

满足欧 排放标准的 摩托车尾气催化剂研究

褚霞 袁芳芳 王家明 秦建武

(无锡威孚力达催化净化器有限责任公司 无锡威孚环保催化剂有限公司)

摘要: 欧 排放控制系统在进行催化后处理匹配时,必须考虑催化剂的体积、载体目数和空速,当通过催化剂的空速发生变化时,催化剂的起燃温度、转化效率均会有较大变化。总之,无论采取何种技术方案,其尾气后处理催化剂均需在催化处理能力、起燃温度、老化寿命等方面作出非常有效的技术改进。

关键词: 摩托车排放 欧 III 标准 催化剂

A Study of Motorcycle Tail Gas Catalyst Meeting the Euro

Chu Xia Yuan Fangfang Wang Jiaming Qin Jianwu

(Wuxi Weifu Lida Catalytic Converter Co.,Ltd. Wuxi Weifu Environmental Catalysts Co.,Ltd.)

Abstract: When conducting the match of the catalytic after-treatment according to the Euro , the volume of catalyst, mesh number of carrier and air speed should be taken into account passing through the catalyst changes, the light-up temperature of catalyst and conversion efficiency will greatly change too. In brief, no matter which technical means is applied, the tail gas after-treatment catalyst should be effectively improved in terms of catalytic treatment capability, light-up temperature, aging life, etc.

Key words: Motorcycle emission Euro Catalyst

环境保护是全世界关注的大问题,从全球来看摩托车是重要的污染源之一,随着全球摩托车排放法规的不断加严,催化转化装置(催化剂)在摩托车排放系统中的应用也越来越广泛。国内绝大部分摩托车生产商也正在进行满足欧 排放标准的整车开发工作,并取得了初步成功。这些厂商采取的技术方案大致有:1)电喷+三元催化剂(TWC);2)稀薄燃烧电控补气+氧化型催化剂(OC);3)化油器精调+还原型催化剂(RC)+二次补气+氧化型催化剂(OC)。

欧 与欧 排放标准测试方法的主要区别在于排量 < 150 mL 摩托车采用的是经修定的ECE R40循环,采样时间从摩托车启动时开始计算,将原来的前2个预循环作为排放测量循环,共测量6个循环排放;排量 > 150 mL 的两轮摩托车,增加了一个最高车速为120 km/h的EUDC高速循环。这些区别对尾气催化转化装置(催化剂的抗老化能力)提出了更高要求:1)预循环即开始取样要求催化剂以最快的速度起

燃,有较低的起燃温度;2)最高车速的增加要求催化剂在高空速下仍具有较强的催化处理能力;3)催化净化装置的寿命要求可能从1万 km增至3万km。

1 不同技术方案对催化技术的要求

1.1 使用电喷技术的后处理催化剂

当摩托车使用电喷控制技术后,排放特点与当今电喷汽车相似,工作空燃比在理论空燃比($A/F=14.7$)附近振荡变化,要求催化剂对CO、HC、NO_x这3种污染物具有优良的催化转化作用,除选用Pt/Rh、Pd/Rh等以贵金属为主要催化活性材料的三效催化剂(TWC)外,还须将催化剂与电喷进行匹配,根据排放结果差异对催化剂配方进行微调,同时根据贵金属国际市场行情的变化,为客户提供最具竞争力的技术方案。

1.2 使用稀薄燃烧电控补气技术的后处理催化剂

当摩托车使用稀薄燃烧电控补气技术后,排出

的尾气空燃比在理论空燃比附近变化,可选用Pt/Rh、Pd/Rh等具有三元催化作用的贵金属催化活性材料的三元催化剂(TWC)。

1.3 使用二次补气技术的催化剂

二次补气技术(空气泵主动补气)是一种结构简单、成本最低,且能达到欧 排放标准的技术方案。该方案需要将化油器进行精调,保证发动机处于最佳工作状态,此时排出的尾气应处于稍偏浓状态,应用二级催化法处理污染物;对摩托车在高速情况下产生过多的NO_x排放污染物,第一级采用1个还原型催化剂(RC,一般为Pt/Rh、Pd/Rh、单Rh型催化剂),后端使用1个空气泵进行微量补气,将排放混合气调节至富氧状态,第二级采用1个氧化型催化剂(OC,一般为Pt、Pt/Pd或Pd催化剂)方法,处理排出超标的CO、HC污染物。

