

# CNG 重型车排气含水量对 CO<sub>2</sub> 测量的影响

钟祥麟, 李彤, 黄鹏程, 孟庆梁

中汽研汽车检验中心(天津)有限公司, 天津 300300

**摘要:**为研究不同干湿基修正方法对压缩天然气(compressed natural gas, CNG)重型车冷启动阶段 CO<sub>2</sub> 排放测量结果的影响,在底盘测功机上对某国六 CNG 车辆进行不同试验循环下冷启动测试,分别采用国六标准中推荐的干湿基修正法和排气中水的体积分数湿基修正法计算车辆冷启动阶段的 CO<sub>2</sub> 排放。结果表明:车辆冷启动阶段,采用国六标准推荐的干湿基修正法计算的 CO<sub>2</sub> 排放结果偏差较大;充分热机后,2种方法的计算结果趋于一致;采用国六推荐方法修正时,相比直接湿基测量结果,冷启动热机阶段的排放中 CO<sub>2</sub> 体积分数偏低约14%。对于排气中水的体积分数较大的燃用 CNG、甲醇、汽油等燃料的车辆的冷启动阶段 CO<sub>2</sub> 排放计算,采用排气中水的体积分数计算 CO<sub>2</sub> 湿基修正因子,结果更准确。

**关键词:** CNG; 重型车; 冷启动; 干湿基修正

**中图分类号:** X734.2; U491.92

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-6397(2024)04-0041-07

**引用格式:** 钟祥麟, 李彤, 黄鹏程, 等. CNG 重型车排气含水量对 CO<sub>2</sub> 测量的影响[J]. 内燃机与动力装置, 2024, 41(4):41-47.

ZHONG Xianglin, LI Tong, HUANG Pengcheng, et al. Effect of exhaust water content of a CNG heavy-duty vehicle on CO<sub>2</sub> measurement[J]. Internal Combustion Engine & Powerplant, 2024, 41(4):41-47.

## 0 引言

为了更好地监管和考核车辆的真实排放,我国第六阶段排放标准要求,便携式排放测试系统(portable emission measurement system, PEMS)试验测试成为重型车的一项重要的测试内容<sup>[1]</sup>。大多数 PEMS 设备使用与试验室设备相同的原理测量车辆的排放,按相关要求,排气在干、湿状态下均可测定,但排放计算以湿基结果为准,因此,试验室内通常采用干基测量保证测试结果的准确性,然后参照文献[2]中的干湿基换算方法对干基结果进行湿基修正<sup>[3-4]</sup>。文献[2]中规定的干湿基校正因子基于燃烧产物(主要是 CO<sub>2</sub> 和 CO)的气态干基浓度和燃料特性得到,其前提为假设测试管道中既不发生冷凝也不发生蒸发。

对于水干扰比较敏感的测量成分,必须考虑排放中含水量的影响。试验室中采用不分光红外吸收法(non-dispersive infrared absorption, NDIR)测量 CO 和 CO<sub>2</sub> 时,直采设备通常对废气干燥后测量,避免排气中的水对 CO 和 CO<sub>2</sub> 产生干扰效应。考虑到设备便携性和设备成本等原因,也可以采用 PEMS 测试设备通过湿基测量方法进行测试,可同时检测排气多种化学组分的傅里叶红外光谱分析仪也采用湿基测量方法<sup>[5-6]</sup>。

相关研究表明,当管道或后处理装置的温度低于废气的露点温度时,废气中的水蒸气和其他可冷凝半挥发性成分会发生冷凝<sup>[7]</sup>,当发动机冷启动时,水在后处理系统和排气管道中的冷凝不可避免,使得采样管路中瞬时排气中的含水量与实际燃烧产生的出现偏差,导致该阶段的 CO<sub>2</sub> 和 CO 最终计算结果不准确。主要原因为:基于文献[2]中的计算方法得到的干湿基校正因子与实际排气不一致,因此干基测量后并基于干湿基校正系数计算得到的湿基结果与直接湿基测量结果产生偏差。国外基于轻型车标准试验循环对轻型车冷启动测试时的 CO<sub>2</sub> 排放结果进行研究,结果表明,在后处理系统达到露点温度之前,由于水的冷

收稿日期:2024-04-03

第一作者简介:钟祥麟(1974—),男,天津人,工学博士,高级工程师,主要研究方向为机动车排放控制技术,E-mail:zhongxianglin@catarc.ac.cn。

