

摩托车排放控制及催化转化器应用技术

程 伟 (新大洲本田摩托有限公司技术中心)

摘要：对于大多数车型来说，进气系统应对欧 的主要工作还是优化化油器，其他改进方式有电控化油器和电控燃料喷射技术。另外，国内还有向进气管补充空气的技术，对于排放的效果也很明显，但对整车的操控性能有一定的影响。

关键词：排放控制 催化转化器 应用技术

The Applied Technique for Motorcycle Emission Control and Catalytic Converter

Cheng Wei (Sundiro Honda Motorcycle Co.,Ltd. Technical Center)

Abstract: For most of large vehicles, the main work corresponding the Euro intake system is carburetor optimization, of course there are some other improvable channels, such as, electrically-controlled carburetor, electro-controlled fuel injection etc. In addition, there is a way of supplementing air to the intake pipe, which is significant in reducing emissions, but not so good to the controllability of motorcycle.

Key words: Emission control Catalytic converter Applied technique

随着2005年我国将实施摩托车排放的欧 标准，目前国内各大主机厂都正在进行应对工作，新大洲

本田公司目前在产车型都在进行相关应对措施。笔者近年一直从事摩托车进排气系统的一些具体工作，

表 3 1 ~ 10 款车型原始性能测试

车型	最大车速 km/h	起步加速 s	超越加速 s	A 声级加速 噪声,dB	100 km 经济车 速体积油耗,L
1	48.4	12.9	10.9	72	1.3
2	48.4	12.7	12.4	70	1.3
3	47.9	13.1	10.9	72	1.5
4	46.8	13.6	11.5	70	1.4
5	68.5	16.0	14.9	74	1.7
6	66.4	16.3	14.2	75	2.0
7	65.8	16.8	13.9	75	1.7
8	73.1	15.0	15.0	75	1.7
9	74.5	15.1	13.8	74	1.5
10	104.0	11.8	14.2	80	2.2

表 4 1 ~ 10 款车型排气污染物改善后性能测试

车型	最大车速 km/h	起步加速 s	超越加速 s	A 声级加速 噪声,dB	100 km 经济车 速体积油耗,L
1	46.0	13.0	11.0	69	1.3
2	48.0	13.2	12.2	70	1.2
3	46.5	13.9	11.0	70	1.3
4	46.7	13.8	11.6	70	1.2
5	67.6	15.8	15.0	74	1.5
6	71.8	15.7	13.9	75	1.6
7	70.0	16.7	13.5	75	1.5
8	73.7	14.8	15.0	75	1.5
9	74.0	15.0	13.8	74	1.5
10	104	11.7	13.8	80	2.1

4 结论

a) 四冲程摩托车采用 SAI 及 TWC 技术达到欧 II 排放控制标准的技术方案工程化应用是可行的，本公司的 10 款出口车应用该种控制手段达到了欧 II 法规的要求。

b) 摩托车排气污染物控制是一项系统工程，为了综合优化性能，需要全系统匹配，如对化油器与 TWC 的匹配，排气系与 TWC 的匹配。在控制其限值的同时，力求达到其与动力性、经济性、制造成本及工艺性之间的最优折衷。将排气污染物控制与整车及发动机的总体改进与性能的提高紧密结合。

c) 合理地应用 TWC 技术对摩托车排气污染物进行控制有较好的效果，成本也较低。TWC 技术在欧 II 阶段的实用性优于 EFI 技术。EFI 技术在欧 III 或更严格的法规面前仍可能需要 TWC 技术。

d) 在新品开发中就要将排气污染物控制作为关键指标之一。在用车的排气污染物控制要引起足够的重视。

(收稿日期 2004-09-19)

也积累了一些工作经验。

1 摩托车排气污染物的产生机理

摩托车控制的排气污染物主要是CO、HC、NO_x。

CO的产生是由C的不完全燃烧产生的, C+O₂
CO(不完全燃烧) CO+O₂ CO₂(完全燃烧);

HC的产生是由于燃料的不燃烧和不完全燃烧产生的, 具体来说主要由以下几个方面的原因所致: 1)

