

基于Ansys workbench 发动机右上支架体的设计

□ 新兴重工湖北三六一一机械有限公司 / 徐长成 李存靖 万龙飞
□ 湖北鼎誉环保科技有限公司/ 龚欣荣

发动机右上支架体是发动机系统中的关键结构件，其直接关系到整个车辆系统的可靠性，本文利用Ansys workbench工具，对发动机右上支架体进行了强度、模态校核，并对不符合要求的部分做出了优化设计。

发动机右上支架体主要用于发动机的固定，是发动机系统中的关键承载结构件，其好坏直接影响到车辆系统的可靠性，因此对它的力学性能要求较高。在满足它力学性能的基础上，为进一步减轻汽车质量，使用Ansys workbench对其进行减重设计。

发动机右上支架体材料、载荷、判定标准

(1) 材料。其材质为铸铝材料，材质AS7G03 Y33，主要力学性能见表1。

(2) 载荷。该零件通过三个螺栓与发动机联接，在杆处通过另外一个联接件与车架联接，零件受力如图2所示（最大载荷均单独加载）。

(3) 判定标准。本支架根据第四强度理论判定（即Von-Mises屈

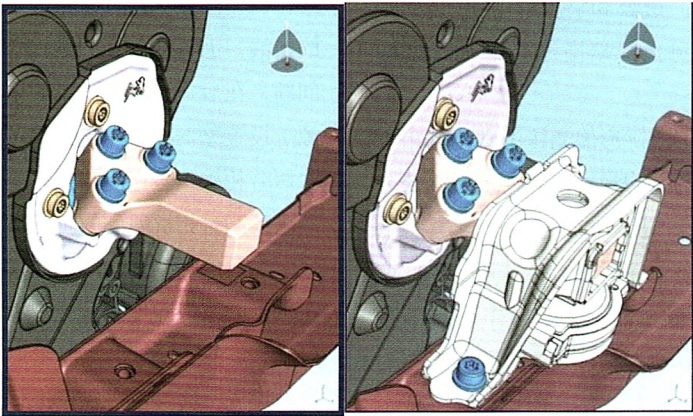
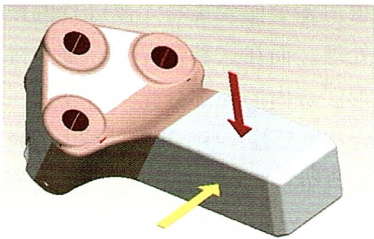


图1 发动机右上支架在发动机中的装配

表1 AS7G03 Y33合金力学性能

刚性模数/GPa	泊松比	密度/(kg·m ⁻³)	抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 R_e /MPa
74	0.33	2 680	270	190



载荷	预加载荷 /N	最大载荷 /N
F_{x+}	—	5 100
F_{x-}	—	5 100
F_{z+}	1 020	8 500
F_{z-}	—	5 000

图2 支架体受力图及载荷

服准则)。Von-Mises等效应力可以表示为:

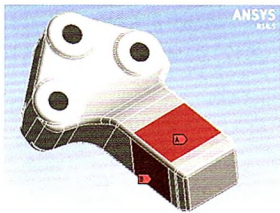
$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

强度验收条件表示为:
 $\sigma_r \leq [\sigma]$ (式中 $[\sigma]$ 为材料的许用应力。)

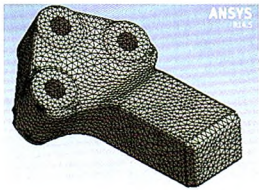
模态验收条件表示为:一阶预紧力模态>650Hz。

发动机右上支架体的计算

(1) 数学模型。几何模型质量0.396kg。几何模型经虚拟拓补后划分网格,节点数77 071,单元数52 317,单元质量平均值0.82,最小值0.2,最大值0.99,如图3所示。