凝效应,使用干湿基校正系数计算的  $\text{CO}_2$  体积分数和排放质量比直接测量低 5%~13%;如果基于整个测试周期(20~30 min),该效应因为降幅较小(<1%)可以忽略不计<sup>[8]</sup>。该文献仅对轻型车的  $\text{CO}_2$  排放进行了系统研究,考虑到重型车后处理和排气系统与轻型车不同,影响规律是否一致,需要进一步研究确认。

目前,我国现行的重型车排放标准关于冷启动排放未作明确要求,未考虑 PEMS 测试时水温低于 70 °C 的车辆排放,但已有相关研究表明,冷启动阶段的排放不可忽视<sup>[9-13]</sup>。2019 年,欧盟委员会(European commission, EU)发布的 No. 582/2011 标准的修订稿(欧 VIe 阶段)中新增了关于重型车的冷启动排放测试要求<sup>[14]</sup>。 $\text{CO}_2$  作为一种受欧盟监管的温室气体,2019 年 6 月,欧盟通过了第一个重型车  $\text{CO}_2$  排放标准<sup>[15]</sup>。由此可见,未来关于重型车整车排放测试中,冷启动阶段的  $\text{CO}_2$  排放测试必然是重要的测试内容。尽管重型车冷启动排放已得到广泛关注,但针对不同的测量技术,以及干湿基校正因子对测量结果的影响研究很少,本文中重点针对排气含水量较高的压缩天然气(compressed natural gas, CNG)重型车开展冷启动阶段的  $\text{CO}_2$  排放研究,利用 PEMS 测试设备和直采测试设备的测试结果,明确和量化测试结果差异,为我国下一阶段重型车整车排放测试标准的制定提供技术参考。

## 1 试验设备及方法

### 1.1 试验样车和试验设备

试验样车为满足国六排放标准 CNG 重型车,试验车辆基本参数如表 1 所示,2 种测试方法的试验设备基本信息如表 2 所示。

表 1 车辆基本参数

整备质量/kg	长/m	宽/m	高/m	后处理形式	发动机排量/L
9 400	7.425	2.550	4.000	三效催化转换器	13

表 2 试验设备基本信息

测试方法	设备型号	测量原理	量程 <sup>①</sup>	精度
PEMS	Horiba OBS-ONE	加热型 NDIR	0 ~ 20%	不大于满量程的±0.3%
直采	AVL AMA i60	NDIR	0 ~ 20%	不大于满量程的±0.5%

①量程指排气中  $\text{CO}_2$  的体积分数的测量范围。

采用 PEMS 和直采测试设备同时对试验样车行驶过程中的  $\text{CO}_2$  进行测试,其中 PEMS 设备的  $\text{CO}_2$  测试为湿基测量,直采设备的  $\text{CO}_2$  测试为干基测量。测试设备与整车的连接方式如图 1 所示。

### 1.2 试验方法

在试验室内的底盘测功机上进行试验,试验工况循环选择稳态试验循环、中国重型商用车测试工况(China heavy-duty commercial vehicle test cycle, CHTC)瞬态试验循环以及一条实际 PEMS 试验道路路谱做为底盘测功机复现试验循环。

按照文献[2]要求,排放中  $\text{CO}_2$  体积分数的干湿基转换式为:

$$\varphi_w = k_w \varphi_d, \quad (1)$$

式中: $\varphi_w$  为  $\text{CO}_2$  湿基体积分数; $\varphi_d$  为  $\text{CO}_2$  干基体积分数; $k_w$  为干湿基校正因子, $k_w$  有 2 种计算方法。

1)根据文献[2], $k_w$  的计算式为:

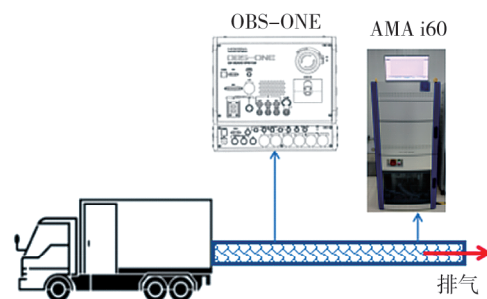


图 1 测试设备安装连接示意图

$$k_w = 1.008 \{ 1 / [ 1 + 0.005a(\varphi(\text{CO}_2) + \varphi(\text{CO})) ] - k_{w1} \}, \quad (2)$$

