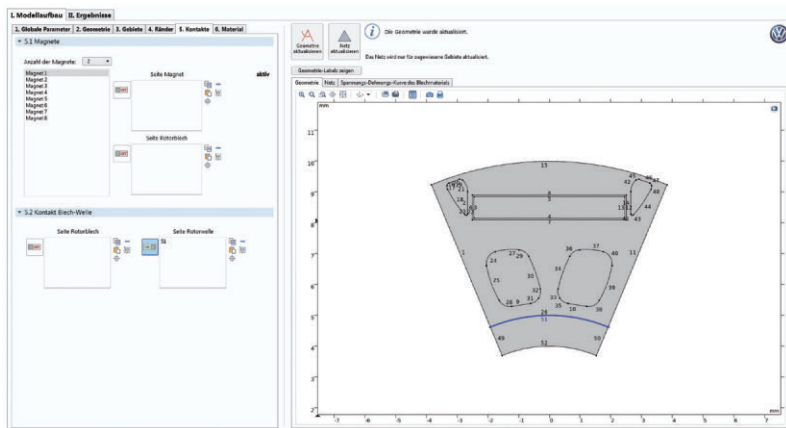


图3 仿真App用户界面示例

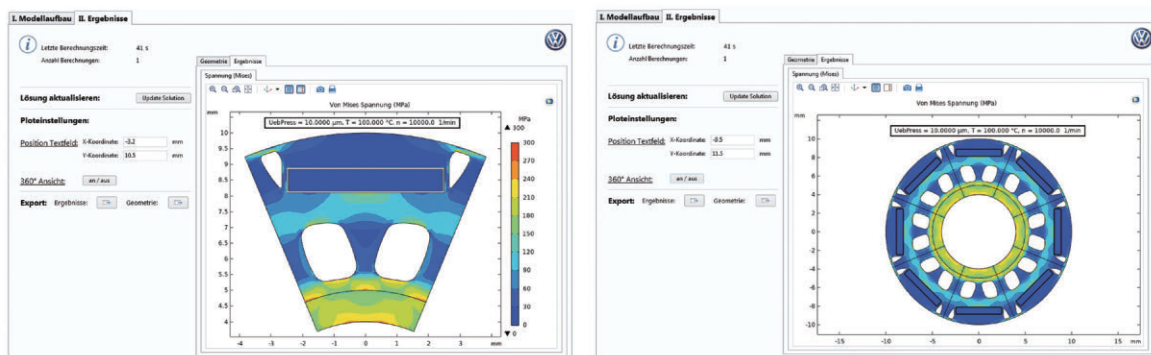


图4 转子的标准化应力结果

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（如边界条件设置、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的交流（如图4所示）。

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。通过自动运行冗长的建模过程，并输出标准化模型和结果，仿真App的使用不仅提高了产品质量，还缩短了电动车从模型到概念车再到商业化电动汽车的开发周期。EA

西门子与eQ Technologic进一步扩展战略合作伙伴关系



西门子数字化工业软件与eQ Technologic (eQ) 近日进一步扩展双方的战略合作关系，增强了Xcelerator™解决方案组合的无缝集成以及数据和流程编排。此前，西门子已与eQ建有长期合作，西门子的客户现在可以使用eQube®数据即服务平台创建数字主线，将产品生命周期管理（PLM）、企业资源计划（ERP）、应用程序生命周期管理（ALM）、物联网（IoT）以及其他信息技术（IT）、工程技术（ET）和运营技术（OT）等解决方案无缝连接。eQube还同时扩展了西门子Mendix低代码平台的关键组成——Mendix Data Hub，在这一基础上，用户能够将其工业数据和系统与60余种连接器进行集成，这些连接器融合了从20余年市场经验中汲取的特定领域知识，十分智能。

西门子数字化工业软件总裁兼首席执行官Tony Hemmelgarn表示：“多年来，西门子与eQ携手并进，凭借eQ技术帮助各行各业的客户成功整合了不同系统之间的数据和流程，此次合作再度扩展了双方的合作伙伴关系，促使我们在既有的成功基础上再接再厉，在全球范围内继续深入探索我们所服务的各行各业。”

如今，各种应用程序生成的数据广泛分布于不同系统中，向企业提出“数据分散”的难题。随着数字化转型逐渐成为核心战略，这些企业亟需从分散的数据中获得洞察，并在无需复制的情况下通过虚拟方式实现数据连接。eQubeDaaS平台提供了一个集数据、应用程序和设备于一体的连通网络，让终端用户能够运用分析功能获得可操作的洞察力。通过西门子与eQ的合作，西门子的客户能够提高从不同系统中收集信息的能力，打造面向数字主线、多应用集成、编排和虚拟化的集成数据环境，通过专门的工业集成来解决具体的业务问题。

作为此次合作的第一步，西门子将在60余种智能连接器上提供eQubeDaaS平台服务，包括PLM、ERP、资产管理、ALM、IoT、项目与项目集以及数据库等，eQ团队将提供售前、服务和现场支持。通过将eQubeDaaS平台与Mendix低代码应用程序开发平台相结合，用户可以轻松访问不同系统的数据，实现工作流程的自动化，打造全新的深度集成应用程序和体验。跨系统数据的可追溯性和可操作的洞察有助于客户深度理解业务，进而能够有效减少所需资源，加快数字化企业转型进程。

“作为西门子的长期合作伙伴，我们深知数字化企业数据和流程连接的重要性及挑战性，这其中涉及广泛的 PLM 产品，比如西门子Teamcenter以及ERP、ALM、MES、资产管理及其他企业软件产品和IoT等等。”eQ Technologic总裁兼首席执行官Dinesh Khaladkar表示，“通过eQ与西门子的深度合作，西门子的客户可以实现系统的连接和集成，从而加快其数字化转型进程。eQube能够解决复杂的集成问题，帮助企业轻松获得可操作的洞察，增强协作。”