

行业标准《汽车安全带试验用假人》

征求意见稿编制说明

一、工作简况

1、任务来源

汽车安全带试验用假人是强制性国家标准 GB 14166-2013《机动车乘员用安全带、约束系统、儿童约束系统 ISOFIX 儿童约束系统》中进行安全带总成或约束系统动态试验时不可或缺的测量工具，对汽车安全带及约束系统安全性能校核起着关键作用。目前我国使用的安全带试验用假人存在多种类型和规格，各假人的结构和性能各不相同，各项技术指标也不透明，在安全带动态试验过程中存在试验结果不一致等问题，解答影响了整车企业、安全带及约束系统生产企业和各检测机构开展的安全性能标定及检验工作，因此，非常必要制定安全带试验用假人的技术标准。

2019 年 9 月 23 日，工业和信息化部办公厅发布了“关于印发 2019 年第二批行业标准制修订项目计划的通知”【工信厅科函〔2019〕195 号】，将《汽车安全带试验用假人》正式列入行业标准制修订计划，项目计划编号“2019-0775T-QC”。主要起草单位包括上海冠驰汽车安全技术有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、东风汽车集团有限公司等。

2、主要工作过程

2.1 前期预研及规划

自 2016 年开始，全国汽车标准化技术委员会车身分技术委员会组织汽车行业部分安全带企业及检测机构陆续开展了一系列针对汽车安全带试验用假人的技术现状、使用中存在的问题、国内外制造商产品更新和趋势等摸底工作。车身分标委通过开展行业技术交流，收集信息和技术资料，掌握了国内外现状及最新动态，调查相关检测机构试验能力等工作，充分评估了“汽车安全带试验用假人”标准制定的可行性、必要性以及对行业的影响。

上海冠驰汽车安全技术有限公司为《汽车安全带试验用假人》标准的制定进行了大量的前期准备工作，主要包括国内各实验室汽车安全带试验用假人的分类统计调查、结构对比分析、材料配方研究、小样本的试验比对和开发数字化模拟假人等，为标准项目的开展打好基础。

2.2 工作组第一次会议

2018 年 9 月 15 日，车身分标委秘书处在上海召开行业标准《汽车安全带试验用假人》工作组成立会议暨工作组第一次会议，会议主要目的是为后续的标准制定确定工作原则、成员单位分工，标

准框架等，方便后续工作严谨、规范、有序。来自东风汽车公司技术中心、上海冠驰汽车安全技术有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、中国质量认证中心、中汽认证中心有限公司、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司、长春汽车检测中心有限责任公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、无锡海关机电产品及车辆检测中心等 20 余家单位的 29 位专家参加了本次研讨会。

本次会议上，来自上海冠驰汽车安全技术有限公司介绍了行业标准《汽车安全带试验用假人》的制定背景及前期相关情况。参会代表认真讨论了标准架构、标准总体内容、标准进度计划以及工作组成员分工安排，并就标准的整体框架、工作组未来的工作模式、工作组过程中文件保密约定等达成一致，并启动汽车用安全带试验能力的调研工作。

2.3 工作组第二次会议

2019 年 1 月 22 日，车身分标委秘书处在沈阳组织召开行业标准《汽车安全带试验用假人》工作组第二次工作会议。

上海冠驰汽车安全技术有限公司通报了“汽车用安全带试验能力调查”分析报告，主要涉及假人校正块配重方案、假人试验及存放环境、动态试验设备和历年试验数据统计等，与会专家对调查报告进行了充分讨论，为后续的行业内比对试验提出了很多建设性意见和建议。针对标准中汽车安全带试验用假人的扭转刚度要求，上海冠驰汽车安全技术有限公司和湖南赛孚公司发布了各自的研究成果，在扭转速度和扭转时间间隔上存在差异。为了保证标准的严谨性，工作组决议在后续工作中增加测试样本量进一步的试验验证。

与会专家对行业标准《汽车安全带试验用假人》标准草案及编制说明进行了逐条讨论，对标准文本及编制说明形成了以下修改意见：

- 1) 修改躯干基准线定义；
- 2) 将标准中的邵尔 A 硬度修改为邵氏 A 硬度；
- 3) 明确规定假人一般要求和性能要求的范围；
- 4) 将假人部件名称定义移到附录 A，在附录 A 中增加假人质量分布表；
- 5) 重新定义型式检验和符合性检验的触发条件；
- 6) 按照会议研讨意见修改完善标准文本及编制说明，形成下一次会议的讨论稿。

工作组第二次会议后续工作安排如下：

1) 工作组内部选取典型假人按照试验矩阵进行统一测试，为确定标准中假人躯干扭转刚度相关参数提供技术支撑；

2) 国内汽车安全带动态试验实验室能力调查。

2.4 工作组第三次会议

2019 年 6 月 19 日，车身分标委秘书处在长沙组织召开行业标准《汽车安全带试验用假人》工作组第三次工作会议。主要议程如下：

上海冠驰汽车安全技术有限公司发布增加假人样本量后的躯干扭矩刚度测试结果和安全带台车试验用位移传感器一致性比对结果。

- 1、躯干扭矩刚度测试结果表明：假人躯干扭转刚度与扭转测试间隔时间无关；在 2.76°/s、7.2°/s、13.8°/s 三种扭转速度下，躯干扭矩刚度测试结果不变。
- 2、位移传感器比对结果：参与比对的六种位移传感器只有一种传感器能达到 ISO6487 中规定的精度要求，另外二种在某些限定条件下方能达到要求。建议将唯一合格的位移传感器纳入后期的台车比对试验中使用，减少测量结果差异。

腾骐汽车安全系统（上海）有限公司发布 TNO-10 假人数模，该假人数模基于均胜百高提供的 R16 数模开发而来。假人质心动态试验仿真结果表明：1）满足质心要求，配重不同，假人胸部前移量差异较大，最大相差 50-60mm，证明质心确定程序非常重要；2）假人质量不变，质心在 X，Z 向变化时，假人胸部位移量与质心线性相关；3）新开发的 CSM-I 假人胸部位移量与质心位置线性相关系数小于 R16，意味着质心在容差范围（±10mm）时，CSM-I 假人与实际试验结果一致性更好。

湖南赛孚科技有限公司发布关于汽车安全带试验用假人躯干弯曲刚度的研究成果，并提议将该项参数要求纳入标准性能要求。与会专家经过认真讨论，认为目前假人躯干弯曲刚度测试样本量较少，建议增大测试样本量后在下一次会议再行商议。

天津汽车检测中心发布了国内台车实验室能力调研报告，共调查了 7 家主机厂，12 家第三方检测机构和 18 家安全带企业共计 21 套加速台车和 19 套减速台车，涉及年试验次数、假人使用情况以及位移测量方式。