式中: $a$ 为燃料中氢、碳物质的量的比,参考文献[2],对于压缩天然气, $a=4$ ; $\varphi(\text{CO}_2)$ 为CO<sub>2</sub>干基体积分数; $\varphi(\text{CO})$ 为CO干基体积分数; $k_{w1}=1.608 H_a / (1000 + 1.608 H_a)$ ,其中 $H_a$ 为车辆进气绝对湿度,g/kg, $H_a$ 根据测试车辆所处环境仓的温湿度计算得到,本文中 $H_a$ 由PEMS设备获取。

2)对于采用湿基原理测量的设备,如PEMS设备、傅里叶变换红外光谱分析仪等,可测量获取排气中水的体积分数 $\varphi(\text{H}_2\text{O})$ 。

基于排放中测量水体积分数的干湿基校正因子计算式为:

$$k_{w2} = 1 - \varphi(\text{H}_2\text{O}) / 100. \quad (3)$$

根据文献[2],CO<sub>2</sub>排放的质量流量 $q_m(\text{CO}_2)$ 由CO<sub>2</sub>湿基体积分数 $\varphi_w(\text{CO}_2)$ 和排气质量流量 $q_{m,\text{exh}}$ 计算,CO<sub>2</sub>排放质量流量的数值

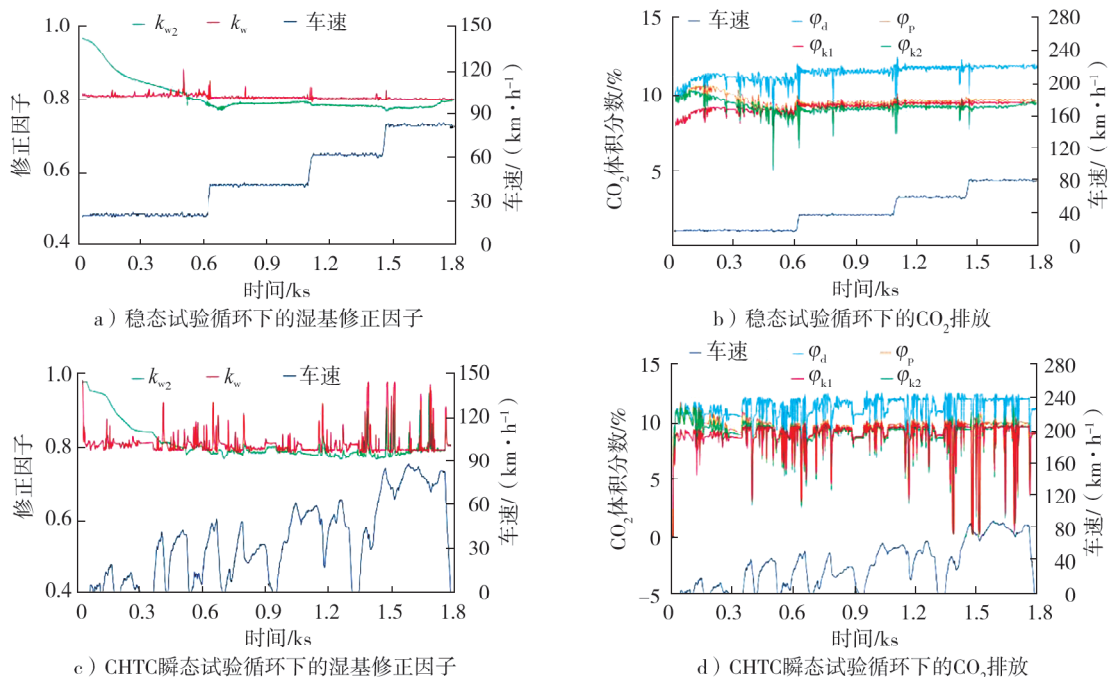
$$\{ q_m(\text{CO}_2) \} = 10\,000 u \varphi_w(\text{CO}_2) \{ q_{m,\text{exh}} \}, \quad (4)$$

式中: $\{ q_m(\text{CO}_2) \}$ 为以kg/s为单位的 $q_m(\text{CO}_2)$ 的数值; $u$ 为CO<sub>2</sub>密度与排气总密度之比,参考文献[2],对于压缩天然气, $u=0.001\,551$ ; $\{ q_{m,\text{exh}} \}$ 为以kg/s为单位的 $q_{m,\text{exh}}$ 的数值;排气流量由PEMS设备的排气流量计获取。

