

积碳清洗剂对汽车动力性能提升的试验研究

龚 击, 梁 巍, 卢柳青, 范 毅*

南宁学院交通运输学院南宁市新能源汽车动力传动系统工程技术研究中心, 广西 南宁

收稿日期: 2024年2月22日; 录用日期: 2024年3月21日; 发布日期: 2024年3月29日

摘 要

发动机积碳增多将使燃烧性变差、汽车动力性下降。受燃油品质、驾驶条件、日常维护、环境与交通等因素影响, 积碳随着使用时间而逐渐增加, 因此降低积碳对汽车性能提升有较大意义。基于CDS-150型底盘测功机, 对一台一汽威志在用汽车使用一种免拆式积碳清洗剂前后的动力性能进行测试。结果表明, 积碳清洗前后最高车速分别为144.7 km/h、148.9 km/h, 最高车速提升2.9%; 积碳清洗前后0~100 km/h (百公里)加速时间分别为13.3 s、14.1 s, 缩短0.8 s; 积碳清洗前后最大爬坡度分别为65%、69%, 增幅达6.2%, 测试的积碳清洗剂对发动机的动力性提升明显。

关键词

积碳清洗剂, 汽车动力性, 底盘测功机

Experimental Study on the Improvement of Automobile Power Performance by Carbon Deposit Cleaning Agents

Ji Gong, Wei Liang, Liuqing Lu, Yi Fan*

Nanning Engineering Technology Research Center for Power Transmission System of New Energy Vehicle, Transportation College, Nanning University, Nanning Guangxi

Received: Feb. 22nd, 2024; accepted: Mar. 21st, 2024; published: Mar. 29th, 2024

Abstract

The increase of engine carbon deposition will lead to a decrease in combustion performance and a decrease in vehicle power. Due to factors such as such as fuel quality, driving conditions, daily

*通讯作者。

文章引用: 龚击, 梁巍, 卢柳青, 范毅. 积碳清洗剂对汽车动力性能提升的试验研究[J]. 交通技术, 2024, 13(2): 101-107. DOI: 10.12677/ojtt.2024.132013

maintenance, environment and traffic, carbon deposition gradually increases over time. Therefore, reducing carbon deposition is of great significance to the improvement of vehicle performance. Based on CDS-150 chassis dynamometer, the power performance of a FAW Weizhi in-service car before and after using a non-disassembly carbon deposition cleaning agent was tested. The results show that the maximum speed before and after carbon deposition cleaning is 144.7 km/h and 148.9 km/h respectively, with a 2.9% increase in maximum speed. The acceleration time from 0 to 100 km/h (100 km) before and after carbon deposition cleaning is 13.3 s and 14.1 s respectively, which is shortened by 0.8 seconds. The maximum climbing slopes before and after carbon deposition cleaning is 65% and 69%, respectively, with an increase of 6.2%. The tested carbon deposition cleaning agents have obviously improved the engine's power performance.

Keywords

Carbon Deposit Cleaning Agents, Automobile Power Performance, Chassis Dynamometer

Copyright © 2024 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

发动机由于燃烧不完全和不完全燃烧的问题[1], 在发动机燃烧室、气门、气缸、进气管等部位形成一层褐色粘稠状物质, 即积碳[2]。积碳的存在会使发动机性能降低, 尾气排放恶化, 甚至造成发动机启动困难[3] [4]。积碳使发动机燃烧室的实际体积减小, 增大了压缩比, 导致燃烧过程恶化; 进一步降低发动机的输出性能, 增大油耗。若不能将发动机零部件表面的积碳去除, 将导致相关零部件报废[5]。但积碳本身硬度大, 黏附紧密, 附着力大而难以清除, 因此实现发动机积碳的高效清理成为研究的关键[6] [7]。

