



中华人民共和国国家标准

GB/T 14951—2023

代替 GB/T 14951—2007

汽车节油技术评定方法

Measurement method of fuel saving technology for automobiles

2023-05-23 发布

2023-05-23 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 评定指标 2

6 试验项目与试验方法 3

7 评定指标的计算 8

附录 A（规范性） 发动机全负荷稳定转速法排放污染物试验方法 14

附录 B（规范性） 汽车车队实际运行试验方法 15

附录 C（规范性） 汽车燃油节油添加剂与燃油相容性试验方法 18

附录 D（规范性） 汽车发动机润滑油节油添加剂稳定性试验方法 19



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 14951—2007《汽车节油技术评定方法》。与 GB/T 14951—2007 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了缩略语(见第4章)；
- b) 更改了经济性指标和指标计算方法(见5.1、7.1,2007年版的4.1、6.3)；
- c) 更改了动力性指标和指标计算方法(见5.2、7.2,2007年版的4.2、6.4)；
- d) 更改了环境影响指标和指标计算方法(见5.3、7.3,2007年版的4.3、6.5)；
- e) 更改了试验项目分类(见6.1,2007年版的5.1)；
- f) 增加了试验的基本要求(见6.2.1)；
- g) 增加了发动机性能台架试验条件和汽车性能底盘测功机试验条件(见6.2.2.1和6.2.4.1)；
- h) 更改了发动机负荷特性试验控制参数和数据处理方法(见6.2.2.3,2007年版的5.2.1.2和6.3.1.1)；
- i) 更改了发动机和汽车排放污染物对比试验方法(见6.2.2.4、6.2.3.4和6.2.4.3,2007年版的5.2.1.3和5.2.2.7)；
- j) 更改了发动机预运转、汽车预行驶、发动机和汽车润滑油老化处理要求(见6.2.2.5、6.2.2.6、6.2.3.5、6.2.3.6和6.2.4.4,2007年版的5.2.1.4、5.2.1.5、5.2.2.8和5.2.2.9)；
- k) 更改了汽车等速运行综合燃料消耗量对比试验方法(见6.2.3.2,2007年版的5.2.2.2)；
- l) 更改了汽车全油门超越加速性能对比试验方法(见6.2.3.3,2007年版的5.2.2.5)；
- m) 更改了汽车多工况运行燃料消耗量对比试验方法(见6.2.4.2,2007年版的5.2.2.3和6.3.2)；
- n) 增加了汽车车队实际运行试验方法(见6.2.5、附录B)；
- o) 增加了润滑油节油添加剂含水量和机械杂质的测定(见6.2.6.2.1和6.2.6.2.4)；
- p) 增加了发动机全负荷稳定转速法排放污染物试验方法(见附录A)；
- q) 删除了汽车挂挡滑行距离对比试验(见2007年版的5.2.2.6、6.4.4和附录B)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国交通运输部提出。

本文件由全国道路运输标准化技术委员会(SAC/TC 521)归口。

本文件起草单位：中公高远(北京)汽车检测技术有限公司、交通运输部公路科学研究所、北汽福田汽车股份有限公司。

本文件主要起草人：石则强、赵侃、蔡凤田、张红卫、张会娜、曹宁、靖苏铜、师颖、朱晓轩、拓万航、刘鹏飞、李泉、秦小杰、王伟、余海涛。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1994年首次发布为 GB/T 14951—1994；
- 2007年第一次修订时，并入了 GB/T 17752—1999《汽车燃油节能添加剂试验评定方法》和 GB/T 17753—1999《汽车发动机润滑油节能添加剂试验评定方法》的内容；
- 本次为第二次修订。

汽车节油技术评定方法

1 范围

本文件描述了在用汽车节油技术的评定指标、试验项目与试验方法,以及评定指标的计算。
本文件适用于在用汽车节油产品和节油技术使用效果的评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 260 石油产品水含量的测定 蒸馏法
GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法
GB/T 511 石油和石油产品及添加剂机械杂质测定法
GB/T 3142 润滑剂承载能力的测定 四球法
GB/T 3535 石油产品倾点测定法
GB/T 3536 石油产品 闪点和燃点的测定 克利夫兰开口杯法
GB/T 3730.1 汽车和挂车类型的术语和定义
GB 3847—2018 柴油车污染物排放限值及测量方法(自由加速法及加载减速法)
GB/T 5096 石油产品铜片腐蚀试验法
GB/T 5181 汽车排放术语和定义
GB/T 6538 发动机油表观黏度的测定 冷启动模拟机法
GB/T 12543 汽车加速性能试验方法
GB/T 12545.1—2008 汽车燃料消耗量试验方法 第1部分:乘用车燃料消耗量试验方法
GB 18285—2018 汽油车污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)
GB/T 18297—2001 汽车发动机性能试验方法
GB 18352.6—2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)
GB/T 19233 轻型汽车燃料消耗量试验方法
JT/T 711—2016 营运客车燃料消耗量限值及测量方法
JT/T 719—2016 营运货车燃料消耗量限值及测量方法
JT/T 1045 道路运输企业车辆技术管理规范

3 术语和定义

GB/T 3730.1、GB/T 5181、JT/T 711、JT/T 719 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

汽车节油技术 fuel saving technologies for automobile

在降低汽车燃料消耗同时对汽车的其他使用性能无不良影响的技术。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CO:一氧化碳(carbon monoxide)

HC:碳氢化合物(hydrocarbons)

NMHC:非甲烷碳氢化合物(non-methane hydrocarbons)

NO_x:氮氧化物(nitrogen oxide)

N₂O:一氧化二氮(nitrous oxide)

PM:颗粒物质量(particulate matter)