国内减速台车和加速台车的数量基本相当，COP 试验使用减速台车居多。假人分布：主机厂只配置 TNO-10 假人；第三方检测机构既有 TNO-10 假人，也有 ECE R16 和 USMD 假人，但后两者的数量不及前者；安全带生产企业 TNO-10 与 ECE R16 假人数量相当（详见表 2）。数据表明，TNO-10 假人是目前使用率最高的假人，此数据从另外一个方面可以解释很多主机厂的数据与安全带企业数据普遍存在不一致的原因。第三方检测机构试验次数远大于主机厂与安全带生产企业，除部分龙头安全带生成企业外，其它有台车的安全带生产企业 COP 试验量较少。国内六十多家安全带生产企业大多数没有台车试验设备，行业存在一定的产品风险。

表 2：在用安全带试验用假人分布

企业类别	假人类型		
	TNO-10	ECE R16	USMD 或 DEKRA
主机厂	14	0	0

第三方检测机构	18	9	3
安全带生产企业	13	15	1
合 计	45	24	4

工作组第三次会议决议及后续工作安排如下：

- 1) 编写《汽车安全带试验用假人》动态冲击试验大纲，在 2019 年 7 月～9 月，由具备试验能力的工作组成员单位进行汽车安全带试验用假人技术要求验证试验；
- 2) 按照会议研讨意见修改完善标准文本及编制说明，形成下一次会议的讨论稿。
- 3) 开展安全带试验用假人外套技术指标的研究。

2.4 工作组第四次会议

2020 年 10 月 30 日，行业标准《汽车安全带试验用假人》工作组第三次会议在湖北省襄阳市召开，来自上海冠驰汽车安全技术有限公司、湖南大学、国家汽车质量监督检验中心（襄阳）、中国质量认证中心、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司、无锡海关机电产品及车辆检测中心、长春汽车检测中心有限责任公司、腾骐汽车安全系统（上海）有限公司、沈阳金杯锦恒汽车安全系统有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、均胜汽车安全（上海）有限公司、延锋汽车智能安全系统有限责任公司等 16 家企业的 30 余位代表参加了本次会议。

上海冠驰汽车安全技术有限公司的印炯先生对第三次会议后开展的安全带试验用假人加速台车动态冲击比对测试工作进行了总结，并依据比对试验数据分析结果对标准的技术内容提出了建议。湖南大学的颜凌波教授介绍了安全带试验用假人弯曲刚度的研究成果。无锡海关机电产品及车辆检测中心的姜华先生介绍了假人服装的相关研究成果。与会人员对标准内容进行了逐条探讨，并对标准的主要技术内容达成一致。会议主要决议及后续工作安排如下：

- 1) 根据现行假人产品完善附录A各项假人视图；
- 2) 将假人外套相关要求作为标准附录；
- 3) 汇总反馈信息，完善标准文本；
- 4) 按照会议研讨意见修改完善标准文本及编制说明，形成征求意见稿。

2.5 征求意见稿编制

2021 年 1 月 20 日，标准工作组完成了行业标准《汽车安全带试验用假人》完成了标准征求意见稿的编制，并提交全国汽车标准化技术委员会车身分技术委员会秘书处，拟。

3、主要参加单位和工作组成员

本标准的主要起草单位包括上海冠驰汽车安全技术有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、东风汽车公司技术中心、沈阳金杯锦恒汽车安全系统有限公司、均胜汽车安全系统研发（上海）有限公司、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司、上海东方久乐汽车安全气囊有限公司、湖南赛

孚汽车科技股份有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、长春汽车检测中心有限责任公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、重庆车辆检测研究院有限公司、无锡海关机电产品及车辆检测中心、湖南大学、上海工程技术大学、中国质量认证中心、中汽认证中心有限公司、腾骐汽车安全系统（上海）有限公司、苏州春分检测技术服务有限公司、中机科（北京）车辆检测工程研究院有限公司、延锋汽车智能安全系统有限责任公司、采埃孚汽车科技上海有限公司。

二、标准制定编制原则和主要内容

2.1 编制原则

本标准规定了安全带动态试验用假人的技术要求、检查规程、测定方法、运输和贮存，以保证假人在试验时的有效性。本标准是对强制性国家标准 GB14166-2013《机动车乘员用安全带、约束系统、儿童约束系统 ISOFIX 儿童约束系统》的有效补充，与汽车行业标准体系协调性良好。

标准在制定过程中充分调研了汽车安全带试验用假人在行业内的使用情况和存在的问题，广泛吸收和听取与汽车行业内安全带有关的主要整车企业、零部件企业、科研机构和检测机构等单位的意见。

2.2 标准制定主要内容

2.2.1 用范围：

本标准规定了汽车安全带试验用假人的技术要求、检查规程、测定方法、运输和贮存。

本标准适用于汽车安全带动态试验所用假人。

2.2.2 术语和定义

本标准界定了“汽车安全带试验用假人”、“外套”、“软垫”、“质心测量装置”、“头颈关节”、“躯干参考线”、“躯干扭矩测量装置”、“大腿参考线”、“躯干扭转角度”、“最大残余偏转矩”和“弯曲试验”共 11 个术语。

2.2.3 技术要求

2.2.3.1 一般要求

包括外观和尺寸要求、皮肤材质及硬度、软垫和假人质量。

2.2.3.2 性能要求

包括关节的调整要求、质心和躯干扭矩。考虑到现阶段使用的假人存在骨架强度较低，在试验中容易断裂和变形，且其内部结构在历次演化中也不尽一致等现象，标准在性能要求中强化了假人的物理性能：保留假人关节的调整要求，增加假人质心和躯干扭矩的要求。

2.2.4 检验规程

2.2.4.1 出厂检验

如假人的材料、工艺结构有重大改变或生产场地变更，可能会影响产品性能时，应按照第 4 章开展出厂检验，

2.2.4.2 符合性检验

汽车安全带试验用假人发生如下情形时，应进行符合性试验：

- a) 新购入的假人，部件修复或直接更换部件后；
- b) 正常使用中，应定期对假人进行检验，以保证假人满足本标准要求；
- c) 试验中出现试验样件失效导致假人失控、或高速摄影像所拍摄试验过程中假人明显异常

2.2.5 标志、包装、运输、贮存

包括汽车安全带试验用假人的标志、包装、运输、贮存要求。

三、主要试验（或验证）情况分析

3.1 基础性调查研究

3.1.1 颈部张紧测量起始参考点

保留假人关节调整的要求，修改原说明书中对颈部张紧的示意图（见图 1a, 图 1b）。图 1b 中修改了图 1a 中尺寸的起始参考点，应为头颈关节的中心，而非颈部中心线与颈椎上表面的交点，由于关节调整中对颈部有张紧程度有如图 100N 的作用方向上的位移要求，随着颈部皮肤硬度的变化，其尺寸同时满足张紧和尺寸要求较难，所以对此尺寸（即颈部平面与出链中心的交点 R3 到头部与颈部连接关节中心 R2 的尺寸，见图 2）不做要求或放松要求。

