

# 基于 TRIZ 理论对保险杠线束固定方式的研究

戢健 王恒

(东风彼欧汽车外饰系统有限公司, 武汉, 430056)

**摘要:** 现在汽车更新换代的速度越来越快, 小改更频繁, 如汽车保险杠上新增雷达或者摄像头等电子设备, 就给汽车总装带来了新的问题。有线束就需要固定线束的安装点, 线束通过卡扣安装点固定到保险杠上, 而现有的线束安装点有两种方式: 一种是直接在前表皮模具 B 面增加筋片结构来实现; 另外一种为胶带粘贴。为此基于 TRIZ 理论来对此进行研究, 得出比较合理的方案。

**关键词:** TRIZ, 线束, 保险杠, B 面

## 一、引言

TRIZ 理论是由前苏联发明家阿奇舒勒在 1946 年创立的, 阿奇舒勒发现任何领域的产品改进、技术的变革、创新和生物系统一样, 都存在产生、生长、成熟、衰老、灭亡, 是有规律可循的。人们如果掌握了这些规律, 就能主动地进行产品设计并能预测产品的未来趋势。以后数十年中, 阿奇舒勒穷其毕生的精力致力于 TRIZ 理论的研究和完善。在他的领导下, 前苏联的研究机构、大学和企业组成了 TRIZ 研究团体, 分析了世界近 250 万份高水平的发明专利, 总结出各种技术发展进化遵循的规律模式, 以及解决各种技术矛盾和物理矛盾的创新原理和法则, 建立一个由解决技术、实现创新开发的各种方法、算法组成的综合理论体系, 并综合多学科领域的原理和法则, 建立起 TRIZ 理论体系。

## 二、问题的提出

保险杠新增雷达或者摄像头, 就随之增加了线束, 无固定的线束越长就越易脱落。

## 三、参数的提出与矛盾矩阵的分析

线束相对保险杠需要是静止状态, 在重力和汽车加速减速过程中惯性而产生的作用力也是影响线束脱落的主要原因。矛盾参数也就静止物体的长度与力。

查找矛盾矩阵表可以得出以下解决办法有: 机械系统代替原理、预先作用原理。如下表 1 所示。

表 1

技术冲突	矩阵元素	选定的发明原理	发明原理名称
静止物体的长度/力	【4,10】	【28】	机械系统替代原理
		【10】	预先作用原理

针对机械系统代替原理, 并不适用于汽车线束, 这里不做相应的分析。

这里可以采用预先作用原理的方案: 直接将线束固定到保险杠蒙皮 B 面。通常可有两种处理方式:

- 1、在现有保险杠上增加线束筋片结构, 通过更改现有保险杠注塑模具;
- 2、新增线束支架贴 3M 胶带粘贴。

实际生产中两种方案都有应用, 只是第一种方案受注塑模具本身结构的影响很大, 注塑模具里面有冷却水路、热流道等结构的地方就没有办法增加线束支架结构。第二种胶带粘贴方案也会有带来了易掉的风险, 尤其是后保险杠又有排气管等高温零部件, 如果发生线路松垮, 就容易导致线路短路引起汽车自燃的严重后果。

## 四、现有的两种方法的分析与总结

### 4.1 保险杠上增加线束安装筋片结构

当改款车型保险杠新增电子设备,其线束在保险杠内部布置完善后,选择保险杠合适的位置增加线束结构安装点,线束结构点的大多数呈现的形式是筋片。如图 1 所示,线束上带有金属卡片可以安装卡紧到筋片上,增加这种结构就需要直接在注塑模具上增加相应的筋片结构来实现,而注塑模具内部结构比较复杂,包括冷却水路、热流道等结构,在有结构的位置再新增筋片就很难实现。另外保险杠本身形状也比较复杂,尤其是两侧,在汽车坐标系下沿 X 方向脱模角度较小部分有负角,而且 Y 向有变形,在大多数保险杠上这些部位再增加筋片结构又要满足安装要求又要在保险杠表皮不产生缺陷前提下很难实现。即使在保险杠靠近 X 轴向的附近位置相对来说容易实现增加筋片结构,但是对于这种大型模具需要改模就需要为在生产的产品建立足够的库存,需要将模具运输到模具加工厂进行拆卸再加工相应的结构,最后再将模具装配起来,试模验证,再运输回制造厂,其间周期大概在 2-3 周时间。

