

案例分析：福特汽车公司

福特公司利用 Adams FMI 的协同仿真法来优化燃料经济性与 NVH 之间的平衡

作者

Mario Felice — 福特汽车公司全球动力系 NVH 与系统 CAE 部门经理

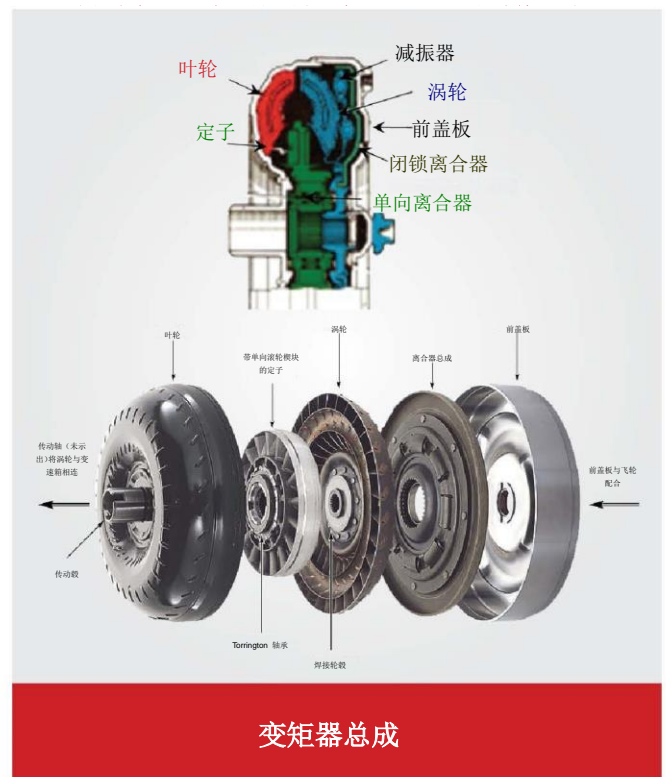
Jack Liu — 福特汽车公司技术专家

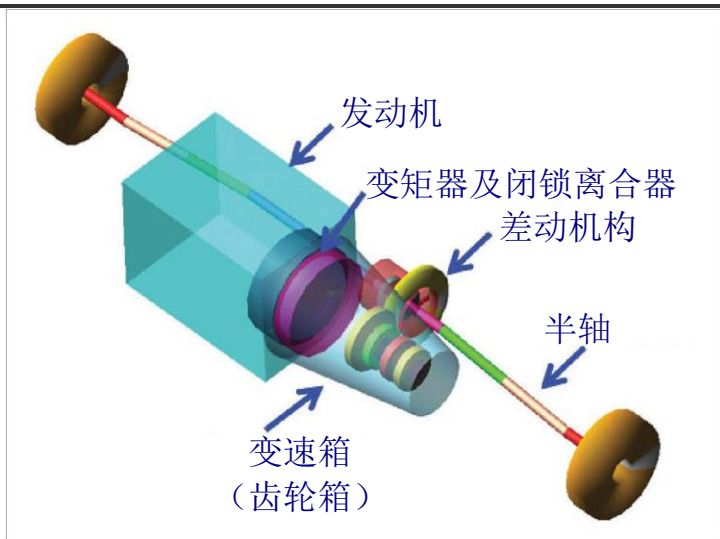
Wulong Sun — MSC 软件技术支持工程师

概述

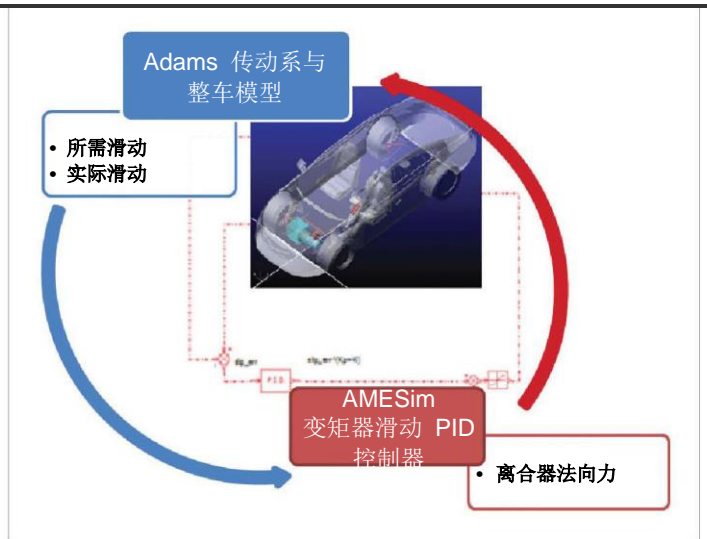
在车辆设计过程中，经常必须在噪声、振动及舒适性（NVH）与燃料经济性之间进行相互平衡。