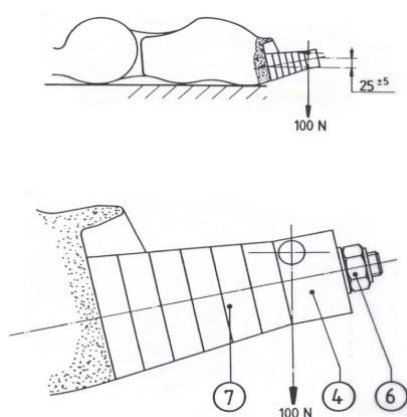


图 1a 颈部张紧（修改前）

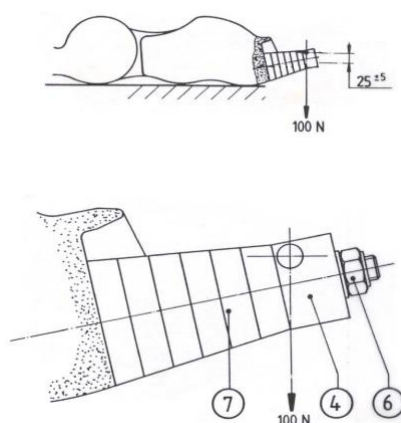


图 1b 颈部张紧（修改后）

3.1.2 假人质心高度

假人质心高度在欧洲标准的修订版上有系列变化，见图 2。座姿假人质心高度有过三个版本：分别为 $464 \pm 4\text{mm}$ ， $464 \pm 10\text{mm}$ ，最后 $454 \pm 10\text{mm}$ ，一直延续到现在，能查到是 22.Feb.2000 EC 指令 M6 中所更改的，更改原因往前追溯未找到依据。通过调查我们希望通过对现有假人按现有质量调整方式的调查来寻找证据，同时对假人质心处于上下限对试验结果的影响后续有比对试验证明，而且从比对所用假人在调整质心时发现，通过校正块将假人的质心调至要求范围时，均偏于第三象限，

即质心高度在 444mm~454mm 之间，如果按 2000 年以前的数据，假人坐姿时的质心位置很难满足要求。在没有进一步的证据情况下，先维持现有要求不变。

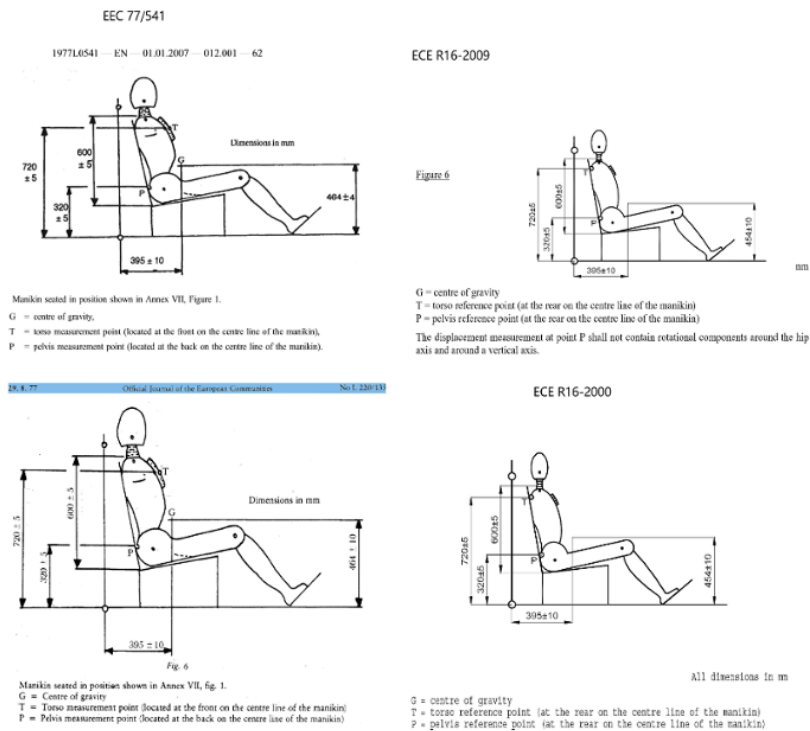


图 2 假人质心高度演变图

3.1.3 胸部软垫

胸部软垫在欧洲标准中采用聚乙烯材质，但实践中由于邵 A 硬度计为压针结构，测量时易刺破外层，读数降低，所以对其进行邵 A 硬度测量较难。其它标准如：GB27887 按照密度来规定所使用的泡沫，经测定原供的胸部软垫泡沫密度为 27.4kg/m³。对在用胸部软垫调查发现，国外供应商的软垫由原来白色爆米花材质变成了珍珠棉，且质量密度都有差异，图 3 中上面一排均为珍珠棉，左下角为白色爆米花材质。由于软垫材质对假人前移量有一定的影响，需要统一做出规定。原装软垫最初状态质量为 60g，体积为 250mm×350mm×25mm，建议沿用。



图 3 胸部软垫测定

3.1.4 假人种类、皮肤材质及硬度调查

对现存的假人种类、皮肤材质及硬度等情况进行了 2 轮调查，调查结果见图 4、图 5。调查结果表明：国内实验室采用 TNO-10 类型的假人仍是主流，R16 使用较少。国内在用的安全带试验用假人分为两大类五种，2013 年前从 FTSS 进口的假人皮肤大多会随着使用或存放的时间变长变软甚至液化成水，而表面皮肤硬度降低会直接导致在同种的织带张力情况下，假人位移量将变大。后期我们找到了 2013 年国内质检机构向首美公司采购的 TNO-10 假人，测量其表面硬度降到了邵氏 A 22—30 之间，动态试验时假人胸部位移量明显增大，不能反应出应有试验强度， 因此对皮肤表面硬度的规定建议依然沿用说明书中的邵氏 A 50—60 度。由于硬度在假人成型中和成型后的使用中会有变化，给出一个范围是可行的，是否调整取决于今后标准版本更新时相关研究成果：比如更加有效的测量手段、更加合理的测量方法、并且能通过安全带的动态试验证明其对试验结果的影响是可控的。