PN:颗粒物数量(particle numbers)

THC:总碳氢化合物(total hydrocarbons)

5 评定指标

5.1 经济性指标

经济性指标分为:

- a) 发动机运行综合节油率(α_e);
- b) 汽车等速运行综合节油率(α_r);
- c) 汽车多工况运行节油率(α_m);
- d) 汽车车队实际运行节油率(α_f)。

5.2 动力性指标

动力性指标分为:

- a) 发动机功率对比系数(K_P);
- b) 发动机转矩对比系数(K_M);
- c) 汽车加速时间对比系数(K_t);
- d) 汽车动力性主观评价对比系数(K_S)。

5.3 环境影响指标

5.3.1 双怠速法排放

双怠速法排放指标分为:

- a) 怠速排放污染物 CO 净化率(R_{ICO});
- b) 怠速排放污染物 HC 净化率(R_{IHC});
- c) 高怠速排放污染物 CO 净化率(R_{HICO});
- d) 高怠速排放污染物 HC 净化率(R_{HIHC})。

5.3.2 自由加速法排放

自由加速排放污染物排烟净化率(R_{KJ})。

5.3.3 全负荷稳定转速法排放

全负荷稳定转速排放污染物排烟净化率(R_{VP})。

5.3.4 多工况法排放

多工况法排放指标分为：

- a) 多工况排放污染物 CO 净化率(R_{CO})；
- b) 多工况排放污染物 THC 净化率(R_{THC})；
- c) 多工况排放污染物 NMHC 净化率(R_{NMHC})；
- d) 多工况排放污染物 NO_x 净化率(R_{NO_x})；
- e) 多工况排放污染物 N_2O 净化率(R_{N_2O})；
- f) 多工况排放污染物 PM 净化率(R_{PM})；
- g) 多工况排放污染物 PN 净化率(R_{PN})。

6 试验项目与试验方法

6.1 试验项目

6.1.1 发动机性能台架试验

发动机性能台架试验项目包括：

- a) 发动机运行综合燃料消耗量对比试验；
- b) 发动机总功率、转矩对比试验；
- c) 发动机排放污染物对比试验，分为：
 - 1) 汽油发动机双怠速法排放污染物对比试验；
 - 2) 柴油发动机全负荷稳定转速法排放污染物对比试验。

6.1.2 汽车性能道路试验

汽车性能道路试验项目包括：

- a) 汽车等速运行综合燃料消耗量对比试验；
- b) 汽车全油门超越加速性能对比试验；
- c) 汽车排放污染物对比试验，分为：
 - 1) 汽油车双怠速法排放污染物对比试验；
 - 2) 柴油车自由加速法排放污染物对比试验。

6.1.3 汽车性能底盘测功机试验

汽车性能底盘测功机试验项目包括：

- a) 汽车多工况运行燃料消耗量对比试验；
- b) 汽车多工况运行排放污染物对比试验。

6.1.4 汽车车队实际运行试验

汽车车队实际运行试验项目包括：

- a) 汽车车队实际运行燃料消耗量对比试验；
- b) 汽车动力性主观评价对比试验。

6.1.5 节油添加剂理化性能试验

节油添加剂理化性能试验项目分为：

- a) 燃油节油添加剂理化性能试验；
- b) 润滑油节油添加剂理化性能试验。

6.2 试验方法及试验数据处理

6.2.1 基本要求

- 6.2.1.1 试验用燃料及润滑油应采用车辆或发动机制造厂规定牌号的市售产品。
- 6.2.1.2 试验前应对试验车辆或发动机进行检查及维护,确认无故障和运行无异常。试验过程中不应
对试验车辆或发动机进行任何与节油产品或节油技术使用无关的技术调整。
- 6.2.1.3 试验过程中如发生试验车辆或发动机故障,应在车辆或发动机故障修复后重新开始对比试验。
- 6.2.1.4 对于燃油节油添加剂和润滑油节油添加剂节油产品,在使用前应按 6.2.6 的规定进行理化性能
试验,确认其对车辆或发动机运行无不良影响。

6.2.2 发动机性能台架试验

6.2.2.1 试验条件

- 6.2.2.1.1 使用与不使用节油产品或节油技术的对比试验应采用同一发动机进行,应先完成不使用节
油产品或节油技术的全部试验后再进行使用节油产品或节油技术的试验。
- 6.2.2.1.2 发动机所带的附件应符合 GB/T 18297—2001 中表 4 规定的总功率试验时发动机所带附件
要求。
- 6.2.2.1.3 发动机台架的仪表精度及测量部位、一般条件的控制应分别符合 GB/T 18297—2001 第 4 章
和第 6 章的规定。
- 6.2.2.1.4 试验前对试验发动机进行运行检查,运转过渡平稳,总功率应大于该发动机额定功率的
95%,全负荷的最低燃料消耗率应不大于该发动机标称的 105%。

6.2.2.2 发动机总功率、转矩对比试验

- 6.2.2.2.1 发动机总功率、转矩对比试验应按照 GB/T 18297—2001 中 8.3 规定的功率试验方法进行。
- 6.2.2.2.2 发动机总功率应按照 GB/T 18297—2001 表 3 f) 中的公式进行校正。
- 6.2.2.2.3 发动机转矩应按照 GB/T 18297—2001 表 3 e) 中的公式进行校正。

