

# 第三章 汽车使用 经济性



# 主要内容

第一节 汽车燃料经济性

第二节 提高汽车使用经济性的途径

第三节 润滑材料的合理使用

第四节 轮胎的合理使用

**汽车使用经济性**是为了完成单位运输量所支付的最少费用的一种使用性能。它是评价汽车营运效果的综合性指标。

统计资料表明，我国营运汽车的平均运输成本中，**汽车运行材料费**（燃料费和轮胎费）占比率最大，达40%以上。其消耗和节约的研究，对提高汽车使用经济性具有重要作用。

本章将从汽车运行材料的合理性作用方面来讨论汽车使用经济性。

# 第一节 汽车燃料经济性

## 定义

是指汽车以最少的燃料消耗完成单位运输工作量的能力，它是汽车使用的主要性能之一。

 费改税：平均燃料费将增加40%以上。

 降低汽车能耗作为一项基本国策。

# 汽车货运成本组成

汽车吨位	10t载货汽车		24t载货汽车	
成本类型	元	%	元	%
固定折旧	22953	17.9	0	0.0
利息	10000	7.8	22500	7.5
车辆税	18000	14.0	37500	12.5
保险费	10000	7.8	18420	6.2
可变折旧	0	0	32504	
<b>燃料</b>	28571	<b>22.3</b>	60714	<b>20.3</b>
<b>轮胎</b>	3500	<b>2.7</b>	20400	<b>6.8</b>
<b>维修</b>	10000	<b>7.8</b>	40800	<b>13.6</b>
<b>润滑剂</b>	2500	<b>1.9</b>	1700	<b>0.6</b>
驾驶员工资及花费	6000	4.7	15000	5.0
日常管理成本	16729	13.0	49908	16.7
<b>共计</b>	<b>128253</b>	<b>100.0</b>	<b>299446</b>	<b>100.0</b>

# 一、汽车燃料经济性的评价指标

1. **单位行程燃料消耗量**，即 $L/100\text{km}$ ，主要由厂家采用。其值越小越好。
2. **单位运输工作的燃料消耗量**，即 $L/100\text{tkm}$ ，由运输企业采用，越小越好。
3. **消耗单位量燃料所经过的行程**，即 $\text{km}/L$ ，由厂家采用，越大越好。

## 4. 平均燃料运行消耗特性，主要用于科研。

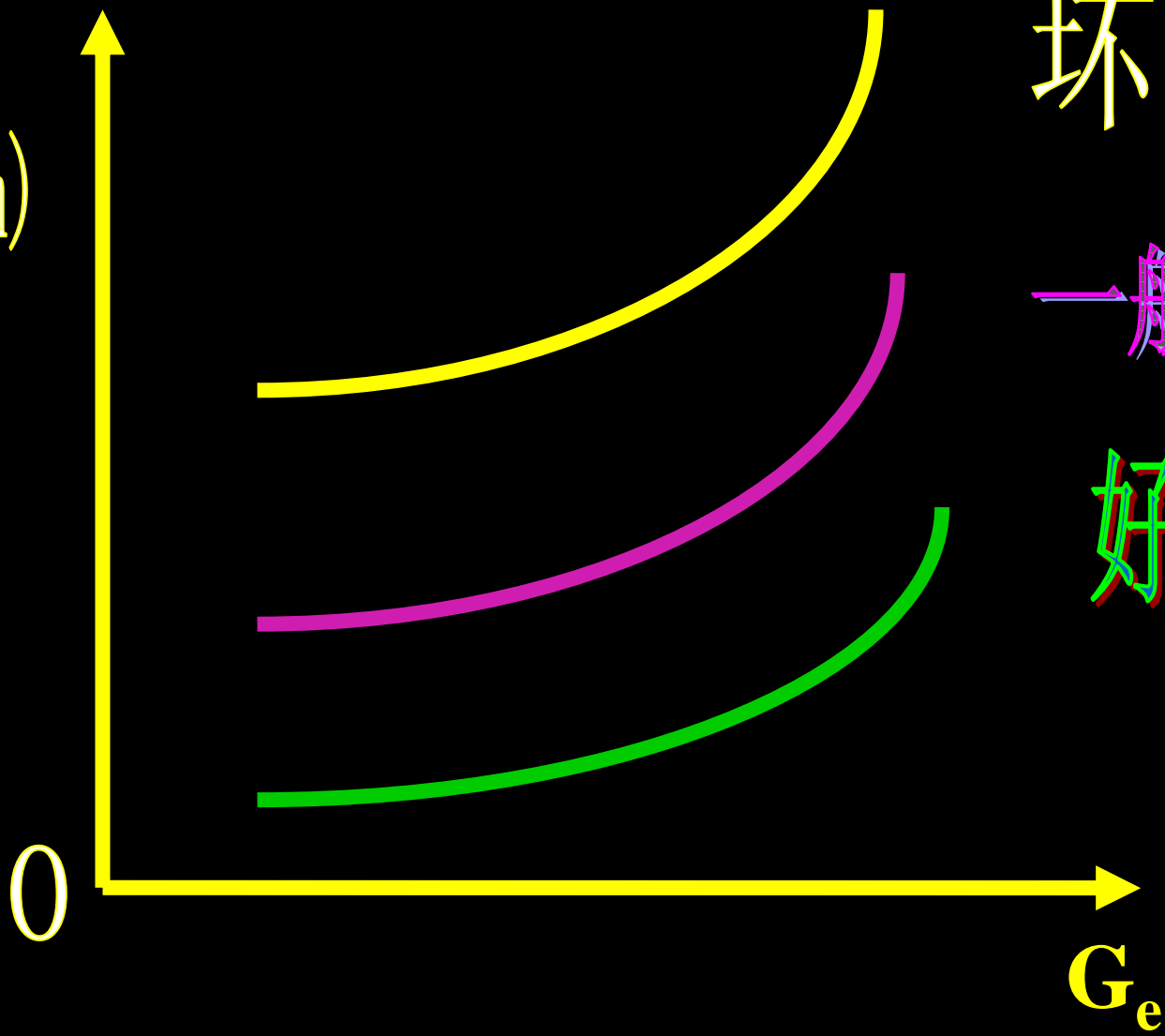
### (1) 定义

在不同道路条件下，燃料消耗量（L/100km）与有效载荷 $G_e$ （t）之间的关系。

### (2) 用途

- \* 作为合理选用汽车的依据；
- \* 全面评价汽车使用经济性；
- \* 企业制定燃料定额的依据。

$Q$   
(L/100km)