假人调查表汇总																		
No.	用户单位	所用假人数量						邵氏硬度记录汇总										
		TNO-10			R16			报废数量		ⅡA 50—60°普换软总								ⅡA 7—10
		首美 FTSS	DEKRA	湖南 圣宇	首美 UTAC	Exsto UTAC	整体 邵度	邵度 邵度	头部	颈部	躯干	左大腿	右大腿	小腿	脚部 垫块			
1	沈阳金杯模拟汽车安全系统有限公司	1					0	0	68	52	68	60	56	62	18			
2	襄阳达安汽车检测中心			1	2		3	4	/	/	/	/	/	/	/			
3	沈阳金杯模拟汽车安全系统有限公司		1		2		0	0	/	/	/	/	/	/	/			
4	重庆光大产业有限公司	1					1	4	54	53	54	55	55	53	8			
				1			0	0	59	52	58	55	55	55	10			
		1					2	4	/	/	/	/	/	/	/			
5	中国汽车技术研究中心				4		0	0	53	53.6	53.6	52.8	52.2	52.2	7.5			
									54.2	56	52.4	52.2	51	52	9			
6	重庆长安汽车股份有限公司	3					0	0	/	/	/	/	/	/	/			
		1					2	63	50	50	50	50	50	50	9			
7	奥托立夫（上海）汽车安全系统研发有限公司					4	0	0	54	54	53	53	53	54	8			
									55	54	55	55	55	55	8			
									53	53	53	53	52	53	8			
8	延峰百利得			1	1		4	10	/	/	/	/	/	/	/			
9	泛亚汽车技术中心有限公司	1					0	0	/	/	/	/	/	/	/			
		3							38	30	57	30	30	39	10			
10	高田上海汽车安全系统研发有限公司			1			0	6	56	54	56	54	54	53	9			
					1				57	56	57	55	55	53	9			
11	上海冠驰汽车安全技术有限公司	1					1	30	38	35	28	34	34	28	8			
				1					58	58	58	/	/	/	/			
12	长安汽车检测中心	1					2		43	15	41	40	40	41	8			
各类小计		14	1	5	10	4	15	121										
调查使用总数		34																
调查报废总数								15										
调查假人总数量		49																

图 4 假人调查表一

安全带试验用假人情况汇总															
假人型号	总数量	配重方式				重量(kg)	试验次数（截止2018/9/30）				皮肤硬度				
		胸部（kg）	臀部(kg)	数量（具）			数量合计	次数		使用次数合计	邵A50—60	不在区间	未测量		
TNO-10	20	0	3	1	4	1	6	75.8	800		200	1000	2	15	3
		0	1	3			3	75	210			210			
		0	2	1	1	1	3	74	2023	6000	100	8123			
		0	5	1	1		2	75.4		3600		3600			
		2	1	2			2	75.6	220			220			
		2	2	2			2	75.5		不详		0			
		2	3	2			2	75	360			360			
R16	12	1	1	1			1	75	20			20	11	1	0
		2	2	2			2	75.5	不详			0			
		2	0	1			1	75.5	60			60			
		0	4	1	1		2	75.9—75.02	1731	2045		3776			
		0	5	1	2	1	4	75.6	1200	800		2000			
		未填配重情况			2		2	77		230		230			
USMD	3	0	2	3		3		997			997			3	

在用假人启用年度调查											
启用年度	2005	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2017	2018	合计
TNO-10	3	2	4	1	1	2	5	2	0	0	20
R16						1	1	6	3	1	12
USMD									3		3

图5 假人调查表二

3.1.5 假人躯干扭转刚度概念的提出

通过对已损坏假人的拆解分析，发现除了皮肤老化现象之外还普遍存在假人钢骨架的断裂变形，直接导致假人的座高降低。同时，骨架断裂变形后的假人躯干在试验中经过多次反复扭转后会产生残余变形，导致假人背部与钢性座椅靠背不能完全接触，影响试验结果。为了识别上述变量，经过试验研究，在标准中引入假人躯干扭转刚度的概念。行业中在用假人躯干扭转刚度调查试验结果见图6。

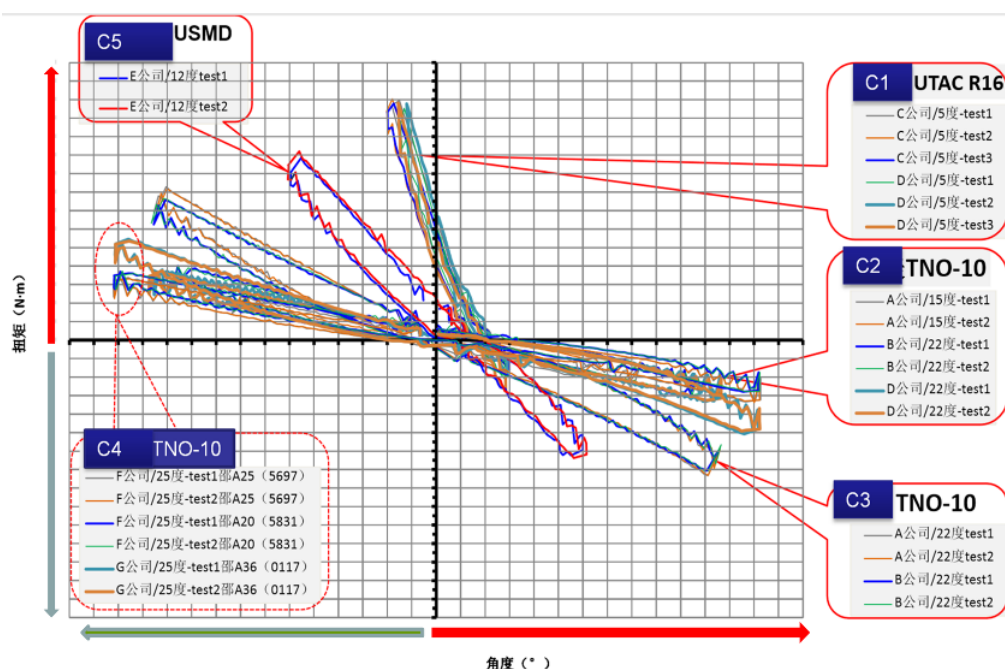


图6 假人躯干扭转刚度验结果分布图

3.2 验证试验

3.2.1 假人差异对试验结果影响的验证

验证试验结果显示,不同刚度、不同质心的假人进行同一批次安全带的动态试验,会得出合格不合格两种完全不同的结果,详见表4和图7。

2、假人躯干扭转刚度和质心参数差异会导致最终的试验结果偏差很大。

汽车安全带试验用假人配重分布（质心分布）动态试验比对											
假人类型	假人躯干质量	假人总质量	假人配重位置		胸部位移		胸部速度 km/h	臀部位移		开启力 N	备注
			臀部配重	躯干配重	测量值	平均值		测量值	平均值		
A 假人躯干	28.0kg	76.0kg	4.0kg	/	409mm	405mm	22.3	58mm	57mm	36	1、胸部位移差异 26mm；臀部位移差异 17mm。 2、假人胸部速度有 2 次超过 24km/h。
				/	401mm		20.5	55mm		38	
		75.8kg	/	435mm	431mm	29.0	35mm	40mm	42		
			/	426mm		27.0	45mm		38		
B 假人躯干	30.0kg	76.3kg	2.0kg	/	377mm	380mm	18.3	47mm	45mm	36	1、胸部位移差异 56mm；臀部位移差异 4mm。
				/	382mm		19.8	42mm		40	
		76.3kg	/	445mm	436mm	24.0	50mm	49mm	37		
			/	426mm		22.6	48mm		38		
备注	1、刚度：A 假人躯干>B 假人躯干；2、对比试验采用同批次预紧限力式安全带（限力值 2.5kN）。										



