

机油综合性能台架试验方法研究

柴洪磊,叶辉,王兆远,王善强,孙泽,张大晴,洪欣
(安徽江淮汽车集团股份有限公司,安徽 合肥 230022)

摘要:长效、节能、环保是发动机机油发展主要驱动力。为满足消费者的需求,需要不断推出合适的发动机机油产品,同时需要进行机油专项综合性能试验,验证机油是否满足发动机各项使用需求。结合机油及发动机的技术特点,设定机油综合性能试验工况,进行台架试验,时长模拟实车行驶 1.5 倍换油周期,可以有效评价汽车发动机机油的使用性能。

关键词:汽车;发动机;机油;换油周期;台架试验

中图分类号:U464.137 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2021)03-0025-03

Research on Bench Test Method of Oil Comprehensive Performance

CHAI Honglei, YE Hui, WANG Zhaoyuan, WANG Shanqiang, SUN Ze, ZHANG Daqing, HONG Xin
(Anhui Jianghuai Automobile Group Co., Ltd., Hefei 230022, China)

Abstract: As long drain interval, fuel economy and environmental protection are the main driving forces for the development of engine oil, it is necessary to continuously introduce appropriate engine oil products and carry out special comprehensive performance tests of engine oil to verify whether the engine oil meets the needs of the engine. Combined with the technical characteristics of oil and engine, the oil comprehensive performance test condition was set and the bench test was carried out. The test results show that the performance of automobile engine oil can be evaluated effectively by simulating 1.5 times ODI.

Keywords: automobile; engine; oil; ODI; bench test

0 引言

对于汽车而言,发动机是其“心脏”,机油是发动机的“血液”^[1]。发动机运转工作时,各个运动部件之间必然会产生摩擦,这会导致运动部件表面磨损,消耗发动机功率。同时由于摩擦产生大量的热可能使某些部件发生损坏,严重时造成发动机无法正常工作^[2],所以需要将清洁的、温度和压力合适的机油运送到各个运动副表面,对其进行有效保护,延长发动机使用寿命^[3]。

随着技术的升级、排放和油耗法规的逐渐趋严,许多新技术(如涂层、EGR、DPF、GPF等)在发动机上得到广泛应用,引领发动机向更高的燃烧效率和更少的排放污染物方向迈进。机油作为发动机的“血液”随之也提出了新的要求:更低的黏度、更好的磨损保护、更持久的氧化安定性、更好的烟炱分散性以及更低的灰分含量。因此,机油必须根据发动机新技术的应用而进行技术升级^[4-5]。

1 机油的发展趋势

1.1 长换油周期

根据消费者需求,更长换油周期的产品是未来发动机机油发展主要驱动力之一。更长的换油周期可以降低用户的使用成本^[6],减少保养次数,节约时间,同时也可以减少资源浪费,降低有害物质的排放,保护环境,提升产品

的品牌形象和竞争力。

1.2 燃油经济性

目前随着油价的波动、物价的上涨,造成物流以及用车成本增加,促生了各种节油技术在发动机上的广泛应用,其中节能机油的使用是较为有效的方法。消费者需要技术水平高、质量稳定、节油节能的机油产品,以减小摩擦阻力,降低磨损,减少动力消耗。

1.3 环保适应性

国家、社会与消费者对环境保护意识逐渐增强,促进了国六排放法规的颁布,对车辆减排的要求也越来越高,导致发动机燃烧、后处理等新技术的应用,因此也对机油提出更高的要求,需要其适应 DPF、EGR 等后处理技术^[7]。

2 机油综合性能试验必要性

为了验证机油是否满足更长换油周期的使用要求,需要进行专项试验,验证机油的使用性能^[8]。整车耐久试验周期长、费用高,所以有必要开发专项发动机台架试验,来验证机油的综合使用性能,要求能够考察机油在极限工况下的使用性能,评价机油经过长时间运转后的性能衰减及指标变化情况,并依此制定合理的换油周期,服务于发

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2017YFB0306700)

第一作者简介:柴洪磊(1988—),男,辽宁绥中人,本科,学士,研究方向为发动机机油及整机可靠性试验开发。

动机产品的开发与应用^[9]。

3 综合性能试验设计说明

3.1 试验对象

试验发动机为江淮汽车 1.5TGDI 汽油发动机,发动机采用增压、直喷、中冷等先进技术。试验使用 GF-5 5W-30 机油。

3.2 试验工况需求

机油的综合性能试验需要考核机油的抗高温、高剪切和抗磨损性能以及清净性、分散性、燃油稀释水平和品质保持性。针对机油的各种性能需求设定相应工况进行考核,试验时长等效整车 1.2~1.5 倍换油周期,具体如下:

