

行李箱盖关闭力的影响因素及生产过程中问题解决

□ 北京奔驰汽车有限公司/刘广锰

简要描述行李箱关闭力的评价方式，从技术角度归纳影响因素。并根据多年工作经验，总结出从实际生产角度分析问题原因的方法及常用解决方案。



家用轿车行李箱盖关闭力是整车质量的重要控制指标，在某些车型，关闭力问题甚至会持续整个生产生命周期，带来巨大的质量成本。随着车主对车辆使用舒适性的要求越来越高，行李箱盖关闭是否灵便，直接影响客户满意度。因此保证行李箱盖关闭力在合理范围，尤为重要。笔者根据多年工作经验，就影响关闭力的影响因素展开阐述并提供生产制造过程中解决问题的常用方案。

评价方式及不良关闭力后果

行李箱盖关闭力指的是车辆空载，停放在水平地面上，所有车窗关闭的情况下，关闭行李箱盖所需的最小能量。在评价过程中，应保证空调内外循环和空调鼓风机风量不变，评价方式分为主观评价方式和客观评价方式两种。

(1) 主观评价方法：利用使

用者主观感受进行评价。感受关闭行李箱盖过程中的平顺性和最终点阻力，与客户预期值对比，得到单个主观评价值。

综合多个使用者得出的不同评价值，进行平均计算，从而得到待评价车辆的最终主观评价值。

(2) 客观评价方法：生产厂家一般采取在行李箱盖上增加配重（见图1），由配重的重力势能转化为克服阻力所需能量，根据能量守恒原理，关闭力越大，所需举起配重越高。通过测量举起配重的高度，间接测量关闭力（单位为mm）。

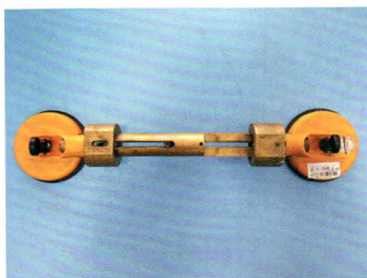


图1 测量关闭力所用配重

客观评价方面，亦可通过测量速度实现。通过测量行李箱盖经过某点的速度，得出此刻行李箱盖所具有的动能。根据能量守恒原理，关闭力越大，所需行李箱盖动能越大。通过测量速度，间接测量关闭力（单位为m/s）。

行李箱关闭力不良的后果有：关闭力大，降低客户体验，长期使用造成行李箱盖与车身/保险杠磕碰，影响美观和抗腐蚀性能；关闭力小，增加漏水和风噪风险，并可能产生行驶振动噪声。

行李箱盖关闭力的影响因素

影响行李箱盖关闭力的影响因素很多，可以归纳为：空气阻力、密封胶条阻力、铰链阻力、锁体阻力、行李箱盖自身重量、铰链弹簧和环境等方面。

1. 空气阻力

行李箱盖的关闭过程，是对内

部气体急剧压缩的过程。行李箱盖必须克服内外部压力差做功,才能完成关闭过程。假设行李箱盖在接触密封胶条到压缩至极限这一过程中,车内为密闭空间,气压阻力随着行李箱盖的下压而变大,由于行程很短,可以简化为平动。行李箱盖受压面积为 S ,过程位移量为 L ,压缩极限瞬间内部气压 P ,标准大气压为 P_0 ,密闭空间体积为 V 。则整个过程中气压差做功为:

$$W = \int_0^L \left(P \frac{V}{V+Sx} - P_0 \right) Sx \cdot dx$$

实际上,车辆并非密闭空间,车身排气孔和鼓风机状态均会造成车内气压变化。因此,这两个影响因素必须在设计中予以综合考虑。尤其是空调风量与内外循环必须在测量规范中明确定义。

2. 密封胶条阻力

密封胶条在设计上用于密封车身和行李箱盖之间的间隙,以阻隔空气、水、沙尘和噪声,同是也为关闭行李箱盖时提供缓冲,避免外观磕碰和腐蚀风险。因此,在行李箱盖关闭过程中,胶条会对行李箱盖内板施加压力,做负功,增加关闭阻力。

(1) 密封胶条截面尺寸。密封胶条截面尺寸影响了胶条的可压缩范围。当变形量超过可压缩范围时,胶条对行李箱盖的阻力急剧增加。如果所需压缩范围变大或胶条可压缩范围变小,会导致行李箱盖关闭过程中受到很大的胶条阻力。

