

234932



汽車車身与車架的研究

Ю. А. 陀耳馬托夫斯基, К. В. 捷凡恩格等著

姜文俊 陈兆雄譯

黃天澤校



人民交通出版社

31
375

汽車車身与車架的研究

Ю. А. 陀耳馬托夫斯基, К. В. 捷凡恩格等著

姜文俊 陈兆雄 譯

戴天澤 校

人民交通出版社

汽車車身與車架

本書系譯自蘇聯機器工業出版社出版的“汽車車身與車架的研究”一書，計有二篇文章；並將“汽車和拖拉機工業”雜誌1955年第10期中所刊“載重汽車車架的扭轉計算”一文一併譯出作為附錄同時發表。

本書對於輕便汽車的流綫型、車架模型的試驗及車架的扭轉計算進行了研究分析，可供我國汽車製造、設計及修理部門的學習與參考。

汽車車身與車架的研究

ВЫПУСК 54

ИССЛЕДОВАНИЕ КУЗОВОВ И РАМ АВТОМОБИЛЕЙ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1950

本書根據蘇聯機器製造工業出版社1950年莫斯科俄文版本譯出

姜文俊，陳兆雄譯 黃天澤校

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

1950年1月北京第一版 1950年1月北京第一次印刷

開本：787×1092毫米 印張：2.5張

全書：77000字 印數：1—4700冊

統一書號：15044-4212

定價(10)：0.40元

目錄

1. 現代輕便汽車流綫型的研究…… Ю. А. 陀耳馬托夫斯基 (2)
К. В. 捷凡恩格

2. 汽車車架模型在靜負荷下的試驗研究… С. И. 科特略尔 (33)

附录: 載重汽車車架的扭轉計算…… Д. В. 蓋利佛加特 (69)
В. А. 奧施諾柯夫

現代輕便汽車流綫型的研究

工程師 Ю. А. 陀耳馬托夫斯基

工程師 К. В. 捷凡恩格

本文敘述了空气动力学的研究方法，試驗的模型和汽車，并从改進現代汽車外形（减小正面阻力及提高空气动力稳定性）的观点出發，分析了風洞試驗的結果。

引 言

車身的流綫型外形可以减小汽車行駛时的空气阻力，提高汽車的動力性及經濟性，改善乘客室的通风及发动机的冷却，减少汽車行駛时的噪音，便于車身的清洗。車身的流綫型外形还能适应現代車身的艺术及工艺（冷冲压）的要求。

但是汽車流綫型的某些問題目前仍未得到解决。尚未确立最簡單而且最合理的研究流綫型的方法；对于現有汽車和在設計中的汽車位缺乏足够精确的有关空气阻力系数的数据，而这些数据是为汽車牽引計算所必需的；至于与車廂通风、发动机冷却以及側向风对汽車稳定性的影响有关的流綫型的若干問題也缺少足够的研究。在汽車的外觀裝飾上还没有經常注意那些妨碍車身表面平滑的細小零件（排水槽等等）的作用。

本文就在于研究上述这些問題。所有的研究和試驗是由汽車科学研究所的車身實驗室在莫斯科茹可夫斯基航空学院空气动力實驗室的参与下进行的。

研究的方法

模型的比例、气流速度及臨界数（雷诺数） 为了从空气动力学的

观点来选择最好的未来汽车的外形，而不在空气动力学的研究工作上付出大量的费用，这些研究工作的第一阶段不采用实体汽车，而是用一些小的模型。但是为了使研究结果符合于空气阻力的实际数值，必须用道路试验来校正风洞试验的结果，也就是说，将汽车进行道路试验，再将它模型进行风洞试验，然后比较两者所得结果，以用来修正另外一些模型的试验结果。