冷激效应 燃料在发动机冷激区产生不燃烧和不完全燃烧。可燃混合气要求的温度高, 但在缸壁、气缸盖下表面、气缸体内表面、气门下表面和活塞上表面等燃烧室内表面温度低, 燃料不燃烧和不完全燃烧, 产生冷激效应。2) 发动机起动和热机过程中, 发动机燃烧不稳定, 产生大量的HC。3) 加速和减速工况下, 可燃混合气偏稀或偏浓, 燃料不完全燃烧, 产生大量的HC。4) 四冲程发动机进、排气门同时开启过程中, 燃料不完全燃烧, 产生HC, 所以四冲程发动机的气门重叠角越大, 产生的HC就越多。5) 二冲程发动机扫气过程中, 燃料不完全燃烧, 产生大量的HC。所以, 二冲程发动机产生的HC多于四冲程发动机, 水冷发动机产生的HC多于空冷发动机。

NO_x的产生是由于高温富氧产生的, 即N₂+O₂
NO_x。

总的来说, CO和HC是由不完全燃烧产生的, 而NO_x是完全燃烧产生的, 降低NO_x就要降低发动机的最高燃烧温度, 同时也降低了发动机的功率。

摩托车排气污染物的产生机理的掌握是摩托车排放控制的关键。

2 过量空气系数对排放的影响

过量空气系数与排气污染物的关系见图1。

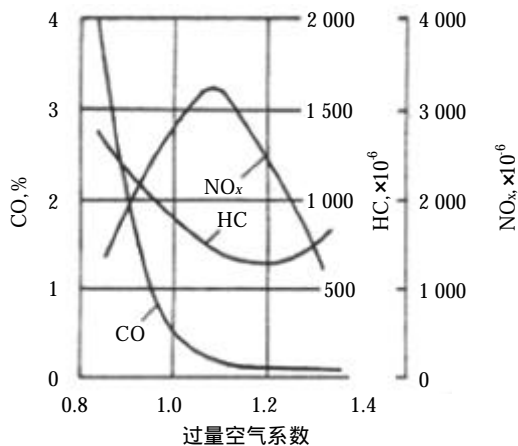


图1 过量空气系数与排气污染物的关系

过量空气系数为0.9~0.95时, 燃烧温度最高; 为着火的上限和下限时, 燃烧温度最低; 为0.8~0.88时, 燃烧速度最快, 发动机的功率最大; 为1.09时, 燃料燃烧最充分, 燃料消耗最低。

进气系统的匹配、二次补气系统的应用就是为了调整过量空气系数, 降低排气污染物的产生。

3 摩托车排放控制方法

四冲程的摩托车对于欧 标准的限值, 排放控制的重点是CO, 二冲程的摩托车, 排放控制的重点是HC。

从摩托车骑乘方式看, 弯梁车发动机冷却效果好, 所以化油器可以设定较稀, 跨骑车化油器相对设定浓一点, 踏板车发动机属于强制风冷, 冷却效果不好, 所以化油器设定偏浓。

根据不同车型不同的特点, 应对欧 排放的方法也不一样, 见表1。

表1 不同车型应对欧 排放的方法

车型	应对欧 排放的方法	
摩托车	跨骑车	优化化油器+二次补气系统
	弯梁车	优化化油器+二次补气系统
	踏板车	优化化油器+二次补气系统+催化转化器
轻便摩托车	二冲程	优化化油器+二次补气系统+催化转化器
		电喷(或电控化油器)+催化转化器
摩托车	四冲程	优化化油器+二次补气系统+催化转化器
		电喷(或电控化油器)+催化转化器

4 进气系统的控制

摩托车是用户的代步工具, 用户关心的是摩托车的动力性能(主要是操控性能和耐久性能), 法规要求的排放和噪声不可避免的要牺牲动力性能, 但排放加严的同时整车经济性能也得到了提高, 进气系统的工作就是做到三者之间的最佳匹配状态。对于大多数车型来说, 进气系统应对欧 的主要工作还是优化化油器。

4.1 优化化油器

化油器设定是一项相当关键和复杂的工作, 化油器设定需要考虑以下几点:

怠速考虑起动(包括低温起动)性能; 低、中速考虑加速性能; 中速考虑经济性能; 高速就要考虑耐久性能。

从某车型应对欧 、欧 化油器的A/F曲线图(见图2)上分析, 应对欧 化油器进行了大的调整, 在中低速的设定比应对欧 化油器要稀。

4.2 MASTER 化油器和空滤器的管理

应对欧 发动机的申报工作已经重视对化油器的管理,要求提供化油器相关参数和对应于不同空气流量的供油曲线图(A/F图),同时对于化油器设定而言,空滤器通气阻抗的管理也是必须的。各主机厂必须作好MASTER空滤器的管理才能保证量产车排放的一致性。

