

文章编号:1000-582X(2003)04-0042-04

降低二冲程摩托车废气排放的技术措施*

阮登芳,邓兆祥,方子帆

(重庆大学机械传动国家重点实验室,重庆 400044)

摘要:介绍了国内外近年来在降低二冲程摩托车废气排放方面所采取的主要技术措施,分析比较了各种措施在结构、净化效果和成本等方面的特点,指出:对现有二冲程摩托车化油器进行调整使混合气变稀、并改进化油器进气道形状,是降低二冲程摩托车废气排放的最简单且有效的措施;采用缸内燃料直接喷射技术是唯一能很好解决二冲程摩托车废气排放的技术措施;与采用缸内燃料直接喷射技术相比,分层扫气的结构简单、成本低,净化效果比化油器混合气稀化好,是一种值得进一步研究的净化措施。

关键词:二冲程摩托车;排放;措施

中图分类号:U464.112

文献标识码:A

传统二冲程摩托车用汽油机(曲轴箱扫气的化油器式二冲程汽油机)由于没有专门的换气过程,换气过程是在下止点前后约80~95°CA期间以扫气方式完成的,此时排气口与扫气口直接相通,扫气用新鲜混合气的损失高达30%,因此,其HC和CO的排放量比四冲程摩托车的排放高,HC排放量是汽油轿车的2~3倍,CO排放量与无控制的汽油轿车相近^[1]。另一方面,由于传统二冲程摩托车汽油机具有结构简单、体积小、重量轻、升功率大和维修方便等优点,至今仍广泛用于摩托车中。据1997年摩托车销售情况统计,二

冲程摩托车约占年销售量的30.6%,占全国保有量的40%~50%^[1-2]。因此,二冲程摩托车已成为大气污染的一个主要污染源之一。为此,国家环保总局拟颁布新的摩托车污染物排放标准,对二冲程摩托车的废气排放提出了更高的要求。表1是我国现在执行的标准,表2是即将颁布的相当于欧I、欧II二冲程摩托车的排放限值。为了达到新的排放标准的要求,采取有效措施,降低二冲程摩托车的废气排放,已成为各摩托车生产厂目前面临的紧迫课题。

表1 我国目前实施的二冲程摩托车污染物标准(工况法)

车别	参照质量/kg	CO/(g/km)	HC/(g/km)
1996年1月1日起的定型车	$R < 100$	16	10
	$100 \leq R \leq 300$	$16 + 24(R - 100)/200$	$10 + 5(R - 100)/200$
	$R > 300$	40	15
1996年1月1日起的新生产车	$R < 100$	20	13
	$100 \leq R \leq 300$	$20 + 30(R - 100)/200$	$13 + 8(R - 100)/200$
	$R > 300$	50	21

表2 我国即将实施的相当于欧I、欧II二冲程摩托车的排放限值

车型	阶段	CO/(g/km)	HC/(g/km)	NO _x /(g/km)
≤50 mL的轻便摩托车	2004年以前	6	3	
	2004年以后	1	1.2	
>50 mL的两轮二冲程摩托车	2004年以前	8	4	0.1
	2004年以后	5.5	1	0.3

* 收稿日期:2002-12-18

作者简介:阮登芳(1963-),女,四川合江人,重庆大学博士研究生,主要从事发动机方面的教学与科研工作。

目前,国内外对二冲程摩托车采取的废气净化措施,归结起来有以下 3 类:一是前处理措施,即对进入气缸的燃料和空气进行预处理,使其混合浓度达到或接近理想空燃比,改善燃烧状况,降低废气的排放;二是机内净化处理措施,即对换气及燃烧过程本身进行改进;三是后处理措施,在发动机排气管或排气道内采取废气净化措施,达到净化废气的目的。

1 前处理措施

传统二冲程摩托车汽油机由于换气过程不完善,气缸中残余废气多,为了利用燃料的汽化潜热对发动机的冷却作用及提高整车的动力性能,空燃比(A/F)一般都调节在 10 左右,处于偏浓状态,因而燃烧状况恶化,HC 和 CO 的排放量较高,但 NO_x 总体水平仍很低。因此,可通过调节空燃比来改善发动机的燃烧,进而减少 HC 和 CO 的排放^[2-6],典型的实验结果如图 1 所示^[6]。

