

基于儿童安全座椅的德国 ADAC 测试与 ECE R129 法规差异性研究

高国彬 李志昌 姜峰 任天杰 陈飞

(南京海关纺织工业产品检测中心)

摘要: 本文解析了德国ADAC测试与ECE R129法规的主要差异,梳理了德国ADAC测试方法及评分规则,结合ECE R129法规内容介绍了德国ADAC测试的主要项目,并进行了德国ADAC碰撞测试对比,期望帮助我国儿童安全座椅企业在产品设计时结合法规差异性,以在满足ECE R129法规的基础上取得更好的ADAC测试评分。

关键词: 德国ADAC, ECE R129, 儿童安全座椅差异性分析

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.03.006

Research on the Differences between German ADAC Testing and ECE R129 Regulations Based on Child Safety Seats

GAO Guo-bin LI Zhi-chang JIANG Feng REN Tian-jie CHEN Fei

(Nanjing Customs Textile Industrial Products Testing Center)

Abstract: This paper analyzes the main differences between the German ADAC testing and ECE R129 regulations, outlines the testing methods and scoring rules of the German ADAC testing, and introduces the main projects of the German ADAC testing based on the content of ECE R129 regulations. It also compares the collision tests of the German ADAC, hoping to help Chinese child safety seat producers combine regulatory differences in product design to achieve better ADAC testing scores while meeting ECE R129 regulations.

Keywords: the German ADAC, ECE R129, difference analysis of child safety seat

0 引言

我国是儿童安全座椅消费小国,普及率不到10%,但另一方面,我国又是儿童安全座椅制造大国,全球儿童安全座椅的90%在中国制造。根据相关部门统计,截至目前我国现有儿童安全座椅企业

约2500家。近年来,我国汽车儿童安全座椅市场规模在不断扩大。2021年儿童安全座椅销售总额达150亿元,其中58%为出口额,主要面向欧洲和北美市场。在欧洲市场销售的儿童安全座椅需满足ECE R129法规,同时作为欧洲最大的车友会,拥有7000多万会员的德国ADAC(全称是Allgemeiner

基金项目: 本文受南京海关科研项目“基于高速碰撞的儿童安全座椅测试系统研究”(项目编号:2022KJ34)支持。

作者简介: 高国彬,项目经理,研究方向为儿童安全座椅检测技术开发。

李志昌,中级工程师,项目工程师,研究方向为碰撞安全技术与法规。

Deutscher Automobil Club, 即全德汽车俱乐部) 每年都会进行儿童安全座椅市场抽测, 进行ADAC测试, 并与Stiftung Warentest (德国的商品和服务独立测评机构)、ICRT (国际消费者研究及测试机构) 及欧洲各国消费者协会联合发布测试结果。发布结果不仅包含产品标价, 还会把测试结果分非常好、好、满足、及格、有缺陷不推荐5个等级公开^[1], 对消费者购买引导有很大的影响。

德国ADAC是一个非营利性非政府组织, 秉着对消费者负责的态度, 进行碰撞测试的工况比ECE R129法规更严苛, 且不接受企业自行送检, 每年在欧洲销售市场以匿名购买儿童安全座椅的形式进行两次随机抽测, 并以结果评分的形式对外公开。欧洲作为最大的儿童安全座椅出口市场, 德国ADAC测试对我国儿童安全座椅企业带来很大的冲击, 为使企业能在ECE R129法规认证基础上取得更好的德国ADAC测试评分, 并在欧洲市场占据销售优势, 掌握德国ADAC测试技术尤为重要。为此, 本文分析整理了德国ADAC测试方法并与ECE R129法规进行了差异性分析, 期望帮助我国儿童安全座椅企业缩短产品开发周期, 并取得优异的德国ADAC测试评分。

1 世界各国儿童安全座椅测试标准

我国现行儿童安全座椅强制性标准GB 27887是参考欧盟ECE R44法规制定的, 自2011年颁布实施, 并于2015年9月1日起, 对儿童安全座椅产品实施3C强制认证^[2], 仅2019年进行了1号修改单增补^[3], 并在2022年1月参考欧盟已发布实施的ECE R129法规发布了新国标征求意见稿, 并在未来计划实施。另外, 我国2021年6月新修订的《中华人民共和国未成年人保护法》^[4]第18条明确规定儿童乘车采取配备儿童安全座椅, 防止未成年人受到交通事故的伤害。欧盟是国际上较早发布儿童安全座椅法规的地区, 儿童安全座椅技术法规ECE R44于1982年颁布实施以来, 经过多次修订、实施后最终在2022年9月1日被ECE R129法规完全替代, 新发布的ECE R129法规自2013年7月提出以来, 经过15

