

PVE测试合规风险研究

秦金龙, 陈磊, 刘明, 张志辉, 胡君, 徐划龙

中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆

收稿日期: 2023年2月15日; 录用日期: 2023年3月15日; 发布日期: 2023年3月27日

摘要

本文依据国六法规和工程经验对PVE测试进行了简介, 重点研究了测试过程中可能导致测试失败或测试结果不符合法规要求的风险点, 助力企业更好地开展PVE测试以及规避合规问题。

关键词

PVE, 合规, 风险

Research on PVE Test Compliance Risk

Jinlong Qin, Lei Chen, Ming Liu, Zhihui Zhang, Jun Hu, Hualong Xu

China Automotive Engineering Research Institute Co., Ltd., Chongqing

Received: Feb. 15th, 2023; accepted: Mar. 15th, 2023; published: Mar. 27th, 2023

Abstract

This article introduces the PVE test based on the National VI regulations and engineering experience, and focuses on the risk points during the test process that may cause the test to fail or the test results not meet the requirements of the regulations, so as to help companies better carry out PVE tests and avoid compliance issues.

Keywords

PVE, Compliance, Risk

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中国第六阶段轻型汽车污染物排放标准(简称国六)已于 2020 年 7 月 1 日在全国范围内实施[1], 与中国第五阶段相比, 国六对于 OBD 系统的诊断项目、要求、条件等各方面进行了不同程度的细化和加严, 国五阶段的测试方法已不足以适用国六 OBD 系统, 因此, 国六新增了量产车辆评估测试(简称 PVE)来保证 OBD 系统的生产一致性, PVE 测试总体分为三大部分, 分别是标准化测试(简称 J1)、监测要求验证(简称 J2)和在用监测性能验证(简称 J3) [2], 其测试流程如图 1 所示, 企业须在规定的时段内完成相关测试并将报告上传到环保公开系统。由于 PVE 测试属于企业自查类试验, 企业对于标准的理解欠缺或测试方法的不明确可能会导致测试结果不合规的情况, 而目前对于 PVE 的研究主要集中在 J2 测试方法上, 通过研究故障监控原理、诊断机制或开发更有效的测试方法来缩短测试周期[3], 而对 PVE 测试中的合规风险研究较少, 因此, 本文基于法规以及工程经验对 PVE 测试过程中的合规风险进行研究, 助力企业保证测试的完整性和合规性。



Figure 1. PVE test process

图 1. PVE 测试流程

2. 标准化测试合规风险研究

标准化测试(简称 J1 测试)的目的是验证车辆的底层协议是否满足法规要求, 分为静态测试和动态测试[4]。静态测试为 J1699 型式核准测试中第 5 章至第 9 章的内容, 动态测试为第 10 章至第 11 章的内容。

静态测试验证车辆与 SAE J1699-3 扫描工具之间的通讯, 根据扫描工具测试程序上的一系列指令对车辆进行操作, 观察车辆 OBD 系统能否做出正确的应答。测试过程中需注意车辆类型、发动机类型、动力总成类型以及 ECU 数量的选择, 软件会根据输入的基本信息来选择测试程序, 避免因输入信息错误而导致测试结果误判。测试程序主要分为四部分, 分别为检查通讯协议、检查故障诊断和 MIL 激活规则、检查故障自然清除规则、检查 CARB 循环清除永久故障码规则, 具体流程如图 2 所示。