6.2.2.3 发动机运行综合燃料消耗量对比试验

- 6.2.2.3.1 按照 GB/T 18297—2001 中 8.4 的规定进行负荷特性试验,控制参数见表 1。

表 1 负荷特性试验控制参数

试验车速(v_i)/(km/h)		v_1	v_2	v_3	v_4	v_5
分类	乘用车	30	50	70	90	110
	商用车	40	50	60	70	80
发动机转速(n_i)/(r/min)		实测或按公式(1)计算				
推荐试验转矩范围及测试点(M_i)/(N·m)		$M_i=0.20M_{i\max}\sim M_{i\max}$,均匀分布 8 个点				
注： $M_{i\max}$ ——发动机未采用节油技术时在 n_i 转速下的最大转矩。						

发动机转速 n_i 为汽车最高挡或次高挡 5 种车速所对应的发动机转速,在汽车行驶时测量或按公
式(1)计算:

$$n_i = \frac{i_o \times i_k \times v_i}{0.377 \times r} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
n_i —— 发动机转速，单位为转每分(r/min)；
i_o —— 主传动比；
i_k —— 变速器最高挡传动比，当试验车速低于车辆最低稳定车速时，采用次高挡传动比；
r —— 车轮滚动半径，单位为米(m)；
v_i —— 试验车速，单位为千米每小时(km/h)。

6.2.2.3.2 将在负荷特性试验中测得的发动机燃料消耗量进行曲线拟合后按公式(2)计算发动机小时燃料消耗量积分均值：

$$\overline{G_i} = \frac{1}{P_{i2} - P_{i1}} \int_{P_{i1}}^{P_{i2}} G_{fi} dP \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 $\overline{G_i}$ —— 转速 *n_i* 下发动机小时燃料消耗量积分均值，单位为千克每小时(kg/h)；
G_{fi} —— 转速 *n_i* 下发动机小时燃料消耗量，单位为千克每小时(kg/h)；
P_{i1} —— 转速 *n_i* 下发动机最大功率的 30%，单位为千瓦(kW)；
P_{i2} —— 转速 *n_i* 下发动机最大功率的 90%，单位为千瓦(kW)。

6.2.2.3.3 将发动机小时燃料消耗量积分均值按公式(3)计算发动机百公里燃料消耗量：

$$Q_i = \frac{\overline{G_i}}{v_i \times \rho} \dots\dots\dots (3)$$

Q_i —— 转速 *n_i* 下发动机百公里燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)；
v_i —— 转速 *n_i* 对应的车速，单位为千米每小时(km/h)；
ρ —— 288 K(15 ℃)下试验燃料的密度，单位为千克每升(kg/L)。

6.2.2.3.4 将发动机百公里燃料消耗量按公式(4)加权计算发动机运行综合燃料消耗量：

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^5 (v_i \times R_i \times Q_i)}{\sum_{i=1}^5 (v_i \times R_i)} \dots\dots\dots (4)$$

式中：
Q —— 发动机运行综合燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)；
R_i —— 时间加权系数，按表 2。

表 2 时间加权系数(*R_i*)

试验车速(<i>v_i</i>)/(km/h)	<i>v₁</i>	<i>v₂</i>	<i>v₃</i>	<i>v₄</i>	<i>v₅</i>
乘用车	0.40	0.23	0.14	0.11	0.12
商用车	0.05	0.05	0.15	0.25	0.50

6.2.2.4 发动机排放污染物对比试验

- 6.2.2.4.1 装有排放后处理装置的发动机进行试验时，应在排放后处理装置之前的位置进行采样。
- 6.2.2.4.2 汽油发动机应按照 GB 18285—2018 附录 A 的规定测量双怠速法排放污染物。
- 6.2.2.4.3 柴油发动机应按照附录 A 的规定测量全负荷稳定转速法排放污染物。

6.2.2.5 发动机预运转

发动机使用节油产品或节油技术后如需进行发动机预运转，则应在使用节油产品或节油技术前、后

分别完成预运转后再进行发动机性能台架对比试验,宜按照表 3 规定的循环进行预运转。预运转过程中及完成预运转后,发动机技术状况应无异常。

表 3 预运转循环

试验车速(v_i)/(km/h)		v_1	v_2	v_3	v_4	v_5
转速(n_i)/(r/min)		与试验车速对应的发动机转速 n_i				
负荷(M_i)/(N·m)		$M_i = 0.20M_{i\max}$				
运转时间(t)/min	乘用车	80	50	30	24	24
	商用车	9	9	27	45	90

6.2.2.6 发动机润滑油老化处理

对于发动机润滑油节油产品或节油技术,发动机应分别使用参比润滑油和样品润滑油按表 3 规定的循环进行不少于 5 个循环的预运转,完成润滑油老化处理后再进行发动机性能台架对比试验。

6.2.3 汽车性能道路试验

6.2.3.1 试验条件

6.2.3.1.1 使用与不使用节油产品或节油技术的对比试验应采用同一试验车辆进行,应先完成不使用节油产品或节油技术的全部试验后再进行使用节油产品或节油技术的试验。

6.2.3.1.2 试验车辆、试验道路、天气条件、试验仪器及设备、测试条件和精度要求应符合 GB/T 12545.1 的规定。

6.2.3.2 汽车等速运行综合燃料消耗量对比试验

6.2.3.2.1 乘用车

6.2.3.2.1.1 乘用车等速运行燃料消耗量对比试验应按照 GB/T 12545.1—2008 第 6 章的规定进行,试验车速选取应符合表 1 的规定。

6.2.3.2.1.2 测试路段长度应不少于 2 000 m。如在平直试验道路上试验,应往返进行;如在完整的封闭环形试验道路上试验,测试路段长度应为环形试验道路长度的整数倍。

6.2.3.2.1.3 按 GB/T 12545.1—2008 中 6.2.8 的规定将测量结果校正至标准状态,试验结果应满足 GB/T 12545.1—2008 中 6.2.6 规定的精度要求。