图 7 假人动态试验结果图

3.2.2 位移传感器一致性比对验证

假人位移量是汽车安全带动态试验中对安全带约束能力评价的重要指标，因此假人位移量的测量方式和测试仪器都会直接影响到最终的试验结果，在前期“假人差异性验证”中也出现了假人位移量超标的情况。行业调查发现国内实验室对位移的测量方式差异较大，投入使用的位移传感器型号高达七种。为了在后续的行业大规模比对中尽可能消除或减小各实验室之间由于位移传感器因素引起的试验结果偏差，工作组认为有必要对可能应用于比对试验的位移传感器进行测试和甄选，本次共抽取六种不同回缩力的位移传感器进行验证。经测试，有的传感器动态响应不足，过冲现象明显；有的传感器测量误差较大，测量数据不能反应实际的动态位移量；有的传感器只有在增加拉索拉出阻尼或改变安装夹具等限定条件下才能产生正确的测量结果。验证结果见图 8。

传感器图示	传感器型号	拉线最大张力(max)	拉线回缩力	实验室使用占比	动态冲击测量误差	碰撞测量符合性判定
	WDS	11N	7.5N	<5%	24.8%	不符合碰撞测量 不推荐使用
	LOG 或普通型	6~10N 6N	4~6N	<5%	11.7%~18.3%	不符合碰撞测量 不推荐使用
	SP2-50	1.5~2N	1N	>15%	3.7%~11.2% 响应迟滞	不符合碰撞测量 不推荐使用
	IES 2098	—N/A		>30%	0.5%~3.8%	A+ 限定修正使用
	MT2A 50E	8.5N	6~7N	<2%	1.1%~7.5%	A 限定修正使用
	MT2A 30E	13N	13N	<2%	0.2%~1.4%	A++ 推荐

图 8 位移传感器比对验证结果图

3.2.3 汽车安全带试验用假人技术要求验证

汽车安全带试验用假人工作组为了保证标准起草的科学性和严谨性， 2019.7~2019.9 在行业内进行汽车安全带试验用假人技术要求验证试验。

验证试验按照《汽车安全带试验用假人》动态冲击试验大纲执行。试验名称为“汽车安全带试验用假人动态冲击试验”，试验性质是汽车安全带试验用假人标准制定研究性试验，试验地点为工作组确定的台车实验室。工作组选取 3 具汽车安全带试验用假人，参照躯干扭转刚度“高”、“中”、“低”随机贴好假人标识盲样标签“AM0033A601”、“BL0023A601”、“CH0000S001”，将盲样的 3 具假人送至指定实验室进行动态测试。试验前后由标准主起草方确认并记录各假人状态：皮肤硬度，软垫硬度，躯干扭矩特性、假人重心及调整方式；试验前由承检实验室和相关人员对假人关节进行调整并记录在试验记录上。验证试验试验平台分为减速台车验证和加速台车验证。

减速台车试验验证：根据试验大纲要求，选取 2 具假人在三个实验室的减速台车进行比对试验，AM 型中刚度假人躯干扭转刚度为 16.2Nm/Degree，BL 型低刚度假人躯干扭转刚度为 6.8Nm/Degree。比对试验结果表明：1）利用校正块对两种假人进行校正，符合质心要求时，两个假人的质心均在第三象限，且 BL 型低刚度假人需在膝部进行配重方能让质心落在标准要求的区域内；2）BL 型低刚度假人的胸部位移量明显大于 AM 型中刚度假人，偏差在 26mm~41.3mm 之间，平均为 33mm；3）BL 型低刚度假人臀部（骨盆）位移量明显大于 AM 型中刚度假人，偏差在 13mm—48mm 之间；4）减速台车试验曲线差异也会对试验结果产生一定的影响。比对试验结果分析详见图 9。

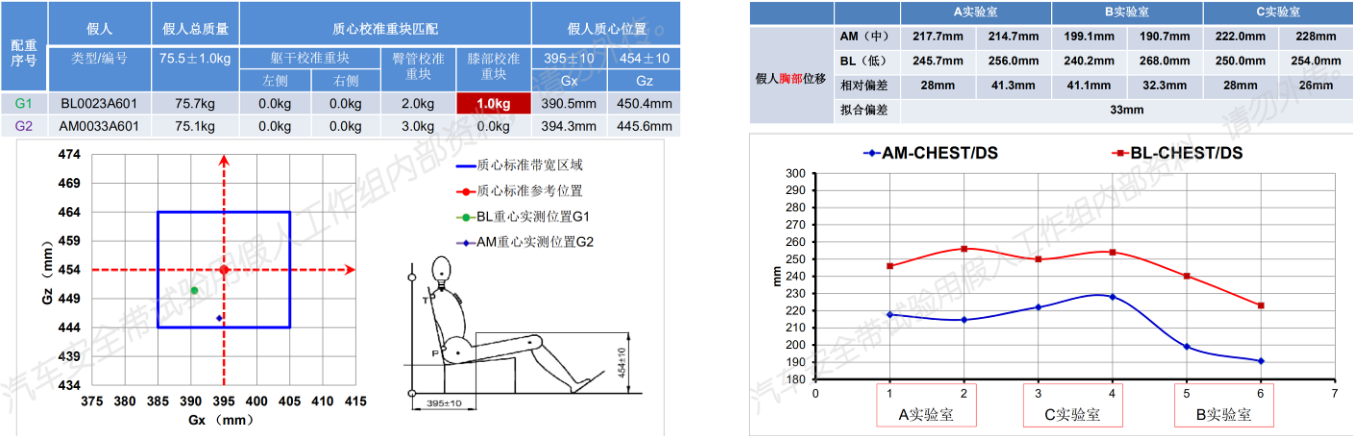


图 9 减速台车验证试验结果分析图

加速台车试验验证：根据试验大纲要求，在减速台车基础上，加速台车试验验证增加了大刚度的 ECE R16 假人，三具假人在 11 个实验室进行比对。

从极差来看，假人胸部位移量试验结果为 ECE R16 假人>AM 假人>BL 假人，AM 假人的位移量居中。从早期的比对数据来看，ECE R16 假人与 TNO-10 假人（皮肤硬度软化 25 左右，扭转刚度为 3.25Nm/Degree）的前移量差值为 100mm 左右，可以认为 AM 假人的刚度相比之下更能代表对安全带总成中等强度的考核。经过比对，给出了如下建议，具体见图 10。

