

C-AHI

中国汽车健康指数

编号: CAHI-SM-CAI-A0-2026

清新空气指数

测试评价规程

Clean Air Index

Testing and Evaluation Protocol

(2026)

中国汽车工程研究院股份有限公司 发布

目 次

1	范围
2	规范性引用文件
3	术语和定义
4	测试和评价方法
5	分数计算和星级评价方法
附 录 A	（规范性） 车内空气质量测试评价规程
附 录 B	（规范性） 车内颗粒物（PM）测试评价规程
附 录 C	（规范性） 空调滤清器测试评价规程
附 录 D	（规范性） 车内空气新鲜度测评规程

清新空气测评规程

1 范围

本文件规定了中国汽车健康指数中清新空气部分的相关试验及评价方法。

本文件适用于最大设计总质量不超过 3500kg 的 M₁ 类燃油乘用车、M₁ 类纯电动乘用车、M₁ 类混合动力乘用车以及构成整车健康性能的关键零部件（空调滤清器）的部件级健康性能测评。其他车辆可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

HJ/T 400-2007 车内挥发性有机物和醛酮类物质采样测定方法

ISO 12219-1-2021 道路车辆的内部空气—第 1 部分：整车实验室—测定车厢内部挥发性有机化合物的规范和方法

CQC 9207-2014 乘用车内气味检测评级方法

CAHI-SM-VOCT-2018 车内 VOC 测试规程

GB/T 17729-2023 长途客车内空气质量要求及检测方法

GB/T 27630-2011 乘用车内空气质量评价指南

GB 3095-2012 环境空气质量标准

GB 7258-2017 机动车运行安全技术条件

GB/T 18801-2015 空气净化器

HJ/T 400-2007 车内挥发性有机化合物和醛酮类物质采样测定方法

T/CAAMTB 54-2021 车内颗粒物（PM）过滤测试方法

QC/T998—2023 汽车空调滤清器

GB/T 32085.1-2015 汽车 空调滤清器 第 1 部分：粉尘过滤测试

GB/T 32085.2-2015 汽车 空调滤清器 第 2 部分：气体过滤测试

ISO/TS 11155-1:2001 Road vehicles — Air filters for passenger compartments — Part 1: Test for particulate filtration (道路车辆 乘驾室用空气滤清器 第 1 部分：粉尘过滤测试)

ISO/TS 11155-2:2009 Road vehicles — Air filters for passenger compartments — Part 2: Test for gaseous filtration (道路车辆 乘驾室用空气滤清器 第 2 部分：气体过滤测试)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

乘用车

乘用车指在其设计和技术特征上主要用于载运乘客及其随身行李和（或）临时物品的汽车，包括驾驶员座位在内最多不超过 9 个座位，它也可以牵引一辆挂车。

3.2

车内挥发性有机物（VOC）

本标准中车内挥发性有机化合物（VOC）包含挥发性有机化合物和醛酮组分两部分。车内挥发性有机化合物指利用 Tenax 等吸附剂采集，并用极性指数小于 10 的气相色谱柱分离，保留时间在正己烷到正十六烷之间的具有挥发性的化合物的总称。醛酮组分指利用本标准检测方法能够测出的甲醛、乙醛、丙酮、丙烯醛、丙醛、丁烯醛、丁酮、丁醛、甲基丙烯醛、苯甲醛、戊醛、甲基苯甲醛、环己酮、己醛等化合物的总称。

3.3

车内气味强度（VOI）

身气味指嗅觉感觉到的味道，是车内挥发性物质刺激人体的鼻腔嗅觉神经而在中枢神经中引起的一种感觉，能非常直观的反映汽车内饰件气味特性的优劣，是一种基于人嗅觉感官和舒适度的主观评价指标。

3.4

车内总挥发性有机物（TVOC）

利用苏玛罐采集，并用极性指数小于 10 的气相色谱柱分离，保留时间在正己烷（含）和正十六烷（含）之间的挥发性有机化合物量值的总和。

3.5

车内高风险挥发性有机物（High Risk VOCs）

车内高风险挥发性有机物组分是指 1) 氯乙烷、2) 氯乙烯、3) 1,3-丁二烯、4) 溴甲烷、5) 异丙醇、6) 正己烷、7) 二甲苯、8) 二氯甲烷、9) 乙酸乙烯酯、10) 乙酸乙酯、11) 三氯甲烷、12) 二硫化碳、13) 1,2-二氯乙烷、14) 1,1,1-三氯乙烷、15) 苯、16) 四氯化碳、17) 环己烷、18) 三氯乙烯、19) 1,1-二氯乙烯、20) 甲基丙烯酸甲酯、21) 4-甲基-2-戊酮、22) 甲苯、23) 1,2-二溴乙烷、24) 四氯乙烯、25) 氯苯、26) 乙苯、27) 苯乙烯、28) 氯代甲苯、29) 对二氯苯、30) 萘。

3.6

细颗粒物（PM_{2.5}）

指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 2.5 μm 的颗粒物，称为细颗粒物。

3.7

整车颗粒物阻隔（Z）

考察车辆在静止状态下对外界颗粒物的阻隔与防护能力，用车内 PM_{2.5} 浓度的增量 Z（单位：μg/m³）表示。

3.8

车内颗粒物过滤能力（E）

考察车辆空调及相关空气净化装置，对车内 PM_{2.5} 浓度的降低效果，用净化时间 t（单位为分钟，用 min 表示）和对应的 PM_{2.5} 净化终止浓度 C_U（单位：μg/m³）表征。

3.9

汽车空调滤清器

安装于汽车空调系统中,由一个或多个单元组成,用以去除进入汽车乘驾室及内部空间循环空气中的颗粒物、有害气体或具有抗菌、防霉等功能的滤清装置,又称乘驾室用空气滤清器、汽车空调过滤器、汽车空调滤芯等。

3.10

颗粒物 (Particulate Matter, PM)

悬浮在空气中的固态和液态颗粒物的总称。

3.11

压力降 (ΔP)

滤清器上游和下游两侧的静压差。单位为帕(Pa)。

3.12

分级滤清效率 fractional filtration efficiency

对特定粒径试验杂质的滤清效率。以百分比(%)表示。计算公式为:过滤效率(%) = (1 - 下游浓度 / 上游浓度) × 100%。

上游浓度 (Upstream Concentration): 进入空调滤清器之前的颗粒物浓度。

下游浓度 (Downstream Concentration): 通过空调滤清器之后的颗粒物浓度。

3.13

储灰量

当达到规定的终止条件时,在测试样件上捕获的测试粉尘的质量。单位为克(g)。

3.14

车内空气新鲜度

车内空气新鲜度指车内空气中各类气体成分的组成状态对人体舒适和健康的适宜程度。主要体现为二氧化碳浓度维持在不会导致人体出现不适反应的范围,且不存在过量的有害气体以及异味,不然会对人体的呼吸系统、神经系统等造成不良影响。车内空气新鲜度的表征数据体现在动态平衡下的 CO₂ 浓度,车内气味强度 (VOI) 和车内 TVOC 浓度三个方面,综合评估车内空气新鲜度。

3.15

CO₂ 动态平衡浓度

指车辆在环境仓内按照设定参数开启空调的情况下关闭车辆门窗,模拟车辆满载人数的工况下匀速投入的一定浓度的 CO₂ 气体,在规定时间内车内 CO₂ 气体的平均浓度。

3.16

吸附效率

指滤清器去除或减少的污染物的量除以直接作用于滤清器上的污染物总量即为该滤清器的吸附效率。

3.17

零时刻效率

根据气体穿透和时间之间关系的上扬曲线计算出来的零时测得的吸附效率。

3.18

容污量

在整个测试时间内，滤清器从测试气流中吸附的污染物的质量。

4 测试和评价方法

清新空气各项测试和评价方法见表 1。

表 1 清新空气试验和评价方法一览表

序号	维度	测评指标	试验方法	测试对象
1	空气质量	健康危害	详见附录 A	整车
2		综合污染		
3		气味强度		
4		TVOC		
5		高风险化合物		
6		车内空气新鲜度	详见附录 D	
7	颗粒净化	整车颗粒物阻碍	详见附录 B	
8		整车颗粒物净化		
9	滤材性能	空调滤芯 气溶胶	详见附录 C	空调滤清器
10		空调滤芯 气体		

5 分数计算和星级评价方法

5.1 清新空气加权分数计算方法

清新空气各个测试维度和场景分数权重如下表，所有测试维度加权总分 100 分。总分结果等于各维度得分加和。具体按照表 2。

表 2 清新空气加权分数计算方法

序号	维度	测评指标	分值	分维度-权重
1	空气质量	健康危害	50	25.5%
2		综合污染		25.5%
3		气味强度		25.5%
4		TVOC		4.25%
5		高风险化合物		4.25%
6		车内空气新鲜度		15%
7	颗粒净化	整车颗粒物阻碍	30	20%
8		整车颗粒物净化		80%
9	滤材性能	空调滤芯 气溶胶	20	60%
10		空调滤芯 气体		40%

5.2 清新空气评级方法

按照表 3 对最终加权得分 S 进行等级评定。

车型得分低于 60 分评价结果为 1 星级；评价车型获得[60, 70)分，评价结果为 2 星级；评价车型获得[70,80)分，评价结果为 3 星级；评价车型获得[80,90)分，评价结果为 4 星级；评价车型获得[90,95]分，评价结果为 5 星级；评价车型获得[95,100]分，评价结果为 5 星加级。

