

Study on Scores Realization of One Vehicle to ANCAP

Pedestrian Head Protection

Guohui YUE, Qing SUN, Po GAO, Zhenhai LIU, Xianling CHEN

Technology Center, Great Wall Motor Co. Ltd, Hebei Automobile Technology Research Center, Baoding, China, 071000

Email: yueguohui@gwm.cn

Abstract: For explaining how to reply the pedestrian protection part in Australia ANCAP, taking one ANCAP five star car model as an example, this paper respectively analysis and explain the pedestrian protection scores, head impact test evaluation process, cause of head performance goals to achieve three aspects, and the purpose of such summarize is to share the experience and to provide a reference for other cars.

Keywords: ANCAP; pedestrian protection; head impact; wrap around distance (WAD)

某车型 ANCAP 行人保护头部得分实现研究

岳国辉, 孙晴, 高坡, 刘珍海, 陈现岭

长城汽车股份有限公司技术中心, 河北省汽车工程技术研究中心, 保定, 中国, 071000

Email: yueguohui@gwm.cn

摘 要: 为明确具体车型如何应对澳大利亚 ANCAP 新车评价规程中行人保护头部测评部分, 以某款获得 ANCAP 五星的车型为例, 分别对其行人保护得分情况、头部冲击试验测评过程、头部性能目标达成原因等三方面进行解析说明, 实现经验分享及其他车型借鉴、参考目的。

关键词: 澳大利亚新车评价规程; 行人保护; 头部冲击; 包络线

1 引言

近年来, 汽车行人保护性能越来越获得全世界不同国家或地区的关注与重视, 各国强制性法规及 NCAP 新车评价规程也越来越多的将行人保护性能纳为重点评价的安全性能指标^[1-3], 例如中国在 2009 年时就发布了行人保护性能评价推荐性国家标准 GB/T 24550-2009^[3], 另外, 在 2018 年 7 月份执行的 2018 版新车评价规程 C-NCAP^[4]中也已加入行人保护性能评价项。

国外对行人保护的重视度同样非常高, 如 Euro NCAP (欧盟新车评价规程)、ANCAP (澳大利亚新车评价规程)、JNCAP (日本新车评价规程) 等国家或地区均把行人保护列入新车评价体系中, 将行人保护作为新车安全性能的一个重要评价指标。

其中, 澳大利亚 ANCAP 目前包含行人保护、整车碰撞、座椅防挥鞭伤、安全辅助等测评项^[5-6], 评价体系较完整, 另外在 2018 年及之后要完全借用欧盟 Euro NCAP 新车评价规程^[7], 需要有销售澳大利亚市场的汽车主机厂引起高度重视。

2 车型星级及行人保护评价总体说明

2017 年 10 月 30 日澳大利亚 ANCAP 官方发布了三款车型星级评价结果, 其中哈弗 (Haval) H2 车型获得五星评级^[8]。



Figure 1. Haval H2 ANCAP 5 star sketch
图 1. 哈弗 H2 车型 ANCAP 五星示意

图 1 所示是 ANCAP 官方发布的哈弗 H2 车型五星结果示意，其中行人保护部分获得可接受 (Acceptable) 级别，总得分为 24 分，满足五星测评要求，其他如整车碰撞、座椅防挥鞭伤、安全辅助等测评项与该文无关，不做具体说明，以下针对行人保护部分进行详细说明。

