SOLIDWORKS Simulation 关于热应力模拟计算的探讨与设定

撰文 / 北京盛维安泰系统技术有限公司　李跃超

热应力是温度改变时，物体由于外在约束以及内部各部分之间的相互约束，使其不能完全自由胀缩而产生的应力，又称变温应力。在设备的工作温度分布有一定的跨度或者不同材料的热物性有较大相差时，就会产生热形变，同时热应力也是影响设备寿命的重要因素。借助 SOLIDWORKS Simulation 有限元分析模拟软件可以评估热场引起的应力与变形。

一、分析思路

计算热应力属于热与结构的耦合分析，首先需要计算设备在相应工况下的温度场分布，然后将温度分布结果输入到结构分析算例中，完成热应力的模拟计算。温度场的计算分为瞬态、稳态。瞬态问题中温度场分布与时间相关；稳态为温度场最终的平衡状态，与时间无关。结构分析分为线性静态、非线性静态及非线性动态。首先需要根据设备工况与关注问题选择温度场分析类型。

二、模型简化处理

模型的前处理在 SOLIDWORKS　CAD 环境中进行，处理原则为几何模型应正确表达分析问题，并在不影响分析实际问题的前提下减少计算量。

图 1 所示的箭头标记的细小特征信息，需要进行简化处理。细小特征的存在对温度分布、整体的刚度影响可以忽略；如果存在细小的特征需要更小的网格来离散此结构的特征，因为其相比整体结构尺寸很小，会造成网格量巨大，同时也会导致网格划分失败。

有限元分析模拟就是将实际的工况问题用适当的模型描述。几何模型与分析属性、边界条件一起用有限的单元网格来离散，此时得到的是一个数值计算模型。从实际分析的问题到一个合适、准确的数值计算模型，就是模型的前处理。

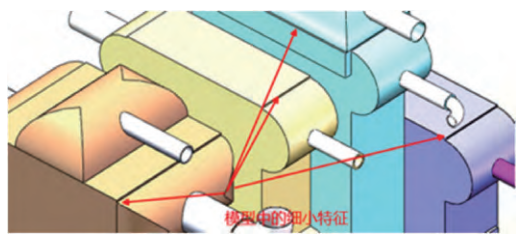

图 1

图 2 中，零件的细节小特征也需要压缩简化处理，分析的目的不是关注此零件的细节特征。

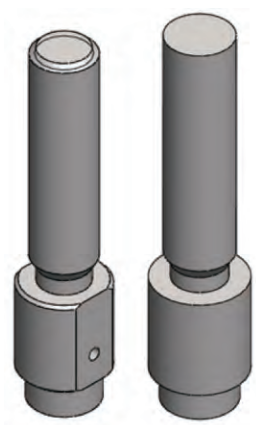

图 2

同时，需要对模型进行干涉检查，网格不允许有干涉存在（除非有过盈的接触设置）。还要处理无效的接触信息，例如悬空的同轴心配合、边线的相切等，如图 3 所示。

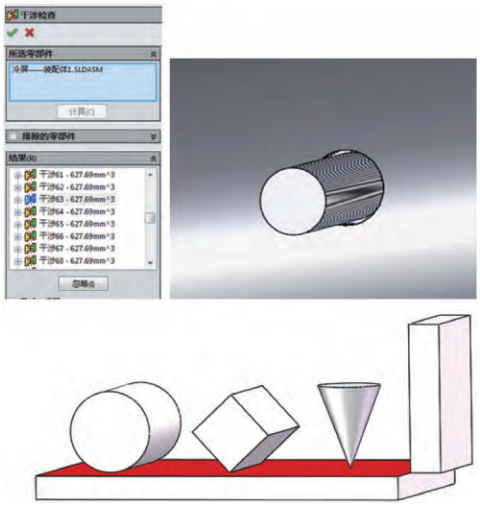

图 3

模型简化处理是工作最为繁琐的环节，通过这个步骤，可以将实际问题准确地转化为计算问题。只有建立良好的几何模型才能使有限元前处理的后续步骤顺利进行（有限元网格的划分、材料和物理特性的定义以及边界条件的施加等）。由于实际结构往往是十分复杂的，如果完全按实物建立有限元模型，实际上是不必要的，有时甚至是不可能的，因此在建立有限元模型时，常常需要对实体模型进行一些简化处理。

三、分析热算例定义

1. 选择分析类型

在新建的分析项目属性中选择确定瞬态或稳态分析类型，如图 4 所示。

图 4

2. 添加热算例材料信息

添加材料属性，在算例树中，右键单击选择零件，即可完成操作。软件可以从 SOLIDWORKS CAD 中继承材料信息，也可以在分析界面分别定义不同零件的自定义材料信息。算例类型使用的材料模型类型【线性弹性各向同性】，完善属性中红色标示的参数。如果分析算例中需要考虑较大温度跨度的情况，材料的属性需要与温度相关。温度分析定义材料的热导率、比热与温度相关曲线，材料属性选择完成指定标记，如图 5 所示。