表 3 星级分数对应表

星级	得分区间	评价标识
1 星级	$S < 60$	★
2 星级	$60 \leq S < 70$	★★
3 星级	$70 \leq S < 80$	★★★
4 星级	$80 \leq S < 90$	★★★★
5 星级	$90 \leq S < 95$	★★★★★
5 星+级	$95 \leq S < 100$	★★★★★+

附 录 A
(规范性)
车内空气质量测试评价规程

A. 1 车内 VOC 与车内气味试验流程

A. 1. 1 车辆准备阶段

车辆准备方法参考 CAHI-SM-VOCT-2018 《车内 VOC 测试规程》。

A. 1. 2 试验阶段

整个试验过程分为五个阶段，试验流程示意图见图 A.1。

第一阶段：常温下利用苏玛罐和 DNPH 采样管对车辆乘员舱内空气进行采样；

第二阶段：常温下对车辆乘员舱内气味强度进行评价；

第三阶段：引入阳光模拟系统，高温下利用 Tenax 采样管和 DNPH 采样管对车辆乘员舱内空气进行采样；

第四阶段：高温下对车辆乘员舱内气味强度进行评价；

第五阶段：关闭阳光模拟系统，进入主驾点燃发动机，启动空调，高温下利用 Tenax 采样管和和 DNPH 采样管对车辆乘员舱内空气进行采样。

以上五个阶段的车内空气采样和车内气味强度评价均在 VOC 测试环境仓内进行。VOC 测试环境仓技术要求引用 HJ/T 400-2007 标准附录 A。

后文中将第一阶段和第二阶段统称为常温阶段，将第三阶段和第四阶段统称为光照阶段，将第五阶段称为通风阶段。

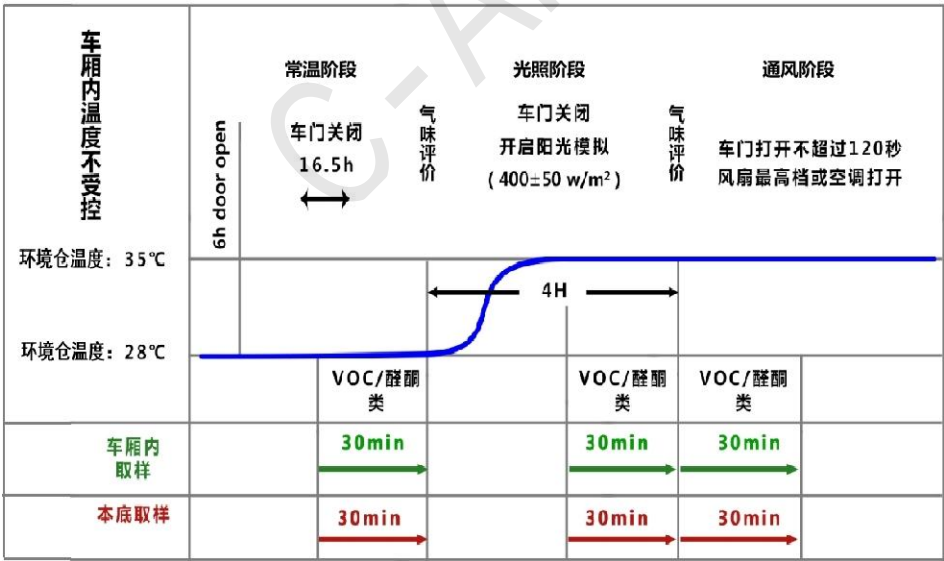


图 A.1 试验流程示意图

A. 1. 2. 1 常温阶段——车内空气采样及气味评价

第一、第二阶段分别为常温下车内空气中醛酮组分和挥发性有机化合物的采样和车内气味强度评价。

环境舱的环境设置、进舱后对样车的预处理、封闭阶段对车内空气中醛酮组分的采样的试验方法按照 CAHI-SM-VOCT-2018 《车内 VOC 测试规程》4.2.1 执行。DNPH 采样管的采样流量、采样时间设置按照 HJ/T 400-2007 《车内挥发性有机化合物和醛酮类物质采样测

定方法》4.4.3 执行，DNPH 采样管的运输和保存按照 HJ/T 400-2007《车内挥发性有机化合物和醛酮类物质采样测定方法》4.5 执行。

常温阶段对车内挥发性有机化合物的采样使用苏玛罐进行采集。将清洗完成并抽好真空的苏玛罐放置于前排座椅之间扶手箱位置，并安装好流量控制器，将采样开始时间设置为延时 16h，之后关闭受检车辆所有门窗。

样品采集过程中应实时观察流量控制器采样流量及苏玛罐压力，采样完成后准确记录采样体积和苏玛罐压力。车内样品采集过程中同步进行现场空白测试，采样点位置应在距离受检车辆表面不超过 0.5m 的空间范围内，高度与车内采样点位置相当。样品采集后常温下保存，20d 天内完成分析。

苏玛罐系统应满足如下技术要求：1) 苏玛罐：不锈钢罐，内壁经惰性化处理，容积 $\geq 1\text{L}$ ，耐压值 $>241\text{kPa}$ ，不得吸附目标化合物或析出干扰物质；2) 流量控制器：与采样罐配套使用。气体浓缩仪：带自动进样器，采用液氮或非液氮制冷方式达到浓缩要求，具有除水和自动定量取样功能，所有管路和管件的内壁均经过惰性化处理。3) 采样罐清洗装置：具有加温、加湿、加压清洗功能，能将苏玛罐压力抽至真空。4) 气体稀释装置：具有动态或静态稀释功能，稀释倍数不低于 100 倍；管路均经过惰性化处理，不得吸附目标化合物或析出干扰物质。

常温阶段车内空气采样方法参考 CAHI-SM-VOCT-2018 标准 4.2.1 执行。

常温阶段采样结束后，进行常温下的车内气味强度评价。本评价体系按气味对人嗅觉器官的不同刺激程度从低到高分 6 个等级（1 级~6 级），便于对气味评价结果进行量化。车内气味强度等级越高，表示刺激程度越强烈。

3 名嗅辨员依次进入车内，分别坐在驾驶室、副驾驶室、后排座位对车内气味进行感官评价。嗅辨过程中任意两扇车门不能同时打开。例如：第一个嗅辨员从左前门进入车内，关闭车门；随后第二个嗅辨员从右前门进入车内，关闭车门；随后第三个嗅辨员从左后门进入车内，关闭车门。嗅辨员评价结束后，3 名嗅辨员依次下车，但车门不能同时打开。评价过程中为防止气流扰动，应控制车门开启程度尽量小。嗅辨员应当在进入车内 30s 时间内给出评价，为保证整个评价过程的独立性、公正性、公平性，气味评价过程中，嗅辨员之间不得相互交流，如说话或手势暗示，总时长不得超过 2 分钟。嗅辨员根据自身的感受对气味强度进行感官评价，以每 0.5 级为梯度，独立客观打出 1~6 级的任一分数。进行气味评价时，嗅辨员首先应判断出气味是否有干扰性，若无干扰性，则给出 1~3 级之间的分数；若有干扰性，则给出 4~6 级之间的分数。在嗅辨员明确确定车内气味等级时，应给出整数级别的评级，当遇到不确定应评价为高一级或低一级的情况时，可以打出 0.5 级。评级标准如下表 A.1 所示。

表 A.1 车内气味等级评价标准

气味强度等级	气味强度评分标准描述
1 级	无气味，不易感觉到
2 级	有气味，可以感觉到，但不刺鼻，轻微强度
3 级	有明显气味，可以明显感觉到，但不刺鼻，中等强度
4 级	刺鼻的气味，强度较大
5 级	强烈的刺鼻的气味，强度很大
6 级	不可忍受的气味

A.1.2.2 光照阶段——车内空气采样及气味评价

光照阶段车内空气采样方法参考 CAHI-SM-VOCT-2018 标准 4.2.2 执行。样车在光照准备阶段、封闭阶段、采集阶段、样品管的运输及保存参照 HJ/T 400-2007 标准 4.4 和 4.5 执行，阳光模拟装置的技术要求参照 ISO 12219-1-2021 标准 4.2 执行，试验过程中阳光模拟装

置的设置参照 ISO 12219-1-2021 标准 7.3.2.1 执行。

光照阶段采样结束后,进行光照阶段的车内气味强度评价,阳光模拟系统在车内气味强度评价结束后关闭。3 名嗅辨员依次进入车内,分别坐在驾驶室、副驾驶室、后排座位对车内气味进行感官评价。嗅辨过程中任意两扇车门不能同时打开,例如:第一个嗅辨员从左前门进入车内,关闭车门;随后第二个嗅辨员从右前门进入车内,关闭车门;随后第三个嗅辨员从左后门进入车内,关闭车门。嗅辨员评价结束后,依次下车,车门不能同时打开。评价过程中为防止气流扰动,应控制车门开启程度尽量小。嗅辨员应当在进入车内 30s 时间内给出独立评价,整个气味评价过程总时长不得超过 2 分钟。嗅辨员根据自己的感官评价,以每 0.5 级为梯度,独立客观打出 1~6 级的任一分数。嗅辨员确定车内气味等级时,应给出整数级别的评级,当遇到不确定应评价为高一级或低一级的情况时,可以打出 0.5 级。评级标准见表 3。