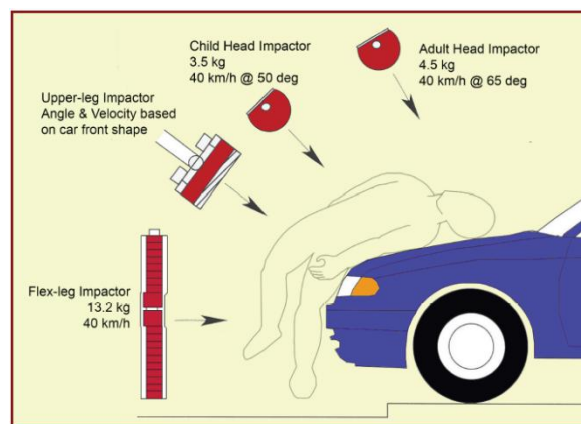


Figure 2. ANCAP pedestrian test items summary
图 2. ANCAP 行人保护试验项目汇总

ANCAP 新车评价规程中行人保护部分完全按照欧盟新车评价规程 Euro NCAP 执行，试验规程使用 v8.3 版本，如图 2 所示包含四项冲击试验：成人头模块 (Adult Head Impactor) 冲击、儿童头模块 (Child Head Impactor) 冲击、上腿型 (Upper-leg Impactor) 冲击、下腿型柔性腿 (Flex-leg Impactor) 冲击。四项试验总计最高得分为 36 分，其中成人头与儿童头冲击测点数量及各自最高得分依据不同车型 WAD (Wrap Around Distance) 线所处位置差异而不同 (具体规程要求见文献 9、10)，但两项合计最高得分为 24 分；上腿型冲击试验最高得分为 6 分；下腿型柔性腿冲击试验最高得分为 6 分。哈弗 H2 车型在各项测评试验中的最终得分情况如表 1 所示，其中成人头与儿童头冲击试验分别得分为 8.42 分、8.46 分，头部冲击合计得分为 16.88 分，四项试验总计得分为 24 分。

Table 1. H2 vehicle test scores summary
表 1. H2 车型试验得分统计

测试区域	试验得分	最高得分
成人头冲击	8.42	13.01
儿童头冲击	8.46	10.99
上腿型冲击	1.2	6
下腿型柔性腿冲击	5.71	6
总得分	24	36

其中，四项试验总计得分 24 分，即使在欧盟 Euro NCAP 评价中，也可以满足“只有在常规行人保护测评项中获得 22 分或更高得分，才允许获得 AEB 最高 6 分得分^[11-12]”的要求。

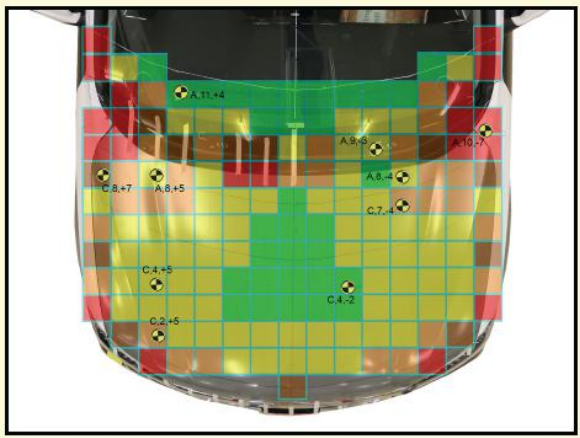


Figure 3. Head scores distribution and verification test point selection
图 3. 头部得分分布及验证测点选取

图 3 所示是经由 ANCAP 官方最终测评完成后技术报告中给出的行人保护头部冲击部分得分分布及验证测点选取总结示意。由于篇幅原因，此文不对上腿型及下腿型测评过程与结果进行说明，以下只针对头部测评过程及性能目标达成情况进行详细分析说明。

2 头部测评过程详细说明

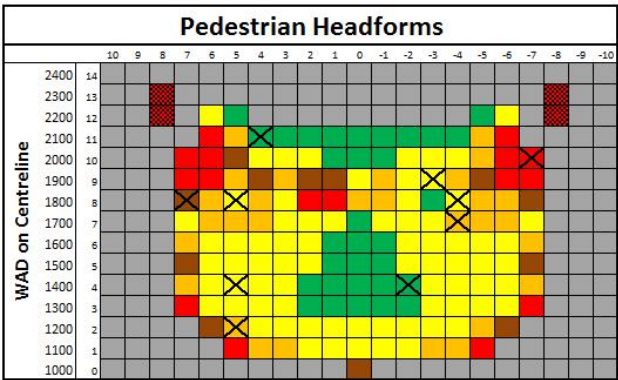


Figure 4. Prediction of head scores and selection of official verification points
图 4. 头部测点得分预测及官方验证点选取示意

图 4 所示是该车型在官方试验前，由主机厂提供的行人保护头部所有测点预测得分分布情况，另外，图中打黑叉的是官方在结合预测得分分布图及车辆机舱内部主要硬点等信息之后最终确定的用于试验验证的 10 个测点位置。

具体所有预测得分中各颜色点数及所占比例如表 2 所示，其中没有默认绿色点及蓝色点；绿色点为 32 个，黄色点为 73 个，二者所占总点数比例为 63%；橙色点为 29 个，棕色点为 12 个，二者所占总点数比例为 24%；红色点为 16 个，A 柱默认红色点为 4 个，二者所占总点数比例为 12%。因绿色点及黄色点是主要得分区域，所以在车型开发过程中，应尽量提高这两种颜色点的数量及所占比例，同时尽量降低红色及棕色点的数量及所占比例。

