

碱性空气介质参与缸内燃烧对农用车发动机排放的影响

巴兴强¹, 姜博瀚¹, 朱海涛¹, 李 桑², 赵琪琤² (1. 东北林业大学交通学院, 黑龙江哈尔滨 150040; 2. 哈尔滨市环境监测中心站 150040)

摘要 在碱性空气介质参与农用车发动机缸内燃烧的条件下, 通过改变碱性空气介质浓度, 分别测试农用车发动机一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)、二氧化碳(CO₂)等污染物的排放量值变化规律。试验研究发现, 碱性空气介质参与农用车缸内燃烧对发动机排放有一定的影响, 发动机缸内燃烧更趋近于完全燃烧, 其动力性及燃油经济性都将有一定程度地提升。其中一氧化碳(CO)和氮氧化物(NO_x)的排放量有所减少, 碳氢化合物(HC)排放有少量增加。

关键词 农用车发动机; 碱性空气介质; 催化燃烧; 排放污染物

中图分类号 S229+.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)18-06068-03

Effects of Alkaline Air Medium Participating Combustion on Emission of Farm Vehicle Engine

BA Xing-qiang et al (Institute of Transportation, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract Under the conditions of alkaline air medium participating combustion of farm vehicle engine, through changing the concentration of alkaline air medium concentration, the emission variation law of CO, HC, NO_x, CO₂ was measured. The results showed that alkaline air medium participating combustion of farm vehicle engine has a certain influence to emission, power performance and fuel economy increase. Among which, CO and NO_x emission reduced, while HC emission increased a little.

Key words Farm vehicle; Alkaline air medium; Catalytic combustion; Emission pollutants

我国有近 13 亿人口, 其中有 9 亿以上人口在农村和小城镇。近年来, 农村和小城镇货物运输量每年以 10%~15% 的速度增长, 城乡运输业成为农村经济繁荣发展的重要组成部分。据统计, 农村和城乡之间的农副产品流通要实现机械化, 就应达到每 5 家农户拥有一辆农用车的水平。因此, 在未来 10~15 年间, 中国农村农用车社会保有量将有可能增加 3 倍, 即达到 6 000 万辆的规模, 市场潜力巨大^[1]。

1 农用车的排放污染现状

所谓农用运输车, 就是驰骋于广阔的农村和小城镇地区、载重量在 0.5~5 t 之间的 3 轮或 4 轮轻型货车。日前, 国家有关部门提出明确要求, 必须努力解决农用运输车排放污染问题, 如果农用运输车尾气排放达不到国家强制性排放标准, 将不能出厂销售, 也不能上路行驶^[2]。

其实, 农用运输车所搭载的发动机, 其设计的初衷大多是为农业机械及小型发电机组等固定作业机具配套的, 并不适合于工况变化频繁的道路车辆使用。农用运输车辆的发动机结构比较简单, 甚至根本没有考虑要安装发动机排放控制装置。由于大多生产厂家要追求低成本, 高产量, 其基本的排放控制措施——限烟器在出厂时就被拆除了^[3]。此外, 农民使用时超载现象也十分严重, 致使排放指标严重恶化; 从自由加速烟度来看, 农用运输车能达到国家标准的不多, 人们常常可以看到农村道路上浓烟滚滚的农用运输车辆。美国加州大学 Davis 分校的一项研究结果表明, 我国农用运输车污染物排放量估计相当于其他汽车排放量的总和^[2]。

近几十年来, 发动机排放污染问题一直是困扰农用车乃至汽车工业快速发展的难题。工程技术人员正努力追求汽车发动机内燃料燃烧后, 其热能能够低耗高效、清洁环保地转化为动能, 并相应采取了改善油品质量、改变机械结构等技术方法。这些方法虽然能够不同程度地起到一定作用, 但

效果不甚理想。而不争的现实是, 随着近年来汽车产量“井喷”式的增长, 发动机燃烧排放污染物也随之急剧增加, 被环保部门认定为产生“雾霾”天气的元凶之一^[4]。因此, 探索一种能量转换效率高, 排放污染物量值低的汽车发动机燃烧理论方法, 急切地摆在人们的面前。

