

工程师从一开始 就可以得到正确的设计

ITW Delfast公司通过仿真改进30%的紧固件性能

ITW delfast | 基于对Kristian Ostergren 的采访编写

ITW Delfast集团为汽车行业设计和生产工程用塑料和金属紧固件。典型的塑料紧固件通过插拔式卡扣起到固定作用。由于紧固件存在多个接触体、大变形和滑移接触等多个非线性因素，因此带来了很大的设计难度。过去主要由有经验的分析工程师进行有限元分析，成本昂贵。并且，有限的设计时间意味着只有非常难的设计方案才会进行分析。在没有时间进行分析的设计中，经常需要花费平均1500美元来修改产品。

为应对这些挑战，公司开发了一种方法去帮助只有少量CAE经验、或者完全没有CAE经验的设计工程师来执行CAE分析任务，以此得到较好的设计结果。通过给设计工程师提供分析能力，使得在产品初期就进行CAE分析成为可能。工程师通常可以比较两到三种与原始设计不同的方案，从中得到比较好的替代设计方案。新的流程帮助工程师在第一时间就得到正确的设计方案，减少了改进产品的成本。

ITW Delfast集团在巴西、中国、法国、德国、意大利、日本、西班牙、瑞典和英国都有分支机构。它的客户包括所有的汽车OEM厂商和一级、二级汽车

产品供应商。公司产品线包括卡扣、孔塞，热点火塞，制动和燃料线布线。ITW Delfast集团是ITW的子公司，ITW在全球52个国家拥有825个分公司，有60,000雇员。

复杂的分析挑战

Figure 1 显示由ITW Delfast生产的典型紧固件的有限元分析。塑料紧固件几乎都需要非线性分析，因为部件，特别是滑动锁扣(图1用绿色显示的网格)经历大变形。分析还需要考虑摩擦接触和塑料材料，以便精确分析插拔过程。另外，在使用和锁扣过程中存在复杂的载荷工况和边界条件，这些也需要在分析中予以考虑。

集团在每个国家都成立了相应的设计小组来帮助所在国家的客户根据他们的要求来设计各种类型的紧固件。过去只有ITW瑞典公司的Kristian Ostergren先生可以完成这些复杂的分析，Ostergren先生说：“过去我们大部分客户的设计都是通过测试方法来校验的。有时候，初始设计并不能符合要求。在这种情况下，我们不得不改变设计，并重新制造生产工具”。

“通过捕捉、创建模板，结合有效的分析实践，形成一套有效的工具供设计工程师使用”

通过公司以往的分析经验，我们发现，通过分析通常都是可以提高产品性能的，并使得产品能够符合设计要求，减少重复制造生产工具的情况。

Ostergren先生希望通过给设计工程师提供一套分析工具，让设计工程师可以在拥有有限的CAE知识的情况下进行非线性分析。Ostergren先生：“我曾经调研过CAD集成的分析工具，这些工具可以使只具有有限CAE知识的人员进行分析，但是我发现这些工具不能满足我们复杂非线性分析的要求。另外，我们的部门有各种不同的CAD系统，这也使得CAD集成的分析变得困难”。