Table 2. The number of different color points
表 2. 预测不同颜色点数统计

预测信息	点数统计	百分比统计	法规要求得分	分数统计
默认绿色 (Default green)	0	0%	1.000	0.000
绿色 (Green)	32	19%	1.000	32.000
黄色 (Yellow)	73	44%	0.750	54.750
橙色 (Orange)	29	17%	0.500	14.500
棕色 (Brown)	12	7%	0.250	3.000
红色 (Red)	16	10%	0.000	0.000
默认红色 (Default Red)	4	2%	0.000	0.000
蓝色 (Blue)	0	0%	试验确定	0.000
头部总体情况统计	166	100%		104.250

官方针对头部 10 个验证测点进行试验后，预测得分、具体测试头部伤害 HIC (Head Injury Criteria) 值及实际得分等详细结果对比如表 3 所示，其中，7 个测点的预测得分与实际得分一致，3 个测点的预测得分低于实际得分一个等级，10 个验证测点的预测总得分为 6.25 分，实际试验后总得分为 7 分。依据法规要求，该车型行人保护头部总得分的修正系数 (correction factor) ^[2]=10 个测点实际测试总得分/10 个测点预测总得分=7/6.25=1.12，在获得修正系数后，则可以计算出头部总得分^[2]=头部所有测点预测总得分/测点总数×24×修正系数=104.25/166×24×1.12=16.88。

Table 3. Verification test points prediction and test scores statistics
表 3. 验证测点预测及试验得分统计

验证测点位置	预测得分	测试伤害 HIC 值	实际得分
A 8,-4	0.750	532	1.000
C 4,-2	1.000	550	1.000
A 11,4	1.000	685	1.000
A 10,-7	0.000	2845	0.000
A 9,-3	0.750	1035	0.750
C 4,5	0.750	964	0.750
A 8,5	0.750	940	0.750
C 2,5	0.500	1024	0.500
C 8,7	0.250	1104	0.500
C 7,-4	0.500	780	0.750
总得分	6.250		7.000

以上所述是该车型行人保护头部得分过程记录及最终结果计算说明，针对在车型开发过程中如何使得车辆前端，主要是发动机罩区域能够确保行人保护头部测试获得预期评价得分，以下进行详细说明。

3 头部性能目标达成原因分析

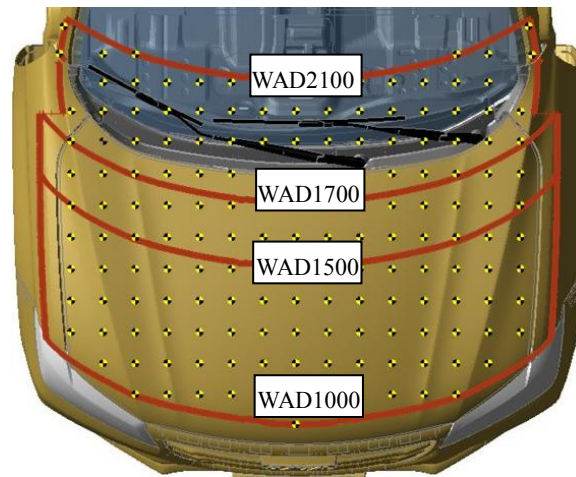


Figure 5. The distribution of all test points on real vehicle
图 5. 头部所有测点在实车详细分布图

图 5 所示是该车型依据法规要求，识别出的行人保护头部所有测点在实车上具体分布位置示意，从图中可以看出：WAD1700 线之前的儿童头部测点都排布在发动机罩上，WAD1700 线之后到 WAD2100 线之间的成人头部测点主要排布在发动机罩后沿及前风挡玻璃上（儿童头、成人头排布与 WAD 线关系具体规程要求见文献 7）。从图 3 所示的头部测点得分颜色分布图可以看出该车型行人保护头部主要得分区域在前风挡玻璃远离根部及发动机罩中部。

其中前风挡玻璃区域设计原则相对简单：根部区域通过与仪表板搭接处支撑结构弱化及增大此处前风挡与仪表板之间间距实现尽量降低行人保护头部 HIC 伤害值，以获得一定得分；远离根部区域主要通过前风挡玻璃本身材料的易碎性实现行人保护头部测点获得满分。以下主要以发动机罩区域得分结构设计原则进行说明。