数据源极值录用&相对差值拟合计算统计数据表

测量说明	假人类型	A样品		C样品		B样品		D样品	
		极值录用	相对差值	极值录用	相对差值	极值录用	相对差值	极值录用	相对差值
胸部位移	BL	525mm	79mm	521mm	48mm	494mm	40mm	430mm	33mm
	AM	446mm	0mm	473mm	0mm	454mm	0mm	397mm	0mm
	CH	393mm	-53mm	440mm	-33mm	411mm	-43mm	363mm	-34mm
胸部速度	BL	26.00km/h	1.30km/h	27.82km/h	1.79km/h	27.21km/h	1.92km/h	22.44km/h	3.09km/h
	AM	24.70km/h	0.00km/h	26.03km/h	0.00km/h	25.29km/h	0.00km/h	19.35km/h	0.00km/h
	CH	21.00km/h	-3.70km/h	23.15km/h	-2.88km/h	23.31km/h	-1.98km/h	15.35km/h	-4.00km/h
臀部位移	BL	71mm	-14mm	141mm	33mm	68mm	23mm	60mm	10mm
	AM	85mm	0mm	108mm	0mm	45mm	0mm	50mm	0mm
	CH	102mm	17mm	128mm	20mm	76mm	31mm	69mm	19mm

结论

测量项目	胸部位移 相对差值	速度 相对差值	臀部位移 相对差值
假人类型			
（低）BL	33~79mm	1.30~3.09km/h	-11~33mm
（中）AM	0mm	0km/h	0mm
（高）CH	-33~-53mm	-1.98~-4.0km/h	17~31mm

注：“相对差值”计算表述按AM假人数据为参考基值进行差值计算。

结论说明

● 胸部位移递进趋势：BL（33~79mm）> AM（0mm）> CH（-33~-53mm） ● 低刚度假人对比中刚度假人位移量高33mm~79mm； ● 低刚度假人对比高刚度假人位移量高66mm~132mm；
● 胸部速度递进趋势：BL（1.03~3.09km/h）> AM（0km/h）> CH（-1.98~-4.0km/h） ● 低刚度假人对比中刚度假人速度高1.03km/h~3.09km/h； ● 低刚度假人对比高刚度假人速度高3.01km/h~7.09km/h
● 臀部位移递进趋势：BL（-11~33mm）~ AM（0mm）~ CH（17~31mm） ● 臀部位移差值无明显趋势； ● 臀部位移量差异可忽略；

假人躯干刚度分级建议

假人类型	躯干刚度代表值 (Nm/deg)	下限刚度 (Nm/deg)	上限刚度 (Nm/deg)
BL（低刚度）	6.8	4.8	8.8
AM（中刚度）	16.2	11.3	21.1
CH（高刚度）	32.0	22.4	41.6

建议容差：30%

图 10 加速台车验证试验结果分析图

3.2.4 数字汽车安全带试验用假人及其动态响应验证。

为了更好地研究汽车安全带试验用假人参数变化对试验结果的影响，工作组成员腾骐汽车安全系统（上海）有限公司进行了假人质心对动态试验结果影响的仿真，验证其数字汽车安全带试验用假人及其动态响应。

对标实验室数据，验证结果为：1）质心相同，配重不同，假人胸部位移量差异较大，最大相差50~60mm；2）质量相同，质心在 X，Z 向变化时，假人胸部位置与质心线性相关。

数字汽车安全带试验用假人及其动态响应验证表明假人质心确定程序非常重要，通过另一个途径验证了 QCXXXX-XXXX《汽车安全带试验用假人标准》技术要求的必要性和合理性。

3.2.5 验证试验总结

国内在用的安全动态试验假人有 2 种类型 73 具，其中低刚度 45 具、中刚度 4 具和高刚度 24 具。比对验证试验得出结论：1、相同样件进行测试，躯干扭矩高刚度假人的位移量和胸部速度试验结果更容易得出合格性结论，躯干扭矩低刚度假人的位移量和胸部速度试验结果更容易判定出不合格结论。建议 QCXXXX-XXXX《汽车安全带试验用假人标准》技术要求中假人躯干扭转刚度以中刚度（16.2Nm/Deg）作为基准值，容差定义为 30%。2、假人质心差异对试验结果影响很大，建议 QCXXXX-XXXX《汽车安全带试验用假人标准》技术要求中加入质心测量规程。

3.2.5 假人躯干水平扭矩参数验证

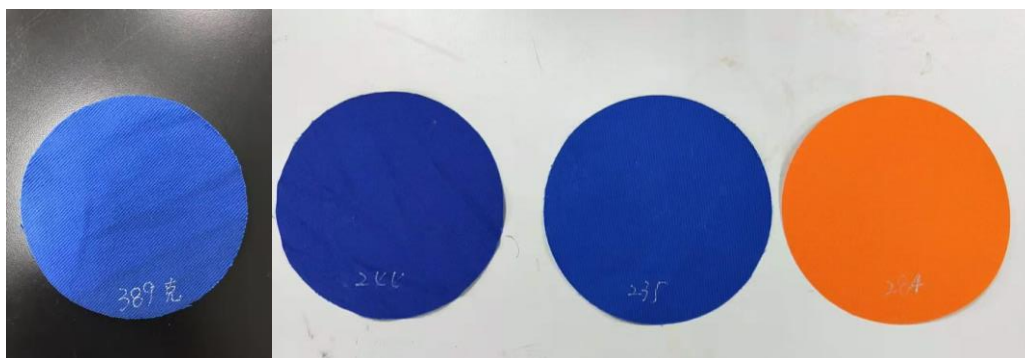
如何确定测定时扭转夹具所施加作用力的中心距在躯干参考线铅垂时距臀管中心线垂直距离定为 $395\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ，夹具以仿形模在躯干锁骨处正好覆盖假人躯干上横梁上沿处（见图 11），仿形夹具高度为 100mm ，此处皮肤最薄且为假人躯干刚度最大的地方，同时躯干两臂膀与躯干之间的结合处的凹点，方便固定，且加载时不易在 Z 向滑移。

3.2.6 假人外套的研究及确认

1) 研究方案

假人外套在试验中产生的影响主要包括四个方面：1. 外套重量对假人总重量产生的影响；2. 外套与安全带摩擦对结果产生的影响；3. 外套破损对一致性产生的影响；4. 外套厚度对假人皮肤保护产生的影响。因此，结合产业用纺织品标准参数定义的方法，对假人外套的研究选择了四个相关参数：1. 成分及含量；2. 重量；3. 单位面积质量；4. 耐磨性能。