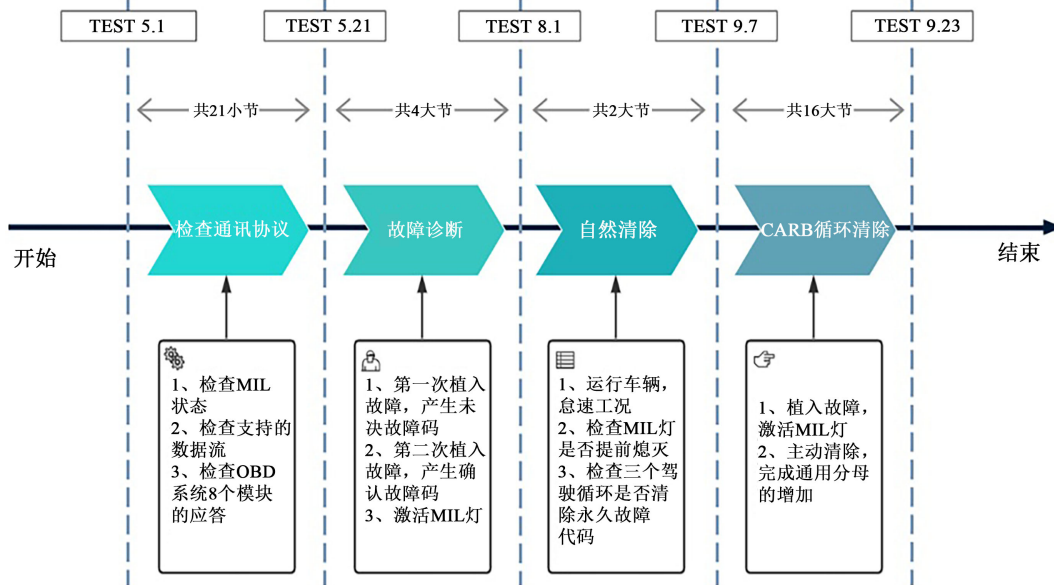


Figure 2. J1 test process
图 2. J1 测试流程

动态测试验证 OBD 系统在用监测性能(简称 IUPR)的分子和分母能否正常增加, 主要流程分为四部分, 分别为检查就绪状态、读取当前 IUPR 信息、运行 CARB 循环、运行特殊工况。由于各监控项分子增加条件有所差异, 例如蒸发系统分子分母的增加需要车辆冷启动、配备 DMTL 泵的燃油蒸发系统需要在车辆下电状态下才进行诊断, 因此, 部分监控项分子未能在一个驾驶循环内完成增加, 此时可以暂时中止动态测试程序, 待运行特殊工况后该项分子增加了再执行动态测试程序。

Name	Measured value	Unit	Comment
PID01	0000 0000	Bit	清除DTC之后的监控状态
	0000 0111		• 故障指示灯关闭, 0 个故障代码
	1111 0101		• 失火监控 支持 并且已完成
	1111 0101		• 燃油系统监控 支持 并且已完成
			• 综合元器件监控 支持 并且已完成
			• 催化器监控 支持
			• 加热催化器监控 不支持
			• 蒸发系统监控 支持
			• 二次空气系统监控 不支持
			• 颗粒物过滤器监控 支持
			• 氧传感器监控 支持
			• 氧传感器加热器监控 支持
			• 废气再循环系统以及/或VVT系统监控 支持

Figure 3. Monitor status after clearing DTC
图 3. 清除 DTC 之后的监控状态

标准化测试存在因法规差异导致报错的情况。测试程序在对车辆所支持的监控以及其就绪状态进行检查时, 支持某项监控则在对应的 Bit 位置 1, 反之置 0, 如图 3 所示。对于单一气体燃料车, 国六法规对此类车型不要求做燃油蒸发系统诊断, 而美标无此项要求, 由于扫描工具是基于美标而设置的测试程序, 因此在对国六此类车型进行标准化测试时, 扫描工具会因车辆不支持燃油蒸发系统监控而报错, 导致输出的测试报告中出现失败项。对于汽油车颗粒物过滤器监控, 美标对此项也无要求, 因此扫描工具测试程序中对该项 Bit 位默认置 0, 而汽油车颗粒物过滤器监控是国六法规新增的监控项, 因此支持颗粒物过滤器监控的国六汽油车该项 Bit 位会置 1, 同样会导致测试程序报错。上述两种情况是由于法规之间

的差异而导致的, 因此出现失败项是允许的, 但需在提交报告的同时上传一份情况说明, 制造商应实事求是反映车辆支持的监控项以及就绪状态, 不可通过修改车辆软件的方式让测试程序通过。

3. 监测要求验证合规风险研究

监测要求验证(简称 J2 测试)主要对量产车辆 OBD 系统进行全面评估, 验证车辆是否能正确监测到故障[5]。OBD 系统通常有 300 到 500 个故障, 不同标定系统的控制策略也存在差异, 因此 J2 测试是 PVE 测试中工作量最大、内容最繁杂的部分, 其测试难点主要集中在故障植入方法上[6]。

故障植入会依据每个故障码的使能条件来选取合适的方法进行, 这些条件包括电压、电流、电阻、冷却液温度等等, 只有全部满足才能成功植入故障, 整个过程同时也是检验 OBD 系统监测的排放控制系统信息内容是否正确, 正确植入确认故障后, 还需观察仪表盘 MIL 灯是否被激活, 当前也不可存在与目标故障码无关的故障, 常用故障植入方法如表 1 所示。