次修订已更新到ECE R129 03e07s (即ECE R129第三版第七次修订版), 因ECE认证与我国标准差异小, 故在我国认可度较高。另外, 德国ADAC测试虽不是欧盟儿童安全座椅准入准则, 但是作为非营利组织德国ADAC每年组织春季和秋季共两次随机抽测并进行结果公示, 其严苛的测试工况和具有较高公信力的测试技术, 大大影响了儿童安全座椅在欧洲的销售量, 深受儿童安全座椅企业的追捧。但是值得注意的是, 如果儿童安全座椅的德国ADAC测试结果有缺陷, 但其已通过ECE R129认证, 仍可以继续在欧洲市场售卖。美国儿童安全座椅法规FMVSS 213于2005年1月实施^[5], 美国联邦法典49 CFR和美国机动车安全标准FMVSS规定, 在美国销售的儿童安全座椅必须取得DOT认证, 并定期抽查监管, 因该项认证较ECE R129法规差异较大, 且因市场占有率低, 在我国不受青睐。我国关注度较低日本工业标准调查会制定的日本儿童座椅法规JIS D 0401: 2000, 与我国GB 27887略有差异, 总体测试项目及技术要求差异不大; 巴西的ABRT NBR 14400: 2020与我国现行标准基本相同; 澳洲的AS NZS 3629测试项目与我国类似, 但是测试技术要求相差较大, 碰撞夹具不通用, 不过碰撞假人都使用相同的P系列假人。各国认证图例如图1所示^[6]。



图1 (ECE R44、ECE R129、中国、FMVSS 213、ADAC) 认证图例

2 德国ADAC测试与ECE R129法规主要差异

本文主要目的是指导我国儿童安全座椅企业更好地区分德国ADAC测试与ECE R129法规的主要差异, 以使儿童安全座椅产品在满足欧盟ECE R129法规的基础上, 优化产品设计并在德国ADAC测试中取得高分。德国ADAC测试并非欧洲市场儿

童安全座椅准入法规,作为为消费者考虑的第三方检测机构,其主要的目的是指导消费者如何根据安全性、安装与操作性、人体工程学和污染物等4个方面进行选择,评价总分是100分,以上前3个方面各占比50%、40%、10%,污染物不参与评分,但需要参与检测,如果污染物含量超标会在总分里扣分,总体评分见表1。故本文只从以上4个方面进行德国ADAC测试与ECE R129法规的差异性分析。

2.1 安全性

安全性占评分权重比例为50%,安全性细分为正面碰撞占比40%,侧面碰撞占比40%,安全带捆绑路径及尺寸占比10%,儿童安全座椅在车内的稳定性占比10%共4个方面。碰撞测试是最核心且最易失分的测试,正面碰撞速度为70公里/小时的高速碰撞,大大高于ECE R129的50公里/小时,碰撞时采用POLO VI实车车身,且使用实车安全带捆绑,相比ECE R129法规可以更真实地模拟碰撞事故,工况更恶劣;德国ADAC的侧面碰撞速度通道要求与ECE R129不同,前者关注的是儿童安全座椅相比侧门的冲击加速度,后者是儿童安全座椅相比侧面的相对速度差,如图2所示,在侧门板覆盖材料上两者均是 Styrodur C2500厚20mm泡沫板。

2.2 安装与操作性

安装与操作性占评分权重比例为40%,安装与操作性细分为误操作占比40%、儿童约束带捆绑便捷性占比20%、儿童安全座椅安装便捷性占比20%、操作说明书及标识内容占比8%、座椅转向

及座椅重量占比10%、可拆装和清洗难度占比2%。以上要求内容在ECE R129法规中均有提及,比如后者要求在碰撞测试全项目测试时需要增加误操作测试,操作说明书及标识和拆装清洗也在ECE R129法规中明确列明,不过儿童约束带捆绑便捷性、儿童安全座椅安装便捷性和座椅转向调节更倾向于主观判定,企业在设计时需要考虑在内。

