

砰!

为14亿人量身定制安全标尺

中国假人替您试新车

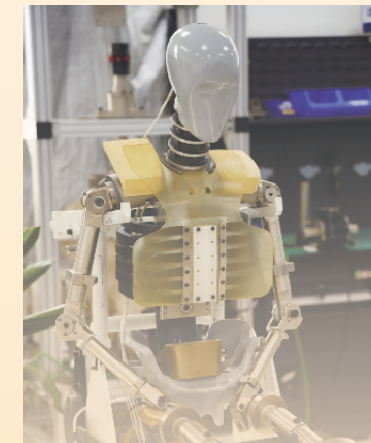
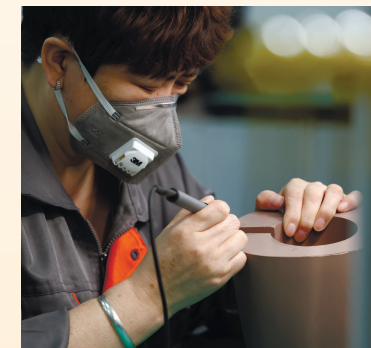
■ 记者 张兆瑞 摄影 刘欣

买车时,许多消费者喜欢翻看安全配置表,却很少有人关心:这些安全设计,是按谁的身体标准来做的?

前不久,在中国汽车技术研究中心有限公司(以下简称中汽中心)天津检验中心碰撞试验场内,一场模拟复杂路况的碰撞试验震撼上演。试验车辆以60公里/小时的速度正面撞击壁障,车身瞬间溃缩吸能,紧接着又遭遇台车(模拟车辆)以40公里/小时从侧面二次撞击。

只不过,本次碰撞试验的“主角”,不仅是接受撞击的测试车,还有端坐于驾驶位的“试驾员”——中国体征汽车碰撞安全假人(以下简称中国假人)。它不像科幻电影里的机器人那样灵活,只能保持固定坐姿,但其由合金材料制成的骨骼,皮肤下密密麻麻的传感器,却精准复刻了中国人的肌肉分布、骨密度等生物特征。

“过去国内汽车碰撞测试,一直使用国外研制的假人,并不能完全匹配中国人的身体特点。”中汽中心中国假人重大项目负责人刘志新介绍,“今年,中国假人被纳入2027版C-NCAP(中国新车评价规程),汽车安全测试终于把评判标尺对准了中国驾乘者。”



从欧美标准到中国体征

标尺有“国籍”

“一台进口碰撞假人便宜的上百万元人民币,贵的上千万元。我们行业常开玩笑,假人比真人还金贵!”刘志新说,汽车碰撞假人本质是一种工业测量仪器,却是中国汽车领域的短板。此前,全球95%的汽车碰撞假人市场,长期被国外公司一家独占。

顾名思义,汽车碰撞假人的核心作用是替人“挨撞”。上世纪60年代,国外企业根据欧美男性体征研发出标准化汽车碰撞假人(以下简称进口假人),全球标准由其主导。“欧美男性平均身高1.75米、平均体重77公斤;而中国男性平均身高1.69米、平均体重69公斤。两者身体差别显著。”他进一步解释,这种体征差异会导致两类人群驾驶时的坐姿不同,碰撞时的身体状态也有差异,完全按进口假人设计的汽车安全系统,对中国人来说并非最优解。

更让汽车从业者焦虑的是技术封锁的风险。“我们想买核心技术,人家不卖;想参考技术标准,人家遮遮掩掩;就连进口假人出故障维修保养,都得依赖国外团队上门,按次收费。”刘志新解释,几年前,国内九成以上的碰撞测试都依赖进口假人,一旦国外实施技术封锁或限购,中国汽车安全产业链直接面临“无‘人’可用”的困境——没有假人,就没法进行“载人”碰撞试验,新车也就不能上市,整个产业都可能陷入瘫痪。

2017年,中汽中心启动中国假人关键技术攻关,刘志新即是项目负责人。

“我工作的前10年,每天都与进口假人打交道,熟悉它每

覆盖多数人的安全守护

假人有“家族”

走进中汽中心位于天津的中国假人储存间,就像走进了一个“多元家庭”:身高1.85米的95百分位男性假人高大魁梧;身高1.48米的5百分位女性假人小巧玲珑;针对特殊场景设计的“零重力座椅专用假人”……