Table 1. Fault insertion method

表 1. 故障植入方法

序号	故障植入方法	基本原理	示例
1	串电阻模拟	分压、分流	P000A (进气 VVT 运行故障(迟缓))
2	转接盒模拟	断线、短接	P0201 (一缸喷油器控制电路开路)
3	专用设备模拟	精确控制设定的参数	P0300 (多缸失火)
4	信号发生器模拟	对原信号进行干扰或替换	P0341 (进气凸轮轴传感器信号不合理)
5	硬件模拟	用故障件代替原部件	P226D (GPF 移除)
6	CAN 通讯模拟	对 CAN 信号进行修改	P1212 (车速超最大范围)

国六法规规定 PVE 测试只能通过硬件手段来植入故障, 不可通过修改软件的方法来验证故障码, 车辆的软件标定识别码(CALID)和软件标定验证码(CVN)在整个 PVE 测试需严格保持一致。对于危及人身安全的、在 OBD 型式认证试验中已演示的和排放中性的故障码可以申请豁免, PVE 测试不要求验证不点亮 MIL 灯的故障, 因此, PVE J2 测试整体大约有 40%的故障可以免于验证[3]。

J2 测试文件需包含 OBD 系统 8 个模块的服务信息[3], 如表 2 所示。由于部分 OBD 系统不会在车辆运行中存储永久故障码, 因此测试文件的保存应在未决故障码或确认故障码报出后, 在下一个驾驶循环开始前的上电状态保存测试文件, 可以存储完整的测试结果。在测试过程中, 故障预处理循环与验证循环应连续, 驾驶循环与点火计数一一对应, 即测试文件中点火计数应连续。

Table 2. Module service information

表 2. 模块服务信息

模块	服务内容	示例
MODE1	数据流、就绪状态	PID05 发动机冷却液温度
MODE2	冻结帧	冻结故障报出时刻的部分数据流
MODE3	确认故障码	当前已经确认存在的故障
MODE4	主动清除故障码	主动清除未决、确认故障码, 不可清除永久故障码
MODE6	特定部件监控数据	失火次数、脱附流量
MODE7	未决故障码	当前存在的故障
MODE9	车辆信息、IUPR 信息	VIN、CALID、CVN
MODEA	永久故障码	确认故障码会转为永久故障码存在 ECU 中

故障码的消除需要车辆运行过程中达到对应故障的监测条件才能完全消除故障，PVE 测试没有严格要求对每个故障码进行消除循环并保存测试文件，因此可以采用 MODE4 服务清除未决故障码和确认故障码，不影响下一个故障码的验证，但是需要在有 IUPR 要求和无 IUPR 要求的诊断项中各挑选一个进行永久故障码的消除[2]，验证无故障条件下永久故障码的清除是否符合 GB 18352.6-2016 附录 J.3.2.5 的要求，并记录相关测量文件。

永久故障码的消除方式分别为自然消除和 CARB 循环消除，需挑选的两个故障码进行两种方式的消除验证并保存测量文件，故障码的选取也应符合要求，有 IUPR 要求的故障码如表 3 所示，无 IUPR 要求的故障选择合理性或开短路故障即可。自然消除下按照植入故障的工况驾驶车辆，在当前驾驶循环结束后，车辆上电观察故障码是否消除，连续进行三个驾驶循环即可消除永久故障码[7]。CARB 循环消除需要利用 MODE4 服务主动清除未决故障码和确认故障码，然后按照植入故障的工况驾驶车辆并满足通用分母增加规则，当前驾驶循环结束后，车辆下一次点火之前观察永久故障码是否清除。

Table 3. Diagnostic Trouble Codes (DTCs) with IUPR requirements

表 3. 有 IUPR 要求的故障码

监控项	监控要求	故障码示例
催化器	催化器转化效率下降	P0420
前氧传感器	响应慢、特性偏移	P0133
后氧传感器	浓到稀、稀到浓响应慢	P013A
蒸发系统	1 mm 泄露、脱附流量	P0442
VVT 系统	响应迟缓、响应错误	P0011
颗粒捕集器	性能下降、完全移除	P226D

4. 在用监测性能验证合规风险研究

在用监测性能验证(简称 J3 测试)主要验证车辆在实际使用中 IUPR 是否满足最低要求，以保证车辆在全生命周期内 OBD 系统能持续监测车辆状态[8]。

J3 测试车辆的挑选应符合相应的条件：1) 汽车应至少已经使用了 6 个月或 15,000 km，且不超过 160,000 km。2) 车辆有定期维护证明且无大修。3) 汽车应无滥用迹象(如超速、超载、误加油或其他滥用)或存在其他可能影响排放性能的现象(如非法改动)。4) 车辆应该未存储故障代码。5) 分母计数器数值和 IUPR 率应满足对应要求，如表 4 所示。6) 同一车型至少收集 15 辆车的在用监测数据，对于年销量少于 5000 辆的车型，车辆收集数量可少于 15 台[2]。

