



本文针对汽车座椅座垫易塌陷而导致乘坐舒适性和乘员视野变差的问题，结合导致此问题的座垫弹簧和发泡的主要失效模式，提出了对应的设计指导要求、试验方法。

□ 泛亚汽车技术中心有限公司 刘跃东 裴冰 董明

汽车座椅座垫防塌陷设计优化

汽车座椅需要满足安全和舒适的要求。而长时间乘坐后座椅座垫塌陷则导致乘员视野变差，影响了驾驶安全，同时也导致了乘坐舒适性的降低。座垫由面套、发泡、座垫骨架等构成，目前座垫骨架结构的几种基本形式如图 1 所示。其中，对乘员起到支撑作用的是座垫骨架上的弹簧钢丝、座垫发泡两部分。目前在无盆式骨架和半盆式骨架上通常使用座垫弹簧，同时在座盆骨架上方装配发泡，来保证座椅座垫的舒适性，减少行驶过程中通过座椅传递给乘客的颠簸感觉。

针对座垫弹簧，目前主要存在如下三种失效模式：（1）由于座垫弹簧会承受乘客大部分的重量，在长期的颠簸疲劳耐久过程中可能产生塑性变形，从而导致座垫塌陷；（2）座垫弹簧由于和座垫骨架之间的不合理固定方式，而产生固定点滑移或脱落，从而导致座垫塌陷；（3）座垫弹簧钢丝相互之间无横向连接，当受到乘客压载时产生横向的摆动，致使该区域发泡无支撑，从而导致座垫塌陷。

针对座垫发泡，目前主要存在如下两种失效模式：（1）在长时间的颠簸疲劳耐久之后，发泡滞后损失过大，从而导致座垫塌陷；（2）发泡 B 面被金属骨架割破，而导致发泡位置下降，从而导致座垫塌陷。

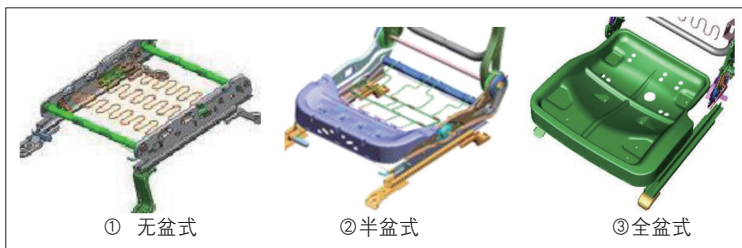


图 1 座垫骨架结构的基本形式

座垫弹簧常见结构

座垫弹簧钢丝一般分为蛇形、矩形、不规则形、直线形等四种结构，如图 2 所示。

直线形弹簧钢丝负载时变形量最小，需要配合弹簧来保证座垫一定的乘坐舒适性。目前较为常用的是蛇形和矩形，其中蛇形钢丝的扩展性较差，矩形钢丝的扩展性较好。通过在矩形钢丝上注塑不同形状的塑料包覆，可实现通风系统、B 面 SBR 及线束等零件的固定，如图 3、图 4 所示。