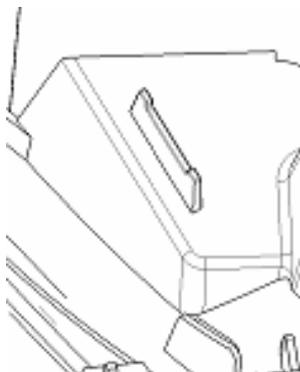


图 1 某车型的保险杠线束安装点

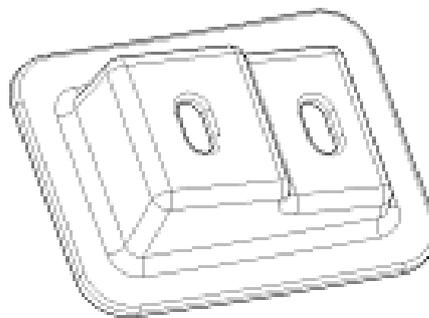


图 2 某车型的保险杠线束支架

### 4.2 新增线束支架贴 3M 胶带粘贴

胶带粘贴的方式比较简单,直接用 3M 胶带将线束支架粘接到保险杠蒙皮 B 面,然后线束卡接到线束支架上,如图 2 所示。但是保险杠的型面复杂,为了线束支架能够贴合一个保险杠 B 面,不同位置的安装点都需要开发一个能够贴合保险杠 B 面的线束支架,一个保险杠差不多需要 4 到 6 个线束支架,增加了成本,也带来了装配不变性。

通常在保险杠两侧加筋片比较难实现的区域采用增加线束支架的方式。

## 五、对现有线束支架方案的矛盾矩阵的分析

现有线束支架方案有很大局限性,没有办法通用,适应性太低,而且不同的保险杠也不能通用,同一个保险杠不同位置也需要开发新的线束支架,成本太高。线束粘接区域的不同相当于运动物体面积不一样与适应性与通用性之间的矛盾,如下表 2 示。

表 2

技术冲突	矩阵元素	选定的发明原理	发明原理名称
运动物体的面积/适应性和通用性	【5,35】	【15】	动态特性原理
		【30】	柔性壳体或薄膜原理

动态特性原理:保险杠 B 面是静止的,那就要求线束支架安装面是“动态”的能够适应于保险杠的不同型面。

柔性壳体或薄膜原理:线束支架做成柔性的壳体,可以采用把安装面减薄的方式实现。

## 六、柔性线束支架

通过以上 TRIZ 理论的技术冲突分析和发明原理的方案, 可以得出指导思路: 线束支架安装面做成柔性的薄面结构。

### 6.1 柔性线束支架的原理

因保险杠形面复杂, 有些地方大致是平面有些大致是凹面有些大致是球面, 这些不一样曲面上需要安装同样的一种线束支架, 就需要线束支架安装面能够适应于不同的形面, 从“割圆法”的原理出发, 如图 3 示, 安装面 2, 设计有纵横若干槽口 4, 在粘贴压紧力的作用下, 安装面 2 会发生形变, 如图 4 示, 从而能够贴合保险杠 6 内侧的大多部分曲面, 其中 5 是 3M 胶层。