2.3 人体工程学

人体工程学占评分权重比例为10%,人体工程学细分为儿童安全座椅占用车内空间占比40%、孩童乘员乘坐空间占比20%、孩童乘员坐姿占比20%、孩童乘员舒适度(视野等)占比20%共4个方面,人体工程学主要考察儿童安全座椅的内外尺寸设计、是否配有腿脱、座垫的舒适度和孩童乘坐视野等可增加乘员舒适感的项目。在ECE R129法规中仅对儿童安全座椅的内外尺寸有严格要求,在乘员舒适度感官上没有要求。

2.4 污染物

污染物检测儿童安全座椅用料是否环保无污染,包括可迁移元素、邻苯二甲酸酯、甲醛、可分解致癌芳香胺染料含量、挥发性有机化合物(VOC)、阻燃剂、多环芳烃等含量是否超标。

儿童安全座椅德国ADAC测试总体评价是在满分100分的基础上,按0.6~1.5分,1.6~2.5分,2.6~3.5分,3.6~4.5分,4.6~5.5分共5个阶梯进行结果评价,分别代表非常好、好、满足、及格、缺陷不推荐,见表2。

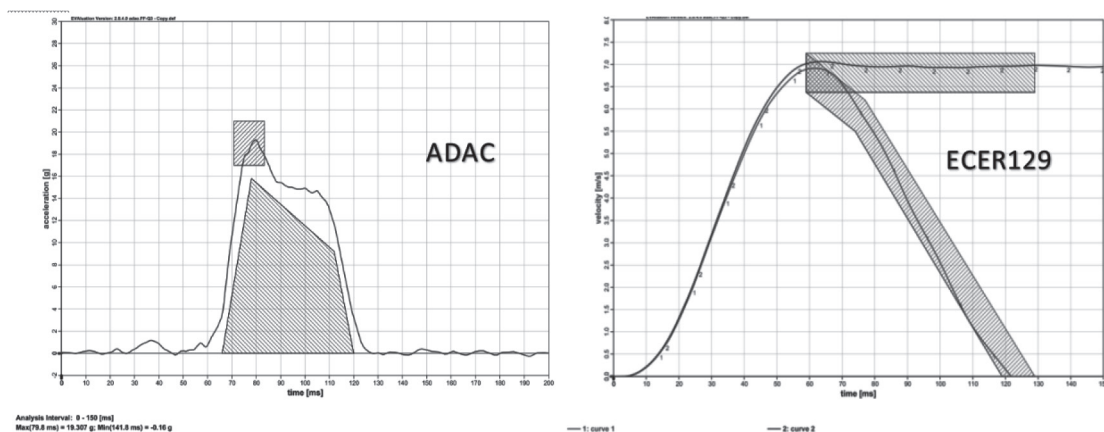


图2 侧面碰撞速度曲线

表1 儿童安全座椅总体评分及权重				
序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重
1	安全性	50%	正面碰撞安全性	40%
			侧面碰撞安全性	40%
			安全带捆绑路径及尺寸	10%
			儿童安全座椅在车内的稳定性	10%
2	安装与操作性	40%	误操作	40%
			儿童约束带捆绑便捷性	20%
			儿童安全座椅安装便捷性	20%
			操作说明书及标识内容	8%
			座椅转向及座椅重量	10%
			可拆装和清洗难度	2%
3	人体工程学	10%	儿童安全座椅占用车内空间	40%
			孩童乘员乘坐空间	20%
			孩童乘员坐姿	20%
			孩童乘员舒适度（视野等）	20%
4	污染物	——	可迁移元素、邻苯二甲酸酯、甲醛、可分解致癌芳香胺染料含量、挥发性有机化合物（VOC）、阻燃剂、多环芳烃等	不参与评分，若含量超标，则从总分里扣分

表2 结果评价				
0.6~1.5分	1.6~2.5分	2.6~3.5分	3.6~4.5分	4.6~5.5分
非常好	好	满足	及格	缺陷不推荐

3 碰撞测试解析

安全性测试是德国ADAC测试中占比最高的项目，而碰撞测试又是安全性测试最核心项目，故本文主要针对ADAC碰撞测试进行研究分析。德国ADAC测试与ECE R129法规在儿童安全座椅分类和假人选择上相同，将儿童安全座椅按身高分类，碰撞测试时假人安装的步骤与ECE R129一样，不过前者在使用Q1和Q1.5假人时手臂要用320mm的织带束缚固定，在使用Q3和Q6假人时手臂要用425mm的织带束缚固定。

