

ICS 27.020  
CCS J 091

# 团 体 标 准

T/GICEIA/CAMS XXXX-XXXX

## 氢燃料内燃机 润滑油含水量 台架测量方法

Hydrogen internal combustion engines  
Lubricating oil water content bench test method

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X - XX - XX发布

202X - XX - XX实施

中国内燃机工业协会  
中国机械工业标准化技术协会

发布

# 目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验条件.....	1
5 试验方法.....	3
6 试验数据处理.....	4
7 试验报告.....	4
附 录 A（规范性） 氢内燃机附件要求.....	6
附 录 B（规范性） 故障记录.....	7

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国内燃机工业协会提出。

本文件由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：潍柴动力股份有限公司、南京航空航天大学、同济大学、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

本文件为首次发布。

# 氢燃料内燃机 润滑油含水量台架测量方法

## 1 范围

本文件规定了氢燃料内燃机润滑油含水量台架测试的术语和定义、试验条件、试验方法、试验数据处理和试验报告等内容。

本文件适用于氢燃料内燃机润滑油含水量的台架测量。

## 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。

GB/T 260 石油产品水含量的测定 蒸馏法

GB/T 1147.2 中小功率内燃机 第2部分：试验方法

GB/T 3634.2 氢气 第2部分：纯氢、高纯氢和超纯氢

GB 11122 柴油机油

GB 17691-2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB/T 44723 氢燃料内燃机 通用技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**润滑油含水量** water content in lubricating oil

润滑油中溶解、乳化或游离状态存在的水的质量或体积占比。

## 4 试验条件

### 4.1 环境条件

试验环境应符合以下要求：

- a) 试验过程中环境温度变化不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 试验过程中环境湿度变化不超过 $\pm 5\%$ ；
- c) 实际环境条件在试验报告中注明。

### 4.2 试验用燃料和油液

试验用氢气、润滑油和防冻液应满足以下要求：

- a) 氢气应符合 GB/T 3634.2 的规定；
- b) 润滑油应符合 GB 11122 的规定；
- c) 应使用 100%的 $-25^{\circ}\text{C}$ 防冻液。

### 4.3 试验仪器与仪表

4.3.1 试验所用测量仪器、仪表应校验合格，并在有效期内，且满足GB/T 1147.2或相关标准的要求。

4.3.2 测量设备和系统的线性要求应满足GB 17691-2018附件CB中表CB.1的要求。

4.3.3 温度、压力等传感器的测量误差及安装位置要求应符合表1的规定。

表1 温度和压力传感器要求

序号	测量项目	测量误差	测量部位要求
1	环境温度	±1℃	试验室内不受阳光和热辐射的部位
2	环境压力	±0.2kPa	试验室内不受阳光和热辐射的部位
3	进气相对湿度	±1%	试验室内不受阳光和热辐射的部位
4	进气温度	±1℃	进气口上游 30mm~60mm 处
5	进气阻力	±0.05kPa	空气滤清器下游
6	排气温度	±10℃	排气歧管出口或涡轮增压器出口 50mm 处
7	排气背压	±0.2kPa	排气歧管出口或涡轮增压器出口下游 75mm 处
8	进水温度	±1℃	靠近发动机冷却液进口
9	出水温度	±1℃	靠近发动机冷却液出口
10	进水压力	±0.2kPa	靠近发动机冷却液进口
11	出水压力	±0.2kPa	靠近发动机冷却液出口
12	润滑油温度	±1℃	主油道、主油道入口或有代表性的部位
13	润滑油压力	±0.2kPa	主油道或有代表性的部位
14	中冷前温度	±1℃	中冷器前直管处
15	中冷后温度	±1℃	中冷器后直管处
16	中冷前压力	±0.2kPa	中冷器前直管处
17	中冷后压力	±0.2kPa	中冷器后直管处
18	曲轴箱压力	±0.05kPa	摇臂罩润滑油加注盖处

注：可根据需求增减传感器布置。

### 4.4 试验样机要求

4.4.1 试验样机应优先选用新机，并按制造方规范完成磨合。若采用旧机，须经拆解检查，彻底清除积碳、油泥等沉积物，更换必要配件并重新组装及磨合，磨合后性能须满足测试工况及制造方规定方可投入使用。

4.4.2 试验用氢内燃机的启动性能、负荷特性、最低可调空载转速（怠速特性）、各缸工作均匀性、密封性及润滑油消耗率应符合GB/T 1147.1的规定。

4.4.3 试验用氢内燃机的一致性、排放、可靠性、耐久性及气密性应符合GB/T 44723的规定。

### 4.5 氢内燃机台架安装要求

4.5.1 氢内燃机进气管路应与试验台架进气系统采用闭式连接，并控制进气阻力。

4.5.2 应采用试验台架排气系统控制排气背压，安装的排气管直径应与实际使用状态一致；在后处理装置膨胀端上游应安装长度不小于4倍管径的排气管。排气管支管凸缘或涡轮增压器出口至排气后处理装置的距离应取厂家申报的最大值。

4.5.3 氢内燃机附件的安装应符合附录A的规定。

#### 4.6 试验参数控制要求

试验过程中各项参数应符合以下要求：

- a) 进气温度： $25 \pm 2$  °C；
- b) 进气相对湿度：40%~60%；
- c) 进气阻力：按照制造方规定的额定工况进气阻力值进行设定，实际控制值应在规定值 $\pm 0.1$ kPa 范围内；
- d) 出水温度：依据制造方设计值进行控制，允许偏差范围为 $\pm 2$ °C；
- e) 中冷后温度：按制造方规定的额定工况目标设定，实际控制范围应在规定值 $\pm 5$ °C 内，且试验过程中保持中冷温控装置开度恒定；
- f) 中冷压差：按制造方规定的额定工况目标设定，实际控制范围应在规定值 $\pm 1$ kPa 内，且试验过程中保持相关阀门开度恒定；
- g) 润滑油温度：由发动机自身热平衡自然调节，不接入外部温控设备干预；
- h) 排气背压：按制造方规定的额定工况排气背压设定，实际控制值应不大于规定值（即偏差 $\leq -1$ kPa），且试验过程中保持排气背压阀开度恒定。

