

优化内置式轮胎压力监测传感器

用于调节汽车性能的微型传感器采用特殊设计方式，使之可以直接安装在行驶的汽车轮胎中工作，保证它们既能在行驶中灵敏测量数据，又能经久耐用，承受各种环境因素的影响。

作者：LAURA BOWEN

轮胎压力是保证汽车性能的幕后英雄。当充气到一定压力时，轮胎处于设计预期的形状，而当气压下降时，轮胎转动需要的能量会增大。在日常往来行驶中，驾驶人员很容易忘记维持轮胎压力，轮胎可能已经被刺穿却完全未被察觉，所以有一个可提醒驾驶人员充气的车载传感器会非常重要。设计这些传感器需要仔细考虑所有细节，仿真提供了寻找合适设计的工具。

轮胎压力传感器塑造驾驶体验

轮胎压力低的一个后果是燃油消耗增加。此外，在低轮胎压力下行驶的车辆会向大气多排放数以吨计的温室气体。轮胎压力低也会使车辆难以停止，或使车辆在潮湿地面上打滑。一般要求汽车制造商在车轮上加装压力监测传感器，在轮胎压力低于预期时反馈给驾驶人员；Schrader Electronics 目前是轮胎压力监测技术的全球市场领先企业。

Schrader Electronics 每年制造 4500 万个传感器，为包括通用汽车、福特和奔驰在内的领先汽车公司提供传感器。为了使传感器可承受车辆使用期间的各种道路状况，可靠性和耐用性是关键。在设计必要的功能、几

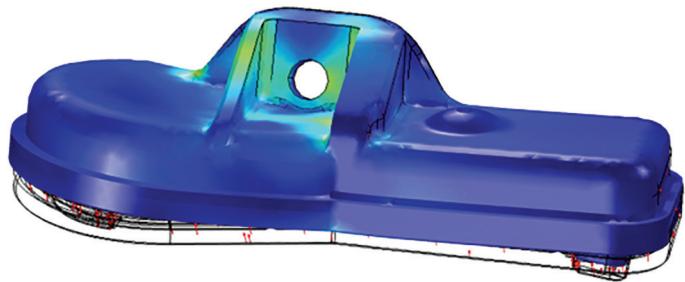
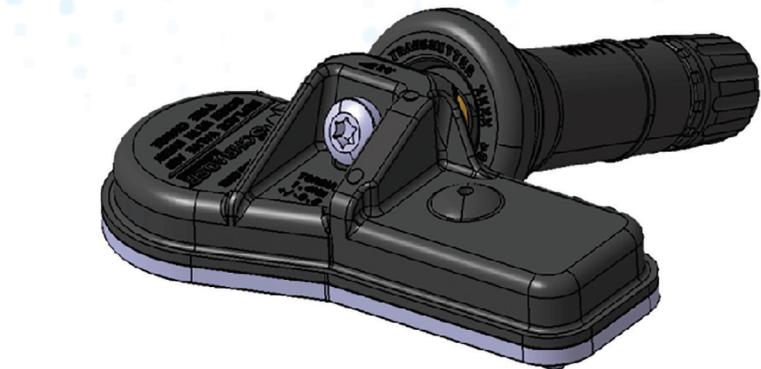


图 1：上：用于监测轮胎压力和发送测量信息的高速卡入式轮胎压力监测传感器 (TPMS)。下：车轮旋转产生的离心负荷对发射器壳体产生的应力和变形（放大 10 倍）。

何和材料时，需要考虑到冲击、振动、压力、湿度、温度和各种动态力。Schrader Electronics 机械设计团队的工程师 Christabel Evans 一直在采用有限元分析 (FEA) 和多物理场仿真来为各种车辆打造成功高效的轮胎传

感器。

通过 FEA 设计性能更好的传感器

图 1 所示的高速卡入式轮胎压力监测传感器是 Schrader 生产的一款常

“COMSOL 界面友好，很快就能学会 — 工程师们立刻就能上手。”

用产品，它直接安装在车轮上，用于测量轮胎压力 —— 即使车辆在行驶中。当轮胎压力下降太多时，它会发出警告，提醒驾驶人员停车并对轮胎充气。

Schrader Electronics 制造传感器的历史已有将近 20 年，但 Christabel Evans 和她的同事们希望可以通过更有效的方法来进行产品设计和测试。他们使用 FEA 对设计进行仿真，并不断优化流程 — 这使他们可以最大限度地降低实验成本，在开发过程中评估设计性能。Schrader Electronics 发现如果他们要将现有的一些 FEA 软件部署到自己的整个团队，成本会非常高。于是他们转为使用 COMSOL Multiphysics® 的结构力学模块和 CAD 导入模块。他们在开始时进行了一系列的测试，将标准化样品与仿真进行比较，以验证软件的有效性，并对结果建立了信心。

