

中国儿童座椅动态碰撞性能评价指标和分级规范研究

孟磊¹, 于峰¹, 林佳盛¹

¹国家机动车产品质量监督检验中心, 上海, 中国, 201805

摘要: 本文通过对国内外现行的儿童座椅评价规程的分析和对比, 从儿童座椅的碰撞安全性入手, 对其碰撞安全性能评价指标进行分析, 从而建立符合中国儿童座椅市场特征和现状的儿童座椅安全性分级评价规程。规程一方面为消费者在购买儿童座椅产品时, 对不同企业不同产品的儿童座椅的碰撞安全性提供信息参考; 另一方面也为推动企业对儿童座椅的产品安全性及生产一致性的重视, 提高产品质量。同时也为全面保障儿童安全出行提供帮助。

关键词: 儿童座椅安全性能评价规程

Abstract: This article is based on the analysis and comparison of both domestic and Assessment Program for child safety seats. Starting from the analysis of the evaluation on the crash safety performance, then establish our own child safety seats rating system in China. This Assessment Program can provide key reference when customers buy any different brand child safety seats. On the other hand, this program can encourage the enterprises to improve the product quality and focus more on the product safety and conformity of production. It can also help to ensure the comprehensive child safety when they travel outside.

Keywords: Child Safety Seat; Safety performance; Assessment Program

1 研究背景

交通事故是造成中国儿童伤亡的重要原因。2010 年中国交通事故造成 2690 名儿童(1~15 岁)死亡, 14733 名儿童受伤, 儿童死亡人数占当年人口统计中城市儿童死亡人数的 39.3%。最新统计数据显示, 2012 年我国儿童交通死亡人数仍有 2572 人, 受 9581 人, 儿童交通安全问题需要得到社会的重视和关注。国际研究表明, 正确使用儿童座椅可以降低儿童 71% 的致命伤害和 67% 的严重伤害。近年来, 随着我国生活水平不断提高, 汽车保有量的飞速增加以及人们安全意识的不断增强, 汽车儿童座椅的使用逐渐受到人们的重视。2014 年 3 月 1 日, 经过修订的《上海市未成年人保护法》正式实施, 其中在保障儿童乘车安全方面, 新增“未满 12 周岁的孩子不能被安排坐在副驾驶座位”, 以及“未满 4 周岁的孩子乘坐私家车应该配备并正确使用儿童座椅”的规定。继而, 山东、深圳两地也先后出台了相应的法律法规, 将儿童座椅使用纳入地方法规的范畴。

我国已于 2012 年颁布实施了 GB27887-2011《机动车儿童乘员用约束系统》的强制性技术标准。该标准的实行, 对于我国汽车儿童座椅的生产质量的提高起到积极的作用。但法规的要求只是产品进入市场的最低门槛。因此由国家质检总局缺陷产品管理中心、国家机动车产品质量监督检验中心(上海)合作开展儿童座椅动态碰撞试验研究, 从儿童座椅的碰撞安全性入手, 对其碰撞性能评价指标进行分析, 从而建立符合中国儿童座椅市场特征和现状的儿童座椅安全性分级规范。

2 中国儿童座椅产品质量现状

2014 年 1 月 22 日质检总局、国家认监委发布关于机动车儿童乘员用约束系统实施强制性产品认证的公告, 决定对机动车儿童乘员用约束系统实施强制性产品认证。规定自 2015 年 9 月 1 日起, 未获得强制性产品认证证书和未标注强制性产品认证标志的机动车儿童乘员用约束系统, 不得出厂、销售、进口或者在其他经营活动中使用。汽车儿童座椅 3C 的实施, 有力的提高我国汽车儿童座椅质量, 也提高行业的准入门槛, 对于该产品的行业监管具有重大的意义。

同时国家各级质量监督部门为了不断整顿和规范儿童座椅市场, 保障儿童出行安全, 每年进行不间断的质量抽查活动。儿童座椅行业协会也发起品牌自律活动, 对市场上的汽车儿童座椅产品进行质量抽查。上海机动

