

# 基于 ANSYS 参数化设计语言的液压式轮胎硫化机横梁模型建立与分析

冯水安, 李竹姑

(福建华橡自控技术股份有限公司厦门研发中心, 福建 厦门 361008)

**摘要:**通过 ANSYS 参数化语言建立 52 英寸新型液压式轮胎硫化机横梁的有限元模型, 并对其进行应力和应变分析。结果表明, 通过合理选择主要板件厚度可以有效减小横梁质量及提高其强度和刚度。

**关键词:**液压式硫化机; 横梁; 有限元模型; ANSYS; 参数化设计

子午线轮胎对性能要求较高, 采用机械式硫化机生产很难满足其性能尤其是均匀性能要求。新型 52 英寸液压式轮胎硫化机在综合机械式硫化机与普通液压式硫化机优点的基础上, 采用新式结构, 且重要零部件通过有限元分析, 提高了各项技术指标, 满足高等级子午线轮胎的制造要求。新型 52 英寸液压式轮胎硫化机是未来一段时间内轮胎制造企业扩能和设备升级所采用的主要硫化设备, 而横梁是液压式轮胎硫化机的重要组成部分, 其机构设计合理与否直接影响硫化机使用性能、安全性能、可靠性能、经济性能。

ANSYS 参数化设计语言 (APDL) 是用来完成有限元常规分析操作, 或通过参数化变量方式建立分析模型的本语言, 可自动完成有限元分析, 是完成优化设计和自适应网格的基础工具。APDL 可完成尺寸、材料、载荷、约束和网格密度等设计操作, 可大幅减小重复工作量。

## 1 建立有限元模型

### 1.1 建立实体模型

由于几何形状和载荷的对称性, 取 1/4 轮胎

硫化机横梁为研究对象。建立 1/4 横梁模型的具体程序如下:

```

/PREP7
CYL4, , ,152.5, , , ,32
CYL4,370, ,40, , , ,32
CYLIND,225,152.5,0,-50,0,90,
VSBV, 1, 2
VSBV, 5, 3
wpoff,0,0,32
BLC4,200, ,20,172,359
BLC4,639, ,46,385,364
BLC4,0,172,639,28,364
wpro, ,90.000000,
wpoff,0,0,-172
CYLIND,10,0,0,-28,0,90,
wpoff,559,294,0
CYL4, , ,30, , , , -28
VSBV, 5, 7
VSBV, 8, 6
wpro, , -90.000000,
BLC4, , ,660,250,32
wpoff,-559,-172,72
BLC4, , ,660,250,28
CYL4, , ,40, , , ,28
CYL4,370, ,50, , , ,28
VSBV, 6, 7
VSBV, 9, 8
wpoff, , ,28
CYLIND,190,0,0,10,0,90,
wpoff, , ,10
CYLIND,140,0,0,-7,0,90,
VSBV, 7, 8
CYLIND,40,0,0,-10,0,90,
VSBV, 9, 7
wpro,90.000000,90,
wpoff,280,-220,685
CYLIND,85,60,0,55,0,360
CYL4,0,0,60, , , ,116

```

实体模型如图1所示。

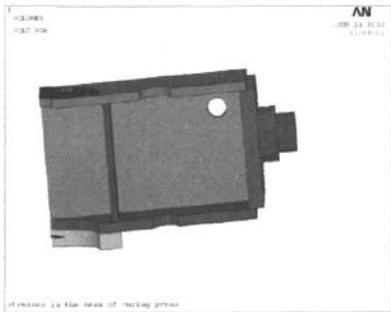


图1 横梁1/4实体模型

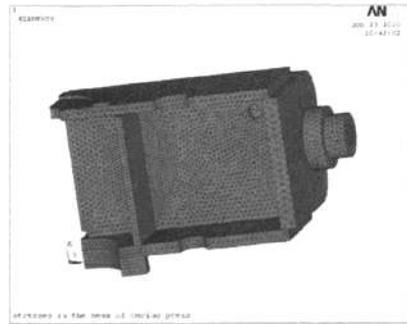


图2 横梁有限元模型

### 1.2 定义单元类型、材料参数

模型中隔板和下法兰采用 SOLID45 单元,该单元通过 8 个节点来定义,每个节点有 3 个沿着  $x, y, z$  方向平移的自由度,可进行映射划分;其他部分均采用 SOLID92 单元,该单元通过 10 个节点来定义,每个节点有 3 个沿着  $x, y, z$  方向平移的自由度,有二次方位移和能够很好划分不规则的网格。材料类型和单元特性定义参数化语言如下:

```

/PREP7                ! 进入前处理器
ET,1,SOLID92          ! 定义单元类型 1
ET,2,SOLID45          ! 定义单元类型 2
MP,EX,1,,2.06e11      ! 定义弹性模量
MP,PRXY,1,,0.3        ! 定义泊松比
    
```

整个横梁框架按 Q235-A 材料(碳素结构钢)属性定义,材料属性如表 1 所示。

表 1 横梁材料属性

参数	数值	描述
$E_X$	$(2.06 \times 10^{11}) \text{ Pa}$	钢材弹性模量
$P_{RXY}$	0.3	钢材泊松比
$\sigma_s$	235 MPa	钢材屈服强度
$\sigma_z$	380 MPa	钢材抗拉强度

