

# 摩托车发动机电喷与催化转化匹配技术研究

滕 辉 颜伏伍 邹 斌 (武汉理工大学 汽车工程学院)

摘要： 加装了催化转化器与电喷系统的摩托车发动机匹配研究表明,当过量空气系数在 1.05 左右时,催化转化器对 CO、HC 的转化率较高,但对 NO<sub>x</sub> 的转化率较低。

关键词： 电控燃油喷射 催化转化器 匹配技术

## A Study of Matching of Motorcycle Engine Electronic Fuel Injection (EFI) with Catalytic Conversion

Teng Hui Yan Fuwu Zou Bin

(Wuhan University of Science and Technology Automotive Engineering Institute)

**Abstract:** A study of the matching of catalytic convertor with EFI shows that when the excess-air coefficient is about 1.05, the conversion rate of catalytic convertor to CO and HC is higher, but lower to NO<sub>x</sub>.

**Key words:** EFI Catalytic convertor Matching

随着我国摩托车产量和保有量的迅速上升,摩托车尾气排放已成为城市大气的主要污染源之一。因此,国家和地方政府相继出台了一系列的排放法规和地方限制政策,摩托车新的排放标准也已正式启动。为达到越来越严格的排放法规,各个摩托车厂及科研院所开发出一系列排放控制技术,其中四冲程发动机电子燃油喷射技术和尾气催化转化技术是主流的技术措施<sup>[1]</sup>。

### 1 摩托车电控燃油喷射系统的设计与开发

采用电控燃油喷射系统,精确控制发动机空燃比,从而使发动机的排放特性、燃油经济性和动力性等综合性能达到最佳。四冲程摩托车发动机的燃油喷射系统可以参照车用汽油机技术,但必须适应摩托车转速高、工况变化复杂的特点,还要考虑摩托车原有发动机结构和成本的增加<sup>[2]</sup>。

以节气门开度和发动机转速为基本控制参量,从而决定发动机的基本循环喷油量和点火提前角。该方案结构简单、成本低、可靠性好、使原车经济性得到改善、功率提高、加速性能好、冷起动机性能好,因而适合在摩托车发动机上使用。

图1为所设计的四冲程发动机电喷系统结构图,电控燃油系统由传感器、控制器(ECU)、执行机构构

成,对发动机的控制包括循环喷油量控制和点火提前角控制。

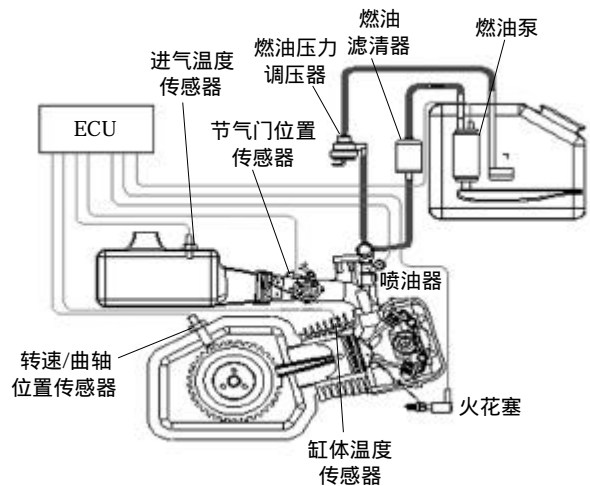


图1 四冲程发动机电喷系统结构图

本电喷系统所用的传感器有转速/曲轴位置传感器、节气门位置传感器、发动机缸体温度传感器、进气温度传感器和蓄电池电压传感器。各个传感器将所采集的信号即时发送到ECU,ECU通过计算确定精确的喷油时间,以使混合气达到最佳空燃比。

电控单元采用了双单片机结构,由于采用时需耗费大量的单片机时间进行脉冲盘位置判断和转速计算,单独采用测速单片机可以大量降低主控单片

机在信号处理上的负担,使之可以把计算能力更多地放在发动机控制计算上,同时简化了程序设计,加快了系统反应时间。

执行机构由电动燃油泵、喷油器、火花塞组成。电动燃油泵选用在箱泵。在箱式燃油泵的优点有冷却、减少燃油蒸气、借助油箱隔音以及在整车中占用空间小等。喷油器是电喷系统的关键部件,应选用响应快、响应范围较广、小流量特性好,而且在相同的脉宽误差下流量误差小,适合于小排量发动机的喷油器。