## 2 试验结果及分析

### 2.1 不同湿基校正特征分析

不同冷起动试验循环、不同计算方法得到的湿基校正因子及不同湿基修正计算得到的排放中CO<sub>2</sub>体积分数对比如图2所示,图中 $\varphi_d$ 、 $\varphi_p$ 、 $\varphi_{k1}$ 、 $\varphi_{k2}$ 分别为直采、PEMS测量、 $k_w$ 修正、 $k_{w2}$ 修正的CO<sub>2</sub>的体积分数。由图2可知:1)与基于CO<sub>2</sub>和CO排放得到的 $k_w$ 相比,基于水的体积分数得到的 $k_{w2}$ 曲线整体更平滑;从冷起动开始, $k_{w2}$ 先逐渐降低,大约在第500秒左右, $k_{w2}$ 与 $k_w$ 曲线交叉,随后略低于 $k_w$ ,直至第1800秒左右, $k_{w2}$ 与 $k_w$ 基本趋于一致。2)CO<sub>2</sub>干基体积分数与湿基相差较大,CO<sub>2</sub>干基体积分数比湿基平均偏高约25%;在冷起动后约500s内,由于 $k_{w2}$ 与 $k_w$ 明显差异,采用不同的修正方法获得的CO<sub>2</sub>湿基体积分数存在明显差异, $k_{w2}$ 修正获得的湿基体积分数更接近PEMS测量结果,经过500s后,由于 $k_{w2}$ 与 $k_w$ 基本趋于一致,2种方法修正得到的CO<sub>2</sub>体积分数逐渐一致,但由于PEMS设备的测试偏差,PEMS测得CO<sub>2</sub>湿基体积分数略高。



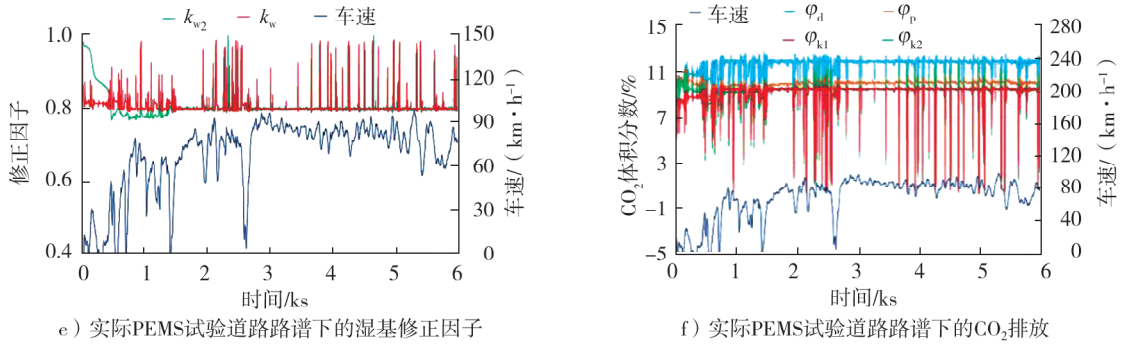


图2 不同冷起动试验循环时不同湿基修正因子及不同湿基因子修正计算得到的CO<sub>2</sub>排放曲线

不同冷起动试验循环,排气中水的体积分数变化与车速及排温的关系如图3所示。由图3可知: 1) 车辆冷起动后,排气中水的体积分数逐渐升高,经过500 s后趋于稳定,随后至第1500秒左右,水的体积分数略高于稳定状态,在第1500秒后,水的体积分数基本稳定,试验过程中出现的水的体积分数急剧回落主要是由于车辆滑行时的断油造成的。2) CHTC瞬态试验循环和实际PEMS试验道路路谱下,水的体积分数在第500秒左右上升达到基本稳定,此时对应的排温约为150℃;稳态试验循环,水的体积分数上升达到基本稳定的时间略长,约为550 s,对应的排温也偏低,约为108℃。原因为稳态试验的前600 s,车辆运行速度为20 km/h,速度较低,负荷较低,排气流量较小,排气后处理系统中吸附的水累积上升较慢,排温升温较慢,因此与后2组瞬态试验循环的差异较大。

