

Optimizing of Some Car's Anti-Whiplash Seat Performances

Cheleger, WeiGuo Liu, GuoQiang Qian, GaoZe L
(Zhejiang Geely Automobile Institute Co. Ltd, Linhai City, 317000, PR China)

Abstract: In order to solve the problem that the performance of anti-whiplash seat did not satisfy the requirements of score, we do make an analysis on seat in structure and simulation. There are several main factors, we found, have great influence on it. such as head restraint geometry position, head rest and seat back stiffness、Seat Bracket Stiffness and so on. With optimized and adjusted correlative parameter, the seat exerts itself completely with excellent performance of anti-whiplash and this performance of car will also arrive target request.

Keywords: Whiplash Injury, Anti-Whiplash seat, MADYMO Simulation

某款轿车座椅抗鞭打性能优化

其力格尔¹, 刘卫国¹, 钱国强¹, 林高泽¹

(1.浙江吉利汽车研究院有限公司安全技术开发部, 浙江省临海市 317000)

摘要: 针对某款轿车的后碰鞭打性能无法满足设定分数的要求, 我们团队对座椅进行了详细的结构和 MADYMO 分析, 发现影响座椅鞭打性能的主要参数有头枕的几何位置、头枕和靠背刚度、座椅靠背旋转刚度, 在适当优化和调整以上参数后得到了抗鞭打性能良好的座椅, 并使该款轿车的抗鞭打性能达到了目标要求。

关键词: Whiplash 鞭打伤害, 后碰座椅, MADYMO 仿真

1 引言

在车辆碰撞事故中 Whiplash 被认为是中等伤害。汽车保险业的统计表明, 51%的 Whiplash 伤害是在追尾碰撞中出现^[1]。在我国, 后碰的研究和应用尚未起步, 还没有出台正式相关法规和标准, 但随着国内各大自主品牌向海外扩张和各相关整车试验单位和认证部门的介入, 后碰 Whiplash 安全越来越受各大主机厂重视。因此, 研究和消化国外技术, 并运用到国内车型的座椅上, 结合我国乘员的特点和乘车实际情况, 设计和研发我国后碰颈部保护座椅, 更加有效地保护我国乘员, 减少乘车伤亡事故, 具有十分重要的意义。

2 现有车型状态

该款轿车针对旧 EURO-NCAP 评分标准进行设计, 所以目前座椅性能无法满足试验要求。几何评分存在较大的缺陷, 在 HRMD 评分中垂直距离和水平间隙距离都无法满足目标要求。

动态试验过程中由于头枕的高度 (Z 向) 过高和间隙距离 (X 向) 过长, 假人的颈部发生典型的 WHIPLASH 弯曲动作导致伤害值都超标。高强度滑台试验中 Fx 伤害值超标, 而且头枕固定强度不够, 在碰撞过程中有变形 (图 2)。

试验过程中头部和 T1 的 X 向加速度曲线。从图 3 中可以看出 BIO RID II 假人的 T1 加速度峰值比头部加速度峰值提前了 20ms 左右, 表明座椅头枕与假人头部接触比 T1 接触比较晚, 增加了假人颈部伤害值。



图 1 HRMD 检测

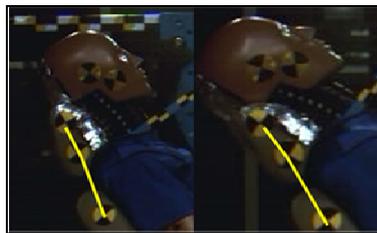


图 2 WHIPLASH 鞭打动作

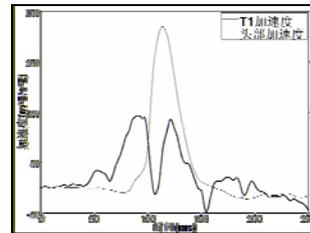


图 3 试验时头部和 T1 的加速度曲线

3 座椅的修改方案

3.1 针对几何评分:

座椅的靠背骨架需要调高, 头枕的骨架需要重新设计。增高头枕的高度 (图 4 所示), 头枕顶部与 HRMD 头顶距离不得低于 0mm 以下。头枕前部与 HRMD 脑后距离目前状态在边缘位置, 增大头枕后, 需要保持在 40mm 以内。头枕的上下可锁止位置的距离为 10mm (图 5 所示), 锁止位置有 5 个, 锁止距离为 50mm。

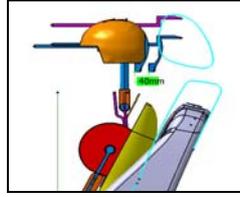


图4 头枕和靠背修改方案

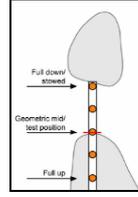


图5 头枕的固定方式

3.2 针对动态评分:

图6显示了对座椅的性能进行优化的基本思路,其中最主要的部分为减少T1和头部相对加速度值差,通过两种方法实现,第一种方法是增加头枕的刚度,第二种方法是座椅头枕和假人头部尽早接触^[2],我们按照以上思路进行了模拟分析。