坏路

一般路

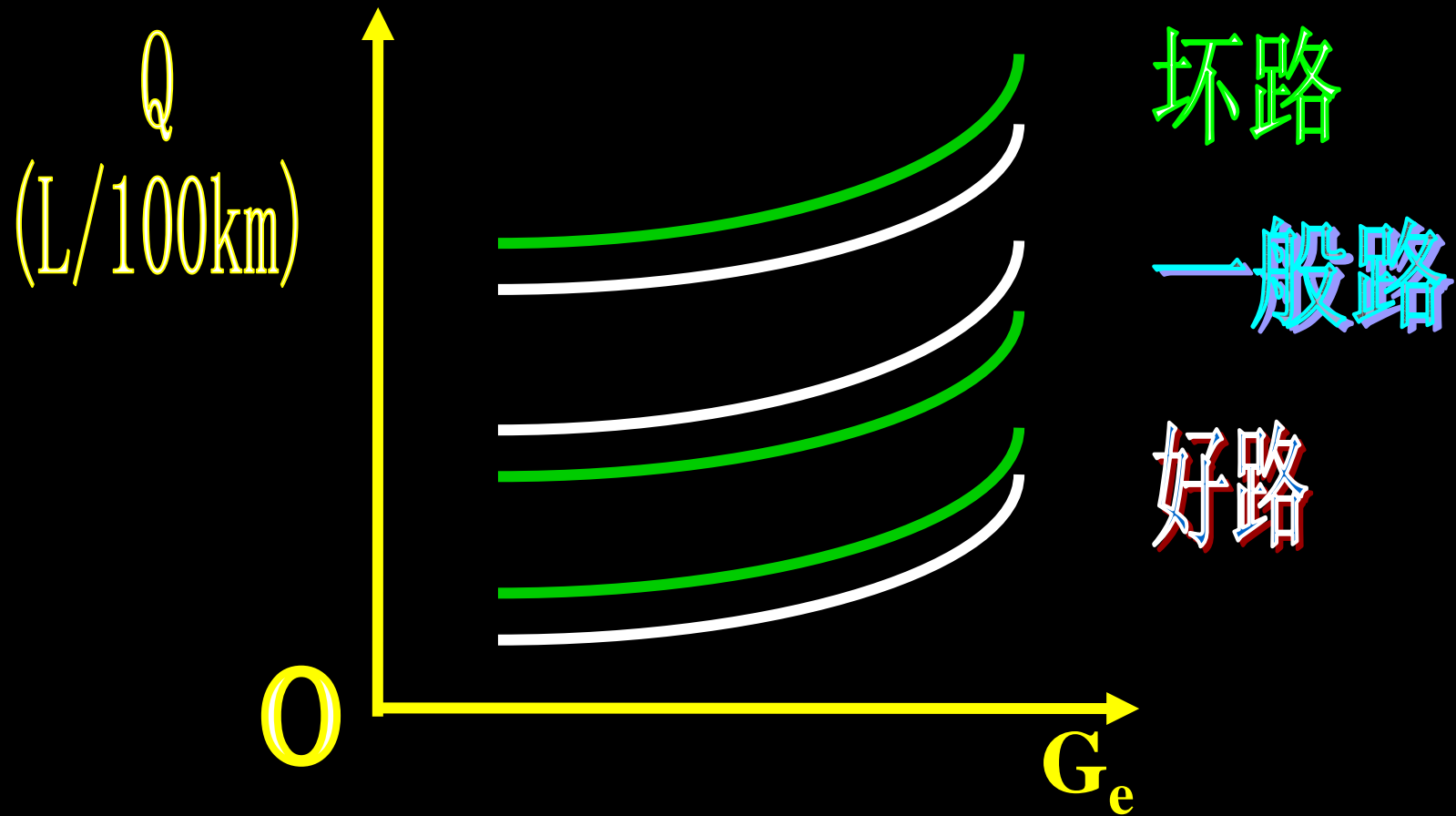
好路



**实例** 根据道路情况选择车型  
问在山东、吉林、西藏三个不同地区各应选什么车型？

绿色车型为CA1091

白色为EQ1090



**分析:** 山东路面较好应选东风, 吉林路面属于一般, 应选解放; 西藏路面较差, 应选东风。

## 二、汽车燃料经济性试验方法

汽车燃料经济性试验方法可根据对各种使用因素的控制程度分为**不加以控制的路上试验、控制的道路试验、道路循环试验**(包括等油耗、加速、制动油耗等)、在汽车底盘测功器(即转鼓试验台)上的**循环试验**。

## 二、汽车燃料经济性试验方法

### 影响汽车燃料经济性的使用因素

行驶道路	城市、市郊、一般公路、高速公路
交通情况	道路上行人、车辆构成及车辆密集程度
驾驶习惯	平均车速、加速度及制动减速度、阻风门的使用情况
周围环境	气温、风、雪等

## 二、汽车燃料经济性试验方法

### 方法1 最高档全油门加速燃油消耗量试验

汽车初始速度 $V_{初}=20\pm 1\text{km}$ ，稳定后，通过50m测速段，然后油门全开，通过500m测定加速时间和消耗量。

### 方法 2 等速行驶燃油消耗量试验

#### (1) 路面条件

试验在纵坡不大于0.3%的混凝土、沥青道路，要求路面干燥、平坦、清洁，测量路段长度500m(或1km)，两端可方便的使汽车调头。

## **(2) 气候条件**

气温  $0^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，气压  $98\text{kpa} \sim 103\text{kpa}$ ，相对湿度  $50\% \sim 95\%$ ，风速小于  $3\text{m/s}$ 。

## **(3) 汽车条件**

要求技术状况良好，试验前必须充分预热，使发动机出水温度  $80^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，变速器及驱动桥润滑油温度不低于  $50^{\circ}\text{C}$ 。