为了保证模型（按比例）在风洞里试验的气流与汽车行驶时的气流相似，汽车与其模型应具有相同的临界数：

$$R_c = \frac{v l}{\nu} = \frac{v l \rho}{\mu} \quad (1)$$

式中： v ——气流速度，公尺/秒；

l ——模型或汽车的长度，公尺；

ν ——运动黏度系数；

ρ ——0.125①——空气密度；

μ ——速压头范围系数（即空气的绝对黏度系数——译者注）。

因此必须与模型尺寸（比例）成反比地增加气流的速度，这一点在实际上做起来是有困难的。某些研究者证明，只有10~15%的空气阻力来自汽车车身表面与空气的摩擦，因之流线条系数 K 与临界数的关系较小。

为了查明临界数对于汽车空气动力特性的影响以及评价借所求得的系数从模型换算到真实汽车的正确性，一部份的试验（风洞试验）是在气流速度变化的情况下进行的。在风洞中气流达到了这样的速度范围，即虽然临界数改变而空气动力系数实际上保持不变。

有根据来假定：在道路条件下空气动力系数几乎会保持在试验时所求得之值。在进行上述检验以后，于气流速度为28~32公尺/秒的情况下，曾在风洞内进行过试验。

比较由不同方法（检验性的道路试验及风洞试验）所求得的胜利牌格斯-M20汽车的正面阻力系数（表1）后表明，风洞试验所得到的数据接近于实际情况，但是通常系数数值较小。另一些苏联汽车的试验也

① 试验基本上是在夏天进行的。

得到相似的結果。

胜利牌格斯-M20汽車的流綫型系数 K 表 1

研究對象	求得系数的方法	流綫型系数 K	
		絕對值	%
比例為1:10的 綫型	用磅秤在風洞中測量	0.0197	84
	同以上測量方法并乘 以修正系数+1.2	0.0236	100
汽 車	用在斜坡上自由行駛的 方法試驗	0.023~0.025	98~106
	用自由滾動的方法研究	0.024	102

在采用風洞試驗方法時考慮模型與真實汽車的相似程度以及其與真實汽車的比例（1:10）（見后），為了獲得实际的系数，必須在風洞試驗所求得的系数上乘以1.2。

模型在風洞內的安裝 試驗是在具有二個八邊形橫截面工作部份的開式風洞內進行的。

模型可以按照下列方法之一來安裝：

- a) 模型自由地懸掛在風洞內；
- b) 模型安裝在一塊固定的平面上（平面上沒有孔或者是具有許多吸氣孔）；
- c) 二個模型對稱地懸掛；
- d) 在模型下面安裝一條與氣流同樣速度運動的連續帶。

自由地懸掛在風洞內而不計及道路影響的模型，與实际情况相比較，將得到較小的空氣阻力系数。安裝在代替道路的固定平面上的模型，與实际情况相比較，會得到稍大的空氣阻力系数。在平面上具有吸

氣孔（達2000個）時，通過這些孔可以保證將附面层內的空氣吸出 $\frac{1}{3}$

左右，因而使系数接近于实际值。二個模型對稱地安裝的方法應用最廣，但是必須制造二個相同的模型，最後一種方法（裝有運動着的連續

帶)能得到與實際情況最符合的空氣阻力系數的數值,但是這需要複雜的裝備。此外,要保持連續帶以高速而平穩均勻地運動是有困難的。

為了獲得與真實汽車的行駛情況最相似的风洞試驗條件,模型應該裝置在運動的連續帶上。但是在比較若干模型時,允許將模型安裝在固定的平面上。這個方法曾經被採用過,而且遮板的影响和模型的簡化(與真實汽車相比較)也已在上述修正系數中予以考慮。

空氣的動力是借剛性的雙重复合磅秤(圖1及2)來測定的。模型系利用支架固定在磅秤的懸臂上,支架可以用普通方法(利用迎風角度機構)來改變氣流的噴射角度。在整理試驗材料時,計入了磅秤和支架被氣流噴射部份所受的正面阻力及側向力的影响。

在確定空氣動力及力矩的同時,還進行了速壓頭的測量工作(根據瞬時讀數的方法)。為了測量這一讀數而採用的流量計安裝在磅秤懸臂軸線的前面1.1公尺處,以免模型影响速壓頭的讀數。為計算空氣動力系數所需的風洞工作截面內的速壓頭之值,是由流量計的讀數乘以速壓

