

第三章 汽车使用 经济性



§ 3-1 汽车燃料经济性合理使用

一、汽车燃料经济性的评价指标

定义：汽车以最少的燃料消耗完成单位运输工作的能力。

指标：单位行程的燃料消耗量 $l/100\text{km}$

单位运输工作的燃料消耗量 $l/100\text{t}\cdot\text{km}$

平均运行消耗特性, $Q(l/100\text{km})$ ——有效载荷量

反映：车型，道路，交通，装载，气候。

二、汽车燃料经济性的试验方法

1. 不控制的道路试验
2. 控制的道路试验
3. 道路循环试验
4. 汽车测功机

控制因素：道路、气候、交通状况、驾驶技术

1. 不控制的道路试验

例 汽车运行油耗:

时间长:

消耗大: 样本大、 时间

长、距离长

数据不准: 样本

2. 控制的道路试验

例 海南试验场

3. 道路循环试验

例 多工况循环试验: 中国六

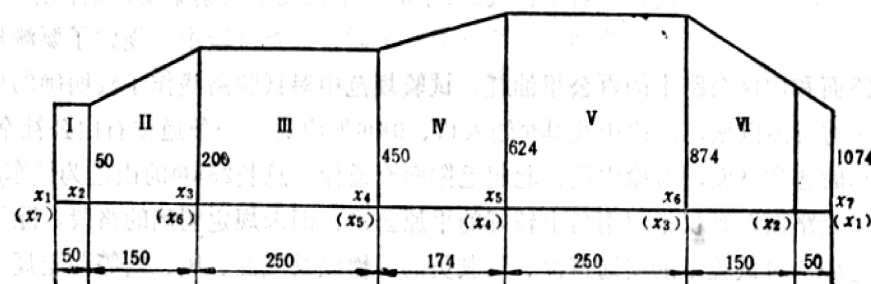
工况

等速百公里油耗: 优点为

重复性好、时间少、消耗低。

六工况循环参数表

工况	行程 m	时间 s	累计时间 s	车速 km/h	操作说明
	0	0	0	25	进入试验路段, 启动流量计和计时器
I	50	7.2	7.2	25	稳定车速25km/h, 行驶50m
II	200	16.7	23.9	40	以0.25m/s ² 匀加速
III	450	22.5	46.4	40	等速行驶250m
IV	624	13.9	60.3	50	以0.2m/s ² 匀加速
V	874	18	78.3	50	等速行驶250m
VI	1074	19.3	97.6	25	以-0.36m/s ² 匀减速至25km/h, 关闭流量计, 记录其油量和时间



六工况测试循环图

4. 汽车测功机

例 转鼓试验台

优点: ①条件控制, 数据准确、方便;

②不受气候条件限制;

③可测多个参数如排放;

④质量法、体积法均可。

缺点: ①空气阻力、滚动阻力是模拟的;

②惯性力也不精确;

③冷却条件不一样。

三、汽车燃料经济性的计算方法

1. 等速行驶工况燃油消耗量的计算

已知：万有特性 $n \rightarrow P \rightarrow g_e$ ，阻力功率 $\frac{1}{\eta_m(P_f + P_w)}$

$$Q_t = \frac{Pg_e}{367.2r} \text{ ml/s (单位时间油耗)}$$

式中：P —— 发动机功率，kw；

g_e —— 燃料消耗率，g/kw.h；

r —— 燃料重度，汽油为6.96 ~ 7.15，柴油为7.94 ~ 8.13，N/L。

整个

$$Q = \frac{P \cdot g_e \cdot S}{1.02V_a \cdot r} \text{ ml}$$

百公里油耗 $Q_s = \frac{P \cdot g_e}{1.02V_a r} \text{ l/100km}$

2. 加速行驶油耗的计算

$$P = \frac{1}{\eta_T} \left(\frac{G_s}{3600} V_a + \frac{C_D A \cdot V^2}{76140} \cdot V_a + \frac{m \delta}{3600} \frac{dv}{dt} V_a \right) \text{ kw}$$

按1km/h一个积分小区，每一时刻的单位油耗： $Q_t = \frac{Pg_e}{367.2r}$

起升1km/h的时间

$$\Delta t = \frac{1}{3.6 \frac{dv_s}{dt}} \text{ s}$$

各小区的起始油耗 $Q_t = \frac{1}{2}(Q_{t0} + Q_{t1})\Delta t$ 全部加速过程 $Q_w = \sum_{i=1}^n Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3$

