

团 体 标 准

T/CSAEXX — 2020

汽车空调系统最大降温性能试验规范

**Air conditioning system maximum cooling performance test procedure for
passenger vehicle**

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言	II
汽车空调系统最大降温性能试验规范	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验设备和条件	1
5 试验方法	2
6 试验报告和结果	5
附录 A	7
参考文献	13

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国汽车工程学会汽车空气动力学分会提出。

本标准起草单位：吉利汽车研究院，安徽江淮汽车集团股份有限公司，一汽大众汽车有限公司，一汽集团，中国汽车工程研究院股份有限公司，同济大学。

本标准主要起草人：段传学，朱习加，胡昊，孙少云，王毅刚，陈博，高达义，譙鑫。

本标准于20XX年XX月首次发布

汽车空调系统最大降温性能试验规范

1 范围

本标准规定了汽车空调系统的最大降温性能试验方法。

本标准适用于具有汽车空调的最大设计总质量不超过 3500 kg 的燃油发动机驱动的乘用车。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T 12534-1990 汽车道路试验方法通则

GB/T 15089—2001 机动车辆及挂车分类

GB/T 18352.6-2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法

QC/T 720—2004 汽车空调术语

T/CSAE 114—2019 汽车动力总成冷却能力环境风洞试验方法

3 术语和定义

QC/T 720—2004界定的术语和定义适用于本标准。

3.1

汽车空调系统 Vehicle air conditioning system

由暖风装置、制冷装置、通风装置、空气净化装置和加湿装置中的一个或多个部件以及必要的控制部件等构成，用于调节乘员舱内空气的温度、湿度、洁净度，并使其以一定速度在乘员舱内定向流动和分配，从而给驾驶员和乘客提供舒适的环境及新鲜空气的系统。

4 试验设备和条件

4.1 试验环境

试验环境风洞要求按照 T/CSAE 114—2019 汽车动力总成冷却能力环境风洞试验方法中第四章的环境风洞要求。风速范围满足 0 km/h 至 160 km/h，风速在 40-160km/h 范围内变化控制在±1 km/h 以内。

4.2 试验样车

4.2.1 确认整车气密性、制冷剂加注量、泄漏量及蒸发器抗结霜等应满足整车技术要求，并记录车辆基本信息，包括整车、发动机、变速箱、冷却系统等相关信息。

4.2.2 车辆若为新下线状态，车辆应按照 GB/T 12534 进行磨合，磨合里程至少为 3000 km。特殊

情况下，可以选择里程数超过 1000 km 的车辆。车辆若非新下线状态，需要检查车辆保养记录，最后一次保养后的行驶里程如超过 5000 km 需要更换冷却液、发动机机油，其它零部件和油液更换应按照车辆使用说明书规定进行。

4.2.3 车辆应安装前牌照或安装一个与前牌照尺寸相等的盖板。试验车辆安装按照 T/CSAE 114—2019 汽车动力总成冷却能力环境风洞试验方法中 5.4 节进行。