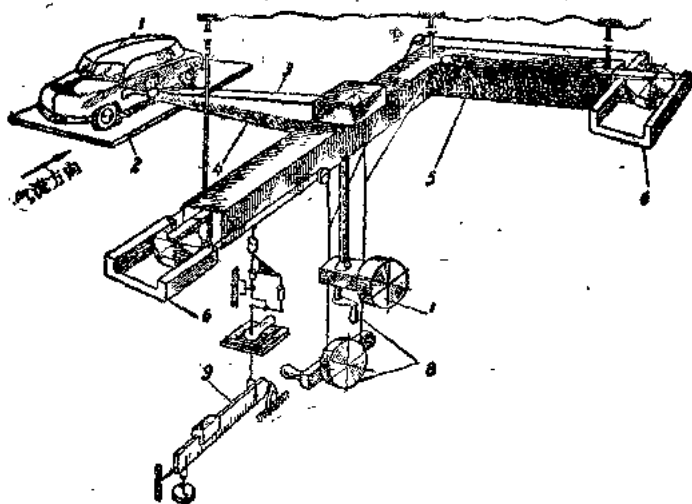


圖1 模型在剛性的雙重复合磅秤上的安裝簡圖:

- 1-模型; 2-遮板; 3-模型的迴轉拉杆; 4-懸臂; 5-架子; 6-導軌;
7-模型的迴轉機構; 8-導軌轉彎的拉杆和機構(示意图); 9-磅秤

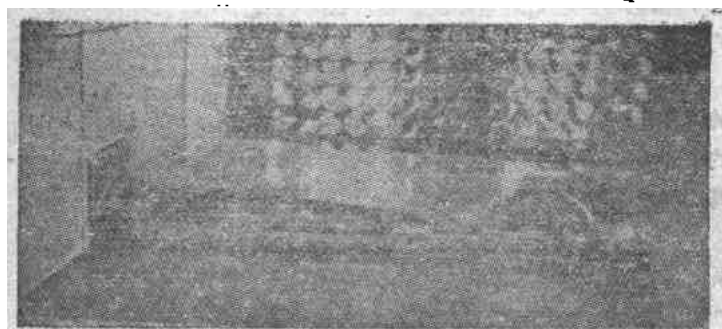


图2 在磅秤支架及遮板上的汽車模型

头范围系数 $\mu = \frac{q_{cp}}{q_k} = 1.059$ 来决定的，式中 $q_{cp} = 0.0625 v^2$ 公斤-公尺

——速压头， q_k ——根据流量计讀数的速压头。

为了查明在确定正面阻力系数和侧向力系数时，由于模型与带有支架的磅秤上的气流喷射部份相互影响而引起的誤差，曾将两个模型成 $\beta = 0^\circ$ 及 $\beta = 45^\circ$ 的两种迎风角度（ β ——模型軸綫与气流方向間的夹角）装在带細綫挂鈎的简化磅秤上进行过檢驗性試驗。

除了在遮板上試驗外，为了比較結果，还在同一支架式磅秤上将二个成对的模型用对称法（图3）安装，进行了檢驗性試驗。

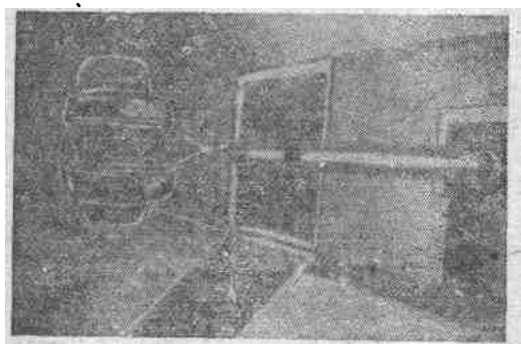


图3 在風洞中模型以对称法安装的照片

关于实验結果的精确度可以根据在二种不同型式的磅秤上得到的系

数值来判断，同时也可就装有遮板的模型的試驗結果和用对称法安裝的模型的檢查性試驗結果的比較来判断。在得到的結果中也許会发现差別極小，这可能是由于二个同时試驗的模型遮蔽了相当大一部份的气流有效截面而引起的。

