

· 争鸣与探索 ·

## 在用汽油车瞬态排放测试工况的相关性

王文涛<sup>1</sup>, 彭美春<sup>1</sup>, 周桂添<sup>2</sup>, 胡强<sup>1</sup>, 黄华<sup>1</sup>

(1 广东工业大学机电工程学院, 广东 广州 510090 2 广州本田汽车有限公司, 广东 广州 510900)

**摘要:** 介绍了国内外典型在用排放检测工况特点, 运用解析方法研究了美国 M 240 欧洲 TÜV - A, 以及我国将实行的 M 195 瞬态检测工况, 分别比较了与之对应的新车型式认证工况和排放检测方法相关性评价指标, 指出美国 M 240 与 FTP-75 标准、欧洲 TÜV - A 与 NEDC 工况的相关性较好。通过对本田雅阁样车排放水平的测试, 得出了 M 195 与城市工况、短工况的相关性。

**关键词:** 汽车排放; 在用; 瞬态测试工况; 相关性

中图分类号: X 830 文献标识码: C 文章编号: 1006-2009(2005)06-0036-04

### Correlations of Transient Emission Test Work Condition for In-use Gasoline Automobile

WANG Wen-tao<sup>1</sup>, PENG Mei-chun<sup>1</sup>, ZHOU Gui-tian<sup>2</sup>, HU Qiang<sup>1</sup>, HUANG Hua<sup>1</sup>

(1 School of Electromechanical Engineering, Guangdong Industry University, Guangzhou, Guangdong 510090 China; 2 Guangzhou Honda Automobile Ltd. Company, Guangzhou, Guangdong 510900 China)

**Abstract** The emission test work condition for in-use gasoline automobile was introduced. The method of USA M 240, European TÜV - A and M 195 in China were studied. There had good correlations among USA M 240, FTP-75 and European TÜV - A and NEDC; M 195 had no significant correlation.

**Key words** Automobile emission; In-use automobile; Transient emission test work condition; Correlation

随着汽车工业发展, 世界汽车保有量急剧增加, 到 2004 年全世界汽车保有量大约有 7.6 亿辆, 在用汽车尾气排放已成为大气主要污染源。为有效治理环境污染, 各国相继对大气中各种污染源排放提出严格控制要求, 制定强制性排放法规与排放标准, 以控制汽车污染物排放量。但不同的排放检测方法对汽车排放的检测能力有很大影响, 当前世界在用汽车排放检测先进水平的代表有美国、欧洲等, 我国也在有关文献<sup>[1,2]</sup>中提出了几种检测方法供实施时选择。现介绍汽油车瞬态测试工况的解析, 包括美国瞬态 M 240 欧洲瞬态 TÜV - A, 以及我国将可能实施的 M 195 瞬态简易工况, 这些简易工况与对应的新车型式认证工况 (或称之为全工况) 有内在关系。

据当地的实际情况自行制定。美国在用汽车检测方法根据有无载荷分为无负荷检测法和有载荷检测法, 无负荷检测法包括汽油车的怠速法、双怠速法和柴油车的自由加速烟度法等。有载荷检测法包括稳态工况法与瞬态工况法, 稳态工况法有加速模拟工况 (Acceleration Simulation Mode, 简称 ASM), 而典型的瞬态工况法有美国的 M 240 等。

美国积累了大量的在用汽车排放检测数据, 并作了各种不同的在用汽车排放检测方法与新车型式认证的联邦标准 FTP-75 的相关性研究, 结果表明, 无负荷检测法与 FTP-75 的相关性很差, 稳态的 ASM 工况法与 FTP-75 有一定的相关性, 瞬态的 M 240 与 FTP-75 的相关性很高<sup>[3]</sup>。

收稿日期: 2005-04-01; 修订日期: 2005-08-10

基金项目: 国家科技部“十五”国家清洁汽车关键技术研究开发及示范应用基金资助项目 (2003BA408B29)

作者简介: 王文涛 (1978-), 男, 湖南邵阳人, 工学硕士, 主要从事汽车排放研究。

### 1 在用汽车排放检测方法简介

#### 1.1 美国在用汽车排放检测方法

当前, 美国对在用车的检测方法主要由各州根

## 1.2 欧洲在用车排放检测方法

目前, 欧洲虽然还是使用无负荷检测法检测在用车排放, 但是有资料表明它们已组织了大量的人力、物力和财力对在用有负荷与无负荷排放检测法作了研究, 并有研究机构提出了适合欧洲的新的排放检测方法。欧洲的无负荷法包括带  $\lambda$  的怠速及高怠速法、自由加速烟度法等, 有负荷法有 50/7 (V dTuV) 稳态加载法、TuV - A 瞬态检测法等。

