

附件 4:

中汽协会《车用天然气发动机台架试验设计（DOE）技术规范》

团体标准编制说明

一、工作简要过程

（一）任务来源

本团体标准是按照中汽协会燃气汽车分会 2023 年团体标准制定计划的通知进行申报，标准项目名称“车用天然气发动机台架试验设计（DOE）技术规范”，项。计划完成时间为 2023 年。

2023 年 3 月 10 日，受中国汽车工业协会委托，燃气汽车专业委员会组织了该标准的立项专家论证会，通过了该标准立项申请。中国汽车工业协会于 5 月 16 日发布了《中国汽车工业协会关于 2023 年第三批团体标准立项通知的函》（中汽协函字[2023]286 号）批复了本标准的立项，项目计划号 2023-45。

（二）主要起草单位及任务分工

本标准由潍柴动力股份有限公司牵头，参与起草单位主要有中国汽车工程研究院股份有限公司、中汽研汽车检验中心(天津)有限公司、中机科（北京）车辆检测工程研究院有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、济南汽车检测中心有限公司、重庆凯瑞动力科技有限公司、招商局检测车辆技术研究院有限公司、北京市机动车排放管理事务中心。

潍柴动力负责标准起草组织及主要内容的试验验证，广西玉柴、中国汽研和济南检测中心参与了部分内容的试验验证。中汽研检测中心、中机科（北京）、重庆凯瑞动力、招商车检院和北京机排中心负责参与标准内容起草。

本标准由潍柴动力史祥东牵头负责，标准起草参与人员有杨兆山、李万洋、汪晓伟、张德福、郭文军、田茂军、李军银、郭冬冬、肖宇、刘顺利、丁子文、刘志治、葛晓成、康见见、曹斌、王浩浩、于惠等。

（三）标准研讨情况

2023 年 5 月成立了标准起草组。

2023 年 6 月-10 月，标准起草工作组多次召开线上线下会议，商讨标准内容及试验验证方案讨论，完成了标准草案和编制说明。

标准起草组通过预试验、增压器保护标定试验和 DOE 试验，提出适用于车

用天然气发动机台架试验设计方法的定义，填补试验标准空白。

2023年10月20日，中汽协会燃气汽车专业委员会在潍柴动力组织召开了燃气团体标准研讨会，对本标准草案进行了逐条研讨，通过起草组修改完善形成了征求意见稿。

二、标准编制原则和主要内容

天然气发动机 DOE 试验是关系到发动机性能（动力性、经济性、排放性能）具有良好环境适应能力的关键环节。目前还没有可公开获得的国际国外相关标准，也没有天然气发动机行业专业化的相应国家标准。制定中汽团体标准，有利于标准的针对性、目的性、适应性更加清晰，易于适用天然气发动机行业发展需要即时更新，同时有益于在天然气发动机行业宣贯和推广应用。