## (4) 试验方法

用最高档等速行驶，从车速20km/h开始，以车速10km/h的整倍数直至该档最高车速的80%，至少测定5点。

通过500m(或1km)测量路段，测定耗油量和时间，每种车速往返试验各两次，两次试验之间的时间间隔应尽可能的缩短，以保持稳定的热状况。

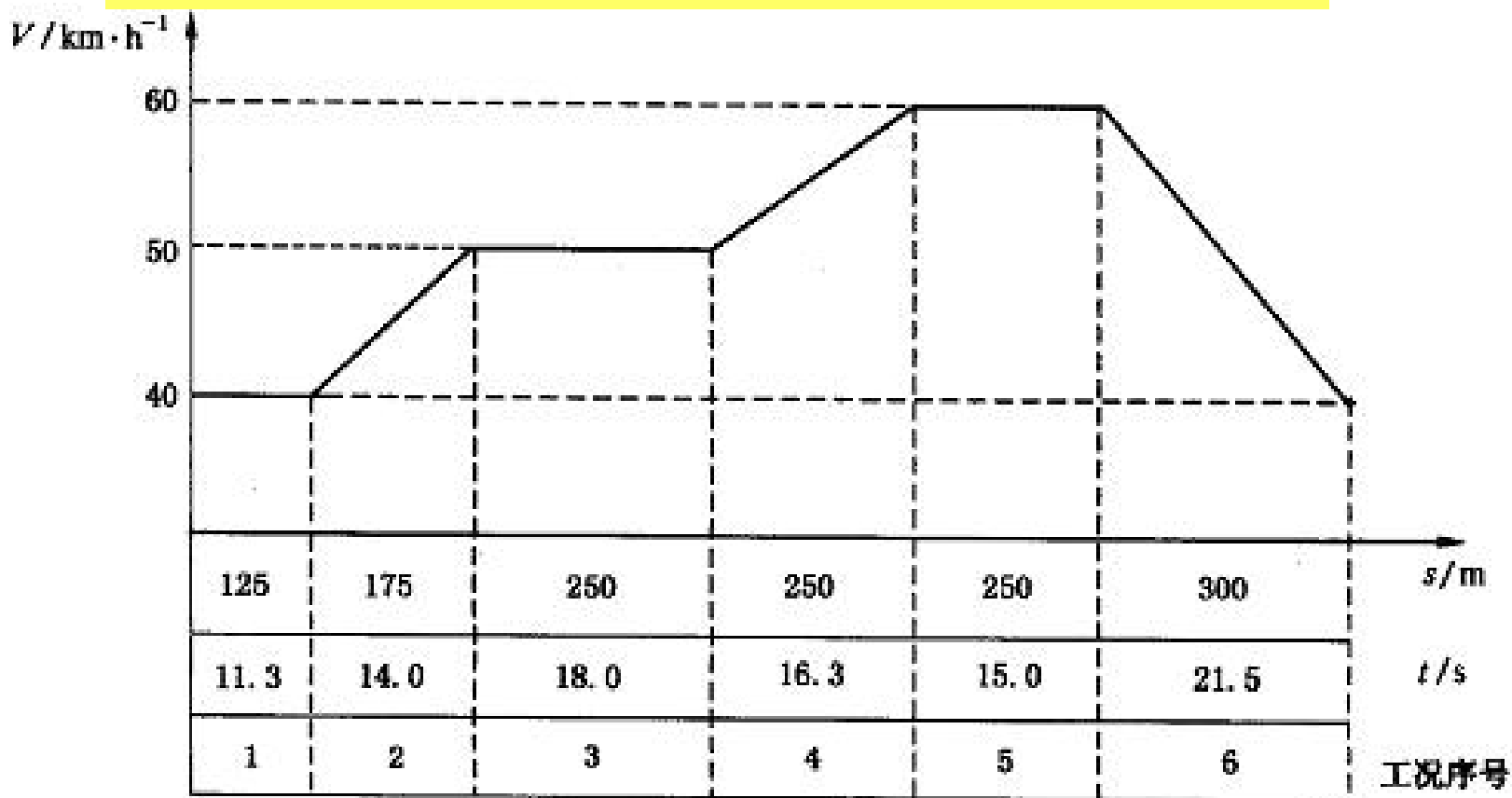
往复试验四次的油耗量差值不应超过5%，取四次实验结果的平均值为等速行驶的油耗量。