用风洞試驗的方法确定空气阻力 利用磅秤在风洞中試驗的情况下测定正面阻力和側向阻力。沿风洞縱軸綫的正面阻力系数 c_x 及与风洞軸綫垂直的側向阻力系数 c_z 由下列方程式来确定：

$$c_x = \frac{Q}{qF} - \frac{dp}{dx} \cdot \frac{A}{qV} \quad (2)$$

$$c_z = \frac{Z}{qF} \quad (3)$$

式中： Q ——正面阻力，公斤；

Z ——側向力，公斤；

F ——模型的正面面积，公尺²；

A ——模型的体积，公尺³；

q —— $0.0325v^2$ 公斤-公尺——速压头；

$\frac{dp}{dx} = 0.084$ ——靜压力的軸向傾斜度。

气流速度保持为常数（28 公尺/秒），而噴射角則在 $\pm 75^\circ$ 的範圍內变化，每次改变为 $5 \sim 10^\circ$ 。

因此，式（2）可写成：

$$c_x = \frac{Q - 0.084A}{0.0325v^2F} \quad (4)$$

而式（3）为：

$$c_z = \frac{Z}{0.0325v^2F} \quad (5)$$

根据方程式

$$c_{x1} = \frac{c_x \cdot \cos(\alpha + \beta)}{\sin \alpha} \quad (6)$$

及

$$c_{x1} = \frac{c_x \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha} \quad (7)$$

将 c_x 及 c_z 值换算到模型縱軸綫及垂直軸綫的系数值 C_{x1} 及 C_{z1} (图 4)。

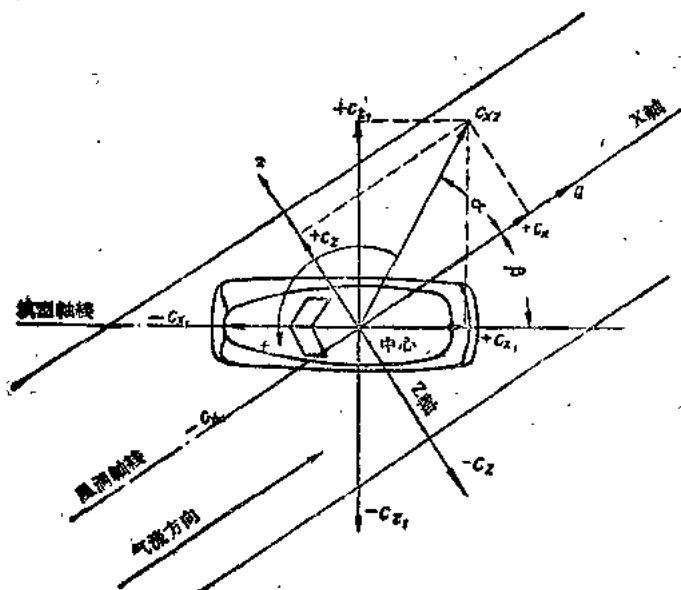


图 4 角度及系数的标明图

将比例为 1:10 的模型的正面阻力系数值换算到相应的真实汽车时应采用方程式:

$$K = 1.2 \cdot \rho C_{x1} = 0.075 C_{x1} \quad (8)$$

于道路条件下确定空气阻力 在所有已知的于道路条件下研究汽车空气动力学的方法中 (在斜面上自由行驶、自由滚动或“滑行”牵引等等), 最简单可行的是滑行的研究法。

当汽车沿平坦笔直的道路而且无风的情况下行驶时, 于高速下将发动机熄火; 让汽车自由地滑行直到完全停止。在滑行过程中, 根据校正过的车速表以及通过按道路上标志所定出的相等间隔, 借助于停表来测定汽车的速度 (或是利用“第五车轮”)。