### 5 试验方法

#### 5.1 性能初试

氢内燃机在标定工况下热机，控制发动机出水温度为 $92 \sim 95$ °C，固定油门开度为100%。从最高空车转速至怠速点之间（含最大扭矩转速点），每隔100r/min选取工况点，记录各工况点发动机常规参数及漏气量等指标。各项参数的测量与记录应在发动机稳定运转5min后进行。

#### 5.2 测试循环试验工况

氢内燃机测试工况应按照GB 17691-2018附录C规定的WHTC（World harmonized transient cycle）瞬态试验循环，试验总时长不少于500h，试验期间水温按照 $92 \sim 95$ °C控制。应记录每个循环的各工况参数，并于每日试验前记录标定点发动机状态。

#### 5.3 润滑油取样及测量要求

润滑油取样和检测要求如下：

- a) 每日停车保养时，应在停机后 5min 内采集润滑油油样一次。油样标签应标明试验名称、试验台架、日期、润滑油型号、机器试验时间、润滑油累计使用时间及抽取的润滑油重量；若发动机状态异常，应根增加取样频率；
- b) 每日停机保养时检查润滑油液面位置，仅当润滑油量达到油底壳下限时方可补油，且须补至油底壳上限，并记录补油量；
- c) 润滑油检测项目应包括常规元素含量、大小颗粒、粘度、碱值及含水量等。粘度出现异常时，需同时检测水分及闪点；换油前需检测含碳量；水分检测按 GB/T 260 执行；
- d) 自测试结束起，所有抽取的油样应至少保留 90d。

#### 5.4 维保要求

试验过程中，试验样机的维保应符合以下要求：

- a) 实时监控试验样机各项性能参数；
- b) 试验过程中应注意检查气路、水路、电路的运行情况；
- c) 试验过程中的故障和维修情况，应按照附录 B 进行记录。

## 5.5 拆检

试验完成后，应对样机进行拆检，检查摩擦副的运行状况。如发现异常，应拍照留存或保存实物用以分析原因。

## 6 试验数据处理

### 6.1 数据有效性判断

数据采集和记录时，应待转速、扭矩及排气温度稳定1min后方可进行，记录时间应不少于20s，记录频率不低于5Hz，且每个工况点需连续进行两次测量。每个工况点取两次测量结果的算术平均值作为该工况点的最终测试结果。两次测量的扭矩偏差小于±2%，燃油消耗率偏差小于±1%，该结果判定为有效，否则判定为无效。

### 6.2 润滑油含水量计算

按照GB/T 260进行水分含量测定，记录润滑油中水的质量百分比(%)或体积百分比(%)。

### 6.3 数据记录

润滑油含水量数据记录内容及格式按照表2执行。

表 2 温度和压力传感器要求

日期	油样编号	油样质量/g	水分含量/质量%或体积%	测量时间	备注
1					
2					
3					
.....					

### 6.4 数据处理

计算每日润滑油含水量的平均值：平均含水量=Σ各次测量值测量次数/测量次数，绘制润滑油含水量随试验时间的变化曲线，分析润滑油含水量的变化趋势。

### 6.5 数据分析

数据分析步骤如下：

- a) 对润滑油含水量数据进行统计分析，计算每日含水量的标准差和变化范围；
- b) 对比不同工况下润滑油含水量的变化，分析工况对润滑油含水量的影响；
- c) 结合润滑油其他性能参数（如粘度、碱值等），综合评价润滑油的使用状态。

## 7 试验报告

试验完成后由试验单位根据试验结果编写试验报告,试验报告应包含但不限于以下内容:

- a) 试验基本信息: 试验日期、试验场所、试验负责人等;
- b) 试验样机参数: 试验机型、性能参数等;
- c) 试验数据: 各工况点参数、润滑油检测结果等;
- d) 试验结果: 润滑油含水量测定结果及分析;
- e) 结论与建议。

附 录 A  
(规范性)  
氢内燃机附件要求

A.1 氢内燃机附件要求

氢内燃机附件要求表A.1。

表 A.1 氢内燃机附件要求

序号	附件名称	具体要求	备注
1	空气滤清器	×	—
2	进气消声器及连接管道	×	—
3	曲轴箱通风装置	△	—
4	排气再循环装置	○	—
5	后处理器总成	×	—
6	节温器	△	—
7	发电机、调压器及蓄电池	△	—
8	发动机电控系统	△	—
9	变速器	×	—
10	余热回收装置	○	若带，则热效率需单独折算
11	两级增压级间中冷器	△	若带，必须采用发动机冷却水循环
12	电子附件（电子水泵、电子 VVT 电子润滑油泵、电子增压器等）	○	若带，则需考虑电子附件耗电量
13	风扇	×	—
<p>注：            ×表示不应带的附件；            △表示应带的附件；            ○表示可选附件；            若发动机无上表所列附件则不用带。</p>			

附 录 B  
(规范性)  
故障记录

B.1 故障记录

故障记录内容见表B.1。

表 B.1 故障记录表

序号	日期	运行时间/h	故障描述 (包括运行循环名称、故障现象等)	临时措施	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

B.2 维修记录

维修记录内容见表B.2。

表 B.2 维修记录表

序号	日期	运行时间/h	零件名称	零件件号	零件厂家	问题描述	临时措施	是否更换
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								