欧洲也作了在用车各种检测方法与欧洲新车型型式认证工况 (New Europe Driving Cycle 简称 NEDC) 的相关性研究, 其结论为无负荷检测法与 NEDC 的相关性很差, 稳态的 50/7 (V dTuV) 工况法与 NEDC 有一定的相关性, 瞬态的 TuV - A 与 NEDC 的相关性很高<sup>[4]</sup>。

## 1.3 日本在用车排放检测方法

日本目前采用的还是无负荷检测方法检测在用车排放<sup>[5]</sup>。

## 1.4 我国在用车排放检测方法

我国现阶段的在用车检测法还是怠速法和自由加速法等, 国家环保总局在新的在用车排放标准<sup>[1, 2]</sup>中提出了几种检测方法供实施时选择。这些方法按照有无负荷分类, 无负荷测试法有双怠速测试法、自由加速烟度测试法, 有负荷测试法有稳态的 ASM 法、瞬态 M 195 测试法、简易瞬态 IG 195 测试法和柴油车加载减速烟度测试法等。彭美春等<sup>[6]</sup>分析了一千多台轻型汽油车在 ASM、M 195 怠速与双怠速 4 种不同的排放测试方法下的结果, 发现 4 种不同测试方法的相关性较差。

## 2 瞬态测试工况解析与相关性

### 2.1 M 240 工况法

美国自 20 世纪 80 年代开始研究在用车排放简易测试方法, 开发的 M 240 简易工况法 (简称 M 240) 是目前该领域最先进的测试程序, 它建立在美国联邦测试规程 FTP-75 的前 240 s 工况基础之上, 是经过修改后得出的工况。M 240 共 240 s, 分 0 s~93 s 和 94 s~240 s 两个阶段, 采用底盘测功器, 采样系统和废气分析方法同 FTP-75 定容 (CVS) 稀释取样, CO 和 CO<sub>2</sub> 采用 ND R 法, HC 采用 FD 法, NO<sub>x</sub> 和 O<sub>2</sub> 采用 CLD 法。M 240 工况曲线见图 1。

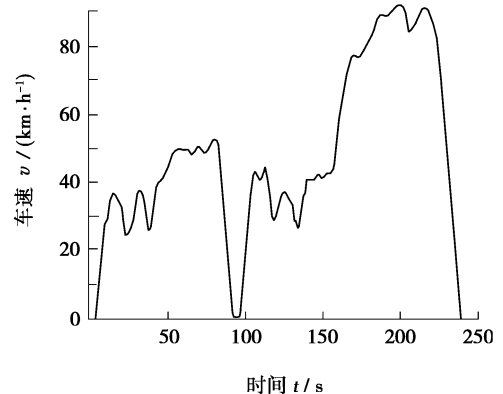


图 1 M 240 工况曲线

汽车排放的质量浓度主要取决于车辆的车速与加速度, 故一般以车辆的速度、加速度、车速与加速度乘积的标准偏差  $D(v \times a)$ 、怠速时间比率来衡量工况的不同, M 240 与 FTP 75 循环工况比较见表 1。

表 1 M 240 与 FTP 75 循环工况比较<sup>[4]</sup>

工况	工况特性						
	持续时间 $t/s$	最高车速 $v/(km \cdot h^{-1})$	平均车速 <sup>①</sup> $v/(km \cdot h^{-1})$	平均车速 <sup>②</sup> $v/(km \cdot h^{-1})$	怠速时间 $t/s$	$D(v \times a)$ $l/(m^2 \cdot s^{-3})$	加速度偏差 $l/(m \cdot s^{-2})$
FTP-75	1 884	96.4	40	33.9	378	7.6	0.458
M 240	240	91	49.6	48.3	9	7.2	0.535

① 不包括怠速; ② 包括怠速。

表 1 可见, M 240 怠速时间占总测试时间的 3.8%, FTP-75 的怠速时间占总测试时间的 20%, M 240 与 FTP-75 相比, 最高车速偏差 5.6%, 包括怠速时的平均车速偏差为 42.5%,  $D(v$

$\times a)$  的偏差为 5.2%, 加速度偏差为 16.8%, 由此可见, 两者最高车速与  $D(v \times a)$  的偏差很小。因此 M 240 与 FTP-75 的工况具有较好的相关性, 车辆排放测试结果也表明两者具有很好的相关性<sup>[3]</sup>。