本标准天然气发动机台架 DOE 试验包括：预试验、增压器保护标定试验和 DOE 试验，试验流程如下所示。

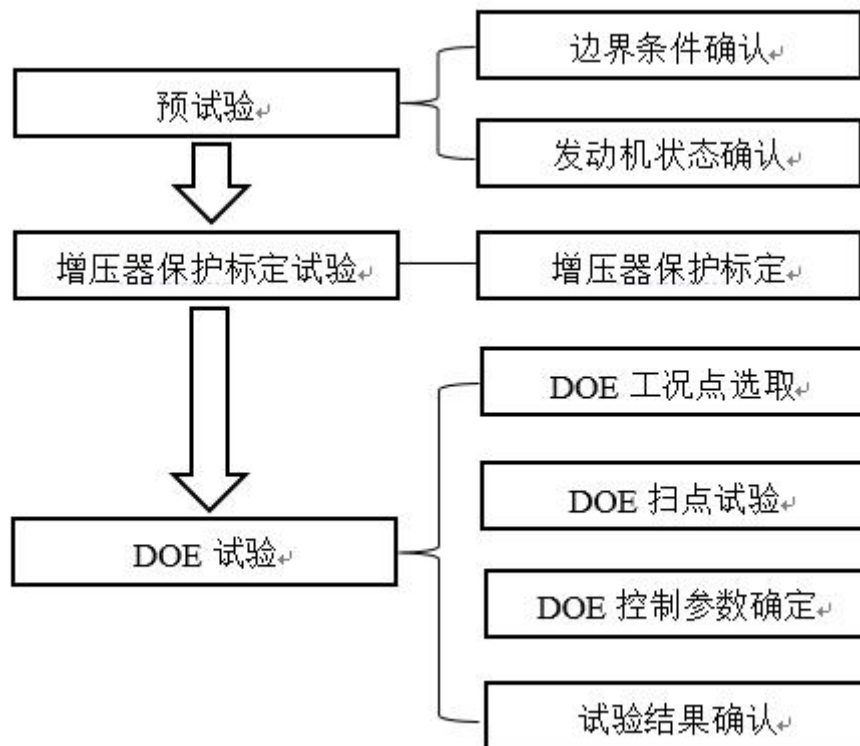


图 1 DOE 试验流程

特别地，高原地区由于进气量不足，燃烧效率下降，必然导致一定程度的功率损失，发动机试验边界的确定无法通过平原的额定功率点进行确定，故高海拔环境下，首先进行预试验，进行进气负压、中冷后进气温度等边界条件的确定和

发动机状态查核；增压器保护试验需进行原数据外特性标定，为增压器保护标定提供必要边界，应在全转速全负荷范围内进行，为 DOE 扫点确定所有边界。DOE 试验中工况点的选取需考虑不同工况区，例如常用工况区、低速低负荷区、高速低负荷区等，选点示意图见图 2。进行 DOE 扫点时，每个工况点的起始点和终止点均以既定的边界条件为限制，最终依据需要考核的参数进行 DOE 选点，各选点序号及详情见下表。

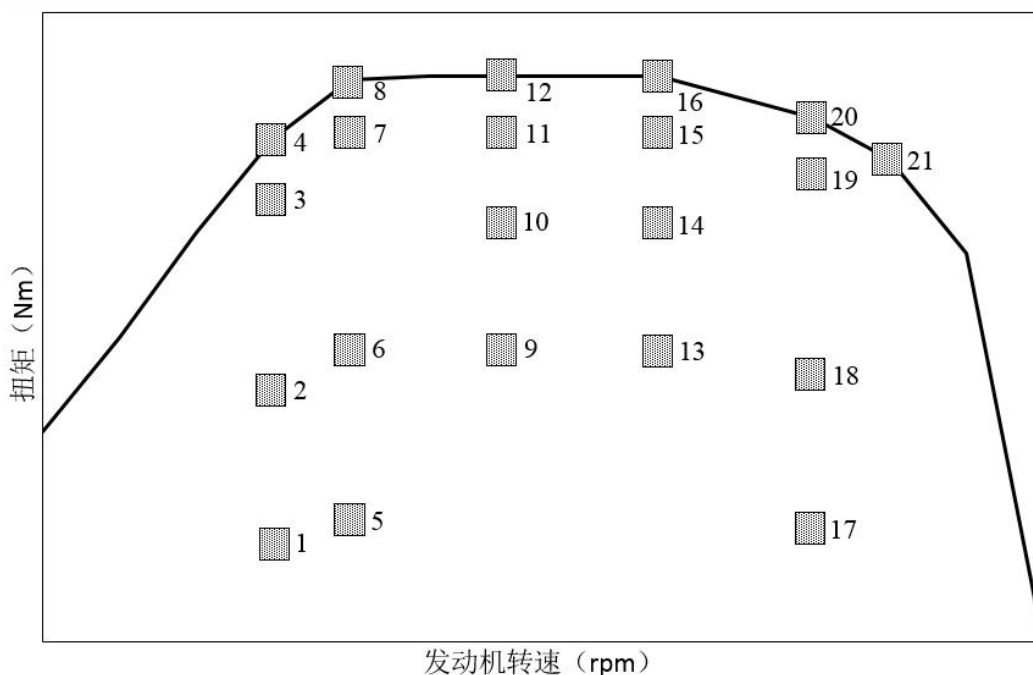


图 2 工况点选取示意图

低速大扭矩转速点	大扭矩最低转速点	大扭矩中间转速点	大扭矩最高转速点	高速大扭矩转速点	额定转速点	负荷百分比/%	备注
1	5	9	13	17	-	25	其中 9、10、13、14 为常用工况区选点
2	6	10	14	18	-	50	
3	7	11	15	19	-	75	-
4	8	12	16	20	21	100	-