### 方法3 多工况燃油消耗量试验

- (1) 货车采用六工况（GB12545.2）；
- (2) 客车采用四工况（GB12545.2）；
- (3) 乘用车采用二十五工况（GB12545.1）。



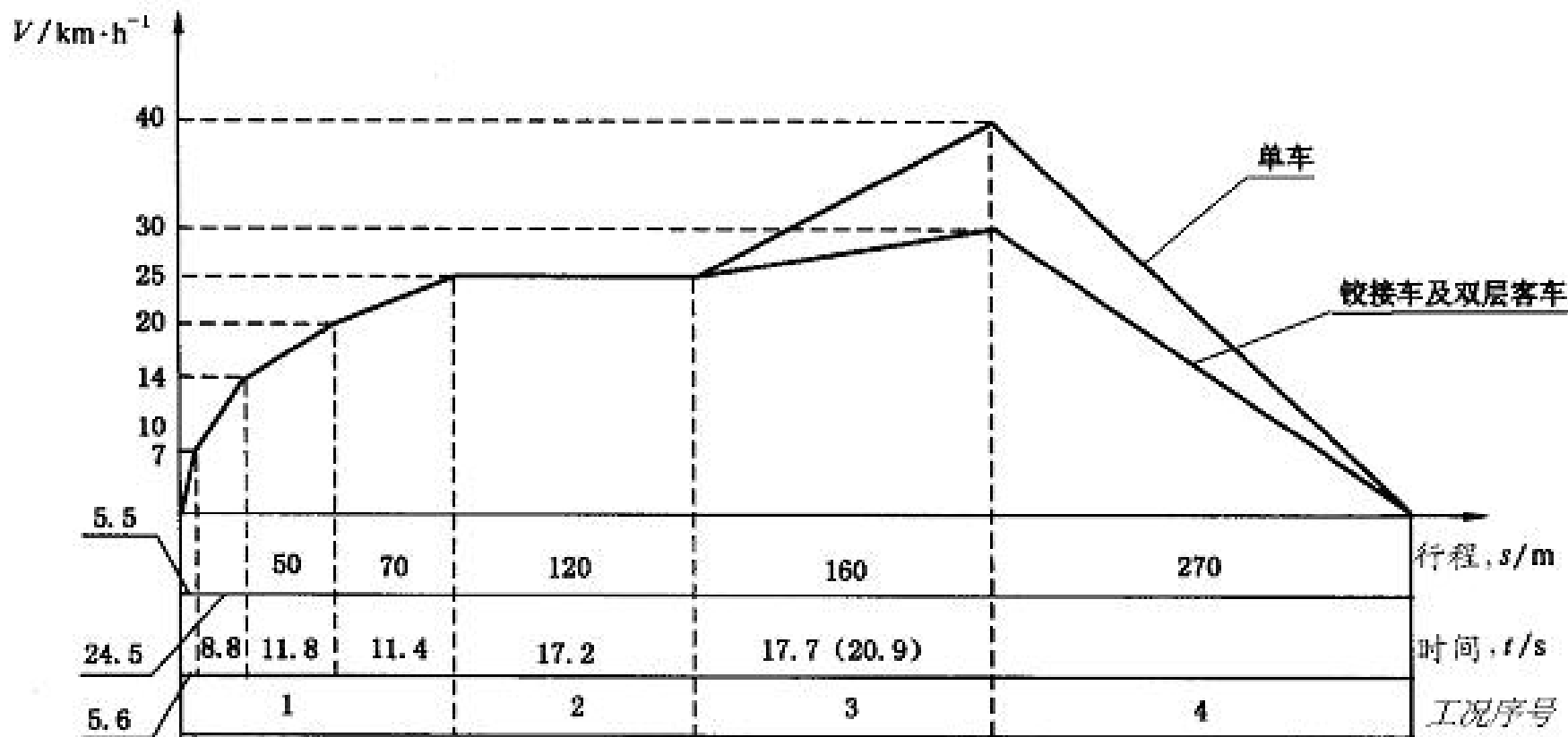
# 载货汽车六工况燃料测试循环



六工况测试循环图

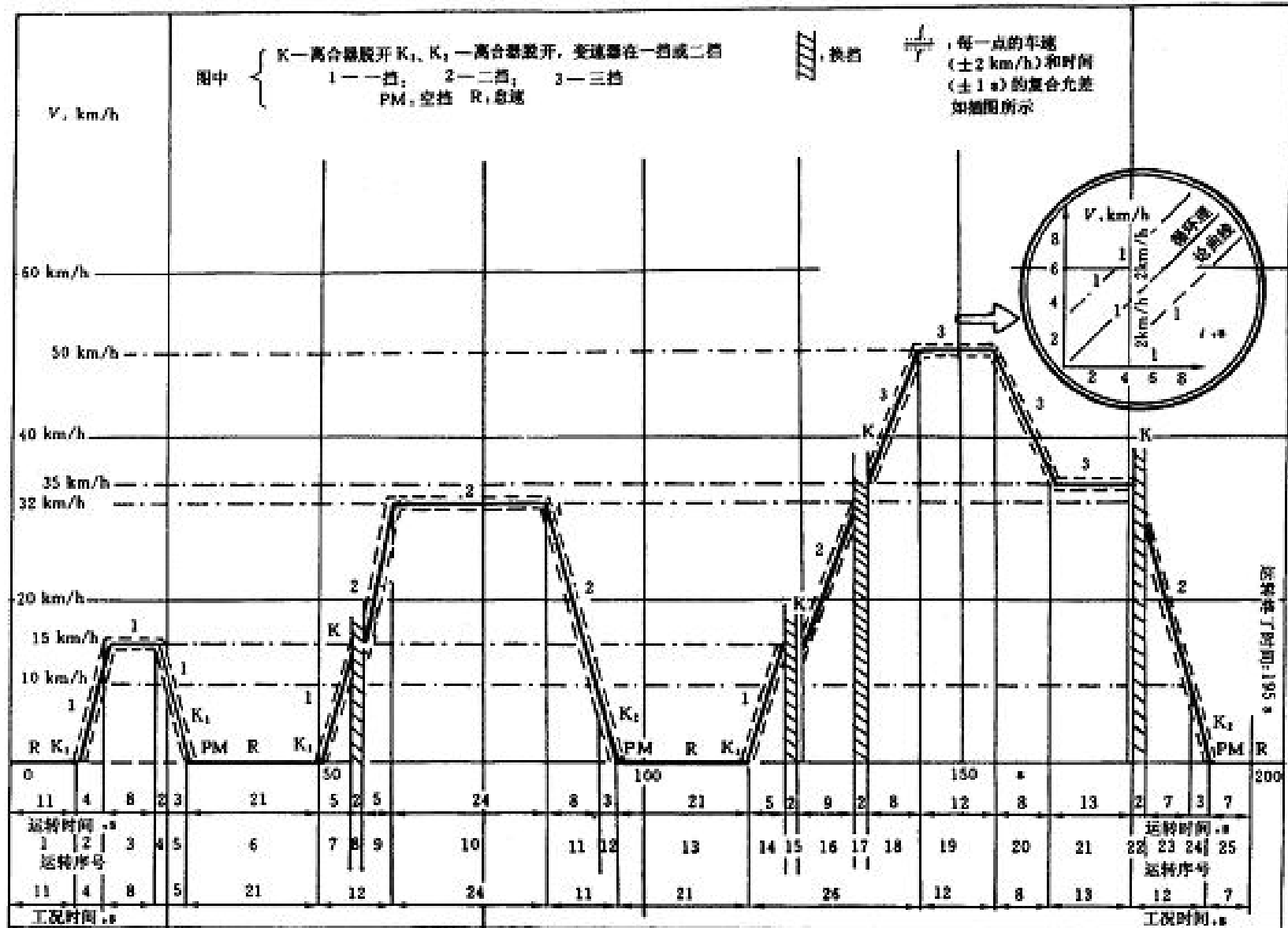
在每个试验单元中，车辆终速度偏差应小于 $\pm 3.0\text{km/h}$ ，其它工况速度偏差 $\pm 1.5\text{km/h}$ ，要求控制六工况的总行驶误差小于 $\pm 1.5\text{s}$ 。完成一个单元试验后，尽可能迅速地调头，从相反方向重复试验。

