

基于 CATIA 的压力容器封头复合材料应用分析

黑龙江工程学院 汽车与交通工程学院 吕德刚 侯志平 龚子棋 杨敏

在化工设备中，一些容器的功能需要通过频繁启闭来实现，同时还需要能承受一定的工作压力，通常情况下，这些压力容器封头都是金属制造的，因此在设计过程中，主要考虑其变形量的大小，复合材料的应用，不但能减小其变形量，还能降低其传热性、减轻重量，对于提高压力容器封头的性能有较大帮助。

一、前言

CATIA 被广泛用于航空、航天、汽车和模具等领域。无论是在零件设计、复合材料分析、应力分析等方面，都有较强的处理能力。该软件的主要优势在于，它能在满足零件设计要求的基础上，充分优化设计方案。可以精确、方便地建立、修改 3D 几何模型。同时还拥有处理复杂曲线和曲面的能力，与应力分析、运动分析组合在一起，极大地增加了装配件的设计速度，可扩展性极好，有利于后续改进设计。

二、封头的三维设计

对于压力罐体来说，其上安装的封头一般都采取了传统的螺栓加弹性垫片连接方式。而且传统压力容器都是钢制的，近年来随着复合材料的迅猛发展，其强度、刚度完全可以代替钢制容器，复合材料还有质量轻、不易生锈等优点，获得了广泛青睐。

本文利用 CATIA 设计软件对某复合材料模压方形盖体进行结构优化设计及模具设计。图 1 为某复合材料方形盖体的结构示意图，该复合材料方形盖体形状复杂，要求将均布 6 点固定，内部承受特定压力的情况下，圆角尺寸对于封头的高

度、直径无法改变，在此初设圆滑过渡角 R100，只要变形尺寸小于 0.1mm，受压后应力极限满足材料的安全要求即可。

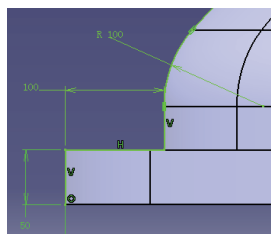


图 1 过渡角初选

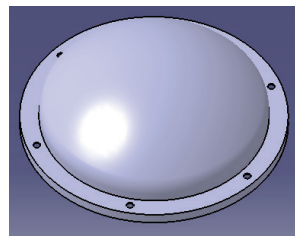


图 2 封头外形图

1、封头三维建模

根据图 1 所示的结构，利用 CATIA 设计软件中的零件设计模块建立三维实体模型（图 2）。

2、定义材料属性

进入 CATIA 软件中的 Composit Design（复合材料设计）模块，点击增加材料按钮，打开相应材料库，如图 3 所示。设定封头材料为 GLASS，如图 4 所示。将材料参数输入复合材料属性对话框 Composites Parameter 中。如图 5 所示，在对话框内设定材料参数，分别为（0，0）、（45，45）、（-45，-45）、（90，90）。设置完成后点击确定，目录树上同时出现相应参数设置，如图 6 所示。

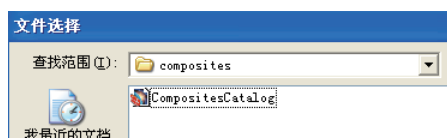


图3 添加材料库

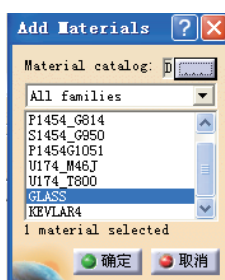


图4 复合材料选择

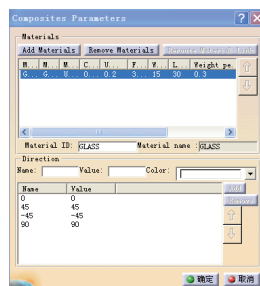


图5 复合材料设置

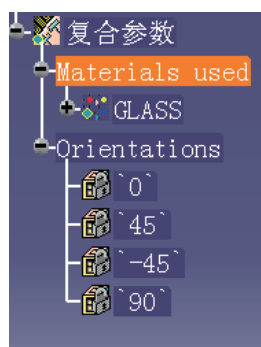


图6 复合材料参数

见最大变形位置在顶部, 最大变形量为 0.0221mm。

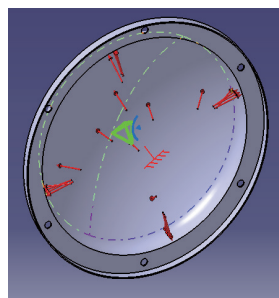


图7 复合材料选择

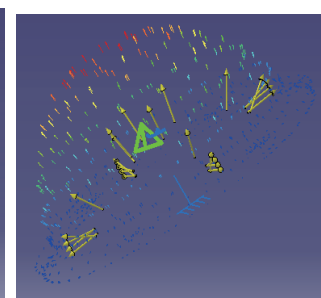


图8 复合材料设置

同时还应进行应力分析, 防止复合材料不能满足压力载荷下的安全性需要。对模型进行冯米斯应力分析, 应力图如图 10 所示。

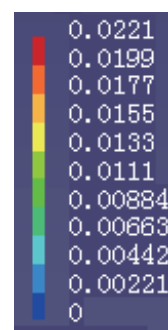


图9 复合材料参数

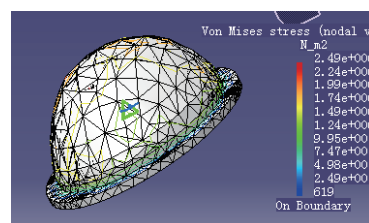


图10 复合材料参数

从图 10 中可以看出, 最大应力处于顶端, 仅 2.49MPa, 玻璃纤维的强度高达数千兆帕, 故安全性能完全能够保证。

三、有限元分析

1、网格划分

进入 CATIA 设计软件中的 Generative Structural Analysis (有限元结构分析) 模块中, 使用高级网格划分工具进行网格划分, 如不手动划分网格, 系统即自动划分网格, 本设计采取自动划分方式。

2、约束与加载

首先对封头模型进行约束, 对螺栓孔所在平面设定夹持 Clamp 约束, 施加载荷在 Loads (载荷) 工具栏内的 Pressure (压强) 对话框中输入 $30000\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ (N/m^2), 在方形盖体模型内部施加 0.03MPa 的均匀压力载荷, 约束及加载标志如图 7、图 8 所示。

3、计算结果与分析

约束和加载完成后, 点击 Compute (计算) 工具便可对模型进行计算, 计算结束后, 点击“位移显示”图标, 显示出变形量的位置、方向和大小, 具体数值如图 9 所示。可

四、结语

采用 CATIA 软件多个模块组合进行的压力容器封头设计成功, 所设计的复合材料封头, 具有质量轻、变形小、不易导热的特点。随着新技术的普及和应用, 部分传统的加工方式也必须不断更新, 使用复合材料代替传统材料是完全可行的。CATIA 作为在三维设计领域的一种专业软件, 在零件受力分析、复合材料应用等方面, 都有较强的处理能力, 可以在各种创新设计中广泛应用。IM