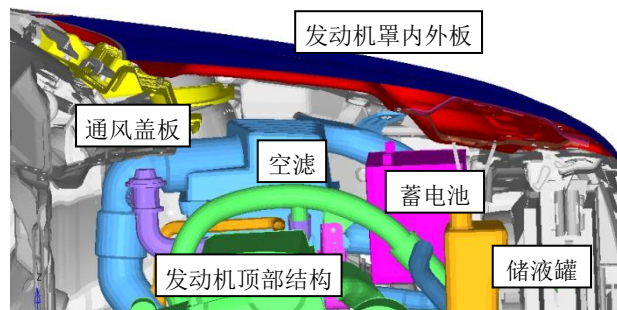


Figure 6. The head hard points arrangement in engine room
图 6. 机舱内头部硬点排布示意

首先在车型开发的造型及总布置阶段，基于行人保护性能需要，对车头区域提出造型特征、机舱内硬点排布及空间预留等要求。

1) 造型方面通过局部造型特征调整^[13-15]，控制头部测点主要排布在发动机罩上，尽量减少排布在翼子板上；

2) 实车机舱内主要结构硬点布置如图 6、7 所示，其中处于发动机罩中间区域的如空滤、蓄电池、发动机顶部硬结构、储液罐等与发动机罩之间间距都控制在 80mm 以上，翼子板及水箱框架与发动机罩边缘区域之间间距都控制在 40-60mm 以上，确保在行人头部模型冲击到发动机罩中前部区域时有足够向下压溃变形空间。

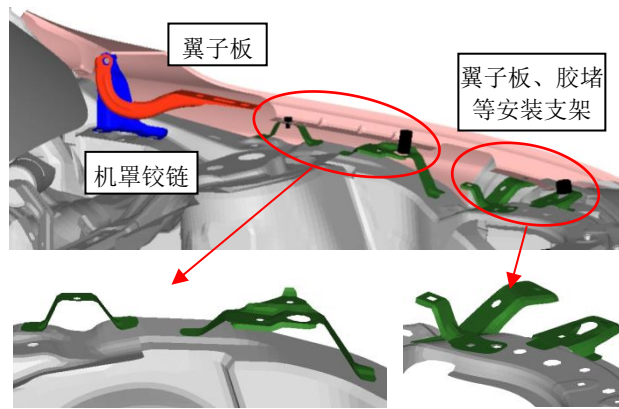


Figure 7. Design of the hinge and fender area structure
图 7. 铰链及翼子板区域结构设计示意

然后在车型开发的结构详细设计阶段，依据行人保护法规及 NCAP 规程要求，运用 CAE 仿真分析工具，对发动机罩周边区域下面的车身相关连接结构进行设计建议与优化，确保所有行人头部撞击区域内满足 HIC 伤害要求。

1) 对于发动机罩后部区域的通风盖板处，如图 7 所示，由于密封、雨刮布置等原因，此处区域内空间相对较小，通过将通风盖板断面设计成 Z 字型形式，降低盖板本身竖向结构刚度，保证在行人头部模型冲击到发动机罩后部区域时，通风盖板可以在冲击方向溃缩变形，进而实现降低行人头部 HIC 伤害的目的；

2) 在发动机罩铰链安装区域，如图 7 所示，机罩铰链安装座在满足发动机罩开启角度的前提下，尽量靠近 A 柱根部，且隐藏在翼子板下方，远离行人头部可能的撞击区域；

3) 在翼子板与车身连接区域，如图 7 所示，翼子板及发动机罩减震胶堵不直接安装在相应安装梁上，而是通过“几”字型、“L”型、“Z”型等支架结构连接到车身上，并对支架结构进行优化设计，在满足安装刚度要求的前提下，通过支架结构溃缩变形吸能，用于满足行人头部撞击该区域时 HIC 伤害要求；

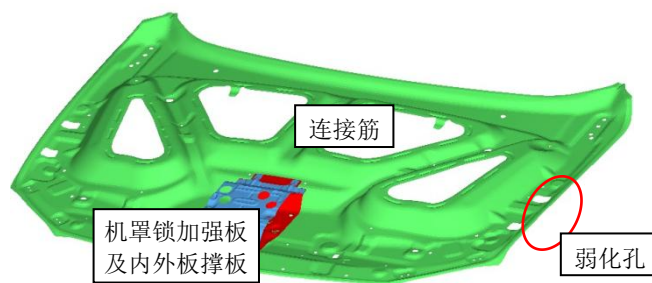


Figure 8. Design of inner panel of the engine hood
图 8. 发动机罩内板结构设计示意

4) 对于发动机罩中部区域及机罩锁安装区域，如图 8 所示，在满足发动机罩模态、弯扭刚度、抗凹陷等性能的前提下，弱化机罩锁加强板及内外板撑板，减小机罩内板打胶连接筋的深度与宽度，用于满足行人保护头部 HIC 伤害要求，对于仍然不能满足的局部区域，通过在机罩内板开孔，以降低局部刚度。