4.2.4 车辆轮胎冷充气压力应符合车辆使用说明书的规定，误差不超过 10 KPa。

4.2.5 若测试车辆需要伪装，应不影响流入冷却系统、发动机舱内、车身下方的空气流动。

4.2.6 试验车辆应按车辆总质量（GVM）进行加载，加载后需要测量前后轮轮眉离地高度并记录。

4.2.7 试验期间应按车辆使用说明书要求对车辆进行技术检查和保养，确定冷却系统的控制标定程序为最新状态。

4.2.8 所有电气系统由车辆内部电源提供。试验时，开启车辆所有用电系统，包括全部车灯（大灯开启远光模式）、多媒体、座椅通风等。

4.2.9 试验车辆应配备能够正常工作的灭火器。

4.2.10 车辆空调控制设定

试验前空调性能应满足整车冷媒的泄漏量、加注量试验和蒸发器抗结霜试验的要求，试验中的空调设置如下：

——温度设定：温度调节置于全冷位置

——鼓风机设定：风量调节置于最高档位置

——出风方向设定：出风置于吹面模式位置

——进气模式设定：进气置于外循环位置。但若试验过程中自动空调自动转换成内循环则采用内循环。

——压缩机：开

4.3 试验仪器

试验用仪器设备及传感器应在鉴定周期内且满足表1要求。

表1 试验设备

设备	基本要求
数据采集系统	±1% FS （Full Scale 满量程）
热电偶传感器	±1% FS
压力传感器(空调高压)	(0~3) MPa (1.5% FS, 最小能读取到0.02MPa)
压力传感器(空调低压)	(-0.1~1.5)MPa (1.5% FS, 最小能读取到0.01MPa)
直流电压表	(0~24) V (±0.2V FS)

根据车辆结构、原理，按照表A.1的规定选择测量点并安装传感器。

5 试验方法

试验测量参数及传感器布置按附录A执行。

确保所有温度参数的采集通道可以使用。

将底盘测功机设置为道路模拟模式，选用与试验车辆GVMR状态对应的阻力，加载方式见GB/T 18352.6-2016。

5.1 预热阶段

预热阶段按表2执行。

表2 预热升温阶段（43℃）

阶段名称	气候条件	车辆状态	持续时间
预热阶段 1（升温）	风速：30km/h（可选） 环境温度：（43±1）℃ （环境相对湿度：40±3）% 辐射强度：无	车门状态：全开 车窗状态：全开 发动机：关 空调状态：AC关，全冷、外循环、（鼓风机关），吹面模式 车速：0km/h（车辆静置、熄火） 档位：P档（自动变速箱）/N档（手动变速箱） 车内人员：无	乘员舱内（座椅导轨）的平均温度达到环境温度（偏差10℃以内）
预热阶段 2（预浸车）	风速：50km/h 环境温度：（43±1）℃ 环境相对湿度：（40±3）% 辐射强度：0	车门状态：全关 车窗状态：全开 发动机：开 空调状态：AC关，全冷、外循环、鼓风机风量最大，吹面模式 车速：50km/h 档位：D档（自动变速箱）/5档（手动变速箱） 车内人员：1人	30min
预热阶段 3（日照浸车）	风速：5-8km/h 环境温度：（43±1）℃ 环境相对湿度：（40±3）% 辐射强度：（1000±25）W/m ²	车门状态：全关 车窗状态：全关 发动机：开 空调状态：AC关，全冷、内循环、鼓风机关，吹面模式 车速：0 km/h 档位：P档（自动变速箱）/N档（手动变速箱） 车内人员：无	乘员舱内的平均温度达到（61±0.5）℃

待预热阶段三结束后，试验人员需确认出风口导流叶片处于最大开度状态，空调出风口格栅打开方向按照附录A5进行操作。

5.2 测试工况 1 - 内循环（推荐工况）

试验开始条件满足时（即乘员舱内的平均温度达到要求）驾驶员需迅速进入车内，尽可能快的将车速提升至50km/h，在车速稳定在50km/h后，将鼓风机开关调至最高挡，并确认空调系统为正确设置状态如表3所示。开始计时，按下AC按钮，启动空调系统。

表3 内循环试验工况

试验车速 (km/h)	试验时间 (min)	变速箱档位选择	空调系统设置
50	30	D 档或者合理档位	AC 开, 全冷、内循环、鼓风机最大档, 吹面模式
100	30	D 档或者合理档位	AC 开, 全冷、内循环、鼓风机最大档, 吹面模式
0	30	P 档或 N 档	AC 开, 全冷、内循环、鼓风机最大档, 吹面模式

5.3 测试工况 2 - 通用降温

5.3.1 试验开始条件满足时（即乘员舱内的平均温度达到要求）驾驶员需迅速进入车内，尽可能快的将车速提升至50km/h，在车速稳定在50km/h后，将鼓风机开关调至最高挡，此时开始计时。按下AC按钮，启动空调系统，并确认空调系统为正确设置状态。