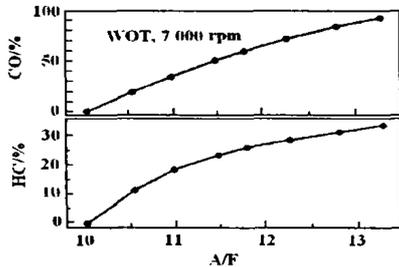


图 1 空燃比对废气排放的影响

由图 1 可看出,当 A/F 从 10 增至 13 时,HC 排放降低约 30%,CO 降低约 85%。由于 A/F 增大,混合气变稀,燃烧不稳定,解决措施是改进化油器,用旋转活塞阀代替滑动式活塞阀并简化燃油通道结构,降低流动阻力,如图 2、图 3 所示^[6]。

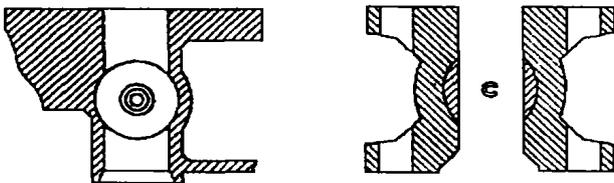


图 2 标准化油器进气道 图 3 改进后的化油器进气道

通过调节 A/F 来降低二冲程摩托车废气排放的措施,对原机几乎无改动,因而成本低,效果也较好,若再辅以后处理措施,有望达到欧 I 的排放标准,应是生产厂首选的净化措施^[7]。

2 机内净化处理措施

2.1 分层扫气

分层扫气是一种通过在新鲜扫气气体和废气之间

形成一层分层介质,并由分层介质承担扫气损失的一种扫气方式。分层介质可以是纯空气、废气或稀混合气等。当分层介质比混合气先进入气缸时形成纵向分层扫气^[8-10]。当分层介质与混合气同时进入气缸时形成(气缸横断面上的)横向分层扫气^[11-15]。图 4 是纵向分层扫气示意图,首先进入气缸的纯空气在气缸纵断面上形成分层介质,将废气与混合气阻隔开,从而减少新鲜混合气的损失。

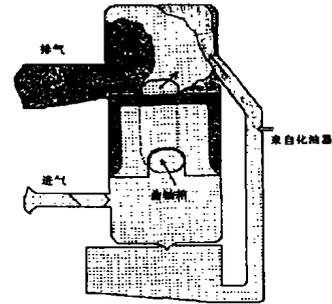
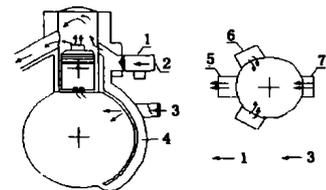


图 4 纵向分层扫气示意图

图 5 是横向分层扫气示意图,从长进气道吸入的浓混合气占总进气量的 20%,曲轴箱只吸入纯空气,扫气时纯空气在气缸中处于废气与浓混合气之间充当分层介质。图 6 是文献[13]的试验结果。从图中可以看出,这种以纯空气为分层介质的纵向分层扫气可使 HC 排放降低约 50%,CO 在转速低于 7 000 rpm 时也有所减少。