车检测中心（国家机动车产品质量监督检测中心）作为有第三方公正地位的国家级综合性机动车检测机构积极参与各项监督抽查工作，并按照 GB27887-2011 标准中的动态试验方法对市场上流通的儿童座椅产品进行检测。对近三年来各类监督抽查的动态试验结果的对比发现，自 2016 年度以来儿童座椅动态试验的合格率比 2015 年和 2014 年有了明显的提高，分别高出了 28%和 27%，达到了 67%。由于儿童座椅动态试验直接反映了儿童座椅对儿童乘员的碰撞保护性能，其也是儿童乘员保护的法规最重要的一部分。动态试验合格率的提高也能客观反映出中国儿童座椅的总体产品质量的有了明显的提升。

近年来随着交通安全知识的普及，越来越多的家长都懂得儿童座椅的重要性，并开始使用或者有意向使用儿童座椅。而如何选购合适的儿童座椅产品对于不少消费者来说是个难题，因为其最重要的质量指标安全性能很难通过消费者的主观评价而获得，只有在车辆发生事故时，儿童乘员是否得到有效保护才能体现儿童座椅的安全性能。满足法规的要求只是产品进入市场的最低门槛，因此建立儿童座椅安全性分级评价规程迫在眉睫，通过评价分级为消费者提供儿童座椅的碰撞安全性信息参考。同时推动企业对儿童座椅的产品安全性能的重视，提高产品质量，促进行业的健康发展。

3 国际上现有主要儿童座椅评价体系

从儿童座椅法规的体系来说，全世界主要可以分为两大领域：欧洲法规的强制认证体系和美国的自愿认证体系，儿童座椅的评价方法也主要是以这两大体系为基础发展出各有特色的评价方法。目前国际上主要的儿童座椅性能评价规程主要有，美国的 NHTSA（美国高速公路安全管理局）及 IIHS（美国高速公路保险协会）、欧洲的 Euro-NCAP 和德国 ADAC（德国汽车俱乐部）、中国的 C-NCAP 和日本的 J-NCAP 组成。这些评价规程主要有两种类型：一种是针对儿童座椅的易用性的评价规程，如美国 NHTSA 采用的评价规程；另一种是对儿童座椅性能的综合评价规程，一般主要包括动态性能和易用性评价，如欧洲的 Euro-NCAP 和 ADAC，中国的 C-NCAP 和日本的 J-NCAP 等。对于儿童约束系统的评价，在国际上形成的共识是从动态性能和易用性两个方面进行评价^[1]。

3.1 欧洲儿童座椅评价规程

在欧洲最具有影响力的儿童座椅评价的方法当属 Euro-NCAP 和 ADAC，其中 Euro-NCAP 准确的说，它并不是一个儿童座椅评价规程，它所评价的对象不是儿童座椅，而是“儿童座椅+汽车”这个整体的系统对保护儿童情况的评价。ADAC 的儿童座椅评价则是完全针对座椅本身的评价方法。

Euro-NCAP 作为目前最有影响的新车评价方法，全面的评价车辆对于成人保护，行人保护、儿童保护和安全辅助，测试内容也涵盖了主动及被动安全领域。四个项目的分数按照一定的加权系数计算总分，根据所达到的百分比获得相应的星级评价。Euro-NCAP 于 2003 年制订了儿童乘员保护性能评价方案，主要由动态性能评价、儿童座椅评价和车辆整体评价 3 个部分组成。动态评价包括正面碰撞和侧面碰撞试验。之前在碰撞试验中使用的 Q3 和 Q1.5 儿童假人，正面碰撞放在后排驾驶员和前排成员后，侧面碰撞时位置互换。2016 年开始使用 Q6 和 Q10 儿童假人放在后排进行试验。可以看出 Euro-NCAP 对于大龄儿童乘车安全的关注，这是由于大龄儿童通常都直接使用车辆成人安全带约束，其安全表现与车辆的相关性更高。除了动态评价以外，儿童座椅评价包括儿童座椅标识、儿童座椅与车辆接口。车辆评价包括安全气囊的警告标记、装备三点式安全带和儿童座椅固定系统等。这个两部分评价主要关注儿童座椅产品设计的易用性及其与实际车辆的配合状况。

