

MSC：把握“中国制造 2025”的仿真趋势

撰文 / 齐健

“《中国制造 2025》纲领的提出，为中国制造业开辟了全新的发展局面。如何准确把握并积极应对《中国制造 2025》战略所带来的机遇和挑战，是摆在中国制造业面前的紧迫任务，也是对中国仿真行业提出的更高要求。” MSC Software 中国区技术总监陈扬在 MSC Software 北京办公室接受记者采访时如是说。

“软件产品由微观到系统逐级铺开”是 MSC Software 多年的发展战略，MSC Software 希望构建一套以材料分析为基础，从工艺仿真、部件仿真，再到装配仿真，最终实现全系统联合仿真的完整产品体系。陈扬博士认为，“从材料微观结构到系统协同仿真”的模式正是把握了《中国制造 2025》提出的发展战略，紧随《中国制造 2025》的趋势，从多方面帮助中国制造业在新形势下实现新突破。

大力推动新材料仿真技术的发展

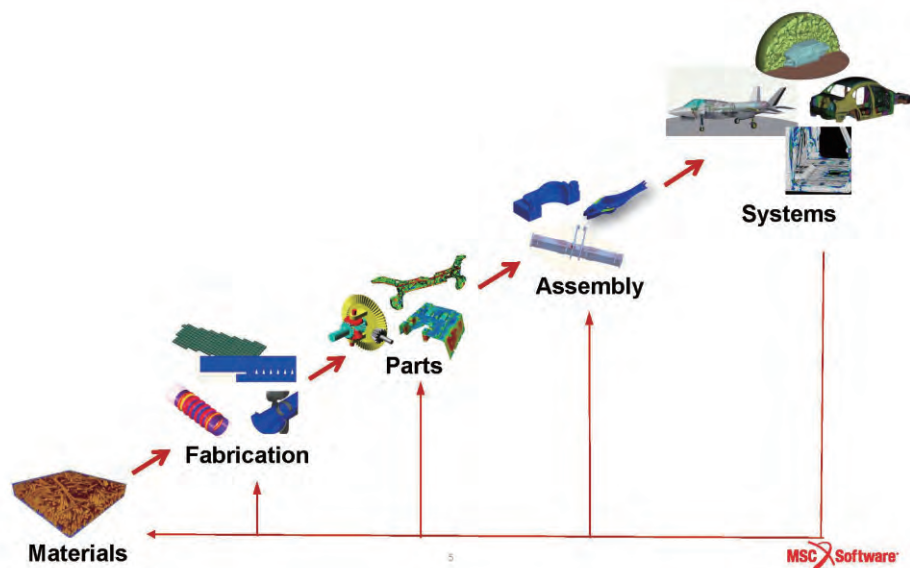
新材料领域是《中国制造 2025》中要求大力推动突破



陈扬

发展的十个重点领域之一。通过利用复合材料替代金属，实现材料轻量化、节能减排是新材料研究的主要目的。然而新型复合材料与金属不同，它性质复杂，很多材料内部纤维构成在不同的工艺情况下都有所不同，因此以材料结构为基础，预测材料的特性成为新材料研发中的重要一环。

以改性塑料为例，改性塑料是目前应用最广、用量最大的一类广义复合材料，主要用于电子电器和汽车内外饰结



从材料微观结构到系统协同仿真

构等。改性塑料部件结构分析面临的主要问题有 4 个方面：首先，塑料产品大多为薄壁壳体结构。需要先对实体 CAD 模型抽取中面，之后在中面网格上进行仿真计算。其次，纤维的分布受到注塑过程的影响，因此在结构空间上存在明显的不均匀性各向异性。且塑料材料特性随时间、频率和温度变化而变化。再次，工艺仿真与结构有限元计算通常是在不同的网格模型上进行的，为了在结构有限元计算中考虑局部纤维排向影响，势必需要将纤维方向张量数据在不同网格之间传递。最后，在进行结构有限元计算时，局部材料刚度需要被分别计算出来，考虑到刚度随载荷状态和时间的变化（材料非线性），材料刚度的计算需要被嵌套进结构有限元计算的每一个增量步中。

在这种情况下，需要根据原材料特性和材料微观结构预测其宏观性能，并与结构有限元和工艺仿真相结合，提高结构分析精度。“考虑成型工艺影响的改性塑料部件结构分析方法，就是针对改性塑料部件的特殊技术。”陈扬博士介绍说，MSC Software 针对复合材料分析问题，专门收购了业内知名企业 e-Xstream 公司的 Digimat 软件。利用 MSC Apex、Digimat、MSC Nastran 及 Marc 等非线性软件的组合，可以快速抽取薄壁结构 CAD 中面（MSC APEX），创建改性塑料非线性各向异性材料模型，还能考虑注塑工艺对纤维分布不均匀性的影响，并综合诸多因素（Digimat），很好地解决了复合材料的强度、NVH 和冲