4 总结

通过对在澳大利亚 ANCAP 中获得五星评价的哈弗 H2 车型的行人保护部分总体得分情况、头部冲击试验测评过程、头部性能目标达成原因等三方面进行分析说明，一方面梳理了 ANCAP 在行人保护头部冲击测评项中的具体工作过程及得分计算方法，另一方面为其他需要考虑 ANCAP 评价的车型在行人保护头部性能提升方面提供一些设计建议如下：

1) 在车型开发的造型及总布置阶段就需要结合行人保护头部性能需要，对车头区域提出造型特征、机舱内硬

点排布及空间预留等要求,为详细设计阶段各种溃缩吸能结构优化设计打好基础;

2) 在发动机罩后沿下方通风盖板处、机罩铰链及翼子板安装位置处等可变形空间相对较小区域,通过设置合理的“Z”、“L”、“几”字型等溃缩吸能结构,在保证相应安装强度的同时,增强行人头部冲击时压溃变形吸能能力,降低头部伤害;

3) 对于发动机罩内板、机罩锁加强板及内外板撑板等与行人头部冲击紧密相关的零部件,可通过局部增加弱化孔、减小连接筋深度与宽度等形式,在满足发动机罩模态、弯扭刚度、抗凹陷等性能的前提下,提升行人头部冲击保护能力。

参考文献

- [1] EEVC. Regulation (EC) No 78/2009 of the European parliament and of the council [S/OL]. (2009-02-14). [http:// www.eevc.org](http://www.eevc.org)
- [2] UNITED NATIONS ECE. Regulation No. 127, Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to their pedestrian safety performance. [S/OL]. (2015-02-04). [http// www.unece.org](http://www.unece.org)
- [3] 国家标准化管理委员会. GB/T 24550-2009: 汽车对行人的碰撞保护 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [4] National Standardization Management. GB/T 24550-2009: The protection of motor vehicle for pedestrians in the event of a collision [S]. Beijing: Standards Press of China, 2009. (in Chinese)
- [5] C-NCAP 管理中心. C-NCAP 管理规则(2018 年版) [S]. 天津: 中国汽车技术研究中心, 2017.
- [6] C-NCAP Administration Center. C-NCAP Management Rules(2018 Vers) [S]. Tianjin: China Automobile Technology and Research Center, 2017.
- [7] ANCAP. ANCAP NOTES ON THE ASSESSMENT PROTOCOL VERSION 5.0 [R/OL]. (2011-09). <http://www.ancap.com.au>.
- [8] ANCAP. ANCAP Rating Road Map 2011-2017 [R/OL]. (2012-06). <http://www.ancap.com.au>.
- [9] ANCAP. ANCAP NOTES ON THE ASSESSMENT PROTOCOL VERSION 5.5 [R/OL]. (2016-07). <http://www.ancap.com.au>.
- [10] ANCAP. ANCAP Safety Rating HAVAL H2 [R/OL]. (2017-10). <http://www.ancap.com.au>.
- [11] Euro NCAP. European new car assessment program (E-NCAP) Pedestrian testing protocol version 8.3 [S/OL]. (2016-10). <http://www.euroncap.com>.
- [12] Euro NCAP. Assessment protocol-pedestrian protection version 8.1 [S/OL]. (2015-06). <http://www.euroncap.com>.
- [13] Euro NCAP. Euro NCAP rating review 2015 report from the ratings group version 1.0 [R/OL]. (2015-03). <http://www.euroncap.com>.
- [14] Carhs.training gmbh. Safety companion 2017. [EB/OL]. (2016-12-03) SAFETYWISSEN.com
- [15] 岳国辉, 蒋斌庆, 孙晴, 等. 基于 NCAP 及法规的行人保护大腿部评价标准解读 [J]. 汽车工程师, 2017(3): 41-45.
- [16] YUE Guohui, JIANG Binqing, SUN Qing, et al. Understanding on Evaluation standard of Pedestrian Thigh Protection Based on NCA P and Regulations [J]. Auto Engineer, 2017(3): 41-45. (in Chinese)
- [17] 林忠海, 谢金金, 秦璐, 等. 造型设计阶段行人保护的设计 [J]. 上海汽车, 2014(1): 49-52.
- [18] LIN Zhonghai, XIE Jinjin, QIN Lu, et al. Design of Pedestrian Protection at the Styling Stage [J]. Shanghai Auto, 2014(1): 49-52. (in Chinese)
- [19] 毕腾飞. 汽车碰撞行人时对行人头部保护的研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2013.
- [20] BI Tengfei. Research on the protection performance for pedestrians in the event of a collision [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2013. (in Chinese)