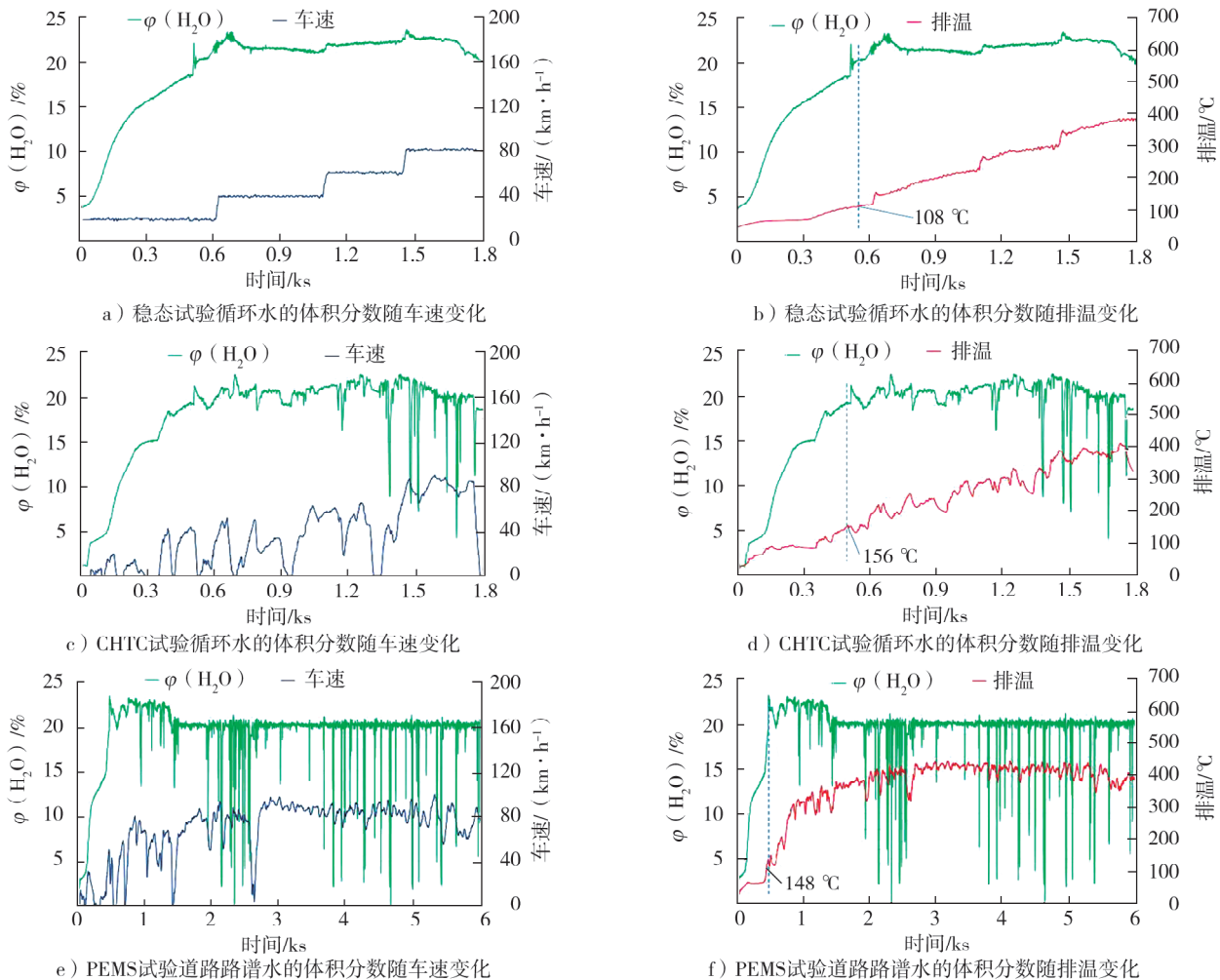


图3 不同冷起动试验循环时排气中水的体积分数与车速和排温的关系

## 2.2 不同湿基校正差异分析

为了进一步明确测得的排气中水的体积分数变化与车辆排温的关系,基于 CHTC 试验循环,对车辆进行相同负载条件下的冷、热起动试验对比。热起动试验为车辆通过高速运行预热,水温、油温、排气后处理温度均达到稳定状态后,停车熄火后再进行起动试验。冷、热起动时的排温、水的体积分数与车速的关系对比如图 4 所示,图中,  $T_c$ 、 $T_h$  分别为冷、热起动时车辆发动机催化器前排温,即车辆原始排温,  $T_{c-PEM}$ 、 $T_{h-PEM}$  分别为冷、热起动时 PEMS 设备测得的车辆排气管末端排温,  $\varphi_c(\text{H}_2\text{O})$ 、 $\varphi_h(\text{H}_2\text{O})$  分别为冷、热起动时排气中水的体积分数。由图 4 可知:1) CNG 车辆原始排温升温很快,不到 60 s 基本达到对应工况的稳定排温,热起动试验时,PEMS 设备排温测试由于与原始排温测点不同,PEMS 设备测得的车辆排气管末端排温与原始排温存在相对稳定的温度差,但由于后处理系统的温升过程比较缓慢,直到约第 1 300 秒时,冷起动时 PEMS 设备测得的车辆排气管末端排温才与热起动试验趋于一致。2) 热起动试验排气中水的体积分数基本稳定,但冷起动试验水的体积分数随时间逐渐增大,到约第 500 秒时与热起动试验基本一致,之后略高于热起动试验,随后逐渐回落并与热起动水的体积分数趋于一致。