# 城市公共客车四工况

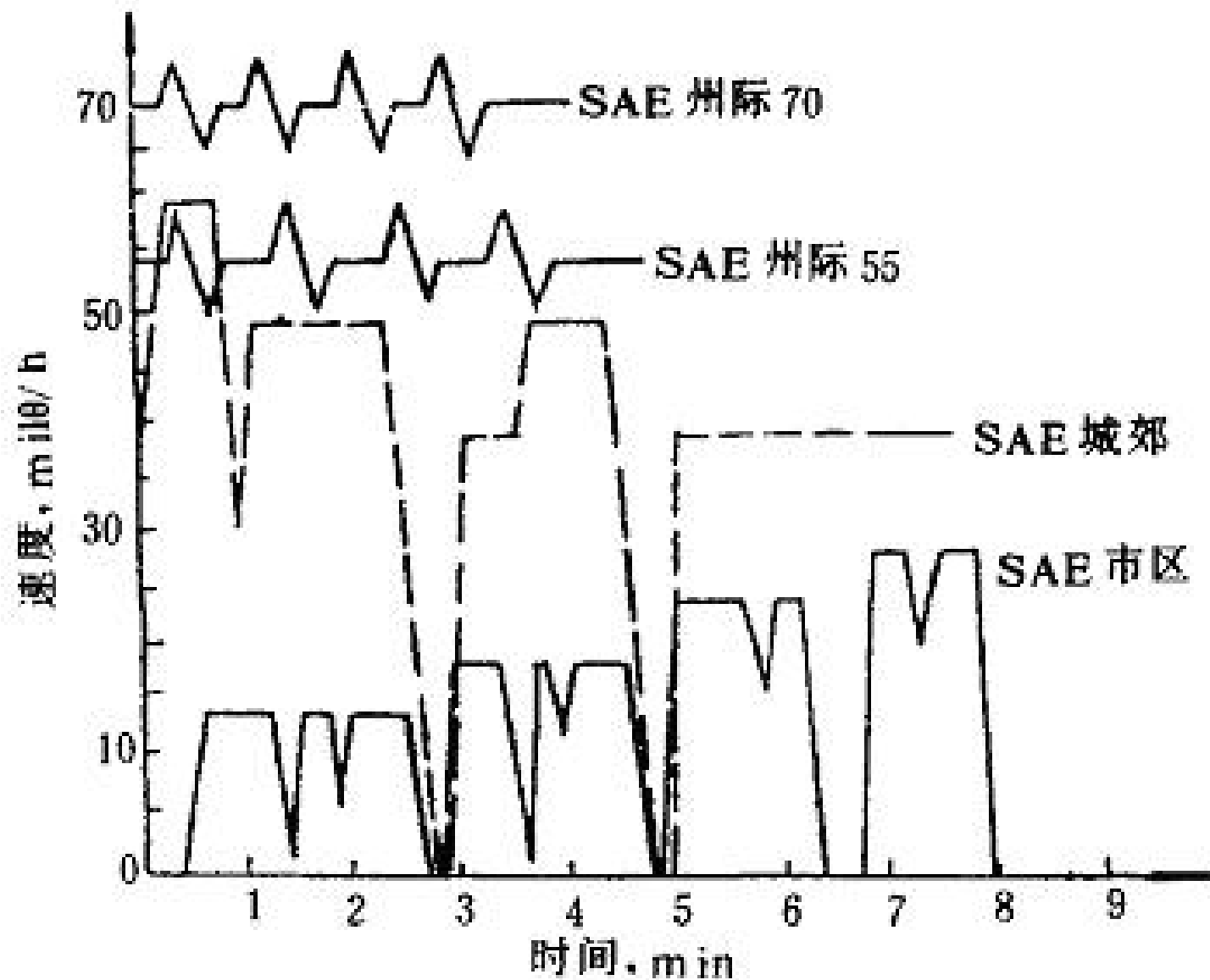


城市客车和双层客车四工况循环

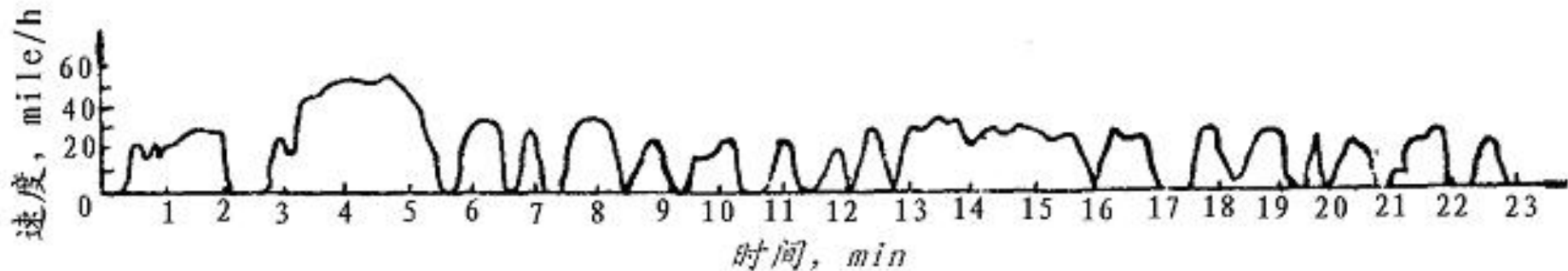
# 乘用车十五工况循环试验



乘用车十五工况循环试验规范



SAE道路循环试验规范



## 美国市内测功器行驶循环的速度-时间曲线

优点：在室内试验可不受外界气候条件的限制；能控制试验条件，周围环境影响的修正系数可以减到最少；若能控制室温，则可对不同气温条件的汽车工况进行模拟试验；室内便于控制行驶状况，故能采用符合实际的复杂循环；可以同时进行燃料经济性与排气污染试验；能采用多种测量油耗的方法，如质量法、体积法与碳平衡法。

用汽车底盘测功器测量油耗的方法尚需改进。例如，不易准确模拟道路滚动阻力和空气阻力；室内冷却风扇产生的冷却气流与道路行驶的实际情况有差异；难以给出准确的惯性阻力。

## 方法4 限定条件下平均使用燃料消耗量试验

要求：行驶路程 $>50\text{km}$ ，车速 $u_a=45\text{km/h}$ ，结果折合成百公里燃油消耗量。

## 三、汽车燃料经济性的计算方法

### 1. 燃料消耗方程式

$$Q = \frac{981 \cdot G_T}{U_a \cdot \gamma} \quad (L/100km)$$

$$g_e = \frac{G_T}{P_e} \times 1000 \quad (g/kw \cdot h)$$

$$Q = \frac{P_e \cdot g_e}{1.02 U_a \cdot \gamma} \quad (L/100km)$$

## 2. 等速百公里油耗曲线

### (1) 步骤

#### 1) 依据

$$U_a = 0.377 \frac{n_e \cdot r}{i_g \cdot i_0} \quad (\text{km/h})$$

$$P_e = \frac{u_a}{3600 \cdot \eta_t} \left( G\psi + \frac{C_D \cdot A \cdot u_a^2}{21.15} + \frac{\delta G}{g} \cdot \frac{du}{dt} \right)$$