例如，过载通常发生在车辆处于高速档且发动机转速低于 2000 rpm 的时候。当司机在此情况下踩下油门踏板时，发动机试图驱动车辆移动，但所生成的扭矩相对较小，因此加速度很低。由于在低发动机转速和高负载下点火频率较低，因此过载会产生高能级的低频输入。当座椅导轨振动、方向盘振动并且内部驾驶室隆隆作响时，司机和乘客就会频繁地感受到这些低频输入。





传动系模型



Adams 与 AMESim FMI 联合仿真

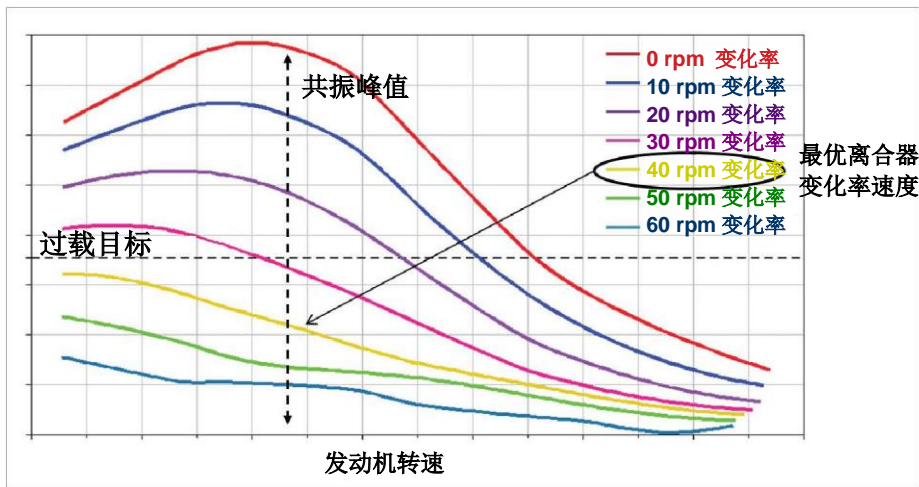
FMI 标准能够根据一组由物理规律和控制系统数字化组装的模型来创建一个虚拟模型。模型的 FMI 实例被称为功能模型单元 (FMU)。FMU 是一种格式文件, 包含一个 XML 格式的模型描述文件、动态连接库及模型数据文件。FMI 可用于模型交换或者协同仿真。由于 Adams 对 FMI 的支持, 使得前者对 Matlab 和 Easy5 的 Adams/Controls 协同仿真支持扩展至采用 FMI 协同仿真标准的所有软件。

在这种情况下, 福特工程师采用 Adams 三维传动系和整车模型作为协同仿真主机, 将 AMESim 一维变矩器变化量控制器模型作为协同仿真手段, 旨在优化变矩器的变化率, 以便在满足车辆的过载时 NVH 目标, 同时实现燃料经济性最大化。

用 Adams/Driveline 创建传动系模型, 其中包括一个带三个安装架的 I4 汽油涡轮增压直接喷射 (GTDI) 发动机、一个带闭锁离合器的变矩器、一个带内轴和行星齿轮组的六速变速箱, 以及一个带差动机构、链接轴、半轴、等速万向节和车轮的前部传动系。采用 Adams/Car 将传动系模型合并到整车模型中。车辆模型包含底盘、悬架、转向、制动及车轮子系统。AMESim 变矩器模型是一个比例-积分-微分 (PID) 控制器, 能根据实际变化与所需变化率之间的差值, 在变矩器离合器上提供法向力。