3. 等减速油耗的计算

减速时，油门关闭，并轻轻刹车，此时是怠速油耗量与减速时间乘积。

$$Q_d = Q_i \cdot t = Q_i \cdot \frac{v_{a2} - v_{a3}}{3.6 \frac{dv_a}{dt}}$$

其中 Q_i 为怠速油耗率 (ml/s)。
减速区段内的行驶距离：
$$S_d = \frac{V_{a2}^2 - V_{a3}^2}{25.92 \frac{dv_a}{dt}} \text{ m}$$

4. 怠速停车时的油耗

已知：怠速停车时间为 t_s

则 $Q_{id} = Q_i t_s$

5. 整个循环工况百公里油耗量

如中国的六工况循环：

$$Q_s = \frac{\sum Q}{s} \cdot 100 \text{ l/100km}$$

式中： $\sum Q$ ——各过程油耗之和，ml；

s ——整个循环的行驶距离，m。

汽车油耗方程式

$$Q = \frac{g_e}{3672 \eta_T \gamma} \left(G_a \varphi + \frac{C_D A}{21.15} V_a^2 + \frac{G}{g} \delta \frac{dv}{dt} \right) \text{ l/100km}$$

四、在使用条件下燃料消耗量的计算方法

(一) 图解分析法

第一象限 $\varphi - L$

第二象限 $D - V_a$ 求 V_a

第三象限 $Q - V_a$ 求 Q

第四象限 $Q - L$ 求 Q_s

$$D = \frac{F_t - F_w}{G} = \frac{F_f + f_i}{G}$$

$$D \approx \varphi$$

(二) 分析算法

汽油机:

$$q = a + b \cdot P_e \quad \text{mg/l} \quad (1)$$

式中: q ——每循环升的油耗, mg/l;

a —— $P_e = 0$ 时的 q ;

b —— P_e 增加时的油耗增长率;

P_e ——平均有效压力, kPa。

$\therefore$

$$N_e = \frac{P_e V_h \cdot n_e}{30 \tau} 10^{-3} \quad \text{kw} \quad (2)$$

$$M_e = 9549 \frac{N_e}{n_e} \quad \text{N.m} \quad (3)$$

$\therefore$

$$M_e = 9549 \cdot \frac{P_e V_h}{30 \tau} \cdot 10^{-3} \quad \text{N.m} \quad (4)$$

又 $\because$ 驱动轮扭矩与道路阻力相等 ($M_e = M_t$)

匀速行驶:

$$9549 \frac{P_e V_h}{30\tau} 10^{-3} = \frac{r}{i_k i_0 \cdot \eta_T} (G\phi + \frac{C_D A}{21.15} V_a^2)$$

$$\therefore \text{当 } \tau = 4 \text{ 时 } P_e = 12.57 \frac{r}{i_k i_0 V_h \eta_T} (G\phi + \frac{C_D A}{21.15} V_a^2) \quad \text{kPa} \quad (5)$$

$$\text{将 (5) 代入 (1), } q = a + 12.57 \frac{b \cdot r}{i_k i_0 \cdot \eta_T} (G \cdot \phi + \frac{C_D \cdot A \cdot V_a^2}{21.15}) \quad \text{mg/l}$$

$$\text{又因一个发动机排量相当曲轴转两周: } Q = \frac{q \cdot V_h}{S\gamma} = \frac{q \cdot V_h \cdot i_k \cdot i_0}{2 \cdot 2\pi \cdot r \cdot \gamma} \cdot \text{ml/m}$$

$$\text{换成 } l/100\text{km} \text{ 即 } Q = \frac{q V_h \cdot i_k \cdot i_0}{2 \cdot 2\pi \cdot r \cdot \gamma} \frac{10^5}{10^6} = q \frac{i_k \cdot i_0 \cdot V_h}{12.82 \cdot r \cdot \gamma} \quad l/100\text{km} \quad (6)$$

$$\text{将 (5) 代入 (6)} \quad Q = A + B(G \cdot \phi + \frac{C_D A}{21.15} V_a^2)$$

式中:

$$A = 0.08 \frac{a \cdot i_k i_0 V_h}{r \gamma} \quad B \approx \frac{b}{\gamma \eta_T}$$

分析: 第一项——变速器速比

第二项——装载质量

第三项——车速

(三) 定额计算法

$$Q = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_a S_i}{100} + \frac{q_b w_i S}{100} + \frac{q_c \Delta G S_i}{100} \right) K_{ti} K_{ri} K_{hi} \quad l$$