5.3.2 试验工况按表4进行，并满足下列要求：

- 车速50km/h时，需优先考虑发动机转速。发动机转速的合理范围：最佳转速为1650rpm，如达不到最佳转速，可在1500-1800rpm之间，但不得低于1500rpm。
- 对于手动变速箱车型：手动选择合理档位，使发动机转速维持在合理范围内。
- 对于有手动模式的自动变速箱车型：D档时如转速低于1500rpm，可采用手动模式选择合理档位，使发动机转速维持在合理范围内。
- 对于没有手动模式的自动变速箱车型：D档时如转速低于1500rpm，可改变车速，但迎面风速需维持在50km/h。车速选择要求：最佳车速选择为D档发动机转速为1650rpm时的车速，如果无法满足，则选择D档发动机转速在1500-1800rpm之间时的车速。

表4 通用降温试验工况

试验车速 (km/h)	试验时间 (min)	变速箱档位选择	空调系统设置
50	20	D 档或者合理档位	AC 开, 全冷、内循环、鼓风机最大档, 吹面模式
80	20	D 档或者合理档位	AC 开, 全冷、内循环、鼓风机最大档, 吹面模式
50	20	D 档或者合理档位	AC 开, 全冷、外循环、鼓风机最大档, 吹面模式
80	20	D 档或者合理档位	AC 开, 全冷、外循环、鼓风机最大档, 吹面模式
0 (发动机怠速)	30	P 档或者 N 档	AC 开, 全冷、内循环、鼓风机最大档, 吹面模式
110	20	最高档/D	AC 开, 全冷、外循环、鼓风机最大档, 吹面模式
0 (发动机怠速)	30	P 档或者 N 档	AC 开, 全冷、外循环、鼓风机最大档, 吹面模式

试验车速 (km/h)	试验时间 (min)	变速箱档位选择	空调系统设置
WOT 加速到 110 并保持 110	2	最高档/D	AC 开, 全冷、外循环、鼓风机最大档, 吹面模式

备注：不特别说明的地方加速度用 (3km/h)/s, 减速度用 (2km/h)/s。

5.4 测试工况 3 - 浸车到怠速

试验开始条件满足时（即乘员舱内的平均温度达到要求）驾驶员需迅速进入车内，尽可能快的启动发动机，将鼓风机开关调至最高档，并确认空调系统为全冷、内循环、鼓风机最大档，吹面模式。开始计时，按下AC按钮，启动空调系统，保持30分钟，试验结束。

5.5 预热及试验阶段其他要求

- 带后蒸、侧蒸等辅助降温系统时，辅助降温系统的预热阶段及试验阶段操作等同于前部起主要降温作用的空调主机总成。
- 带后排出风口的车型同样需调整至风量最大，温度最低模式。
- 座椅加热、各种玻璃加热系统（如后除霜加热丝等）、各种辅助采暖系统等带有加热功能的设备需在整個试验过程保持关闭。
- 车内平均温度=(前两排所有头部测点平均温度+前两排所有脚部测点平均温度)/2。
- 两排以上座椅车辆，按前两排计算车内平均温度。

注：车内平均温度采用头部和脚部的平均值，头部和脚部各是8个温度点的平均值。

5.6 试验记录

数据记录在车辆预热准备阶段开始，试验结束时停止。推荐数据采集频率为1秒。

6 试验报告和结果

试验报告应包括以下内容：

- 试验车辆信息（包括车辆型号、VIN码、发动机型号、变速箱型号、空调装置型号、试验车颜色、其它改制改装信息等）参见附录B；
- 测试环境信息和循环信息；
- 试验委托单位（人）、试验依据标准、试验地点、试验时间、试验人员等；
- 处理后的试验结果：应包括各个考核点的平均温度数据及降温曲线。

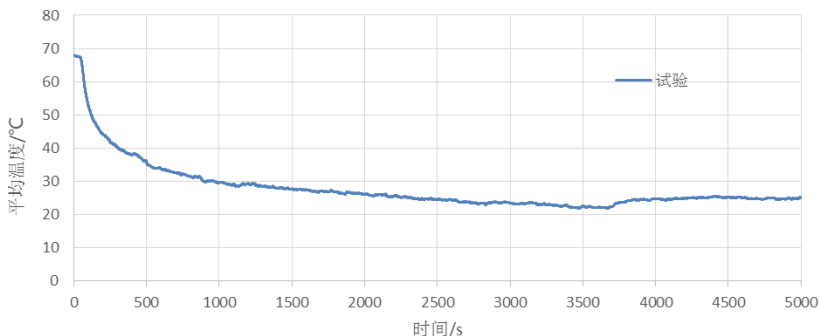


图1 降温试验数据曲线

试验室应保存完整的原始数据，并在委托方需要时予以提供。

附录 A

(规范性附录)