这是因为冷起动试验时,试验初期后处理系统温度低于露点温度,尾气中的水冷凝以及后处理系统的吸附效应,造成排气中的水无法完全随排气排出,排气中水的体积分数与实际燃烧产生的不一致,随着排气后处理系统温度升高,高于露点温度以及后处理系统吸附逐渐饱和,水的冷凝和吸附不再是主要因素,排气中水的体积分数逐渐与实际燃烧产生的一致(约第 500 秒);当排气后处理系统中的排温高于 100 °C 时,后处理系统中冷凝和吸附的水受热蒸发,一段时间内排气中水的体积分数略高于实际燃烧,排气中水的体积分数逐渐回落达到稳定平衡状态。

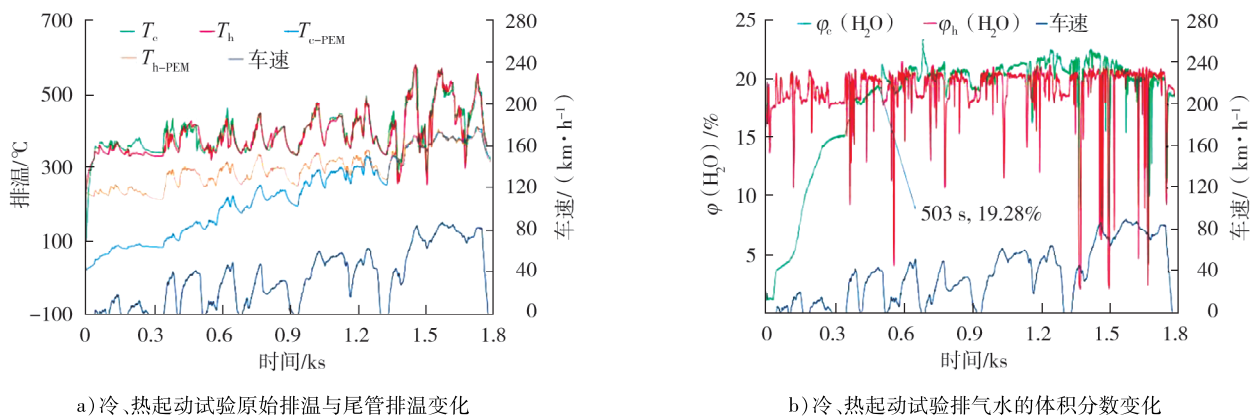


图 4 冷、热起动排温、水的体积分数与车速的关系曲线

冷起动后的前 500 s,是排气中水的体积分数逐渐增大并达到与实际燃烧产物中水的体积分数一致的阶段;500 ~ 1 800 s,是排气中水的体积分数基本达到稳定的过渡阶段;这 2 个阶段的  $k_w$  和  $k_{w2}$  明显不同;第 1 800 秒后的热机状态,排气中水的体积分数基本稳定,不同湿基修正系数计算方法得到的  $k_w$  和  $k_{w2}$  基本一致。由于不同的干湿基修正计算方法造成冷起动过程的干湿基修正系数不同,影响 CO<sub>2</sub> 干基测量的修正结果,因此,为量化其影响,分别使用  $k_w$  和  $k_{w2}$  作为湿基修正因子计算直采 CO<sub>2</sub> 比排放,并以 PEMS 测量的湿基 CO<sub>2</sub> 比排放作为基准,计算相对偏差,以测试的前 500 s、前 1 800 s、试验总时间作为 CO<sub>2</sub> 平均比排放计算时间,对比不同测试时间下 CO<sub>2</sub> 比排放。