ADAC 对于儿童座椅的评价结果是在欧洲消费者购买儿童座椅时最重要的参考依据。但是 ADAC 关于儿童座椅的评价规程及方法公开的相关资料比较少。我们只能通过其网站上的介绍得知，ADAC 进行动态试验时，将儿童座椅按照说明安装在一辆高尔夫 VI 的白车身车内（在 2011 年以前为欧宝 Astra 车身），车辆以 64km/h 的时速和 50km/h 分别通过滑台进行正面和侧面模拟碰撞测试。从 2015 年开始侧面模拟碰撞试验根据 ECE-R129 法规要求进行。根据模拟碰撞时儿童座椅的受力及损坏情况进行打分评级。当然安全系数的评分只是测试的一部分，ADAC 还对儿童座椅人体工程学指数（即操作便利性），儿童座椅材料环保无毒指数以及安全座椅清洁

指数进行打分^[2]。

3.2 日本儿童座椅评价规程

儿童座椅是 J-NCAP 中一个独立的评价项目不与车辆性能相关。因此 J-NCAP 对儿童座椅评价只进行动态性能测试和易用性评价。易用性评价主要考察儿童座椅的使用说明，座椅上的标记，座椅结构，安装牢固性和安装性。每一项分数从 0 分到 5 分，取 5 项分数平均值为最终评价指标^[3]。J-NCAP 的动态性能评价是通过滑台进行正面模拟碰撞试验，针对不同类型的儿童座椅，动态试验方法、评价项目和指标是不同的。J-NCAP 将儿童座椅分为：婴儿用安全座椅、婴儿床和幼儿用安全座椅三种，正面碰撞试验的评价方法评价分为优、良、普通和不推荐 4 个级别。

4 国内现有儿童座椅评价体系

中国汽车技术研究中心于 2014 年 4 月发布了 C-NCAP (CR) 评价规则，参与评价的儿童约束系统产品按照婴儿用、幼儿用和学童用共 3 个组别来进行划分。其中，婴儿用儿童约束系统适用儿童体重 13kg 以下、参考年龄为 15 个月以下；幼儿用儿童约束系统适用儿童体重为 9~18kg、参考年龄为 9 个月~4 岁；学童用儿童约束系统适用儿童体重为 15~36kg、参考年龄为 3~12 岁^[4]。

C-NCAP 儿童约束系统评价方法包括静态评价和动态评价两个方面的内容。其中，静态评价是指使用方便性评价，主要通过对产品使用说明文件、标识、以及座椅在车上的安装是否方便、是否方便儿童搭乘等几个方面给出评分。使用方便性评价不是通过测试数据来考量，而是按照详细的评价标准，由专业人员进行打分。该项评价的目的就是引导生产企业和产品在设计、生产、包装等各方面尽可能多地为消费者考虑，让消费者更易于获得清晰明了的产品使用信息，方便消费者正确使用产品。动态试验则是按照儿童约束系统产品分组搭乘相应的 P 系列儿童假人，在碰撞模拟滑车上实施。试验通过测量儿童假人运动姿态以及伤害指标，考核儿童约束系统对儿童乘员的保护效果。针对不同组别的儿童约束系统产品，动态试验采取不同的评价办法，但无论哪个组别的产品都需要做前向碰撞试验。由于婴儿用儿童约束系统组别产品在实际应用中需要后向安装，该组别产品还需要单独做后向碰撞试验。在幼儿用儿童约束系统组别的评价中，如果座椅倾角可调，需要将其调整到垂直、最大倾角两种状态分别进行试验^[5]。