式中

q_a : 汽车空驶基本油耗, $l/100\text{km}$;

q_b : 货物周转量的基本附加油耗, $l/100\text{t} \cdot \text{km}$;

q_c : 整备质量变化的基本附加油耗, $l/100\text{t} \cdot \text{km}$;

S_i : 该运行条件的行驶里程, km ;

w_i : 该运行条件的载质量, t ;

ΔG : 整备质量增量, t ;

K_t : 该运行条件下的气温修正系数;

K_r : 该运行条件下的道路修正系数;

K_h : 该运行条件下的海拔修正系数。

《汽车运行燃料消耗量》GB4353-84

五、影响汽车燃油经济性的因素

∴ 汽车等速百公里燃料消耗量: $Q_s = \frac{P g_e}{1.02 V_a \gamma}$

或
$$Q_s = \frac{C \cdot F \cdot g_e}{\eta_T}$$

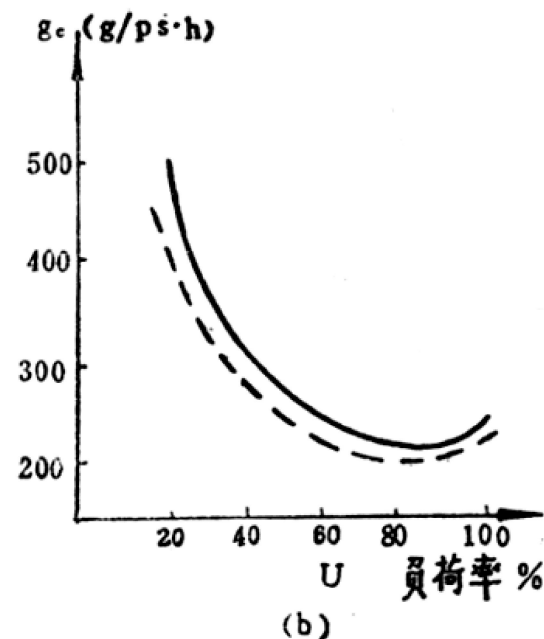
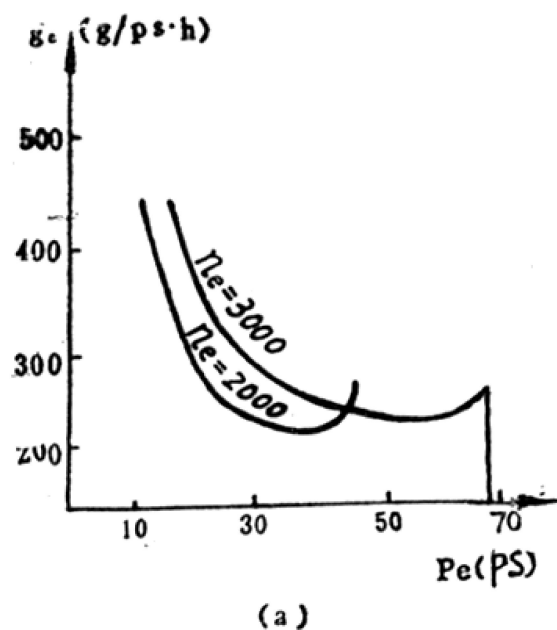
F 为行驶阻力, g_e 为油耗率, C 为常数。

∴ Q_s 与 F 、 g_e 成正比, 与 η_T 成反比。

六、发动机方面对燃油经济性的影响

1. 发动机负荷率

负荷特性：发动机不同转速下，不同功率或负荷率与有效燃油消耗率的曲线。



例如

BJ212 $n=2000$ 转/分

负荷率	20	30	40	50	60	70	80	90	100
g_e	680	490	401	367	320	313	292	285	340
g_e 增长	238	171	140	125	112	110	102	100	119

