

Solidthinking-Inspire 在机械产品升级优化中的应用

撰文 / 安徽合力股份有限公司 钟继萍 陈春梅
工业车辆安徽省重点实验室 常亮

本文以某油缸支座改进设计过程为例，借助于 Altair 公司的 Solidthinking-Inspire 软件，详细阐述了软件在产品改进设计过程中发挥的作用，结果表明：在设计出最优的产品时能有效的提高设计效率。

一、引言

在对现有机械产品进行改进设计时，产品设计工程师容易受现有产品结构的束缚，形成思维定式，难以进行创新。而这几年蓬勃发展的拓扑优化技术恰恰可以帮助设计人员找到新的设计灵感，帮助他们掌握正确的设计方向。然而掌握拓扑优化技术，需要一定的力学、CAE 等方面的理论知识，在企业中，这项工作往往由 CAE 工程师在 CAE 平台来完成。这样，一次完整的优化流程需要产品设计工程师在 CAD 平台完成设计后，由 CAE 工程师导入 CAE 平台进行分析优化，之后再反馈优化结果到产品设计工程师在 CAD 平台进行改进设计。沟通不畅、互相专业领域的不了解、跨 CAD/CAE 平台间频繁模型切换的不畅等因素实际上影响了拓扑优化技术应用的更加普及。

Altair 作为 CAE 行业中一个优秀的软件供应商，提出了“以仿真驱动设计”的理念，以先进的 OptiStruct 优化求解器为基础，将优化的功能提到设计流程前端，开发了概念阶段优化和分析软件 Solidthinking-Inspire。

二、Solidthinking-Inspire 软件简介

Solidthinking-Inspire 颠覆性的将建模，仿真分析，

拓扑优化技术集合到了一个软件平台下，它有以下特点。

(1) 专为产品设计工程师量身定制，它不像大型的 CAE 软件有大量的菜单，界面简单易懂，具有亲和力。

(2) 软件使用操作简单，容易理解，界面及帮助有中文版本，不像大型的 CAE 软件多为英文版本，方便英文基础较差的工程师使用。

(3) 淡化 CAE 知识，不需要任何 CAE 背景知识，只需对产品设计有一定的了解，即可通过软件进行优化设计，来获得和判定优质的结构。

三、Solidthinking-Inspire 在油缸支座改进设计中的应用

基于 Solidthinking-Inspire 软件强大的建模，分析及优化功能，我们以一个油缸支座的改进设计为例，来看看 Solidthinking-Inspire 如何应用到机械产品升级优化中。

1. 静强度分析

某款油缸支座原为焊接结构（图 1），原结构由两块竖板，一块弯板，一块筋板焊接而成，焊接结构重 32.35kg，随着部件的改进升级计划改为铸钢结构，设计人员需要设计出一个新的铸钢结构油缸支座，要求相比原始结构更轻，更

耐用。首先将原焊接结构导入 Solidthinking-Inspire 进行静强度分析。

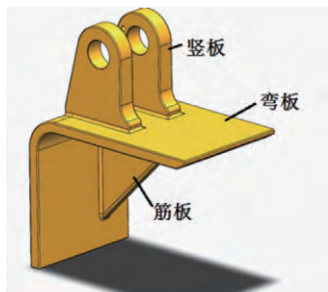


图 1 油缸支座原焊接结构

通过结构仿真模块，快速的定义材料属性，载荷、约束等边界条件，单元大小后即可点击分析进行静强度分析。之后就可以查看位移，安全系数，米塞斯等效应力等结果，可以看出结构最大应力 205MPa。



图 2 应力分布云图

2. 几何体简化

几何体简化功能能直接在 Solidthinking-Inspire 软件中对原始模型进行修改，避免了跨平台的软件切换引起的不便，它只需简单操作就可以实现查找和删除凹坑、孔，查找和删除圆角和倒角，推 / 拉面等功能。大大节省了更改模型的时间。