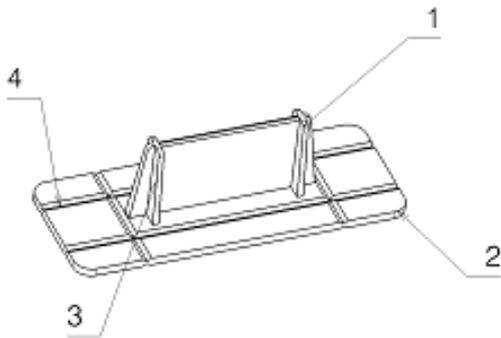


图 3 线束卡座结构图

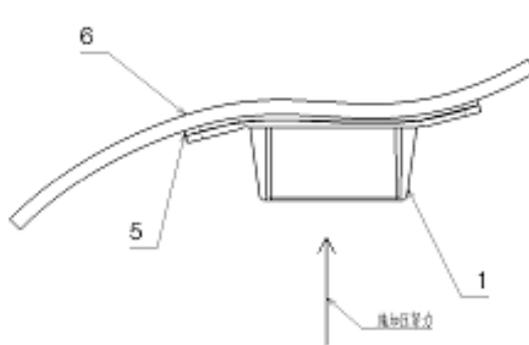


图 4 线束卡座贴合原理图

### 6.2 柔性线束支架的设计

#### 6.2.1 材料的选型

保险杠的材料大多数都是采用 PP, 考虑到 3M 胶同种材料粘接性能稳定和 PP 材料本身韧性较好, 强度也较好, 在这里的线束支架也就选择 PP 材料。

#### 6.2.2 结构的设计

要求: 承受不同方向的 100N 力无断裂无脱落。

##### (1) 安装筋片的设计

从线束金属卡片的结构尺寸 (宽 15mm, 牙合尺寸 1-3mm) 出发, 考虑 PP 材料注塑成型特点, 这里为了便于装卸, 设计卡接部分的宽度设计 20mm, 厚度设计 2mm, 考虑到强度问题, 在两侧各增加一个加强筋。

##### (2) 粘胶贴合面的设计

从 3M 胶的特性考虑以及以往经验数据, 粘胶面积  $\geq 1250\text{mm}^2$ , 设计粘胶贴合面为 60mmX25mm, 厚度设计为 1.5mm。

##### (3) 减胶槽的设计

对于 PP 材料的注塑成型特性, 通常要求最薄的壁厚为 0.8mm, 而保险杠本身的大型面的曲率变化也不是很大, 所以这里选择 60° 夹角的槽来作为折弯变形的区域。如图 5 所示。

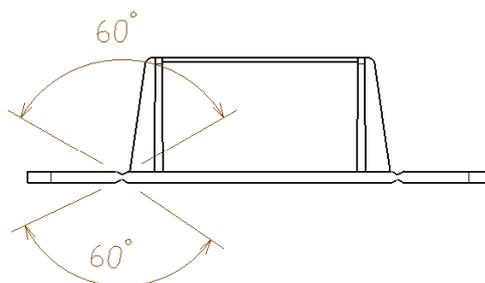


图 5 减胶槽

### 6.2.3 结构的受力校核

(1) 材料: PP-T20, 密度  $1.06\text{g/cm}^3$ , 杨氏模量  $2500\text{MPa}$ , 泊松比  $0.38$ , 拉伸强度  $35\text{MPa}$ , 弯曲强度  $35\text{MPa}$ , 热膨胀系数  $6.85\text{e-}005\text{Kdeg}$ 。

(2) 基于 CATIA 对柔性线束支架的有限元分析

输入材料的参数信息, 进入有限元分析界面自动划分网格。网格节点数: 1580, 单元数量 5291, 类型为 TE4。

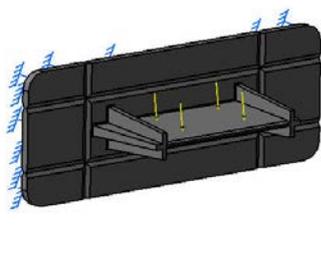


图 6 约束与载荷

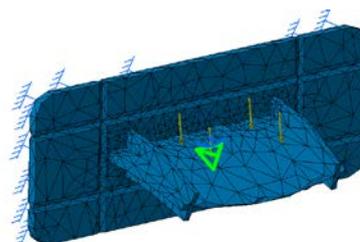


图 7 网格

添加约束和载荷, 模拟实际安装过程, 安装面 2 (图 2) 贴胶粘接, 在有限元分析里面直接添加固定预算, 分析线束卡扣座的结构, 可以初步断定在 Z 向上施加力线束卡扣座更容易断裂失效, 故在筋片上加载向下的  $F=100\text{N}$  的均匀载荷。如图 6 所示。

点击计算, 并将计算结果输出, 最大应力为  $21.5\text{MPa}$ , 如图 8 所示。最大位移为  $0.262\text{mm}$ , 如图 9 所示。

