

发动机运行工况对机油耗影响的试验研究

仲志全, 李华宇, 尹 琪
(上海交通大学, 上海 200030)

Experimental Study of the Effects of Engine Operating Conditions on Oil Consumption

ZHONG Zhi-quan, LI Hua-yu, YIN Qi
(Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The oil consumption of the 6135ZLCa diesel engine was measured under various operating points by the differential pressure method. The results indicate that the oil consumption is different in different operating conditions. This paper also analyzed the effects of the speed and the load of this diesel engine on the oil consumption from the influencing factors about the oil consumption.

摘要: 本文利用差压式机油耗测量系统在 6135ZLCa 柴油机上进行了大量试验研究, 得到了机油消耗量随工况变化的试验曲线, 结果表明发动机机油耗与运行工况有密切关系。本文还从机油消耗途径的角度出发, 解释分析了转速及负荷对机油耗的影响。

关键词: 内燃机; 机油耗; 颗粒排放

Key Words: I. C. Engine; Oil Consumption; Particulate Matter Emission

中图分类号: TK427

文献标识码: A

1 概述

车用发动机的有害排放物是造成大气污染的一个主要来源。据有关报道^[1], 大城市大气中 87% 的碳氢化合物(HC)及 55% 的氮氧化物(NO_x)来自汽车排放。国内外学者研究还发现了发动机机油的消耗对颗粒排放有着较大的影响, 如对于一台设计良好、排放较低的柴油机, 大约 20% 的颗粒物是由机油引起的^[2]; 在单缸直喷式柴油机上的试验结果表明, 柴油机在高速高负荷时, 由机油引起的颗粒排放占总量的 40% 左右^[3]; 采用降低缸内机油消耗等技术措施后, 该机的颗粒排放指标得到了明显的改善, 由原机的 0.42g/(kW·h)降至 0.34g/(kW·h)^[4]。尽管上述资料给出的数据差异较大, 但发动机的机油消耗对颗粒排放有着显著影响的这一结论是毋庸置疑的。

发动机正常机油消耗主要集中在气缸内壁、气

阀导管、涡轮轴密封及曲轴箱通风等处^[5,6], 其中, 气缸内壁机油消耗占总机油消耗的 90% 以上。除了缸套变形、缸壁表面粗糙度、活塞及活塞环几何形状、活塞环与缸壁的间隙等影响因素外, 发动机运行工况对机油消耗也有显著影响, 发动机转速及负荷越高, 则在单位时间内的机油消耗量也越大^[7]。文献[8]也介绍了增压中冷柴油机多工况的机油耗测量, 从测量结果可明显看出, 机油耗随发动机负荷和转速的降低而呈下降的趋势。

作者通过试验验证发动机运行工况是机油消耗的一个重要的影响因素, 且从机油消耗途径的角度出发, 理论分析并解释了转速和负荷对机油耗的影响。

2 试验设备与试验步骤

为了验证发动机机油耗与运行工况的密切关

系, 本文利用差压式机油测量方法对 6135ZLCa 柴油机不同运行工况的机油耗进行了测量。表 1 给出了 6135ZLCa 柴油机的基本技术参数。

表 1 6135ZLCa 柴油机的基本技术参数

行程, mm	140
压缩比	14. 5
标定转速, r/min	1500
标定功率, kW	150

主要试验步骤: (1) 试验前检查各连接管路, 清除各连接管段中的气泡; (2) 起动发动机, 预热后将发动机调至测试工况; (3) 待发动机油底壳中机油液面趋于动态平衡, 且水温、油温达到测量要求后, 开始进行热态标定, 将标定结果储存备用; (4) 启动机

油耗数据采集系统进行机油耗测量, 得到微压差信号随时间的变化曲线, 结合标定结果, 由测量系统自动求出该运行工况下的发动机机油耗值; (5) 调整发动机至新的测试工况, 待发动机状态重新稳定后, 即可进行新工况的机油耗测量。