1. 混合气;2. 汽化器;3. 纯空气;4. 混合气管道; 5. 排气道;6. 主扫气道;7. 副扫气道

图 5 横向分层扫气示意图

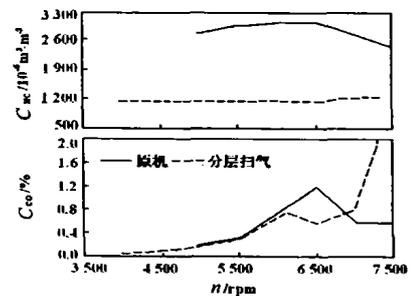


图 6 HC 和 CO 排放对比

采用分层扫气,既可保持二冲程汽油机结构简单的优点,又可大大降低 HC 的排放及油耗,比任何型式的汽油喷射都要简单许多,因此,成本相对较低。但目

前仍处于研究阶段,实用的较少。

2.2 缸内燃油直接喷射

目前,已使用和正在研究的二冲程摩托车燃油喷射方式分直接喷射(排气口关闭后向气缸内喷射)和半直接喷射(在扫气口或进气管内喷射)两种。半直接喷射所需喷油压力较小(0.2~0.3 Mpa),对燃油系统要求低,因而系统结构简单、成本低,但不能完全解决混合气短路损失问题;缸内直接喷射由于是在排气口关闭后再向缸内喷射燃油,扫气用纯空气,因此,可完全解决混合气的短路损失问题,但结构复杂、成本较高。典型的缸内直接喷射系统有澳大利亚 Orbital 的

SEFI 系统,意大利 Piaggio 的 Vespa - ET2 系统,贵州红林机械厂的 CAT 系统。各系统的结构特点、净化效果、成本比较如表 3。从表 3 的比较可以看出,贵州红林机械厂的 CAT 系统结构简单,对原机的改动较少、成本低,缺点是喷射压力随喷油量的减少而减小,轻载时喷油量少,因而喷射压力较低,燃油雾化质量差,燃烧不稳定;Orbital 的 SEFI 系统由于采用夹气低压喷射,燃油雾化状况好,燃烧完全,净化效果好,且对燃油系统要求低,因此,是满足高排放限值的国家标准应采取的有效措施。

表 3 各种燃油喷射系统比较

电控燃油喷射系统	结构特点	净化效果	成本
SEFI 系统	采用夹气喷射和缸内分层燃烧,供油压力低,燃油雾化好,空燃比一般在 20 左右 ^[16] 。	HC 和 CO 排放量各减少约 70% 和 80%,油耗降低约 30% ^[16] 。	每台发动机成本约增加 1000 元 ^[19] ,技术还不够成熟,需投入大量的研制费用。
CAT 系统	以美国 BKM 公司的 Servojet 系统为基础,采用蓄压式高压喷射,喷射压力较高,系统响应速度快,对电磁阀的频率响应特性要求低,但轻载时由于喷油量少,喷射压力较低,燃油雾化不好,燃烧不稳定。	HC 排放量减少 49%,CO 排放量减少 50% (怠速),油耗降低 25~32%。	需对原发动机气缸盖及曲轴箱进行改动,增设高压柱塞泵及其它传感装置,每台发动机成本约增加 500 元
Vespa - ET2	采用活塞式容积泵和喷油器实现缸内高压喷射,缸内平均空燃比大于 18,实现了分层燃烧 ^[20]	HC 排放量减少了 70%,CO 排放量减少了 50%,油耗下降 30% ^[20] 。	系统结构复杂,成本较高,且要求使用环境的空气较干净

2.3 AR 燃烧

AR (Activated Radical Combustion) 燃烧技术是本田公司开发的新技术,旨在解决传统二冲程汽油机在怠速和低负荷时出现的缺火及不稳定燃烧现象,它是通过安装在排气口上的 AR 阀(排气控制阀)控制缸内残余废气量,进而控制缸内压力和温度来达到控制燃料自燃定时的一种燃烧方式。它与火花点火燃烧方式的区别在于:在火花点火燃烧方式中,火焰是从火花塞电极端呈球形向四周扩散,而在 AR 燃烧中,缸内残余气体同新鲜充量混合和压缩后,在燃烧室壁上形成无数个点同时自燃,从而大大提高燃烧速率,解决了二冲程汽油机燃烧不充分和低负荷区缺火问题。AR 燃烧可结合缸内直接喷射及分层扫气方式使用^[16-18]。

2.4 数字式点火系统

传统二冲程摩托车汽油机采用磁电机供电的无触点电容放电式点火(CDI),点火提前角大小只随发动机转速变化,没有考虑负荷变化对点火提前角的影响,

因此,只能在某些工况可获得最佳点火。采用数字式点火系统,点火提前角的大小是由电脑根据发动机的转速及负荷信号计算的,可精确地控制点火提前角,并在各种工况下始终处于最佳状态,因此,燃烧更充分,可大幅度降低油耗和废气排放,但结构复杂、成本高。

