

法里凱維奇、基瓦柯夫著

汽車及其机构 試驗方法

第七册



机械工业出版社

汽車及其機構試驗方法

第七冊

汽車的动力性和經濟性

法里凱維奇、基瓦柯夫著

李鐸、天海譯

机械工业出版社

1958

出版者的話

本書是蘇聯國立機器制造書籍出版社 (Машгиз) 出版「汽車及其機構試驗方法」的最后一个分冊(第七冊)。它總結了汽車動力性和經濟性試驗領域中的經驗, 並包括汽車試驗的准备工作、試驗進行方法及試驗所用儀表和設備的基本知識。

本書適用於汽車制造工廠、汽車使用和汽車修理企業設計——試驗部門的工程師和技術員, 以及從事汽車試驗的科學研究人員、教員和學生。

蘇聯 В. С. Фалькёвич, Н. В. Диваков 著 'Методы испытания автомобиля и его механизмов выпуск 7 (Динамичность и экономичность автомобиля)' (Машгиз 1955 年第一版)

*

*

*

NO. 1640

1958 年 9 月第一版, 1958 年 9 月第一版第一次印刷

850×1168^{1/32} 字數 127 千字 印張 5 0,001—2,100 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 0.95 元

目 次

原序	4
緒論	5
第一章 試驗的准备	7
1 汽車的准备	7
2 試驗的裝置	27
第二章 試驗用的設備	31
1 汽車动力性試驗用的仪器和試驗台	31
确定汽車运动的路程、速度和运动時間的仪器(31)——确定汽車加速度和 减速度的仪器(47)——确定汽車牽引力的仪器和試驗台(48)	
2 汽車燃料經濟性試驗用仪器	74
測量液体燃料消耗量用的仪器(74)——測量气体燃料消耗量用的 仪器(84)	
3 研究汽車与空气及道路的相互作用和确定傳动效率的仪器及裝置	91
研究汽車与空气相互作用的裝置(91)——确定汽車与道路之間相互 作用的裝置(94)——确定汽車傳动效率的裝置(98)	
第三章 試驗方法和結果的处理	101
1 汽車动力性的試驗方法	101
汽車最大行駛速度的决定(101)——汽車加速时,行程,時間和加速 度的决定(102)——牽引力的决定(109)——汽車制動性能的决定 (115)	
2 汽車燃料經濟性的試驗方法	117
汽車稳定行駛时經濟特性的决定(119)——汽車加速和冲击行駛时經 濟特性的确定(124)——使用条件下汽車燃料經濟性的确定(131) ——汽車的調节試驗(133)	
3 汽車与道路及空气間相互作用的研究和傳动效率的确定方法	138
确定运动阻力系数的合并方法(138)——滾动阻力系数的确定方法 (146)——汽車流綫型方法的研究(149)——汽車車輪与道路間附着 系数的确定方法(154)——汽車傳动效率的确定方法(158)	

原 序

动力性和燃料經濟性是汽車的重要性能，这些性能在很大的程度上决定了汽車的生产率和汽車运输的成本。

汽車試驗对这些性能的評價和改善具有重要的意义。为了統一并介紹最合理的試驗方法起見，在汽車科学研究院汽車特殊實驗室和苏联科学院机械研究所汽車實驗室中，进行了汽車及其机构現有試驗方法的系統化、經驗交流及評比的工作。这些工作的結果以叢書的形式分册出版。

在这一本介紹汽車动力和經濟性能确定方法的分册中，叙述試驗的类别；此外还介紹汽車試驗准备、試驗进行方法以及試驗时所用仪器和设备的基本知識。必須指出，由于确定汽車动力和經濟性能的試驗可能会遇到不同性質的問題，所以本書中所引述的知識不能認為是完备无缺的。

本書曾在汽車工業和汽車运输專家會議上討論过；在書中已考虑了提出的意見。

科学院院士

邱达可夫

(E. A. Чудаков)