3.1 测试方案

德国ADAC碰撞测试有正碰和侧碰之分，相比

ECE R129法规去除了后面碰撞。正面碰撞平台为POLO VI车身使用实车安全带，如图3所示，每次试验前均需要更换，而ECE R129法规是有点位要求的自制平台；德国ADAC测试侧面碰撞平台点位与ECE R129法规一致，座椅覆盖泡沫也通用，不过座椅及侧门需偏转10°使用，如图4所示。碰撞假人与ECE R129法规一样均使用Q系列假人，儿童安全座椅按身高尺寸对假人进行了分组，见表3。



图3 正面碰撞平台（POLO VI车身）

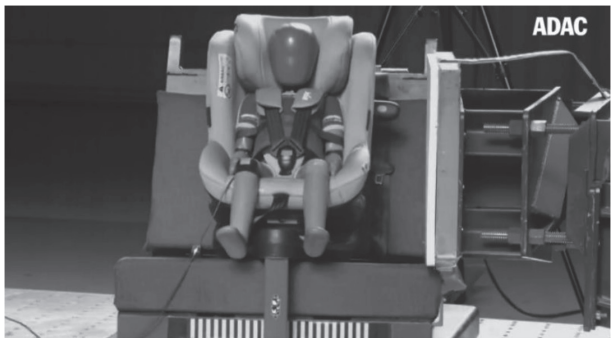


图4 侧面碰撞平台

选择碰撞测试假人时，德国ADAC测试遵循以下4点要求。

- (1) 针对后向安装的儿童安全座椅，在使用范围内选择最大假人进行试验，如果座椅倾斜角度可调，则调整为直立档。
- (2) 针对前向安装的整体式儿童安全座椅，在使用范围内选择最大假人进行试验，如果座椅倾斜角度可调，则调整为直立档。
- (3) 针对非整体式儿童安全座椅，在使用范围

表3 儿童身高尺寸分类						
尺寸范围（mm）	≤60	（60,75）	（75,87）	（87,105）	（105,125）	>125
假人	Q0	Q1	Q1.5	Q3	Q6	Q10

内选择最大假人进行试验,如果座椅倾斜角度可调,则调整为直立档。

(4) 如果儿童安全座椅对应身高为跨组别时,要同时满足以上要求。

而ECE R129法规测试时在儿童安全座椅尺寸范围内针对最大假人、最小假人均安排测试,直立、倾斜档位同样需要进行分类测试,且需要进行误操作碰撞测试。

3.2 假人考核指标

德国ADAC碰撞测试后,需考核假人头部位移和假人内部传感器的数据指标。ECE R129法规考核假人头部水平和竖直两个方向的位移,针对前向安装的儿童安全座椅,假人头部水平和竖直方向最大位移分别是500mm和800mm,选用Q10假人测试时最大位移为550mm和840mm;针对后向安装的儿童安全座椅,假人头部水平和竖直方向最大位移分别是700mm和800mm,选用Q6和Q3假人测试时,最大位移为700mm和840mm。德国ADAC测试仅考核水平位移,儿童安全座椅前向安装时,水平位移范围要求400~650mm;后向安装时,水平位移范围要求600~750mm,见表4。侧面碰撞时,德国ADAC测

试规定假人入侵门板的距离不超过60mm,而ECE R129法规则要求假人头部不能与门接触,且不能超出门板上端包容面。

表4 假人头部位移要求

安装方向	假人	水平位移/mm		竖直位移/mm	
		ADAC	ECE R129	ADAC	ECE R129
前向安装	其他假人	400~650	500	/	800
	Q10假人		550		840
后向安装	其他假人	600~750	700		800
	Q3或Q6假人		700		840

考核假人伤害指标时,相比ECE R129法规,德国ADAC测试不进行Q0假人碰撞,头部伤害指数考核HIC (*36),正面碰撞不考核腹压,颈部考核合成力。侧面碰撞增加颈部合成力矩、颈部合成力和胸部合成加速度考核指标,具体差异见表5和表6。假人各部位考核指标限值略有不同,德国ADAC测试是以结果评分的形式公示,故假人每个部位的考核指标均有一个加权系数,并相乘得出假人的碰撞评分,在按测试矩阵进行完正面碰撞和侧面碰撞测试后,进一步计算出德国ADAC测试安全性得分。