和其他机动车辆一样, 农用运输车排放的主要污染物包括一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)、细颗粒物(如 PM2.5)、二氧化碳(CO₂)等。这些污染物不仅会对人体产生危害, 还会影响农作物的产量^[5]。其中的主要污染物一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)大气污染分担率分别达到 71.5%、72.9%、3.8%, 已上升为空气中污染物的主要来源, 机动车尾气排放的颗粒物贡献率接近大气污染总量的 10%。大气污染已由原来的单纯煤烟型污染逐渐向煤烟和汽车尾气复合型污染转化, 这些污染物对人类、家畜、农业生态及自然环境都有严重的潜在影响和危害。由于农用车排放的废气是一种流动分散污染源, 排放高度在近地面层, 处于人们呼吸区域, 因此严重污染人类生活空间及呼吸层。据测算, 一辆老式农用车, 一年就可以排放将近 8 t 的空气污染物^[6], 其污染大气的同时还损害人们的身体健康, 已引起世界各国的高度重视。

2 碱性空气介质参与缸内燃烧技术

所谓“碱性空气介质参与缸内燃烧”技术, 就是在汽车发动机的进气通道上, 利用一种超声波雾化发生装置(伺服器), 将特定浓度的碱性溶液雾化成碱性空气气溶胶, 将空气改性为具有一定碱性摩尔比的气体, 并由进气门进入气缸内参与发动机燃烧, 从而实现“碱性空气介质参与发动机气缸内燃烧”^[7], 即汽车发动机缸内燃烧是在碱性空气介质中进行, 如图 1。

碱性空气介质参与汽车发动机缸内燃烧属于一种特殊的催化燃烧, 其机理与传统催化燃烧相近。在碱性空气介质参与汽车发动机缸内催化燃烧过程中, 催化剂与高键能反应

作者简介 巴兴强(1962-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 博士, 副教授, 从事道路运输车辆排放品质, 交通环境影响与分析研究。

收稿日期 2014-05-08

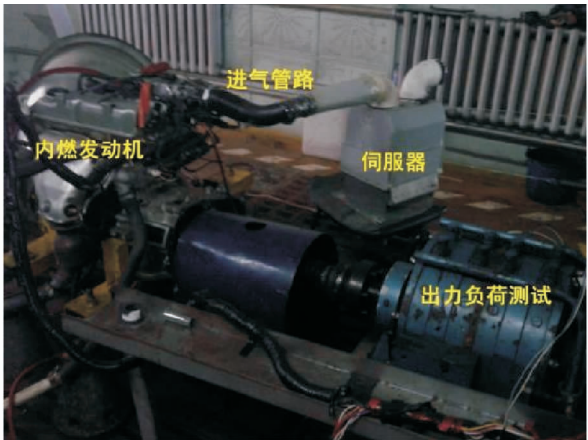


图1 碱性空气介质参与发动机气缸内燃烧

物和低键能产物均生成不同稳定程度的过渡态,使反应物随机碰撞被“吸引”在催化剂表面上进行有序碰撞,以提高有效碰撞次数,在催化剂的配位电子参与下,依据能量最小原则,产生低键能的产物,同时放出热量^[8]。由于碱性介质在燃烧过程中对酸性氧化物具有催化氧化作用,可导致酸性氧化物转化速率提高,通过人为控制碱性空气介质浓度参量,可达到相对完全燃烧和清洁燃烧的目的^[9]。

应该指出的是,以往汽车发动机催化净化技术是在发动机机外进行的大多是在化学燃烧后采取类似“补救”的方法。碱性燃烧技术是在汽车发动机内部,在化学燃烧前改变空气组分,或者说,采用的是在燃烧反应发生前,寻找控制汽车发动机排放各种污染物排放量的一种新方法。

3 碱性燃烧技术条件发动机排放试验与分析

在大气压力为 90 kPa,环境温度为 16 ℃,相对湿度为 70% 的条件下,依据 GB17691 – 2001《车用压燃式发动机排气污染物排放限值及测量方法》,按照试验要求将发动机试验台架上的汽油机调整到怠速工况,转速为 2 500 r/min。利用 NHA – 501 型废气分析仪、GASBOARD 气体(氮氧化物)分析仪及碱性空气介质发生装置(伺服器)等仪器设备,如图

1~3。分别进行伺服器关闭(碱性空气介质不参与缸内燃烧)、伺服器开启 1 档(低浓度碱性空气介质参与缸内燃烧)和伺服器开启 2 档(较高浓度碱性空气介质参与缸内燃烧),对比测试不同浓度条件下,碱性空气空气介质参与发动机缸内燃烧时,发动机排放的 5 种气体 CO、CO₂、O₂、HC、NO 量值变化规律。测试结果见表 1。