3 后处理措施

3.1 在排气口引入二次空气

在排气口后面紧接排气口处利用排气负压引入空气,靠燃烧后的高温使废气中的 HC 和 CO 与空气混合后继续燃烧来达到降低废气排放的目的^[21]。

3.2 催化转化技术

在二冲程摩托车排气管中安装催化转化器是降低其废气排放的重要措施之一,且对原机无任何改动,比电控燃油喷射及分层燃烧都简单,成本相对较低。但加装催化器后,发动机的功率会有所下降,油耗会增加,对汽油品质要求高(要求无铅且杂质含量低)。目

前,催化转化器在二冲程摩托车上的应用还处于试用阶段,尚需进一步解决活化温度高、高温冷却、使用寿命等问题^[21]。图7是文献[22]的试验结果,由图可以看出,HC和CO均比原机有较大幅度的下降。

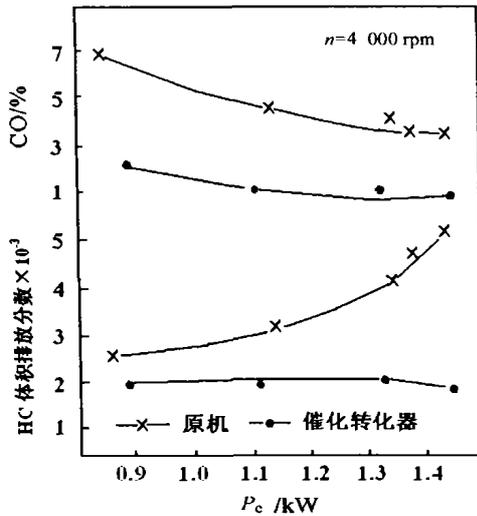


图7 催化转化器对排放的影响

4 结 论

对现有二冲程摩托车化油器进行调校并改进,是降低其废气排放的最简单且有效的措施,若再辅以其它技术措施如加催化转化器,有望使其排放水平达到欧I的限值,应是控制二冲程摩托车废气排放的首选措施。

机内净化措施中,分层扫气的结构、成本和净化效果均介于缸内直接喷射与机外净化处理措施之间,若再辅以机外净化措施,可使二冲程摩托车的排放水平达到欧II的限值,国外在这方面的研究较多,是一种很值得进一步研究的净化措施。

缸内燃料直接喷射是唯一能很好解决二冲程摩托车废气排放的措施,特别是低压夹气喷射,成本相对较低,实现难度较小。

参考文献:

- [1] 天津摩托车技术中心. 国产摩托车排气污染物排放现状及控制进程分析[J]. 汽车工程, 1999, (2): 1-8.
- [2] 颜伏伍. 摩托车排放控制政策现状与展望[J]. 摩托车技术, 2001, (6): 3-5.
- [3] 胥树凡, 刘宪兵. 我国摩托车排放污染防治技术政策和排放标准现状及发展趋势[J]. 摩托车技术, 2001, (11): 3-4.
- [4] 秦松祥. 国内外摩托车排放标准现状及控制措施[J].

摩托车技术, 2001, (8): 3-5.