A. 1. 2. 3 通风阶段——车内空气采样

点燃发动机,开启空调(空调设置参考 ISO 12219-1-2021 标准 6.3 执行)。启用外循环模式。通风阶段车内空气采样方法参考 CAHI-SM-VOCT-2018 标准 4.2.3 执行。样品在通风阶段的采集和采样管运输及保存参照 HJ/T 400-2007 标准 4.4 和 4.5 执行。

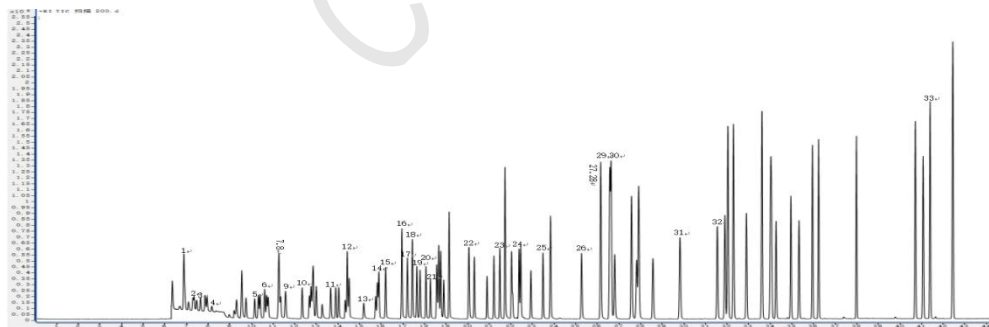
A. 1. 3 分析阶段

A. 1. 3. 1 挥发性有机物分析

车内空气中苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、TVOC 的分析方法按照 HJ/T 400-2007 标准附录 B 执行,TVOC 的计算方法按照 GB/T 17729-2023 标准 6.1.10.3 执行。车内空气中甲醛、乙醛、丙烯醛的分析方法按照 HJ/T 400-2007 标准附录 C 执行。

A. 1. 3. 2 高风险挥发性有机物分析

高风险挥发性有机化合物利用气相色谱质谱联用法进行分析,其分离图谱见图 A.2。



1——氯乙烯; 2——1,3-丁二烯; 3——溴甲烷; 4——异丙醇; 5——二硫化碳; 6——氯乙烷; 7——1,1-二氯乙烯; 8——二氯甲烷; 9——正己烷; 10——乙酸乙烯酯; 11——乙酸乙酯; 12——三氯甲烷(氯仿); 13——1,1,1-三氯乙烷; 14——环己烷; 15——四氯化碳; 16——苯; 17——1,2-二氯乙烷; 18——三氯乙烯; 19——甲基丙烯酸甲酯; 20——4-甲基-2-戊酮; 21——甲苯; 22——1,2-二溴乙烷; 23——四氯乙烯; 24——氯苯; 25——乙苯; 26/27——对/间二甲苯; 28——苯乙烯; 29——邻二甲苯; 30——对二氯苯; 31——氯代甲苯; 32——萘

图 A.2 高风险化合物色谱分离效果图

高风险化合物的摩尔质量、定量离子、辅助离子和 CAS No.与目标化合物的对应关系见表 A2。

表 A.2 目标化合物和内标的定性定量参数

序号	目标化合物	CAS No.	摩尔质量 (g/mol)	定量离子 (m/z)	辅助离子 (m/z)
1	氯乙烯	75-01-4	62	62	64,63
2	1,3-丁二烯	106-99-0	54	54	53,39
3	溴甲烷	74-83-9	94	94	96,93,91
4	氯乙烷	75-00-3	64	64	66,49
5	1,1-二氯乙烯	75-35-4	96	61	96,98
6	异丙醇	67-63-0	60	45	43
7	二硫化碳	75-15-0	76	76	78,77
8	二氯甲烷	75-09-2	84	49	86,84
9	正己烷	110-54-3	86	57	41,86
10	乙酸乙烯酯	108-05-4	86	43	86
11	乙酸乙酯	141-78-6	88	43	61,45
12	三氯甲烷(氯仿)	67-66-3	118	83	85,47
13	1,1,1-三氯乙烷	71-55-6	132	97	61,117
14	环己烷	110-82-7	84	56	69,84
15	四氯化碳	56-23-5	152	117	119,121
16	苯	71-43-2	78	78	77,52
17	1,2-二氯乙烷	107-06-2	98	62	64,49
18	三氯乙烯	79-01-6	130	130	132,95,60
19	甲基丙烯酸甲酯	80-62-6	100	69	41,39,100
20	4-甲基-2-戊酮	108-10-1	100	43	58,85,100
21	甲苯	108-88-3	92	91	92
22	四氯乙烯	127-18-4	164	166	131,94
23	1,2-二溴乙烷	106-93-4	186	107	109
24	氯苯	108-90-7	112	112	77,114
25	乙苯	100-41-4	106	91	106
26	间二甲苯	108-38-3	106	91	106,104
27	对二甲苯	106-42-3	106	91	106,104
28	邻二甲苯	95-47-6	106	91	106,104
29	苯乙烯	100-42-5	104	104	78,51
30	对二氯苯	541-73-1	146	146	111,148
31	氯代甲苯	100-44-7	126	91	126,65
32	萘	465-73-6	128	128	64

A.2 车内 VOC 与车内气味评价流程

A.2.1 评价原则

为确保评价的科学、公平、公正性，“中国汽车健康指数”VOC 和车内气味部分应遵循以下原则：

1) 目的性

重点关注汽车使用过程中乘员的健康性指标（健康危害），车内气味强度评价消费者关注度高的舒适性指标（车内气味），兼顾车内有机化合物综合污染指标（综合污染），旨在

推进环保材料、配置和工艺的开发与应用，促进车企研发车内空气质量优良的汽车，引导行业健康发展。

2) 客观性

评价指标、评价方法、评价模式能够从客观上充分反映产品在不同环境条件下的本质特性，确保评价结果的客观性和公正性。

3) 全面性

实行多方面、多角度综合测评，考察指标不局限于国内现行标准要求，引入阳光模拟及怠速通风状态、车内气味感官评价等。

4) 可操作性

评价指标既能充分反映车内空气质量，又具有可操作性，评价模式简明合理、评价指标层次分明。

A. 2. 2 评价指标

“中国汽车健康指数”VOC 部分满分为 70 分，由健康危害（V₁）、综合污染（V₂）、车内 TVOC（V₄）、车内高风险挥发性有机物（V₅）四个指标组成。车内气味（V₃）部分满分为 30 分，由常温下的车内气味强度等级和高温下的车内气味强度等级组成。

A. 2. 2. 1 健康危害

美国环保署（US EPA）曾颁布“致癌物的风险评价导则”，该导则明确了健康风险评价的方法及步骤。通过估算致癌因子对人体不良影响的发生机率，评价接触该致癌因子的个体健康受到威胁的风险。

暴露评估是致癌风险评价的常用手段之一，通过对人群暴露于环境介质中致癌因子的强度、频率、时间进行测量、估算或预测，形成致癌风险评估的定量依据，暴露人群的特征鉴定与有致癌风险的物质在环境介质中浓度及分布的确定，是评价中相关联且不可分割的两个组成部分。

本评价体系中，健康危害用于对 US EPA 划分为致癌证据充分的第 I 类致癌物质（苯和甲醛）进行评价。

按照式 A.1 计算有害物日均吸收量。

$$C_{xr} = 0.9 \times C_{bx} \times E_{bn} \times E_{bp} \times E_{bs} \times I_{hx} / (365 \times A_{sm} \times B_{tz}) \quad (\text{式 A.1})$$

其中：C_{xr}—有害物日均吸收量，mg/（kg·d）

C_{bx}—车内空气中苯和甲醛浓度检测值，mg/m³

E_{bn}—暴露年限，取 50 a

E_{bp}—暴露频率，取 250 d/a

E_{bs}—暴露时间，取 3.5h/d

I_{hx}—空气呼吸率平均值，取 1.01 m³/h

A_{sm}—平均寿命，取 76.1 a

B_{tz} — 平均体重，取 65 kg

US EPA 规定，空气中苯的 P_f 为 0.029 (kg·d) / mg，甲醛的 P_f 为 0.045 (kg·d) / mg。引入致癌因子，按照式 A.2 计算健康危害指数。

$$H_{za} = C_{xr} \times P_f \quad (\text{式 A.2})$$

其中： H_{za} — 健康危害值，无量纲

P_f — 致癌因子，(kg·d) / mg

A.2.2.2 综合污染

综合指数法作为环境质量评价的常用方法之一，用污染物浓度与评价标准的相对数值，简单直观地描述多种污染物对空气污染的综合强度，适用于综合评价几种污染物共同作用下的空气质量，兼顾最高分指数和平均分指数。

该指标计算方法如下：首先将苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯乙烯、甲醛、乙醛、丙烯醛的平均浓度 C_i 除以该污染物的评价标准 S_i ，得到质量分指数 I_i ，选出其中最大值 $I_{\max}$ ，再求出 i 个污染物质量分指数的平均值 I_{av} ，两者的几何均数即为污染指数 I 。 I 的数值越大，反映综合污染越严重。

综合污染值计算方法见式 A.3。

$$I = \sqrt{I_{\max} \cdot I_{av}} = \sqrt{\left(\max \left\{ \frac{C_1}{S_1}, \frac{C_2}{S_2}, \dots, \frac{C_n}{S_n} \right\} \right) \times \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{S_i} \right)} \quad (\text{式 A.3})$$