6.2.3.2.1.4 按公式(5)计算汽车等速运行综合燃料消耗量:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^5 (v_i \times R_i \times Q_i)}{\sum_{i=1}^5 (v_i \times R_i)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

Q ——汽车等速运行综合燃料消耗量,单位为升每百公里(L/100 km);

Q_i ——车速 v_i 时的等速燃料消耗量测定值,单位为升每百公里(L/100 km);

R_i ——时间加权系数,按表 2 中规定的乘用车时间加权系数。

6.2.3.2.2 商用车

6.2.3.2.2.1 营运客车等速运行综合燃料消耗量对比试验及数据处理应按照 JT/T 711—2016 中 5.3.1 的规定进行。

6.2.3.2.2.2 营运货车等速运行综合燃料消耗量对比试验及数据处理应按照 JT/T 719—2016 中 5.3.1 的规定进行。

6.2.3.2.2.3 测试路段长度应符合 6.2.3.2.1.2 的规定。

6.2.3.3 汽车全油门超越加速性能对比试验

汽车全油门超越加速性能对比试验及数据处理应按照 GB/T 12543 的规定进行。

6.2.3.4 汽车排放污染物对比试验

6.2.3.4.1 汽油车应按照 GB 18285—2018 附录 A 的规定测量双怠速法排放污染物。

6.2.3.4.2 柴油车应按照 GB 3847—2018 附录 A 的规定测量自由加速法排放污染物。

6.2.3.5 预行驶

试验车辆使用节油产品或节油技术后如需进行预行驶,则应在使用节油产品或节油技术前、后分别完成预行驶后再进行汽车性能道路对比试验。推荐按照表 3 规定的循环进行预运转。在预行驶过程中和完成预行驶后,试验车辆的技术状况应无异常。

6.2.3.6 汽车润滑油老化处理

对于汽车润滑油节油产品或节油技术,试验车辆应分别使用参比润滑油和样品润滑油,按表 3 规定的循环进行不少于 5 个循环的预运转,完成润滑油老化处理后再进行汽车性能道路对比试验。

6.2.4 汽车性能底盘测功机试验

6.2.4.1 试验条件

6.2.4.1.1 试验车辆和试验顺序应符合 6.2.3.1.1 的规定。

6.2.4.1.2 车辆准备、底盘测功机设置、环境条件、试验燃料、试验规程及试验车速偏差等应符合 GB 18352.6—2016 附录 C 的规定。

6.2.4.2 汽车多工况运行燃料消耗量对比试验

6.2.4.2.1 汽车多工况运行燃料消耗量对比试验仅适用于轻型汽车,应按照 GB/T 19233 的规定进行试验。

6.2.4.2.2 依据公式(6)计算 3 次燃料消耗量试验数据的第 95 百分位分布的标准差(σ),将 3 次燃料消耗量试验数据中最大值与最小值之差 ΔQ_{\max} 与 σ 值进行比较:

——如 ΔQ_{\max} 不大于 σ ,则通过重复性验证,采用 3 次试验数据的平均值作为多工况运行燃料消耗量测定值;

——如 ΔQ_{\max} 大于 σ ,则未通过重复性验证,应逐次增加试验次数,直至通过重复性验证。

$$\sigma = 0.063 \overline{Q} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

σ ——第 95 百分位分布的标准差,单位为升每百公里(L/100 km);

\overline{Q} ——3 次燃料消耗量试验数据的算术平均值,单位为升每百公里(L/100 km)。

6.2.4.3 汽车多工况运行排放污染物对比试验

6.2.4.3.1 汽车多工况运行排放污染物对比试验仅适用于轻型汽车,应按照 GB 18352.6—2016 附录 C 的规定进行试验和数据处理。

6.2.4.3.2 汽车多工况运行排放污染物对比试验应与汽车多工况运行燃料消耗量对比试验同步进行。

6.2.4.4 汽车预行驶及润滑油老化处理

根据节油产品或节油技术的使用要求,应按照 6.2.3.5 或 6.2.3.6 进行汽车预行驶或润滑油老化处理。

6.2.5 汽车车队实际运行试验

汽车车队实际运行试验和数据处理应按照附录 B 的规定进行。

6.2.6 汽车节油添加剂理化性能试验

6.2.6.1 汽车燃油节油添加剂理化性能试验

6.2.6.1.1 铜片腐蚀试验应按照 GB/T 5096 的规定进行。

6.2.6.1.2 相容性试验应按照附录 C 的规定进行。

6.2.6.2 汽车发动机润滑油节油添加剂理化性能试验

6.2.6.2.1 含水量的测定应按照 GB/T 260 的规定进行。

6.2.6.2.2 运动黏度的测定和动力黏度计算方法应按照 GB/T 265 的规定在 100 °C 条件下进行。

6.2.6.2.3 低温动力黏度的测定应按照 GB/T 6538 的规定进行。

6.2.6.2.4 机械杂质的测定应按照 GB/T 511 的规定进行。

6.2.6.2.5 承载能力测定应按照 GB/T 3142 的规定进行。

6.2.6.2.6 倾点测定应按照 GB/T 3535 的规定进行。

6.2.6.2.7 闪点和燃点的测定应按照 GB/T 3536 的规定进行。

6.2.6.2.8 铜片腐蚀测定应按照 GB/T 5096 的规定在(100 °C, 3 h)条件下进行。

6.2.6.2.9 稳定性试验应按照附录 D 的规定进行。

7 评定指标的计算



7.1 经济性指标的计算

7.1.1 发动机运行综合节油率(α_e)

根据发动机运行综合燃料消耗量对比试验数据,按公式(7)计算发动机运行综合节油率:

$$\alpha_e = \left(1 - \frac{Q_{je}}{Q_{oe}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