(a) 几何模型



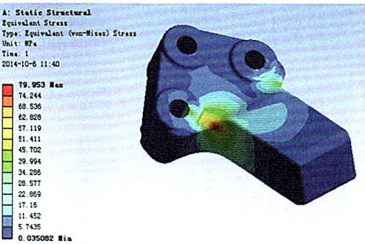
(b) 网格模型

图3 支架体数学模型

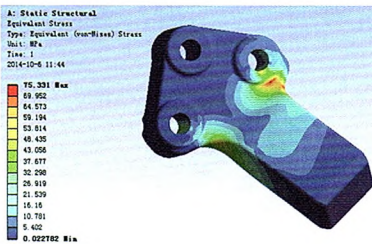
(2) 计算结果。静力分析是计算机械结构在各种静力载荷或者随时间变化的近似(或等价)静力载荷作用下的效应(如应力、应变等),这类分析不考虑结构惯性和阻尼的作用,主要是对机械结构的刚度、强度等进行校核及分析。按照该支架体所受载荷情况,计算结果如表2和图4~图6所示。

表2 支架体静力分析计算结果

受力条件	计算结果		判定标准	结论
$F_{x+}=5100N$	最大应力/MPa	79.95	<190MPa	合格
$F_{x-}=5100N$		75.33		合格
$F_{z+}=8500N$		288.27		不合格
$F_{z-}=5000N$		120.52		合格
$F_{z+}=1020N$	一阶预紧力模态	2 611.9Hz	>650Hz	合格

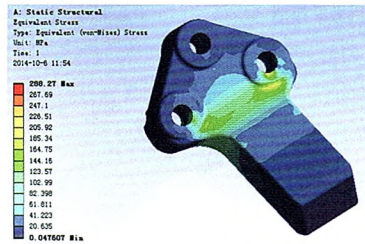


(a) $F_{x+}=5\ 100N$

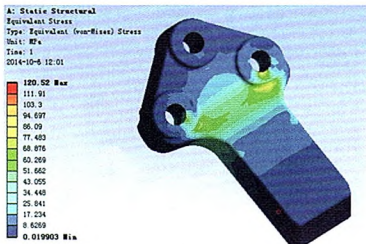


(b) $F_{x-}=5\ 100N$

图4 F_x 方向载荷零件的应力云图

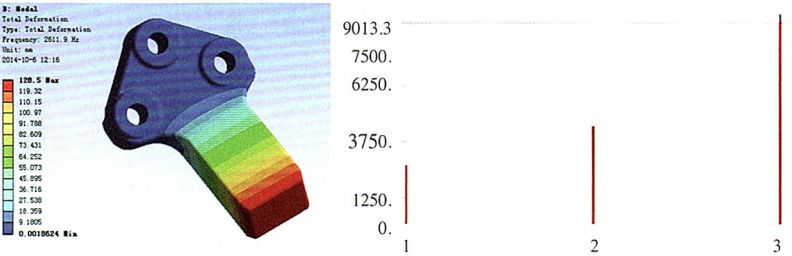


(a) $F_{z+}=8\ 500N$



(b) $F_{z-}=5\ 000N$

图5 F_z 方向载荷零件的应力云图



(a) 为一阶模态

(b) 为前三阶模态梯形图

图6 $F_{z+}=1\ 020N$ 预紧力零件的模态云图

发动机右上支架体的改进

由表2可知,仅当 $F_{z+}=8\ 500N$ 时,右支架体不合格,下面以此为基准进行讨论。利用Ansys workbench自带Capped Isosurface工具,可以查看Von-Mises大于190MPa的位置,且支架体柄处Von-Mises明显偏低(见图5a),由

进一步优化的可能,如图7所示。

对支架体底面圆柱孔分别切除同心凹台,顶面做凹陷处理,如图8所示,修改后支架体计算结果如图9所示,计算结果如表3和图9~11所示。

产品试验

按图2(支架体受力及载荷)

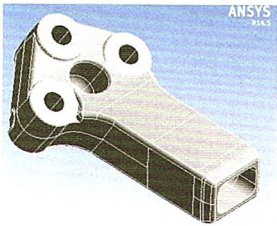


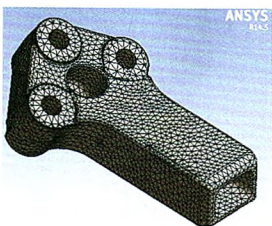
图7 $F_z=8500\text{N}$ 时零件的应力云图 (Von-Mises $>190\text{MPa}$ 分布)