图2 NHA – 501 型废气分析仪



图3 GASBOARD 气体分析仪

表 1 发动机 5 种气体排放量

测试工况	HC//mg/m ³		CO//%		CO ₂ //%		O ₂ //%		NO//mg/m ³	
	测定值	平均值	测定值	平均值	测定值	平均值	测定值	平均值	测定值	平均值
伺服器关闭	483	526	5.36	5.66	12.76	12.54	1.95	1.44	415	430
	522		5.84		12.38		1.38		428	
	558		5.77		12.52		1.24		421	
	543		5.66		12.48		1.18		457	
伺服器开启 1 档	495	537	4.36	4.99	13.32	12.90	1.01	0.93	438	389
	538		4.98		12.87		0.88		368	
	579		5.64		12.50		0.91		359	
伺服器开启 2 档	600	552	3.96	3.65	13.82	13.77	1.03	0.92	383	415
	544		3.39		13.84		0.99		449	
	538		3.50		13.77		0.85		413	
	535		3.65		13.73		0.94		406	
	538		3.76		13.69		0.79		423	

从表 1 可知,随着碱性空气介质发生装置(简称伺服器,下同)开启,较低浓度碱性空气介质参与缸内燃烧时,其发动机排放的各类气体均有不同程度变化。其中,一氧化碳排放

量下降,下降幅度超过 11.8%;二氧化碳排放量出现少量增长,增长幅度为 2.9%;氧气排放浓度较大量下降,下降幅度达到 35.4%;发动机排出氧气含量相对减少,说明缸内燃烧

由相对不完全燃烧趋向于相对完全燃烧。其动力性及燃油经济性将有一定程度提升,氮氧化物浓度少量下降,下降幅度为 9.5%。碳氢化合物排放出现少量增长,增长幅度仅为 1.9%。

同样,从表 1 还可知,较高浓度碱性介质参与缸内燃烧时,一氧化碳排放量大幅下降,下降幅度超过 35%;二氧化碳排放量也少量下降,下降幅度为 9.8%;氧气排放浓度同样大量下降,下降幅度达到 36.1%;氮氧化物量少量下降,下降幅度为 3.5%。碳氢化合物排放出现少量增长,增长幅度仅为 4.8%。

可见,在碱性空气介质参与发动机气缸内燃烧的情况下,随着碱性空气介质发生装置(简称伺服器,下同)开启,且碱性空气介质浓度逐渐增加条件下,一氧化碳和氧气排放量有所降低,二氧化碳排放量有所增加,说明有一氧化碳与氧气发生化学反应而生成二氧化碳。由于氧气生成量的减少,能够与氮气反应生成氮氧化合物的机会相对减少,导致氮氧化物生成量同时下降,只是碳氢化合物排放有少量增长。

4 结论

综前所述,在碱性空气介质参与农用车发动机燃烧条件下,农用车发动机排放各类污染物含量会发生不同程度的变化,或者说,碱性空气介质参与缸内燃烧对汽车发动机排放有明显的影 响。并且,发动机气缸内燃烧更趋近于完全燃烧,其动力性及燃油经济性都将有一定程度地提升。且随着

碱性空气介质参与缸内燃烧且浓度逐渐提高:

- (1)汽车发动机尾气排放污染物中一氧化碳的排放量会减少;
- (2)汽车发动机尾气排放污染物中氮氧化物的排放量会减少;
- (3)由于氧气排放量减少,过量空气系数降低,混合气体浓度增加,超富限混合气增加,高温裂解增加,所以,HC 化合物排放有少量增加。

参考文献

[1] 寇海峰,罗宏. 国外农用运输车的产品特征及与我国产品的对比分析[J]. 农机市场,2001(11):36-38.

[2] 许红寨,孙松林. 浅析湖南省农用运输车发展现状和存在的问题[J]. 拖拉机和农用运输车,2003(1):7-9.

[3] 周红君,王勇. 农用运输车产品的现状和发展趋势[J]. 农业机械化和电气化,2004(3):8-10.

[4] 杨延相,杜红. 用于汽车道路行驶排放测量的车载实验系统[J]. 长安大学学报,2002,22(4):62-65.