α_e ——发动机运行综合节油率;

Q_{oe} ——未采用节油技术时的发动机运行综合燃料消耗量,单位为升每百公里(L/100 km);

Q_{je} ——采用节油技术时的发动机运行综合燃料消耗量,单位为升每百公里(L/100 km)。

7.1.2 汽车等速运行综合节油率(α_r)

根据汽车等速运行综合燃料消耗量对比试验数据,按公式(8)计算汽车等速运行综合节油率:

$$\alpha_r = \left(1 - \frac{Q_{jr}}{Q_{or}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

α_r ——汽车等速运行综合节油率；

Q_{or} ——未采用节油技术时的汽车等速运行综合燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)；

Q_{jr} ——采用节油技术时的汽车等速运行综合燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)。

7.1.3 汽车多工况运行节油率(α_m)

根据汽车多工况运行燃料消耗量对比试验数据，按公式(9)计算汽车多工况运行节油率：

$$\alpha_m = \left(1 - \frac{Q_{jm}}{Q_{om}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

α_m ——汽车多工况运行节油率；

Q_{om} ——未采用节油技术时的汽车多工况运行燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)；

Q_{jm} ——采用节油技术时的汽车多工况运行燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)。

7.1.4 汽车车队实际运行节油率(α_f)

根据汽车车队实际运行燃料消耗量对比试验统计数据，按公式(10)计算汽车车队实际运行节油率：

$$\alpha_f = \left(1 - \frac{Q_{jf}}{Q_{of}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

α_f ——汽车车队实际运行节油率；

Q_{of} ——未采用节油技术车辆的车队实际运行燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)；

Q_{jf} ——采用节油技术车辆的车队实际运行燃料消耗量，单位为升每百公里(L/100 km)。

7.2 动力性指标的计算

7.2.1 发动机功率对比系数(K_P)

根据发动机总功率对比试验数据，按公式(11)计算发动机功率对比系数：

$$K_P = \frac{P_{jmax}}{P_{omax}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

K_P ——发动机功率对比系数；

P_{omax} ——未采用节油技术时发动机最大功率(校正)，单位为千瓦(kW)；

P_{jmax} ——采用节油技术后发动机最大功率(校正)，单位为千瓦(kW)。

7.2.2 发动机转矩对比系数(K_M)

根据发动机总功率对比试验数据，按公式(12)计算发动机转矩对比系数：

$$K_M = \frac{\sum M_j}{\sum M_o} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

K_M ——发动机转矩对比系数；

$\sum M_o$ ——未采用节油技术时发动机功率特性所测转矩之和(校正)，单位为牛米(N·m)；

$\sum M_j$ ——采用节油技术后发动机功率特性所测转矩之和(校正)，单位为牛米(N·m)。

7.2.3 汽车加速时间对比系数(K_t)

根据汽车全油门超越加速性能对比试验数据，按公式(13)计算汽车加速时间对比系数：

$$K_t = \frac{t_j}{t_o} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

K_t ——汽车加速时间对比系数；

t_o ——未采用节油技术时汽车的加速时间，单位为秒(s)；

t_j ——采用节油技术后汽车的加速时间，单位为秒(s)。

7.2.4 汽车动力性主观评价对比系数(K_s)

根据汽车车队实际运行对比试验数据，按公式(14)计算汽车动力性主观评价对比系数：

$$K_s = \frac{S_j}{S_o} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

K_s ——汽车动力性主观评价对比系数；

S_o ——未采用节油技术车辆的汽车车队实际运行动力性主观评价得分；

S_j ——采用节油技术车辆的汽车车队实际运行动力性主观评价得分。

7.3 环境影响指标的计算

7.3.1 双怠速法排放

7.3.1.1 怠速排放污染物 CO 净化率(R_{ICO})

根据汽车或发动机双怠速法排放污染物对比试验数据，按公式(15)计算怠速排放污染物 CO 净化率：

$$R_{ICO} = \left(1 - \frac{J_{ICO}}{O_{ICO}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

式中：

R_{ICO} ——怠速排放污染物 CO 净化率；

O_{ICO} ——未采用节油技术时测得的怠速排放污染物 CO 排放，以体积分数表示；

J_{ICO} ——采用节油技术后测得的怠速排放污染物 CO 排放，以体积分数表示。

7.3.1.2 怠速排放污染物 HC 净化率(R_{IHC})

根据汽车或发动机双怠速法排放污染物对比试验数据，按公式(16)计算怠速排放污染物 HC 净化率：

$$R_{IHC} = \left(1 - \frac{J_{IHC}}{O_{IHC}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

式中：

R_{IHC} ——怠速排放污染物 HC 净化率；

O_{IHC} ——未采用节油技术时测得的怠速排放污染物 HC 排放，单位为体积百万分比浓度(10^{-6})；

J_{IHC} ——采用节油技术后测得的怠速排放污染物 HC 排放，单位为体积百万分比浓度(10^{-6})。

7.3.1.3 高怠速排放污染物 CO 净化率(R_{HICO})

根据汽车或发动机双怠速法排放污染物对比试验数据，按公式(17)计算高怠速排放污染物 CO 净化率：

$$R_{HICO} = \left(1 - \frac{J_{HICO}}{O_{HICO}}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

式中：

R_{HICO} ——高怠速排放污染物 CO 净化率；

O_{HICO} ——未采用节油技术时测得的高怠速排放污染物 CO 排放，以体积分数表示；

J_{HICO} ——采用节油技术后测得的高怠速排放污染物 CO 排放，以体积分数表示。

7.3.1.4 高怠速排放污染物 HC 净化率(R_{HHHC})

