

怎样匹配有冲突的性能指标

福特利用Adams FMI 联合仿真技术
同时优化燃油经济性与NVH性能



噪声/振动/舒适性 (Noise/Vibration/Harshness 简称NVH) 与燃油经济性, 在车辆设计过程中, 通常需要进行折中的考虑。例如, 拖拽特性是一个典型工况, 当汽车运行在高档位、发动机低于2000 rpm, 驾驶员驱动油门踏板, 发动机驱动车辆, 这时产生的是相对低扭矩, 所以加速度也是较低的。因为发动机工作在低速、低的点火频率和高的负载下, 所以拖拽产生了较高的低频输入。驾驶员和乘客通常能感受到这些低频输入, 比如座椅导轨处振动、转向盘振动和驾驶室内部的轰鸣声音。

工程师控制这种拖拽, 有一种主要的方法就是通过变矩器实现, 即利用液力耦合器改变或者放大从发动机到变速箱的扭矩。变矩器包括一个泵, 涡轮, 叶轮与定子(一个充满油液的腔体, 一个锁止离合器和减震器总成)。离合器是电子控制的, 它提供一个理想的变化率。当需要时, 离合器锁住, 从而将发动机与变速器直接连接, 这时传递效率是100%和最佳的燃油经济性。在锁定

模式下, 发动机扭矩波动直接发送到变速箱, 可能导致传动系统产生振动和噪声。有渐变特性的变矩器增加了阻尼, 从而降低发动机传递到传动系统振动的灵敏度, 改善NVH性能。但是从另一方面考虑, 渐变特性由于有液力耦合和离合器的摩擦, 降低了效率, 增加了油耗。

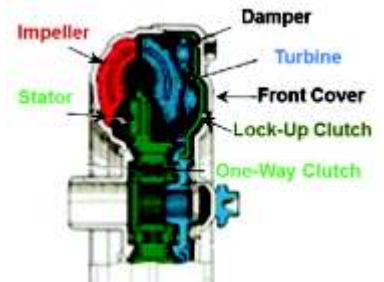
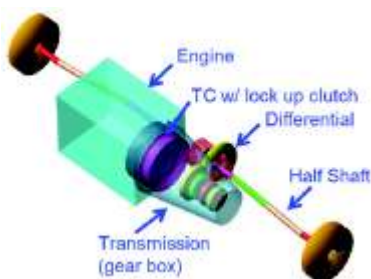
挑战

在开发新车型时通常会遇到一系列的, 通常又是相互矛盾的特性设计。燃油经济性与NVH特性是2个最重要的设计目标值。考虑到拖拽特性, NVH工程师们通常控制变速箱传递到传动轴振动的幅值, 低于一定的目标值。NVH团队往往喜欢较大的变化率去达到设计目标, 而当他们又需要考虑燃油经济性的时候, 则又希望这个变化率尽可能的低。在没有原型车和测试车时, 想要得到高精度的扭转振动振幅是不可能的, 然而开发阶段的后期, 设计被冻结, 再想去优化性能, 就会变得十分昂贵, 或者可能导

致生产延误。福特正在寻求一种方法去模拟不同的变矩器的影响, 从而使工程师在设计和开发阶段, 能更合理的匹配性能。

方案/验证

福特的工程师们解决了这个难题, 方法是利用MSC软件Adams新功能, 其支持功能模块接口 (Functional Mock-Up Interface 简称FMI), 是一个开放的标准工具, 利用这个工具可以进行数据交换和联合仿真。FMI标准, 可以从一组模型的物理规律和数字控制系统创建一个虚拟产品。一个FMI构成的模型称为功能模块单元 (Functional Mock-Up Unit, 简称FMU)。一个FMU文件包含一个用XML格式描述的文件、动态链接库





“我们用不同的转速变化率带入模型中，其中转速变化率覆盖发动机转速。仿真结果显示，变化率在30rpm或者更低不能达到NVH设计目标值，必须大于40rpm的变化率才可以。仿真结果还显示当变化率在40rpm的时候是一个优化的值，NVH性能和燃油经济性能得到最好的匹配。”

和模型数据库文件。FMI文件FMI可用于交换或联合仿真模型。在Adams中FMI扩展了Adams/Controls功能，可以与MATLAB和EASY5联合仿真，也可以与其他兼容FMI格式的软件进行联合仿真。在这个案例中，福特工程师们利用Adams中3D传动系统和整车模型作为主要部分，与AMSim中1D控制器斜率控制模型一起，把斜率变化率当做优化目标，来达到整车的拖拽NVH目标，同时实现燃油经济性最大化。传动模型是利用Adams/Driverline建立的，包括一个汽油涡轮增压直喷发动机（由三个悬置支

持）、一个含有锁止离合的变矩器、一个6速变速箱（内部有轴和变位齿轮等）和一个前置传动系（包含差速器、连接轴、半轴、等速副和车轮）。这个传动系统模型是利用Adams/car嵌入到整车模型中的。这个整车模型还包含底盘、悬架、转向、制动和车轮系统的。AMSim变矩器模型包含PID控制单元，控制器在转换离合器施加一个法向的力，力的大小是根据实际的变化率和实际变化率之间的变化而变化的。

结果

Mario Felice说：“我们用不同的转速变化率带入模型中，其中转速变化率覆盖发动机转速。仿真结果显示，变化率在30rpm或者更低不能达到NVH设计目标值，必须大于40rpm的变化率才可以。仿真结果还显示当变化率在40rpm的时候是一个优化的值，NVH性能和燃油经济性能得到最好的匹配。”工程师们进一步研究减小由离合器阻尼特性和变矩器的变化率产生的扭转振动的幅值。他们还比较了当转速变化率为0rpm和40rpm的时候，转向盘和座椅导轨处的振动，由于通过改变变矩器的变化率，转向盘和座椅导轨处的振动明显下降。Felice还说：“下一步，我们会细化变矩器的模型，建立液压系统，从而提供更加准确的用一个时域函数表示的预测力，我们还将计划用物理测试结果来验证模型的有效性。然后我们还计划，将在设计过程中充分的利用联合仿真技术，从而使变矩器的设计在产品开发周期的早期就可以进行优化。

关于福特公司

福特汽车公司是一家美国跨国汽车制造商，销售乘用车、福特品牌的商用车和林肯品牌的豪华轿车。