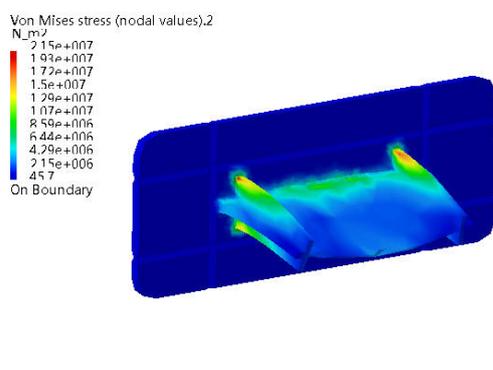


图 8 应力图

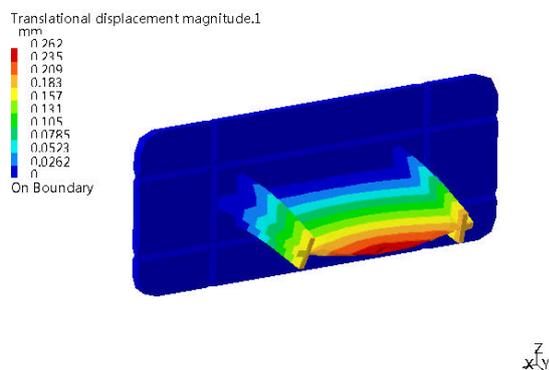


图 9 位移图

结论:  $21.5\text{MPa} < 35\text{MPa}$ , 最大位移  $0.262\text{mm}$ , 满足设计要求。

## 七、市场应用与经济效益的分析

### 7.1 应用范围

对于同步开发的新产品,一般的设计原则是尽可能的把功能集成到保险杠蒙皮上,以减少模具的开发数量和装配工时来达到降低成本。但是对于现生产的老产品来说,应市场需要来增加配置而进行改型的车型,这些产品在原有的模具上再做结构的可行性和操作性比较低。所以所研发的柔性线束支架适用于增加雷达或者摄像头等配置改型车型上。市面上现有几百款不同成熟车型,按照行业规律每隔两年这些车型都要响应市场需求而进行增加配置进行改款,潜在改款车型数量大,应用前景比较大。

### 7.2 经济效益

在不考虑模具更改可行性的前提下,就按照保险杠上增加筋片的方案来做一个成本分析,保险杠蒙皮的模具一般都是 3200T 位的大型注塑机配套的大型模具,修模前按照现有的产品生产需求需要建立库存,修模周期加上运输时间和试模时间大概在 20 天左右,一般的保险杠产品的客户需求是 300 台/天,这样就有  $300 \times 20 = 6000$  台左右的储备量,这个对于一个保险杠生产厂家来说就需要大概 500 万的资金来建储了,这是一个很头疼的问题,另外加上改模和运输等费用大概在 10 万元左右。

而按照柔性线束支架的成本计算,新开模具成本 5 万元左右,产品重量在 15g 左右,3M 胶的成本在 0.5 元左右,按照量纲 5 万的量进行模具费用均摊,每个产品的成本大概是 2 元/个,再加上按照工时费用大概是 2.2 元/个。

相比较按照柔性线束支架的解决方案成本较低。

## 八、结束语

基于 TRIZ 理论研发的柔性线束支架是解决增加雷达或者摄像头等配置改型车型的有效方案,产品的强度刚度满足线束固定的要求。在某整车厂某款车型上的实际应用情况来看,装配简便,产品性能稳定可靠。

## 参考文献

- [1] 漕渡.汽车内外饰设计与实战[J].北京:机械工业出版社,2011.1
- [2] 李志强.基于 TRIZ 理论的汽车总装工装设计[U].汽车工程师,2013.08:43-45
- [3] 何川 张鹏.TRIZ 理论研究综述[A].制造业与未来中国—2002 年中国机械工程学会年会论文集[C], 2002
- [4] 李俊岩.浅谈汽车保险杠设计的可靠性与安全性[U].上海汽车, 2006.07
- [5] 刘金霞 孙宏强.汽车保险杠设计与开发[U].轻型汽车技术 ,2011.04
- [6] 胡磊 徐飙.基于 CAE 分析的汽车保险杠下沉问题研究[U].汽车科技, 2015.05

**作者简介:** 戢健,男,主要研究汽车外饰,通讯地址:武汉经济技术开发区创业五路 42 号,430056,联系方式:18672959561,邮箱:jjjian@dfpo.com.cn

王恒,男,主要研究汽车外饰,通讯地址:武汉经济技术开发区创业五路 42 号,430056,联系方式:13100651135,邮箱:wangheng@dfpo.com.cn