$$g_e = f(P_e, n_e)$$



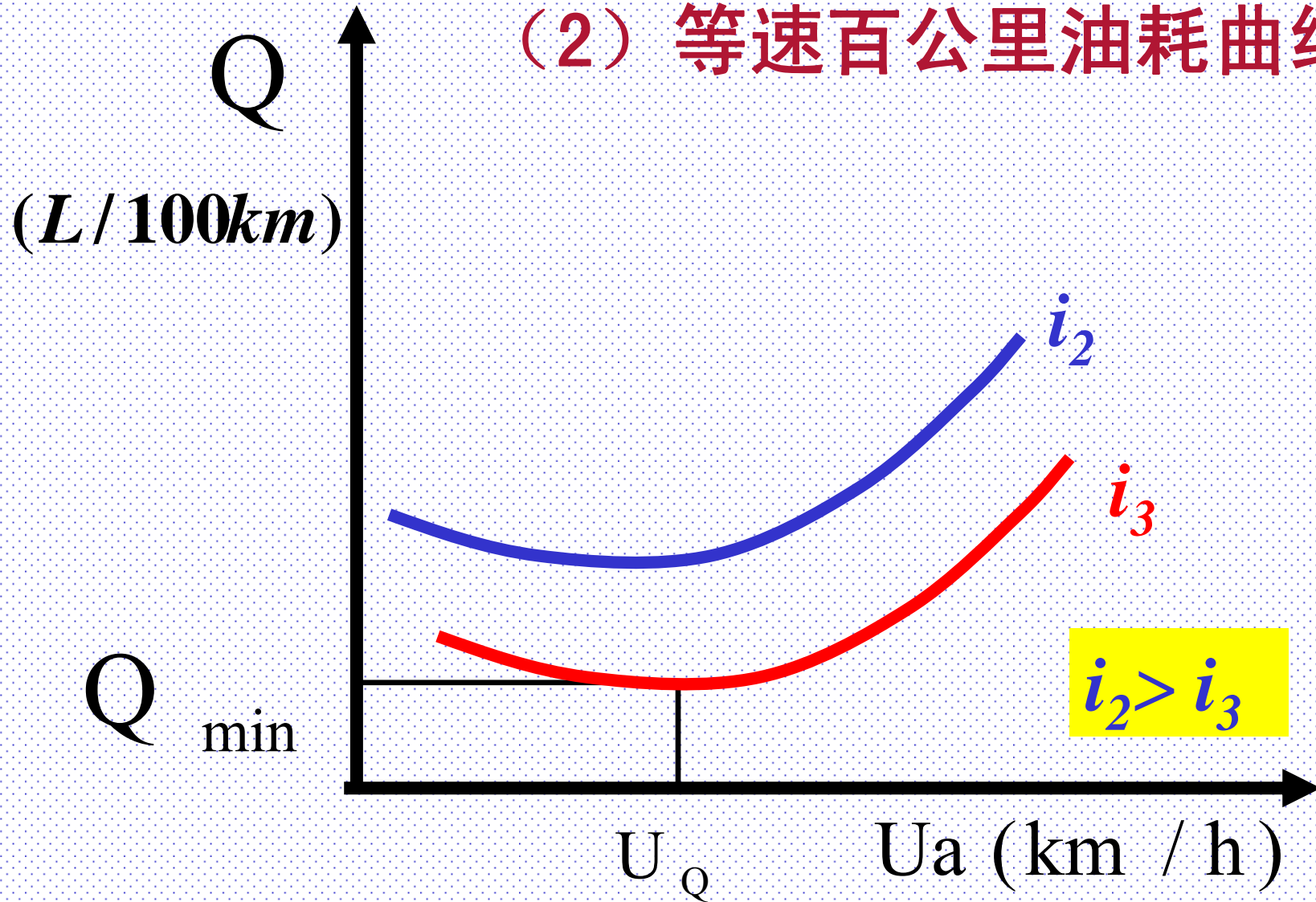
## 2) 求百公里油耗

$$Q_{Si} = \frac{P_{ei} \cdot g_{ei}}{1.02 U_{ai} \cdot \gamma} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$Q = \sum Q_{Si}$$

$n_e$ , r/min	计 算 公 式	$n_1$	...	$n_m$
$U_a$ , km/h	$U_a = 0.377 \frac{n_e \cdot r}{i_g \cdot i_o}$ (m/s)	$U_{a1}$	...	$U_{am}$
$P_f$ , kw	$\frac{mgf_f u_a}{3600}$	$P_{f1}$	...	$P_{fm}$
$P_w$ , kw	$\frac{C_D A u_a^2}{76140}$	$P_{w1}$	...	$P_{wm}$
$P_e$ , kw	$(P_f + P_w) / \eta_t$	$P_{e1}$	...	$P_{em}$
$g_e$ , g/kw·h		$g_{e1}$	...	$g_{em}$
$Q_s$ , L/100km	$\frac{P_e \cdot g_e}{1.02 U_a \cdot \gamma}$	$Q_{s1}$	...	$Q_{sm}$

## (2) 等速百公里油耗曲线



### (3) 分析等速百公里油耗曲线变化规律

①  $U_a < U_0$  : 当  $U_a$  降低时,  $P_e$  减小,  $Q$  减小; 同时, 负荷率减小,  $g_e$  增大, 使  $Q$  增大。因后者起主导作用, 故  $Q$  增大。

②  $U_a > U_0$  : 当  $U_a$  增加时,  $P_e$  增大,  $Q$  增大; 同时, 负荷率增大,  $g_e$  减小, 使  $Q$  减小。因前者起主导作用, 故  $Q$  增大。

