

# 案例分析：Navistar 和 Tech Mahindra

## 软管布设 Adams 仿真将上市时间缩短六周

根据对以下人士的采访：

Stefano Cassara, Navistar 车辆动力学仿真经理

Chinmay Pawaskar, Tech Mahindra CAE 首席分析师

### 概述

450 马力的卡车在加载 80,000 磅时，从静止加速至 50 mph 大约需时 90 秒，但制动器必须能够在 5 秒内将卡车停止。重型运货车和挂车上几乎都使用空气制动器，这是由于它们具有如下优点。首先，运行所用的空气是免费的。只需进行压缩、清洁、贮存及分配。空气制动器回路可轻松地扩展，挂车能与之连挂和脱离。除提供停车所需的能量之外，压缩空气还能针对在任何状况下施加制动力的时间和大小给出信号。最后，空气制动器还可以设计配备充裕的故障自动防护装置，即便出现空气泄漏，也能让车辆安全停车。

增强橡胶软管可将空气从车架的管接头送往车桥上的制动室。在典型的串联后悬架中，通常制动软管有 8 条，再加上用于动力差速机锁及其他功能部件的辅助软管，总共 11 条。这些软管必须通过狭窄的空间并能够容纳转向机构和悬架的全部行程。要求软管避免接触有可能磨损软管的锋利边缘零部件；保持规定的最小弯曲半径，以避免限制软管内的流量；并且避免过高的轴向力将软管从管接头中拔出。



典型前后串联悬架中布设了 11 条软管

**“MSC 最近推出了 FE Part，这是一种 Adams 本地建模对象，可精确应用于大变形几何非线性部件，显著减少在 Adams 环境中对极大变形案例进行精确建模的时间和工作量……这种新方式仅在两周内便可设计出新的软管配置。”**

Stefano Cassara, Navistar 车辆动态仿真经理

### 挑战

过去，直至设计过程后期，在构建样机并在铰接试验台上进行测试之前，Navistar 工程师都无从得知悬架和转向运动引起的软管的变形形状及其运动轮廓。经由全套运动来铰接悬架，并在运动期间考查每条软管的位置，以检查是否有问题。为满足各种要求，通常需要对设计进行两次至四次迭代，时间超过 6 周。在设计过程后期之前，均无法开始这一步骤，这意味着在大多数情况下产品的推出都会被推迟，直至达到合格的软管布设。

### 解决/验证

Navistar 工程师与 Tech Mahindra 的咨询师共同对装配后制动器的布设形状以及悬架和转向机构的全程运动进行了仿真。Tech Mahindra 首席 CAE 分析师 Chinmay Pawaskar 说：“这一仿真的难点在于，需要将用于仿真试验台和悬架系统运动的多体动力学与用于仿真软管运动的非线性有限元分析结合在一起。Adams 离散柔性连杆很早就具备了线性有限元分析功能，同时我们会运用离散化将其功能扩展到几何非线性问题。

但是，MSC 最近推出了 FE Part，这是一种 Adams 本地建模对象，可准确地应用于大变形几何非线性部件，大幅减少在 Adams 环境中对极大变形情况进行精确建模所需的时间和工作量。”

Navistar-Tech Mahindra 联合团队将管接头置于各种位置及方位，着手确定软管的材料特性，并通过 3D 光学扫描工具捕获最终的软管形状。他们反复调整软管的材料特性，以便将预测的形状与实际形状相匹配。此外，他们还在 Adams 中建立了一个四步式混合控制器模型，以便对装配流程进行仿真。这四个步骤是：第一步将软管送至管接头处，第二步将软管定位在与管接头相同的轴线上，第三步是旋转软管将其与管接头连到一起，第四步是可选步骤，即将软管夹在悬架或车架上。

为验证这一方法，该团队在 Adams 中对试验台和悬架进行了建模并开发了脚本，采用与实物试验台相同的测试方法来驱动仿真的试验台。

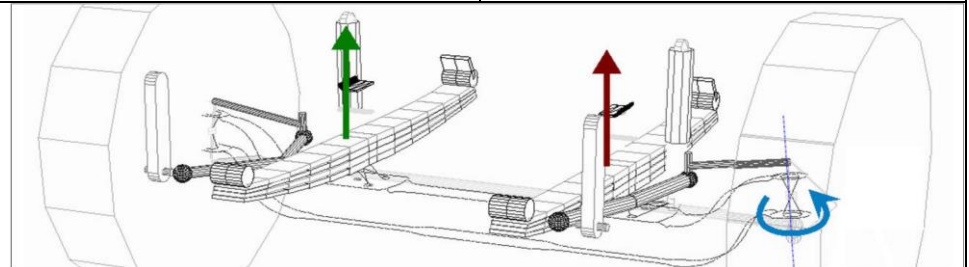
### 主要亮点：

**产品：** Adams

**行业：** 汽车

#### 优势：

- 软管布设仿真将上市时间缩短六周
- 在各个转向位置，Adams 预测均与试验结果完美吻合
- 通过仿真可以更好地了解如何根据悬架和转向运动布设制动软管，以避免接触那些带有锋利边缘、有可能磨损软管的零部件
- 新的 Adams FE Part 提供了一种能够快速、准确地预测 Adams 环境中制动软管大变形的的方法