整套系统对原机结构改动不大,并且成本控制在一定的范围内,但能精确控制发动机的空燃比,使发动机的排放特性、燃油经济性和动力性达到良好的匹配。

## 2 摩托车尾气催化转化技术

在应用了电喷技术后,排放可以有明显改善,但为达到更为严格的排放要求,就必须加装尾气催化转化系统。在四冲程电喷发动机中,由于混合气浓度控制比较精确,能够保证催化转化器的工作条件,因此“电控燃油喷射+催化转化”能大幅度降低尾气排放。

由于摩托车的排气温度较高,受高温和高速废气的不断冲击,工作条件恶劣,要求催化剂具有良好的热稳定性,载体具有较高的机械强度和较小的热容量和热膨胀系数,以利于保证低温下的转化率。选择金属蜂窝状载体除了能满足上述要求外,还具有流动阻力小,对排气系统影响小等特点。选择稀土—贵金属—过渡金属氧化物的高效复合型催化剂,既能避免稀土催化剂的某些缺陷,又具有贵金属的优良特性<sup>[3]</sup>。

图2是某150 mL 摩托车经过改造的装有催化转化器的排气消声器示意图。

该催化转化器使用金属载体,催化剂选用的是贵金属Pt、Rh、Pd为主要活性物<sup>[4]</sup>,根据排放限值和成本的要求,选用不同比例的贵金属及含量,如Pt/Rh、Pt。催化转化器截面直径为63 mm,高度为50 mm。在摩托车负荷或转速较大时,催化剂升温过快,当安装催化器位置上的排气温度超过950 °C时,容易引起催化剂涂层的烧结,造成催化器劣化系数急剧上升,净化效果大幅下降,影响催化器的使用寿命,甚至使催化剂完全失效。因此催化转化器并不布置在

排气口而是将催化转化器放在排气管内。在要求整车排放达到较严格的法规限值时,会引入热管技术,即在前排气管内壁上或插入排气管的一段空管内壁上涂覆催化剂,可提升排气温度使CO和HC的净化率进一步提高。

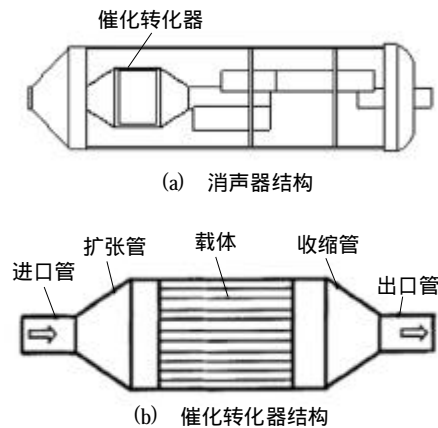


图2 净化消声器及催化转化器示意图

## 3 电喷技术与催化转化技术的匹配研究

在所开发的电喷发动机上应用尾气催化转化器,要求对催化转化系统与电控喷射系统进行匹配,因为催化转化器的合理应用不仅与自身特性(如体积、孔密度、载体性能、催化剂性能等)有关,而且还受发动机状况的影响。

匹配试验所用的设备仪器如下:

a) 经开发的某150 mL 电喷摩托车发动机及试验台架:该台架可以进行发动机电控喷射的匹配标定工作,发动机的各种工况下的循环喷油量和点火提前角可以实时在线修改和标定匹配。

b) 摩托车底盘测功机:用于整车动态工况的标定和验证。为进行精确的匹配试验,利用Visual Basic 6.0编写可视化程序通过计算机对发动机的运行进行实时监控,即时修改发动机运行参数,使发动机工作在控制区域内,并记录发动机的各项性能指标。程序界面如图3。

催化转化器的结构尺寸及安装位置对发动机影响较大。所设计的净化消声器的结构尺寸及安装位置是运用发动机及其排气系统模拟计算程序进行优化确定的。图4是安装催化转化器前后试验发动机外特性对比。如图所示,安装催化转化器后与原机(已安装电喷系统,以下同)对比,转矩损失不大,也就是说催化转化器的安装位置适当,与原机形成良好的匹配。