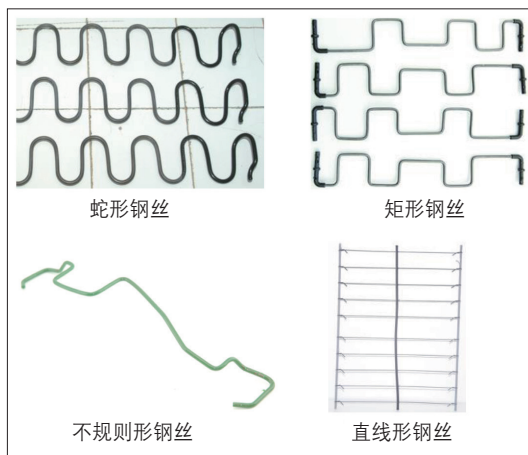


图 2 座垫弹簧钢丝

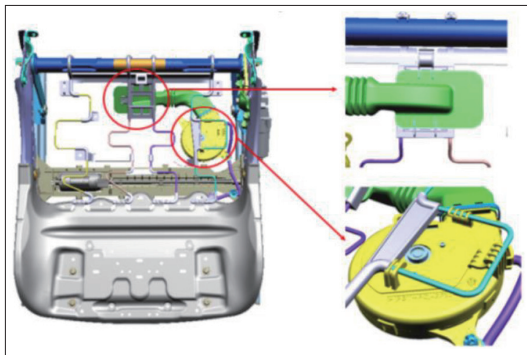


图 3 通风系统卡接固定

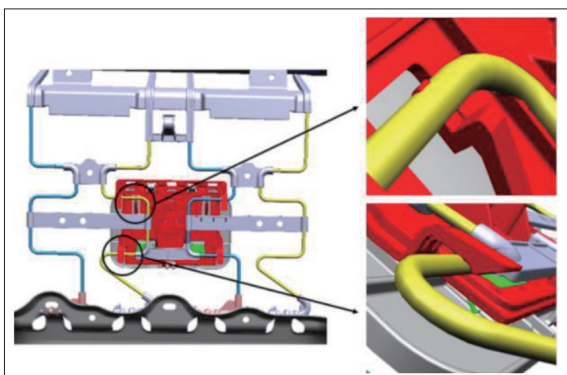


图4 B面SBR固定

座垫钢丝结构优化和设计要求

(1) 针对长期颠簸疲劳耐久过程中座垫钢丝产生塑性变形从而导致座垫塌陷这一失效模式,对座垫弹簧钢丝的直径和数量提出要求。座垫弹簧钢丝须有足够的刚度,来承受车辆静态及动态时乘客对其产生的加载而不产生塑性变形。汽车颠簸时,人瞬间对座垫弹簧钢丝的冲击力可达到自重(假设75 kg)的3倍以上,即要求座垫弹簧钢丝至少能承受2 250 N而不发生塑性变形。以座垫弹簧由4根钢丝组成为例,每根钢丝需要承受至少560 N而不发生塑性变形。

实验表明, $\phi 3\text{ mm}$ 蛇形钢丝的弹性变形极限是350 N左右,而 $\phi 3.5\text{ mm}$ 蛇形钢丝的弹性变形极限将近是 $\phi 3\text{ mm}$ 蛇形钢丝的两倍,约700 N。

故推荐座垫弹簧钢丝直径为 $\phi 3.5\text{ mm}$ 左右,数量为3~4根。如果使用 $\phi 3\text{ mm}$ 的钢丝,则至少需要6根。

(2) 针对座垫弹簧和座垫骨架之间的不合理固定方式,而产生固定点滑移或脱落从而导致座垫塌陷这一失效模式,对座垫弹簧钢丝的布置方式和弹簧钢丝与骨架的配合关系提出了要求。

目前座垫弹簧钢丝有纵向和横向两种布置方式:对于无盆式座垫骨架,通常横向布置弹簧钢丝,而对于半盆式座垫骨架,通常纵向布置钢丝。

图5为乘客乘坐时座垫的压力分布图,相比于座垫前端,座垫后端承受了主要的压力。

故座垫弹簧钢丝应尽量采用纵向的布置方式而非横向的布置方式来使每一根钢丝都能合理地

平均分配载荷。

另外,座垫弹簧钢丝端部与座盆骨架的连接需要尽可能稳固,如下钢丝端部直接挂在座盆骨架挂钩上时,可滑移量需满足: $L_2-L_1 \leq 15\text{ mm}$ 。

目前对于半盆式座垫骨架,弹簧钢丝的处理方式一般为后端做成环形结构挂在后横梁上。而前端与半盆配合的区域则一般为开放式的钢丝端部挂在半盆上的钩子上。为了防止钢丝末端在座垫骨架的挂钩上左右滑动甚至脱出,需将前端钢丝端部设计为如图6所示的几种形式。不推荐对弹簧钢丝端部没有任何左右限位结构的设计。