3 发动机不同工况机油耗测量结果与分析

表 2 列出了 6135ZLCa 柴油机不同工况机油耗的测量结果。图 1 则为不同工况下的机油耗测量结果图。

由以上图表可以看出, 机油消耗量在发动机不同运行工况时差异明显, 机油消耗量的最大值与最小值之间相差可达 93%。同一转速下, 负荷越高, 则机油消耗量也越大; 相同负荷时, 机油消耗量随转速呈递增关系。

表 2 6135ZLCa 柴油机不同工况机油耗测量结果

工况编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
转速, r/min	1500			1200			1000		
负荷, N·m	539	392	274	539	392	274	539	392	274
功率, kW	84. 62	61. 54	43. 02	67. 70	49. 24	34. 41	56. 42	41. 03	28. 68
机油耗量, g/h	74. 1	61. 18	15. 52	61. 9	54. 61	11. 92	35. 05	7. 59	5. 18
燃油耗量, kg/h	19. 80	14. 40	10. 07	15. 71	11. 43	7. 96	13. 62	9. 91	6. 92

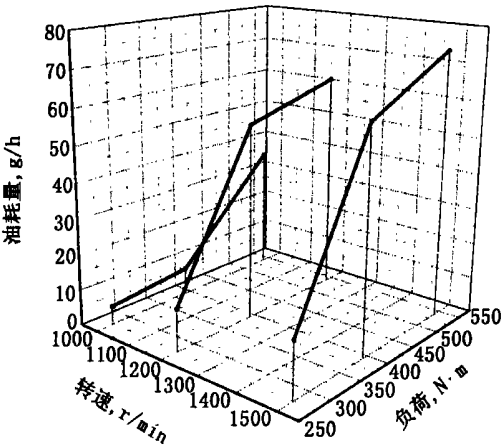


图 1 发动机不同工况机油耗测量结果

上述规律可以通过转速与负荷对发动机机油耗的影响加以解释。根据差压法测量对象为油低壳中机油液面高度这一特点, 可以将发动机机油消耗的主要途径归纳为以下两条: 一是气缸内的机油消耗, 这是最主要的消耗途径; 二是由于曲轴箱窜气带到机体外的机油消耗。其中, 缸内机油消耗占发动机

总机油消耗的绝大部分, 主要消耗体现在以下三个方面: (1) 在惯性力的作用下, 机油因顶环运动被抛入燃烧室, 蒸发烧损; (2) 附着在缸壁上的机油油膜蒸发烧损; (3) 缸内窜气带走部分机油。可以看出, 缸内机油消耗受发动机工况的影响最为明显。在同一负荷条件下, 转速越高, 则受惯性力作用被抛入燃烧室的机油量越多, 单位时间内窜气带走的机油量也就越多; 在同一转速条件下, 负荷越高, 则缸内温度及机油温度也越高, 这就使附在缸壁上的机油油膜更加容易被蒸发烧损, 机油温度升高导致机油粘度下降, 使受惯性力作用被抛入气缸的机油量也有所增加。同时由于缸内压力的升高, 使每一循环由窜气带走的机油量也增多。而曲轴箱窜气导致的机油消耗则受机油温度和曲轴箱压力的影响较大。转速提高后, 机油温度升高不明显, 但单位时间内活塞环窜气量增加, 导致曲轴箱压力升高, 从而使曲轴箱窜气流量随之增加; 负荷增大同样会使曲轴箱压力升高, 窜气流量增大, 而且还会使机油温度升高, 因蒸发而被窜气带走的机油量也会随之增加。综上所述, 发动机不同转速及负荷对缸内机油消耗和由曲轴箱窜气造成的机油消耗具有不同程度的影响, 这

些影响的力度又因具体机油消耗途径的不同而相互作用, 最终导致发动机机油消耗随不同工况而发生变化。可以说, 机油消耗量随负荷的不同呈非单调变化的规律正是这些影响的相互作用、综合叠加的结果。图 2 给出了发动机转速及负荷对机油消耗的影响。