4 碰撞试验

表5 正面碰撞假人指标

伤害指标	Q0	Q1	Q1.5	Q3	Q6	Q10
★头部伤害指数HIC（*15）	600	600	600	800	800	800
▲头部伤害指数HPC（*36）	/	600~1700				
★头部加速度3ms/（g）	75	75	75	80	80	80
▲头部加速度3ms/（g）	/	40~125				
★颈部力Fz/（N）	监控指标					
▲颈部合成力	/	600~3000	600~3000	600~4000	600~4000	600~4000
★胸部加速度3ms/（g）	55	55	55	55	55	55
▲胸部加速度3ms/（g）	/	40~70				
★腹压/（bar）	/	/	1.2	1.0	1.0	1.2

备注: ★为ECE R129指标; ▲为ADAC指标。ADAC不考核腹压。

表6 侧面碰撞假人指标

伤害指标	Q0	Q1	Q1.5	Q3	Q6	Q10
★头部伤害指数HIC (*15)	600	600	600	800	800	/
▲头部伤害指数HPC (*36)	/	300~1200				
★头部加速度3ms/ (g)	75	75	75	80	80	/
▲头部加速度3ms/ (g)	/	40~125				
▲颈部合成力矩/ (Nm)	/	10~35				
▲颈部合成力/ (N)	/	600~2000				
▲胸部加速度3ms/ (g)	/	50~100				

备注: ★为ECE R129指标; ▲为ADAC指标。

为进一步分析德国ADAC碰撞测试与ECE R129法规在碰撞测试中的差异,本文选择一款增高椅分别进行德国ADAC碰撞测试和ECE R129法规碰撞测试,试验设置如下:选用Q10假人,捆绑方式为Belt和Fix模式,假人为三点式约束,座椅安装方向为正向,碰撞测试方向为正向,图5为碰撞测试现场照片。

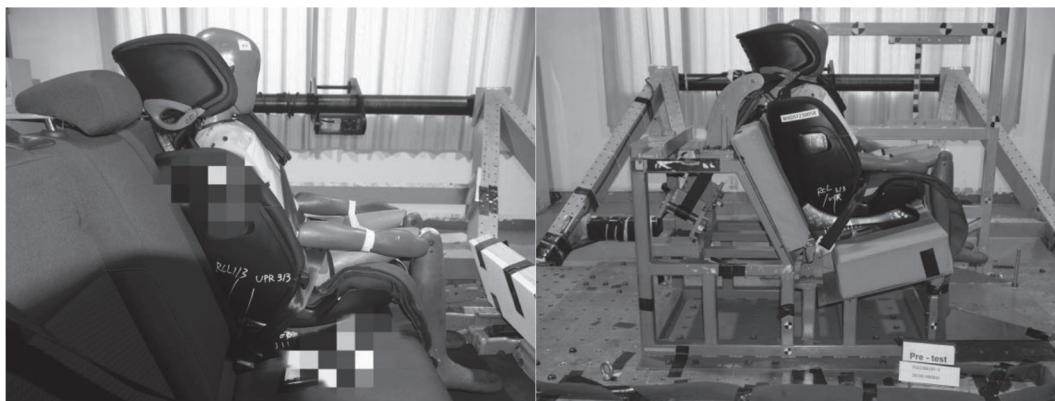
碰撞台车曲线如图6所示,德国ADAC碰撞测试速度为71km/h,而ECE R129法规碰撞速度为51km/h,前者速度更大,工况更严苛。

正面碰撞测试时,德国ADAC碰撞测试要求采集假人头部合成加速度、胸部合成加速度、颈部合成力、腹部压力,如图7~图10所示,进一步可得结果

峰值见表7。

由图7~图10可得,假人各部位的数据曲线趋势一致,峰值时刻相近,说明儿童安全座椅约束方式一致时,假人在碰撞测试过程中的运动姿态相同,与碰撞速度关系不大。由表7可知,德国ADAC碰撞测试速度较ECE R129法规抬高39%,假人除颈部伤害值外,其他部位伤害明显增加,尤其是假人头部伤害值要重点关注,假人伤害值的增高不仅与碰撞速度抬高有关,还与捆绑用安全带有关,德国ADAC碰撞使用的是实车安全带,而ECE R129法规使用的是模拟安全带,前者在碰撞过程中可自由伸长拉出,后者为固定锁止状态。