表3 支架体修改后静力分析计算结果				
受力条件	计算结果		判定标准	结论
$F_x=5100$	最大应力/MPa	116.04	$<190\text{MPa}$	合格
$F_x=5100$		117.88		合格
$F_z=8500$		185.1		合格
$F_z=5000$		133.46		合格
$F_{zx}=1020$	一阶预紧力模态	2742.3Hz	$>650\text{Hz}$	合格

注：修改后几何模型质量0.336kg，相对原模型减重15.15%。

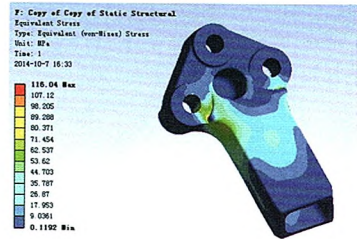


(a) 几何模型



(b) 网格模型

图8 支架体修改后数学模型

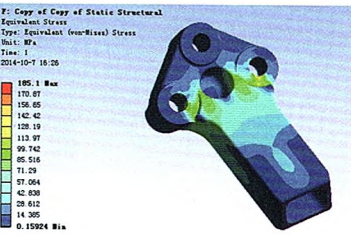


(a) $F_{x+}=5100\text{N}$

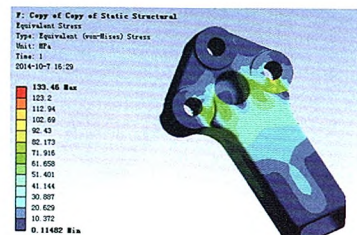


(b) $F_{x-}=5100\text{N}$

图9 F_x 方向载荷零件修改后的应力云图

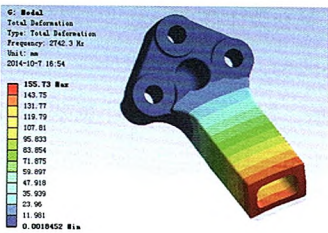


(a) $F_{z+}=8500\text{N}$



(b) $F_{z-}=5000\text{N}$

图10 F_z 方向载荷零件修改后的应力云图



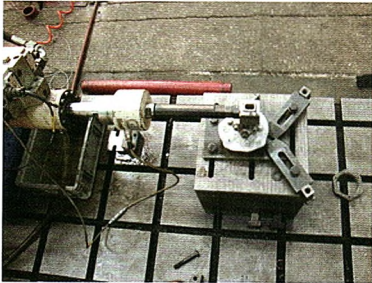
(a) 一阶模态



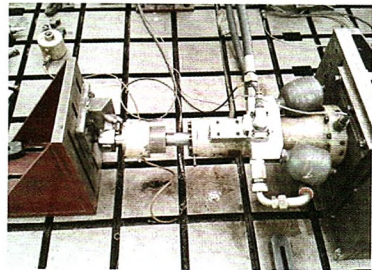
(b) 前三阶模态梯形图

图11 $F_{zx}=1020\text{N}$ 预紧力零件修改后的模态云图

采用电液伺服系统对发动机右上支架体进行了强度试验， F_x 、 F_z 缓慢加载往复各20次，试验过程如图12所示，试验后支架体如图13所示。

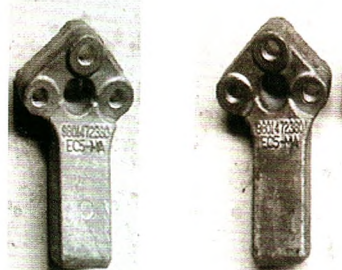


(a) F_x 方向载荷



(b) F_z 方向载荷

图12 发动机右上支架体试验



(a) $F_x=-5100\sim5100\text{N}$ (b) $F_z=-5000\sim8500\text{N}$

图13 发动机右上支架体试验后照片

结语

由图13可知，支架体并未发生较大变形或破坏，符合设计要求。

该发动机右上支架体已投入实际生产阶段，年产十万件以上，经装机后并未发生大的质量问题。

利用Ansys workbench工具，能在产品设计初期对零部件进行强度、模态、优化设计等，有效的节约产品试制过程中人力、物力。AME