緒 論

所有动力性和燃料經濟性的試驗，因目的和試驗进行条件的不同而有所区别。

按照試驗目的的不同，試驗可分为：

1. 檢查性試驗；2. 特殊性試驗；3. 科学-研究性試驗。

檢查性試驗的进行，是为了系統地檢驗汽車制造和修理工厂产品的性能，以及檢驗它們是否符合规定的技术条件。

在运用条件下亦应周期地进行这样的試驗，以評價汽車運輸業所用車輛的技术情况，并檢驗燃料和潤滑材料的消耗是否符合规定的标准。

特殊性試驗的进行，是为了对各种汽車作比較性評價、决定实验样品的質量及研究个别构造改变所生的影响。

科学-研究性試驗的进行，是为了研究和証实各种理論的假設，研究汽車运动时發生的过程以及汽車与其支承面和周圍介質的相互作用。

按照进行試驗条件的不同，試驗可分为：

1) 实验室(台上)試驗；

2) 道路(行駛的)試驗；

3) 运行試驗。

实验室試驗是在固定条件下，在某种制动装置(台)上进行；台上备有确定牽引力或驅動輪扭矩及确定燃料消耗的仪器。

实验室試驗的价值：利用它的結果，可以消除道路或运行試驗中因为外界条件变化而产生的偶然性偏差。此外，实验室試驗結果的特点是具有較高的精确度。

实验室試驗的缺点是难于仿造汽車及其机构的实际工作情况。

道路試驗是在特殊車場（汽車試驗場）或普通道路的选定区段上进行的。道路試驗的主要优点：試驗是在汽車实际工作条件下进行的。如果有周密的准备并且仔細的进行試驗，那末道路試驗可以得到足够精确的結果。

运行試驗是在普通的汽車运输工作条件下組織的。其中必須注意，所得数据的精确度随着观测汽車数量的增加和研究時間的加長而提高。如果在运用过程中正确地进行多次的長期观测，可以得到非常有价值的結果。

要对汽車性能作最完整的評價，必須綜合地进行实验室、道路及运行的試驗，而将每种試驗分別得到的結果互相补充和校驗。

这种綜合性的研究，例如，可以在国家試驗中和某些主管部門扩大試驗中进行。

第一章 試驗的准备

根据当前提出的試驗任务，是拟訂适当的計劃，其中規定試驗的性質、范围、条件及进行当前工作的次序；准备被試驗的汽車、道路区段、設備和仪器、文件、燃料、潤滑材料等等。

1. 汽車的准备

汽車的准备主要包括：汽車的磨合（假如事先沒有用过的話），所用仪器的配备，构造特性的編制，技术情况的檢驗等等。

在每种具体情况下，准备过程的内容随試驗計劃的不同而有很大的区别。例如，在檢查性試驗以前的磨合行程比特殊性試驗的要短得多。現代汽車在特殊性試驗以前應該至少行駛5000公里。

当进行磨合时，必須严格遵照工厂說明書关于速度和負載情况，潤滑油更換期限等等的指示。在磨合过程中以及在即將試驗以前和进行試驗时，必須使發動机（水和潤滑油溫度）和傳动部分（變速箱、主傳动器内部的潤滑油溫度）具有最适宜的热情况，溫度是用汽車上專門装备的远距离式蒸汽溫度計来檢驗，或用簡單溫度計作周期檢驗。至于在發動机和傳动部分未充分热起的情况下进行試驗，則只有在研究目的是決定水和潤滑油溫度对动力性、燃料經濟性、耐磨性及其他汽車性能所产生的影响时才用。

当沒有詳細的工厂数据时，被試驗汽車的构造特性是根据汽車外形的观察和必要的測量（有时也拆卸汽車的个别机件）来編制的。构造特性中所包括的說明内容按当前試驗任务的不同而有所区别。