试验表明：一般汽车在平路上以常用速度行驶，只能利用到转速最大功率的50~60%，只等于发动机最大功率的20%左右。

∴ 1). 不安装大发动机——混合动力、发电机、电瓶

2). 使用中提高负荷率——拖挂运输

2. 结构改进

a、增压

b、进排气系统

c、采用稀混合气

d、化油器

e、电子计算机对发动机的最佳控制

f、闭缸节油

3. 发动机种类

广泛采用柴油机。试验证明，柴油机轿车比汽油机轿车省油18%左右，载重汽车采用柴油机油耗量比汽油车下降30%左右。

例如 西德 2~5t货车中95%为柴油

日本 2~5t货车中90%为柴油

七、汽车方面

1. 缩小尺寸、减轻重量

又大又重的豪华车（有的达2.7t）比小而轻的微型车（只有500kg上下）的油 耗几乎高3~5倍。

原因： $F_f \uparrow$ $F_w \uparrow$ $F_i \uparrow$ $F_j \uparrow$ $U \downarrow$

轿车质量若能减少10%，油耗可减少3~4%（按1/3欧洲或美国循环计）。

因此材料中铝、塑料↑。

1990年：美22%，日15%

2. 传动系

a. 传动系的效率 $\uparrow$ —— 保养、设计

b. 变速器档位

在一定道路上，汽车用不同档位行驶油耗是不一样的。

$\therefore$ 档位低 $U \downarrow$, $g_e \uparrow$

$\therefore$ 尽量用高档行驶。

$\therefore$ 当功率一定: $i_0 i_k \uparrow$

同样车速时: $n_e \uparrow$, $g_e \uparrow$

$\therefore$ 增加档位，增加了使用机会，使发动机处于经济工况下工作。

a. 1977年日本小汽车用5档变速器的90%有超速档，

4t 五十铃有7档变速器。

b. 液力传动无级变速器——自动液力变速器

效率低、经济性 $\downarrow$ ，但起步平稳、舒适性 $\uparrow$ 。

c. 机械无级变速器 (CVT)

$\therefore$ 能传大功率 高效率 高寿命

$\therefore$ 材料 润滑油 加工技术 微机控制

例如 目前不少厂家试验电子计算机控制的钢带式无级变速器。其经济性=手动机械，优于液力传动。

3. 汽车外形和轮胎

a. $C_D \downarrow$, g_e 可改善

例如 1.06t 轿车, C_D 由 0.5 $\rightarrow$ 0.3, 在公路行驶的油耗经济性提高 22%。对于长途货车、加整流罩, 主、挂车之间用连接软膜等, $F_w \downarrow \downarrow$, 美国经 16 万 km 运行每台节油 9120 l 柴油。

b. 对轮胎要求:

耐磨性、耐久性及其它保证, 动力、经济性能。

例: 子午胎 $F_f \downarrow$ 比斜交胎节油6~8%。

4. 使用方面对燃油经济性的影响

a. 行驶车速

经济车速为好。

$V_a \uparrow$	$U \uparrow$	风阻 $\uparrow$
$V_a \downarrow$	$U \downarrow$	经济性 $\downarrow$

b. 合理拖挂

拖挂 $G_a \uparrow$ $U \uparrow$ 经济性 $\uparrow$

例: CA10B, 拖9~10t 生产率 $\uparrow$ 100~150%

以百t.km计, 油耗降低30~40%。

c. 正确驾驶

a) 档位选择

b) 合理操作、滑行、水温控制等

d. 正确调整保养

a) 发动机技术状态良好

b) 行驶阻力小——底盘调整、轮胎气压

例: 以30km/h滑行, 滑行距离由200m→250m, 油耗降低7%。

§ 3-2 润滑材料的合理使用

一、发动机润滑油的合理使用

1. 润滑油的作用及性能

作用：滑润、冷却、洗涤、密封

性能：1、粘度——100℃的运动粘度分牌号，按粘——温特性分；
2、润滑性——油性；
3、凝点——起动性；
4、热稳定性、抗氧化性——抗高温氧化作用，阻止产生胶变；
5、腐蚀性——酸值（1g——KOH，mg数）；
6、残碳值——灰点、闪点、机杂质、水分。