[5] 邱先文,夏淑敏,张宝欢,等. 汽油机燃料的改质[J]. 哈尔滨工业大学学报,2001(6):867-869.

[6] 刘兆萍. 碱性物质对生物质混煤燃烧及污染物排放特性影响规律研究[D]. 济南:山东大学,2009.

[7] 白昕,毕红岩,孙晓光,等. 清洁燃烧——碱性燃烧技术的探讨与研究[C]//2013 中国环境科学学会学术年会论文集(第二卷). 北京:中国环境科学出版社,2013.

[8] SPERLING D, LIN Z H, HAMILTON P. Rural vehicles in China: Appropriate policy for appropriatetechnology [J]. Transport Policy, 2005, 12: 105-119.

[9] HARRISON R M. Pollution: Causes, Effects, and Control [M]. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1996: 241-264.

(上接第 6063 页)

带,且随着滴灌带通水次数的增多,昆虫对滴灌带啃咬的次数就越多,对滴灌带的破坏也越严重。

滴灌带通水次数与非正常漏水点关系见图 1。由图 1 可知,在 7、8 月份进行的试样当中,试验结果均表现为,随着通水次数的增加,滴灌带非正常漏水点增加,分析其原因,昆虫对滴灌带进行啃咬是其生理需要决定的,为了维持生命,昆虫啃咬滴灌带,以获得水源。

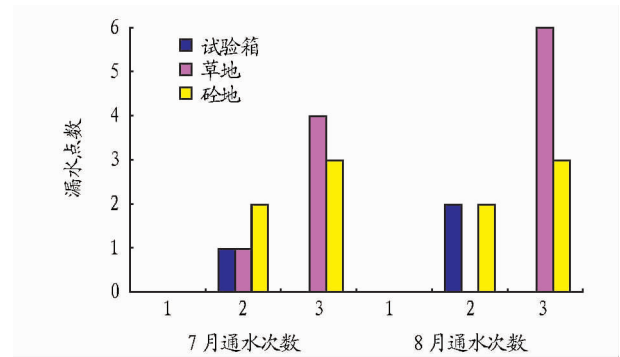


图 1 7、8 月草地通水次数与非正常漏水点关系

2.2 昆虫对滴灌带啃咬的部位 对滴灌带受昆虫啃咬发生破坏的部位进行研究,结果表明,无论是在试验箱还是在光滑砼地及绿草地,昆虫对滴灌带的啃咬部位均在滴灌带出水元件边的迷宫处(在实际中有幸拍到蝗虫啃咬迷宫的照片),分析其原因是滴灌带整体密封,只有出水元件中有水,在停

止灌水后滴灌带迷宫处通常会保留一定的水分,水汽通过滴水元件散发出来,昆虫为了喝水找到滴水元件,对元件边迷宫处进行啃咬,因此受到昆虫啃咬的部位一定在滴灌带滴水元件的迷宫处。

3 结论与讨论

通过模拟大田实际情况,对地膜覆盖条件下昆虫对滴灌带啃咬的破坏现象进行了研究。发现昆虫啃咬滴灌带是有时间段的,昆虫对滴灌带进行大规模啃咬通常在大田滴灌带第 2 次浇水后发生。

另外,昆虫啃咬滴灌带的部位有明显的特征,膜下昆虫为了寻找水源,对滴灌带的啃咬主要集中在滴灌带滴水元件附近的迷宫处,今后在对滴灌带产品质量鉴定分析中,可将此作为被虫咬鉴定依据之一。

如何解决昆虫对滴灌带的啃咬问题,正在进行相关试验,目前主要方法是向滴灌带生产原料中加入一定数量的辣椒粉,具体防虫咬效果如何还有待验证。

参考文献

[1] 王东晶. 我国膜下滴灌带技术发展与应用现状[J]. 现代农业科技, 2013(19): 244-245.

[2] 宁松瑞,左强,石建初,等. 新疆典型膜下滴灌棉花种植模式的用水效率与效益[J]. 农业工程学报, 2013, 25(22): 98-99.

[3] 王庆,郭德发. 大田膜下滴灌的优势及节水灌溉对棉花增产的作用[J]. 节水灌溉, 2004(1): 31-32.

[4] 魏健,李双全,常军,等. GB/T 19812.1-2005 塑料节水灌溉器材 第 1 部分:单翼迷宫式滴灌带[S]. 北京:中国标准出版社, 2005.