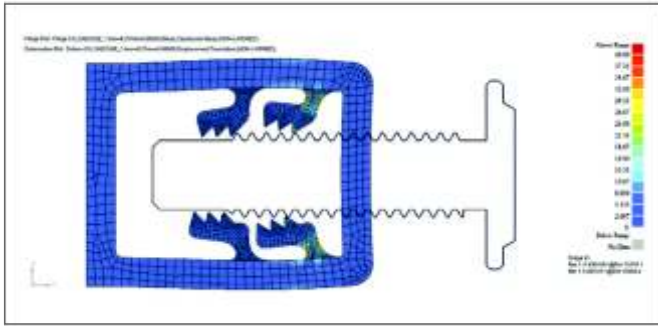


Figure 1: ITW Delfast紧固件的典型分析

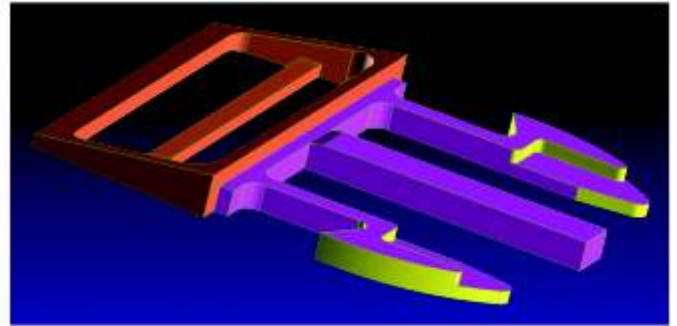


Figure 2: 不同颜色显示的面帮助用户查看现有网格设置

在模板中捕获最佳的分析实践

Ostergren先生选择了MSC软件公司的SimXpert作为工具，通过集成和自动化CAE分析流程来形成一套简单的分析工具，并将之提供给设计工程师使用。SimXpert可以让仿真分析专家建立分析过程中需要的所有模板，包括建模、分析设置、求解、生成报告等。

SimXpert的模板不仅仅是宏命令，它用 Python 语言封装了完整的数据接口，并支持循环语句、条件语句等高级功能。模板可通过录制操作过程得到，也可以通过专业的模板定制工作区来进行开发。

SimXpert的模板可以支持 MSC Nastran的线性和高级非线性、静力学和动力学结构分析等功能。SimXpert还提供机构运动学分析功能，可以做类似与Admas的刚柔耦合分析。MSC Nastran可以用于大变形、高度非线性、短时瞬间冲击和流固耦合分析。



Figure 3: 设置参数集中在一个用户界面



Figure 4: 不同分析结果的比较报告

Ostergren先生和MSC一起，开发了一套高度自动化的分析模板，用于精确分析现有设计。模板可以全自动的完成定义部件属性、生成对称约束、定义接触体、定义载荷、设置分析、提交分析作业和生成报告。同时，模板分析可以通过对话框方式一步步的手动进行，也可以半自动或者全自动进行。

确保高质量的网格

模板简化了优质网格的生成过程，而这是精度的重要保证。模板检查部件在不同区域的尺寸，然后建议网格的大小。这些区域通过颜色显示(如图2)。用户可以根据接触需要或者高应力区的需要，调整网格大小。

模板自动调整节点位置来提高网格质量。材料属性通过数据表单进行输入。模板提供了一个有效的方法使不同的用户可以共享材料数据。所有的设置参数集中在一个用户界面(见图3)，对于接触等设置都具有默认参数。

模板使得材料和边界条件的改变非常容易实现，因此分析新的设计变得很容易。用户重新定义材料、几何、接触、载荷或者是边界条件，然后模板根据更改的设计自动运行分析。

重复分析用于优化设计

模板还可以帮助用户维护分析目录树。每次分析使用唯一的文件名存在某一目录下。因此，各种不同设置之间的分析结果的比较变得容易，模板可以自动生成比较报告(见图4)。报告比较主要的分析结果。每次设计变更的位移结果都可以进行图形显示和比较，相应的载荷情况也一同进行显示。

设计工程师通过比较报告中颜色，查看应变集中区域。通常它们可以重新设计紧固件以降低应变值。一旦它们得到了可接受范围内的应变结果，分析工程师就可以考虑是否可以减少昂贵材料的使用量。Ostergren先生说，“在这个迭代过程中，我们的设计工程师通常可以优化设计性能30%。这使得我们的产品误操作情况下可以更好的避免失效，同时使用时间也更长。”

设计工程师通过一系列的培训可以对分析的主要环节进行把握。Ostergren先生说：“模板使得得到分析结果非常容易。培训让设计工程师可以得到更好的分析结果”。培训帮助理解分析设置和分析结果，在网格生成过程中产生高质量的网格也是培训的重点。此外，培训还教会工程师通过结果中可能出现的特殊现象判断潜在错误的方法。

“通过捕捉、创建模板，结合有效的分析实践，形成一套有效的工具让设计工程师使用” Ostergren先生总结到，“我们节省了大量的分析时间，优化了设计性能，减少了物理原型和加工费用。通过使用模板，我们可以更加有信心和能力去设计更复杂的产品”。