- [5] 朱毅. 欧洲联盟摩托车欧II排放限值已确定[J]. 摩托车技术, 2002, (5): 22.
- [6] TAMBA S, YAMAMOTO M. Emission Reduction for Small Utility Two-Stroke Engine[C]. SAE Paper951767, 1997: 1741-1749.
- [7] 张明盛. 二冲程轻便摩托车排放控制方法研究[J]. 摩托车技术, 2001, (1-2): 5-10.
- [8] 史宗庄. 采用空气先导式分层扫气方法降低小型二冲程汽油机燃油消耗的试验研究[J]. 内燃机学报, 1998, 16(4): 497-504.
- [9] ROCHELLE P. Emission and Fuel Consumption Reduction in a Two-Stroke Engine Using Delayed-Charging[C]. SAE Paper 951784, 1995: 1798-1807.
- [10] 柴领道. 二冲程汽油机分层扫气技术的应用试验[J]. 小型内燃机, 1987, (5): 51-52.
- [11] 谷明. 二冲程发动机新的多层次状扫气法[J]. 小型内燃机, 1998, (3): 38-47.
- [12] 朱圣柳. 二冲程汽油机双进气口分层扫气的研究[J]. 内燃机学报, 2000, 18(4): 431-434.
- [13] 陈波宁. 小型二冲程发动机电控汽油喷射分层扫气系统的研究[J]. 内燃机学报, 2000, 18(2): 208-210.
- [14] SAWADA T, WADA M. Development of a Low Emission Two-Stroke cycle Engine[C]. SAE Paper 980761, 1998: 967-977.
- [15] GLOVER S, MASON B. Evaluation of a Low Emissions Concept on a 50cc 2-Stroke Scooter Engine[C]. SAE Paper 951783, 1995: 1786-1797.
- [16] ISHIBASHI Y, ASAI M. A Low pressure Pneumatic Direct Injection Two-Stroke Engine by Activated Radical Combustion Concept[C]. SAE Paper 980759, 1998: 939-945.
- [17] ASAI M. Analysis on Fuel Economy Improvement and Exhaust Emission Reduction in a Two-Stroke Engine by Using an Exhaust Valve[C]. SAE Paper 951764, 1995: 1733-1740.
- [18] ISHIBASHI Y. Improving the Exhaust Emissions of Two-Stroke Engine by Applying the Activated Radical Combustion[C]. SAE Paper 960742, 1996: 982-992.
- [19] 杨家强. 摩托车排气污染控制技术初探[J]. 摩托车技术, 2001, (7): 7-8.
- [20] 刘克斌, 王武晖. 比亚乔 FAST 技术[J]. 摩托车技术, 2000, (7): 23-25.
- [21] 毛永化. 降低摩托车发动机排气排放的试验研究[J]. 小型内燃机, 1986, (8): 1-8.

(下转第53页)

A Context Model of Wavelet Coefficients for Image Compression

DONG Shi-du¹, YANG Xiao-fan^{1,2}, LIU Guo-jin¹

- (1. College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China;
2. Key Laboratory of Opto-electronic Technology and Systems Under the State Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Through the combination of the idea of the linear prediction used in the GlicBawls coding scheme and the idea of the quantization taken in the CALIC coding scheme to reduce the number of contexts, a new context model of wavelet coefficients for image compression is proposed. Wavelet coefficients are encoded by the arithmetic encoder, with the contexts formed by quantizing linear prediction values. Experimental results show that the model achieves higher lossless compression rate of image than lossless SPIHT and lossless EBCOT used in JPEG2000. In addition, by exploiting the multiresolution property of wavelet, the model can compress the transformed image for progressive resolution and earn higher compression rate for each scale of the image than EBCOT.

Key words: wavelet; context model; lossless image compression; progressive resolution

(责任编辑 张 苹)

(上接第45页)

Technological Measures for Reducing Two-Stroke Motorcycle Exhaust Emissions

RUAN Deng-fang, DENG Zhao-xiang, FANG Zi-fan

(State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: The main technological measures for reducing two-stroke motorcycle exhaust emission in China and foreign country are introduced. The characteristics of the measures in structure, effect, cost, etc., are analysed. The results show that the enleanment of conventional carburetor mixture and the improvement of the carburetor intake passage shape is a simple and effective measure, the adoption of the electronically controlled in-cylinder direct fuel injection technique is a unique measure to completely improve emissions from two-stroke motorcycles. The structure and cost of a stratified scavenging system is lower than that of in-cylinder direct fuel injection, but its effect is better than that of the enleanment of carburetor mixture, so, it is worth investigating further. The factories of two-stroke motorcycles may select the reduction measures of the exhaust emission by referring to the analyses and comparisons.

Key words: two-stroke motorcycle; emission, measure

(责任编辑 张小强)