(3) 针对座垫弹簧钢丝相互之间无横向连接,当受到乘客压载时产生横向的摆动,致使该区域发泡无支撑从而导致座垫塌陷

(下转第28页)

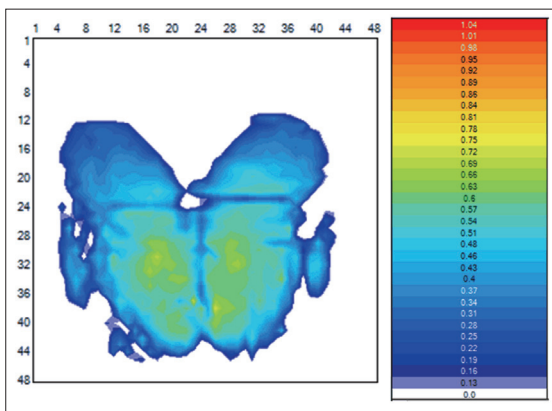


图5 乘客乘坐时座垫的压力分布

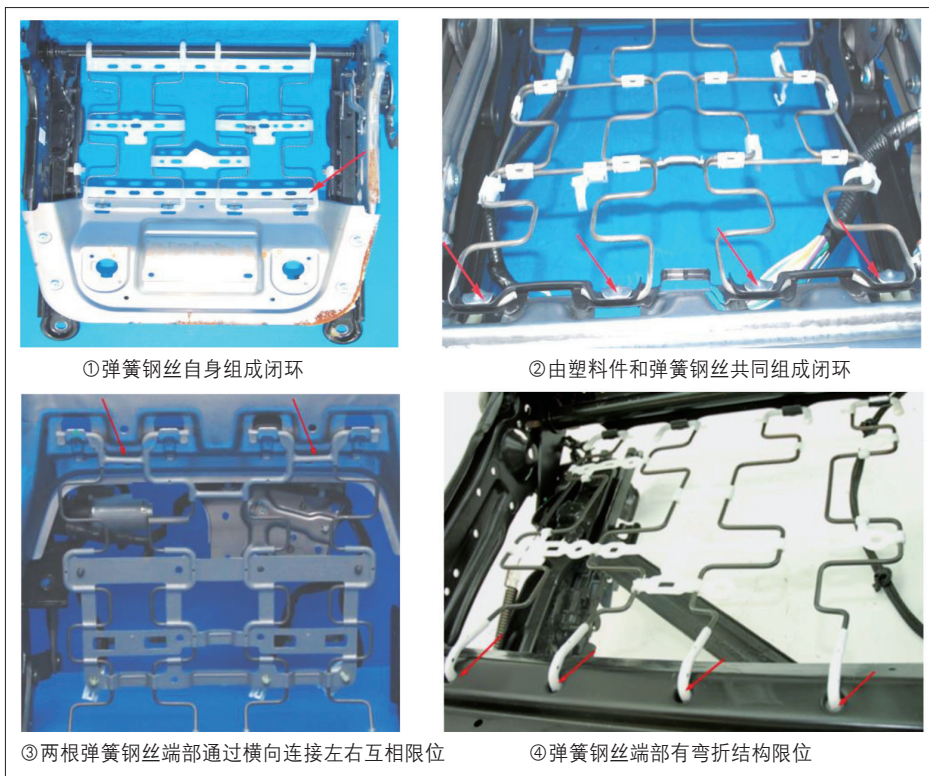


图6 前端钢丝端部设计形式



要进行充分的验证。如上面某车型总体能量适中，但其限位器消耗占总能量 42.3%，故产品设

计时，可以通过不同结构的限位器系统，进一步优化车门关闭能量。而对于车内气阻压力改善，可减少密封胶条压缩体积变化量和增大泄压装置的排气面积进行改善。

(3) 量产品质管理时，通过各系统消耗能量分解，构建影响关门能量剥离分析表，快速分析相关要素关门能量状态，定期监控各系统的能量消耗 / 贡献情况。发现明显偏差时，应对子系统进行专项调查对策，提升对应的速度和准确度。如限位器可通过直接的能量测量和单品荷重结果分析，从制造上降低限位器荷重及波动量，改善车门关闭的效果。胶条压缩所消耗异常偏大时，要分析车门配合内间隙是否有超差，利用排除试验快速锁定影响门难关原因并明确对策方向。