常见的积碳清洗技术有机械刮除法[8]、化学试剂清洗法[9] [10]、高温加热清洗法[11] [12], 这些方法虽然在一定程度上可清除积碳, 但存在能耗高、危害操作者健康、污染环境等问题。机械刮除法利用铲刀、砂轮等工具刮除零件表面积碳, 对设备和操作者要求低、成本低, 但对零件表面损伤大, 甚至会破坏零件性能[8], 且难以清除积碳死角, 操作过程易产生粉尘碎屑。化学试剂清洗法利用溶液中的活性物质对积碳进行溶解、乳化等, 使黏附在零件表面的积碳快速脱离[9]。该方法工作强度低, 也易清洗死角积碳, 但大多数的溶剂有强酸或强碱等腐蚀性成分, 挥发性的物质对操作者存在安全隐患, 清洗后的废液对环境造成二次污染。高温加热清洗法利用高温使积碳氧化生成二氧化碳, 部分残留的积碳随之松动或被分解[11], 从而降低积碳与零件表面的黏附性, 达到去除积碳的效果。该方法虽然操作简单, 但需较高温度才能达到效果, 而温度过高会使零件表面及基体氧化, 对零件造成伤害。且存在能耗多、时间长的缺点。寻找一个更加有效便捷的积碳清洗方法去除发动机积碳颇具研究价值, 本文介绍一种新型的积碳清洗剂的成分和作用, 并利用底盘测功机测试了一台威志汽车在清洗剂添加前后的汽车动力性, 研究该新型积碳清洗剂对汽车动力性的改善作用。

2. 清洗剂及试验方法

2.1. 清洗剂及反应原理

试验使用的清洗剂为一种应用在发动机燃烧室不具有强腐蚀性和免拆式积碳清洗剂, 其组成成分以

及重量百分比分别为：40~90%的醇类化合物、5~50%的烷烃类化合物、1~10%的甲苯类化合物，将这些化合物混合，并搅拌均匀使其充分相容。关联的醇类化合物主要有：乙醇、异丙醇、正丁醇、正戊醇、环己醇、乙二醇等常用到的醇类化合物。关联的烷类化合物主要有：乙烷、丙烷、戊烷、环辛烷、异辛烷、正己烷等常用的烷类化合物。

在发动机正常工作的状态下，将其通过进气系统倒入发动机燃烧室，在高温高压的环境作用下，清洗剂中的醇类和烷烃化合物的化学键 C-H，C 和 O-OH 发生断裂，生成烷基自由基和氢、氧自由基、氧离子等高反应活化物质。同时，在碳沉积的过程中，碳与氢自由基和氧离子发生反应，形成甲烷、二氧化碳等，甲烷经过燃烧进一步生成二氧化碳和水。对积碳进行分解和燃烧，达到清洁发动机燃烧室的作用。

2.2. 试验设备及方法

测试车辆是一台一汽威志汽车，其搭载 1.5L 丰田 5A+ 发动机，行驶里程 3.2 万公里。试验所使用的主要设备为 CDS-150 型底盘测功机，底盘测功机通过安装的转鼓模拟负载或各种道路试验条件，整台设备安装在保护坑内。试验前，车轮对准滚筒，并通过车辆的紧固装置进行固定。底盘测功机通过速度和扭矩来模拟路面荷载[13]，对汽车动力性进行测试，如图 1。



Figure 1. Test vehicle and test platform

图 1. 测试车辆及试验平台

免拆式积碳清洗剂的加入步骤为：首先检查油量，要保证燃油量充足。然后在冷车状态下启动发动机预热 5 分钟，熄火后将清洗剂添加进油箱，其中清洗剂与汽油的比例为 1:16。再启动发动机并怠速运转 10 分钟，以便清洗汽缸壁及管路中的积碳。最后排出废旧机油和污垢，再加入新机油，完成清洗程序。试验测试主要在底盘测功机上对添加清洗剂前、后的汽车动力性能进行测试。

3. 积碳清洗剂对汽车动力性能的影响

动力性是汽车各种性能中最基本、最重要的性能，常见的评价指标有最高车速、加速时间、最大爬坡度。基于以上 3 类指标，在相同的外界环境条件下，针对上述威志汽车，先进行 3 次未添加清洗剂的试验，再进行 3 次添加清洗剂后的试验，通过对比对积碳清洗效果进行有效的评价[14]。说明免拆式积碳

清洗剂对提升汽车动力性能的可行性和有效性。

3.1. 最高车速对比试验

设置底盘测功机的性能试验界面为“最高车速”，进行测量并记录试验数据。分别进行了三次未清洗积碳的汽车最高车速试验和三次使用免拆式积碳清洗剂清洗过发动机燃烧室的汽车最高车速试验，结果如下：