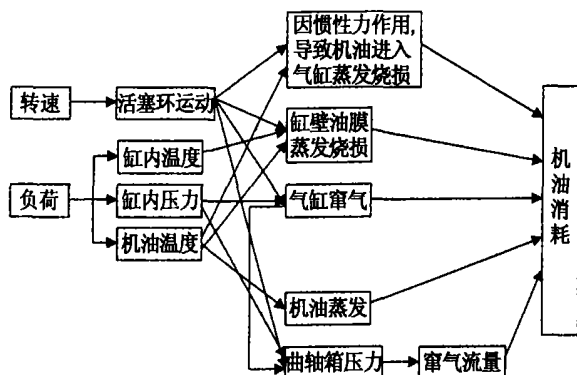


图 2 发动机转速和负荷对机油消耗的影响

4 结论

(1) 机油消耗量在发动机不同运行工况时差异明显, 机油消耗量的最大值与最小值之间相差可达 93%。同一转速下, 负荷越高, 则机油消耗量也就越大; 相同负荷时, 机油消耗量随转速呈递增关系。

(2) 当发动机负荷上升时, 缸壁和活塞温度也随之上升。温度越高, 粘附在缸壁上的机油薄膜氧化越剧烈, 机油的流动性也越大, 机油与金属的粘着能力降低, 导致被蒸发烧损的机油量增加。同时由于温度升高, 机油粘度下降, 在惯性力的作用下, 由顶环运动被抛入气缸的机油量也有所增加。发动机转速对机油消耗的影响亦是同样原理。

参考文献:

- [1] 魏善镇. 内燃机低污染化[J]. 柴油机设计与制造, 1999(1): 3~15.
- [2] Ariga S, Sui P C, and Shahed S M. Instantaneous Unburned Oil Consumption Measurement in a Diesel Engine Using SO₂ Tracer Technique[C]. SAE 922196.
- [3] Williams P T, Andrews G E, Bartle K D. The Role of Lubricating Oil in Diesel Particulate and Particulate PAH Emissions[C]. SAE 872084.
- [4] 郭静川, 等. 利用高压喷射等技术解决 D 系列柴油机有害排放[J]. 上海交通大学学报, 1999, 33(8): 945~948.
- [5] 古滨庄一. 汽车发动机的润滑[M]. 北京: 人民交通出版社, 1979.
- [6] 夏建新, 姜恩沪, 等. 发动机窜气和机油消耗-活塞环组工作性能的研究[J]. 内燃机学报, 1988, 6(4): 357~365.
- [7] Puffel P K, Thiel W, et al. Application of a New Method for on-Line Oil Consumption Method[C]. SAE 1999-01-3460.
- [8] 周明彪, 王京. 发动机机油消耗 6h 工况法试验误差的分析与探讨[J]. 内燃机, 1995(1): 24~25.

(编辑: 缪 军)

《内燃机工程》征订启事

《内燃机工程》系中国内燃机学会主办, 上海内燃机研究所承办, 经国家科委批准的大型综合学术性专业刊物。刊登各种用途的柴油机、汽油机、煤气机和特种发动机等研究成果及重要学术会议的消息动态。内容主要涉及整机研制、零部件、燃料供应与调节、冷却润滑、增压技术、噪声振动、设计与计算、材料与工艺、测试技术、燃料、节能与净化计算机模拟工作过程等。

《内燃机工程》每双月 15 日出版, 国内统一刊号: CN31-1255/TK, 国内外公开发行。国内代号: 4-257, 国外代号: Q242, 国内每期定价 8.00 元, 全年 48.00 元, 全国各地邮局均可订阅。

地 址: 上海市军工路 2500 号 邮政编码: 200438

电 话: (021)65741856×406 传 真: (021)65748132

E-mail: zazhi@siceri.com.cn