击等结构分析（MSC Nastran、Marc、Dytran 及其他非线性软件）过程中遇到的问题。

大量的物理试验证明，通过传统方法测试所得到的预报中损伤破坏要比 Digimat 的结果轻微得多，对材料的非线性和失效考虑严重不足，将导致对产品强度的过高估计。而 Digimat 提倡的方法与实验结果相比，误差可以控制在 10% 以内。

智能设计 + 智能工艺

在推广智能设计的同时，《中国制造 2025》还重点提到了对制造过程智能化的建设。通过在重点领域试点建设智能工厂、数字化车间，加快人机智能交互、工业机器人、智能物流管理和增材制造等技术和装备在生产过程中的应用，促进制造工艺的仿真优化、数字化控制以及状态信息实时监测和自适应控制。

在工艺仿真方面，金属加工工艺仿真软件 Simufact 为关键共性基础工艺研究，开展先进成型和加工等关键制造工艺联合攻关提供了帮助。Simufact 可以模拟的工艺场景包括：辊锻、楔横轧、孔型斜轧、环件轧制、摆碾、径向锻造、开坯锻、剪切/强力旋压、挤压、锻锻、自由锻、温锻、锤锻、多向模锻及板管的液压涨形等。同时，Simufact 还具有模具应力分析、热处理工艺仿真、材料微观组织仿真和焊接仿真等专业的配套模块。以焊接仿真为例，在仿真过程中，

Simufact 可以省去焊缝、焊条和部件之间网格匹配的过程，在仿真开始以后，根据应变情况自动改变，并能够把焊接过程中的参数直接代入到装配环节，使仿真贯通产品的生产环节。Simufact 根据欧美主要 OEM 厂商的要求，成功地弥补了已有工具软件的不足，大大增强了软件的易学、易用性，使设计工程师、工艺工程师也能方便地利用仿真技术。

联合仿真与协同系统建设

汽车的关门过程具有时间短、频率带宽并伴有高度非线性冲击和噪声的特点。研究认为以下会引起关门声质的不良效果：响度太大、尖锐度太高、鸣铃和异响，门锁的抨击不光会导致太大的响度，也会引起尖叫，在设计中应该尽量减小和避免。除了关门冲击引起的门结构振动以外，其他许多因素也直接影响关门声质。例如：门结构的重量，密封条（吸收能量，衰减高频振动），漏气孔的大小、位置分布，门锁的机构等。优化汽车关门过程的仿真实验，需要设计多个物理条件的耦合，形成了一个全面的联合仿真应用实例。

陈杨博士介绍说，利用 MSC Software 联合仿真技术描述具有高度非线性的关门过程，并建立虚拟样机，可以直接把联合仿真的输出结果转换成用于关门声质的趋势性客观评价。基于联合仿真结果建立的关门声质评价系统，在物理样机制作之前就能进行趋势性的声质评价和改进，节省了大量的实验费用和时间。

陈扬博士认为，近年来 CAE 业界已经从基于频域的稳态噪声分析进化到基于时域的分析，且需要考虑非线性瞬态因素的声质评价和改善。以声学 and 噪声分析软件 Actran 为中心，利用 MSC Nastran、Adams 和 Marc 等主要产品的联合仿真，在车门的关门声质评价、发动机活塞冲击噪声分析等各种瞬态非线性噪声分析，以及含有非线性弹簧、衬套及齿轮接触等的悬架系统、动力系统和传动系统设计开发中，实现了对飞机、汽车油箱晃动问题的重要突破。

仿真数据和流程管理

在企业中建立协同管理平台，是实现信息化融合的重要途径，可以帮助企业更好地管理数据，积累知识。随着企业规模的扩大，数据与流程管理过程中的问题日益凸显。

不同工程师的建模方法不一样，可能造成分析载荷、

约束条件等各项工作流程的不同，分析流程不统一，就有可能导致结果出现偏差；在分析优化后进入设计改型阶段，又会遇到图样版本不统一、仿真结果跟不上实验结果等问题；设计完成以后，数据的存储与管理也会发生状况，在庞大的系统中，数据遍布各个角落，仿真分析涉及大量数据内容，管理不当很容易造成数据丢失。

建立统一的数据与流程管理平台，实现系统级的协同仿真，对于企业信息化建设至关重要。以信息化支撑产品研发和管理，也是 MSC 产品战略的重要部分。基于 SimManager 的仿真流程、数据管理系统可以对虚拟产品研发过程中的仿真数据和流程进行管理，提高虚拟产品研发的效率和产品质量。陈杨博士指出，建设信息化管理平台对于企业来说十分重要，但在建设过程中，切忌盲目“发力”，应该先切实做好 CAE 的数据、流程管理系统，再与企业的 PLM 系统整合，一步一步地把信息化建设的路走实。

此外，基于 MSC Software 全新的部件计算技术的新一代仿真平台 MSC Apex 也在加速发展。自 2014 年发布第一版本以来，已有 4 个版本更新，并将于 2016 年初再次发布最新版本。MSC Apex 自推出以来，已在全球范围内取得了众多成功应用案例，陈扬表示：“MSC Apex 将会以平台化和系统化为主要发展方向，逐步增强功能，成为更加完善的 CAE 软件，目前它还很年轻，但很有潜力。” 