下面列举汽車构造特性中的一些要素，它主要是和汽車动力性和燃料經濟性有关的。

1. 汽車的厂牌和型号。
2. 汽車的类型。
3. 載重量或乘員座位数目。
4. 汽車出厂年份。
5. 發动机和底盘的號碼。
6. 汽車前方投影面积。
7. 汽車重量: a. 有負載时; 6. 无負載时。
8. 前輪上所承受的汽車重量: a. 有負載时; 6. 无負載时。
9. 后輪上所承受的汽車重量: a. 有負載时; 6. 无負載时。
10. 从車輪支承面算起的汽車重心高度: a. 有負載时; 6. 无負載时。
11. 汽車旋轉質量系数。
12. 發动机最大功率。
13. 最大功率时的發动机曲軸轉速。
14. 發动机最大扭矩。
15. 最大扭矩时的發动机曲軸轉速。
16. 發动机調速器及其特性。
17. 發动机供給系統的特性 (汽化器量孔的排出量等)。
18. 發动机点火系統的特性 (点火提前角度的变化方法, 自动調节器的特性等)。
19. 傳动类型。
20. 變速箱檔数。
21. 變速箱傳动比。
22. 變速箱中有无同步器。
23. 輔助傳动、分速箱及其傳动比。
24. 主傳动器傳动比。
25. 汽車車輪的外傾角。
26. 汽車前輪的前束角。
27. 輪胎压力: a. 前輪; 6. 后輪。

28. 当汽車滿載而輪胎压力正常时，輪胎与剛性支承面之間的接触面积：a. 后輪；б. 前輪。

29. 輪胎在道路上的單位压力：a. 后輪；б. 前輪。

30. 汽車車輪的靜力半徑(有負載时的)：a. 后輪；б. 前輪。

在确定上述构造特性中的某些参数时，建議采用下列方法。

前方投影面积是用在垂直于汽車縱軸綫的鉛直平面上描繪汽車投影輪廓的方法來确定的。該投影面积用測面儀測量。如果將全部投影划分为簡單的几何形状，再由这些面积的总和来确定投影面积时，所得到的結果比較不精确。

为了近似的或初步的計算，前方投影面积可以按汽車的最大高度和軌距或最大寬度（按汽車型式而定）的乘积来确定；如果前輪和后輪的軌距不一致，那末就按較大的数值計算。

当深入地研究汽車的空气动力学时，以及必須得到比輪廓描繪法或外廊尺寸計算法更精确的結果时，汽車前方面积的确定可从后方或前方將汽車照射，使汽車的阴影投在垂直銀幕上(圖1)。

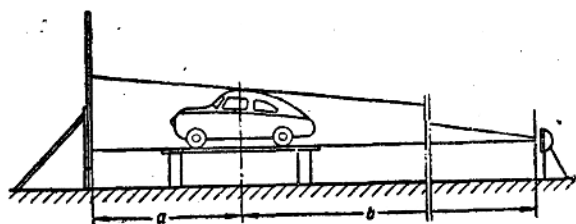


圖1 用銀幕上投影的方法确定汽車前方投影面积的簡圖。

將这样得到的汽車投影用粉筆、炭筆或鉛筆描繪下来，然后再仔細地測量。必須注意到，这个投影面积大于汽車的真正前方投影面积，因此必須按照下列公式进行适当的換算：

$$F = F_1 \left(\frac{b}{a+b} \right)^2,$$

式中 F ——汽車的前方投影面积；

F_1 ——汽車的投影面积；

a ——汽車最高点处和銀幕之間的距离；

b ——汽車最高点处和光源之間的距离。

由上述公式可知，在距离 b 愈大和距离 a 愈小时，測量汽車前方投影面积的修正值必然愈小。为了得到較精确的結果起見，光源最好放置在距离汽車不少于 60 公尺的地方，而銀幕則直接放置在汽車前面。除此以外，为了在銀幕上得到清晰的投影边界起見，必須采用强烈的光源并使其光綫通过小孔。

汽車的重量及其在二軸上的分配，不論是有負載或沒有負載时，都是用在台秤上将汽車过磅的方法来确定。

汽車必須在准备运用的情况下过磅，也就是要完全充滿燃料、潤滑油、水，并备有工具、备用車輪等；載重汽車則連駕駛員一起过磅。

当过磅时，汽車應該严格地水平停放，以便使分別測定的前后輪上所受重量的总和等于汽車的全重；它們的偏差不應該超过 1%。根据所得到的前后輪之間重量的分配，可以按下式計算汽車重心的縱向座标：

$$a = \frac{G_2}{G} L$$

和

$$b = \frac{G_1}{G} L,$$

式中 a ——从汽車前軸到重心的距离；

b ——从汽車后軸到重心的距离；

G_1 ——汽車前輪上所承受的重量；

G_2 ——汽車后輪上所承受的重量；

G ——汽車总重量；

L ——汽車軸距。

汽車重心的高度是使汽車放在傾斜位置而用过磅的方法來确定的。將被試驗汽車的前輪或后輪擱置在特备的支架上，而汽車的另一对車輪則放在台秤上（圖 2）；試驗时測定放在台秤上的車輪所承受的負載，以及汽車的傾斜角度（利用悬錘和量角仪）。