2 催化剂的发展思路

2.1 快速起燃技术

由于欧 在测试循环中将取样时间提前,要求催化剂以最快的速度达到起燃温度,现采取4种方法实现:1)在电喷匹配过程中,采用预喷射技术来提高催化剂床层温度,此方法仅适用于使用电喷的技术方案;2)采用电加热方法使催化剂的温度迅速提高,这种方法的系统设计较复杂,目前国内进行的轻型汽车欧 排气系统均未采取此方法;3)在保证骑乘人员安全的前提下,将催化剂的安装位置尽量前移,这种方法十分有效,已在轻型汽车欧 排气系统设计中得到广泛应用,系统布置为在发动机歧管出口安装一级紧凑耦合催化剂,达到迅速起燃,再在排气管加装另一级主催化剂;4)降低催化剂的起燃温度。

催化剂的起燃温度主要与催化剂涂层比表面积、贵金属涂敷量、比例及与涂层技术配合、贵金属活性组份在涂层上的均匀分散度等有关。摩托车尾气催化剂的涂层材料主要由氧化铝构成,并添加具有稳定、助催化作用的稀土复合氧化物材料,比表面积主要由氧化铝材料的比表面积决定,目前使用纳米技术制备的氧化铝比表面积可达300 m²/g。贵金属活性组份在涂层上的分散度主要由贵金属涂敷工艺决定,贵金属在涂层表面分散得越均匀,催化活性越高,起燃温度越低,催化寿命也相应较长。

2.2 高催化处理能力

催化剂的催化处理能力除了与催化剂的体积、空速、载体的目数、贵金属的含量有关,还与催化剂涂层的涂敷量、助催化材料的应用有关。当在TWC、RC、OC这3种催化剂中采用优等稀土复合氧化物(CeZrO)时,可达到事半功倍的效果,这些助催化材料在排气系统中氧富足的情况下发生化学反应,将剩余的氧存储在涂层中,当排气系统中氧不足时再将存储的氧释放出来,促进氧化反应。欧 系统在进行催化后处理匹配时,必须考虑催化剂的体积、载体目数、空速,当通过催化剂的空速发生变化时,催化剂的起燃温度、转化效率均会有较大变化。

2.3 催化剂的寿命

催化剂的催化寿命主要与催化剂涂层稳定性、使用条件有关,当涂层材料使用高比表面积氧化铝时,可降低催化剂的起燃温度,但如何保持高比表面积,是值得我们深究的问题。采用含有稀土添加剂(Ce、La)的高比表面积氧化铝不失为一个好的解决方法,可以使催化剂在新鲜态有较高的催化活性,同时经长时间高温老化仍具有较高的活性比表面积。

目前,我国汽油油品中S的含量为 $100 \times 10^{-6} \sim 200 \times 10^{-6}$,S在汽油燃烧过程中会形成SO₂,导致催化剂中毒,影响使用寿命,所以在进行催化剂配方设计、制造工艺设计时须考虑此问题,控制S向SO₂转化,提高催化剂寿命。

3 一种应用在摩托车欧 排放系统中的TWC催化剂技术

3.1 催化剂的制备与表征

a) 主要原材料:金属蜂窝载体(外壳不锈钢、芯体Fe-Cr-Al)、 γ -Al₂O₃粉末、掺杂有稀土Ce或La的 γ -Al₂O₃粉末、纳米稀土复合氧化物(CeZrO)、贵金属Pt/Pd/Rh和水。

b) 样品的制备:采用高速剪切混合法制备氧化铝涂层浆液,通过控制浆液的pH值、固含量等参数,得到具有一定粘度的涂层浆液。采用金属载体涂敷专机,将此浆液均匀地涂敷在金属蜂窝载体上,进行烘干、焙烧。

c) 样品的表征:1) 涂层牢固度分析:使用气枪(口径 $\phi 3$ mm,压力0.6 MPa)、CQ-25-6(H)型超声波清洗仪(工作频率25 kHz,功率300 W)检测涂层在载体上的附着强度。先将样品用气枪吹扫,时间60 s,计算脱落率;再将样品置于水介质中,超声波作用15

min后取出、烘干、称重,计算脱落率;再用压缩空气吹扫,计算脱落率 2) 涂层比表面积分析 将涂层浆液经500 处理2 h,使用ST-03型比表面测定仪测定比表面积 经950 处理6 h,再行测定 3) 催化剂发动机台架性能测试:利用摩托车发动机试验台架对样品进行评价,选用125 mL排量的GY6发动机,发动机转速46 750 r/min,转矩4 Nm,空速80 000 h⁻¹。

3.2 结果与讨论

3.2.1 涂敷牢固度分析结果

浆液与载体附着强度(牢固度)是表征催化剂性能与寿命的重要技术参数,作为摩托车尾气催化反应的主要活性成份“贵金属担体”,涂层与载体间的结合力必须能够抵抗住尾气的侵蚀、基体的振动,保证涂层材料与贵金属组份的完整性。TWC涂层脱落率表征结果如表1所示,由表中看到,该涂层涂敷牢固度很强,能够经受住摩托车长时间的颠簸。