③ 车速一定时, 好路省油, 坏路费油。

④ 路面一定, 档位不同: 高档省油, 低档费油。

# 利用功率平衡图及负荷特性可求油耗

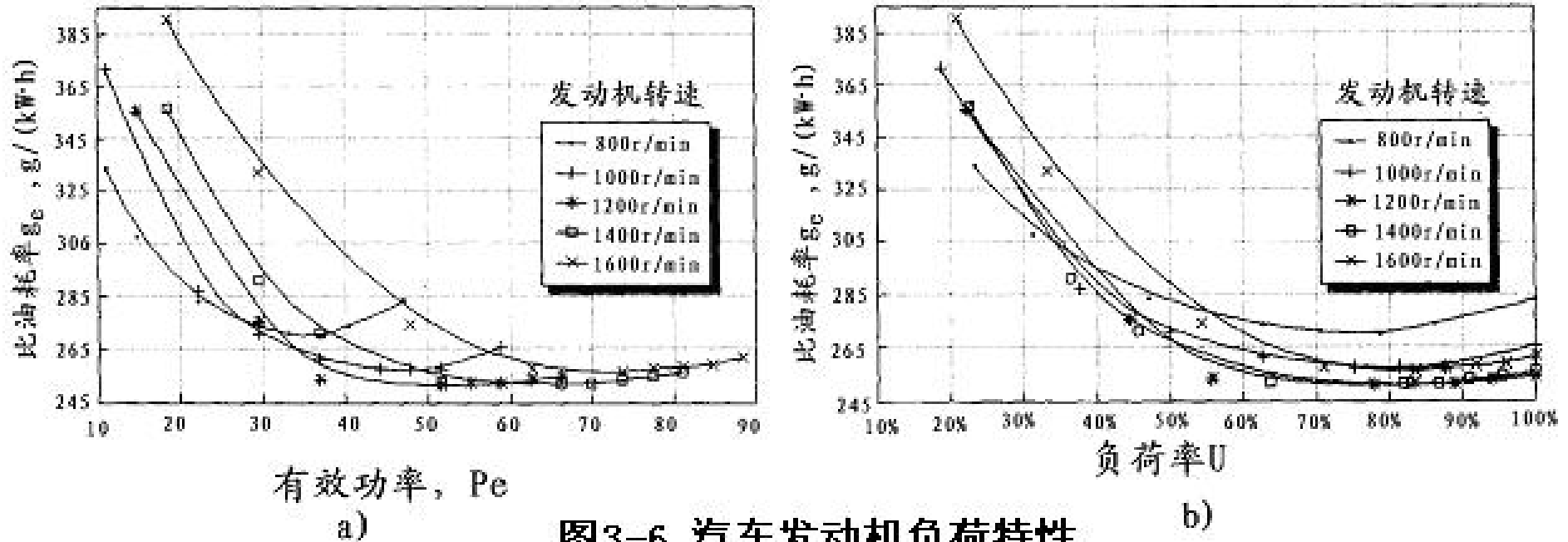


图3-6 汽车发动机负荷特性

**负荷率，是指在某一相同转速下油门部分打开时发动机发出的功率与全开时(最大)功率之比**

$$U' = \frac{P'}{P_s} \times 100 \%$$

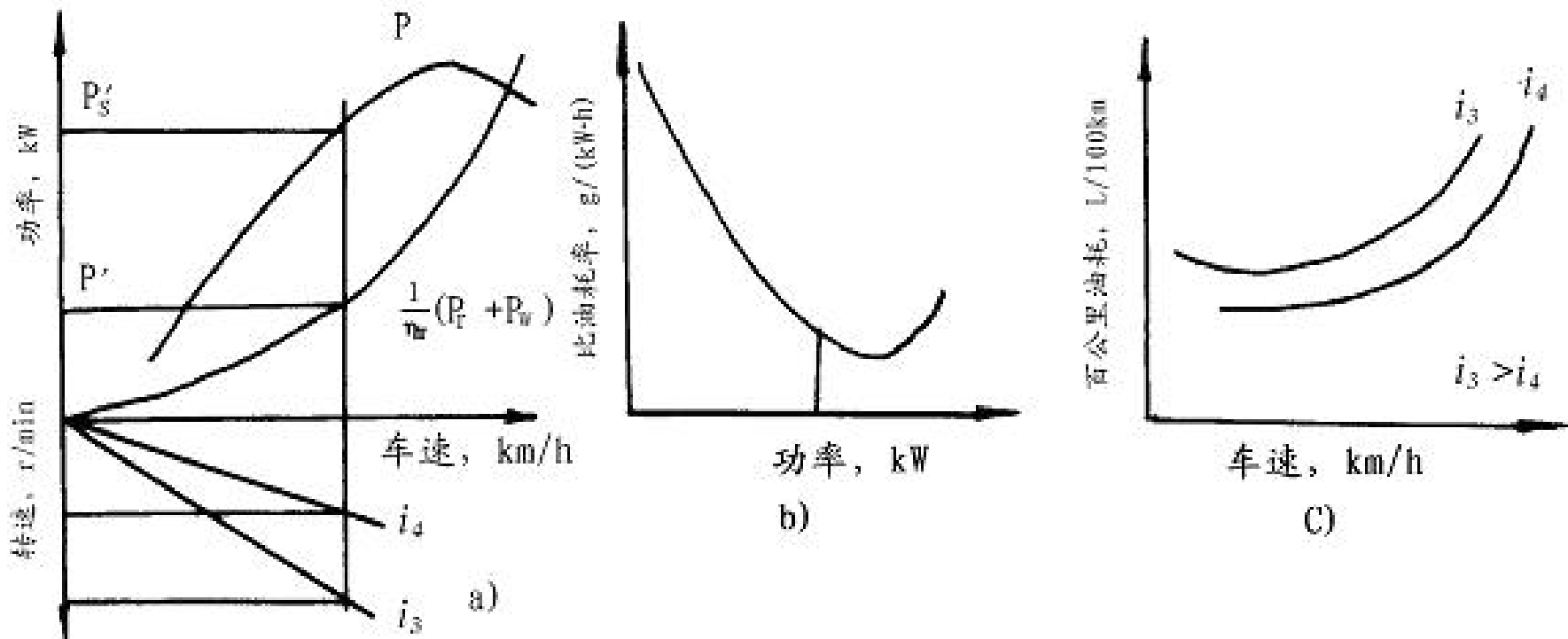


图3-7用功率平衡与负荷特性计算汽车等速百公里油耗 ( $1PS=735.49W$ ;  $\Psi=f_r+1$ )

## 四、非稳定工况油耗计算

### ➤ 加速油耗

#### 1. 等加速

基本思想：将 $\psi$ 路面上的等加速行驶转化为 $\psi'$ 路面上的等速行驶。于是：

$$Q = \frac{g_e}{3672\eta_t} \left[ G \left( \psi + \frac{\delta}{g} \cdot \frac{dU}{dt} \right) + \frac{C_D A U_a^2}{21.15} \right] =$$
$$= \frac{g_e}{3672\eta_t} \left( G\psi' + \frac{C_D A U_a^2}{21.15} \right)$$