行駛阻力

$$P_f = b \frac{G}{g} \quad (9)$$

此处

$$b = \frac{b'}{3.6} \quad (10)$$

式中: b ——加速度, 公尺/秒²;
 G ——汽車的总重, 公斤;
 g ——重力加速度, 公斤/秒²;

$$b' = \frac{dv}{dt} \text{——滑行车綫切綫角的正切。}$$

从所得到的不同路段內的行駛阻力的数值中, 减去在速度从10到0公里/小时(此时的空气阻力极小)的最后滑行路段的行驶(滚动)阻力。

試驗表明, 在速度从120~100降到70~80公里/小时的开始滑行部份的計算中, 能得到最精确的结果, 并且大多数汽車在这一路段內的滚动阻力之值較最后一段滑行路段內所求得之值大25%。

K 值可按下式計算:

$$K = \frac{P_w}{P_0^3} \quad (11)$$

式中: P_w ——空气阻力。

試驗是在明斯克公路上进行的, 行駛路程为42公里, 順风和逆风各一次。

流綫图的攝制 流綫图的攝制是将模型在风洞中和真实汽車在道路条件下用所謂“綫綫”法来进行的。研究的内容如下: 在模型(汽車)的規定点上粘以綫帶(小带), 然后将模型上气流吹散的情形攝成照片, 或者是将在行駛中的汽車上的綫帶飄动的情況描繪出来。

第一种情形是經過风洞工作部份側壁上的窗口用照相机拍下来的。拍攝照片时, 应该有相当长的曝光時間, 使得由于渦流而引起摆动的綫

帶，在底片上留下模糊的跡印，而順氣流方向平穩不動的絲帶，則應在底片上留下明顯的跡印。照片在遮板垂直放置或水平放置的情況下攝制，這樣就可以得到更為完整的模型流綫型的形狀。模型或裝在中央儀器上與噴射氣流形成一不變的角度（垂直的遮板）或裝在一個特殊的迴轉木塊上（水平的遮板）。後面的一種裝置方法，可以獲得氣流方向與模型軸綫間各種不同夾角的流綫圖，以便積累資料以供研究側向風對流綫型的影响之用。

第二種情況（道路試驗）是在汽車車身上粘上輕質絲帶，這些絲帶在汽車行駛時即形成流綫圖（圖5）。但是卻不能用照相方法來攝制流綫圖，因為在被試驗的汽車上安裝照相機是有困難的，並且在照片上不能得到汽車的全貌。所以採用了下述方法：由一個坐在與被試驗汽車并行的汽車中的觀察者，將流綫圖對在事先準備好的汽車表面絲帶位置分布圖上。行駛速度為80公里/小時。按照公路的行駛條件不能再提高速度。

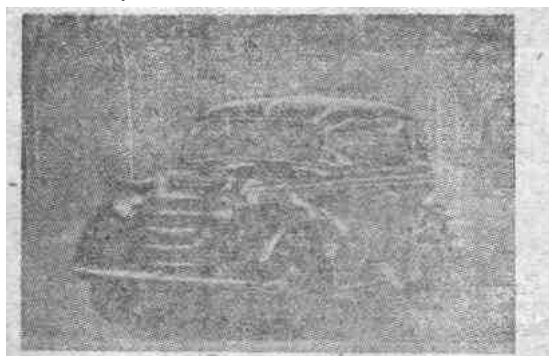


圖5 具有絲帶的“莫斯科人”汽車在公路上行駛的情形

壓力圖的確定 將敷設在模型內腔的外徑為1.5公厘的黃銅管接到各壓力測量點，黃銅管與模型表面垂直并與之齊平。這些管子聚成一束通過模型底部的孔以及與模型剛性相連的圓管整流罩向外導出（圖6）。