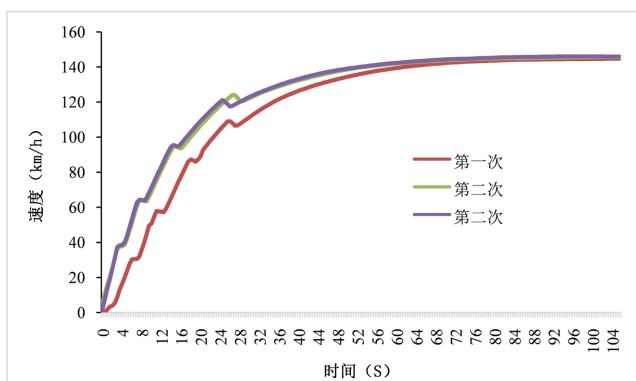


Figure 2. Three maximum vehicle speed tests without adding cleaning agents
图 2. 未添加清洗剂的 3 次汽车最高车速试验

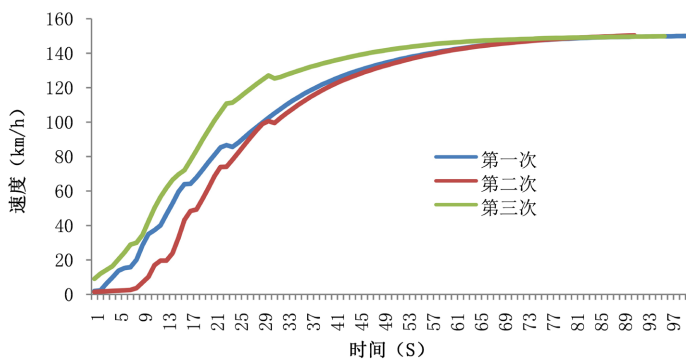


Figure 3. Three maximum vehicle speed tests after adding cleaning agents
图 3. 添加清洗剂后的 3 次汽车最高车速试验

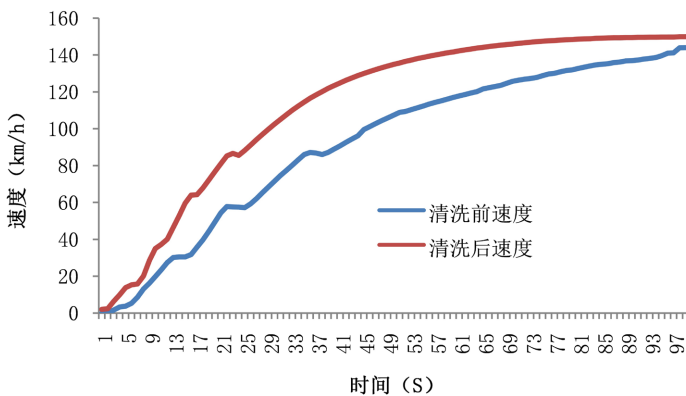


Figure 4. Test curve of maximum vehicle speed before and after adding cleaning agent
图 4. 清洗剂添加前后的汽车最高车速试验曲线图

图 2~4 可知, 在使用积碳清洗剂清洗积碳后的汽车最高车速平均值为 148.9 km/h, 未使用积碳清洗剂清洗积碳前的汽车最高车速平均值为 144.7 km/h, 最高车速增幅达 2.9%, 在使用积碳清洗剂后的汽车最高车速有了一定的提升, 且最高车速提升的时间更短, 加速更顺畅。虽然提升的最高车速不是很多, 但这一结果也是基于车辆本身的基础状况来决定的, 证明用免拆式积碳清洗剂对提升车辆的最高车速有可行性和有效性。

3.2. 加速时间对比试验

设置测功机的性能试验界面为“加速性能”, 进行测量并记录试验数据。分别进行了三次未清洗积碳的汽车 0~100 km/h 加速试验和三次使用免拆式积碳清洗剂清洗过发动机燃烧室的汽车 0~100 km/h 加速试验, 结果如下:

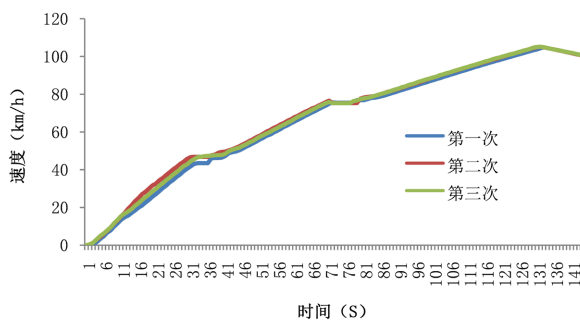


Figure 5. Three vehicle acceleration time tests without adding cleaning agent
图 5. 未添加清洗剂的 3 次汽车加速时间试验