### 1.3 网格划分

网格划分是有限元分析时关键的一步,根据不同零件控制网格尺寸后再执行网格划分,从而划分出质量较好的网格单元,单元数为 321925。

网格划分后的横梁有限元模型如图 2 所示。

## 2 施加载荷和求解

硫化机工作时合模力施加在下法兰面上,在销轴处施加全约束,在 2 个对称面上施加对称约束,在下法兰面上施加压力载荷。压力  $P$  为:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{2200000}{\frac{\pi}{4}(450^2 - 305^2) \times 10^{-6}} = 2.56 \times 10^7 \text{ Pa}.$$

加载后的横梁有限元模型如图 3 所示。

## 3 应力和应变分析

### 3.1 应力

横梁应力分析结果如图 4 所示。

从图 4 分析得出,横梁最大应力部位在腹板开口处,此处为局部应力集中,对整个横梁的强度影响不大。虽然最大应力部位在腹板开口处,可是按实际硫化机工作载况,最易产生变形的部位应在下法兰内圆孔处,这部位的最大强度为

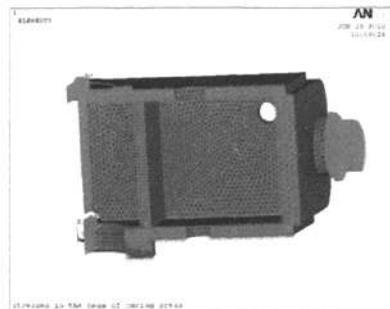


图3 加载后的横梁有限元模型

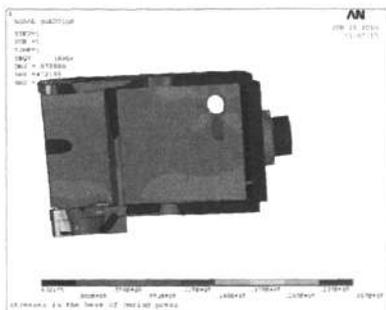


图4 横梁应力分布

216 MPa,根据 Q235-A 材料属性可知,此部位的屈服强度为 235 MPa,即横梁弹性变形区域的强度满足要求。

### 3.2 应变

横梁应变结果分析如图 5 所示。分析得出,横梁下法兰处产生的变形最大,最大变形量为 0.873 mm,横梁的刚度满足要求。

## 4 结语

APDL 对于设备部件有限元模型建立具有重

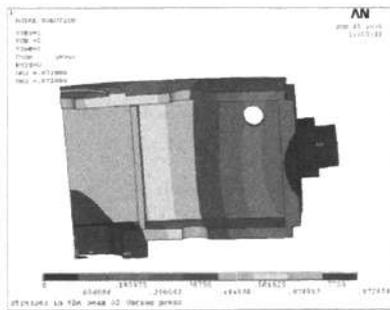


图5 横梁框架应变状况

要意义。基于有限元分析过程,可以对设备结构进行进一步迭代优化设计,从而得到最佳形态结构,在达到设备设计要求的同,既节省了设备生产用材料,又提高了设备强度。

本设计优化结果表明,通过合理选择主要板件厚度可以有效减小新型 52 英寸液压式轮胎硫化机横梁质量及提高其强度和刚度,对横梁的设计具有实际意义。

参考文献:略

▲我国已成为世界上最大的汽车销售市场和轮胎生产国,产生的废轮胎量也在急剧增加。2009年,我国汽车销售量约为 1365 万辆,轮胎产量达到 3.8 亿条,而废轮胎的产生量超过了 2.2 亿条。因此,大力发展废轮胎的综合回收利用,对环保和节能减排的意义重大。 果亦

▲青岛双星轮胎工业有限公司高性能子午线轮胎和冬季冰雪泥泞路面专用载重汽车全钢子午线轮胎项目顺利通过青岛市经贸委和青岛市科技局联合组织的新产品、新技术鉴定,专家委员会认为这 2 项科技成果均达到国际先进水平。

王开良

▲近日,上海宝钢化工公司出台了《宝钢化工 2010~2015 年发展规划》。该公司规划将在煤化工老装置升级改造的基础上,形成 100 万 t 焦油

加工、35 万 t 粗苯加工和 30 万 t 炭黑的年生产能力。宝钢化工是与宝钢钢铁主业配套发展的资源利用型产业,目前焦油年处理量 75 万 t,各类化工产品 100 万 t,其中炭黑产能 14 万 t。 国艺

▲玛朗贡尼胎面翻新北美公司宣布,美国亚利桑那州凤凰城的郊狼(Coyote)轮胎翻新公司最近加入北美玛朗贡尼轮胎翻新经销商网络,成为该网络的成员之一。该网络为其成员提供操作培训和技术指导,以提高工程机械子午线轮胎翻新的质量,延长使用寿命,改善燃油经济性。

国轶

▲据相关部门公布的数字表明,2010 年我国轮胎产量同比增长 10.5%,约 4.2 亿条。预计到 2015 年底轮胎产量将达到 5.7 亿条。

郭轶