1) 抗高温、高剪切和抗磨损

高速、高温、高负荷工况下,模拟整车持续高速运行,提高发动机和机油运转过程的温度,目的是增大机油高温剪切。

2) 清净性

城市、城郊低负荷下,模拟城市常用工况,对应整车车速 60 km/h~80 km/h,目的是加剧机油老化。

3) 关键技术工况

高烟度工况和高燃油稀释下,具体工况依据发动机技术特点,适当改变水温、喷油等参数,加剧燃油稀释形成。

4) 分散性

低温、低转速工况下,模拟整车怠速,表征原地热机及等红绿灯工况,加剧油泥形成。

3.3 试验评价内容

在进行机油综合性能试验后,需要分别对机油理化性能、关键零部件沉积物、发动机性能进行评价,具体评价内容如图 1 所示。

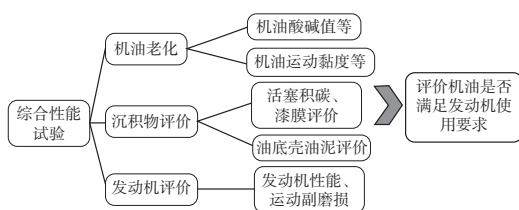


图 1 机油综合性能试验评价内容

1) 机油理化性能评价

试验后对过程机油样品的运动黏度、酸值、碱值、燃油稀释及金属元素(铁、铜、铝)等进行检测,具体见表 1^[10],分析确认机油抗氧化性、燃油稀释水平等。

2) 关键零部件沉积物评价

试验后对发动机关键零部件进行拆解评价,包括活塞积碳漆膜沉积、油底壳和前端盖板油泥、轴瓦活塞销气门运动副磨损性等方面的评价。确认机油的清净性与分散性。

3) 发动机性能评价

试验前后需对发动机进行性能确认,包括发动机的动力性、经济性及机油耗水平。评价机油对发动机的性能是否存在影响。

表 1 机油理化性能分析评价内容

评价项目	指标说明	试验方法
碱值/(mgKOH/g)	添加剂消耗情况	SH/T 0251
酸值/(mgKOH/g)	老化、变质情况	GB/T 7304
100 °C 运动黏度/(mm ² /s)	机油流动性、抗剪切、组分变化	GB/T 265
燃油稀释/%	机油内窜入燃油情况	SH/T 0474
铜含量/(μg/g)	发动机运动副磨损情况	GB/T 17476
铁含量/(μg/g)		GB/T 17476
铝含量/(μg/g)		GB/T 17476

4 试验验证及评价

4.1 试验符合性评价

综合性能试验过程发动机的转速、油温无异常,机油温度满足试验设计要求(图 2)。

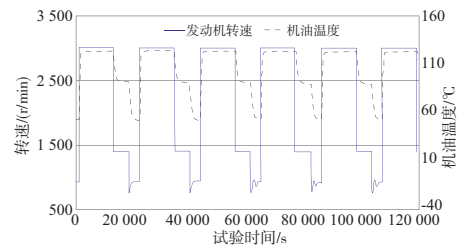


图 2 综合性能试验过程转速、油温曲线

4.2 机油老化评价

机油综合性能试验后,机油抗高温、高剪切和抗磨损性能良好,燃油稀释及品质保持性满足使用要求,综合性能变化曲线如图 3-图 5 所示。

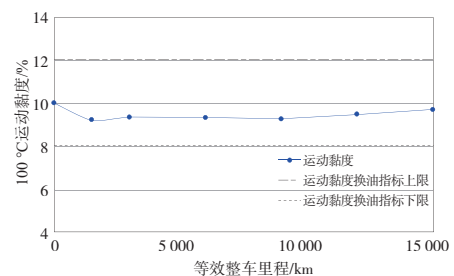


图 3 综合性能试验运动黏度(100 °C)变化曲线

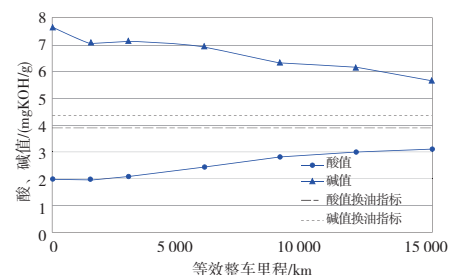


图 4 综合性能试验酸、碱值变化曲线

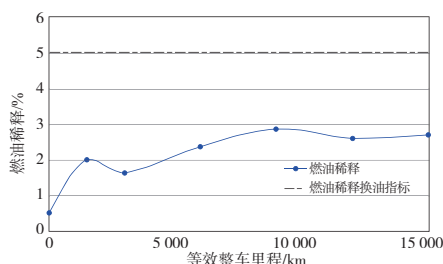


图5 综合性能试验燃油稀释变化曲线

机油运动黏度最大变化率为13%，碱值下降率为26.24%，酸值增加为1.1 mgKOH/g，碱值始终大于酸值，燃油稀释水平维持在3%~4%，金属元素均未超换油指标，符合公司的评价标准要求。

