

# 商用车车载诊断系统影响因素分析

董秀云<sup>1,2</sup>, 张涛<sup>1,2</sup>, 刘刚<sup>1,2</sup>, 高翠<sup>1,2</sup>, 杨扬<sup>1,2</sup>, 杨秀花<sup>1,2</sup>

1. 内燃机可靠性国家重点实验室, 山东 潍坊 261061; 2. 潍柴动力股份有限公司, 山东 潍坊 261061

**摘要:**通过车载诊断(on board diagnostics, OBD)系统循环试验,分析商用车 OBD 系统的影响因素。研究表明:排气温度和废气流量是影响 OBD 系统故障诊断的关键因素,两者之间存在最佳匹配区间;整车载质量和排气管长度是影响排气温度的主要因素,排气温度与整车载质量正相关,与排气管长度、整车综合速比负相关;整车综合速比是影响废气流量的主要因素,废气流量与整车综合速比正相关。试验结论可以为商用车设计提供参考。

**关键词:**商用车;OBD;载质量;综合速比;排气管长度

**中图分类号:**U467.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-6397(2022)03-0055-05

**引用格式:**董秀云,张涛,刘刚,等.商用车车载诊断系统影响因素分析[J].内燃机与动力装置,2022,39(3):55-59.

DONG Xiuyun, ZHANG Tao, LIU Gang, et al. Analysis of influence factors of OBD system for commercial vehicle[J]. Internal Combustion Engine & Powerplant, 2022, 39(3): 55-59.

## 0 引言

汽车尾气污染环境,有关部门制订了相应的标准和管理条例,加强对机动车排放污染物和车载诊断(on board diagnostics, OBD)系统的监管,加大对不合规企业的处罚,随着重型柴油车排放标准的提高,对 OBD 控制系统提出了更高的要求<sup>[1-4]</sup>。

本文中基于 OBD 试验循环,选择不同厂家、排量、车型、整车综合速比的车辆进行 OBD 数据采集,分析 OBD 系统故障诊断的关键因素以及整车载质量、整车综合速比、排气管长度对商用车 OBD 系统关键因素的影响。

## 1 试验分析

### 1.1 试验路线

整车 OBD 系统试验路线与循环严格按照文献[1]的要求。不同类型的车辆,测试运行道路组成如表 1 所示。试验开始点和结束点之间海拔高度差不得超过 100 m,并且试验车辆的累计正海拔高度增加量应不大于 1200 m/(100 km)。车辆试验路线包括市区、市郊和高速路线,按市区—市郊—高速行驶顺序连续进行。车辆市区路段平均车速为 15~30 km/h;市郊路段平均车速为 45~70 km/h, N1 类车辆的平均车速为 60~

表 1 不同类型车辆测试道路占比组成 %

商用车类型	市区占比	市郊占比	高速占比
N1	34	33	33
M2, M3, N2	45	25	30
N3	20	25	55

收稿日期:2021-06-09

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFB0103504)

第一作者简介:董秀云(1987—),女,山东潍坊人,工程师,主要研究方向为车载诊断系统在整车的标定与验证, E-mail: dongxy@weichai.com。

90 km/h;高速路段平均行驶车速大于 70 km/h,N1 类车辆的平均行驶速度大于 90 km/h。第一个出现车速超过 55 km/h 的短行程记为市郊路的开始(N1 类车辆为 70 km/h),第一个出现车速超过 75 km/h 的短行程记为高速路的开始(N1 类车辆为 90 km/h)。最短测试时间应当满足:测试车辆的累计功达到发动机瞬态循环(world harmonized transient cycle,WHTC)功的 4~7 倍。

### 1.2 最佳 OBD 区域分析

选取不同类型多种配置参数的整车进行对比,试验车辆配置如表 2 所示。

表 2 试验车辆配置

序号	车辆类型	发动机排量/L	车辆满载质量/t	车辆综合速比	排气管长度/m	序号	车辆类型	发动机排量/L	车辆满载质量/t	车辆综合速比	排气管长度/m
1	牵引车	12	49	2.89	1.50	7	起重机	8	33	5.92	0.87
2	牵引车	12	40	3.20	1.30	8	起重机	10	25	4.26	2.00
3	牵引车	10	25	2.89	1.90	9	水泥搅拌车	7	31	4.47	0.90
4	自卸车	10	25	4.80	1.20	10	水泥搅拌车	9	31	4.90	2.30
5	自卸车	10	31	5.26	3.30	11	客车	7	16	2.85	1.00
6	载货车	6	18	4.88	2.40	12	客车	10	18	2.49	1.00