### 2.2 TuV-A 短工况法

欧洲的 TuV 研究机构根据欧洲的车辆行驶状况设计的 TuV-A 短工况法见图 2。

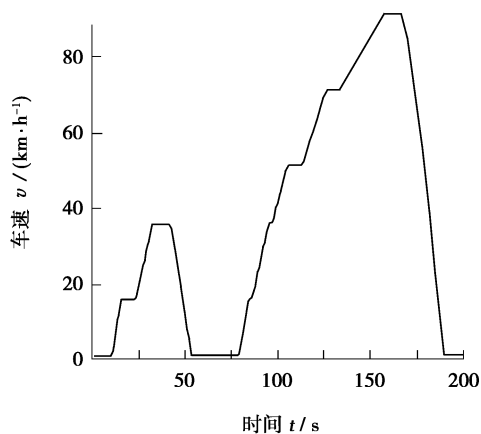


图 2 欧洲的瞬态工况 (TuV-A) 曲线

表 2 TuV-A 短工况与 NEDC 循环工况的比较<sup>[4]</sup>

工况	工况特性						
	持续时间 <i>t</i> / s	最高车速 <i>v</i> / (km·h <sup>-1</sup> )	平均车速 <sup>①</sup> <i>v</i> / (km·h <sup>-1</sup> )	平均车速 <sup>②</sup> <i>v</i> / (km·h <sup>-1</sup> )	怠速时间 <i>t</i> / s	<i>D</i> ( <i>v</i> × <i>a</i> ) / (m <sup>2</sup> ·s <sup>-3</sup> )	加速度偏差 / (m·s <sup>-2</sup> )
NEDC	1 180	120	44.7	33.6	293	4.2	0.44
TuV-A	200	90	47.6	35.4	51	5.9	0.54

① 不包括怠速; ②包括怠速。

### 2.3 M 195 工况法

国家环保总局在新的在用车排放标准<sup>[1,2]</sup>中提出了 M 195 测试方法, 该测试工况与 GB 18352.1-2001《轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (I)》(简称《测量方法》)规定的, 新车型认证的工况法排放测试方法的第 1 阶段第 1 个循环工况 (下称短工况) 完全相同, 测试工况曲线见图 3。

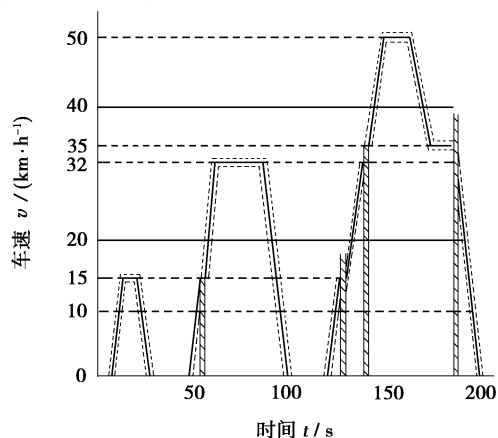


图 3 我国瞬态短工况 (M 195) 曲线

该工矿测试循环时间为 200 s, 最高车速为 90 km/h, 通常该测试工况循环两次, 但只记录第 2 次循环的测试数据。该测试规程采用带飞轮的底盘测功机, 同 NEDC 测试规程一样采取定容方式取样, 非分光红外法 NDIR 测量 CO, 氢火焰离子法 FID 测量 HC, 化学发光法 CLD 测量 NO<sub>x</sub>。

TuV-A 短工况与 NEDC 循环工况的比较见表 2。

TuV-A 短工况怠速时间在总测试时间里占的比率为 25.5%, NEDC 怠速时间在总测试时间里占的比率为 24.8%, TuV-A 相对 NEDC 最高车速偏差 25%, 包括怠速时的平均车速偏差 5.4%, *D* (*v* × *a*) 的偏差 40.5%, 加速度偏差为 22.7%。两种怠速时间比率相差 0.7 个百分点, 由此可见, TuV-A 与 NEDC 工况相关性较好, 实际检测车辆在 TuV-A 短工况下的 HC、CO、NO<sub>x</sub> 各排放水平与冷启动的 NEDC 循环结果相关性也很好<sup>[4]</sup>。

图 3 中的剖面线表示换档, 实线为理论工况线, 虚线为检测车辆实际运行曲线。排气采样与排气分析同《测量方法》中的工况法排放测试方法, 也是采用非分光红外法测量 CO, 氢火焰离子法测量 HC, 化学发光法测量 NO<sub>x</sub>, 采样方法采用定容方式。

M 195 与《测量方法》全工况对比见表 3。

从表 3 可以得出 M 195 怠速时间在总测试时间里占的比率为 32.3%, 《测量方法》怠速时间在总测试时间里占的比率为 24.8%, M 195 相比《测量方法》全工况的最高车速偏差为 58.3%, 包括怠速时的平均车速偏差 43.5%, *D* (*v* × *a*) 的偏差为 40.5%, 加速度偏差 22.7%。可见两者平均车速偏差、加速度标准偏差等均较大, 主要原因是由于 M 195 试验循环只是《测量方法》中第 1 阶段城市循环工况, 没有《测量方法》中第 2 阶段高速工况, 故最高车速、平均车速、加速度等均存在差异。