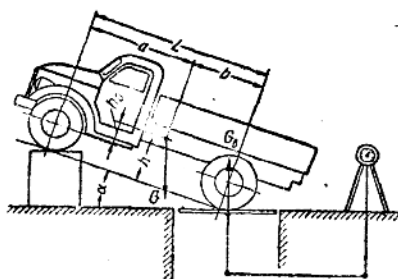


圖2 為確定汽車重心高度而將汽車過磅時的裝置。

將汽車重量分解成垂直和平行於支持面的兩個分力，然後列出繞支架上被舉起的車輪軸線（此處是指前輪）作用的諸力的力矩方程式：

$$\sum M = Ga \cos \alpha + Gh_0 \sin \alpha - G_a L \cos \alpha = 0,$$

式中 α —— 汽車傾斜的角度；

a —— 從汽車重心到前軸的距離；

L —— 汽車軸距；

h_0 —— 從汽車車輪中心的平面算起的重心高度；

G_a —— 放在台秤上的車輪所受的負載。

由上列方程式經過若干移項來確定從車輪軸心平面算起的汽車重心高度，即得

$$h_0 = \left(\frac{G_a}{G} L - a \right) \operatorname{ctg} \alpha。$$

因為

$$a = \frac{G_2}{G} L \text{ 和 } G_a = G_2 + \Delta G,$$

所以得到

$$h_0 = L \operatorname{ctg} \alpha \frac{\Delta G}{G},$$

式中 ΔG —— 汽車傾斜時，磅秤指示數的增加數值。

因此，汽車重心到支承面的距離為

$$h = h_0 + r = L \operatorname{ctg} \alpha \frac{\Delta G}{G} + r,$$

式中 r —— 汽車車輪的靜力半徑。

要确定重心的高度，亦可以将汽車不在縱向平面而在橫向平面內傾斜，再将右側或左側車輪放在台秤上。但是，在同样的傾斜角度下，橫向平面內傾斜所得到的結果較不精确，这是因为輪胎變形的影响，以及悬挂裝置未經楔住時車身橫傾角較大的緣故。

这样，为了求得重心高度，必須确定汽車的总重量、軸距，放在台秤上的車輪所受的負載及汽車的傾斜角度。

必須注意，由于前后悬挂裝置中彈性元件的撓度不同，車架和車身對水平面的傾斜角要比通过前后輪中心的平面傾斜角較大，結果將使汽車重心位置改变。为了避免这种情形，汽車的傾斜角度必須不超过 $10 \sim 15^\circ$ ，或者事先楔住悬挂裝置系統中的彈性元件。

为了保証必要的精确性起見，應該將汽車的另一对車輪放在台秤上，然后再一次決定它的重心。

汽車重心的高度是在沒有負載時確定，因为重心位置將随貨物比重的不同而相应地改变。

計算旋轉質量慣性影响的系数，在一般情況下用下列方程式表示

$$\delta = 1 + \frac{I_{\theta} i_0^2 i_k^2 \eta}{G r^2} + \frac{I_k g}{G r^2},$$