项目组选择了四种材质的布料进行参数验证，四种材料分别是：1、DEKRA 假人外套（浅蓝）；2、R16 假人外套（深蓝）；3、R16 假人外套（浅蓝）；4 儿童座椅坐垫覆盖材料（橙色）。

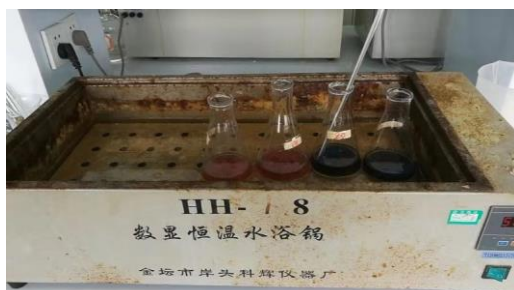


DEKRA 假人外套（浅蓝） R16 假人外套（深蓝） R16 假人外套（浅蓝） 儿童座椅坐垫覆盖材料（橙色）

2) 验证项目

a) 成分及含量测定

成分及含量影响外套的主要性能。测试根据 GB/T2910.1-2009《纺织品定量化学分析 第 1 部分：试验通则》和 GB/T2910.11-2009《纺织品定量化学分析 第 11 部分：纤维素纤维与聚酯纤维的混合物（硫酸法）》标准规定执行，在确定具体成分后测定各成分含量。



b) 重量

重量影响假人总重量，通过精度 0.001kg 的电子台秤称重确定假人外套重量。

c) 单位面积质量

单位面积质量能够综合涵盖外套组织结构、密度、编织方式等因素带来的影响，与外套厚度和耐磨性能均有关。单位面积质量的测试根据 GB/T4669-2008《纺织品机织物单位长度质量和单位面积质量的测定》中方法 6 执行。

d) 耐磨性能

耐磨性能用于评价外套的耐用性，确保假人外套性能在一定周期内的稳定性，降低对试验结果的影响。测试依据 GB/T21196.2-2007《纺织品马丁代尔法织物耐磨性的测定 第 2 部分：试验破损的测定》中的方法执行，摩擦负荷总有效质量参照工作服和产业用织物的设定值（ 795 ± 5 ）g（名义压力为 12kPa）。



在第四次工作组会议后，项目组调研了市场中的布料状况，根据前期验证获得的参数结果，为控制最终外套质量在 $0.9\text{kg}\pm0.1\text{kg}$ ，从市场中购置了四种单位面积克重在 $300\text{g}/\text{m}^2$ - $360\text{g}/\text{m}^2$ 之间，耐磨性较好（现场经验判断）的全棉布料，测试其耐磨性能。



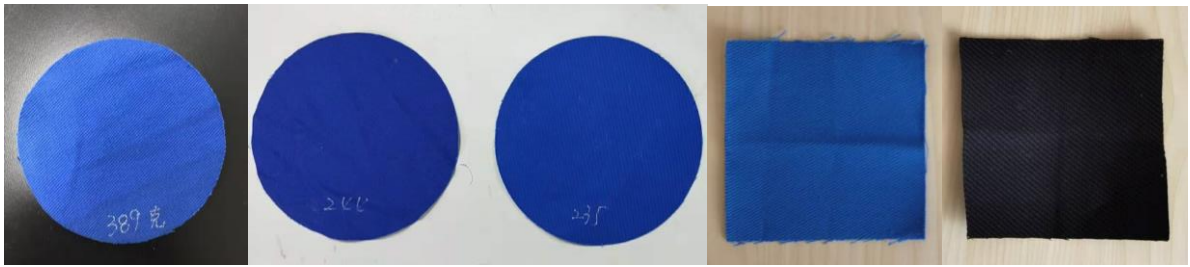
材料一

材料二

材料三

材料四

另外，针对假人外套的撕破强度和摩擦系数进行了额外试验。



1# DEKRA 假人外套（浅蓝） 2# R16 假人外套（深蓝） 3# R16 假人外套（浅蓝） 4# 调研布料（蓝色） 5# 调研布料（黑色）

a) 撕破强力测定

撕破强力的测定方法参照 GB/T 33389-2016 《汽车装饰用机织物及机织复合物》，以及纺织功能性服装（如防静电服、阻燃防护服、微波辐射防护服等）普遍采用的梯形撕裂法进行测定，参照标准为 GB/T 3917.3-2009《纺织品 织物撕破性能 第3部分：梯形试样撕破强力》。

b) 摩擦系数测定

经调研，未能找到针对纺织织物的摩擦系数测定方法，最终选择较为通用的平移法，测定备测材料与钢板间的动态和静态摩擦系数，来分析不同材料间的摩擦系数差异。参照标准为 GB/T 10006-1988《塑料薄膜和薄片摩擦系数测定方法》。



3) 试验结果

— 第一轮试验结果

序号	样本名称	成分及含量	重量 (kg)	单位面积质量 (g/m^2)	耐磨性能 (次)
1	DEKRA 假人外套（浅蓝）	棉 100%	1.10	389	>50000
2	R16 假人外套（深蓝）	棉 14.55% 聚酯纤维 85.45%	0.73	244	22900
3	R16 假人外套（浅蓝）	棉 19.04% 聚酯纤维 80.97%	0.82	235	25800
4	儿童座椅坐垫覆盖材料（橙色）	腈纶 100%，上胶	——	284	>50000

— 耐磨性的第二轮验证

序号	样本名称	成分及含量	单位面积质量 (g/m ²)	耐磨性能 (次)
1	材料一	棉 100%	305	28000
2	材料二	棉 100%	325	42000
3	材料三	棉 100%	319	30000
4	材料四	棉 100%	360	60000

— 撕破强度试验结果

序号	样本名称	成分及含量	撕破强力 /经向 (N)	撕破强力 /纬向 (N)	单位面积质量 (g/m ²)	耐磨性能 (次)
1	DEKRA 假人外套 (浅蓝)	棉 100%	71.1	31.4	389	>50000
2	R16 假人外套 (深蓝)	棉 14.55% 聚酯纤维 85.45%	125.3	32.3	244	22900
3	R16 假人外套 (浅蓝)	棉 19.04% 聚酯纤维 80.97%	114.0	35.38	235	25800
4	调研布料 (蓝色)	棉 100%	77.1	35.0	325	42000
5	调研布料 (黑色)	棉 100%	61.8	27.1	360	60000