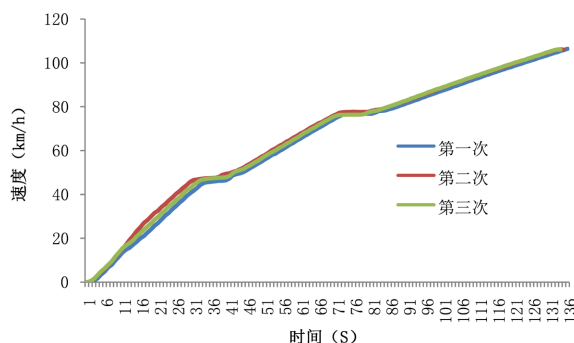


Figure 6. Three vehicle acceleration time tests after adding cleaning agent
图 6. 添加清洗剂后的 3 次汽车加速时间试验

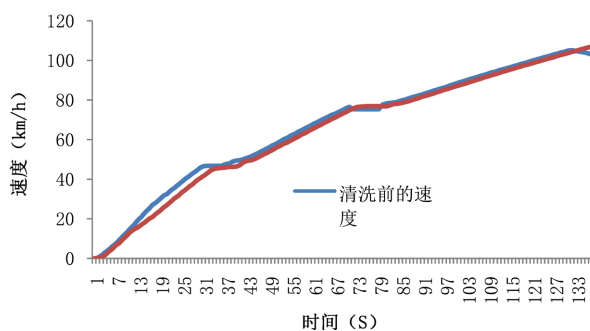


Figure 7. Test curve of vehicle acceleration time before and after adding cleaning agent
图 7. 清洗剂添加前后的汽车加速时间试验曲线图

由图 5~7 中可知, 使用免拆式积碳清洗剂的汽车的 0~100 km/h 加速时间平均为 13.3 s, 未使用积碳清洗剂的汽车的 0~100 km/h 加速时间平均为 14.1 s, 使用积碳清洗剂后汽车的加速时间缩短 0.8 s, 性能有一定提升。

3.3. 最大爬坡度对比试验

设置测功机的性能试验界面为“爬坡性能”, 进行测量并记录试验数据。分别进行了三次未清洗积碳的汽车最大爬坡度试验和三次使用免拆式积碳清洗剂清洗过发动机燃烧室的汽车最大爬坡度试验, 结果如下:

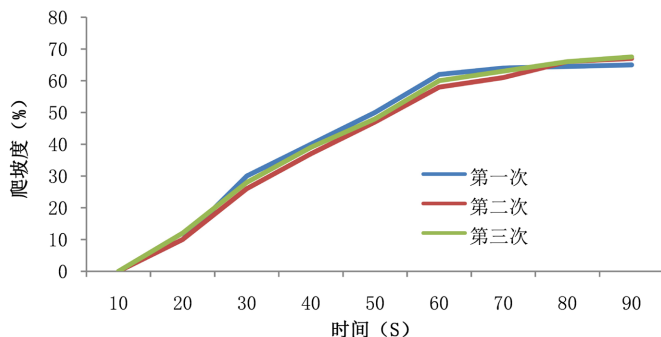


Figure 8. Three maximum climbing slope tests for vehicles without adding cleaning agents
图 8. 未添加清洗剂的 3 次汽车最大爬坡度试验

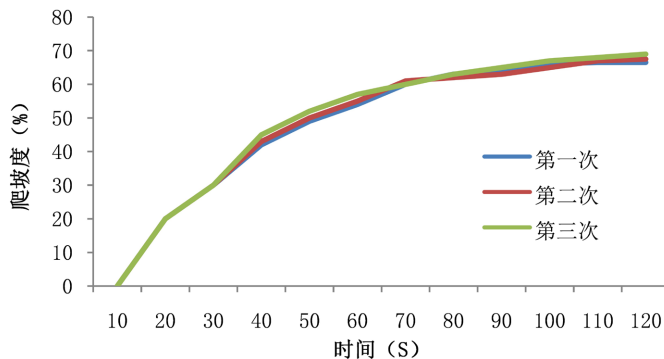


Figure 9. Three maximum climbing slope tests for vehicles after adding cleaning agents
图 9. 添加清洗剂后的 3 次汽车最大爬坡度试验