(2) 密封胶条压缩载荷。密封胶条作为弹性元件,其弹性大小是通过压缩载荷来衡量的。通过100mm压块将胶条压缩,测量胶条提供的压力。压缩载荷过大和过小

会直接影响关闭力的大小。

(3) 密封胶条夹口宽度及含胶量。这两个参数会影响装配难度,间接影响关闭力大小。

(4) 密封胶条接口处理。过硬的接口处理,也会增加胶条的阻力。

(5) 密封胶条排气孔(见图2)。由于行李箱盖在关闭过程中压缩密封胶条,胶条内的空气被急剧压缩。如果空气不能快速排出,急剧压缩的空气会产生很大的气垫效应。这个阻力可以通过设计排气孔来降低,排气孔的大小和数量会影响气阻的大小,进而影响行李箱盖关闭力。



图2 密封胶条排气孔

3. 铰链阻力

行李箱盖铰链采用无限位的普通铰链,两个铰链同轴安装,铰链内部摩擦力会对关闭过程产生阻力。

如果装配错误导致了两个铰链轴心不同轴,转动机构内部应力也会带来影响。

4. 锁体阻力

行李箱盖在上锁过程中,当锁舌接触到锁栓时,需要克服锁舌弹簧和内部机构带来的阻力,这一阻力逐渐增加并在越过锁止点后迅速减小,从而完成锁止过程。

如果由于装配失误,造成了锁

体与锁栓不正常干涉,会增加锁止阻力。

5. 行李箱盖自重

在行李箱盖关闭过程中,行李箱盖自身重心降低,自身重力做正功,是关闭行李箱盖的动力之一。由于同一车型行李箱盖重量的波动性不大,因此并不重点考虑此影响因素。

6. 铰链弹簧

铰链弹簧安装在铰链和车身之间,行李箱盖开锁后,靠弹簧拉力实现自动开启。因此弹簧拉力是关闭行李箱盖过程中的阻力。

弹簧的拉力基本符合胡克定律,设定弹簧在装配后最短长度为 L_0 ,最大长度为 L_1 ,自由长度为 L ,胡克系数为 k ,克服弹簧拉力所需能量的计算方法如下:

$$W = \int_{L_0}^{L_1} k(L - L) \cdot dL$$

7. 时间环境

车辆负载,车辆所处位置,车辆所处温度、行李箱盖关闭时间、车辆使用年限均会影响关闭力。因此在进行关闭力评价时,必须规定环境因素。

一般采取的规定方式如下:车辆空载,停放至室内平整地面,正常环境温度 $20 \sim 30^\circ\text{C}$,行李箱盖关闭5min以上,新车下线48h以内。

问题解决方案

在行李箱关闭力出现问题之后,笔者一般采取如下思路进行问题分析及解决。

1. 数据统计

累计测量30辆车,得到统计图

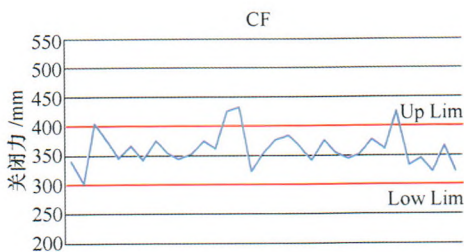


图3 关闭力测量数据分布

表和缺陷率，如图3所示。即可得知问题是批量问题还是偶发问题，统计数据的分布情况。

2.外观测量和车身测量

外观测量：外观间隙平顺度是整车考核的重点，也是生产过程中的重要控制环节。通过外观测量可得知行李箱盖调整工艺是否执行到位。图4所示为激光测量间隙平顺度示意。



图4 激光测量间隙平顺度

疏，如有必要，可对重点部位进行加密特殊测量或光学扫描测量，如图6所示。

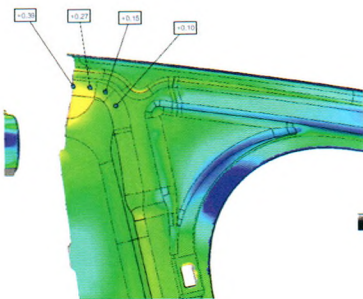


图6 光学测量示例

车身尺寸测量：查阅CMM车身测量报告（见图5），采取功能区域分坐标系，重点关注密封胶条安装位置和行李箱盖配合点的尺寸。同时关注密封胶条安装法兰边多层钢板搭接处焊接质量。