“汽车安全不能只保护‘平均人’,要覆盖儿童、青年、老人,保护所有体型的人。”刘志新解释,中国假人的“百分位”概念,是对不同人群的精准覆盖——50百分位代表中间水平,95百分位的男假人代表它比95%的男性更高更重,5百分位女假人代表只有5%的女性比她更矮小。不同百分位假人的身高、坐高、膝距等都有严格尺寸限定,这些决定着它所代表的人群类型。

很长一段时间,全球汽车安全测试体系都以50百分位男性假人为核心。因为早年汽车驾驶员以男性为主,男性车祸伤亡情况也更多,厂商自然更关注这一群体。从统计学视角看,50百分位男性是占人口基数最大的群体,以它为标准能保护大多数人。

但随着机动车成为人们日常出行的重要工具,我国驾驶人群中女性比例持续攀升。据公安部交通管理局统计,截至2025年年底,我国机动车驾驶人总量突破5.5亿,其中女性驾驶人约2亿。相应地,女性驾驶员的车祸风险比例也在上升。但目前测试使用的女性进口假人,是50百分位的小个子女性(身高1.48米、体重56公斤),并且该假人是由50百分位男性进口假人缩放而来,仅在骨质厚度、骨骼长度等方面略作调整,并没有充分考虑女性独有的身体构造。

安全性差异是更值得关注的部分。以追尾碰撞中易出现

贴合国情的真实验证

测试要“对味”

“砰!”今年5月,中汽中心天津检验中心实车碰撞试验室内,一声巨响打破了安静。一辆测试车以40公里/小时速度撞向一辆国产新能源车,车内“驾乘者”瞬间前倾,安全带瞬间收紧,气囊同步弹出……

碰撞试验结束不到半小时,工程师便完成了初步数据搜集。“假人胸部压缩量28毫米,在国标32毫米的限值内,胸部防护达标,但颈部剪切力略高,说明车企需要调整安全带束缚角度。”工程师指着屏幕上的曲线介绍。除了核心伤害数据,工作人员还在现场逐一检查:被撞侧车门有无松脱、避免驾驶员被甩出,另一侧车门能否正常开启方便逃生,新能源车高压电是否降至安全水平……每一项都直指真实事故中的生存关键。

“碰撞测试从不是简单的‘撞车’,核心是要模拟真实交通事故场景,场景越贴合中国实际,结果才越能守护中国驾驶员。”天津检验中心实车碰撞试验室主任李晓东介绍,每辆新车上市前,都要历经研发阶段的厂商自测测试和认证阶段的官方强制测试,而后者几乎每天都在试验室里上演。

中国的道路环境和驾驶习惯,与海外市场有显著差异。“城市道路拥堵导致追尾事故频发,农村道路复杂使得侧面碰撞、翻滚事故占比高,仅侧面碰撞在交通事故中的占比就超30%。”李晓东补充道,国外测试速度多基于高速路况,而中国城市追尾多发生在30公里/小时至40公里/小时。“低速碰撞中,人员更易出现颈腰软组织损伤,伤害机制也完全不同。”他说。

驾驶员的身体姿态差异也被充分考量。调研数据显示,中国

一个参数、每一个传感器。可轮到自己动手‘做’假人,却是从零开始,每一步都得摸着石头过河。”他坦言,研发工作的第一个难点,是搭建中国人自己的体征数据库。

研发团队花了近两年时间,跑遍了东北、西北、华东等多个地区,联合20多家医院和科研机构,采集了2.6万余个中国人体样本数据,涵盖身高、体重、骨骼尺寸、肌肉分布、骨密度等多项核心指标。该数据库不仅成为中国假人研发的核心基础,也填补了汽车安全领域国际上亚洲人体征数据的空白。

仿生材料研发,是另一块难啃的“硬骨头”。碰撞假人的皮肤、肌肉、骨骼,需要精准复刻人体的受力特性,可国外企业对核心配方严格保密,国内没有任何可借鉴的资料。“我们只能自己一点点调配。”团队成员范正奇回忆,仅仿生皮肤的配方,他们就尝试了上百种组合,材料配比的误差小于千分之一,温度控制误差不能超过1摄氏度,稍微有一点偏差,材料的性能就会完全改变。

2023年4月,中汽中心研发的混三系列正面碰撞假人正式投入使用。同年6月,中汽中心研发了具有自主知识产权的中国体征50百分位汽车碰撞假人,成功通过了“静态测量—部件标定—滑台测试—实车验证”全流程的测试验证,标志着中国假人在汽车碰撞领域实现了“零的突破”。这款假人身高1.69米、体重69公斤,精准复刻了中国男性的平均体征,身上搭载了各类高精度传感器,能在碰撞瞬间捕捉到人体各部位的受力数据。

中国假人的成功研发,不仅打破了国外企业的垄断,更让中国汽车安全测试有了属于自己的“标尺”。截至2025年年底,中国假人已在国内5家国家级汽车检测中心、30多家主流车企投入使用,累计应用于法规试验超过千次,售价仅为进口假人的50%至60%,大大降低了测试成本。与此同时,中国假人已获得107项国家发明专利,形成了全流程自主可控的技术体系。

的“甩鞭样损伤”(碰撞发生时,人体躯干被安全带固定住,头颈会像鞭子一样前后摆动)为例,女性的脖子相对更柔软,在相同的碰撞条件下,颈部的运动幅度会更大,受伤风险更高。

因此,女性中国假人不仅要精准匹配中国女性的体征数据,还要充分考虑女性独有的身体构造,比如身体重心、臀部轮廓、骨骼弹性等。刘志新团队基于中国人体征数据库,筛选出40至60百分位的中国女性样本,采集她们的身高、体重、骨骼尺寸、肌肉分布等数据,通过参数化平均技术,确定了50百分位女性中国假人的核心参数:身高1.58米、体重55公斤,并充分考虑了女性骨骼强度、肌肉弹性等生理差异,精准复刻了中国女性的平均体征。目前,50百分位女性中国假人仍处于研发测试阶段。

除了女性中国假人,儿童中国假人的研发也在推进中。儿童的头部相对较大、颈部肌肉薄弱,碰撞时的保护需求和成人完全不同。“现在儿童假人多参照欧美儿童体征,但他们与中国儿童的生长发育特点有差异。”刘志新说,团队正参考中国儿童生长发育数据库,调整假人的头部比例、骨骼硬度等参数,让测试更精准。

未来,中汽中心的中国假人“家族”会不断扩容,涵盖不同百分位的男性、女性假人,能适配正面碰撞、侧面碰撞、追尾等多种测试场景,形成多个产品系列。与此同时,中国假人应用领域也拓展至轨道交通等场景。前不久,中车青岛四方就向中汽中心定制采购了两个用于高铁安全测试的中国假人。

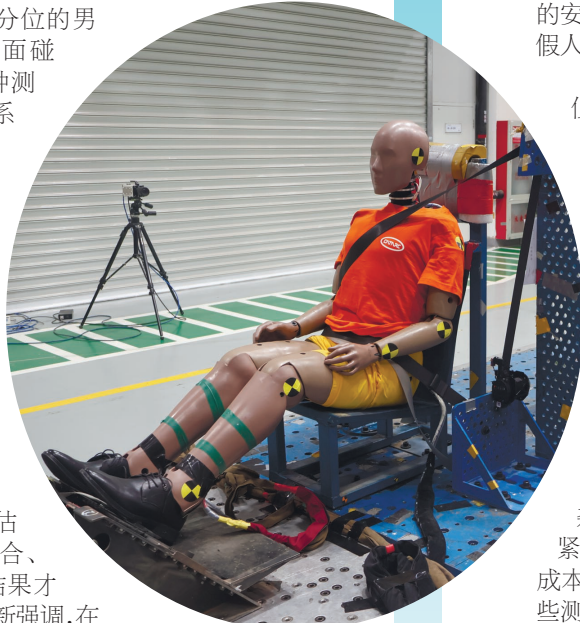
驾驶员平均坐高比欧美驾驶员低,膝盖距离方向盘更近,这些细微差别在碰撞瞬间会被放大。“碰撞假人就像评估安全的秤砣,必须做到形态符合、结构仿生、力学等效,测量结果才能精准模拟真人伤害。”刘志新强调,在设计碰撞坐姿和测试方案时,这些体现中国国情的数据都被重点纳入,确保模拟的真实性。

随着智能汽车普及,新的测试场景也在不断涌现,零重力座椅就是一例。这种源于航空航天技术的智能座舱配置,通过调整座椅角度让人体形成接近120度的仰卧姿态,将体重均匀分布在座椅上,减少脊椎压力,带来长途驾乘的舒适体验,如今已成为不少中高端智能车型的标配。

但这种全新的坐姿却给汽车安全防护提出了新课题:传统汽车安全设计基于标准坐姿研发,而零重力座椅的大角度仰卧姿态,会改变人体重心位置、安全带束缚角度以及气囊接触路径,一旦发生碰撞,驾乘者面临的伤害风险与传统坐姿截然不同。

更关键的是,这类中国智能汽车发展趋势的新场景,国外无成熟测试标准可借鉴,相关技术探索几乎处于空白状态。为了让安全测试跟上技术迭代的步伐,中汽中心已启动专项研发,针对零重力座椅的使用场景优化中国假人方案:不仅调整坐姿角度、身体重心参数,使其精准复刻国人在零重力模式下的身体状态,还优化了颈部、腰部等关键部位的传感器布局 and 测量参数,确保能精准捕捉大角度碰撞时的受力数据,让智能出行的舒适性与安全性的实现同步提升。

精准的测试数据,正倒逼国内车企安全设计持续升级。“以前厂商只追求满足国标底线,现在会主动要求更多碰撞测试。”刘志新说,特别是随着中国假人今年被纳入了2027版C-NCAP规程,车企为了拿到更好的安全评分,会优化安全设计——源于中国场景、贴合国情的中国假人,正是最有力的技术支持。



从物理碰撞到虚拟仿真

数字赢“未来”

在中汽中心天津检验中心的一间办公室内,没有实车碰撞时的巨响,只有电脑屏幕上不断跳动的数据与三维仿真模型,研究人员轻点鼠标,一个数字版的中国假人(以下简称数字假人)就在电脑模拟的碰撞场景中完成了一次正面碰撞,头部、胸部、颈部的受力数据瞬间呈现在屏幕右侧。

“实物假人是‘替人受撞’,数字假人则是‘虚拟受撞’,它能突破实体的各种局限,实现更高效、更精准、更多场景的安全测试。”刘志新指着屏幕上的数字假人介绍,从实物假人到数字假人,是碰撞假人技术的一次重大变革。

传统的实物假人,虽然能精准模拟人体碰撞损伤,但仍存在诸多局限:一是测试成本高,一次实车碰撞测试成本少则十几万元,且其部分核心零部件为耗材,更换成本高;二是测试效率低,一次实车碰撞测试需要准备数天,而且只能测试单一工况,更换场景需要重新布置测试场地;三是场景覆盖有限,一些极端场景比如超高速(时速超过120公里/小时)碰撞、智能驾驶极限场景等,测试风险太高;四是仿生度有限,实物假人毕竟不是“真人”,无法完全复刻人体复杂的生理结构,比如内脏、血管等组织的损伤情况,就无法精准模拟。

随着汽车产业向电动化、智能化、网联化深度转型,安全评估场景越来越复杂,实物假人的局限性也越来越突出。“智能驾驶汽车需要应对各种复杂的路况和突发场景,比如行人突然横穿马路、车辆紧急避让等,这些场景用物理假人很难模拟,而且测试成本极高。”刘志新表示,数字假人的出现,正好解决了这些测试痛点。

现阶段,不少车企在新车研发阶段就引入了数字假人技术。“有一家新能源车企,借助数字假人开展虚拟测试,快速优化安全气囊、安全带等安全系统的设计,将新车研发周期缩短了6个月,研发成本降低了约20%。”刘志新表示,中汽中心依托中国假人已研发出标准化中国男性数字假人,填补了国内空白。

值得一提的是,此前国外公司的数字假人多采用按年租赁模式,单个模型年租金高达二三十万元人民币,还存在捆绑销售、按车企销量加价等行为,不少车企敢怒不敢言。但中汽中心数字假人的横空出世,打破了这种垄断局面。

未来,数字假人与实体假人的协同测试,将成为汽车安全测试的主流模式。“实体假人主要负责验证端的工作,承担最终的实车碰撞验证任务,确保产品的安全性能符合标准;数字假人主要负责研发端的工作,承担前期的虚拟测试和方案优化任务,提高研发效率和设计精度。”刘志新表示,两者协同配合,会让汽车安全设计更高效、更精准。

从依赖外企的进口假人,到自主研发的中国假人;从单一的男性假人,到覆盖各类人群的假人家族;从照搬海外测试场景,到设计贴合中国国情的测试路况;从传统的物理碰撞,到前沿的数字仿真——中国假人的研发之路,是充满艰辛的技术突围之路,也是守护亿万驾乘者出行安全的责任之路。

正如刘志新所说:“汽车安全所有技术的归宿都是人。我们希望消费者买到手的每一台车,它的安全防护,是照着中国人的身体条件来考量的。”