C-NCAP 儿童约束系统综合得分为使用方便性能得分与碰撞安全性能得分的总和，得分最高为 40 分，最低为 0 分。使用方便性能得分不考虑儿童约束系统所覆盖的组别，按照儿童约束系统型号进行统一评分，最高分为 8 分，最低分为 0 分；碰撞安全性能考虑儿童约束系统所属组别，同一型号的儿童约束系统可以覆盖多个组别，分别进行评分，最高分为 32 分，最低分为 0 分。

5 中国儿童座椅安全性能评价体系研究

儿童座椅安全性能评价主要关注在车辆发生碰撞事故时，儿童座椅对儿童乘员的保护性能，衡量的关键因素就是儿童乘员是否在事故的受到伤害。通过安全性能指标、动态试验方法和儿童座椅分类三个方面的研究，从而建立符合中国儿童座椅市场特征和现状的儿童座椅安全性分级评价规程。表 1 中列出了 Euro-NCAP、ADAC、J-NCAP 和 C-NCAP 对于儿童座椅安全性能评价体系的差异。

Euro-NCAP 采用 40%正面偏置碰撞和侧面碰撞的试验方法，碰撞试验在实车上进行。其优点是实车碰撞试验更接近于真实的交通事故，可以比较真实再现车上各部件的运动和受力情况，准确的评估儿童乘员所受到的伤害。但是评估结果受车辆的影响因素比较多，不能客观反映儿童座椅对于儿童的保护性能。所以目前大部分评价体系都采用台车进行模拟碰撞试验。台车试验有成本较低，重复性好和准备周期短等优点。碰撞后标准座椅及儿童假人可以继续重复使用，仅需更换儿童座椅即可。Euro-NCAP 和 ADAC 的动态试验中正面碰撞速度都为 64km/h，明显高于现行的儿童座椅法规，动态试验条件更为苛刻。64km/h 的碰撞速度是模拟 40%正面偏置碰撞时车辆的碰撞速度，它更接近实际交通碰撞事故，能较全面的评价车辆的正面碰撞安全性能。

在 J-NCAP 和 C-NCAP 中都没有对儿童座椅侧面碰撞的保护性能进行判定。由于我国现行《机动车儿童乘员用约束系统》标准采标于欧洲的 ECER44 法规，其主要关注的是儿童座椅正面碰撞和后向碰撞的安全性能指标。而近些年来的研究表明，汽车侧面碰撞中受撞侧儿童受伤概率远远超过正面碰撞，甚至非受撞侧儿童受伤概率也接近于正面碰撞^[6]。随着欧洲最新的儿童座椅标准 ECER129 的颁布，对儿童座椅的侧面碰撞保护性能也受到越来越多的关注。

Table 1. Difference of safety performance evaluation system for different child seat
表 1. 不同儿童座椅安全性能评价体系的差异对比

	Euro-NCAP	ADAC	J-NCAP	C-NCAP
动态试验方法	碰撞型式	40%正面偏置碰撞 侧面碰撞	正面碰撞 侧面碰撞	全正面碰撞 后面碰撞
	碰撞速度	64km/h 50km/h	64km/h 50km/h	55km/h 34km/h
	试验假人	Q3, Q10 (Q1.5, Q3)	Q系列假人	P系列假人
安全性能评价指标	头部伤害	HIC15 (头部有硬物接触) 头部累计3ms合成加速度 头部前移量	无公开信息	假人鼻子是否超出座椅上端面 头部前移量 头部累计3ms合成加速度 头部载荷 (头部3ms合成加速度)
	颈部伤害	上颈部张力 Fz	无公开信息	N/A
	胸部伤害	胸部累计3ms合成加速度	无公开信息	胸部累计3ms合成加速度 胸部载荷 (胸部3ms合成加速度)
	腹部伤害	N/A	无公开信息	N/A
	下肢伤害	N/A	无公开信息	N/A
儿童座椅类别划分	N/A	无公开信息	婴儿用儿童约束系统 婴儿床 幼儿用儿童约束系统	婴儿用儿童约束系统 幼儿用儿童约束系统 学童用儿童约束系统