安裝時，在風洞的工作部份內借管式整流罩將模型固定於遮板上，整流罩系牢固地插在遮板上專門的孔內。在遮板的另一面，與多管壓力表相連的橡皮管就連接在通氣管的末端上。



图 8 为测繪压力图的裝有小管的模型

模型位置相对于气流的改变是利用管式整流罩繞自身軸綫旋轉的方法來完成的。夾緊机构可以将模型剛性地固定在所需的任意噴射角位置上。

在試驗的結果中求得有在噴射角为 -15° , -7° , 0° , 7° 与 15° 时各被研究点的压力系数之值。測量之所以需要在絕對值相同而符号相反的噴射角情况下进行, 是因为所有模型都是对称的, 而只在模型的一边裝有小管。

压力系数 $\bar{p}$ 可按下式計算:

$$\bar{p} = -\frac{p_m - p_{cm}}{q} \quad (12)$$

式中: p_m ——模型上已知点的压力;

p_{cm} ——在穩定气流中的靜压力。

用多管压力表測出 $p_m - p_{cm}$ 之差。

在压力图中作如下規定: а) 压力系数 $\bar{p}$ 的数值在所研究之点上沿垂直綫按比例繪出; б) 在側視圖与頂視圖上的 $\bar{p}$ 值, 应与圖平面相重合; в) $\bar{p}$ 的正值繪在模型圖的“内部”, $\bar{p}$ 負值則繪在模型圖的外面; г) 在所繪压力綫的端点用外廓綫連接起来, 該外廓綫区别开压力和真空的范围, 使压力图更易于一目了然; д) 由于技术上的緣故而不能研究足够数量压力点的部份, 則用虛綫來給出外廓綫。

空气动力穩定性的研究 空气动力穩定性的研究是用风洞試驗來进

行的：在不变的速度下，以不同的喷射角来确定模型对于垂直轴线的空气动力矩（扭转力矩）；在一定的喷射角度下，以不同的气流速度来确定其对于横向水平轴线的空气动力矩（纵向稳定力矩）。

空气动力矩可利用中心仪来确定，被试验的模型就固定在仪器的轴上（图7）。

扭转力矩 M_y 是在不变的气流速度及变动

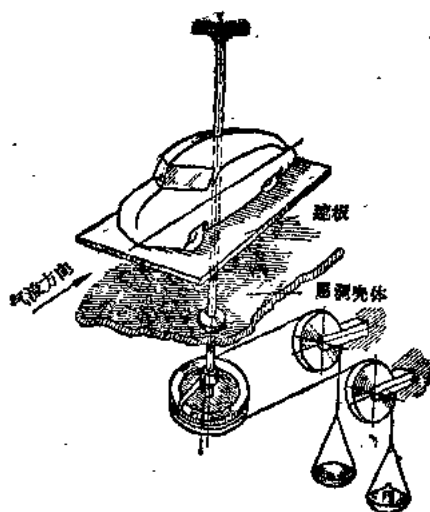


图7 在中心仪下确定扭转力矩的示意图

的喷射角度下确定的，喷射角系在 $0 \sim 75^\circ$ 之间变动。在中心仪的盘中加载荷就可以使模型平衡。在一定的喷射角度下的空气动力矩的大小，以盘中载荷与分度圈半径的乘积来确定。纵向稳定力矩 M_x 可用相似的方法来测定（图8）；在各种气流速度下将迎风角固定在零点，利用在盘中相应地加载荷的方法来使模型保持平衡，气流速度在 11 到 32 公尺/秒之间变化。