其中： I — 综合污染值

I_{av} — 各污染物质量分指数的平均值

$I_{\max}$ — 各污染物质量分指数的最大值

C_i — 第 i 种污染物的平均浓度

S_i — 第 i 种污染物的评价标准

A.2.2.3 车内气味

由气味评价小组负责人搜集各嗅辨员的评价结果并对结果进行汇总。负责人首先计算三个嗅辨员评价结果的极差（评级最高级别与最低级别之差），若极差 > 1.0，需要重新组织嗅辨，若极差 ≤ 1.0，计算三个评价结果的算数平均值作为车内气味等级。若算出的平均值出现小数位，按照该方法进行修约，[0,0.25)取 0，[0.25,0.75)取 0.5，[0.75,1.0]取 1.0。

车内气味评价过程中，若出现由于极差过大需要重新组织嗅辨的情况，其 VOC 采样结

果仍然有效，只是需要按照测试评价规程重新安排试验，进行第二次气味评价。

A. 2. 2. 4 车内高风险挥发性有机物

基于本研究通过苏玛罐-气相色谱质谱联用仪能够准确定量的 VOCs，对德国《室内/车内空气指南》、韩国《新规制造汽车的室内空气质量管理标准》、日本《室内空气质量指南》与 JAMA《乘用车厢内 VOC 测试方法与指南》、英国《室内空气质量指南》、法国《室内空气质量指南》、奥地利《室内空气风险评估指南》、比利时《佛兰德室内空气法令(2018)》、美国加州《空气有毒物质热点计划》、中国《乘用车内空气质量评价指南(GB/T 27630-2011)》、中国《室内空气质量标准(GB/T 18883-2022)》中规定的 VOCs 及其指南值进行梳理，整理出 30 种车内空气中需关注的有健康危害限值的 VOCs 清单，见表 A.3。常温工况的测试结果与清单中的指南值进行比较。

表 A.3 车内高风险挥发性有机物清单及其指南值

化合物名称	VOC 类型	指南值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	来源
异丙醇	OVOC	3200 (1 h) 7000 (C)	美国加州
乙酸乙烯酯	OVOC	200 (C)	美国加州
乙酸乙酯	OVOC	6000 或 600	德国
甲基丙烯酸甲酯	OVOC	2100 或 1100	德国
4-甲基-2-戊酮	OVOC	1000 或 100	德国
二甲苯	芳香烃	800 或 100 200 870	德国 日本 韩国
苯	芳香烃	2 30	法国 韩国
甲苯	芳香烃	3000 或 300 20000 260 14000 或 5000 1000	德国 法国 日本 比利时 韩国
乙苯	芳香烃	2000 或 200 1500 3800 1000	德国 法国 日本 韩国
苯乙烯	芳香烃	300 或 30 220 220	德国 日本 韩国
萘	芳香烃	30 或 10(v)	德国
氯乙烷	卤代烃	30000 (C)	美国加州
氯乙烯	卤代烃	180000 (1 h)	美国加州
溴甲烷	卤代烃	3900 (1 h) 5.0 (C)	美国加州
二氯甲烷	卤代烃	2000 或 200 600 14000 (1 h), 400 (C)	德国 加拿大 美国加州

三氯甲烷	卤代烃	300 150 (1 h), 300 (C)	加拿大 美国加州
1,2-二氯乙烷	卤代烃	400 (C)	美国加州
1,1,1-三氯乙烷	卤代烃	68000 (1 h), 1000 (C)	美国加州
四氯化碳	卤代烃	1.7 1900 (1 h), 40 (C)	加拿大 美国加州
三氯乙烯	卤代烃	2 或 20 2.5 2.3 6 600 (C)	法国 比利时 世卫组织 中国 美国加州
1,1-二氯乙烯	卤代烃	70 (C)	美国加州
1,2-二溴乙烷	卤代烃	0.8 (C)	美国加州
四氯乙烯	卤代烃	1000 或 100 250 38 或 4 120 20000 (1 h)	德国 法国 比利时 中国 美国加州
氯苯	卤代烃	1000 (C)	美国加州
氯代甲苯	卤代烃	240 (1 h)	美国加州
对二氯苯	卤代烃	60 240 800 (C)	加拿大 日本 美国加州
正己烷	烷烃	7000 (C)	美国加州
环己烷	烷烃	6000	加拿大
1,3-丁二烯	烯烃	1.7 660 (1 h) 9.0 (8 h) 2.0 (C)	加拿大 美国加州
二硫化碳	有机硫	6200 (1 h), 800 (C)	美国加州

A. 3 评价项目与权重

车内挥发性有机化合物及车内气味评价项目及权重见表 6。按试验阶段分，恒温恒湿阶段权重 50 分，阳光模拟阶段权重 30 分，怠速通风状态权重 20 分；按评价项目分，车内 TVOC 权重 5 分，车内高风险挥发性有机物权重 5 分，健康危害权重 30 分，综合污染权重 30 分，车内气味权重 30 分。

表 A.4 评价项目与权重表

实验阶段		评价项目		评价指标	
名称	权重	名称	权重	名称	权重
常温阶段	50	车内醛酮组分和挥发性有机	20	健康危害（甲醛）	5

				健康危害（苯）	5
				综合污染	10
		车内气味（VOI）	20	强度等级	20
		车内高风险挥发性有机物（High Risk VOCs）	5	高风险 VOCs	5
		车内总挥发性有机物（TVOC）	5	TVOC 浓度	5
光照阶段	30	车内醛酮组分和挥发性有机物（VOC）	20	健康危害（甲醛）	5
				健康危害（苯）	5
				综合污染	10
		车内气味（VOI）	10	强度等级	10
通风阶段	20	车内醛酮组分和挥发性有机物（VOC）	20	健康危害（甲醛）	5
				健康危害（苯）	5
				综合污染	10

A. 4 评分标准

A. 4. 1 健康危害

按照 US EPA 推荐的方法,通过健康危害值 H_{za} 判断车内空气中苯和甲醛对车内人员致癌风险的高低。当 $H_{za} < 1 \times 10^{-6}$ 时,认为不存在致癌风险;当 $1 \times 10^{-6} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-4}$ 时,认为致癌风险在可接受的范围内;当 $H_{za} \geq 1 \times 10^{-4}$ 时,认为致癌风险较高。

对于常温状态和通风状态,苯的健康危害指标评分标准见表 7。即 $H_{za} < 4 \times 10^{-6}$ 时,得权重的 100% 分数;当 $4 \times 10^{-6} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-5}$ 时,得权重的 90% 分数;当 $1 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 2 \times 10^{-5}$ 时,得权重的 80% 的分数;当 $2 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 4 \times 10^{-5}$ 时,得权重的 70% 的分数;当 $4 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 6 \times 10^{-5}$ 时,得权重的 60% 的分数;当 $6 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 8 \times 10^{-5}$ 时,得权重的 50% 的分数;当 $8 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-4}$ 时,得权重的 40% 的分数;当 $H_{za} \geq 1 \times 10^{-4}$ 时,不得分。

表 A.5 常温状态和通风状态下健康危害评分规则（苯）

健康危害	得分情况
$H_{za} < 4 \times 10^{-6}$	得权重 100% 分数
$4 \times 10^{-6} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-5}$	得权重 90% 分数

$1 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 2 \times 10^{-5}$	得权重 80% 分数
$2 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 4 \times 10^{-5}$	得权重 70% 分数
$4 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 6 \times 10^{-5}$	得权重 60% 分数
$6 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 8 \times 10^{-5}$	得权重 50% 分数
$8 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-4}$	得权重 40% 分数
$H_{za} \geq 1 \times 10^{-4}$	得零分

对于常温状态和通风状态，甲醛的健康危害评分标准见表 8。即 $H_{za} < 1 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 100% 分数；当 $1 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 2 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 90% 分数；当 $2 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 3 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 80% 的分数；当 $3 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 5 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 70% 的分数；当 $5 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 7 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 60% 的分数；当 $7 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 9 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 50% 的分数；当 $9 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 40% 的分数；当 $H_{za} \geq 1 \times 10^{-4}$ 时，不得分。

表 A.6 常温状态和通风状态下健康危害评分规则（甲醛）

健康危害	得分情况
$H_{za} < 1 \times 10^{-5}$	得权重 100% 分数
$1 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 2 \times 10^{-5}$	得权重 90% 分数
$2 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 3 \times 10^{-5}$	得权重 80% 分数
$3 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 5 \times 10^{-5}$	得权重 70% 分数
$5 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 7 \times 10^{-5}$	得权重 60% 分数
$7 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 9 \times 10^{-5}$	得权重 50% 分数
$9 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-4}$	得权重 40% 分数
$H_{za} \geq 1 \times 10^{-4}$	得零分

对于光照状态，苯的健康危害评分标准见表 9。即 $H_{za} < 2 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 100% 分

数；当 $2 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 6 \times 10^{-5}$ 时，得权重的 90% 分数；当 $6 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 80% 的分数；当 $1 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 2 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 60% 的分数；当 $2 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 3 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 40% 的分数；当 $3 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 4 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 20% 的分数；当 $H_{za} \geq 4 \times 10^{-4}$ 时，不得分。

表 A.7 光照状态下健康危害评分规则（苯）

健康危害	得分情况
$H_{za} < 2 \times 10^{-5}$	得权重 100% 分数
$2 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 6 \times 10^{-5}$	得权重 90% 分数
$6 \times 10^{-5} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-4}$	得权重 80% 分数
$1 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 2 \times 10^{-4}$	得权重 60% 分数
$2 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 3 \times 10^{-4}$	得权重 40% 分数
$3 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 4 \times 10^{-4}$	得权重 20% 分数
$H_{za} \geq 4 \times 10^{-4}$	得零分