与欧洲的评价体系相比，J-NCAP 和 C-NCAP 仍然使用 P 系列假人作为试验用假人。P 系列假人研发的年代比较久远，其生物特性和数据采集能力已经无法满足当下试验的要求。Q 系列假人的生物逼真性和损伤评估能力更高。它又是首个多方向试验假人，能够分别进行正面和侧面碰撞的试验。相对于 J-NCAP，我国的 C-NCAP 对儿童座椅的评价更为完整，其基本涵盖了法规内所有的座椅类型。婴儿用儿童约束系统对应国标里的 0 和 0+ 组，选用 P1.5 假人进行动态试验；幼儿用儿童约束系统与 I 组相对应，分别选用 P3/4 假人和 P3 假人进行试验。而学童用儿童约束系统对应 II 和 III 组，再根据不同重量分别选用对应假人进行试验。目前，儿童座椅说明书中标注一般按质量组和年龄作为安装使用指导，但儿童随着年龄的增长体重差异要明显大于身高差异，所以容易引导消费者过早使用大龄儿童安装方式，如正向安装或成人安全带约束的方式。错误的安装会造成儿童约束系统无法在汽车碰撞事故中有效地保护儿童。因此儿童身高也将是划分儿童座椅类别的重要参考因素，使消费者在选用儿童座椅使更明确，减少误使用的可能性。

6 总结

目前由国家质检总局缺陷产品管理中心、国家机动车产品质量监督检验中心（上海）等开展符合中国儿童座椅市场特征和现状的儿童座椅安全性评价规程的研究，目前已形成评价体系较为完整的方案：

1. 将 40%正面偏置碰撞引入到中国的儿童座椅安全性评价规程中，碰撞速度为 64km/h。使动态试验更真实的反映中国道路交通事故中常见的碰撞型式，以评价儿童座椅对中国儿童的保护能力。
2. 除了正面偏置碰撞以外，侧面碰撞保护性能考核也将纳入中国儿童座椅安全评价规程中。儿童座椅对儿童假人头部的包容性将作为考核指标，即在侧面碰撞中儿童头部不能与车门内板发生接触。而侧面碰撞中儿童假人的伤害指标要求暂不作为考核要求。

3. 使用生物仿真度更高的 Q 系列儿童假人作为中国儿童座椅安全评价规程的碰撞假人。
4. 中国的儿童座椅安全性能评价将参考 Euro-NCAP 的儿童乘员安全性能评价指标。
5. 简化儿童座椅分类的划分，使消费者简单方便的找到自己需求的儿童座椅评级信息。中国的儿童座椅安全性能评价将根据使用者的年龄及身高来对儿童座椅进行划分。

参考文献 (References)

- [1] 张金换, 许述财, 杨欣和马春生, 汽车儿童乘员碰撞伤害与防护, 清华大学出版社, 2015.
- [2] Allgemeiner Deutsche Automobil Club, "ADAC Kindersitztest Testverfahren," Allgemeiner Deutsche Automobil Club, Available: <https://www.adac.de>
- [3] 李世成, "JNCAP 关于儿童座椅方面的评价," 出处 2011 第十四届中国汽车安全技术学术会议论文集, 天津市, 2011.
- [4] 包崇美, "详细解读 C-NCAP 儿童约束系统(CRS)评价规则," 《世界汽车》, pp. 88-91, 01 2015.
- [5] 中国汽车技术研究中心, C-NCAP 儿童约束系统 (CRS) 评价规则, 2014.
- [6] Johannesn H, Bendjellal F. Update on lateral impact testprocedure for child restraint systems [C]// SAE 2011 WorldCongress & Exhibi