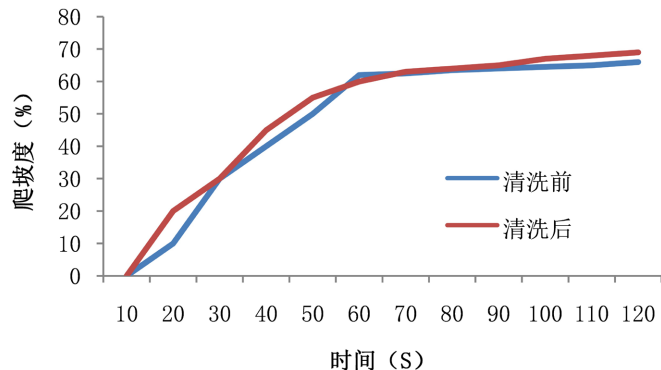


Figure 10. Curve chart of maximum climbing slope test for vehicles before and after adding cleaning agent
图 10. 清洗剂添加前后的汽车最大爬坡度试验曲线图

从图 8-10 可看出,使用免拆式积碳清洗剂清洗积碳后的汽车最大爬坡度平均为 69%,未使用积碳清洗剂清洗积碳的汽车最大爬坡度平均为 65%,提升幅度达 6.2%,从清洗积碳前后对比汽车平均最大爬坡度可以看出,在使用积碳清洗剂清洗积碳后汽车的爬坡性能有不少的提升,考虑到汽车爬坡度越高所面临的各项道路阻力就越大,且对发动机的负载也越严重,而在清洗积碳后汽车能够提升到这个效果的爬坡度已经表明发动机在良好的工作状态下运行,达到了预期的积碳清洗剂目的。因此,证明了免拆式积碳清洗剂对提升车辆的爬坡性能具有可行性和有效性。

4. 总结

介绍了一种新型的免拆式发动机积碳清洗剂,具有操作简单,无腐蚀性,对发动机缸壁无损伤的特点。基于底盘测功机进行了汽车动力性能试验,从最高车速、0~100 km/h (百公里)加速时间和最大爬坡度的方面验证免拆式积碳清洗剂对汽车动力性能的影响。结果表明,最高车速提升 2.9%、0~100 km/h (百公里)加速时间缩短 0.8 s、最大爬坡度增幅达 6.2%,证明了试验所用的免拆式发动机积碳清洗剂可以有效地恢复发动机功率,清洗发动机积碳的汽车的动力性能有了明显提高。

基金项目

2021 年度广西高校中青年教师科研基础能力提升项目“非离子水基双性清洗剂的发动机动态特性研究”(2021KY1797)、2019 年度校级科研项目“基于非离子水基双性清洗剂的发动机特性研究”(2019XJ11)。

参考文献

- [1] 袁杰,周云龙. 积碳对发动机性能的影响及处理分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2020, 10(8): 84-86.
- [2] 黄艳松. 航空发动机涡轮工作叶片表面积碳去除工艺[J]. 机械工程师, 2020(6): 125-127.
- [3] 江伟,夏兵. 积碳对燃油发动机性能影响分析[J]. 长春工业大学学报, 2020, 41(2): 180-187.
- [4] 陈常青. 影响汽车性能的驾驶方式分析[J]. 湖北农机化, 2019(13): 30.
- [5] 李金畅, 阳林, 钟兴华, 等. 发动机积碳分析及处理方法[J]. 汽车零部件, 2019(2): 60-62.
- [6] 潘文磊. 氢氧除碳的机理及实验研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.
- [7] 王学鹏. 气道喷射式汽油机进气门积碳机理实验研究及其预防[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2018.
- [8] 徐林. 航空发动机叶片表层除碳技术的研究[J]. 科技创新与应用, 2020(36): 83-84.
- [9] 李义才. 发动机再制造中铝合金活塞表面积碳清洗工艺的研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2020.
- [10] 霍金禄, 李晓华, 张铎, 等. 汽油添加剂对发动机燃烧和排放特性的影响[J]. 能源环境保护, 2023, 37(2): 178-186.
- [11] 肖雪萍, 韩云利. 某型发动机高压涡轮叶片进排气边积炭去除工艺研究[J]. 航空维修与工程, 2018(8): 57-59.
- [12] 朱明宇. 退役车用发动机缸体再制造工艺与关键设备研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2011.
- [13] 张琦, 潘玉, 赵鑫. 工况驾驶规范性及客观评价指标相关性的试验研究[J]. 汽车工程学报, 2023, 13(4): 548-555.
- [14] 刘斌, 卢志美, 丁雨青, 等. 基于快速积碳的汽油清净增效剂评价方法研究[J]. 小型内燃机与车辆技术, 2022, 51(2): 45-49.