根据汽车或发动机双怠速法排放污染物对比试验数据，按公式(18)计算高怠速排放污染物 HC 净化率：

$$R_{\text{HHHC}} = \left(1 - \frac{J_{\text{HHHC}}}{O_{\text{HHHC}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中：

R_{HHHC} ——高怠速排放污染物 HC 净化率；

O_{HHHC} ——未采用节油技术时测得的高怠速排放污染物 HC 排放，单位为体积百万分比浓度(10^{-6})；

J_{HHHC} ——采用节油技术后测得的高怠速排放污染物 HC 排放，单位为体积百万分比浓度(10^{-6})。

7.3.2 自由加速排放污染物排烟净化率(R_{KJ})

根据汽车自由加速法排放污染物对比试验数据，按公式(19)计算自由加速排放污染物排烟净化率：

$$R_{\text{KJ}} = \left(1 - \frac{J_{\text{KJ}}}{O_{\text{KJ}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

R_{KJ} ——自由加速排放污染物排烟净化率；

O_{KJ} ——未采用节油技术时测得的自由加速排放污染物排烟光吸收系数，单位为每米(m^{-1})；

J_{KJ} ——采用节油技术后测得的自由加速排放污染物排烟光吸收系数，单位为每米(m^{-1})。

7.3.3 全负荷稳定转速排放污染物排烟净化率(R_{VP})

根据发动机全负荷稳定转速法排放污染物对比试验数据，按公式(20)计算全负荷稳定转速排放污染物排烟净化率：

$$R_{\text{VP}} = \left(1 - \frac{J_{\text{VP}}}{O_{\text{VP}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中：

R_{VP} ——全负荷稳定转速排放污染物排烟净化率；

O_{VP} ——未采用节油技术时测得的全负荷稳定转速排放污染物排烟光吸收系数，单位为每米(m^{-1})；

J_{VP} ——采用节油技术后测得的全负荷稳定转速排放污染物排烟光吸收系数，单位为每米(m^{-1})。

7.3.4 多工况排放

7.3.4.1 多工况排放污染物 CO 净化率(R_{CO})

根据汽车多工况排放污染物对比试验数据，按公式(21)计算多工况排放污染物 CO 净化率：

$$R_{\text{CO}} = \left(1 - \frac{J_{\text{CO}}}{O_{\text{CO}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中：

R_{CO} ——多工况排放污染物 CO 净化率；

O_{CO} ——未采用节油技术时测得的多工况排放污染物 CO 排放量，单位为毫克每千米(mg/km)；

J_{CO} ——采用节油技术后测得的多工况排放污染物 CO 排放量，单位为毫克每千米(mg/km)。

7.3.4.2 多工况排放污染物 THC 净化率(R_{THC})

根据汽车多工况排放污染物对比试验数据,按公式(22)计算多工况排放污染物 THC 净化率:

$$R_{\text{THC}} = \left(1 - \frac{J_{\text{THC}}}{O_{\text{THC}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中:

R_{THC} ——多工况排放污染物 THC 净化率;

O_{THC} ——未采用节油技术时测得的多工况排放污染物 THC 排放量,单位为毫克每千米(mg/km);

J_{THC} ——采用节油技术后测得的多工况排放污染物 THC 排放量,单位为毫克每千米(mg/km)。

7.3.4.3 多工况排放污染物 NMHC 净化率(R_{NMHC})

根据汽车多工况排放污染物对比试验数据,按公式(23)计算多工况排放污染物 NMHC 净化率:

$$R_{\text{NMHC}} = \left(1 - \frac{J_{\text{NMHC}}}{O_{\text{NMHC}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中:

R_{NMHC} ——多工况排放污染物 NMHC 净化率;

O_{NMHC} ——未采用节油技术时测得的多工况排放污染物 NMHC 排放量,单位为毫克每千米(mg/km);

J_{NMHC} ——采用节油技术后测得的多工况排放污染物 NMHC 排放量,单位为毫克每千米(mg/km)。

7.3.4.4 多工况排放污染物 NO_x 净化率(R_{NO_x})

根据汽车多工况排放污染物对比试验数据,按公式(24)计算多工况排放污染物 NO_x 净化率:

$$R_{\text{NO}_x} = \left(1 - \frac{J_{\text{NO}_x}}{O_{\text{NO}_x}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (24)$$

式中:

R_{NO_x} ——多工况排放污染物 NO_x 净化率;

O_{NO_x} ——未采用节油技术时测得的多工况排放污染物 NO_x 排放量,单位为毫克每千米(mg/km);

J_{NO_x} ——采用节油技术后测得的多工况排放污染物 NO_x 排放量,单位为毫克每千米(mg/km)。

7.3.4.5 多工况排放污染物 N_2O 净化率($R_{\text{N}_2\text{O}}$)

根据汽车多工况排放污染物对比试验数据,按公式(25)计算多工况排放污染物 N_2O 净化率:

$$R_{\text{N}_2\text{O}} = \left(1 - \frac{J_{\text{N}_2\text{O}}}{O_{\text{N}_2\text{O}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (25)$$

式中:

$R_{\text{N}_2\text{O}}$ ——多工况排放污染物 N_2O 净化率;

$O_{\text{N}_2\text{O}}$ ——未采用节油技术时测得的多工况排放污染物 N_2O 排放量,单位为毫克每千米(mg/km);

$J_{\text{N}_2\text{O}}$ ——采用节油技术后测得的多工况排放污染物 N_2O 排放量,单位为毫克每千米(mg/km)。

7.3.4.6 多工况排放污染物 PM 净化率(R_{PM})