试验测量参数及传感器布置要求

A1 试验测量参数要求按表1。

表 A.1 测量参数列表

序号	测量参数	测点位置	备注
1	环境温度 1	前格栅的下半部顶部靠右，进去 10-20mm，避免阳光直射	
2	环境湿度	前格栅的下半部顶部靠右，进去 10-20mm，避免阳光直射	
3	辐射强度	车顶正上方	
4	迎面风速	记录	
5	负载	记录	
6	发动机转速	记录	
7	车速	记录	
8	档位	记录	
9	仪表板送风口出风温度， L, CL, CR, R	出风口中心向内 (25~35) mm 处，且确 保温度传感器与出风口叶片无接触	
10	回风口空气温度	距空调主机 (HVAC) 进风口 100mm 处	
11	乘员舱人员头部温度 (8 点)	见图 A1	
12	乘员舱人员腰部温度 (3 点)	见图 A2	
13	乘员舱人员脚部温度 (8 点)	见图 A3	
14	冷凝器进风温度 (9 点)	距冷凝器总成进风表面 (10±1) mm 处 (冷凝器前布置有油冷器或中冷器的，须有 1 排温度传感器布置在重叠部位的中间位 置)	
15	冷凝器出风温度 (9 点)	距冷凝器总成出风表面 (5±1) mm 处	可选
16	空调系统低压压力	空调系统低压管路压力阀处	
17	空调系统高压压力	空调系统高压管路压力阀处	
18	压缩机吸气温度	紧贴压缩机吸气管 (压缩机端)	
19	压缩机排气温度	紧贴压缩机排气管 (压缩机端)	
20	冷凝器进口温度	排气管表面 (冷凝器端)	
21	冷凝器出口温度	高压管表面 (冷凝器端)	
22	膨胀阀进口温度	高压管表面 (膨胀阀端)	
23	蒸发器出口温度	吸气管表面 (膨胀阀端)	
24	膨胀阀进口温度 (后蒸)	高压管表面 (膨胀阀端)	如果有
25	蒸发器出口温度 (后蒸)	吸气管表面 (膨胀阀端)	如果有

序号	测量参数	测点位置	备注
26	散热器进水温度	散热器进水软管内（近散热器端）	
27	散热器出水温度	散热器出水软管内（近散热器端）	
28	机油温度	机油尺下端	
29	膨胀阀周边温度	压缩机吸气管表面 10mm 处（蒸发器端）	
30	冷却风扇电压	冷却风扇接插件处	
31	鼓风机电压	鼓风机接插件处	
32	同轴管进口高压管温度	同轴管进口高压管表面	可选
33	同轴管出口高压管温度	同轴管出口高压管表面	可选
34	同轴管进口低压管温度	同轴管进口低压管表面	可选
35	同轴管出口低压管温度	同轴管出口低压管表面	可选