图 5

3. 定义连接与热载荷

热算例的接触条件有热阻、接合和绝缘。热力分析热载荷包括，温度、对流、热流量、热量和辐射，如图 6 所示。

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn

图 6

4. 网格离散

采用高阶四面体实体单元离散模型，应用局部的网格控制细化网格。温度的计算相当于结构场中位移的计算，其收敛程度高，网格保证模型中较小尺寸在厚度方向上有两层网格即可。

可以先压缩其它所有的零部件，而只从一小部分零部件开始划分网格。如果一开始就对整个大型装配体划分网格，遇到网格失效，诊断失效的原因将变得近乎不可能。创建一个测试算例并加载一个简单的重力载荷，之后再划分网格，求解并检查变形结果。每次有序地解除压缩一部分零部件，然后在添加每组零部件后重复网格划分和求解。当创建大量相触面组时，这样可以消除大多数困扰，通过一个简单的流程来定位遗漏的相触面组，而不是从全盘来寻找遗漏部分。如果实体列表在您的算例中没有更新，请记得使用“更新所有零部件”命令。这种方法可以确保生成的接触面组易于管理。

5. 运行求解

可列举热力、热量图解，通过探测数据生成数据线图、剖解查看和动画查看等，如图 7 所示。

四、结构分析算例定义

1. 新建分析算例，选择分析类型

静应力分析算例（图 8）针对实际的工况有如下准则。材料是在线性阶段，不发生屈服、塑形变形；没有大变形，模型的整体刚度矩阵不变；载荷是缓慢施加（没有冲击）。

图 7

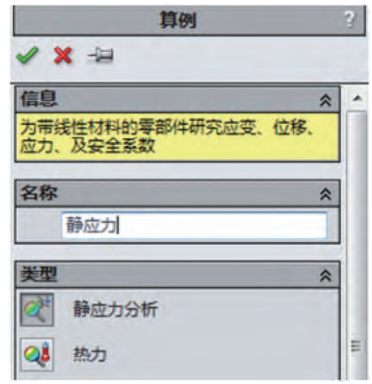

图 8

2. 材料设定

图 9 中，红色标记的材料属性为必须值，定义属性与温度相关。

图 9

3. 添加温度场热力载荷

右键单击算例，选择“属性 – 流动 / 热力效应”，如图 10 所示。

4. 瞬态热载荷添加

添加瞬态热载荷的操作如图 11 所示，首先设定非线性动态结构算例，设置计算步长与瞬态温度算例的时间步长一致。

SOLIDWORKSToolBox 实用技巧分享

供稿 / 北京科卓同创信息技术有限公司　马跃

一、引言

SOLIDWORKS ToolBox 是集成在 SOLIDWORKS 中的一个很实用的工具，里面包含丰富的标准件库，通过简单的拖拽即可完成标准件的调入、装配，十分方便。ToolBox 还允许企业定制自己的标准件库，来满足企业对于产品标准化设计的要求，同时 ToolBox 包含的功能可以帮助工程师应对不同的设计工况，极大地提升了工程师的设计效率。

SOLIDWORKS Toolbox 实际上是一个可以调用、读取的数据库，其中包含所支持标准的零件文件、标准件信息、配置和属性等。在用户使用其中的零部件时，ToolBox 会自动生成相关零件并添加该配置的信息。

二、ToolBox 的使用

Toolbox 是集成在 SOLIDWORKS 专业版以上版本中的功能插件，在 SOLIDWORKS 的设计库中（图 1）可以找到并激活、使用。

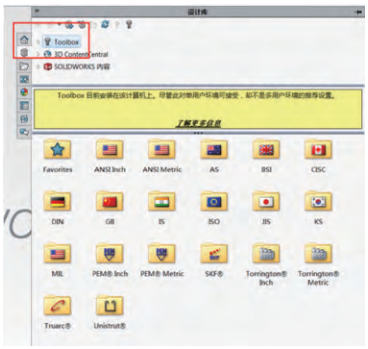

图 1 Toolbox 位置及包含标准

选择所需的标准，可以进入到第二级菜单，并可以浏览到更为细分的零件组织结构（图 2）。

如选取其中的【螺母】类零件，可以看到该目录下更为详细的零件分类（图 3），当然以上这些零件分类都可以根据企业自己的应用需求进行添加和删除，后文会对这一点

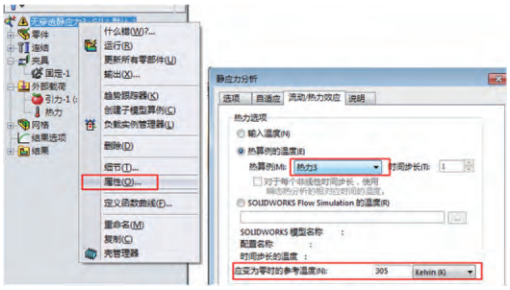

图 10

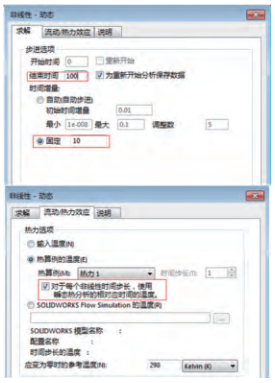

图 11

五、结语

无论是应对温度算例还是结构算例问题，模型的简化都是必须的。模型的简化要准确表达所关注问题。温度算例要注意材料相关属性与温度的变化，结构材料因为存在温度的跨度，所以也需要输入属性的相关曲线。SOLIDWORKS Simulation 结构分析可以读取温度算例结果文件作为结构分析载荷，实现温度与结构的耦合分析，正确描述热形变与热应力响应。

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn