

浅析汽车健康座舱测试评价体系

田程 史朝阳

中国汽车技术研究中心有限公司 天津 300300

摘要: 汽车座舱的健康属性已经越来越被消费者和车企所重视,但行业中对于健康座舱所应涵盖的车辆性能范围始终没有明确的定义,相应性能指标的测试评价方法也不成体系。本文在 CN95 健康座舱认证体系的基础上,进一步梳理和完善了健康座舱所应涵盖的整车及零部件关键性能指标,并对所涉及领域的测试方法、评价指标、现有标准情况进行了简述,形成了一套更为全面的健康座舱测试评价体系。该体系将对未来汽车健康座舱的发展提供有益的参考。

关键词: 健康座舱; 测试评价; CN95; 空气净化; 抗菌除菌

Analysis of the automobile health cockpit test and evaluation system

Cheng Tian Chaoyang Shi

China Automotive Technology and Research Center Co., Ltd. Tianjin 300300

Abstract: The health attribute of the automobile cockpit has been more and more valued by consumers and car companies, but there is no clear definition of the performance range of vehicles that should be covered by the healthy cockpit in the industry, and the test and evaluation method of the corresponding performance indicators is not systematic. On the basis of CN95 health cockpit certification system, this paper further combs and improves the key performance indicators of vehicles and parts that should be covered by the health cockpit, and briefly describes the test methods, evaluation indicators and existing standards in the involved fields, forming a more comprehensive test and health cockpit evaluation system. The system will provide a useful reference for the future development of automotive health cockpit.

Keywords: Healthy cockpit; Test and evaluation; CN95; Air purification; Antibacterial and sterilization

引言

自 2009 年起,我国的汽车行业经历了飞速地发展,产销量已经连续 13 年位居世界第一,国内汽车的保有量也已达到 3 亿辆。随着越来越多的汽车走进普通家庭,我国的汽车消费群体也在逐渐扩大。近年来随着用车时间的增加,汽车已经逐渐成为广大车主的第二个“家”,消费者在车内的时间越来越长,在重视车辆行驶安全和驾乘舒适的同时,对车内环境健康安全的关注度也越来越高,汽车健康座舱的概念由此提出。

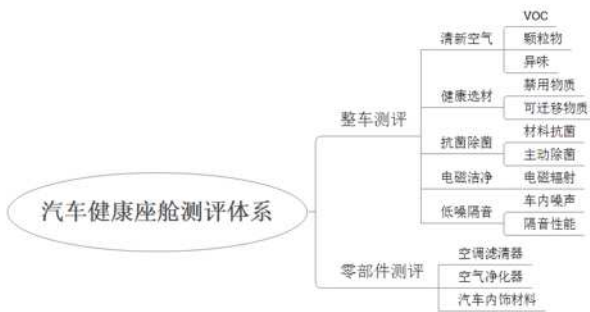
在汽车健康座舱或健康汽车提出之初,其代表性主要集中在车内空气质量方面,包括消费者投诉较多的车内异味水平和可挥发性有机物(volatile organic compound, VOC)浓度^[1]。而随着消费者对于车内健康安全的关注度不断提高,健康座舱的内涵也在不断扩大,逐步覆盖到可能影响人体健康安全的方方面面。虽然目前为止,国内外尚无公开标准或法规对健康座舱进行明确的定义,但相关领域的测试评价方法及标准均在完善中,部分第三方机构也发布了一些针对车内健康水平的测评和认证项目^[2-3]。2020 年,中汽研华诚认证发布了

“CN95 健康座舱认证”体系^[4],对健康座舱这一概念进行了一次相对全面规范和定义。该体系从测试评价角度将健康座舱分为五个维度,分别为清新空气、健康选材、抗菌除菌、电磁洁净和低噪隔音。本文将在这一认证体系的基础上进一步完善,提出一套覆盖整车及关键零部件的汽车健康座舱测试评价体系,并对健康座舱未来研究和方向提出展望。

一、健康座舱测试评价体系构建

从整车角度对车辆健康座舱性能进行测试和评价,更贴近实际车辆的使用工况和消费者的主观感受,是进行健康座舱测试评价的优先和主要手段。此外,部分关键零部件的性能指标会直接影响整车健康性能表现,且具备单独测试评价的条件,了解其性能有将助于开展车内健康性能的设计和改善。例如,汽车空调滤清器作为过滤和吸附车内空气中有害物质的主要载体,其单体性能的优劣对改善车内空气质量具有重要影响;此外空调滤清器使用寿命低,需要消费者定期清洁或更换,合理的测试评价方法及评价指标对于消费者选购此类产品也具有重要的指导意义。

因此本文所提的汽车健康座舱测试评价体系主要分为整车测评和零部件测评两大类，其中整车测评将在CN95健康座舱认证体系的基础上重新梳理，并完善部分维度的测试评价项目；零部件测评则包括了空调滤清器、车用空气净化器和汽车内饰材料三类关键部件。测评体系整体架构如图1所示。



图一 汽车健康座舱测评体系架构

二、健康座舱整车测试评价

1. 清新空气

车内空气中的主要污染物包括 VOC、悬浮颗粒物、以及可能引起乘员不适的各种异味，而从车辆性能角度而言，具备自身低污染物排放和高效率的主动净化能力同样重要。车内的 VOC 主要来自其非金属内饰件的散发，在 CN95 健康座舱认证体系中，参考现行标准 HJ/T 400-2007《车内挥发性有机物和醛酮类物质采样测定方法》开展了常温状态下 VOC 水平测试，并借鉴 GB/T 27630-2011《乘用车内空气质量评价指南》中“五苯三醛”共八类物质的浓度限值设定了评价指标。由于 VOC 的散发与车内温度密切相关，因此当车辆长时间处于高温或阳光暴晒时，车内 VOC 的浓度可能较常温状态明显升高，形成更恶劣的环境条件。因此，应增加对高温状态下的 VOC 测试，可参考 ISO 12219-1-2021《Interior air of load vehicles—Part 1: Whole vehicle test chamber—Specification and method for the determination of volatile organic compounds in cabin interiors》中给出的光照强度及时长对车辆进行预处理，再测量其 VOC 水平。此外，考虑到目前的车辆还难以做到 VOC 的“零排放”，因此空气主动净化功能或就成为降低车内 VOC 的另一有效途径。目前行业中尚无针对车内空气主动净化功能的测试标准，可考虑在现有 VOC 测试方法的基础上，通过测试和比较车内空调、车载空气净化器等功能开启前后的 VOC 浓度，对其净化效果进行验证。而如何确定试验初始状态、合理确定净化装置开始方式和工作时长，将直接影响测试结果的评价。

与 VOC 不同，车内空气中的悬浮颗粒物主要来自车外大气，这些细小的固体污染物可通过门窗和空调进入车内，影响乘员的健康。目前汽车主要通过车载空调中的空调滤清器实现对颗粒物过滤。一些车型为提高

净化效果，会增大空调滤清器的尺寸，或配置有额外的空气过滤装置。目前行业内也没有基于整车状态的颗粒物净化效果测试标准，在 CN95 健康座舱认证体系中，也是参考 QC/T 998-2015《汽车空调滤清器技术条件》对空调滤清器进行测试，来间接评价车辆对颗粒物的净化能力。目前已有一些企业开展了相关测试方法的研究与尝试，本文建议可参考 GB/T 18801-2015《空气净化器》标准中的试验思路，在车内通过烟雾发生器模拟一定颗粒物浓度的初始环境，再开启空调或其他净化装置，测量空气中的污染物浓度变化，从而计算出对颗粒物的净化率，实现对颗粒物净化能力的测试和评价。

车内异味不等于 VOC，其主要也由气体污染物造成，来源包括车内饰自然散发和车外部引入尾气等。现有 CN95 认证体系中没有纳入对异味的评价，但在历年的消费者投诉排行中，车内异味始终高居前列。虽然大部分异味成分对人体并无直接损害，但仍会引起乘员的不适、过敏或晕车等不良反应。由于异味的组成成分异常复杂，而异味引起的不适感有较强的的主观因素，因此目前汽车行业普遍采用主观评价的方式对车内异味水平进行衡量，参考标准为 T/CMIF13-2016《汽车车内空气的气味评价规范》。与 VOC 相同，车内自然散发的异味成分也与温度有较高关联性，因此也可分别进行高温和常温的异味评价；而对于气味的主动净化能力，也可参考 VOC 的净化评价方法同步进行。

2. 健康选材

出于环境保护和公众健康的考虑，汽车行业对于车用材料中的禁用物质和有害物质含量已有成熟的标准法规和管控体系，其主要针对的是车辆报废后可能造成环境污染。CN95 健康座舱体系中对车内材料的禁用物质也提出了相应要求，与整车管控不同，其评价更关注于车内人员可接触到的内饰部件表面材料中有害物质的含量，尤其是方向盘、主副仪表盘、各类功能按键、各种扶手等可直接接触皮肤的部件，以及座椅和头枕面料、安全带等可长时间接触的部件。对于所应检测的有害物质，CN95 健康座舱体系涵盖了 GB/T 30512-2014《汽车禁用物质要求》中所列的铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴联苯醚共六类。这其中缺少了在非金属材料中可能含有的、具有致癌风险的多环芳烃物质^[5]和石棉^[6]，其测试方法可参考 QCT 1131-2020《汽车材料中多环芳烃的检测方法》和 GB/T 23263-2009《制品中石棉含量测定方法》。考虑到汽车内饰所用材料种类繁多，对于所有材料开展测试的成本高、周期长，因此实际开展测试评价时，可考虑通过划分风险等级和抽检的方式控制测试样本数量，降低测试成本。

如果考虑到对车内儿童的保护，则所关注的内饰部件种类需转移至后排乘员易接触的区域，如后车门扶手、前排座椅背面、后排座椅表面、B 柱表面等。此外，考虑到儿童的行为习惯，除长期接触后直接造成危害的

禁用物质外, 还需考虑材料表面物质的可迁移性, 即是否会通过儿童手部沾染后入口, 造成有害物质进入人体。这方面的测试评价可参考儿童玩具的相关标准, 如 EN 71-3:2019《玩具安全 第 3 部分: 特定元素的迁移》。

3. 抗菌除菌

汽车座舱作为对封闭的空间, 易成为细菌滋生的温床, 据研究仅方向盘上每平方厘米就有 800 多种细菌^[7]。内饰材料本身易附着灰尘和食物残渣等物质, 而常规的内饰材料对微生物几乎没有抗性, 清理不及时会造成微生物大量繁殖, 并通过人体接触和散发到车内空气中影响乘员的身体健康。近年来——尤其自新冠肺炎疫情以来——座舱内抗菌除菌性能逐渐被消费者所关注。具体

到车辆性能方面, 抗菌除菌主要指内饰表面材料、空调滤清器滤材本身的抗菌抑菌性能, 以及部分空气净化器、消杀装置所具有的主动杀菌能力。

在材料抗菌抑菌性能方面, CN95 健康座舱体系中仅对座椅面料和空调滤清器滤材进行了评价, 显然不够全面, 还应包括其他易接触的内饰部件 (如方向盘、主副仪表盘、扶手等); 此外, 内饰部件中面积较大的顶棚、地毯、门板、内饰板等, 表面也易滋生细菌, 且在车辆行驶过程中由于振动脱落而散发到空气中, 因此也应考虑在内。本文给出了建议评价的内饰部件清单及对应的材质, 详见表 1。

表 1 内饰材料清单及材质

材料类别	具体材质	需关注的内饰部位
塑料类	PP+EPDM-TD20	立柱护板、杂物箱、门内板、仪表盘本体、中控
	ABS	行李箱支架、杯托外盖、卷帘骨架、天窗框、仪表盘及中控
	PC+ABS	仪表盘、中控、门板、内后视镜、门板扶手和饰条
	PC	空调出风口, 门板饰条, 显示屏边框
聚氨酯合成革类	PU	座椅, 门板、仪表盘表皮、中控
纺织品类	毛毡面料	地毯、空调滤芯
	无纺面料	柱内饰、顶棚
	织物	门板中饰板、座椅, 仪表盘饰板
PVC 类	PVC	座椅、门板、扶手、仪表盘表皮
真皮类	真皮	方向盘、座椅表皮
仿皮类	TPO	仪表盘表皮、门板上饰板
超纤革类	超纤革	方向盘、座椅表皮

依据材料本身材质特点的差异, 抗菌性能测试所适用的方法也不尽相同, 目前汽车行业尚无针对车用材料抗菌性能的标准, 但可参考其他领域相关标准, 如: 塑料类、PVC 类和真皮类可参考 GB/T 31402-2015《塑料塑料表面抗菌性能试验方法》; 纺织品类可参考 GB/T 20944.3-2008《纺织品 抗菌性能的评价 第 3 部分: 振荡法》; 聚氨酯合成革类、仿皮类和超纤革类可参考 QB/T 4341-2012《抗菌聚氨酯合成革——抗菌性能试验方法和抗菌效果》。上述抗菌主要针对致病细菌的抵抗能力, 除此之外, 防霉也是车内部件、尤其是空调滤清器、地毯等部件需要考虑的抗菌性能之一, 这部分测试评价方法可参考相关标准 GB/T 24346-2009《纺织品 防霉性能的评价》、GB/T 24128-2018《塑料防霉剂的防霉效果评估》和 QB/T 4199-2011《皮革 防霉性能测试方法》。

需要注意的是, 上述材料的抗菌性能大都是通过材料中或材料表面加入抗菌剂来实现的, 而抗菌剂的种类和添加量的不同除影响抗菌性能外, 也会产生额外的副作用。如有机金属类抗菌剂具有杀菌性强的优点, 但其毒性也大, 且有机金属元素易迁移, 对人体产生额外的损害。

在除菌性能方面, CN95 健康座舱体系将空气净化器的除菌效果作为加分项, 这部分实际采用的是零部件测试评价方法, 本文则在零部件测试评价部分对其进行介绍。在整车级测试评价方面, 目前尚没有公开的标准

或较为完善的测评规程对车内净化装置抗菌性能进行测试和评价, 其主要原因在于微生物相关测试对测试环境要求较高, 普遍采用培养皿或特殊环境仓进行, 整车座舱内条件复杂, 难以做到初始无菌状态, 势必会影响测试结果的稳定性、一致性和可信性。目前看将车载除菌装置以部件的状态进行测试更为可行, 其测评方法可参照空气净化器除菌测试标准。

4. 电磁洁净

随着新能源汽车的发展, 车内电磁辐射是否会影响人体健康始终被消费者所关注, 甚至一度成为行业热点话题。其实不论是纯电动汽车, 还是混动汽车或传统燃油车, 随着座舱内智能化程度的提高, 车内的电子电器数量、用电功率和网联化程度都在逐渐提升, 都应该对座舱内的电磁辐射安全性能进行评价和管控。目前相关测试和评价可参考国标 GB/T 37130-2018《车辆电磁场相对于人体暴露的测量方法》, 该标准中规定了三类测试工况, 即车辆静止状态、行驶状态 (匀速和加减速) 和充电状态。CN95 健康座舱体系中仅引用了其中的行驶工况进行评价, 考虑到目前电动汽车充电时长普遍较长, 而快充模式往往充电功率更大, 因此加入充电状态的评价是有必要的。

除此之外, 有研究表明当车机系统进行网联通讯时 (如接听电话、导航、OTA 升级等), 网联部件如 T-box 产生的电磁辐射也较高, 如设计不当也会产生超

过限值要求的辐射量,应针对性的开展测试评价^[8]。考虑到网联通讯模式的种类较多,相关测试工况设计和完善还有待进一步研究。

5. 低噪隔音

车内噪声水平常被纳入到舒适性领域进行评价,事实上当噪声超过 60dB 时就开始引起人的不适,超过 70dB 就开始损伤人的听力神经,而大部分乘用车在高速状态下的车内噪声水平刚好在 60-70dB 区间内,因此有必要评估其对人体健康的影响。车内噪声的主要来源包括发动机、传动系统、轮胎(胎噪)和车身(风噪),此外制动噪声、空调噪声、车内饰异响、外部环境噪声等也会在特定工况下影响车内噪声水平。由于车速较高时,胎噪和风噪将成为车内噪声的主要贡献者,因此纯电动汽车同样需要考虑噪声的评价。CN95 健康座舱体系中,依据 GB/T 18697-2002《声学 汽车车内噪声测量方法》标准,选取了 60km/h 和 120km/h 两个典型的匀速工况开展车内噪声水平的评价,并设置了不同的评价指标。本文认为,对于不同的车辆类型和主要使用场景,测试车速的选择可以适当调整,而评价指标方面如从对人体的影响角度出发,也可采用统一的限值。

此外,车身良好的气密性和隔音设计,也能降低车内噪声的水平,因此 CN95 健康座舱体系还依据 GB/T 20247-2006《声学 混响室吸声测量》标准,对静置状态下车辆的隔音效果进行评价。

需要指出的是,对于 M1 类乘用车,CN95 健康座舱体系在上述三个工况的评价时仅测量驾驶员右耳处的噪声。考虑到儿童在车内普遍坐在第二排,而噪声对于儿童的听力损伤要更为明显,因此对第二排的噪声评价同样具有重要意义。

三、健康座舱零部件测试评价

在健康座舱整车测试评价方法的介绍中不难发现,一些关键零部件对整车健康性能至关重要,如车内空气的主动净化效果主要取决于空调滤清器,抗菌性能和禁用物质含量也与内饰材料本身的性能密切相关,而一些可车载使用的空气净化器也能起到空气净化、杀菌除菌的作用。除此之外,这些关键的零部件普遍具备可替换性,用户在实际使用中可自行更换,已实现更好的车内健康防护。因此本文将这些零部件的测试,也应纳入到健康座舱测试评价体系中。

1. 空调滤清器

汽车空调滤清器又称空调滤芯,是车载空调通风系统中负责过滤和吸附污染物的主要部件,在 CN95 健康座舱认证体系中对于清新空气的评价,就引入了对空调滤清器对颗粒物污染物的过滤性能测试,依据的标准为 QC/T 998-2015《汽车空调滤清器技术条件》和 GB/T 32085.1-2015《汽车 空调滤清器 第 1 部分:粉尘过滤测试》。其评价指标则参考了另一项认证规则 CAC-

PV18-019:2020《CATARC 标志认证实施规则 - 汽车空调滤清器等级认证》中给出的“CN95 级”空调滤清器所对应的指标,该指标相较于 QC/T 998-2015 有了大幅提高,其中对于空气动力学直径 0.3 μm 的颗粒物过滤效率达到了 95%^[9]。这一指标正是“CN95”认证名称的由来,该指标也被不少汽车企业所认可和采纳,并纳入了 CCRT 管理规则(2021 版)^[9]中。

上述认证规则和测评规程仅考虑了空调滤清器对颗粒物污染物的过滤能力,而没有涉及对气体污染物的吸附性能,同时具备这两种功能的空调滤清器被称为多效空调滤清器。对于这一性能的评价同样可以参考 QC/T 998-2015,以及 GB/T 32085.2-2015《汽车 空调滤清器 第 2 部分:气体过滤测试》。需要注意的是,空调滤清器的过滤效率越高,其对气流的阻力也就越大,在保证通风量不变时,空调系统的能耗也就越高。多效滤清器的滤材本身较单效滤清器更厚,如要求其在颗粒过滤和气体吸附方面同时具备较高的性能,则必然意味着更高的通气阻力和能耗,因此如何平衡两种污染物过滤性能的高低,也成为此类产品评价的关键。

2. 车载空气净化器

市面上常见的可拆卸车载空气净化器的功能与普通室内空气净化器相似,可起到过滤颗粒和气体污染物、杀菌除菌的作用。部分车型还在传统空调系统外配有额外的空气净化装置,如中央扶手箱处的空气净化器、紫外线杀菌、中药香氛等。对于此类部件或装置,可参考 GB/T 18801-2015《空气净化器》进行测试,该标准适用于“小型、便携式空气净化器,乘用车空气净化器”,所适用的净化器工作原理包括但不限于过滤式、吸附式、络合式、化学催化式、光催化式、静电式、等离子式、复合式等,因此基本可以覆盖目前常见的车载空气净化器。与空调滤清器和整车空气净化评价方法不同,该标准通过“洁净空气量”和“累积净化量”两个指标,来评价空气净化器对颗粒物和气体污染物的净化能力,通过“微生物去除”评价空气净化器的除菌性能(这部分引用了标准 GB 21551.3-2010《家用和类似用途电器的抗菌、除菌、净化功能 空气净化器的特殊要求》中的方法)。标准中给出的试验舱容积为 3m³ 和 30m³,前者与乘用车车内座舱空间较为接近,可优先使用该尺寸试验舱进行评价。对于空气净化器而言,对各种污染物进行去除的原理不同,同时满足高效去除多种污染物的要求时,空气净化器的尺寸、功耗、成本也会提高。因此在对此类产品进行评价时也应有所侧重,对于前装空气净化器,可考虑与空调净化效果相互补充和匹配,或以整车状态进行评价,综合考虑其净化效果。

3. 汽车内饰材料

上文提到的整车健康选材和抗菌除菌性能的评价,主要测试对象就是内饰材料,因此对于单一内饰材料的评价完全可以借用上述测试评价方法和评价指标,这里

不再赘述。对于座椅、方向盘等高接触频率的关键内饰部件,综合考虑其禁用物质含量和抗菌性能,可作为未来此类产品材料设计的关键指标。

四、小结

综上,本文详述了所提出的汽车健康座舱测试评价体系,其中整车测试评价方法涵盖了清新空气、健康选材、抗菌除菌、电磁洁净和低噪隔音五个维度,零部件测试评价包括了空调滤清器、车载空气净化器和内饰材料三类关键部件,对所涉及各个测试评价方法、评价指标及可参考的标准进行了详细介绍,希望对汽车健康座舱领域的技术发展,以及消费者选购提供一定的参考。

参考文献:

[1] 罗克研. 车内异味投诉合资品牌占 8 成 [J]. 中国质量万里行, 2022(8):60-61.
[2] 中国生态汽车实施规程 (2021 年版) [S]. 中汽数据有限公司.

[3] CCRT 管理规则 (2021 版) [S]. 中国汽车技术研究中心有限公司.

[4] CAC-PV18-043:2020《CN95 健康座舱认证实施规则》[S]. 中汽研华诚认证 (天津) 有限公司.

[5] 刘晓东, 赵云霞, 许天楚. 国内外汽车材料多环芳烃管控现状及趋势 [J]. 汽车实用技术, 2022, 47(03):106-202.

[6] 谷茜, 陈欢, 刘迹斌, 等. 汽车材料石棉的禁用与检测 [J]. 广东化工, 2021, 48(15):201-202.

[7] 张哲, 黄东梅, 梅建伟, 等. 抗菌抗病毒汽车内饰皮革市场前景 [J]. 新材料产业, 2020, No.318(05):69-72

[8] 车辆电磁辐射 (EMR) 测试及评价规程 (V2.0 版) [S]. 中国汽车工程研究院股份有限公司.

[9] CAC-PV18-019:2020《CATARC 标志 认证实施规则 - 汽车空调滤清器过滤等级》[S]. 中汽研华诚认证 (天津) 有限公司.