5 结语



(a) 德国ADAC

(b) ECE R129

图5 碰撞测试现场

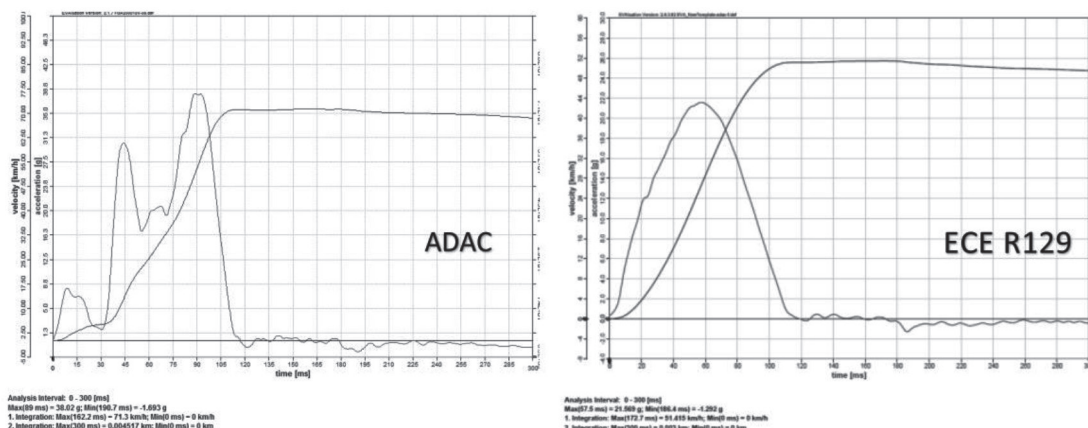


图6 碰撞台车速度曲线

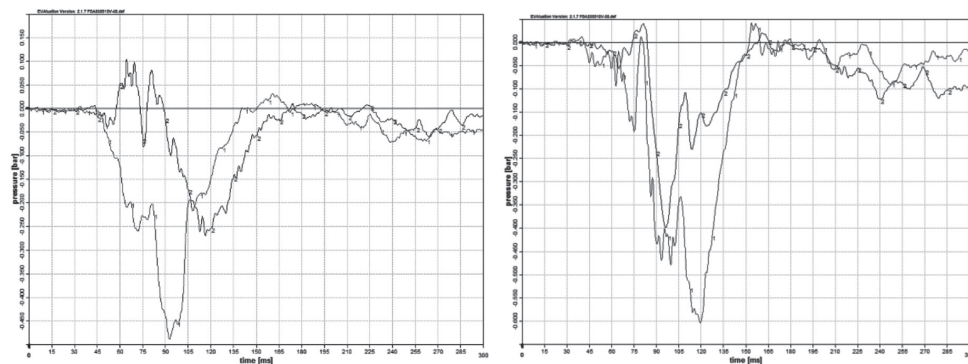


图7 假人头部加速度

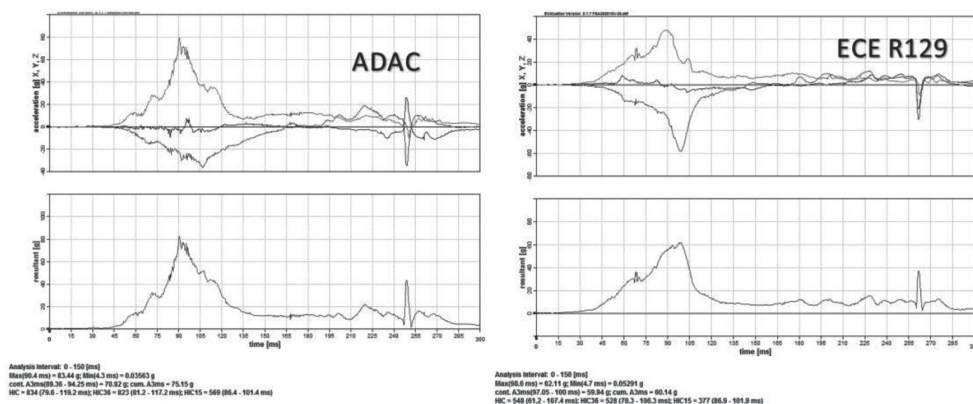


图8 假人颈部合成力

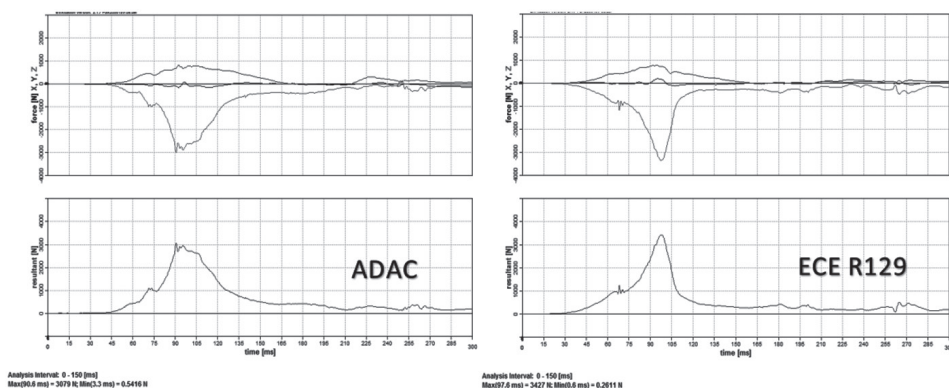


图9 假人胸部加速度

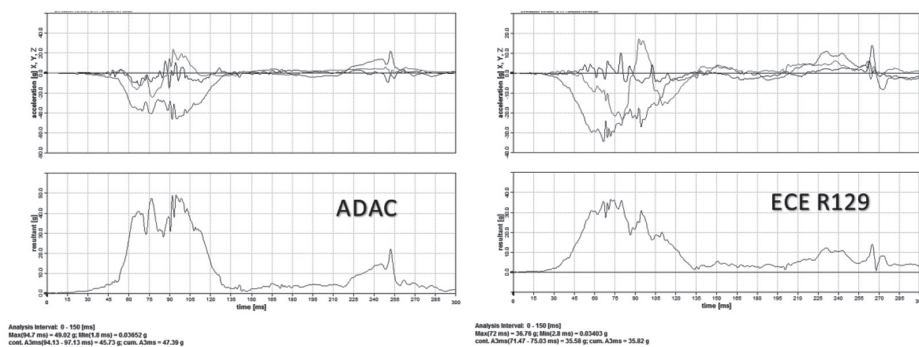


图10 腹压

表7 假人各部位传感器数据

伤害指标	HIC (*36)	头部合成加速度	颈部合成力	胸部合成加速度	水平位移	台车碰撞速度
ADAC	823	75.2	3079	45.7	455	71
ECE R129	528	60.1	3427	35.6	378	51
ADAC相对增加	56%	25%	-11%	28%	20%	39%

测试,以有针对性地进行产品优化,使产品在满足 ECE R129法规的基础上,取得更好的德国ADAC测试分数,在竞争激烈的欧洲市场占得先机。

总之,德国ADAC测试作为欧洲消费者市场重要的引导准则,对出口欧洲的儿童安全座椅企业十分重要。德国ADAC测试技术工况严苛,若要在欧洲取得更好的销量,有必要进行ADAC碰撞摸底

参考文献

[1] ADAC: Allgemeiner Deutscher Automobil-Club,ADAC官网.

[2] 文静,曹佳彦,杨丽君,等. 我国儿童安全座椅发展现状及标准法规分析[J]. 标准科学, 2021(2)66-69.

[3] 张学荣,黄硕,许长龙,等. 侧面碰撞中儿童测试假人与人体模型动态响应差异性研究[J]. 汽车工程学报, 2016, 6(6):454-459.

[4] 邱初暄,蔡步健,苍安国,等. 儿童安全座椅中美技术法规

差异分析[J]. 中国标准化, 2020(3):168-173.

[5] 施袁华. 基于ECE R129法规的正面碰撞儿童增高座椅和安全带的参数研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2020.

[6] 李志昌,姜峰,高国彬,等. 基于ECE R12903e儿童安全座椅的中欧技术法规差异性研究[J]. 标准科学, 2022(12):109-113.