

利用联合仿真 进行系统分析可获取 相对于传统方式15倍速度

Litens公司借助该技术减少了90%的计算时间

基于对Litens公司主管工程师Steve Jia的专访

Litens 公司的专利 TorqFiltr 扭矩调节器采用弧形弹簧分离机构实现附件驱动系统惯量与发动机扭振的解耦。Litens 的扭矩调节器通过调整惯性系统的弹簧刚度实现对系统谐振频率的控制。由于这里采用的弹簧比传统的橡胶分离器刚度小，使得来自于发动机的振动绝大部分在传给附件驱动带之前已经被吸收掉，这对所有附件驱动总成的隔振都有意义，因为激励变得非常小，因此所有附件的响应幅值就会很低。

该产品尺寸相当小，但是里面综合了一套复杂机构系统，包含了一系列用来传递能量的元件，而它们之间通过复杂的摩擦接触实现关联而非固定连接。Steve Jia博士说“这种装置面临复杂的技术挑战，我们需要充分理解系统在动态加载状态下各种元件的设计行为，需要满足为多种发动机配套时定制化出最

优的性能，如果按照老一套方法，将面临巨大的时间成本，昂贵的实验与试错过程。”

挑战

Litens 公司利用MSC公司的Marc非线性有限元软件拓展了精确模拟其扭矩调节器操作的能力，包括设计行为的研究，元件的运动及其之间相互作用，以及在动态加载状态下的研究等。通过对建议性方案的精确性能预估，仿真可节省大量的成本，不需要考虑在建模和测试样机上花费大量时间。可是对于非线性有限元分析计算必须考虑计算资源，因为它每次只分析一个元件。比如，执行一个典型仿真需要30个小时，这就限制了非线性分析在设计阶段的使用。

Steve Jia博士说“我们期望这样一种方法用来仿真扭矩调节器的性能，要

考虑材料和几何非线性，并且在很短的时间内将高级非线性分析集成到设计过程中。具体实现的话，就是综合系统级仿真的多体动力学分析和元件级仿真的非线性有限元分析获取快速与精确的结果。”多体动力学软件已经实现了和线性有限元软件的集成，但没有同非线性有限元进行集成，而这又是获取精确结果所必须的，因为要考虑元件的大变形和材料非线性，比如扭矩调节器中的左右弹簧。

解决方案/有效性分析

Steve Jia博士说“MSC公司的Marc是非线性分析的领导者并且其Adams是多体动力学的领导者，因此我们很自然选择了它们来实现我们所需要的集成。”MSC的工程师已将Marc和Adams耦合在一起，以便Adams中的运

动行为可以和Marc中的非线性现象实现交互在每一个积分时间步中。Adams计算的挠度在每个时间步中 Marc 都会考虑，动态加载条件将通过Marc传递给Adams，Marc基于几何、材料和接触非线性等计算出应力和变形。在Adams2014测试版本中已经具备Adams-Marc联合仿真的功能，在正式发布之前，Litens就拿扭矩调节器对测试版进行了验证。

结果

Litens的CAE工程师进行了如下典型仿真，在Marc中仅建立左右两个弹簧的柔性体模型，其他的元件都在Adams中基于刚体定义，在扭矩调节器壳体与弹簧之间建立6个接触点，Adams利用这些点将位移量传递给Marc，Marc则将载荷信息传递给Adams。基于如上设定，Adams-Marc联合仿真分析仅需要2个小时，是之前Marc单独仿真的1/15，而结果仅相差10%，当然，这些是可预期到的，纯Marc的仿真将所有元件定义为柔性体，而联合仿真时绝大部分元件为刚体。纯Marc仿真的结果通过之前的比较和实际试验数据非常接近，联合仿真的结果，比如内驱动角和输入扭矩之间的关系，相较于Marc结果差异小于10%，在输入轴两个周期内的测量结果：

Steve Jia 博士说“这样小的结果差异在考虑到极大降低计算时间的前提下是可以接受的。这种技术使得将高级非线性有限元分析集成为设计过程的一

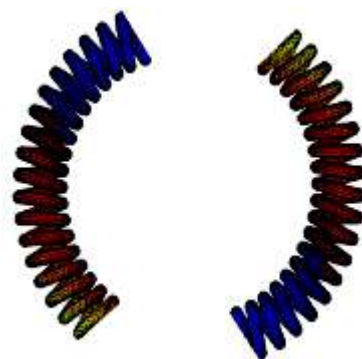
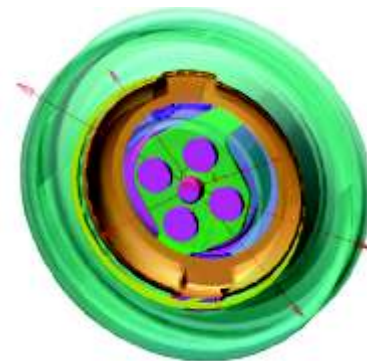


Litens扭矩调节器通过调节系统惯量的弹簧刚度来控制系统谐振频率

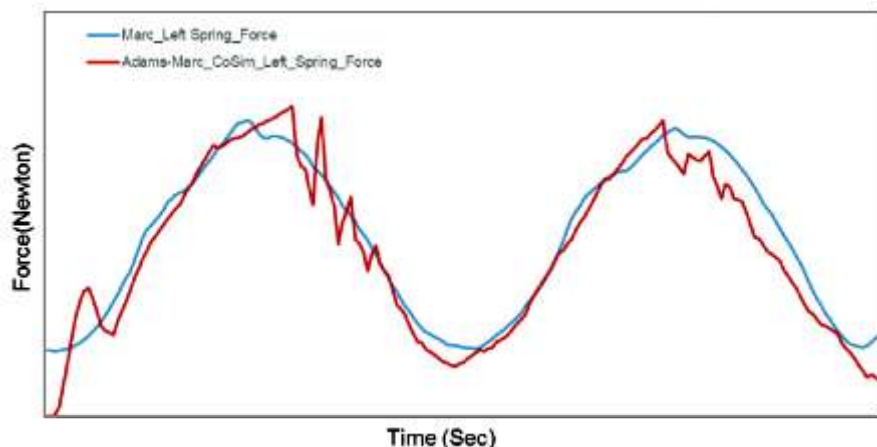
个积分部分成为可能，我们认为这一进程类似于几十年前在计算能力方面的进步，这使得有可能将有限元分析的设计融入到设计过程中去。可以看到，Adams-Marc联合仿真在设计早期阶段可用来评估不同设计方案从而提升设计效率，一旦我们找到一个看起来合适的设计方案再进行更精确的Marc仿真来验证其性能。”

关于Litens集团

Litens是一家全球组织，以高质量的服务和产品致力于车辆动力传输系统市场，是第一家开发和生产车辆自动张紧器和单带附件驱动系统的公司，经过35年的发展，Litens已经建立起在车辆带驱动系统和总成设计应用方面的全球领导能力，从事革新产品的开发为其全球客户提供独特的工程化解决方案提升车辆性能应对NVH方面的挑战。



Adams中央驱动模型以及Marc左右弹簧模型



动态弹簧载荷在Marc仿真及Adams-Marc联合仿真中的比对

“基于‘合理的时间合理的结果’这一规则，Adams-Marc联合仿真功能超出我们的满意度，超过90%的时间节省量，基于高级非线性有限元的优化变为现实，这一功能的开发提供了一种非常好的方法，更为重要的是对我们的产品开发非常有用，我们也非常高兴同MSC一同推进这一技术的进步。”