选择表 2 中的部分车型,整车载质量为车辆最大载质量(满载质量与整备质量之差)的 75%,进行 OBD 循环试验,将采集数据通过 Uniplot 绘制万有特性曲线<sup>[5-7]</sup>,结果表明,排气温度和废气流量是影响 OBD 系统故障诊断的关键因素,排气温度上、下限和废气流量上、下限包围的区域为 OBD 最佳控制区间,如图 1 所示,红色曲线表示排气温度,下限为 250 °C,上限为 410 °C,黑色曲线表示废气流量,下限为 600 kg/h,上限为 1500 kg/h。该区间为商用车常用运行工况区,在该区间内发动机匹配最佳,NO<sub>x</sub> 排放控制稳定。若整车不能长时间持续运行在最佳匹配区间,便存在 OBD 风险<sup>[8-10]</sup>。

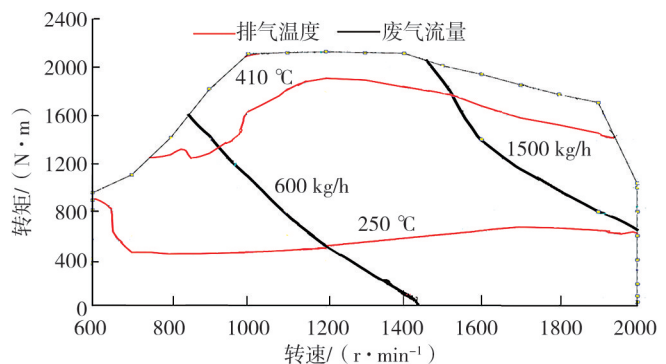


图 1 排气温度和废气流量最佳匹配区间

不同车型排气温度和废气流量不同,最佳匹配区间的限值略有差异,但排气温度和废气流量的走势基本一致,且每辆车均存在 OBD 最佳匹配区间。

不同车型的 OBD 系统风险因素不同,牵引车的 OBD 风险因素主要是废气流量小;载货车的 OBD 风险因素主要是排气温度低;自卸车、起重机及水泥搅拌车的 OBD 风险因素主要是排气温度低,废气流量大;客车的 OBD 风险因素主要是排气温度低、废气流量小<sup>[11-12]</sup>。

## 2 OBD 控制系统风险因素分析

### 2.1 整车载质量

结合万有特性曲线,测量某机型发动机在转速为 1000、1200、1400 r/min 时,不同转矩对应的涡后排气温度,结果如表 3 所示。

由表 3 可知:同等转速下转矩越高,发动机涡后排气温度越高;同等转矩下,转速越高,发动机涡后

气温度越低。同等转速下,车辆载质量越高,整车转矩越高,因此,随着整车载质量增加,发动机涡轮后排气温度升高。

表3 3种转速下不同转矩工况对应的涡轮后排气温度测量结果

发动机转速/ ( $r \cdot \min^{-1}$ )	转矩 400 N·m	转矩 600 N·m	转矩 800 N·m	转矩 1000 N·m	转矩 1200 N·m	转矩 1400 N·m	转矩 1600 N·m	转矩 1800 N·m	转矩 2000 N·m
1000	254	313	359	395	422	444	458	468	476
1200	241	287	322	346	365	379	391	411	450
1400	230	267	295	315	320	346	373	417	472

某牵引车,整备质量为9 t,满载质量49 t,整车载质量分别为最大载质量的10%、50%和100%,即分别为4、20、40 t,记为试验1、2、3;按照OBD试验循环,记录高速段的平均排气温度、废气流量,所采集的试验数据要求环境温度接近(相差不超过10℃),测量结果如表4所示。其中,除试验1排气温度未进入匹配区间,其余试验排气温度、废气流量均进入匹配区间。

表4 某牵引车不同载质量的平均排气温度和废气质量流量

试验	平均排气温度/℃	废气质量流量/( $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ )
1	240	800
2	320	800
3	340	900

由表4可知:平均排气温度与试验加载质量正相关,加载质量低导致排气温度无法进入匹配区间;废气流量随加载质量的增加而增加,但加载质量越低,对废气流量影响越小,且加载质量的变化未影响废气流量进入匹配区间。

### 2.2 整车综合速比

选取6种载货车,满载质量均为31 t,轮胎相同,变速箱和后桥配置不同,对比6种车辆常用挡位(最高12挡、次高11挡)综合速比,数据如表5所示。

表5 不同载货车综合速比

车辆编号	变速箱	主减速比	11挡	12挡
1	12JSD160T	3.08	3.95	3.08
2	12JSD160TA	4.11	4.11	3.21
3	12JSD160T	3.42	4.37	3.42
4	12JSD160TA	4.44	4.44	3.46
5	12JSD160TA	4.88	4.88	3.80
6	12JSD160TA	5.29	5.29	4.12