表1 TWC涂层脱落率表征结果

类别	吹扫1	超声波	吹扫2
脱落率 g/L	0	1.1	1.6
相对脱落量 %	0	0.9	1.2

3.2.2 比表面积表征

TWC比表面积对比结果如表2所示,从表中看出,1[#]TWC比2[#]TWC新鲜态及老化态比表面积高。

表2 TWC比表面积对比结果

类别	Al ₂ O ₃ ,m ² /g	涂层新鲜态,m ² /g	涂层老化态,m ² /g
1 [#] TWC	342	195	150
2 [#] TWC	260	171	90

注 1[#]TWC使用的是掺杂La的纳米 γ -Al₂O₃粉末,2[#]TWC使用的是普通 γ -Al₂O₃粉末

3.2.3 发动机台架性能评价表征

对1[#]TWC、2[#]TWC样品催化剂进行摩托车发动机台架试验,取得2种催化剂温度—转化效率特性曲线,如图1、图2所示。通过两图对比看出,1[#]TWC配方催化剂对污染物CO、HC、NO_x的转化效率和起燃温度均好于2[#]TWC催化剂,1[#]TWC催化剂比2[#]TWC催化

剂更适用于欧 摩托车排放系统。

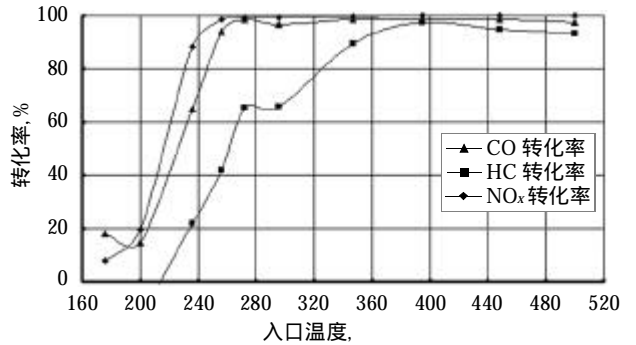


图1 1[#]TWC起燃温度特性

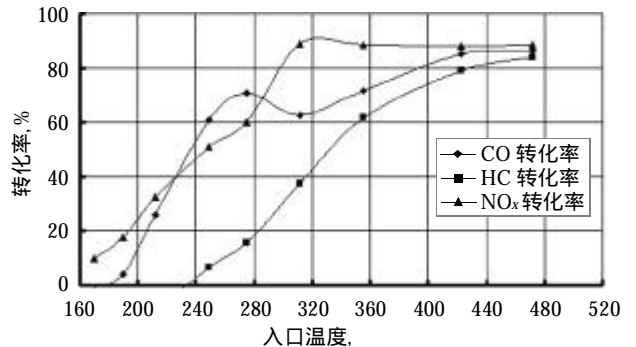


图2 2[#]TWC起燃温度特性

3.2.4 整车排放试验

表3为在150 mL四冲程摩托车GY6发动机上采用1[#]TWC催化剂配方,将化油器精调+稀薄燃烧电控补气+三元催化剂技术方案的整车排放测试结果。

表3 150 mL整车欧 排放试验结果

类别	CO g/km	HC g/km	NO _x g/km
原排放值	7.2	0.7	0.27
调整后排放值	1.6	0.4	0.12
标准限值	2.0	0.8	0.15

4 总结

无论采取何种技术方案使摩托车整车达到欧 排放标准,其尾气后处理催化剂均需在催化处理能力、起燃温度、老化寿命等方面作出非常有效的技术改进。

(收稿日期 2005-09-27)

新大洲本田踏板车低价上市

国庆前夕,新大洲本田“白雪公主”(鼓式制动器)踏板车以5 380元的超低价格上市,在国内摩托车行业引起了巨大反响。

“公主款”踏板车是本田的原创车型,该车型以其时尚造型和过硬品质,历经20年在全球畅销不衰,并成为最受中国消费者欢迎的经典踏板车。新大洲本田此次推出的“白雪公主”(鼓式制动器),采用本

田公司全新研制的环保型发动机,应用了多项尖端环保和节能技术,具有油耗更低、动力更强、排放更清洁、噪声更小等特点,在排放达到欧 标准后,经济油耗比国家标准低20%。

价格下降是企业竞争力的集中体现,“白雪公主”(鼓式制动器)踏板车零售价仅为5 380元,与2002年该车上市时的销售价格7 680元相比,降幅度达29%。

(陈志刚)