根据汽车多工况排放污染物对比试验数据,按公式(26)计算多工况排放污染物 PM 净化率:

$$R_{\text{PM}} = \left(1 - \frac{J_{\text{PM}}}{O_{\text{PM}}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (26)$$

式中:

R_{PM} ——多工况排放污染物 PM 净化率;

O_{PM} ——未采用节油技术时测得的多工况排放污染物 PM 排放量,单位为毫克每千米(mg/km);
 J_{PM} ——采用节油技术后测得的多工况排放污染物 PM 排放量,单位为毫克每千米(mg/km)。

7.3.4.7 多工况排放污染物 PN 净化率(R_{PN})

根据汽车多工况排放污染物对比试验数据,按公式(27)计算多工况排放污染物 PN 净化率:

$$R_{PN} = \left(1 - \frac{J_{PN}}{O_{PN}}\right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (27)$$

式中:

R_{PN} ——多工况排放污染物 PN 净化率;
 O_{PN} ——未采用节油技术时测得的多工况排放污染物 PN 排放量,单位为个每千米;
 J_{PN} ——采用节油技术后测得的多工况排放污染物 PN 排放量,单位为个每千米。



附录 A

(规范性)

发动机全负荷稳定转速法排放污染物试验方法

A.1 一般要求

A.1.1 应在发动机全负荷稳定转速下测量发动机排放污染物排烟的光吸收系数值。

A.1.2 至少应测量 8 个转速工况点,工况点在额定转速和怠速之间适当分布,应包含最大功率转速和最大扭矩转速。

A.2 试验条件

A.2.1 发动机

A.2.1.1 发动机技术状况应良好。

A.2.1.2 冷却液和润滑油应处于正常工作温度。

A.2.1.3 排气装置不应有使排气稀释的泄漏。如果有多个排气口,应将所有排气口合并后取样。

A.2.2 试验室

试验室内大气系数(f_a)满足 $0.98 \leq f_a \leq 1.02$,则认为试验有效。

——自然吸气和机械增压发动机,按公式(A.1)计算大气系数(f_a):

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right) \times \left(\frac{T}{298}\right)^{0.7} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

T ——发动机进气口处空气的绝对温度,单位为开尔文(K)。测量点在空气滤清器进口点上游 0.15 m 以内,如没有用空气滤清器,则在进气管口上游 0.15 m 以内;

P_s ——干空气压力,单位为千帕斯卡(kPa)。

——涡轮增压发动机,无论是否带进气冷却,均按公式(A.2)计算大气系数(f_a):

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{0.7} \times \left(\frac{T}{298}\right)^{1.5} \dots\dots\dots (A.2)$$

A.2.3 取样和测量仪器

发动机排放污染物排烟的光吸收系数应使用不透光烟度计测量,不透光烟度计应满足 GB 3847 的规定。

A.3 试验方法

在总功率试验的每个转速点,分别测量 2 次发动机排放污染物排烟的光吸收系数,将所有转速点测量结果的算术平均值作为测量结果。



附 录 B

(规范性)

汽车车队实际运行试验方法

B.1 试验条件

B.1.1 试验路线

试验路线选用固定客运班线,道路为沥青或混凝土铺装路面,宜无施工路段。

B.1.2 车辆

B.1.2.1 汽车车队的技术管理应符合 JT/T 1045 的规定。


B.1.2.2 应选取该客运班线中相同品牌的车辆,车辆类型、动力传动系统、后处理系统等应相同,车辆初始里程应不小于 30 000 km,最大初始里程差应不超过 100 000 km。

B.1.2.3 在试验前及试验过程中,试验车辆应按汽车制造厂规定的周期进行检查及维护,车辆应无故障报警及故障码。应记录检查及维护时的车辆行驶里程、作业内容和更换配件等。

B.1.2.4 将试验车辆分为未使用节油产品或节油技术组和使用节油产品或节油技术组,试验结束时每组有效试验车辆数应不少于 5 台。

注:为确保试验结束时每组有效试验车辆不少于 5 台,应根据车队车辆运行异常情况历史数据适当增加初始车辆台数。

B.1.2.5 试验前应确认所有试验车辆里程表示值校正系数。里程表示值校正系数按公式(B.1)计算:


$$\beta = \frac{l}{s} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

β ——里程表校正系数,圆整(四舍五入)至小数点后 3 位;

l ——实际行驶里程,单位为千米(km);

s ——里程表行驶里程示值,单位为千米(km)。

B.1.3 燃油添加

B.1.3.1 应添加符合车辆制造厂规定牌号的燃油,应选择供货质量可靠且计量准确的加油站,条件允许时可指定加油站和加油机。

B.1.3.2 每次加油时,应记录加油时间、加油里程、加油量、燃油规格、加油地点等。遇到特殊情况,如燃油量异常应及时记录,下次加油对应的燃料消耗量和里程数据应剔除。

B.1.4 驾驶员

B.1.4.1 应具有驾驶该试验车型驾驶执照 3 年以上,熟悉该客运班线。

B.1.4.2 应按照日常运营工作安排驾驶员轮换,记录每一班次的行驶时长、行驶里程、车况及路况异常等。

B.2 运行试验

B.2.1 2 组试验车辆应在同一天内开始试验及结束试验,连续运行应不少于 3 个月,每台试验车辆有效行驶里程不少于 30 000 km。

注:按汽车制造厂规定的周期进行检查及维护、外部不可控因素等导致的停运时间视为连续运行。

B.2.2 开始试验前应将油箱加满燃油,记录里程表读数作为试验的初始里程。

B.2.3 应每日记录各试验车辆的里程表读数、燃油加注量及对应里程表读数、客运量、天气(晴、阴、雨、雪、雾、风及气温)。

B.2.4 从试验开始时及每隔 10 000 km±400 km,应对试验车辆进行排放污染物试验和汽车动力性主观评价对比试验。汽油车排放污染物应符合 GB 18285—2018 的要求,柴油车排放污染物应符合 GB 3847—2018 的要求。汽车动力性主观评价对比试验由参加试验的驾驶员对 2 组试验车辆进行汽车动力性对比主观评价,采用表 B.1 规定的等级评分法。