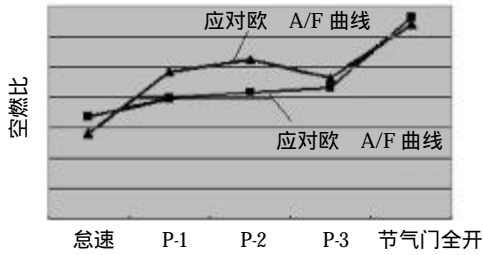


图2 某车型应对欧、欧化油器A/F图

4.3 其它改进方式

其它改进方式主要有电控化油器技术和电控燃料喷射技术,但考虑到成本的原因,这些技术难以大面积推广。

国内还有向进气管补充空气的技术,对于排放的效果也很明显,但对整车的操控性能有一定的影响。

5 排气系统的控制及催化转化器应用技术

装化油器的摩托车,为了保证动力性能,不可能实现完全燃烧,这就需要在排气系统实现二次燃烧,主要的方法有增加二次补气系统和加装触媒。

5.1 二次补气系统

二次补气系统由空气流量控制阀、簧片阀、二次空滤器和连接胶管组成,补气方式分为机内补气和机外补气两种,采用机内补气就需要在缸盖增加一个二次空气补偿管直接通向排气道。

因为二次燃烧需要700 以上的温度,所以仅使用二次补气系统,补气口必须放在离排气门近的地方。

目前有部分厂家在消声器排气管上增加一个簧片阀,利用排气压力波打开簧片阀实现二次补气,这种补气方式的主要目的是向消声器中的触媒提供足够的空气(见图3),厂家取消了空气流量控制阀,这对整车的噪声有一定的影响。

5.2 催化转化器

催化转化器由载体、涂层和贵金属3部分组成。载体按材料分为陶瓷载体和金属载体,陶瓷载体一

般用于汽车,摩托车基本上用的是金属载体。

金属载体由外壳和金属箔组合而成,根据金属箔的结构分为同心圆型(即螺旋型)和S型(见图1)。同心圆型结构易发生金属蠕变疲劳,久后出现芯体和外壳脱落的现象;按外壳和金属箔的焊接(连接)方式分为真空焊、挡焊(包括一字挡焊、十字挡焊和销钉穿过芯体固定等),挡焊的耐久性能均及不上真空焊。德国依米泰克公司采用真空焊S型金属载体的耐久性能相当不错(参见图4)。

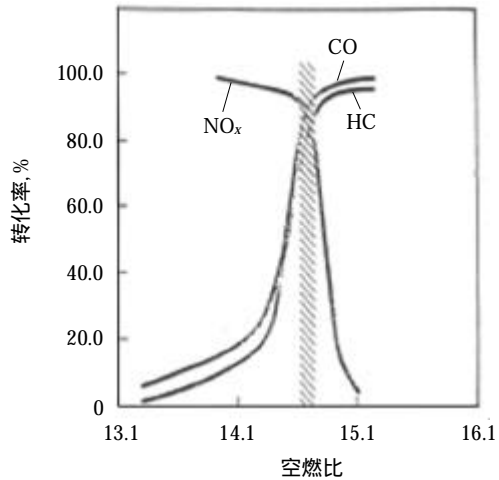


图3 空燃比特性曲线

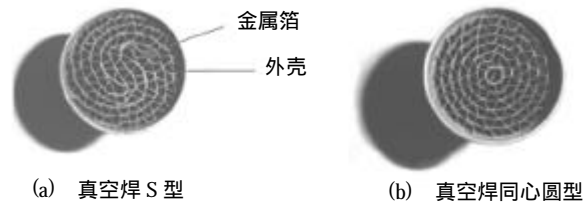


图4 金属载体金属箔的构成方式

涂层是指载体壁面上涂的一层多孔活性层,主要是由 γ - Al_2O_3 组成,表面粗糙多孔增加催化反应的表面积。

涂层表面散布具有催化活性的贵金属铂、钯、铑和铈、镧、镱、钆等稀土金属以及铜、铁、铬、锰、钴等金属。铑主要是控制氮氧化物的主要成份,铂主要是转化CO和HC,铑也主要是转化CO和HC。目前,摩托车用的主要是装铂铑合金或钯铑合金的催化转化器。氧化铈(Ce_2O_3)主要是起储氧和释放氧的作用。

