《整车空气动力学风洞试验——汽车气动力风洞试验标准》编制说明

**一、工作简况**

1.1 任务来源

《整车空气动力学风洞试验——汽车气动力风洞试验标准》团体标准是由中国汽车工程学会批准立项。文件号中汽学函【2018】209号，任务号为2018-64。本标准由中国汽车工程学会汽车空气动力学分会提出，同济大学、泛亚汽车技术中心有限公司、上汽大众汽车有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、一汽大众汽车有限公司、清华大学、广汽集团汽车工程研究院、吉林大学、湖南工业大学、东风汽车集团有限公司技术中心、华晨汽车工程研究院等单位起草。

1.2编制背景与目标

背景：随着我国汽车产销的爆发式增长至今，汽车早已从奢侈品转而成为一种大众化的交通工具，用户对车辆驾驶体验也从功能性的基本要求提升到了性能评估与舒适度的体验的高度，车辆稳定性、燃油经济性，加速性能，均是车辆空气动力学性能优劣的直接体现，在政策上，国家对节能减排的日益重视，工信部阶段性的油耗指标对整车厂的气动性研发提出了更严格的要求，当前新能源汽车也早已走出了实验室，直接走向市场，国内汽车及相关企业也从逆向为主的开发设计逐步完成正向主导开发的蜕变，综上，空气动力学性能开发测试在当前背景下显得尤为重要，对汽车空气动力学性能风洞测试的需求更是迫切。

风洞实验就是把完全空气动力学配置化的车辆从实际道路搬进了在相似模拟条件下建立的实验室中的一种实验手段，可以测量车辆空气动力学性能参数。

风洞气动力测量试验主要是指对测试对象（车辆）进行相关气动力及气动力矩测量。一般利用六分量气动力天平进行测量，得到X、Y、Z三个方向对应的力及力矩，从而计算出相关的气动力性能参数：风阻系数、升力系数、侧向力系数及纵倾力矩系数、侧倾力矩系数、横摆力矩系数。

为了更为准确地测试出空气动力学相关参数，需要风洞实验室控制一定的环境参数、达到满足测试的流场品质指标。环境参数如：大气压、试验段温度、湿度等；流场品质指标如：速度均匀性、动压稳定性、边界层厚度、试验段轴向静压梯度、气流偏角与湍流度等指标，各个参数直接影响测试数据的准确度，所以，需要规范与统一风洞试验标准配置，减少测量误差；另外国内外企业测试基本设置没有统一，且测试车辆的基本状态不一致，严格意义上讲，各企业发布的数据不存在可比性，且存在互不认同的情况。

风洞试验的数据准确性不仅依赖于风洞的良好的性能，标准化的统一的风洞设置，还有赖于完善的科学的风洞运行操作流程及安全规范。

风洞气动力测量试验，不仅注重的测试结果，更为重要的是整个测试过程，包括试验前期准备、试验过程控制、试验结果评估与分析及试验完成阶段。在各个实验阶段需要对风洞实验室的测试仪器和设备进行配置与运行安全调试，也对实验对象（实验模型或实车）进行实验的状态评估与调整。这个运行操作流程与规范在国外尽管其风洞发展历史悠久，但是目前没有具体的标准或文献综述，多数也只限于内部的一些管理规范，没有标准化的试验过程实施的流程可循，而国内首座汽车整车风洞自2009年运行至今，发展积累了较为丰富的实际工作经验，对于国内整车风洞的运行发展起到较为重要的推动作用，增强了国内汽车整车风洞自己的运行操作规范建立的可行性，对未来新建风洞的运行起到保障的作用。

目标：规范与统一风洞气动力测量试验的内容、测试方法与风洞标准化配置及数据评估方法，使得国内或国外各个企业在使用与评估车辆空气动力学性能时具有良好的可重复性及可对比性，建立一套科学的风洞气动力试验规范，统一测试流程，规范操作，提高测试过程及数据的稳定性，同时提高风洞试验运行安全。