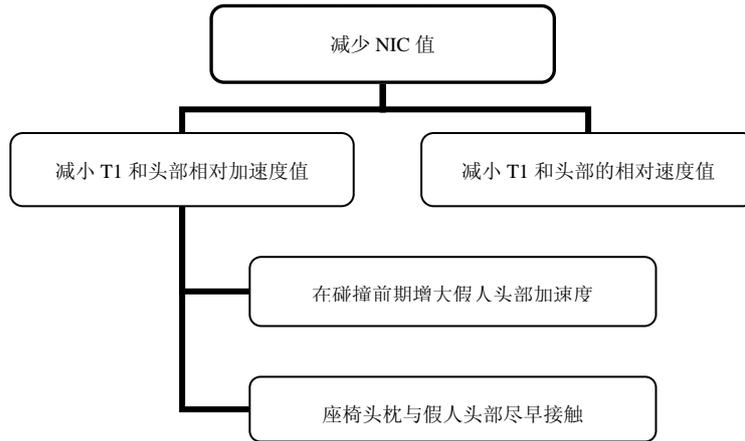


图6 座椅优化思路

按照以上思路把座椅的各类参数在MADYMO模型^[3](图7)进行优化,并对NIC值进行分析。在MADYMO模型里输入的滑台试验波形为EURO-NCAP追尾试验高强度波形^[4](图8)。

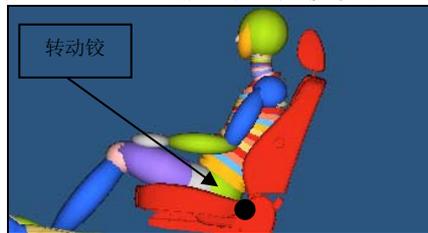


图7 MADYMO模型

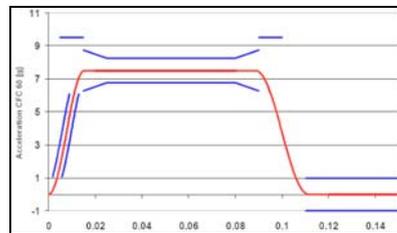


图8 高强度波形

该款轿车做了三次动态WHIPLASH试验(低、中、高强度),其中高强度试验的假人伤害值比较高,座椅的各项性能对假人的影响更大,所以MADYMO模型采用了高强度波形进行分析。

通过优化并输入座椅各项参数,在MDYMO软件里模拟运算,得到了下列三个图拟合曲线,其中头部加速度、T1加速度和NIC值是评价WHIPLASH伤害值的最重要三个参数,只要模型拟合接近试验参数,基于该模型进行优化分析。

下图中可以发现头部、T1和NIC值拟合曲线接近试验曲线(图9所示,细实线为试验曲线,粗实线为模拟曲线)。可以采用该基本模型,进行优化分析。

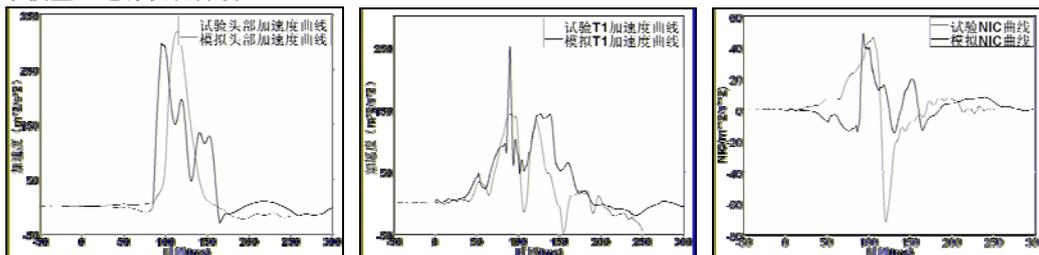


图9 试验拟合曲线

基于该基本 MADYMO 模型，适当变换座椅各个参数，并进行了 MADYMO 模拟分析（图 10 所示），主要修改了：1) 头枕 X 方向位置 (A)；2) 头枕 Z 方向位置 (B)；3) 座椅头枕刚度 (C)；4) 座椅靠背刚度 (D)；5) 坐垫刚度 (E)；6) 座椅靠背旋转刚度 (F)；

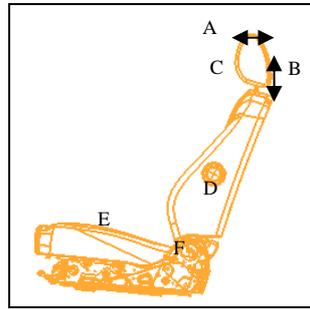


图 10 座椅各类参数

表 1 各影响因素的取值

参数	取值
A	头枕 X 方向位置 40mm 30mm 20mm 10mm
B	头枕 Z 方向位置 0mm 20mm 40mm 60mm
C	座椅头枕刚度 低 现有 高 较高
D	座椅靠背刚度 低 现有 高 较高
E	坐垫刚度 低 现有 高 较高
F	座椅靠背旋转刚度 低 现有 高 较高