A2 头部测温点位置要求如图A1。

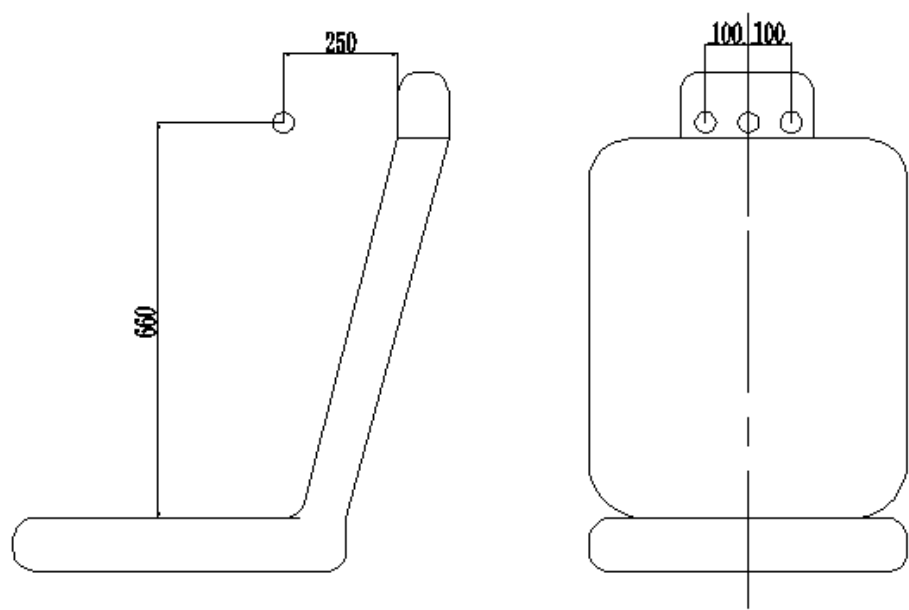


图 A.1 头部测温点位置

正驾、副驾、后排左乘客、后排右乘客头部布置温度传感器，每个座椅头部布置 2 个传感器，头部左右各 1 个，共布置 8 个温度传感器。

注：座椅位置设置：前后方向最靠后位置，上下方向座椅最低位置。调整座椅靠背至其低处与座椅的角度大约为 90°。头枕降到最低位置。

A3 腰部测温点位置要求如图A2。

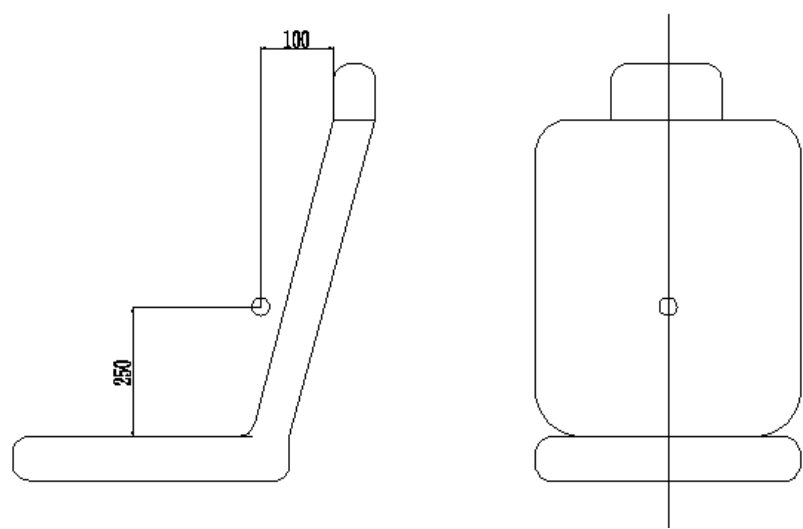


图 A.2 腰部测温点位置

副驾、后排左乘客、后排右乘客腰部中心布置温度传感器，每个座椅布置 1 个传感器，腰部左右各 1 个，共布置 3 个温度传感器。正驾腰部温度等同副驾腰部温度。

A4 脚部测温点位置要求如图A3。

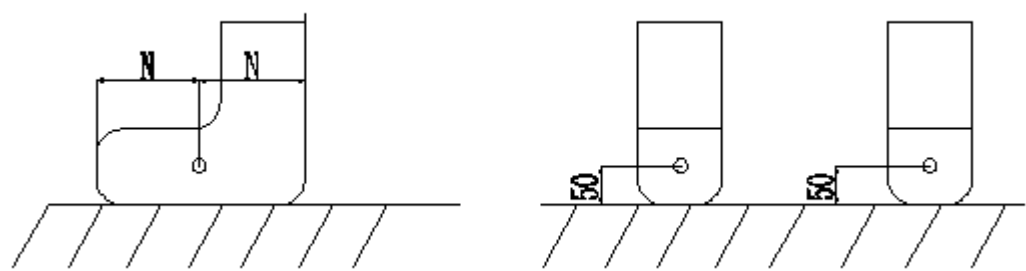


图 A.3 脚部测温点位置

正驾、副驾、后排左乘客、后排右乘客脚部布置温度传感器，每个脚部布置 2 个传感器，左右各 1 个，共布置 8 个温度传感器。传感器布置在脚中心，高度距离地板 50mm。