三、采用国际标准和国外先进标准情况

无

四、主要关键指标及试验验证情况

潍柴动力负责完成了主要内容的试验验证，广西玉柴、中国汽研和济南检测中心参与了部分内容的试验验证。

在高海拔环境下进行 DOE 扫点时，每个工况点控制发动机转速和扭矩不变，调整增压压力、点火提前角和 EGR 阀开度等重要考核参数，例如控制 EGR 率，

按照一个方向（逐渐减小或增大）调节点火提前角，扫点的起始点和终止点均以边界条件限制，通过调整增压器的增压压力达到目标扭矩，台架控制模式依据负荷区域选择转速/油门控制和转速/扭矩控制。扫点示例如图 3a-3d 所示（同一负荷点，在不同 EGR 率和点火角下，CA50、燃气消耗率、涡前排温等关键指标变化趋势）。

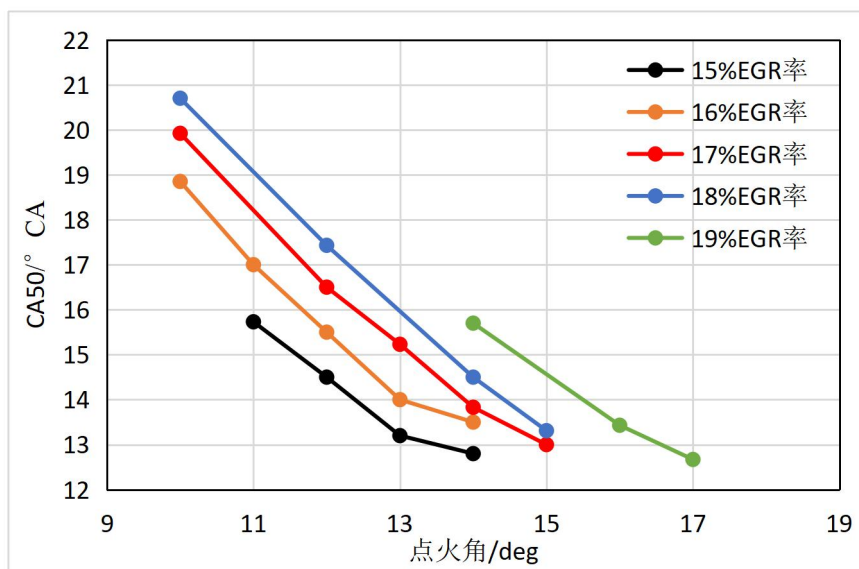


图 3a 不同 EGR 率和点火角下的 CA50 变化规律