对于光照状态，甲醛的健康危害评分标准见表 10。即 $H_{za} < 1 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 100% 分数；当 $1 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 3 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 90% 分数；当 $3 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 5 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 80% 的分数；当 $5 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 7 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 60% 的分数；当 $7 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 9 \times 10^{-4}$ 时，得权重的 40% 的分数；当 $9 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 1 \times 10^{-3}$ 时，得权重的 20% 的分数；当 $H_{za} \geq 1 \times 10^{-3}$ 时，不得分。

表 A.8 光照状态下健康危害评分规则（甲醛）

健康危害	得分情况
$H_{za} < 1 \times 10^{-4}$	得权重 100% 分数
$1 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 3 \times 10^{-4}$	得权重 90% 分数
$3 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 5 \times 10^{-4}$	得权重 80% 分数
$5 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 7 \times 10^{-4}$	得权重 60% 分数
$7 \times 10^{-4} \leq H_{za} < 9 \times 10^{-4}$	得权重 40% 分数

$9\times10^{-4}\leq H_{za}<1\times10^{-3}$	得权重 20%分数
$H_{za}\geq1\times10^{-3}$	得零分

A. 4. 2 综合污染

Si 值（评价标准）如下，见表 11。VOC 综合污染评价标准见表 A.9。
Si 值参考 GB 27630 《乘用车内空气质量评价指南》修订征求意见稿。

表 A.9 评价标准（Si 值）

	苯	甲苯	乙苯	二甲苯	苯乙烯	甲醛	乙醛	丙烯醛
常温状态	0.06	1.00	1.00	1.00	0.26	0.10	0.20	0.05
光照状态	0.12	2.00	2.00	2.00	0.52	0.80	0.40	0.10
通风状态	0.06	1.00	1.00	1.00	0.26	0.10	0.20	0.05

对于任何一种试验状态，VOC 综合污染指标评分标准如下：I 级，得权重的 100%分数；II 级，得权重的 90%分数；III 级，得权重的 80%的分数；IV 级，得权重的 70%的分数；V 级，得权重的 60%分数；VI 级，得权重的 40%的分数；VII 级，得权重的 20%的分数；VIII 级，不得分。

表 A.10 VOC 综合污染评价标准

VOC 综合污染等级	VOC 综合污染值范围	得分情况
I 级	$I \leq 0.20$	得权重 100%分数
II 级	$0.20 < I \leq 0.40$	得权重 90%分数
III 级	$0.40 < I \leq 0.60$	得权重 80%分数
IV 级	$0.60 < I \leq 0.80$	得权重 70%分数
V 级	$0.80 < I \leq 1.00$	得权重 60%分数
VI 级	$1.00 < I \leq 1.50$	得权重 40%分数
VII 级	$1.50 < I \leq 2.00$	得权重 20%分数
VIII 级	$I > 2.00$	得零分

A. 4. 3 车内 TVOC

常温状态下，车内 TVOC 的总分为 5 分，根据 TVOC 浓度在不同区间下进行分值分配。具体分值分配见表 A.11 和表 A.12。

表 A.11 常温状态下车内 TVOC 评分标准

TVOC 浓度（mg/m³）	得分情况
$C_{Tvoc}\leq1$	得权重 100%分数
$1<C_{Tvoc}\leq2$	（100%,90%]线性插值
$2<C_{Tvoc}\leq3$	（90%,80%]线性插值

$3 < C_{TVOC} \leq 4$	(80%,70%]线性插值
$4 < C_{TVOC} \leq 5$	(70%,60%]线性插值
$5 < C_{TVOC} \leq 6$	(60%,50%]线性插值
$C_{TVOC} > 6$	得权重 40%分数

表 A.12 常温状态下车内 TVOC 评分线性插值表

分值/分	TVOC 浓度区间 (mg/m^3)	TVOC 浓度	得分率
10	$1 < C_{TVOC} \leq 2$	1.1	99%
		1.2	98%
		1.3	97%
		...	...
	$2 < C_{TVOC} \leq 3$	2.1	89%
		2.2	88%
		2.3	87%
		...	...
	$3 < C_{TVOC} \leq 4$	3.1	79%
		3.2	78%
		3.3	77%
		...	...
	$4 < C_{TVOC} \leq 5$	4.1	69%
		4.2	68%
		4.3	67%
		...	...
	$5 < C_{TVOC} \leq 6$	5.1	59%
		5.2	58%
		5.3	57%
		...	...

A. 4. 4 车内气味

常温状态下，车内气味评分规则见表 15。气味强度不高于 1.5 级，得权重的 100%分数；2 级，得权重的 95%分数；2.5 级，得权重的 90%分数；3 级，得权重的 80%分数；3.5 级，得权重的 70%分数；4 级，得权重的 60%分数；4.5 级，得权重的 40%分数；5 级，得权重的 20%分数；大于等于 5.5 级，不得分。

表 A.13 常温状态下车内气味评分标准

车内气味	得分情况
≤ 1.5 级	得权重 100%分数
2 级	得权重 95%分数
2.5 级	得权重 90%分数
3 级	得权重 80%分数

3.5 级	得权重 70%分数
4 级	得权重 60%分数
4.5 级	得权重 40%分数
5 级	得权重 20%分数
≥5.5 级	不得分

高温状态下，车内气味评分规则见表 16。车内气味强度不高于 1.5 级，得权重的 100% 分数；2 级或 2.5 级，得权重的 95% 分数；3 级，得权重的 90% 分数；3.5 级，得权重的 80% 分数；4 级，得权重的 70% 分数；4.5 级，得权重的 60% 分数；5 级，得权重的 40% 分数；5.5 级，得权重的 20% 分数；6 级，不得分。

表 A.14 高温状态下车内气味评分标准

车内气味	得分情况
≤1.5 级	得权重 100%分数
2 级或 2.5 级	得权重 95%分数
3 级	得权重 90%分数
3.5 级	得权重 80%分数
4 级	得权重 70%分数
4.5 级	得权重 60%分数
5 级	得权重 40%分数
5.5 级	得权重 20%分数
6 级	得零分

A.4.5 车内高风险挥发性有机物

常温工况的高风险挥发性有机物测试结果与表 5 中最严格的指南值进行比较，若 30 种高风险挥发性有机物的测试结果均低于指南值，则该项目得满分 5 分，若其中有 1 种物质超过指南值，则扣 1 分，以此类推，扣完为止。

A.5 结果评价与发布

“中国汽车健康指数—车内空气质量”总分由健康危害、综合污染、车内气味、车内 TVOC、车内高风险挥发性有机物得分之和计算得出，如式 A.4 所示。

$$V=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5 \quad (\text{式 A.4})$$

其中， V ——中国汽车健康指数（车内空气质量）总分；

V_1 ——健康危害得分；

V_2 ——综合污染得分；

V_3 ——车内气味得分；

V_4 ——车内 TVOC 得分；

V_5 ——车内高风险挥发性有机物得分

附录 A.1 嗅辨员的筛选

为减少评价人员的主观性及环境因素随机性对评价结果的影响,气味评价人员必须经过严格筛选,以确保其嗅觉的灵敏性。嗅辨员筛选的方法是利用标准嗅液和正丁醇对气味评价人员进行筛选,要求气味嗅辨员能够准确无误地区分出不同浓度、不同性质的标准气味,方可从事气味评价工作。

嗅辨员需满足以下基本要求:a) 不能有嗅觉方面的识别障碍;b) 个人卫生状况良好,无明显个人气味,无吸烟习惯;c) 对气味感官评价有兴趣;d) 各气味嗅辨员之间及嗅辨员本人要对特定气味强度有较高的敏感性和一致性判定;e) 对于所嗅辨的产品无偏见,且具有化学,环境科学或材料学等相关专业背景;f) 年龄在 45 岁以下。

筛选的第一轮在一个通风良好的房间里进行。考官给出 5 张白色纸条。考官事先将其中 3 条浸入无臭液中 1cm,另两条浸入标准臭液中 1cm,然后将 5 条臭液纸条间隔一定距离平行放置,令考生嗅辨。如第一次嗅辨无误,则进行下一种气味的嗅辨。一般来说,要保证能分辨出花香、汗臭、甜锅巴气味、成熟水果香和粪臭这 5 种单一气味。如嗅辨时有一张纸条嗅辨有误,将不能通过考核。表 A.15 为标准嗅液的组成及气味性质。

表 A.15 标准嗅液的组成及气味性质

序号	标准嗅液	浓度 (w/w)	气味性质
A	β -苯乙醇	$10^{-4.0}$	花香
B	异戊酸	$10^{-5.0}$	汗臭气味
C	甲基环戊酮	$10^{-4.5}$	甜锅巴气味
D	γ -十一碳(烷)酸内酯	$10^{-4.5}$	成熟水果香
E	β -甲基吲哚	$10^{-5.0}$	粪臭气味

通过第一轮筛选的受试者,进入第二轮筛选,第二轮主要是对不同浓度的正丁醇进行嗅辨,并对浓度进行从低到高排序。在 6 个 500mL 的气味瓶中加入 150mL 溶液,其组成、浓度等级及气味描述见表 A.16。气味瓶盖瓶盖,于室温下静置 2h 后开始嗅闻。受试人员对 6 个气味瓶进行嗅辨后,对浓度进行由低到高的排序,回答正确即可成为嗅辨员,承担气味评价工作。