5.3 催化转化器的安装

催化转化器装在消声器中实现催化转化作用,设计时需要注意以下因素。

a) 起燃温度 催化转化器的起燃温度一般是250 , 提高起燃温度的方法如下:

- 1) 选用直径小的催化转化器;
- 2) 选用目数大的载体;
- 3) 催化转化器安装在离发动机近的位置;
- 4) 选用起燃温度低的载体;
- 5) 在催化转化器前增加热管;
- 6) 调整发动机,如提高怠速。

与欧 法规对应, ECE47测试有4个预热循环、ECE40有2个预热循环,通过预热循环催化转化器基本上能够达到起燃温度,与欧 法规对应,必须研究如何使催化转化器在短时间内达到起燃温度、同时需要催化转化器生产厂家开发起燃温度低的催化转化器。

b) 空速特性:空速特性是指气体流速越快,废气在催化转化器上停留时间越短,废气转化就越少,催化转化器在消声器中的位置就应该放在气体流速相对较慢的位置。

c) 热老化:涂层中的 Al_2O_3 在1 000 左右会被烧结,表面粗糙多孔结构被破坏,起催化作用贵金属的面积减小,引起转化效率降低,所以消声器中催化转化器的最高温度一般控制在950 以下。

d) 催化转化器的焊接:金属载体外壳的材料主要是SUS430,属于奥氏体不锈钢,金属箔的材料主要是20Cr5Al,传统的消声器的材料一般选用08或10的低碳钢。奥氏体不锈钢的热膨胀系数大于低碳钢,发动机高速运行时,催化转化器可以达到的温度接近800~900 ,如果用低碳钢直接和催化转化器焊接,连接处就很容易发生脱落,所以和催化转化器连接的锥套建议使用是和SUS430热膨胀系数接近的不锈钢材料,焊丝选用和母材材质及性能接近的耐热不锈钢焊丝(见图5、6)。

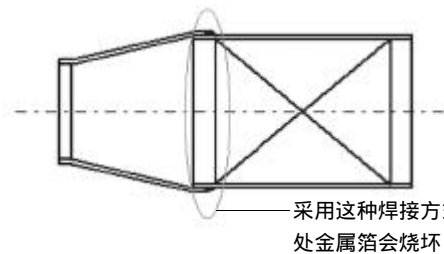


图5 不正确的焊接部位

锥套与催化转化器的焊接方式,国外有采用对接氩弧焊,考虑到国内消声器厂的工艺水平,一般采

用气体保护焊,如果采用锥套套在催化转化器外面焊接,因焊接温度过高会造成金属箔的破坏,建议采用图6的焊接方式,但必须保证锥套与金属箔之间有2 mm的间隙,避免最外层金属箔堵塞不起作用。

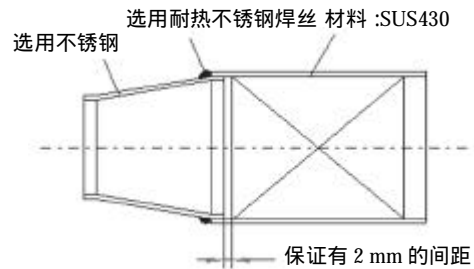


图6 正确的焊接部位及材料的选择

e) 催化转化器消声器的制作:消声器增加催化转化器后,其制作必须考虑到3个因素:1) 催化转化器不能经过电镀工艺的酸洗工艺;2) 催化转化器不能进行内喷漆;3) 用了催化转化器后消声器内部温度提高了很多。

消声器是摩托车中工作环境相当恶劣的一个部件,消声器必须作好表面尤其是内表面的防锈、防腐和防硫化处理。传统的电镀消声器采用普通低碳钢,进行电镀后再进行内部涂装,增加催化转化器后外表面的电镀可以通过封闭电镀(即堵上消声器的排气管、尾管和流水孔,避免电镀液进入消声器的内部)解决催化转化器不能酸洗的问题,但内表面只能直接使用防锈、防腐材料,如镀铝板和不锈钢,这将直接提高消声器的成本。