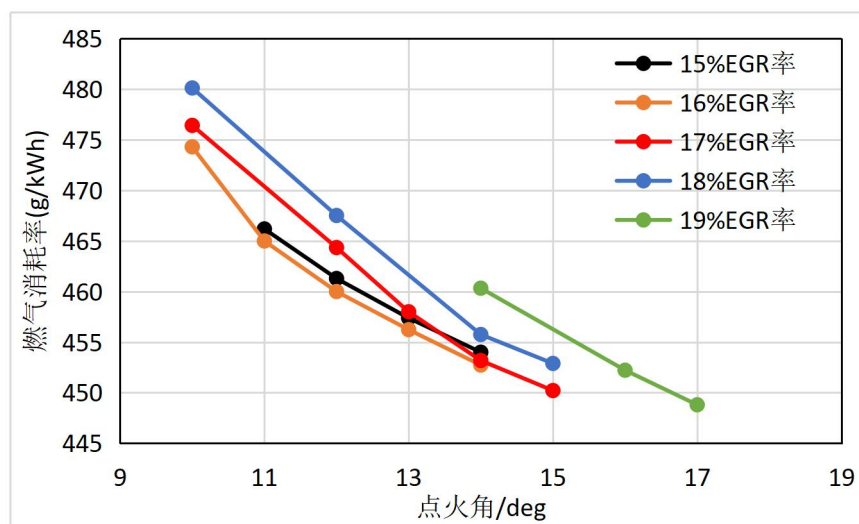


图 3b 不同 EGR 率和点火角下的气耗率变化规律

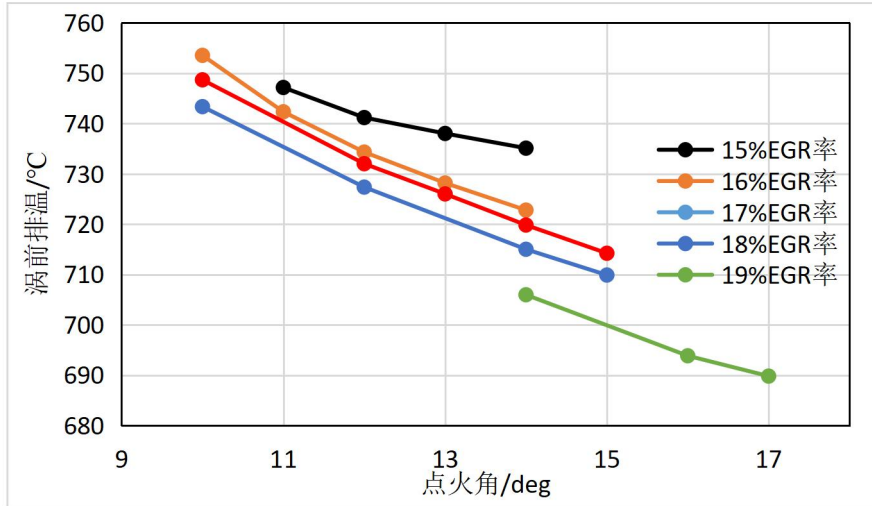


图 3c 不同 EGR 率和点火角下的涡前排温变化规律

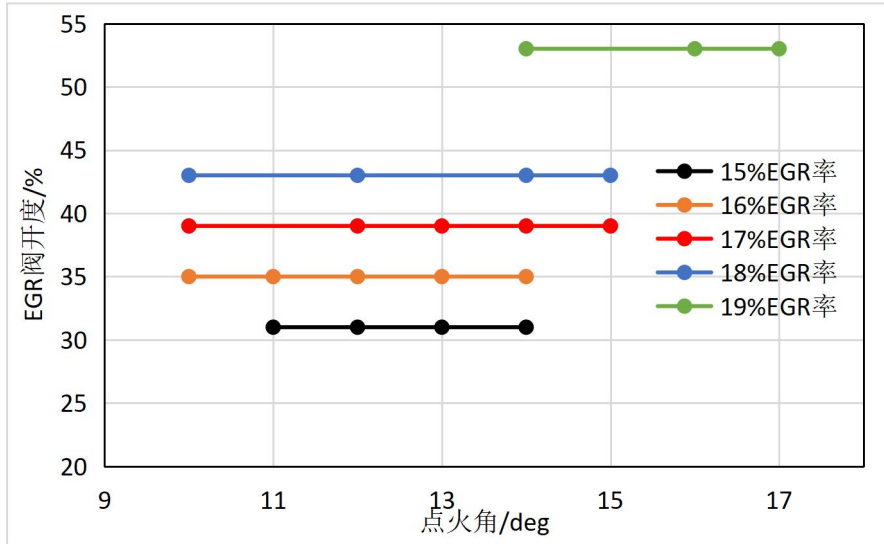


图 3d 不同 EGR 率和点火角下的 EGR 阀开度变化规律

五、与现行法律、法规和政策及相关标准的协调性

该文件与现行相关法律、法规、规章及相关文件协调一致。

六、贯彻标准的要求和措施建议

本标准制定完成并发布后，建议由中汽协会和标准编制单位在行业企业内组织宣贯实施，推动企业及时采用本标准。企业可按照本标准的规定和要求，对企业内部的标准（或技术文件）进行修订，或根据本标准的实施时间拟定企标的整改过渡措施。

建议本标准的实施日期为正式发布后。

七、其他需要说明的事项

无