由表5可知,车辆1~6,同挡位综合速比依次增大。通过仿真计算,分别绘制11挡和12挡的等速线,得到排气温度、废气流量的最佳匹配区间,如图2所示。图中1车12挡、1车11挡、2车12挡、2车11挡、3车12挡、3车11挡、4车12挡、4车11挡、5车12挡、5车11挡、6车12挡、6车11挡用1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12分别表示。

由图2可知,中间黄色区域为OBD最佳匹配区间。同一挡位,随着综合速比增加,排气温度依次降低,废气流量依次升高。1车12挡排气温度最高,6车11挡最低,综合速比过大导致排气温度无法达到最佳匹配区间;6车11挡的废气流量最大,1车12挡的最小,综合速比小的车能达到的最大废气流量小于综合速比大的车,按照此趋势,综合速比过小导致废气流量无法达到最佳匹配区间。

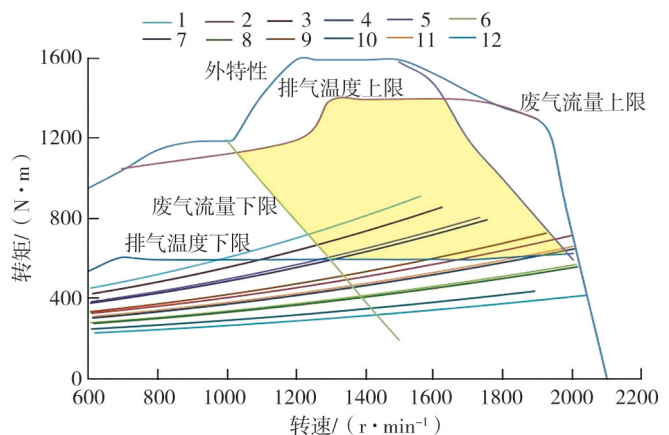


图2 6种载货车排气温度和废气流量最佳匹配区间

选取同一车型、不同综合速比的自卸车进

行实车验证,3车均使用最高挡位且满载运行,最高挡综合速比分别为4.900、5.262、5.920,满载质量分别为25、25、31 t。按照OBD试验循环运行,试验结果如表6所示。

表6 某自卸车不同综合速比试验结果

满载质量/t	变速箱	主减速比	最高挡综合速比	平均排气温度/℃	废气质量流量/(kg·h <sup>-1</sup> )
25	10JSD160	6.72	4.900	300	700
25	12JSD180T	5.26	5.262	270	900
31	12JSD160T	5.92	5.920	290	1200

由表6可知,满载质量相同时,综合速比越高,排气温度降低,废气流量增加。与表4对比可知,综合速比对排气温度的影响弱于满载质量。综合速比对废气流量的影响大于对排气温度的影响。

### 2.3 排气管长度

排气管也是影响排气温度的关键因素之一<sup>[13]</sup>,排气管长度、包裹影响排气管的散热或保温能力,从而影响排气温度。目前排气管包裹已全面实施,文中主要考虑排气管长度。

排气管长度对排气温度的影响可利用仿真方法计算,模拟环境温度为-10℃和30℃时,排气管不同位置的温降情况。选择排气管长度为3 m,涡轮增压器后设置为测试点0,1.25 m处为测试点1,之后每隔0.25 m设置一个测试点,3 m处为测试点8,设置9个测试点,如图3所示。

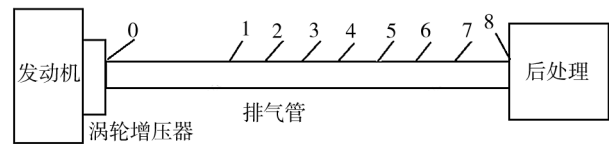


图3 排气管测试点示意图

测试不同环境温度下每个测试点与上一个点之间的温降,结果如表7所示。

表7 排气管不同测试点的温降 ℃

环境温度	测点1	测点2	测点3	测点4	测点5	测点6	测点7	测点8
30	5.40	5.15	4.96	4.75	4.55	4.41	4.22	4.05
-10	4.49	4.22	3.97	3.75	3.52	3.36	3.21	3.06

由表7可知:环境温度为30℃时,排气管长度每增加0.25 m,排气温度降低约4.0~5.5℃;环境温度为-10℃时,排气管长度每增加0.25 m,排气温度降低约3.0~4.5℃。排气管长度与排气温度负相关,排气管长度每增加1 m,排气温度降低约12~20℃。设计排气管时,应尽量使用短排气管,并对排气管采取良好的保温措施<sup>[14]</sup>。

## 3 结论

- 1) 整车载质量与排气温度正相关,加载质量低会导致排气温度无法进入匹配区间。
- 2) 随着综合速比增加,排气温度依次降低,废气流量依次升高;综合速比过大会导致排气温度无法达到最佳匹配区间,综合速比过小会导致废气流量无法达到最佳匹配区间。
- 3) 排气管长度与排气温度负相关,设计排气管时,应尽量使用短排气管。

### 参考文献:

- [1] 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,2018.
- [2] 环境保护部. 重型柴油车、气体燃料车排气污染物车载测量方法及技术要求:HJ 857—2017[S]. 北京:中国环境出版

社,2017.