一些消声器制造厂解决不了封闭电镀的问题,就采用分体电镀和外表面直接进行耐热涂装的制作工艺。其中分体电镀的工艺步骤如下:

电镀 内部涂漆 催化转化器装入消声器筒体 排气管和筒体环焊 环焊部位涂耐高温银粉漆 环焊部位加装饰罩。

踏板车消声器因为结构的原因增加玻璃纤维用来消除高频噪声,玻璃纤维无法电镀而消声器外表面直接采用耐热涂装,用了催化转化器后消声器内部温度升高对玻璃纤维的耐热性提出新的要求,传统消声器玻璃纤维只能耐550~650 的高温,而催化转化器的温度可能达到800~900 ,传统玻璃纤维会逐渐出现缩短、结块和熔化最终失去消声隔热作用,所以催化转化器消声器玻璃纤维要求耐高温性能能达到850 。

催化转化器消声器表面高温的防护工作也是设

摩托车催化转化器应用中的若干问题探讨

林漫群 贾 滨 景亚兵 阎希成 孙亚琴 沈美庆 (天津大学 天津内燃机研究所)

摘要: 探讨通过催化转化器起燃温度所引发的催化转化器评价试验方法及其适用性;二次空气阀匹配过程中应注重高速高负荷的补气效果,同时应安装二次空气截止阀;应积极开展催化器失效研究,为提高催化器耐久性能提供技术支持;催化器安装对排气噪声产生影响,应注重排放与噪声相结合的综合控制技术开发。

关键词: 催化转化器 评价 失效 噪声

Some Problems in the Application of Motorcycle Catalytic Converter

Lin Manqun Jia Bin Jing Yabing Yan Xicheng SunYaqin Shen Meiqing
(Tianjin Internal Combustion Engine Research Institute, Tianjin University)

Abstract: The following problems are described in the paper, they are (1) the evaluation test method and adaptability of catalytic converter caused by the light-up temperature of catalytic converter; (2) the effect of air supplement at high load should be paid attention to and a cut-off valve should be equipped; (3) Actively make researches on the failure of converter to provide technical support for improving the durability of converter; (4) the influence of converter installation upon exhaust noise, great attention should be paid to the development of comprehensive control techniques for emissions and noise.

Key words: Catalytic converter Evaluation Failure Noise

1 起燃温度特性及由此引发的催化转化器活性评价方法问题

催化转化器对CO、HC和NO_x的转化率主要受3个条件的制约:催化转化器入口的废气温度、空燃比(废气中的氧含量)和空速。当外界条件中的空燃比和空速被固定下来,考察对特定物质(如CO)的转化率与废气温度的变化关系,即为所谓的催化转化器起燃特性。当某种废气成分的转化率达到50%的时

计人员必须考虑的,目前防烫伤的办法是用隔热罩,并在车体空间允许的前提下加高隔热罩的高度;还可在隔热罩的内壁贴一层带铝箔的玻璃纤维,利用玻璃纤维隔热、利用铝箔反射热量,隔热效果也不错。摩托车运行时,隔热罩的温度并不高,长时间怠速运转隔热罩的温度会迅速升高,所以需要提醒用户尽量避免发动机长时间怠速运转。

消声器尾管的排气温度必须控制在250℃以下。排气温度高于250℃会引起在秋冬季节枯草着火,引起火灾。尾管的排气温度的控制方法就是通过调整

候,所对应的废气温度为这种废气成分在该特定气氛环境下的起燃温度。图1为典型的催化转化器起燃温度曲线。

起燃温度对于催化转化器的匹配具有重要的指导意义。催化转化器在排气消声器中安装位置的选取原则是:在尽可能宽的工况范围内废气流入催化转化器的温度超过有害气体成分的起燃温度。图2为国产典型的125 mL骑式摩托车温度采样点的位置。催化转化器在消声器中的安装位置,如果消声器原结构控制不了尾管排气温度就要考虑增大消声器容积来降低尾管的排气温度。

f) 其他影响催化转化器的因素:汽油中含有的铅、硫、磷会加速催化转化器的老化,欧法规对应提出10 000 km的耐久要求,主机厂一般都会在说明书上提出对油品的要求,同时也要求催化转化器厂家开发出能够满足中国汽油的催化转化器。

(收稿日期 2004-10-08)