式中 I_{θ} ——發動機飛輪和其他旋轉部分的轉動慣量；

I_k ——車輪和傳動系中旋轉部分的轉動慣量；

η ——傳動效率；

i_0 ——主傳動器的傳動比；

i_k ——變速箱的傳動比；

g ——重力加速度。

对于某种一定的汽車在負載一定和其他条件（潤滑油粘性，輪胎壓力等）都正常時，上述公式中除 i_k 以外的一切數值都可以認為是不變的。

如果採用下列符號

$$\delta_1 = \frac{I_{\theta} g i_0 \eta}{G r^2}$$

和

$$\delta_2 = \frac{I_{KG}}{Gr^2},$$

就得到下列計算旋轉質量慣性系数的公式:

$$\delta = 1 + \delta_1 i_K^2 + \delta_2.$$

汽車發動机、傳动系和車輪上各个零件的轉动慣量，可以按零件的尺寸用解析方法以及用實驗方法确定。这里必須指出，第一种方法只能适用于具有簡單几何形状的零件。

轉动慣量的實驗确定，可以用各种不同的方法。其中最常用的一种是「扭振」法，在用这种方法确定轉动慣量时，不要求得被試驗零件的重心位置和重量；而在采用另一种众所周知的「摆动」法时，就不可避免地必須求得重心位置和重量。

圖 3 所示为用扭振法确定轉动慣量的裝置簡圖。

將預先校正的定值長杆 2 的上端固定在特殊的夾持裝置 1 內；杆的下端裝有 万能卡盘 3。

确定轉动慣量时，將零件 4 仔細地定心，并固定在 万能卡盘 中，將它扭轉某一角度后放鬆。用秒表确定这时产生扭振若干次数（約为 40~60）所經過的时间，就可以計算出一个周期的平均值。

零件和卡盘繞旋轉軸綫的轉动慣量可以按下式确定

$$I_1 = \frac{c}{4\pi^2} T^2,$$

式中 c ——杆的扭轉剛性系数；

$$\pi = 3.14;$$

T ——振動周期。

被試驗零件的轉动慣量可以按下式确定

$$I = I_1 - I_n,$$

式中 I_n ——預先測定的 万能卡盘 轉动慣量。

將零件悬挂在三根綫上，使整个系統在水平平面內繞系統的

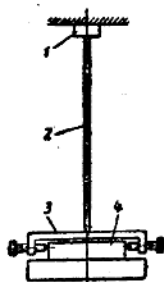


圖 3 确定零件轉动慣量的裝置簡圖。

垂直軸綫作旋轉振動，也可以求得零件的轉動慣量。和上述情況相同，在這種方法中也是求得振動周期，然後按下式求取轉動慣量：

$$I = \frac{Gr^2T^2}{4\pi^2l},$$

式中 G ——零件重量；

r ——從振動軸綫到綫之間的距離；

l ——綫的長度。

用任何方法確定了車輪以及傳動系和發動機中旋轉零件的轉動慣量後，就可以按照上述方程式求得計算汽車轉動質量慣性的系數。

變速箱和主傳動器的傳動比，最好在確定了被試驗汽車的差速器型式以後再決定。為此，必須將汽車的驅動輪懸空支起，掛上變速箱中的任意一档或者用中央制動器制動萬向軸，然後轉動車輪中的一個，而觀察另一車輪的旋轉。

如果在主傳動器中裝有普通的對稱式齒輪差速器，那末在輕微而且不變的力的作用下，兩輪將平順地向相反的方向轉動相同的角度。

當裝有增摩式凸輪差速器時，轉動車輪時必須施加較大而周期變化的力。此外，增摩式差速器可能是做成不對稱式的，所以其中一個車輪將比另一個車輪轉動較大的角度。在這種情形下，兩輪轉角的比值確定了差速器的傳動比，在確定主傳動器傳動比時，應該把這個差速器傳動比計算在內。