表 B.1 汽车动力性主观评价等级评分表

等级	主观感受	分值
AAA	显著改善	5
AA	有改善	4
A	无明显变化	3
B	有恶化	2
C	严重恶化	1

B.2.5 结束试验时油箱应为加满状态,记录最后一次加油量和里程表读数,该里程表读数为试验的结束里程。

B.2.6 试验车辆在运行中因发生故障或事故进行修理将导致车辆燃料消耗量有较大变化的,该车辆退出试验。

B.3 数据处理



B.3.1 异常车辆剔除

应剔除退出试验的车辆及其数据,以及经评估维护记录确认有导致车辆燃料消耗量有较大变化的修理作业的车辆及其数据。

B.3.2 异常数据剔除

对燃油加注量出现明显异常的,应剔除该试验车辆燃油加注当日及可能影响时间内的数据。

B.3.3 试验有效性判定

完成异常车辆和异常数据剔除后,组内有效测量数据的车辆数应不少于 5 台。

B.3.4 车队实际运行燃料消耗量计算

按公式(B.2)计算每组试验车辆的车队实际运行燃料消耗量:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n (D_i \times \beta_i)} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

Q —— 车队实际运行燃料消耗量,单位为升每百公里(L/100 km);

V_i —— 第 i 辆车累计有效加油量,单位为升(L);

D_i —— 第 i 辆车累计有效行驶里程,单位为千米(km);

β_i —— 第 i 辆车里程表示值校正系数;

n ——组内试验车的辆数, $n \geq 5$ 。

B.3.5 汽车动力性主观评价

按公式(B.3)计算每组试验车辆的车队实际运行动力性主观评价得分:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} N_{ij}}{\sum_{i=1}^n m_i} \times 100 \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

- S ——车队实际运行动力性主观评价得分;
- N_{ij} ——组内第 i 辆车的第 j 次汽车动力性主观评价得分;
- M_i ——组内第 i 辆车的汽车动力性主观评价次数;
- n ——组内试验车的辆数, $n \geq 5$ 。



附 录 C

(规范性)

汽车燃油节油添加剂与燃油相容性试验方法

C.1 试验原则

将燃油节油添加剂与燃油配成混合燃油,经离心运转后,不出现分层、浑浊或沉淀现象。

C.2 试验仪器

C.2.1 三角瓶:具塞,250 mL。

C.2.2 离心管:50 mL,2 只。

C.2.3 烘箱:温度控制范围为 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.2.4 离心机:能旋转 2 个或多个离心管产生 $600g \sim 700g$ 的相对离心力。

C.2.5 恒温浴:温度控制范围为 $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.2.6 低温浴:温度控制范围为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.3 试验步骤

C.3.1 将三角瓶和离心管清洗干净,再经蒸馏水清洗后烘干。

C.3.2 按照产品推荐用量将添加剂与燃油在三角瓶中配成 200 mL 混合燃油。

C.3.3 塞上瓶塞,将三角瓶摇动 1 min。

C.3.4 向 2 个离心管分别倒入 50 mL 混合燃料。

C.3.5 将 2 个离心管放入离心机对称位置上。

C.3.6 启动离心机,在相对离心力为 $600g \sim 700g$ 的转速下运转 30 min,观察混合燃油状态。离心机转速按公式(C.1)计算:

$$n = 1\,337 \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{d}} \dots\dots\dots (\text{C.1})$$

式中:

n ——离心机转速,单位为转每分(r/min);

f_{ref} ——相对离心力;

d ——离心机旋转直径,单位为毫米(mm)。

C.3.7 将经离心运转后的离心管分别放入恒温浴和低温浴中,恒温 8 h,观察混合燃油状态。

附录 D
(规范性)

汽车发动机润滑油节油添加剂稳定性试验方法

D.1 试验原则

将润滑油节油添加剂与润滑油配成混合润滑油,经离心运转后,不出现分层、浑浊或沉淀现象。

D.2 仪器与材料

- D.2.1 三角瓶:具塞,容量为 250 mL。
- D.2.2 离心管:50 mL,2 只。
- D.2.3 烘箱:温度控制范围为 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- D.2.4 离心机:能旋转 2 个或多个离心管产生 $600g \sim 700g$ 的相对离心力。
- D.2.5 恒温浴:温度控制范围为 $93\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- D.2.6 石油醚:分析纯试剂,沸程为 $90\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

D.3 试验步骤

- D.3.1 将三角瓶和离心管清洗干净,经蒸馏水清洗后烘干。
- D.3.2 在三角瓶中加入 200 mL 润滑油和 20 mL 石油醚,应按照产品推荐用量加入润滑油添加剂。
- D.3.3 塞上瓶塞,剧烈摇动 1 min。
- D.3.4 将三角瓶放入烘箱中恒温 8 h。
- D.3.5 取出三角瓶,冷却至室温。
- D.3.6 将三角瓶剧烈摇动 1 min 后,向 2 个离心管分别倒入 50 mL 混合润滑油。
- D.3.7 将离心管放入恒温浴中加热 5 min。
- D.3.8 将 2 个离心管放入离心机对称位置上。
- D.3.9 启动离心机,在相对离心力为 $600g \sim 700g$ 的转速下运转 30 min,观察混合润滑油状态。离心机转速按公式(C.1)计算。