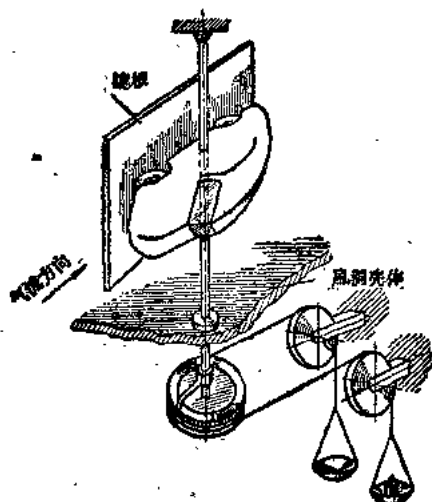


图8 在中心仪上确定纵向稳定力矩的示意图

扭轉力矩系數 m_y 及縱向穩定力矩系數 m_z 可根據下式來確定:

$$m_y = \frac{M_y}{qFl} \quad (13)$$

及

$$m_z = \frac{M_z}{qFl} \quad (14)$$

在風洞中試驗模型所求得的 m_y 值, 如用于真實汽車時, 也可按式 (8) 來換算。

蘇聯輕便汽車的流綫型

對吉斯-110、格斯-M20 汽車及“星牌-3”賽車的模型進行過研究, 同時對格斯-M20 及“莫斯科人”汽車也進行過研究。

對吉斯-110 及格斯-M20 的模型進行了補充的檢驗性的風洞試驗。空氣阻力的研究結果示于表 2。

蘇聯汽車的空氣阻力系數 表 2

汽車牌號	F 公尺 ²	基本的風洞試驗		檢驗性的風洞試驗		道路試驗
		C_x	K	C_x	K	K
“莫斯科人”...	1.62	—	—	—	—	0.036
格斯-M20...	2.16	0.31	0.0232	0.29	0.0217	0.023~0.025
吉斯-110...	2.6	0.35	0.0262	0.31	0.0232	—
星牌-3.....	1.1	0.16 ~0.18	0.012 ~0.0135	—	—	0.014①

① 按最大速度計算。

有時計算上述汽車的指標 K 會比所述研究工作中求得的 K 大 30% 左右。這種增大的指標已由繪制檢驗性行駛圖表得到証實, 此時傳動系的效率取為 0.9~0.93, 而滾動阻力則按一般的方程式來計算, 並且輪胎的滾動阻力系數 f 可看作是常數。這樣, 在最大的測量速度時, 空氣

阻力所消耗的功率保持为一定，并且也可以利用一般的方程式来计算 K 。但是最新的研究表明：滚动阻力系数并不是常数，而是随轮胎压力的降低及车速的升高而增大。

利用上述这些研究的数据，可以为苏联汽车作出新的，更准确的行驶图表，并可深信所得到的 K 值接近于计算以及实际的数值。

图9给出吉斯-110及格斯-M20型汽车的空气压力图，表3列出汽车表面上最有代表性的各点的压力值。

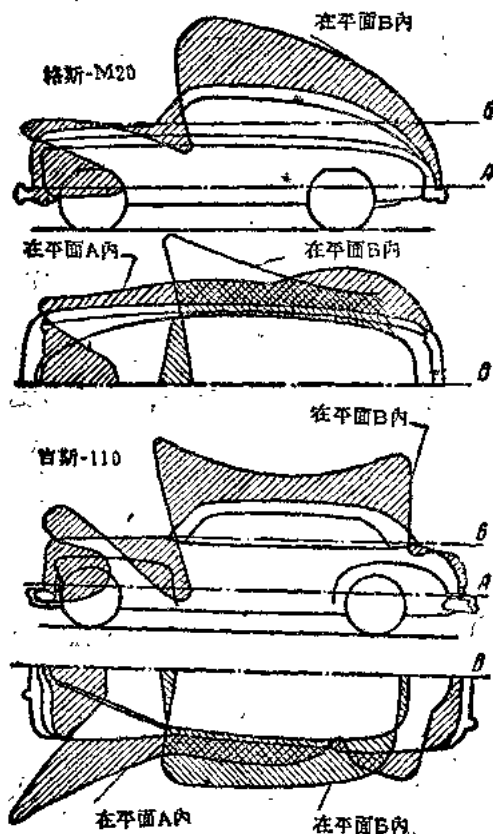


图9 格斯-M20及吉斯-110型汽车的压力图（模型轮廓线外面的十字和虚线部份表示真空地带，轮廓线范围以内的为压力地带）