A5 空调出风口格栅打开方向要求如图A4。

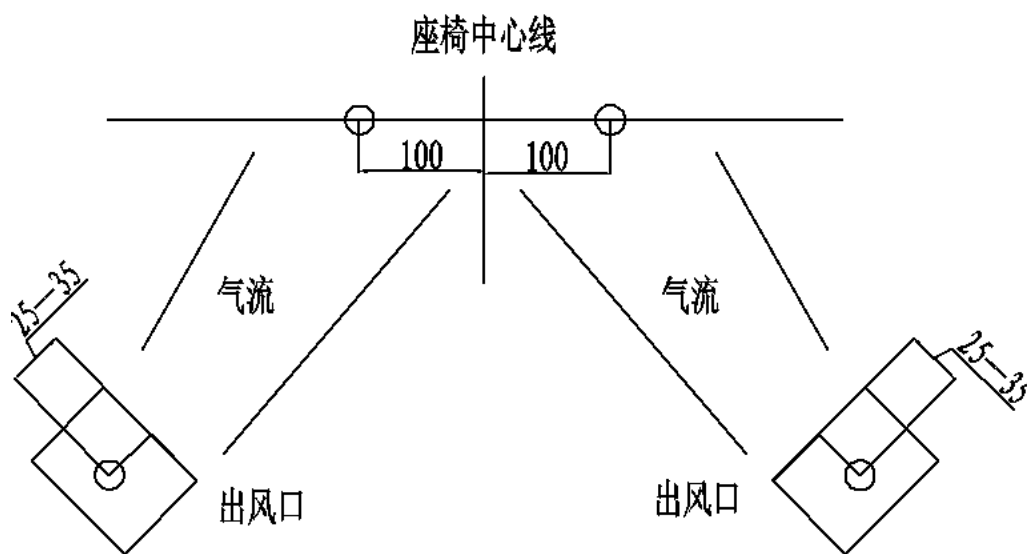


图 A.4 空调出风口格栅打开方向

调整主驾、副驾左右空调出风口格栅，使主驾、副驾座椅头部传感器位置气流最大。如果有后排出风口，调整后排左乘客、后排右乘客头部传感器气流最大。

附录B
(规范性附录)

车辆信息表

表 B.1 车辆信息表

整车			
样车名称		样车阶段	
生产厂家		生产日期	
VIN码		车辆额定总质量 (kg)	
样车颜色(内/外)		车辆长×宽×高(mm)	
驾驶形式		门的数量	
玻璃类型		玻璃贴膜	
滑行阻力系数a/b/c			
驱动形式			
车身形式			
座位数			
试验前已行驶里程 (km)			
车辆加载后前后轮轮眉离地高度 (m)	LF:	RF:	RL:
		RR:	
发动机			
发动机型号 (是否带增压)			
发动机排量 (L)			
机油型号			
冷却液型号/用量 (L)			
缸数			
气门数			
额定功率 (kW)			
最大扭矩 (N·m)			
发动机生产厂家			
变速箱			
变速箱型号			
变速箱油型号/用量 (L)			
变速箱类型			
空调和冷却系统			
冷媒	冷媒加注量 (g)		
散热器	生产厂家		
	结构型式及尺寸 (mm)		
	换热量 (kW)		
冷凝器	生产厂家		
	结构型式及尺寸 (mm)		

	换热量 (kW)	
空调主机	生产厂家	
	结构型式及尺寸 (mm)	
	膨胀阀厂家及规格	
	风量 (m ³ /h)	
	制冷量 (kW)	
冷却风扇	生产厂家	
	风量 (m ³ /h)	
	转速 (RPM)	

参考文献

SAE J2777, Recommended Best Practice for Climatic Wind Tunnel Correlation[S]. USA: SAE International, 2016.