以本文中的油缸支座为例，点击简化几何体中的孔功能，如图 3 所示，软件自动搜索模型中的孔洞并红色高亮显示，并可以通过调整搜索容差进行搜索，也可以手动将高亮显示的孔中不需要删除的去除，之后点击删除按钮，软件即自动将一些不需要的孔去除。

同样的操作方法，软件也可以自动去除圆角、倒角。如图 4 所示。这样就得到一个简化完成的几何体，用于后面

的优化工作。



图 3 自动去除孔及凹坑



图 4 自动去除圆角及倒角

3. 拓扑优化

(1) 定义设计空间与非设计空间。

所谓设计空间就是优化前的初始结构，通过优化计算，挖掉设计空间中的多余部分，所剩部分构成的形状被认为是结构优化的结果。非设计空间即不希望优化软件进行材料去除的区域，一般为边界条件加载位置及与其他部件的连接位置，本项目中直接将油缸支座的加载孔位置和周围的约束位置分离出来作为非设计空间。

接下来通过之前的静强度分析结果及油缸支座的成型、安装方式等因素来调整设计空间：分析结果显示支撑油缸竖板根部应力较大，但由于竖板受安装限制不能改动过大，因此将筋板与弯板连接处填实来寻找最佳的材料分布；为了寻找筋板的最佳布局将筋板拉伸到两端。并将上述部分设为设计空间，如图 5 所示，红色为设计空间。

(2) 定义边界条件及形状控制。

载荷和约束与之前进行静强度分析时的相同，由于采用同一个软件，边界条件直接继承了之前的分析，这里并不



图5 设计空间及非设计空间

需要重新定义。由于采用铸钢结构,为方便铸造工作中拔模,形状控制设置双向拔模。

(3) 拓扑优化。

点击优化,设置优化目标为刚度最大,质量目标为设计空间的30%,之后运行优化。优化完成的结果如图6所示。从优化结果可以看出,竖板和弯板连接位置材料布置对结构受力贡献很大,而筋板在两侧布置效果最好。

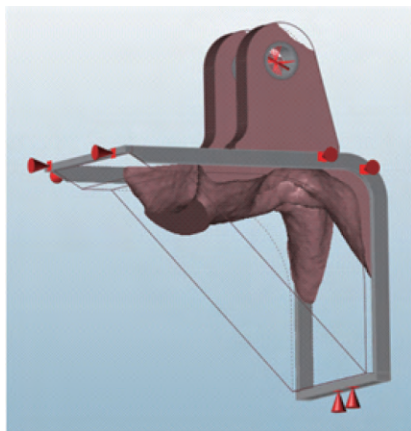


图6 优化结果

4. 模型再设计

根据前面的优化结果,在CAD软件中重新设计了新的油缸支座,主要改动包括:改小了弯板的厚度,在竖板和弯板连接处增加了材料;筋板调整到两侧。改进后的模型如图7所示,新结构重29.62kg。

5. 结果评价

为了验证新结构是否优于老结构,再次将新结构导入Solidthinking-Inspire中,如前文所述再次进行静强度计

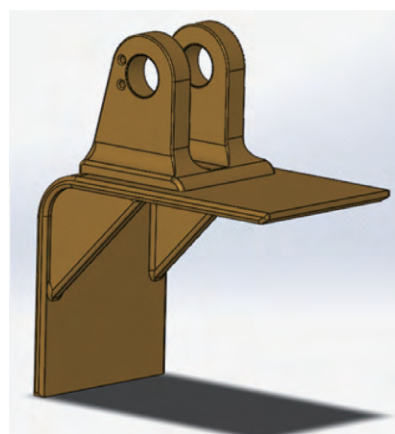


图7 新设计的油缸支座

算,计算结果如图8所示,新结构最大应力仅为92MPa



图8 新油缸支座应力云图

四、结语

通过运用Solidthinking-Inspire软件对油缸支座进行了优化及改进设计,模型的分析、简化和优化整个过程均在Solidthinking-Inspire软件中完成,避免了软件的切换,大大提高了设计效率,另一方面新结构相比老结构得到了很大的优化,重量减少了2.73kg,同时应力减少了113MPa。