2. 发动机润滑油的选用和合理使用

分类：中国

按100℃运动粘度分：

汽油机 6、6D、10、15共四个；

柴油机 8、11、14、16、20共五个。

美国

美石油协会（API） 汽S系列、柴C系列（按使用条件）；

美汽车工程师（SAE） SAE粘度等级。

选用：

1) 气温、地区

2) 结构特点、强化、使用条件、出厂年代

例：汽油机机油SB

1. HQ—6——冬季
HQ—10——夏季
2. 发动机净化装置
PCV阀——11、14号或SC、SD
EGR阀——SE
3. 生产年代
68—71 SD
72—80 SE
81— SF

例：柴油机机油

1. 气温HC—8——冬季
HC—11——夏季
- 2..强化系数

$$K = P_e \cdot C_m \cdot Z$$

其中： P_e ——平均有效压力（KPa）；

C_m ——活塞平均速度(m/s)；

Z ——冲程数。

<2940 2940~4900 >4900

CA

CB,CC

CD

合理使用：1、换油；2、润滑与保养、滤清器；3、发动机工作温度正常。

二、汽车齿轮油的合理使用

1. 性能及要求

性能：油性、粘度、凝点、腐蚀（硫、机质、水）

要求：

- a. 润滑性
- b. 粘度
- c. 传动效率高
- d. 散热性好
- e. 抗腐蚀性

2. 选用与合理使用

分类：中国

按100℃运动粘度

普通： 20 30 双面： 22 28

美国

API GL 1~5

SAE 75W, 80W, 85W, 90, 140, 250共6种

1) 选用：

(1) 气温

(2) 齿轮类型

2) 合理使用：

(1) 不混用

(2) 加量适度

(3) 选择油品

(4) 粘度高的不要加热、掺杂柴油

20-SAE90
30-140
26-90~140

GL₁-GL₂

渣双22-SAE90
28-140

GL₃

馏双18-SAE90
26-140

GL₄

7号W/90
五

GL₅

三、汽车润滑脂的合理使用

1.性能

- ①滴点——附着性，抗流失
- ②针入度——软，易甩出；硬，阻力大，国产以此编号
- ③胶体安定性
抗溢度、抗压力影响保持胶体结构能力。
- ④水分(结合水、 游离水)
指润滑脂含水量（%）
- ⑤腐蚀性
保护金属表面不受腐蚀

a.附着性

b.本身不含水等腐蚀物质

2.分类

钙基：	抗水性强	耐热差	(75~100)	70℃使用
钠基：	抗水性弱	耐热强	(130~200)	135℃
钙钠基：	抗水性好	耐热好	(120~135)	100℃
复合钙基：	抗水性较好	耐热好	60℃	
石墨：	抗水性好	耐热差		
锂基：	抗水性好	耐热差	(-60~120)	>170℃

3.选用

- 1) 使用温度
- 2) 工作条件

四、润滑油再生

1. 粗滤：去质杂
 2. 蒸馏：去油、水
 3. 接触：去胶质、沥青质
 4. 精滤：去白土及其它固体
- 注意： 1) 混合使用
2) 容易变质

§ 3-3 轮胎的合理使用

一、轮胎的类型和特点

1. 分类

1) 按用途分:

轿车轮胎、货车客车轮胎、越野轮胎

2) 按胎体结构分:

实心轮胎、充气轮胎、特种轮胎

3) 按轮胎断面形状分:

普通轮胎、宽断面轮胎、拱形轮胎、椭圆形轮胎

2. 轮胎的组成

1) 普通轮胎

2) 子午轮胎

优点为: a. 寿命长, 滑移小, 单位压力小

b. $f \downarrow$, 胎冠变形小, 帘布层少

c. 附着性能好, 弹性好, 接触面积大, 滑动少

d. 缓冲性好, 弹性好

e. 负荷能力大, 帘线排列与变形方向一致

3) 带束斜交胎

性能介于普通轮胎与子午胎之间。

由于胎侧较子午胎坚硬, 横向偏离较小, 所以稳定性 $\uparrow$ 。

3. 特种轮胎

a. 调压胎

b. 拱形轮胎

c. 椭圆形轮胎

① 胎宽 $\uparrow$ ，接地压力 $\downarrow$

② 帘布层 $\downarrow$ ，柔软

③ 花纹特殊，胎面较柔软

二、轮胎的合理使用

1. 合理搭配

a. 同一轴：厂牌 帘布层 磨损 } 相同
 尺寸 花纹

b. 翻新胎用于后轴

c. 轮胎换位，尽量整车换胎

2. 掌握胎压

胎压低：变形大、疲劳 $\uparrow$ ，滑移 $\uparrow$ ，温升 $\uparrow$ ，脱层

胎压 $\downarrow\downarrow$ ：桥式效应、双胎接触， $f \uparrow$

胎压高：帘线应力 $\uparrow$ ，接地面积 $\downarrow$ ，振动 $\uparrow$

3. 严禁超载

损坏形式与气压低相似，但损坏更严重不能用提高胎压承受超载。

4. 控制车速

$V_a \uparrow$ ：变形频率、振动、变形 $\uparrow$

$V_a \uparrow\uparrow$ ：呈波浪形，使能量损失 $\uparrow$ ，温度 $\uparrow$ ，气压 $\uparrow$

$V_a \uparrow$ ：动载荷增加



5. 注意胎温

- a. $T \uparrow$ ，橡胶老化、物理性能 $\downarrow$ 、帘布脱层
- b. 车况完好、正常驾驶