4.3 沉积物评价

试验后对发动机活塞、油底壳部件的积碳、漆膜、油泥等沉积物进行评价，各缸活塞环槽、环岸、前后端面及内顶整体沉积物情况良好，油底壳、挡板存在轻微油泥。进气门存在少量积碳，轴瓦无异常磨损。沉积物评价结果符合企业标准要求，机油的清静性分散性良好，见图6-图8。



图6 试验后活塞图片



图7 试验后油底壳图片



图8 试验后进气门图片

4.4 发动机评价

发动机试验前后的发动机功率、转矩性能参数正常，变化率符合企业标准要求；发动机运动副无异常磨损，磨损量符合技术要求，见图9-图11。

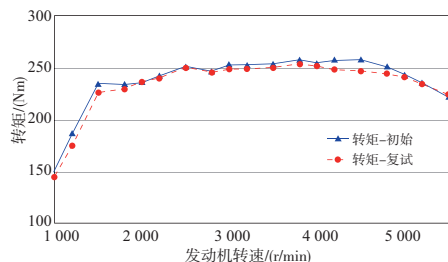


图9 试验前后发动机动力性对比曲线

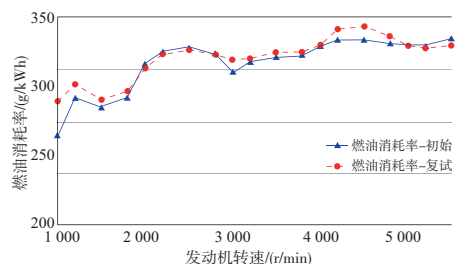


图10 试验各阶段发动机经济性对比曲线

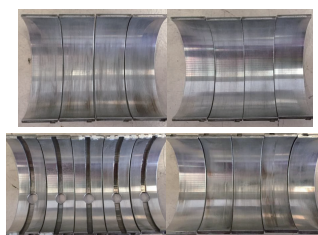


图11 试验后轴瓦图片

5 结语

根据需要考核机油各项性能，再结合发动机增压、中冷、直喷的技术特点，设定机油综合性能试验工况，实际运行时长模拟实车行驶1.5倍换油周期，进行台架试验，通过此试验可以有效评价机油搭载发动机的使用性能。

通过发动机台架机油综合性能试验开发，可以相对快速、有效地评价机油的各项使用性能是否满足发动机在换油周期内的使用要求，节省项目的开发成本，缩短试验开发周期，提高产品的竞争力。

参考文献：

- [1] 桂檬. 发动机的血液[J]. 汽车导购, 2015(8): 190-191.
- [2] 陈家瑞. 汽车构造[M]. 3版. 北京: 人民交通出版社, 2000.
- [3] 李世军, 刘翼疆, 赵海. 机油的作用及其在选用中的几个问题[J]. 汽车运用, 2011(10): 53-54.
- [4] 王思奇, 段庆华. 低灰分清净剂研究进展[J]. 润滑油, 2019, 34(1): 31-37.
- [5] 谢欣. 高性能全合成 SN 0W-40 汽油机油自主技术的开发[J]. 润滑油, 2019, 34(1): 6-12.
- [6] 金鹏, 徐小红, 汤仲平, 等. 长换油期柴油机油的研究及应用[J]. 润滑油, 2016, 31(3): 8-11.
- [7] 张可理, 郭丹丹, 赵明强, 等. 长寿命柴油机油 100 000 km 换油期行车试验研究[J]. 润滑油, 2018, 33(1): 12-16.
- [8] 李自强, 王兆远, 崔奎据. 机油老化的路况差异性研究[J]. 汽车实用技术, 2015(12): 15-17.
- [9] 林国就, 武志强. 柴油机油在模拟老化试验中的性能变化[J]. 石油商技, 2015, 33(4): 36-39.
- [10] 石俊峰. 汽车润滑解码[M]. 2版. 北京: 中国石化出版社, 2012.

收稿日期: 2020-03-23