如果差速器是自鎖式的，那末每個驅動輪都能在不大的力量作用下輕便地向一個方向轉動，但卻完全不能向另一方向轉動。

要確定主傳動器和變速箱的傳動比，可以用起動手柄轉動發動機曲軸、傳動系以及一個懸空支起的驅動輪，而同時測定曲軸、萬向軸以及車輪的轉數。

這時，主傳動器（當裝有對稱式差速器時）的傳動比可以按照下式求得：

$$i_0 = \frac{2n_{\text{Kap}}}{n_K}$$

式中 n_{Kap} ——万向軸轉數； n_K ——車輪轉數。

当差速器是不对称式时，上式中应该加入差速器的傳动比。

变速箱的傳动比是在陸續挂上各档时用同样的方法来 确定，并按下式計算：

$$i_K = \frac{n}{n_{\text{Kap}}} = \frac{2n}{n_K i_0}$$

式中 n ——發动机曲軸轉速；

i_0 ——主傳动器傳动比。

用相似的方法，可以求得分速箱和輔助傳动的傳动比。

为了消除傳动系中的間隙对所得結果的影响起見，必須在每次測量前后将車輪向着与其旋轉相反的方向轉过全部自由行程。

为了易于用起动手搖柄来搖动發动机軸起見，最好先将火花塞旋下。

汽車轉向輪裝置的特征是前束角和外傾角。当車輪的前束角和外傾角不正确时，輪胎的磨損将要增大，而汽車的动力和經濟性能亦要改变。

判定前輪前束角的数值，通常就是在通过兩輪軸心的水平面上所量得的兩輪輪胎前面中点距离和后面中点距离之差。

确定車輪前束角时是用特殊的卡規移动尺；尺上附有拉紧彈簧、讀数刻度以及某种构造；利用这种构造在車輪前后測量兩輪距离时，可以保证測量点离支承面的高度相同。

确定車輪的前束角和外

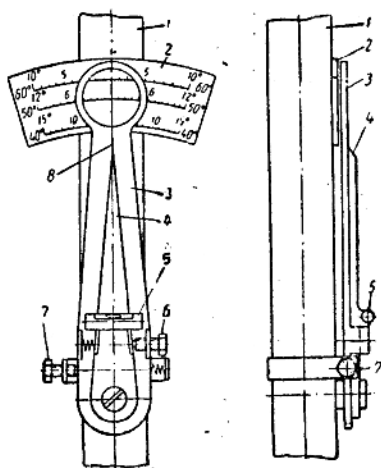


圖 4 确定汽車前輪外傾角和節銷傾斜角的仪器。

傾角，以及節銷傾斜角的某些萬能可携式儀器和固定式裝置，也得到廣泛的應用。

圖 4 所示為用來確定車輪外傾角和節銷傾斜角的某種可携式儀器的簡圖。

儀器的導杆 1 裝置在車輪上，而與車輪平面平行。裝置時是利用兩個用彈簧夾緊在輪轂邊緣上的嵌樑；嵌樑可以沿導杆移動，这样就使儀器能適用於車輪大小不同的各種汽車上。

在導杆上裝有尺度 2 和兩根針——大針 3 和小針 4；每根針都可以被螺釘 7 和 6 固定在一定的位置；小針并備有水平儀 5。

為了確定車輪的前束角和外傾角以及節銷傾斜角起見，將汽車停放在水平位置上，而將它的前輪放在轉動台上；轉動台的台面能夠和車輪一同轉動。轉動台備有指示車輪轉動角度數的裝置。為了防止車輪在轉動時的滾動，車輪應該加以制動。

車輪外傾角是當車輪在中間位置時確定的，這時儀器的固定方式應該使尺度 2 和車輪平面相垂直。當測量時，將小針 4 對准大針 3 上的特殊刻綫 8，然後用調節螺釘 7 轉動大針和小針，使得水平儀成為水平的位置，這時大針就在尺度上指出車輪的外傾角。

為確定節銷傾斜角而裝置儀器時，應該使儀器的尺度在車輪處於中間位置時垂直於所需量度的角度的平面，而同時兩針都在零綫上。然後將車輪向內轉動 20° 、 25° 或 30° 角。車輪轉角可按轉動台所備的尺度測量。用螺釘 6 將水平儀調整到水平位置，此後向另一方向將車輪轉動相同的角度，並重新將水平儀調整到水平位置，這時利用螺釘 7 再按大針的偏轉來確定節銷傾斜角。

車輪的每一轉動角度（ 20° 、 25° 或 30° ）都有相應的尺度，這些尺度以車輪向兩側轉動角度的總和（ 40° 、 50° 或 60° ）來標識。

必須指出，當確定車輪外傾角和車輪節銷傾斜角時，汽車應該安放在水平平面上，而且應該在滿負載和無負載兩種情況下在兩個車輪上進行測量。

用球鉸鏈固定於輪轂上而包含兩個互相垂直裝置水平儀的儀