通过更好的仿真工具提高灵敏度和耐用性

慢慢地，研究人员将更多的自然参数纳入他们的仿真，从动态负荷（如离心力）到环境应力（如温度变化），再到静态因素（如压力和挤压负荷）。高速卡入式 TPMS 包含一个发射器，它由一个装入箱体的电路组成，以帽螺钉与气门杆相连。气门杆装到轮胎

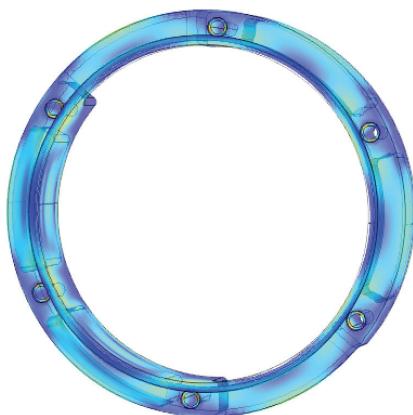


图 2：圆环装置旋转测试仿真表明离心力引起的应力集中在螺栓位置。

钢圈上，允许空气通过。在高速 TPMS 上，气门几何包含了一根加强筋，帮助将装配体保持在钢圈气嘴孔中。

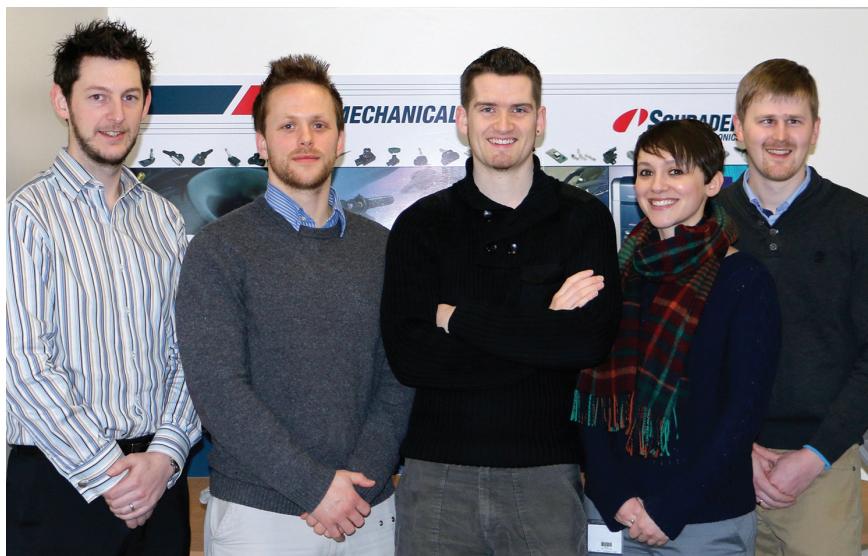
在图 1 中，Schrader Electronics 测量了外部力（例如轮胎装配、冲击或道路颠簸产生的振动）作用在壳体上产生的应力和变形。图 2 显示了应用于高速旋转试验机的一个零部件。

他们对该部件进行了分析，验证选择的材料是否能够承受所需的负荷。

通过对几种模型的分析，Evans 和她的团队确定了一种最合适的模型，改进了他们的设计。他们将精力集中于测试不同的几何、材料和负荷情况。

相较于其他类似的仿真软件，Schrader 的研究人员能够更快地学会 COMSOL Multiphysics 软件，并且由于许可类型的选择很灵活，在整个组织中的配置更加容易。Evans 说：“COMSOL 界面友好，很快就能学会 — 工程师们立刻就能上手。”

目前，Schrader 计划将他们的大部分精力集中在设计和增长上，部分精力放在故障分析方面，他们希望借助仿真工具来改进他们的以研发为重心的方法。他们正在努力通过新设计改善驾驶舒适性、环境影响和道路安全性。■



Schrader Electronics 机械工程部门内多个团队的工程师都在使用 COMSOL。从左到右：Andrew Herron、Sam Guist、Adam Wright、Christabel Evans 和 Russell McKee。