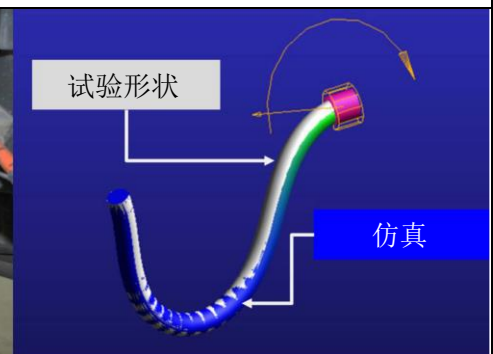
悬架和试验台的 Adams 模型

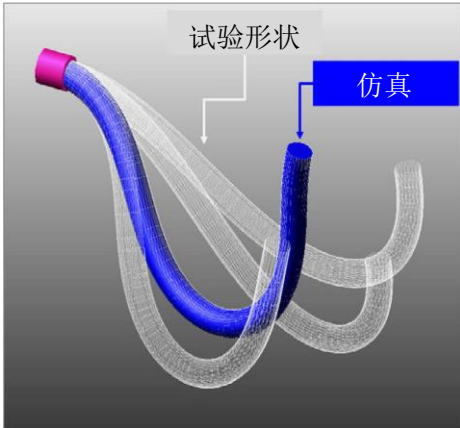


对试验台上的软管布设配置进行评估



模型预测真实的软管行为



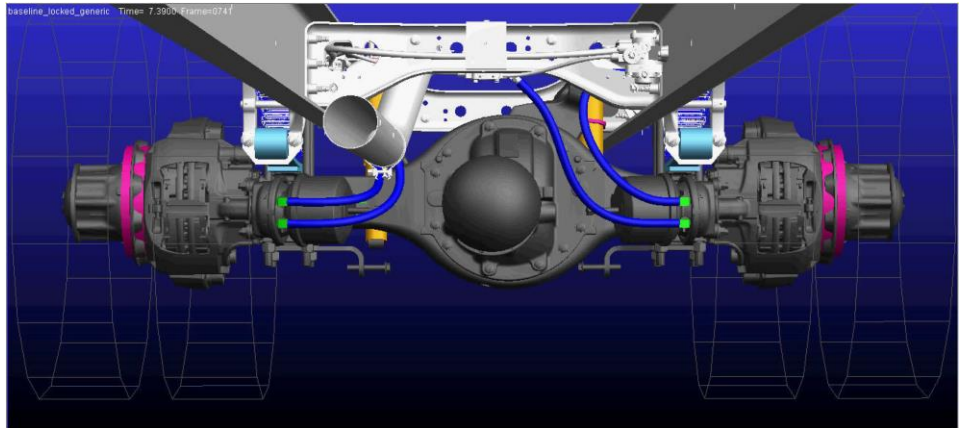


在各个转向位置，仿真预测（蓝色）均与试验结果（白色）完美吻合

他们对两条软管进行建模，一条用于运行制动，另一条用于停车制动，并将其作为 FE 部件添加到模型中。还对各种不同软管布设配置进行建模。该团队采用与真实车辆相同的方式来装配软管。为测量采用每种装配方式进行装配后软管的精确变形形状，他们使用了可移动坐标测量机（CMM）。然后他们将车轮端部铰接在所有可能的位置上，例如正前方、左转弯、右转弯，并使用 CMM 来测量最终的软管形状。在每一种情况下，仿真所预测的软管变形形状都与实物试验相吻合。工程师还对一个夹在车桥和车架上的长软管进行了建模及试验，也表现出极好的相关性。

## 结果

Navistar 车辆动力学仿真经理 Stefano Cassara 说：“仿真能够在提供样机之前的设计阶段初期尝试大量不同的位置、方位及夹持方案。对新的设计迭代进行评估所需的时间只是实物试验的一小部分。这种新方法只需两周左右就可以设计出新的软管配置。



含运行及应急软管的卡车后悬架多体仿真模型

由于能较早地在关键路径之外着手这一设计过程，因此与过去相比，我们的新车上市时间提前了六周。这种新方法的另一个优势是，我们可以对无法在试验台上复现的加载场景（例如制动）进行建模。”

## 关于 Navistar

Navistar International Corporation 制造并销售商用与军用卡车、柴油发动机、校车及商用车；并且为全球的卡车和柴油发动机提供维修用部件。

有关 Adams 及其他案例分析的更多信息，请访问 [www.mscsoftware.com/adams](http://www.mscsoftware.com/adams)

MSC 软件公司(北京)

Add : 北京市朝阳区望京西路

甲50号卷石天地大厦A座

14层03-06单元 ( 100102 )

Tel : 010-8260-7000

Fax : 010-8260-7478

MSC 软件公司(上海)

Add : 上海市延安西路726号

华敏翰尊国际广场12楼

E&L ( 200050 )

Tel : 021-6332-6655

Fax : 021-6332-1679

MSC 软件公司(深圳)

Add : 深圳市福田区金田路

3038号现代国际商务

大厦3108B(518048)

Tel : 0755-2381-1895

Fax : 0755-2381-1896

MSC 软件公司(成都)

Add : 成都市人民南路二段

18号红照壁川信大厦

11层A-2座 ( 610016 )

Tel : 028-8619-9275

Fax : 028-8621-9222

**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. ©2015 MSC Software Corporation. All rights reserved.