结果

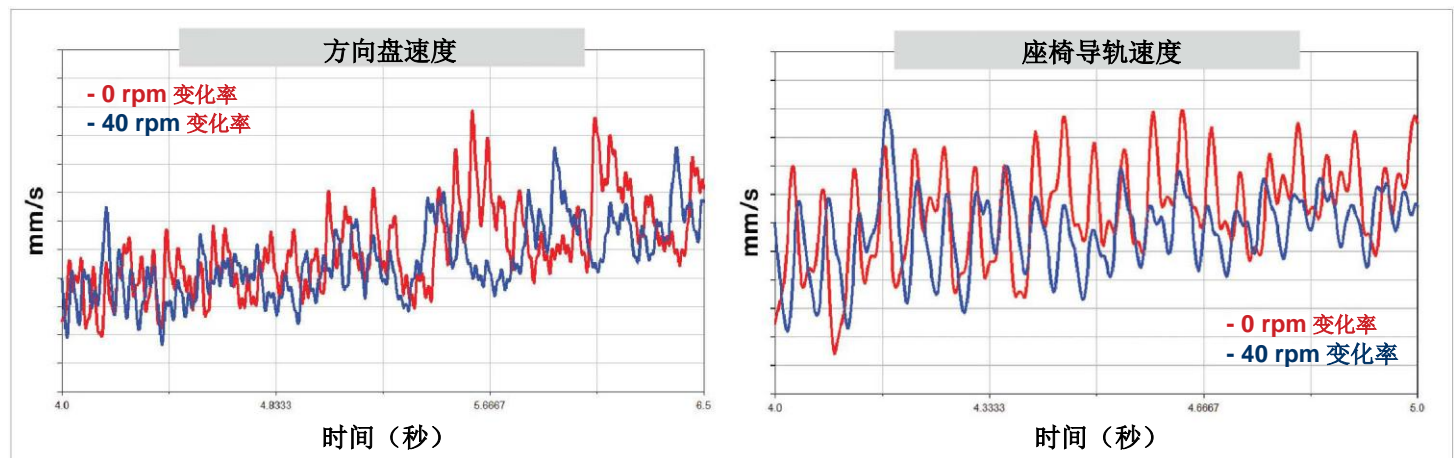
Mario Felice 表示: “在覆盖发动机转速范围内, 我们分别用不同的转速变化值来运行该模型。仿真结果表明, 转速变化率为 30 rpm 或更低时无法满足 NVH 目标, 而转速变化率为 40 rpm 或更高时可以满足目标。仿真还显示, 转速变化率为 40 rpm 时是最优值, 它既能满足 NVH 目标, 又能实现燃料经济性的最佳平衡。” 工程师们进一步研究了如何降低利用离合器减振行为以及变矩器滑动来降低扭转振幅。此外还对比了转速为 0 rpm 及 40 rpm 时变化率的情况下方向盘和座椅导轨的振动。结果表明, 变化率变矩器会显著降低方向盘及座椅导轨振动。Felice 表示: “下一步将对液压系统进行建模, 提高变矩器模型的精细度, 以便更加准确地预测法向力与时间的关系。我们还计划通过物理试验结果对模型进行验证。然后将协同仿真集成到设计流程中, 以便可以在产品开发循环初期对变矩器设计进行优化。”



变矩器输出轴处的扭转振动与发动机转速及变化率转速的关系

关于福特

福特汽车公司是一家跨国的美国汽车制造商, 出售福特品牌的汽车、商用车以及林肯品牌的豪华轿车。



变化率变矩器会显著降低方向盘及座椅导轨振动

有关 Adams 及案例分析的更多其他信息, 请访问 www.mscsoftware.com/adams

Corporate
MSC Software Corporation
4675 MacArthur Court
Suite 900
Newport Beach, CA 92660
Telephone 714.540.8900
www.mscsoftware.com

**Europe, Middle East,
Africa**
MSC Software GmbH
Am Moosfeld 13
81829 Munich, Germany
Telephone 49.89.431.98.70

Japan
MSC Software LTD.
Shinjuku First West 8F
23-7 Nishi Shinjuku
1-Chome, Shinjuku-Ku
Tokyo, Japan 160-0023
Telephone 81.3.6911.1200

Asia-Pacific
MSC Software (S) Pte. Ltd.
100 Beach Road
#16-05 Shaw Towers
Singapore 189702
Telephone 65.6272.0082

MSC Software

The MSC Software corporate logo, MSC, and the names of the MSC Software products and services referenced herein are trademarks or registered trademarks of the MSC Software Corporation in the United States and/or other countries. All other trademarks belong to their respective owners. © 2014 MSC Software Corporation. All rights reserved.