Table 4. Requirements of denominator counter and IUPR

表 4. 分母计数器与 IUPR 要求

监测要求对象	国六标准	
	最小 IUPR 率	分母要求
催化器	0.336	≥150
氧传感器	0.336	≥150
二次空气系统	0.1	≥75
冷启动系统	0.1	≥150

Continued

蒸发系统(1 mm)	0.26	
蒸发系统(脱附流量)	0.336	≥75
蒸发系统(0.5 mm)	0.1	
EGR 系统	0.336	≥150
VVT 系统	0.336	≥150
颗粒捕集器系统	0.1	≥75
强制曲轴箱通风系统	0.1	≥150

J3 测试难点在于挑选完全符合要求的车辆,由于驾驶员的不确定性,各监测项的诊断频率大相径庭,特别是蒸发系统监控,因其需要车辆冷启动才进入诊断,因此在实际使用过程中诊断机会不多,导致其分母与 IUPR 率在量产后 12 个月内不易满足最小 IUPR 要求,制造商应充分考虑诊断策略和诊断条件的合理性,抽样时也应尽量选择里程数高和使用时间长的车辆。对于年销量少于 5000 辆的车型,应提供年销量证明材料,可按对应比例确定收集车辆的数量,但不可低于 3 台。

5. 合规风险点

- 1) 标准化测试时,车辆信息应输入无误,避免因测试程序不匹配而导致测试失败。
- 2) 标准化测试严格按照程序指令进行,程序每一步完成后都会进行数据采集和校验,对应操作完成后再进行下一步,避免人为因素导致结果误判。
- 3) 允许因法规差异而导致的标准化测试失败项,不可通过修改测量软件的方式消除失败项,在提交报告的同时,需上传一份情况说明。
- 4) 进行故障码验证时,只有诊断策略或阈值相近的故障码才可以同时报出,不可出现无关故障,否则, OBD 系统将会视为不稳定。
- 5) 不可采用修改标定的方式来进行故障码验证, CALID 和 CVN 在整个 PVE 测试过程中需严格保持一致。
- 6) 进行故障码验证时,保存文件的时机应在下一次启动前,点火计数应连续。
- 7) 需挑选有 IUPR 要求和无 IUPR 要求的故障码进行消除循环验证并保存测试文件,有、无 IUPR 要求的故障码应挑选正确。
- 8) 按要求挑选在用车辆,不能低于 3 辆,采集数据中存在的问题应体现在报告中。

6. 总结

基于法规和工程经验,对 PVE 测试过程中的合规风险进行了研究,总结出 8 条风险点,由于 PVE 测试并非强制检验项目,合规风险也并非由专业的检测机构来把控,企业需自行承担风险,对 PVE 测试也应该引起足够重视,可根据风险点规范化 PVE 自查试验,保证测试的完整性和合规性,并做好备案工作,以备环保部门抽查。

参考文献

- [1] 秦金龙, 宫宝利, 胡君, 徐划龙, 张志辉, 刘明, 陈磊. 轻型车国六与欧六 OBD 标准对比研究[J]. 环境保护前沿, 2022, 12(2): 195-201
- [2] 环境保护部. GB 18352.6-2016. 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段) [S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2016.

-
- [3] 王力辉, 刘乐, 凌健. 基于 OBD 系统的量产车评估(PVE)测试方法研究[J]. 小型内燃机与车辆技术, 2019, 48(5): 49-55.
- [4] 张盼望, 陈哲远, 桂佩佩. 轻型汽油车 PVE 测试方法的研究[J]. 汽车工师, 2021(2): 48-50
- [5] 邹雄辉, 王亚飞, 耿培林, 王力辉, 刘乐, 李菁元. 基于不同发动机控制系统的量产车辆评估测试(PVE)方法对比分析[J]. 小型内燃机与车辆技术, 2021, 50(2): 67-71
- [6] 刘丽峰, 凌健, 程秀围. 轻型车国六 OBD 量产车辆评估测试方法研究[J]. 小型内燃机与车辆技术, 2021, 50(4): 68-70.
- [7] 李波辉, 周振亮. 国六排放下汽车 PVE 试验方法及原理研究[J]. 装备制造技术, 2021(11): 141-144
- [8] 刘旭洋, 张宇光, 范智权, 董德胜. 基于国六排放标准下的量产车评估测试(PVE)方法研究[J]. 汽车工程师, 2021(11): 5-8