— 摩擦系数试验结果

序号	样本名称	摩擦系数 (正面/钢板-静)	摩擦系数 (正面/钢板-动)	摩擦系数 (反面/钢板-静)	摩擦系数 (反面/钢板-动)
1	DEKRA 假人外套 (浅蓝)	0.310	0.279	0.323	0.294
2	R16 假人外套 (深蓝)	0.298	0.266	0.247	0.214
3	R16 假人外套 (浅蓝)	0.292	0.263	0.272	0.246
4	调研布料 (蓝色)	0.281	0.260	0.282	0.263
5	调研布料 (黑色)	0.250	0.220	0.259	0.231

4) 分析结论

- 行业内现行使用的各种假人外套成分及含量各不相同，部分假人外套非全棉材质，含有聚酯纤维（涤纶）成分。
- 儿童座椅坐垫覆盖材料的材质成分与标准规定的假人外套材质完全不同。实际使用中，布料不易破损，其耐磨性参数做参考。
- 各假人外套重量差异较大，并不统一。
- 由于不同外套尺寸大致相当，单位面积质量一定程度上反应了外套的厚度，与外套的耐磨性能呈现一定的正向相关性。
- 耐磨性能的影响因素较多，与布料成分、支数、单位面积克重、编织方式等有关。纯从

材料分析，聚酯纤维耐磨性高于棉纤维，但实测全棉材质的 DEKRA 假人外套耐磨性能比棉和聚酯纤维混合材料的外套更耐磨，这主要与单位面积克重相关，更高的单位面积克重会带来更好的耐磨性。同时，腈纶纤维耐磨性能不佳，但通过上胶处理后可以提高其耐磨性。

——从测定结果看，R16 假人的两种外套，由于存在聚酯纤维，径向撕破强力提高不少。剩余三种全棉材质的布料撕破强力相差不大。其中#5 调研布料（黑色）为全棉材质，但表面经过上浆处理，这种表面处理一定程度上增大了布料的单位面积质量和耐磨性，但同时也牺牲了一定的撕破强力性能。但从测定结果看，材料的撕破强力与材质关系较大，同等材质布料的撕破强力相差不大。

——从现有法规的参照情况看，纺织行业对于功能性纺织品的撕破强力要求均不太高，如防静电服为经纬向 $\geq 15\text{N}$ ，阻燃防护服为服经纬向 $\geq 25\text{N}$ ，微波辐射防护服为经向 $\geq 40\text{N}$ 纬向 $\geq 30\text{N}$ 。与汽车内饰相关的 GB/T 33389-2016 《汽车装饰用机织物及机织复合物》中规定的撕破强力为经纬向 $\geq 45\text{N}$ 。

——从主要起影响作用的正面摩擦系数测定结果看，五种面料中#5 调研布料（黑色）由于经过表面上浆处理，其摩擦系数较其他四种布料小较多，其余布料的正面动、静摩擦系数均差异不大。正面静态摩擦系数最小值与最大值的偏差为 10%，正面动态摩擦系数最小值与最大值的偏差为 7%。

5) 假人外套技术参数的制定

—— 外套的成分及含量是布料首要参数，ECE R44 标准和 GB14166 中均有对假人外套成分的要求，因此需要对假人外套的成分及含量需做明确规定。根据研究结果，全棉材质的外套可以有较好的耐磨性，且整车测试中的假人外套为防止静电一般使用全棉织物，建议假人外套由全棉材质制成。腰带区域内附材料可参照 ECE R44 标准和 GB14166 标准的要求仍使用聚酰胺纤维。

—— 考虑到假人外套的使用对象仅为安全带假人，具有完全一致的使用环境，有必要对假人外套的外观及部分细节做进一步明确。参照现有假人外套的一些共同特性，建议描述如下：假人外套由单层面料制成，无袖，腿部筒裙式设计并覆盖至假人膝盖以下部位，两侧缝有宽为 25mm 的白色布料。外套正面安全带腰带接触部位设计有约 20cm $\times$ 50cm 大小的双层加厚区域，内侧衬有聚酰胺纤维，并通过缝制方式固定。

—— 假人外套重量建议参考标准中附录 B 相关规定，由于胸垫重量约为 0.2kg，假人外套重量建议为 0.9kg $\pm$ 0.1kg。

——由于全棉材质布料耐磨性能受限于单位面积质量，综合考虑假人外套的耐磨性，以及标准执行的便利性，建议假人外套参照汽车座椅最大耐磨要求，耐磨性能不少于 35000 次。假人外套的核心参数是重量与耐磨性，会直接影响实验结果。单位面积质量是中间参数，暂不必要将单位面积质量列入标准规定范畴。

——考虑到撕破强力性能与材质相关性大，在同等材质下的撕破强力差异较小，且测定数据普遍大于多个标准的参考值，建议不再在假人标准中对外套撕破强力进行限定。

——考虑到碰撞中是外套与安全带的摩擦，实际摩擦系数还与安全带织带有关。因此，建议不在假人标准中对外套摩擦系数进行限定。

四、明确标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

汽车安全带是为了在碰撞时对乘员进行约束避免发生二次碰撞或避免碰撞时冲出车外导致死伤的安全装置，是一种应用最广泛也是最有效的安全装置，我国强制要求车辆装备安全带，且车上人员必须佩戴安全带。安全带产品的质量直接关系到驾乘人员的生命安全，动态试验是检验安全带性能的重要方法和手段。

汽车安全带试验用假人是安全带动态试验的重要测试设备，规范安全带试验用假人的技术要求，可以有效防范不合规假人进入市场，有助于解决国内各实验室由于假人因素导致测试结果不一致的混乱局面，从而提升安全带产品质量和促进整个安全带行业健康稳定发展，对于保障车辆驾乘人员的人身安全具有十分积极的意义。制定《汽车安全带试验用假人》行业标准，能够为安全带的设计、开发、质控、验证、改进提供标准的假人试验条件；也为开发符合中国人体特征的安全带试验用假人提供技术依据。

六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况；

本标准未采用国际标准和国外先进标准。联合国技术法规 UN R16《关于批准 I. 机动车乘员安全带、约束系统、儿童约束系统和 ISOFIX 儿童约束系统；II. 车辆安装安全带、安全带提示器、约束系统、儿童约束系统和 ISOFIX 儿童约束系统的统一规定》对安全带试验用假人的结构、校正装置、软垫及关节的调节提出了规范，本标准的技术内容可以对 UN R16 的形成有效支撑。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性；

本标准属于汽车车身领域标准体系乘员保护子体系，标准的技术内容可以对强制性标准 GB 14166-2013《机动车乘员用安全带、约束系统、儿童约束系统 ISOFIX 儿童约束系统》形成有效补充，标准与现行相关法律、法规、规章及标准协调性良好。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无

九、标准性质的建议说明

建议本标准作为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议批准发布后，在行业内应及时开展标准的宣贯指导工作，以促使标准使用者更好的理解标准的内容和要求，为标准的顺利实施打下良好的基础。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。