 本标准为汽车风洞试验人员，汽车空气的动力学专业工程师进行汽车气动力风洞试验提供过程指导；

本标准推荐的方法所获取的结果可作为整车空气动力学性能评估及优化设计的评价依据。

1.3主要工作过程

2018年10月，收到中国汽车工程学会下达任务书；

2018年11月-12月，标准组内部通过微信，电话及现场座谈会讨论确定大纲、目录以及各单位分工；

2019年1月-5月，各单位按照分工完成标准初稿（共8各章节），以及附录A、B、C等内容，期间多次通过多种通讯方式讨论并确定章节中的各项指标要求与实施规范，研究相关技术路线、方案通过现有文献及现有技术实施方法，论证、完善具体技术要求及指标的必要性与合理性，也整理出了标准研制过程中待确定的议题；

2019年6月14日，在江西南昌召开标准中期考核会议，牵头单位同济大学进行标准研制过程及进展介绍，标准专家组审议标准（中期考核稿）以及对本标准研制过程中涉及的一些待确定的技术内容广泛征求意见，专家组对此，给出了一致意见；

2019年7月-8月，标准组修改标准（中期考核稿），继续完善标准，在修改过程中，编写组成员实施跟踪行业现有研究手段与具体实施方法，提出了一些建设性的意见，得以补充完善；

2019年10月25日，在上海召开标准（草稿）审查会议，牵头单位同济大学进行标准研制项目的终期汇报，包括中期考核意见的修改处理情况、补充内容与需最终确定的标准议题等，标准专家组审议标准（草稿），经过详细介绍及专家组充分论证，得以统一标准中待确定的议题，并对标准的实施进度、研制方向与标准具体内容的完整性得到专家组一致肯定；同意标准进入“1+5”评审流程，确定 “1+5”逐条评审专家：杨志刚、尹章顺、吴海波、顾彦、朱习加、高岳；

2019年11月-12月，“1+5”评审专家完成标准逐条审查工作，标准研制组按照专家修改意见完成标准内容修改；

2020年1月，形成标准（征求意见稿），并公开征集意见

**二、标准编制原则和主要内容**

2.1标准制定原则

在充分总结和比较了国内外相关试验标准的基础上，参考并引用SAE文献，如SAE-J2084、SAE-J2881、SAE J2071-94、SAE-J1594等标准中对汽车空气动力学风洞试验相关技术标准及规范，根据现有国内标准《T/CSAE 111-2019 乘用车空气动力学性能术语》、《GB/T 3730.2-1996 道路车辆 质量 词汇和代码》、《GB18252.6-2016轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》等标准中的部分内容，结合同济大学∙上海地面交通工具风洞中心自2009年正式运行10年多的气动力试验实践经验与相关汽车整车企业对此类试验实施的通用方法，总结与提炼相关技术要求与实施方法，根据国内目前汽车整车风洞的实际情况，已建1座，在建2座，深入调研并统一标准中的一些技术指标要求，广泛征求行业内各相关企业的具体试验方法，以期建立一个符合中国汽车行业实际需求，并为汽车空气动力学专业研发提供有力的技术保障。

2.1.1通用性原则

本标准阐述的方法适用于实车整车，即七座（含七座）以下乘用车，也适用于对应尺寸的车辆模型（油泥模型、硬质模型等），重量和尺寸根据风洞规模和测试能力而定。

2.1.2指导性原则

目前，国内暂无汽车风洞气动力测试相关标准，本标准的制定可以填补国内气动力试验标准空白，明确汽车整车风洞相关技术要求、规范测试流程与方法，提高国内气动力试验测试数据的可比性、可重复性。

本标准也可作为车辆空气动力学性能试验验证的实施规范与评价标准。

2.1.3协调性原则

本标准规定的技术指标及要求、阐述的试验规范与方法是更符合国内汽车空气动力学性能研发测试的要求、是获取更准确数据的途径。

2.1.4兼容性原则

本标准适用于本标准阐述的方法适用于实车整车，即七座（含七座）以下乘用车，也适用于对应尺寸的车辆模型（油泥模型、硬质模型等），其他汽车及类车体可参照执行。

2.2 标准主要技术内容

本标准共分为8章，含3个附录内容，规定了气动风洞的基本要求与气动力试验的规范与流程及测试数据评价方法。主要章节内容包括：

1. 范围；
2. 规范性引用文件；
3. 术语和定义
4. 气动风洞要求；
5. 试验基本测试流程与方法；
6. 测试数据有效性评估；
7. 试验报告；
8. 标准测试工况及要求
9. 附录