图3 发动机控制程序界面

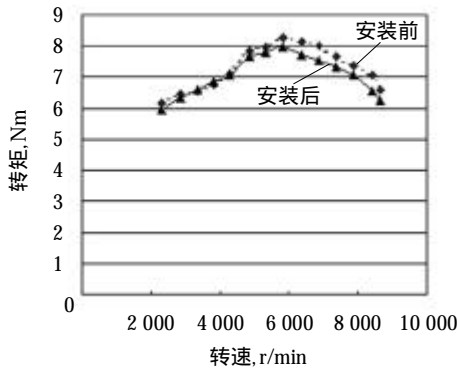


图4 安装催化转化器前后外特性对比

表1是化油器原车、电喷摩托车和“电喷+催化转化系统”的摩托车通过十五工况(GB 14622—2002)检测所得的排放对比值。从表中可看出,化油器原车CO和HC排放很高,CO排放达到10.23 g/km,HC为0.53 g/km,改装的电喷系统排放大幅度降低,CO为0.85 g/km,HC为0.24 g/km,加装催化转化器后,排放更进一步降低,HC仅为0.18 g/km,HC为0.09 g/km。NO<sub>x</sub>排放降低不明显,分析原因是电喷系统所控制的空燃比偏稀,燃油燃烧完全,HC,CO排放就很低;而点火提前角较大,燃烧温度较高,氧气充分,故NO<sub>x</sub>排放较高,从整体上看加装催化转化器的效果非常明显。

测试结果表明,通过合理匹配,可以使“电喷+催化转化”摩托车的排放满足欧III摩托车排放标准。

表1 某150 mL摩托车不同系统对应的尾气排放值

类别	CO g/km	HC g/km	NO <sub>x</sub> g/km
原车(化油器)	10.23	0.53	0.32
电喷车	0.85	0.24	0.35
电喷车+催化转化器	0.18	0.09	0.28

#### 4 结论

a) 开发的电喷系统对循环喷油量和点火提前角都进行了精确控制,避免了普通化油器式发动机在点火提前角控制上的缺点。CO、NO<sub>x</sub>和HC排放物均下降,同时动力性提高。

b) 加装的催化转化器与所开发的电喷系统摩托车进行匹配研究表明,当过量空气系数 $\lambda$ 在1.05左右时催化转化器对CO、HC的转化率较高;但NO<sub>x</sub>的转化率较低。

c) 采用电控燃油喷射技术,如果匹配合理,可以使摩托车排放满足欧III排放标准;如需满足更加严格的排放标准,则需要采用“电控燃油喷射+催化转化器”的技术方案。

#### 参考文献

- [1] 舒柏崇.摩托车排气催化转化治理技术进展及市场现状. 2004中国摩托车工业年鉴. 天津:《摩托车技术》杂志社, 2004
- [2] 颜伏伍等. 摩托车发动机电控燃油喷射系统的设计. 武汉理工大学学报·信息与管理工程版, 2003(2)
- [3] 杜传进等. 车用排气催化转化器与发动机的匹配. 车用发动机, 1999(10)
- [4] 王建昕, 傅立新, 黎维彬. 汽车排气污染治理及催化转化器. 北京:化学工业出版社, 2000

(收稿日期 2004-10-10)

## 安南与中国企业家共谈全球契约行动

10月11日,联合国秘书长安南与中国企业家齐聚钓鱼台国宾馆。安南此次来华的目的是向中国企业推广他在2000年正式发起的全球契约行动,该契约不是一项管制手段,是一个自愿性的倡议,企业自愿加入并自愿遵守契约规则。目前,全球契约共有10项原则,涉及人权、劳工、环境、反贪污等方面。安南认为,中国企业加入该契约,有助于改善公司品牌,

通过全球契约这个桥梁,进一步扩大和加深与国际社会各界的联系。

作为光彩事业成员之一的力帆集团,多年来已为教育慈善事业捐赠了4 000万元,在光彩事业上投资也有1亿多元。力帆集团老总尹明善表示,力帆愿意参与全球契约,并遵守10项基本原则。

(袁勇)