(4) 通过车门关闭能量模型

表 2 关门能量测定方案

测试状态	测试说明	平均值 /J
车门关闭总消耗能量	初始状态下进行关门能量测定 (a)	4.89
限位器消耗能量	拆除限位器进行关门能量测定 (b)	2.43
	(1) 限位器消耗能量 =a-b	2.46
车内气阻消耗能量	打开车窗和车门进行关闭能量测定 (c)	2.31
	(2) 车内气阻消耗能量 =a-c	2.58
密封胶条消耗能量	打开车窗和车门，拆除密封胶条进行关闭能量测定 (d)	1.62
	(3) 密封胶条消耗能量 =c-d	0.69

表 3 车门关门体验评价与能量基准

主观感受	很容易关	容易关	有点难关，可接受	很难关，不能接受
具体评价	较慢速度可以关闭 手感很轻 声音质感较差	要有一定速度 关门手感适中 声音质感较柔和	较快速度 手感点硬 声音质感较闷	要很快的速度 手感很硬 声音质感很硬
最小关门能量	≤ 3.5J	> 3.5J, 且 ≤ 6.3J	< 6.3J, 且 ≤ 8.6J	> 8.6J

和评价基准解析，利用关门能量仪建立的日常监控管理数据，通过关门能量对不良现象对比分析，可以快速解析和定位问题影响因素并采取对策。

结束语

本文通过理论分析和对比试验，基于能量的观点对影响汽车车门关闭轻便性的关键因素进行了较为全面的分析，并从顾客体

验的角度提出基于能量的评价方法和基准，建立产品设计和量产品质管理的分析方法和改善对策。本文通过自主的摸索和研究，探讨并通立能量设备标准使用方法、关门能量剥离分析，量产测量日常监控和改善的方法等，通过对多款车型的数据研究已初步形成一套标准化的量产快速分析管理经验，实现较好的用户体验。 AI

(上接第 25 页)

这一失效模式，对座垫钢丝相互连接方式提出了要求。

如果座垫弹簧钢丝相互之间无横向连接，当受到乘客压载时产生横向的摆动，易致使该区域发泡无足够支撑从而导致座垫塌陷。在弹簧钢丝之间需使用以下方式中的一种或多种：① mold in 的横贯弹簧钢丝的塑料条；② mold in 的使弹簧钢丝两两相连的塑料条；③采用 clip 环形固定弹簧钢丝的矩形钢丝；④采用 clip 横贯弹簧钢丝的直线钢丝；⑤使弹簧钢丝两两相连的钢丝 hook。

座垫发泡常见结构

发泡结构设计：发泡上必须避免易塌陷的结构，发泡横向槽结构与悬置弹簧方向一致且空间距离较近，在发泡受压后槽口处容易撕裂而导致发泡塌陷。

发泡加强设计：与骨架接触的发泡面上增加大于 90 g/m² 的无纺布防止发泡被骨架割破而位置下降。

发泡的物理特性要求：一般发泡滞后损失和恒力碾压下的高度损失随发泡密度的增大而降低。建议前排座椅坐垫发泡芯部密度必须高于 50 kg/m³。

试验认证

所有整椅在进行完导入 / 导出和颠簸蠕动耐久性试验之后，都不能出现下列情况：(1) 发泡破碎导致撕裂，割伤，破洞或者零件分裂；(2) 支撑钢丝断裂失效；(3) 在颠簸蠕动试验后，发泡高度损失不能超过 15%。导入 / 导出和颠簸蠕动试验以后，需要对座椅的 H 点进行测定。目标 H- 点的分布应该在以 SgRP 为中心的 25 mm 的球形区域内。 AI