2.3关键技术问题说明

本标准的关键技术内容主要涉及两个方面：

一是试验基本测试流程与方法，主要为规范测试过程中实施方法的一致性，既考虑到测试运行过程的安全性也考虑到测试数据的稳定性，编写组集中讨论了车辆姿态调整相关的加载质量与配载分布，根据《GB18252.6-2016轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》中所给定的测试质量的定义，结合风洞气动力试验常用的配载要求，在充分考量车辆姿态对车辆空气动力学性能影响的大小，确定了适用于气动力风洞试验的加载质量，既统一了气动试验配载质量的要求，也很好地对接GB18252.6-2016的关于测试质量的要求，对油耗测试与计算提供较为可靠的试验数据，使测试数据的应用得到有效延伸，该规范与流程适用于目前国内整车空气动力学风洞进行气动力试验。

二是标准测试工况及要求，主要为统一产品车及工程车的气动性能最终验证试验测试，标准中统一了风洞试验基准测试风速（120km/h）,列出了基本的测试工况，明确车辆的一些特殊配置的状态要求，使得同类同级别车辆的气动性能数据具有可比性，有利于建立有效的车辆气动性能数据库，有利于研究掌握车辆空气动力学性能发展状态，降低整车或相关企业初期开发成本，缩短空气动力学性能开发周期。

2.4标准主要内容的论据

制定本标准的目的是规范车辆气动力试验的设置状态与要求，规范操作流程与实施方法，使测量得到的数据具有一致性和可比性。本标准参考国外相关标准，结合国内整车风洞运行10多年总结的经验，提炼气动力试验实施方法与相关试验技术，形成了符合行业发展现状的团体标准并具有一定的前瞻性，根据本标准进行气动力风洞试验，可得到可靠的试验数据。

2.5标准工作基础

本标准起草牵头单位为同济大学上海地面交通工具风洞中心，拥有国内唯一一座整车气动声学风洞，运行了十多年，客户遍及国内自主品牌及合资企业，也为国际知名车企进行试验服务，积累了大量的实践经验，试验技术与能力得到行业内的一致认可，结合高校技术理论优势，为编制标准建立扎实基础。编制参与单位包括泛亚汽车技术中心有限公司、上汽大众汽车有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、一汽大众汽车有限公司、清华大学、广汽集团汽车工程研究院、吉林大学、湖南工业大学、东风汽车集团有限公司技术中心、华晨汽车工程研究院，涉及国内自主品牌、合资品牌及高校，综合专业技术与理论优势，保证了本标准的技术先进性、通用性和实用性。

**三、主要试验（或验证）情况分析**

（1）试验操作流程过程方法与步骤阐述明确

（2）试验重复性好

（3）通用性佳

综上所述，本标准适用于同类型汽车风洞进行汽车气动力试验。

**四、标准中涉及专利的情况**

 无

**五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用的情况**

本标准的发布，可对汽车空气动力学性能试验起指导作用，规范试验操作流程，提高风洞运行安全与使用效率，规范车辆状态设置与测试方法，有利于提高同一车辆在不同风洞测试的数据一致性，提高同类同级别车辆的气动性能数据的可比性，有利于建立有效的车辆气动性能数据库，有利于研究掌握车辆空气动力学性能发展状态，降低整车或相关企业研发初期开发成本，缩短空气动力学性能开发周期，促进行业良性发展，进而提高中国汽车产业的综合竞争力。

**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或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况**

本标准借鉴了SAE相关标准及企业内部相关标准。

没有进行相关对比工作。

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

本标准符合国家有关法律、法规和相关强制性标准的要求，与现行的国家标准、行业标准相协调。

**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**

本标准为中国汽车工程学会标准，属于团体标准,供学会会员和社会自愿使用。

**十、贯彻标准的要求和措施建议**

建议由国内拥有整车风洞的单位或整车企业并行推广。

**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。

标准起草工作组

2020年1月3日

**（注：具体内容可以结合项目本身撰写，如不涉及的可填写无）**