- [3] 汪洋. 重型柴油车排污现状及监管对策[J]. 资源节约与环保,2019(6):113.
- [4] 彭继银. 柴油机 SCR 系统尿素喷射控制机制研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2019.
- [5] 杜宝程,张运,耿杨涛,等. 驾驶风格对轻型汽油车实际行驶污染物排放的影响研究[J]. 内燃机与配件,2019(17):13-15.
- [6] 丁一峰,李君,刘宇. 重型柴油车实际道路行驶工况试验研究[J]. 汽车工程,2017,39(12):1438-1443.
- [7] 杨忱,刘淋磊. 基于运行大数据的重型卡车行驶工况研究[J]. 汽车实用技术,2019(20):61-63.
- [8] 翟学超,张艺琛,张晴. 柴油发动机尾气后处理技术应用研究[J]. 时代汽车,2019(18):19-21.
- [9] 高庆文,崔慧峰,巫世晶. 国五重型柴油车实际道路排放试验研究及优化[J]. 内燃机,2018(6):15-17.
- [10] 黄志强,钱人杰,刘依敏. 重型柴油机国VI与国V法规比对研究[J]. 汽车与配件,2018(26):71-73.
- [11] 张宁,郝少锋,李盼. 第五阶段和第六阶段排放标准对比研究[J]. 汽车实用技术,2018(15):279-280.
- [12] 张涛,王树森,邹忠永,等. 基于车载排放法商用车排放影响因素研究[J]. 内燃机与动力装置,2020,37(1):47-53.
- [13] 王志红,钱超,郑灏,等. 基于 PEMS 的重型柴油车尾气污染物排温敏感性试验研究[J]. 汽车实用技术,2017(2):171-175.
- [14] 刘刚,赵甲运,侯建军,等. 重型柴油车配置对实际道路 NO<sub>x</sub> 排放的影响[J]. 内燃机与动力装置,2019,36(6):48-54.

## Analysis of influence factors of OBD system for commercial vehicle

DONG Xiuyun<sup>1,2</sup>, ZHANG Tao<sup>1,2</sup>, LIU Gang<sup>1,2</sup>, GAO Cui<sup>1,2</sup>,  
YANG Yang<sup>1,2</sup>, YANG Xiuhua<sup>1,2</sup>

1. State Key Laboratory of Engine Reliability, Weifang 261061, China; 2. Weichai Power Co., Ltd., Weifang 261061, China

**Abstract:** According to the on board diagnostics (OBD) system cycle test, the factors of effect commercial vehicle OBD system are analyzed. The results show that the exhaust temperature and exhaust gas flow rate are the key factors affecting the OBD system, and there is an optimal matching between them. The vehicle mass and exhaust pipe length are the key factors affecting the exhaust temperature. It is positively related to the vehicle mass, negatively related to the length of the exhaust pipe and the overall speed ratio of the vehicle. The overall speed ratio of the vehicle is the key factor affecting the exhaust gas flow rate, it is positively related to the overall speed ratio of the vehicle. The test results can provide reference for commercial vehicle design.

**Keywords:** commercial vehicle; OBD; vehicle mass; vehicle speed ratio; exhaust pipe length

(责任编辑:郎伟锋)

(上接第 54 页)

are designed according to the 3 parameters affecting the combustion chamber structure; compression clearance, pit diameter and pit bottom fillet radius. The Converge software conducts combustion simulation analysis for different combustion chamber schemes respectively. The results show that the smaller compression clearance can promote the fluid movement in the cylinder, and the smaller compression clearance is also beneficial to reduce the volume of the unburnt area of the combustion chamber, which is beneficial to the combustion process. Increasing the radius of the pit bottom is not conducive to improve the flow of air in the cylinder, which is unfavorable to the combustion process. Optimizing the pit diameter in a small range has little effect on combustion performance.

**Keywords:** coalbed methane engine; combustion chamber; pit diameter; pit bottom fillet radius

(责任编辑:刘丽君)