## 2. 非等加速油耗图解法确定

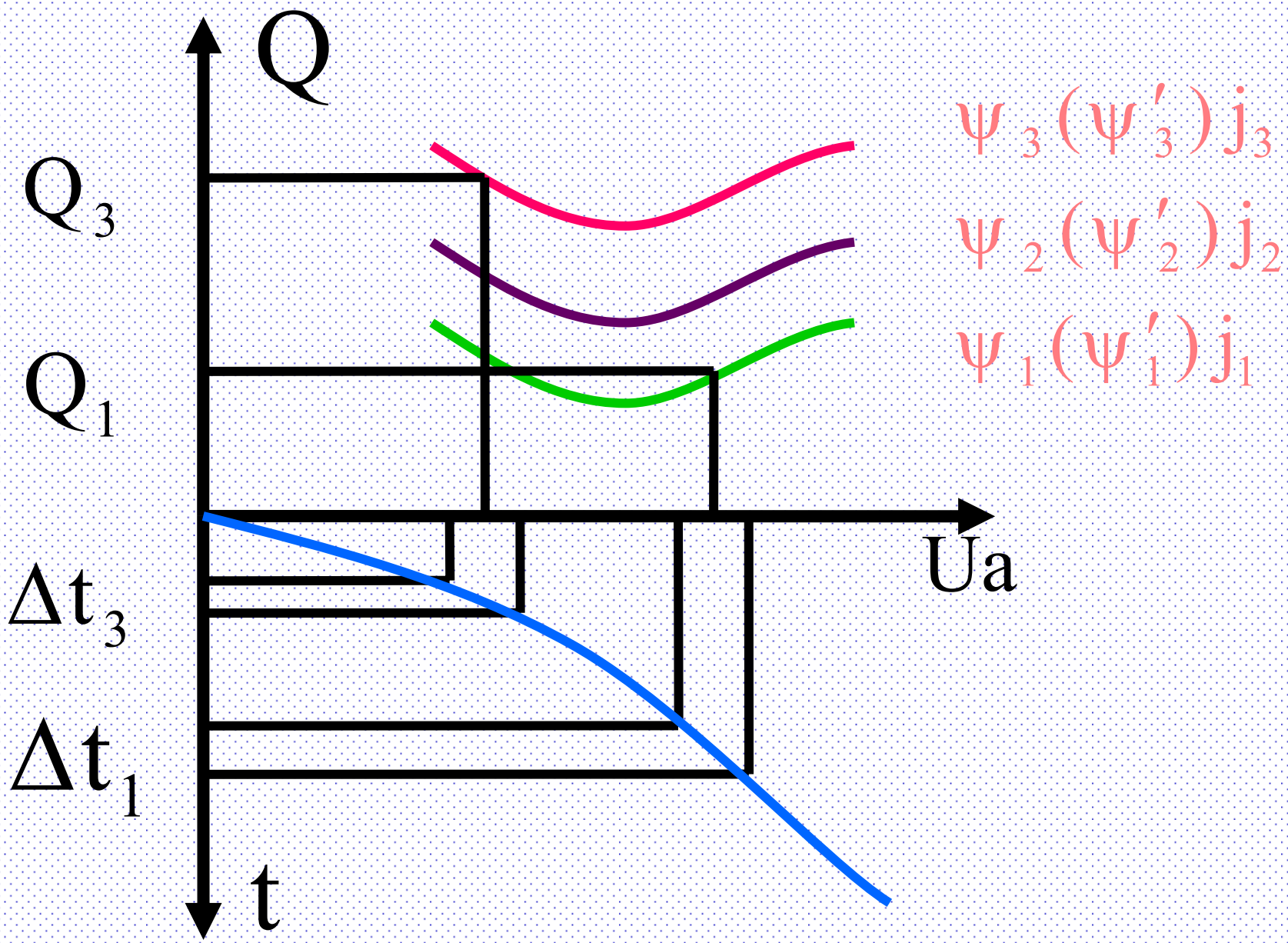
**基本思想：**虽然  $du/dt \neq$  常数，但是在很短时间内，可以认为是常数。首先把加速阻力作为道路阻力作出  $Q-Ua$  图，再根据  $Q-Ua$  和  $t-Ua$ （加速过程）图分别求出各不同加速度时的油耗值。分段越细，结果越准。

$$\Delta Q_1 = \frac{U_{a1} Q_1 \Delta t_1}{3.6 \times 10^5} (\text{L})$$

● ● ● ● ● ●

$$\Delta Q_3 = \frac{U_{a3} Q_3 \Delta t_3}{3.6 \times 10^5} (\text{L})$$





**最后把各段相加，就是整个加速过程耗油量，再加上等速、减速、停车怠速等各种行驶状态的耗油量，就可以按预定循环试验程序估算汽车的燃油经济性。**

## 四、“汽车运行燃料消耗量”国家标准

**制定原则：**基于影响汽车运行燃料消耗量的因素，除汽车结构、工艺水平、车况外，还有道路、载荷、运距、环境条件及驾驶水平等，其中包括随机因素、自然因素和人为因素。

为了全面建立数学表达式，该标准只考虑了可等级化和数量化的因素，如道路、载荷、气温、海拔高度等。

# 计算公式

- 载货汽车

$$Q = \sum_{i=1}^n (q_a + q_b W_i + q_c \Delta m) S_i K / 100$$

- 大型载客汽车

$$Q = \sum_{i=1}^n (q_a + q_b N_i + q_c \Delta m) S_i K / 100$$

- 乘用车

$$Q = \sum_{i=1}^n q S_i K / 100$$

$$K = K_{ri} K_{hi} K_{ti} K_{\gamma i}$$

## 气温区间及修正系数

月平均气温 $t(^{\circ}\text{C})$	<b>&gt;28</b>	<b>28~5</b>	<b>&lt;5~-5</b>	<b>&lt;-5~-15</b>	<b>&lt;-15~-25</b>	<b>&lt;-25</b>
$K_t$	<b>1.02</b>	<b>1.0</b>	<b>1.03</b>	<b>1.06</b>	<b>1.09</b>	<b>1.13</b>

## 海拔高度（气压）修正系数

海拔高度,100m	$\leq 5$	$>5 \sim 15$	$>15 \sim 25$	$>25 \sim 35$	$>35$
$K_h$	1.00	1.03	1.07	1.13	1.20

## 道路分级和修正系数

道路类别	公路等级和条件	城市道路等级	修正系数
1类	平原、微丘一、二、三级公路		<b>1.00</b>
2类	平原、微丘四级公路	平原、微丘一、二、三、四级公路	<b>1.10</b>
3类	山岭、重丘一、二、三级公路	重丘、一、二、三、四级公路	<b>1.25</b>
4类	平原、微丘级外公路	公路	<b>1.35</b>
5类	山岭、重丘四级公路	级外道路	<b>1.45</b>
6类	山岭、重丘级外公路		<b>1.70</b>