不同的冷起动试验循环,采用  $k_w$  和  $k_{w2}$  作为修正因子计算直采 CO<sub>2</sub> 比排放以及相对 PEMS 测量的 CO<sub>2</sub> 湿基比排放的差异如表 3、4 所示。由表 3、4 可知:1) 前 500 s,是水的冷凝吸附为主的阶段,采用  $k_w$  湿基修正方法,相对偏差的绝对值为 10.4%~14.2%,湿基修正后的 CO<sub>2</sub> 比排放明显低估;采用  $k_{w2}$  湿基修正方法,相对偏差的绝对值为 3.0%~6.8%,采用  $k_{w2}$  湿基修正的 CO<sub>2</sub> 比排放明显优于采用  $k_w$  修正。2) 前 1 800 s,采用  $k_w$  湿基修正方法,CO<sub>2</sub> 比排放相对偏差的绝对值为 2.7~5.5%;采用  $k_{w2}$  湿基修正方法,CO<sub>2</sub> 比排放相对偏差绝对值为 3.6~5.7%,2 种方法基本相当。3) 在总试验时间,CO<sub>2</sub> 比排放计算结

果与前 1 800 s 类似,采用  $k_w$  湿基修正方法,CO<sub>2</sub> 比排放相对偏差的绝对值为 5.9%,采用  $k_{w2}$  湿基修正方法,CO<sub>2</sub> 比排放相对偏差的绝对值为 5.8%。由此可见,不同的湿基修正方法,对测试计算结果影响较大阶段主要在起动后的冷凝吸附阶段,该阶段随发动机燃料属性、排气流量、后处理系统构型、季节冷热环境等因素以及时间有所不同,在此阶段,采用文献[2]推荐的式(2)计算干湿基修正因子产生的偏差较大,采用水的体积分数计算干湿基修正因子更合理。测试时间增加,不同干湿基修正因子计算方法的差异减小,得到的 CO<sub>2</sub> 排放趋于一致,并且理论上其与湿基测量结果也基本一致。在本研究中,充分热机后的阶段,相对 PEMS 测量的 CO<sub>2</sub> 比排放偏差(约为-6%)主要是由 PEMS 设备测试偏差造成的,这在图 2f)中有所体现。

表 3 不同修正因子修正后的 CO<sub>2</sub> 比排放与 PEMS 测量结果对比

试验循环	CO <sub>2</sub> 平均比排放/[g·(kW·h) <sup>-1</sup> ]								
	测试的前 500 s			测试的前 1 800 s			总时间		
	PEMS	$k_w$ 修正	$k_{w2}$ 修正	PEMS	$k_w$ 修正	$k_{w2}$ 修正	PEMS	$k_w$ 修正	$k_{w2}$ 修正
稳态循环(1 800 s)	1 155	1 035	1 120	691	672	666			
CHTC(1 800 s)	916	820	873	659	624	624			
道路路谱(6 000 s)	951	816	886	649	613	612	606	570	571

表 4 不同修正因子修正后的 CO<sub>2</sub> 比排放与 PEMS 测量结果相对偏差

试验循环	CO <sub>2</sub> 平均比排放相对偏差/%					
	测试的前 500 s		测试的前 1 800 s		总时间	
	$k_w$ 修正	$k_{w2}$ 修正	$k_w$ 修正	$k_{w2}$ 修正	$k_w$ 修正	$k_{w2}$ 修正
稳态循环(1 800 s)	-10.4	-3.0	-2.7	-3.6		
CHTC(1 800 s)	-10.5	-4.7	-5.3	-5.3		
道路路谱(6 000 s)	-14.2	-6.8	-5.5	-5.7	-5.9	-5.8

### 3 结论

1) 车辆冷起动时,CO<sub>2</sub> 排放测点之前的排放后处理和排气管路需要一定时间才能超过露点温度并逐步达到平衡,随着系统温度升高,排气中水的体积分数逐渐增大并达到基本稳定。

2) 冷起动冷机阶段,采用文献[2]中的推荐公式,直采时 CO<sub>2</sub> 干基测试结果的湿基修正结果产生较大偏差,使用水的体积分数作为湿基修正计算依据更符合实际。

3) 采用排气中水的体积分数计算 CO<sub>2</sub> 湿基修正系数,更符合冷起动阶段的湿基修正,因此无论是干基测量还是湿基测量,必须保证水浓度测量准确。

4) 对于燃烧后排气中水的体积分数较大的 CO<sub>2</sub> 排放测试,如 CNG、汽油、甲醇、氢燃料,需要注意由于干湿基修正方法的不同造成的测试结果偏差,特别是冷起动阶段,由于不同的干湿基修正计算方法造成的 CO<sub>2</sub> 排放结果差异不可忽视,而且 CO 采用同样的测试修正原理,也存在同样的修正计算偏差问题。