表 A.16 不同浓度正丁醇溶液及气味描述

强度等级	气味描述	浓度
1 级	无气味,不易感觉到	去离子水
2 级	有气味,可以感觉到,但不刺鼻,轻微强度	2 ml/L
3 级	有明显气味,可以明显感觉到,但不刺鼻,中等强度	8 ml/L
4 级	刺鼻的气味,强度较大	18 ml/L
5 级	强烈的刺鼻的气味,强度很大	30 ml/L
6 级	不可忍受的气味	纯正丁醇

附录 A.2 嗅辨员的持续能力评价

为了维持嗅辨员评价结果长时间的置信度，需要定期对嗅辨员进行持续能力评价，通过持续能力评价，可以对嗅辨员的评价结果更有信心。

A.2.1 持续能力评价方法——单人

判定师按照表 A.2 配制 2 级~6 级的标准正丁醇嗅液，随机取一瓶给嗅辨员，嗅辨员需首先判断该气味是否刺鼻（即气味强度等级是否大于等于 4 级），并将结果提交至判定师处。

判定师随机发放两瓶标准正丁醇嗅液给嗅辨员，嗅辨员需判断两瓶嗅液气味强度等级的高低，并将气味强度更高的嗅液的编号提交给判定师。

两次评价均正确的嗅辨员即通过持续能力评价，若两次作答中出现错误答案，嗅辨员需再次熟悉不同等级正丁醇溶液的气味强度后，择日重新进行气味评价。

嗅辨员每个季度需参加一次该持续能力评价。

A.2.2 持续能力评价方法——小组

判定师按照表 A.2 配制 2 级~6 级的标准正丁醇嗅液，随机取一瓶给嗅辨小组的 3 名嗅辨员依次嗅辨，3 名嗅辨员独立给出自己的嗅辨评价结果。判定师搜集 3 名嗅辨员的评价结果后，首先计算极差，若极差小于等于 1，且 3 个评价结果的均值与理论气味强度值之差的绝对值小于等于 1，即认为该嗅辨小组通过持续能力评价测试。

嗅辨小组每个季度需参加一次该持续能力评价，每次持续能力评价，每个小组有两次机会。

附 录 B
(规范性)
车内颗粒物 (PM) 测试评价规程

B. 1 试验技术要求

B. 1. 1 整车 PM 试验舱

用于测试整车对外界颗粒物防护及对车内空气中颗粒物过滤性能的限定空间装置，规定了气密性、PM 混合度等要求，其内部空间应能停放一辆乘用车，且车辆所有车门应能充分打开。

表 B.1 整车 PM 试验舱要求

项目	结构参数
温湿度要求	温度：25℃±5℃；相对湿度：50%，控制精度：10%
搅拌风扇	直径约 1.5 m，三叶，仓顶中线位置相隔 2.5 m
循环风扇	500 m³/h~700 m³/h，直径 15 cm，安装位置：离地 1.2 m~1.5 m，环境仓内壁对角位置
气密性	换气次数不大于 0.05 h ⁻¹
混合度	大于 80%

B. 1. 2 光散射粉尘仪

PM 检测仪包括样品采集单元、样品测量单元、数据采集单元、数据传输单元以及其他辅助设备。

光学装置：光散射光度计。

测量范围：0 μg/m³~20000 μg/m³。

测量灵敏度：不低于 1 μg/m³。

测试 PM 粒径：0.1 μm~10 μm。

仪器应内设出厂前已标定的具有光学稳定性的自校装置。

B. 1. 3 标准污染物

颗粒物：采用 GB/T18801《空气净化器》规定的标准香烟。

B. 2 试验方法

B. 2. 1 试验流程

试验过程分为四个阶段，进行本试验操作的人员应当正确佩戴防霾护具,且试验过程中不可任意卸除。测试流程如下图所示：



图 B.1 试验流程示意图

B. 2. 2 试验方法

试验过程按 T/CAAMTB 54-2021《车内颗粒物（PM）过滤测试方法》规定的方法测试。车内颗粒物过滤能力（E）测试时，车辆空调循环模式默认为内循环，如车企有特殊要求时，可设置为外循环。

B. 3 评价规程

B. 3. 1 评价指标

B.3.1.1 整车颗粒物阻隔（Z）：考察车辆在静止状态下对外界颗粒物防护能力，用车内颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 增量 Z （单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）表示。

B.3.1.2 车内颗粒物过滤能力（E）：考察车内 PM 污染的情况下，空调系统及相关净化装置对车内颗粒物的净化效果，用净化时间 t （单位： min ）和对应的 $\text{PM}_{2.5}$ 净化终止浓度 C_{t1} （单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）表征。

B. 3. 2 评分规则

整车颗粒物阻隔（Z）指标总分 20 分，根据试验测得的 Z 值，在不同区间下进行分值分配。车内颗粒物过滤能力（E）指标总分 80 分，根据试验测得的净化时间 t 及净化终止浓度 C_{t1} ，在不同区间下进行分值分配，总分按 100 分计。具体分值分配见表 B.2。

表 B.2 各指标评分规则

项目	分值	指标区间	得分区间
整车颗粒物阻隔 (Z)	20	$Z \leq 3$	100%
		$3 < Z \leq 5$	(100%,90%]线性插值
		$5 < Z \leq 10$	(90%,80%]线性插值
		$10 < Z \leq 15$	(80%,70%]线性插值
		$15 < Z \leq 20$	(70%,60%]线性插值
		$20 < Z$	50%
车内颗粒物过滤能力 (E)	80	$C_{ti} \leq 35 \wedge t \leq 2.5$	100%
		$C_{ti} \leq 35 \wedge 2.5 < t \leq 4$	90% t[4,2.5) 线性插值
		$C_{ti} \leq 35 \wedge 4 < t \leq 10$	80% t[10,5) 线性插值
		$C_{ti} \leq 35 \wedge 10 < t \leq 15$	70% t[15,10) 线性插值
		$35 < C_{ti} \leq 75 \wedge t = 15$	60%
		$75 < C_{ti} \wedge t = 15$	50%

B.3.2.1 整车颗粒物阻隔 (Z) 得分线性插值得分规则如表 B.3 所示。

表 B.3 整车颗粒物阻隔指标评分线性插值表

项目	分值	指标区间	指标值	得分率	得分
整车颗粒物阻隔 (Z)	20	$3 < Z \leq 5$	5	90%	18.0
			4	95%	19.0
		$5 < Z \leq 10$	10	80%	16.0
			9	82%	16.4
					
			6	88%	17.6
		$10 < Z \leq 15$	15	70%	14.0
			14	72%	14.4
					
			11	78%	15.6
		$15 < Z \leq 20$	20	60%	12.0
			19	62%	12.4
					
			16	68%	13.6

B.3.2.2 车内颗粒物过滤能力（E）得分线性插值得分规则如表 B.4 所示。

表 B.4 车内颗粒物过滤能力（E）指标评分线性插值表

项目	分值	指标区间	净化时间 t(min)	得分率	得分
车内颗粒物过滤能力（E）	80	$Ct1 \leq 35 \wedge 2.5 < t \leq 4$	$3 < t \leq 4$	90%	72.0
			$2.5 < t \leq 3$	95%	76.0
		$Ct1 \leq 35 \wedge 4 < t \leq 10$	$9 < t \leq 10$	80%	64.0
			$8 < t \leq 9$	82%	65.6
			$7 < t \leq 8$	84%	67.2
			$6 < t \leq 7$	85%	68.0
			$5 < t \leq 6$	86%	68.8
			$4 < t \leq 5$	88%	70.4
		$Ct1 \leq 35 \wedge 10 < t \leq 15$	$14 < t \leq 15$	70%	56.0
			$13 < t \leq 14$	72%	57.6
					
			$10 < t \leq 11$	78%	62.4

B. 3. 3 最终得分

测评样车最终得分为整车颗粒物阻隔（Z）得分与车内颗粒物过滤能力（E）得分之和。

附 录 B.1

(资料性附录)

样车基本信息及关键零部件清单

项目		样品情况	
产品名称			
车辆型号			
生产企业			
销售型号			
VIN			
设计乘员数 (人)			
是否配置天窗			
是否带空气净化装置			
是否有颗粒物监测装置			
车辆停车时空调系统为内/外循环			
有无内外循环自动切换功能			
颗粒物监测装置 (如搭载)			
规格型号		技术类型	生产厂
空调滤芯			
型号		外形尺寸	
展开过滤面积		材质及结构	
积			
生产企业			
是否带活性炭或静电驻极			
空气净化装置 (如搭载)			
名称		型号	
额定功率或范围		外形尺寸	
净化型式	过滤式[] 吸附式[] 络合式[] 化学催化式[] 光催化式[] 静电式[] 负离子式[] 等离子式[] 复合式[] 其他[]		

附 录 C

（规范性）

空调滤清器测试评价规程

C.1 技术要求

C.1.1 标准污染物

A2 灰（细灰）：满足 ISO 12103-1 中定义。在试验前应对试验粉尘在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的条件下烘干至少 4h。

NaCl 气溶胶：2% 的 NaCl 水溶液，发生后需经过干燥后进入测试台。

C.1.2 测试环境

环境条件	空调滤清器实验室
温度 ($^\circ\text{C}$)	23 ± 3
相对湿度 (%RH)	50 ± 2
空气洁净条件	吸入装置内的空气应经 EN1822-1 定义的至少 H13 级别的高效过滤器的过滤或带气体过滤的高效过滤器