### 2.4 实例

采用 3 辆工况稳定的本田雅阁车辆 (排量为

表 3 M 195 与《测量方法》全工况的对比<sup>[4]</sup>

工况	工况特性						
	持续时间 $t/s$	最高车速 $v/(km \cdot h^{-1})$	平均车速 <sup>①</sup> $v/(km \cdot h^{-1})$	平均车速 <sup>②</sup> $v/(km \cdot h^{-1})$	怠速时间 $t/s$	$D(v \times a)$ $/(m^2 \cdot s^{-3})$	加速度偏差 $/(m \cdot s^{-2})$
全工况	1 180	120	44.7	33.6	293	8.41	0.458
M 195	195	50	27.1	19	63	5.57	0.487

① 不包括怠速; ② 包括怠速。

2.0 L, 2.4 L, 3.0 L, 行驶里程依次为 100 000 km、10 000 km、60 000 km), 按照《测量方法》全工况、第 1 阶段城市工况、短工况与 M 195 工况作 CO、HC、NO<sub>x</sub> 排放测试, 采取 CO、HC、NO<sub>x</sub> 各平均排放值与 M 195 工况下的 CO、HC、NO<sub>x</sub> 平均排放值相除的办法, 用比值评价相关性, 见表 4。

表 4 M 195 与全工况、城市工况及短工况的相关性

工况名称	各排放物的相关性		
	HC	CO	NO <sub>x</sub>
城市工况	0.945	0.573	0.951
短工况	0.337	0.927	0.803
全工况	0.564	0.711	0.700

从表 4 看出, M 195 与这 3 种测试工况具有一定的相关性, 其中 M 195 与城市工况中的 HC 和 NO<sub>x</sub> 的相关性高于 90%, 与 CO 相关性也达 57% 以上。但 M 195 与全工况中各排放物的相关性在 50% ~ 70% 之间, 与短工况中的 HC 排放相关性也较差。

### 3 结语

美国 M 240 与 FTP-75 有很好的相关性, 欧

洲 TÜV-A 短工况与 NEDC 循环工况也有很好的相关性, 我国提出的 M 195 工况与《测量方法》全工况相关性不高, 原因是 M 195 工况仅选取《测量方法》的第 1 个 195 s, 没有考虑郊区高速路况, 以及其他工况, 与欧美遵循加速度、平均车速、怠速时间比率相近的原则出入较大, 应加大实验研究力度, 设计出符合我国现状、具有与新车型式认证工况更好相关性的在用瞬态排放测试曲线。

#### [参考文献]

- [1] GB 18285-2005, 点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法和简易工况法) [S].
- [2] GB 3847-2005, 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法 [S].
- [3] 卢希果. 上海市在用推行 IM 制度中检测方法的研究 [J]. 上海环境科学, 2002 (7): 397-398.
- [4] NRETS AND TÜV, LYON. Development of short driving cycle [EB/OL]. <http://europa.eu.int/cmm/environment/pollutants/inusecars.htm>, 1995.
- [5] LAT/AUTH, THESSALONIKI. Review of short cycles [EB/OL]. <http://europa.eu.int/cmm/environment/pollutants/inusecars.htm>, 1995.
- [6] 彭美春, 张效刚, 黄新平, 等. 城市出租车排放特性的实验研究 [J]. 车用发动机, 2003, (6): 29-37.

#### · 简讯 ·

## 国家八六三项目“环境遥感监测软件开发及业务运行示范”课题通过验收

江苏省环境监测中心承担的国家八六三项目“环境遥感监测软件开发及业务运行示范”课题日前顺利通过国家八六三计划信息获取与处理技术主题专家组在北京主持的验收。江苏省环境监测中心作为主要参加单位之一, 承担了该课题的需求分析、环境质量数据库设计、现场同步光谱测试、网络硬件环境建设、系统测试、业务运行示范等研究和协调工作。该项目技术路线先进合理, 完成了预定的研究目标, 开发的软件系统是国内环保领域首个实现业务化运行的环境遥感监测软件系统, 可为开展流域水环境与区域生态状况遥感监测及信息的集成处理提供强有力的支持, 形成的技术成果能为“十一五”期间环境与减灾小卫星系统建设提供较好的经验借鉴。

摘自江苏省环境监测中心《环境监测工作通讯》2005 年第 10 期