行李箱盖分总成尺寸测量：基本原理同上，重点关注密封胶条配合面的尺寸数据以及与车身配合边沿的尺寸。如有需要，加密特殊测量和光学扫描测量也是必需的。

车身测量和行李箱盖测量均为常规抽查考核测量，并不一定是发



图7 整车测量

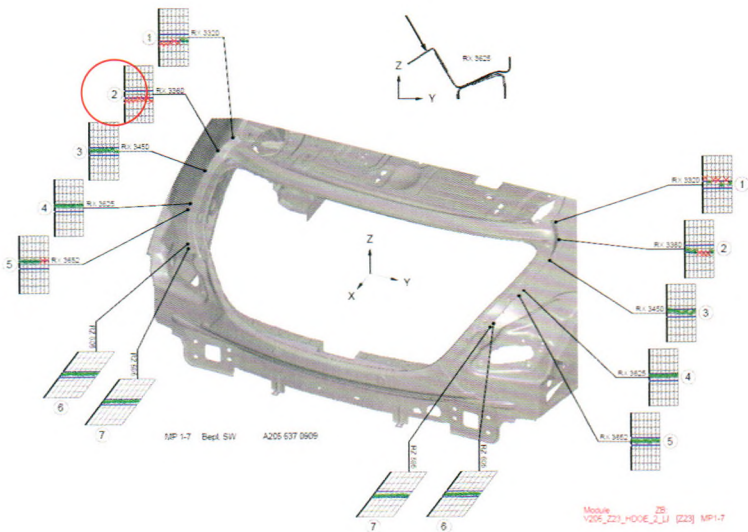
生故障的车辆，测量数据并不能直接反应缺陷车辆的尺寸状态，只能做参考。

整车测量：整车测量是对问题车辆直接测量，即可测量车身和行李箱盖的实际位置，也可以测量内外饰零件的位置（见图7）。可以同时验证车身尺寸、行李箱盖调整、零件尺寸等多个方面。

3.密封间隙测量

对密封间隙的直接测量，可以最直接判断车身与行李箱盖之间对密封胶条的挤压程度，是对上一节所有测量结果的直接体现。所有的尺寸波动和调整问题都会体现在密封间隙上，是分析关闭力问题的重要变量，必须足够重视。

密封间隙可以采用专用传感器测量（见图8），也可以采用传统的橡皮泥测量（须采用回弹小、无粘连的橡皮泥）。



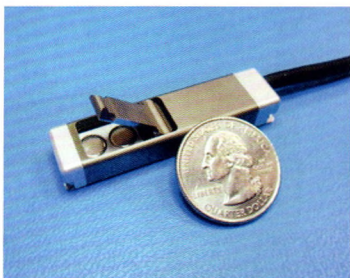


图8 密封间隙测量设备

通过分析内间隙测量数据，即可得出密封胶条挤压力的最大点和最小点，为解决关闭力问题提供解决方案。

4.密封胶条调查

测量密封胶条的截面尺寸、压缩载荷，并对比分析排气孔。密封胶条的装配同样非常重要，总装车间一般采用压辊轮保证胶条安装到位。夹口大小、含胶量、胶条长度和压辊压力都会影响装配效果。如果装配不到位，势必会增大关闭力。

密封胶条的调查结果结合内间隙测量，可以衡量胶条对行李箱盖

关闭力的影响。

5.行李箱盖调整

行李箱盖锁体和锁栓的相对位置，也是影响关闭力的重要因素。必须保证锁体和锁栓的对中性，行李箱盖关闭过程中不可磕碰。

6.铰链弹簧

车身上一般会有几个弹簧孔，不同的孔位决定了弹簧被拉伸的长度。因此，要确保弹簧被挂在工艺要求的位置。

同时弹簧自身的弹性系数也应符合工艺要求，通过测量可得知弹簧是否过硬或过软。

7.环境和时间

密封胶条作为橡胶元件，温度变化会影响弹性大小，因此这一影响因素应在考核和分析中保持一致。

行李箱盖关闭力会随着下线时间而发生变化（见图9），主要是因为密封胶条在长时间的压缩状态下产生了一定的塑性变形，密封胶条开口与车身之间的装配间隙也会减小，造成了关闭力的变化。

结语

由于关闭力影响因素众多，再

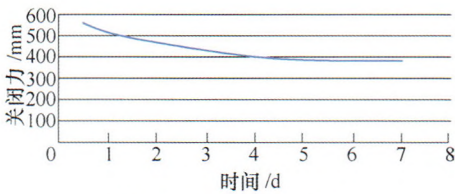


图9 关闭力随时间变化曲线

加上生产系统的复杂性，必须综合考虑以上几个方面，才能在最短的时间找到产生问题的原因，进而制定解决措施。 **AUTO1950**

汽车工艺师 2017年 第11期 广告目次 Advertisement Catalogue

单位名称	查询编号	位置
汽车工艺师		封面
苏州信能精密机械有限公司	3068	封二
天津振威展览股份有限公司	8201	封三
诺德（中国）传动设备有限公司	8120	封底
株洲钻石切削刀具股份有限公司	1512	1
易格斯拖链轴承仓储贸易（上海）有限公司	1298	2
泰珂洛超硬工具（上海）有限公司	5261	3
中国机床工具工业协会	5198	4
浙江三维大通精锻科技有限公司	1739	7
汽车工艺师征订	0001	9