座椅各类参数中头枕的 X 方向位置 (A)，头枕 Z 方向位置 (B)，座椅头枕刚度 (C)，座椅靠背刚度 (D)，坐垫刚度 (E) 和座椅靠背旋转刚度 (F) 是影响 WHIPLASH 性能的主要因素，但要确认其中哪些因素对 WHIPLASH 的 NIC 伤害更大，需要进行 MADYMO 模拟优化。

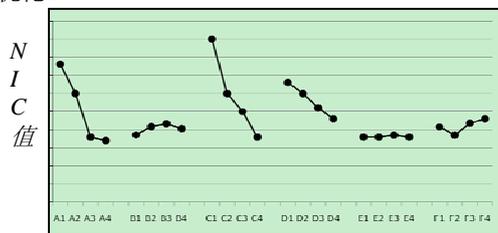


图 11 对 NIC 值影响

通过 MADYMO 分析，我们得到了图 11 的结果，从中可以看到头枕的 X 方向距离、座椅头枕的刚度和座椅靠背刚度对颈部 NIC 值影响最大，其余几个因素的影响度较低，从其中我们将选择对 NIC 值影响最大的参数，进行整体的优化座椅后碰鞭打性能。

表 2 针对 NIC 值的优化取值

参数	取值
A	头枕 X 方向位置 40mm
B	头枕 Z 方向位置 40mm
C	座椅头枕刚度 较高
D	座椅靠背刚度 较高
E	坐垫刚度 低
F	座椅靠背旋转刚度 现有

通过图 6 里的优化思路，在 MADYMO 软件里，综合分析各影响因素后对 NIC 值的影响程度。从图 12 和图 13 中可以发现综合后各类参数对颈部 NIC 的优化效果很明显，降低了约 59.7%。达到了预期目标值，满足了该款轿车的 WHIPLASH 性能要求。

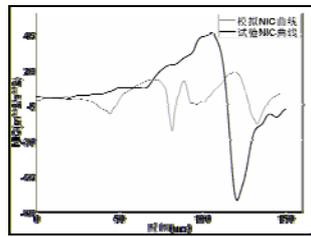


图 12 优化后的 NIC 曲线

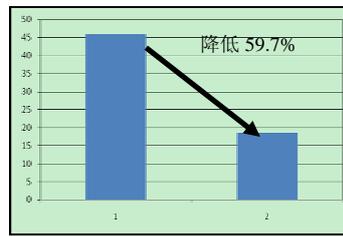


图 13 优化后的 NIC 降低效果

主要原因分析：从图 14 中可以看到，由于头枕的 X 向位置提前了 40mm，从而优化后的头部加速度曲线，比实际试验曲线明显偏低，而且加速度曲线的波峰提前了约 40ms 左右时间，符合了图 7 所示的设计基本理念。

另外头枕的刚度对 NIC 值影响很大，如果头枕的刚度过低，会导致头部在追尾运动过程中增加鞭打动作（图 15），从而增加 NIC 值。

所以合理搭配座椅各部位刚度和几何尺寸是设计性能良好后碰抗鞭打座椅关键。

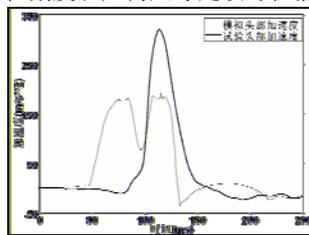


图 14 优化后的头部加速度曲线

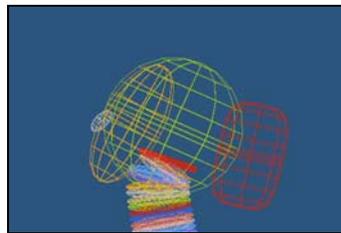


图 15 头部侵入量

4 结论

通过对吉利某款轿车座椅进行相关的 MDYMO 仿真分析，优化各种影响因素参数，发现头枕的几何位置、座椅靠背、头枕刚度和座椅靠背旋转刚度是 WHIPLASH 鞭打伤害值主要影响因素。

目前存在问题：上述模拟分析对吉利轿车后碰座椅改进方案提供了有利的方向，下一步工作重点是把优化的数据转变为座椅实际参数，并试验验证。

参考文献

- [1] Marco Conti. Rear Impact Methodology [J].TASS SAFE, 2008.3.28: 1-3.
- [2] Naoki Kaneko, Masayuki Wakamatsu, Masanobu Fukushima and Shigeru Ogawa. Study of BioRID II Sled Testing and MADYMO Simulation to Seek the Optimized Seat Characteristics to Reduce Whiplash Injury. SAE TECHNICAL PAPER SERIES 2004.01.
- [3] TNO Automotive. MADYMO Utilities Manual Version 6.0.Netherland. 2001.
- [4] www.euroncap.com. The Dynamic Assessment of Car Seats for Neck Injury Protection Testing Protocol. 2008: 3-4.