C.2 试验方法

本规程的测试方法主要依据和 GB/T 32085.1-2015 第 8 条和 GB/T 32085.2-2015 第 10 条的规定。

C.2.1 测试污染物

C.2.1.1 测试气溶胶：采用满足 ISO 12103-1 中定义的 A2 细灰、经干燥的氯化钠 (NaCl) 气溶胶。

C.2.1.2 测试气体：正丁烷、甲苯、SO₂。

C.2.2 测试设备

C.2.2.1 光散射法粒径谱仪：或等效的颗粒物浓度检测仪器，具备上游、下游测量，要求准确测量几何直径为 $0.3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 或空气动力学直径为 $0.5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 的粒子，并将之划分为至少六个等级。

C.2.2.2 微分电迁移率粒径谱仪 (DMA)、凝结核粒子计数器 (CPC)：满足测量 50nm 粒径测量。

C.2.2.3 气体分析仪：气体分析仪的量程应覆盖各种特定试验气体的浓度范围。应保证对样件上游浓度 5% 以内的试验气体的监测精度，精度达到测试值的 3%。

C.2.3 测试条件

C.2.3.1 气流：在气流吸入装置后端的管道中要求安装流量调节装置，调节范围为 $150\text{m}^3/\text{h} \sim 680\text{m}^3/\text{h}$ 。流量调节并要求精确到 $\pm 2\%$ 。

C.2.3.2 颗粒物浓度：浓度稳定性应在 $\pm 10\%$ 以内。

C.2.3.3 环境条件：

(1) 温度： $23 \pm 3^\circ\text{C}$ ；

(2) 相对湿度： $50 \pm 2\% \text{ RH}$

(3) 气流供给：吸入试验台的空气应经 EN1822-1 定义的至少 H13 级别的高效过滤器的过滤，而且在高效过滤器的前级应配置根据 EN779 定义的 F7 或 F8 级别的中效过滤器（保证试验气流不对试验过程影响）。

滤清器状态：使用全新、干燥的滤清器进行测试。（试验前滤清器预处理，质量变化应小于 1g）滤清器应安装在合适的测试工装中。

C.2.4 颗粒物过滤测试程序

实验准备及预处理：在实验开始前需确认测试条件满足实验要求

C.2.4.1 压力降测试：初始压降曲线通常针对特定流量进行检测，建议在额定流量的 25%、50%、75% 和 100% 处测量，一般测量流量为 150m³/h、300m³/h、450m³/h、600m³/h 点位的压力降，其中 300m³/h 的压力降参与评价。总的压力降扣除中空面板的压差即可得到测试样件两端的压力降。

$$\Delta P = P_1 - P_0$$

P_1 --试验台负载状态下某一流量下气流通过滤清器时的压力差；

P_0 --试验台空载状态下某一流量通过时的压力差

C.2.4.2 分级滤清效率：将待测滤清器正确安装于测试风道中。启动风机，调节至设定风量 300m³/h，并稳定气流。

启动气溶胶发生器，调节至目标上游浓度并稳定。

分别在测试样件的上游和下游进行，各采样三次并取平均值作为检测结果。采样的间隙时间应长到足够清洗采样系统和测试设备至少两次。调节测试粉尘的浓度使得在每一次测试周期中，样件两端的压力降增加不超过 5%。

在试验记录中，记录分级过滤效率测试前后的压力降数值。

同时记录上游和下游的颗粒物数量浓度（0.3μm、50nm 颗粒物吸附效率参与评分）。设备满足采样时间应足够长，以获得稳定的平均浓度值。建议每分钟记录一组数据。

$$\eta = \frac{C_1(x) - C_2(x)}{C_1(x)}$$

$C_1(x)$ --位于测试样件上游的对应于某个尺寸范围的粒子个数；

$C_2(x)$ --位于测试样件下游的对应于某个尺寸范围的粒子个数。

C.2.4.3 储灰量：在 300m³/h 流量，一定量的测试粉尘被引入测试通道。粉尘浓度应保持在 (75 ± 3.75)mg/m³ 测试粉尘的称量应精确到 0.1g。测试样件在加灰前称量一次，加灰到终止条件后再称量一次；两者的差额即为测试样件的储灰量。可以用加灰到压力降增加 200pa 作为终止条件。然后确定该阻力增量下的储灰量。

$$T = m_1 - m_0$$

m_1 --某终止条件下滤清器的质量

m_0 --初始条件下滤清器的质量

记录测试风量、压差、温湿度等参数。

C.2.5 气体过滤测试程序

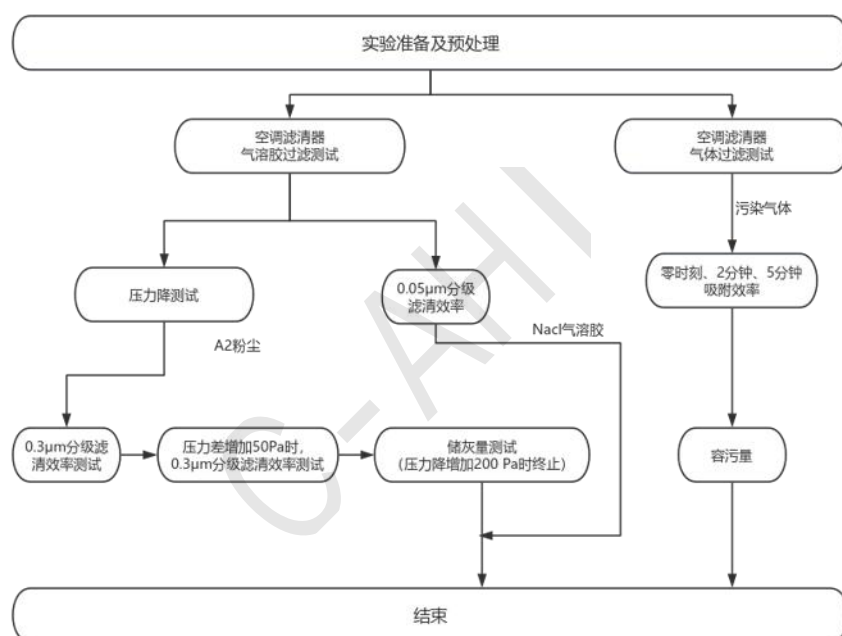
通过将致污气体导入洁净空气流并通过监测和控制，确保测试气体的浓度和流量符合试验所需的浓度、纯度和样件的额定流量。气体浓度：甲苯、正丁烷浓度 $80 \pm 8 \text{ ppm}$ ，二氧化硫浓度 $30 \pm 3 \text{ ppm}$ ；风量： $150 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

确定吸附效率：用试验浓度的测试污染物在规定流量、温度和湿度条件下去测试样件。测试应进行到样件下游的气体浓度达到上游的气体浓度的 95% 或达到预先规定的时间为止。

C.2.5.1 吸附效率的确定：从浓度数据中确定零时刻，基于零时刻计算不同时间的吸附效率/穿透率，计算方法见 GB/T 32085.2-2015 附录 C。

C.2.5.2 容污量：滤清器的容污量通过吸附效率曲线的积分得到，计算方法见 GB/T 32085.2-2015 附录 E。

C.2.6 测试流程图



C.3 评价指标

C.3.1 颗粒物

C.3.1.1 压力降 ΔP ：考察新的滤清器的流通性能，用 ΔP （单位：Pa）表示。

C.3.1.2 分级滤清效率 η ：考察空调滤清器对特定粒径的过滤性能，用 η （单位：%）表示； $\eta_{0.3,0}$ 表示初始状态下，使用 A2 粉尘发生时，空调滤清器对 $0.3 \mu\text{m}$ 粒径的颗粒物的过滤效率； $\eta_{0.3,50}$ 表示使用 A2 粉尘发生，滤清器压力差增加 50Pa 时，空调滤清器对 $0.3 \mu\text{m}$ 粒径的颗粒物的过滤效率； $\eta_{0.05,0}$ 表示初始状态下，使用 NaCl 气溶胶发生时，空调滤清器对 50 nm 粒径的颗粒物的过滤效率。

C.3.1.2 储灰量 T：考察空调滤清器的容尘（污）性能，终止条件下滤清器对 A2 粉尘的容灰量用（单位：g）表示。

C.3.2 气体

C.3.2.1 吸附效率 η : 滤清器去除或减少的污染物的量除以直接作用于滤清器上的污染物总量即为该滤清器的吸附效率。一般用有零时效率、1 分钟效率、2 分钟效率、5 分钟效率等表示 (单位: %)。

注: 根据气体穿透和时间之间关系的上扬曲线计算出来的零时。

C.3.2.2 容污量 m : 在整个测试时间内, 滤清器从测试气流中吸附的污染物的质量, 一般用 (单位: mg) 表示。

C.4 评分规则

C.4.1 颗粒物过滤性能评价指标

压力降总分 10 分, 分级滤清效率总分 60 分, 储灰量 30 分, 具体分配指标评分如下表:

项目	分值	指标	得分区间
压力降 ΔP_{300}	10	$\Delta P_{300} \leq 40$	100%
		$40 < \Delta P_{300} \leq 70$	[80%,100%)
		$70 < \Delta P_{300} \leq 110$	[60%,80%)
		$110 < \Delta P_{300}$	60%
分级滤清效率 $\eta_{0.3,0}$	25	$95 \leq \eta_{0.3,0} < 99$	[90%,100%]
		$90 \leq \eta_{0.3,0} < 95$	[80%,90%)
		$\leq \eta_{0.3,0} < 80$	[60%,80%)
		$\eta_{0.3,0} < 65$	50%
分级滤清效率 $\eta_{0.3,50}$	20	$90 \leq \eta_{0.3,50} < 99$	[90%,100%]
		$70 \leq \eta_{0.3,50} < 90$	[80%,90%)
		$40 \leq \eta_{0.3,50} < 70$	[60%,80%)
		$\eta_{0.3,50} < 40$	50%
分级滤清效率 $\eta_{0.05,0}$	15	$85 \leq \eta_{0.05,0}$	100%
		$70 \leq \eta_{0.05,0} < 85$	[90, 100%)
		$60 \leq \eta_{0.05,0} < 70$	[80%, 90%)
		$40 \leq \eta_{0.05,0} < 60$	[60%,80%)
		$\eta_{0.05,0} < 40$	50%
储灰量 T	30	$12 \leq T < 20$	[90%, 100%]
		$10 \leq T < 12$	[80%, 90%)
		$8 \leq T < 10$	[60%,80%)
		$T < 8g$	60%

C.4.2 气体过滤性能评价指标

甲苯的 2 分钟吸附效率及容污量总分 50 分，二氧化硫 5 分钟吸附效率总分 30 分，正丁烷 0 时刻吸附效率 20 分：

项目		分值	指标	得分区间
甲苯 (VOC 代表)	吸附效率 $\eta_{C_7H_8,2min}$	30	$75 \leq \eta_{C_7H_8,2min}$	100%
			$60 \leq \eta_{C_7H_8,2min} < 75$	90%
			$50 \leq \eta_{C_7H_8,2min} < 60$	80%
			$40 \leq \eta_{C_7H_8,2min} < 50$	60%
			$\eta_{C_7H_8,2min} < 40$	0%
	容污量 $m_{C_7H_8}$ (g)	20	$20 \leq \eta_{C_7H_8,2min}$	100%
			$15 \leq \eta_{C_7H_8,2min} < 20$	90%
			$11 \leq \eta_{C_7H_8,2min} < 15$	80%
			$8 \leq \eta_{C_7H_8,2min} < 11$	60%
			$\eta_{C_7H_8,2min} < 8$	0%
正丁烷(异 味代表)	吸附效率 $\eta_{C_4H_{10},0min}$	20	$80 \leq \eta_{C_4H_{10},0min}$	100%
			$70 \leq \eta_{C_4H_{10},0min} < 80$	90%
			$50 \leq \eta_{C_4H_{10},0min} < 70$	80%
			$20 \leq \eta_{C_4H_{10},0min} < 50$	60%
			$\eta_{C_4H_{10},0min} < 20$	0%
二氧化硫 (酸性气体 污染物)	吸附效率 $\eta_{SO_2,5min}$	30	$46 \leq \eta_{SO_2,1min}$	100%
			$35 \leq \eta_{SO_2,1min} < 46$	90%
			$25 \leq \eta_{SO_2,1min} < 35$	80%
			$20 \leq \eta_{SO_2,1min} < 25$	60%

			$\eta_{\text{so2},1\text{min}} < 20$	0%
--	--	--	--------------------------------------	----

C.5 评分体系

C.5.1 单效空调滤清器

分值仅按照颗粒物过滤性能评价指标计算。

C.5.2 双效及多效空调滤清器

颗粒物过滤性能评价指标占 60%、气体过滤性能评价指标占 40%，分值按照占比折算。

附 录 D
(规范性)
车内空气新鲜度测评规程

D.1 实验技术要求

D.1.1 环境条件设置

试验测试过程中车辆处于整车环境仓中，温湿度设置如下：

项目	温度 (°C)	湿度 (%RH)
CO ₂ 动态平衡浓度测试	28±2	50±10
车内气味强度 (VOI)	按照 CAHI-SM-CAI-A0-2026 车内空气质量测试评价规程进行设置	
车内 TVOC	按照 CAHI-SM-CAI-A0-2026 车内空气质量测试评价规程进行设置	

D.1.2 CO₂ 气体浓度检测仪

- a) 量程范围：0 ~ 20%Vol (200000ppm)
- b) 精度：±3%
- c) 分辨率：0.01%Vol

D.2 测试方法

D.2.1 CO₂ 动态平衡浓度测试

D.2.1.1 车辆准备阶段

对车辆外观和车辆性能进行确认，无干扰试验项性能的杂物等存在。样车基本信息确认表和关键零部件清单见表 D.1。

表 D.1 样车基本信息确认表

项目	样品情况
产品名称	
车辆型号	
生产企业	
销售型号	
车辆颜色	
VIN	
设计乘员数 (人)	

D.2.1.2 测点布置

参考 GB/T 12782-2022 汽车采暖性能要求和试验法和 HJ/T 400-2007 车内挥发性有机物和醛酮类物质采样测定方法的测点布置，布置 CO₂ 气体浓度测量点和 CO₂ 气体充入点。选择前排座椅头枕连线的中点（可滑动的前排座椅应滑到滑轨的最后位置点）为 CO₂ 气体充入点，选择选择主驾座椅头枕的中点为 CO₂ 浓度采样点；CO₂ 气体浓度测量点和 CO₂ 气体气体冲入点的高度与驾乘人员呼吸带高度相一致。对于高度可以单独调节的座椅，应调整至汽车生产企业设计位置或最低位置。座椅靠背应调整至 90°角度

垂直地面的位置。

如图 D.1 和图 D.2 所示：

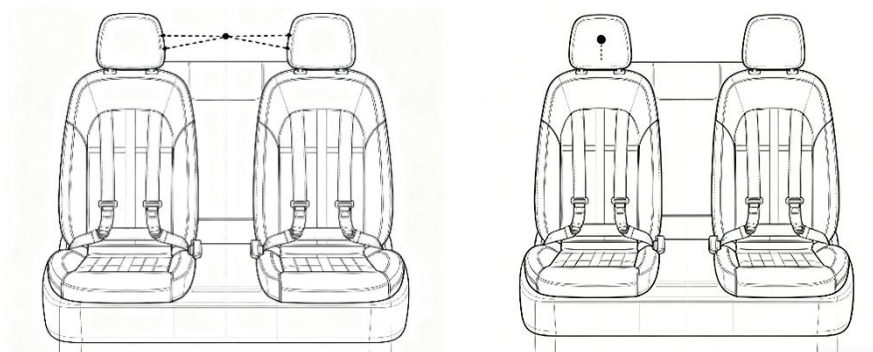


图 1 图 2 车内 CO₂ 气体充入点和浓度测试点示意图

D. 2. 1. 3 开始阶段

- 将整车放置在整车舱内，布置车内外传感器；
- 待传感器数值稳定值稳定后（3 min 内波动公差范围以内），开启下一阶段。

D. 2. 1. 4 测试和记录

- 开启车辆空调，并按照规定数值设置参数，关闭车辆门窗，保持空调开启。
（空调参数：温度 25℃，风量 Max，外循环，吹面模式）
- 投放按照车辆乘员数量满载状态进行投放 CO₂ 气体，同时开始 CO₂ 气体浓度监控，持续 0.5h，记录 0.5h 的平均浓度 C₁。
（CO₂ 气体投放量原则：按照驾驶员 0.56L/min，乘客 0.30L/min 的 CO₂ 纯气体进行投放。）

D. 2. 2 车内气味强度（V01）测试

按照本规程 CAHI-SM-CAI-A0-2026 附录 A 车内空气质量测试评价进行试验和结果计算。

D. 2. 3 车内 TVOC 测试

按照本规程 CAHI-SM-CAI-A0-2026 附录 A 车内空气质量测试评价进行试验和结果计算。

D. 3 结果评价

D. 3. 1 CO₂ 动态平衡浓度 C₁ 测试结果与对应得分

CO ₂ 浓度 ppm	得分（分）
<500	100
500~700	95

700~1000	90
1000~1500	80
1500~2500	70
2500~3000	60

D.3.2 车内气味强度（V01）测试结果与对应得分

D.3.2.1 车内气味强度（常温） O_1

气味等级（常温）	得分（分）
1.5 级	100
2.0 级	95
2.5 级	90
3.0 级	80
3.5 级	70
4 级	60

D.3.2.2 车内气味强度（光照） O_2

气味等级（高温）	得分（分）
1.5 级	100
2.0/2.5 级	95
3.0 级	90
3.5 级	80
4.0 级	70
4.5 级	60

D.3.3 车内 TVOC 测试结果 C_2 和对应得分

TVOC (mg/m^3)	得分（分）
---------------------------------	-------

$C_{TVOC} \leq 1$	100
$1 < C_{TVOC} \leq 2$	90
$2 < C_{TVOC} \leq 3$	80
$3 < C_{TVOC} \leq 4$	70
$4 < C_{TVOC} \leq 5$	60
$5 < C_{TVOC} \leq 6$	50

D. 3. 4 车内空气新鲜度评价结果计算

$$F = 70\% \cdot C_1 + 10\% \cdot O_1 + 10\% \cdot O_2 + 10\% \cdot C_2$$

其中：

F ——车内空气新鲜度测试得分

C_1 ——车内 CO_2 动态平衡浓度测试得分

C_2 ——车内 TVOC 测试得分

O_1 ——车内气味强度（常温）测试得分

O_2 ——车内气味强度（光照）测试得分