#### 参考文献:

- [1] 景晓军,任烁今,汪晓伟,等. 重型车下阶段排放法规基本思路与发展趋势[J]. 汽车安全与节能学报,2023,14(2): 133-156.
- [2] 生态环境部. 重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段):GB 17691—2018[S]. 北京:中国环境科学出版社,2019.
- [3] European Commission. Commission Regulation(EU) No 582/2011 of 25 May 2011 implementing and amending Regulation

- (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy-duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council [S]. Brussels, Belgium:EU,2011:1-168.
- [4] European Commission. Commission Regulation (EU) 2016/427 of 10 March 2016 amending Regulation (EC) No 692/2008 as regards emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 6) [S]. Brussels, Belgium:EU,2016:1-98.
- [5] DAHAM B, ANDREWS G, HU L, ROSARIO B, et al. Application of a portable FTIR measuring on-road emissions [C]//SAE 2005 World Congress & Exhibition. Detroit, USA:SAE International,2005:171-192.
- [6] ZARDINI A A, SUAREZ-BERTO A R, DARDIOTIS C, et al. Unregulated pollutants from tampered two-wheelers [J]. Transportation Research Procedia,2016,14:3109-3118.
- [7] GONZALEZ G N, BAAR R, DRUECKHAMMER J, et al. The thermodynamics of exhaust gas condensation [J]. SAE International Journal of Engines,2017, 10(4):1411-1421.
- [8] GIECHASKIEL B, ZARDINI A A, CLAIROTTE M. Exhaust gas condensation during engine cold start and application of the dry-wet correction factor [J]. Applied Sciences, 2019,9(11):2263.
- [9] 葛蕴珊,吕立群,岳崇会,等.国六重型车实际道路上污染物和温室气体排放特性研究[J].环境科学研究,2023,36(11):2118-2125.
- [10] 王树达,谭建伟,吕立群,等.国六重型柴油-液化天然气车实际道路排放特性研究[J].内燃机工程,2022,43(5):61-67.
- [11] 许丹丹,高东志,李刚,等.冷启动对重型混动车实际道路行驶排放的影响研究[J].环境污染与防治,2022,44(9):1153-1156.
- [12] WEILENMANN M, FAVEZ J Y, ALVAREZ R. Cold-start emissions of modern passenger cars at different low ambient temperatures and their evolution over vehicle legislation categories [J]. Atmospheric Environment, 2009, 43(15):2419-2429.
- [13] FAVEZ J Y, WEILENMANN M, STILLI J. Cold start extra emissions as a function of engine stop time: evolution over the last 10 years [J]. Atmospheric Environment, 2009, 43(5):996-1007.
- [14] European Commission. COMMISSION REGULATION (EU) No 582/2011. implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European parliament and of the council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending annexes I and III to directive 2007/46/EC of the European parliament and of the council [EB/OL]. (2022-12-10) [2023-12-10]. <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/582/2022-12-10>.
- [15] European Commission. Proposal for a regulation of the European parliament and of the council amending regulation (EU) 2019/1242 as regards strengthening the CO<sub>2</sub> emission performance standards for new heavy-duty vehicles and integrating reporting obligations, and repealing regulation (EU) 2018/956 [EB/OL]. (2023-02-14) [2023-12-10]. [https://climate.ee.europa.eu/system/files/2023-02/policy\\_transport\\_hdv\\_20230214\\_proposal\\_en\\_0.pdf](https://climate.ee.europa.eu/system/files/2023-02/policy_transport_hdv_20230214_proposal_en_0.pdf).

## Effect of exhaust water content of a CNG heavy-duty vehicle on CO<sub>2</sub> measurement

ZHONG Xianglin, LI Tong, HUANG Pengcheng, MENG Qingliang

CATARC Automotive Test Center (Tianjin) Co., Ltd., Tianjin 300300, China

**Abstract:** To investigate the influence of different dry-wet correction methods on the measurement results of CO<sub>2</sub> emissions during the cold start phase of a compressed natural gas (CNG) heavy-duty vehicle, cold start tests are conducted on a CHINA 6 CNG vehicle under different test cycles using a chassis dynamometer. The CO<sub>2</sub> emissions during the cold start phase of the vehicle are calculated using the dry-wet correction method recommended by CHINA 6 regulations and the dry-based correction method based on the volume fraction of H<sub>2</sub>O

(下转第55页)