

123269

公路养護与管理

A. K. 畢露利 著



012

高等教育出版社

536

5/6012

K2

公路养護与管理

A. K. 畢露利亞著

同济大学道路教研組編譯

高等教育出版社

費由
燃料

公路

的;

本書系根據蘇聯前內務人民委員部公路总局道路技術書籍出版社 (Дорожный издательство НКВД СССР) 出版的技術科學博士畢羅利亞教授 (А. К. Бирюля) 著的“公路養護與管理” (Эксплуатация автомобильных дорог) 一書 1945 年版編譯而成。原書經蘇聯前人民委員會高等學校事務委員會審定為汽車—公路學院教科書。同濟大學蘇聯專家諾西奇 (И. А. Носич) 曾與原著者取得聯繫, 在 1955 年將原書作了一些刪改。

本書敘述汽車對公路的影響, 行車和大氣因素對公路的影響, 公路養護制度, 路面養護, 公路的冬季維持, 公路管理等方面的問題。

參加本書翻譯工作的為同濟大學道路教研組羅孝登、趙驊、龔雨雷、朱照宏、徐崑生、張我華、吳中等同志, 由徐崑生同志校閱。

公 路 養 護 與 管 理

A. K. 畢羅利亞著

同濟大學道路教研組編譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

京華印書局印刷 新華書店總經售

統一書號 15010·121 開本 787×1092 1/16 印張 14 6/8 字數 332,000

一九五七年五月北京第一版

一九五七年五月北京第一次印刷

印數 0001—1,400 定價(10) 1.50

目 录

第一章 公路对汽车的影响	5
第一节 公路和汽车相互影响的理论——公路养护的科学根据	5
第二节 公路车辆的行驶部分	5
第三节 在整个公路表面上行驶时, 汽车和公路之间相互影响的力	14
第四节 车轮下铺砌层的变形	20
第五节 汽车在不平整表面上的行驶	29
第六节 汽车在不平整公路上行驶时的震动	35
第二章 行车和大气因素对公路的影响	45
第七节 公路铺砌层和基础的机械性质	45
第八节 行车影响下的铺砌层表面变形	49
第九节 铺砌层和基础的震动	53
第十节 公路的水文和温度情况	54
第十一节 公路铺砌层的磨损	59
第三章 公路养护总则	64
第十二节 养护任务和对公路情况的要求	64
第十三节 铺砌层的使用情况和工作能量	67
第十四节 公路养护的目的和公路维持和修理制度	70
第十五节 公路交付使用的验收工作	76
第四章 路基和人工结构物的维持和修理	78
第十六节 维持天然土路在通车状态的措施	78
第十七节 公路用地及其结构物的保护和维持	78
第十八节 路肩的维持和修理	82
第十九节 翻浆现象及其防止	84
第二十节 保证小型人工结构物排水和正常作用的措施	92
第五章 公路铺砌层的维持和修理	94
第二十一节 维持和修理土路和改善土路的各项措施的制度	94
第二十二节 土路和改善土路的季节性养护工作	96
第二十三节 砾石路的维持和修理	98
第二十四节 低级公路上刮平工作和整修工作的施工	101
第二十五节 黑色碎石路的维持	104
第二十六节 黑色碎石路的坑槽修理	106
第二十七节 黑色碎石路表面处治的修复	112
第二十八节 沥青混凝土铺砌层的维持和修理	114
第二十九节 水泥混凝土铺砌层的维持和修理	117
第三十节 公路上泥土的防止	119
第六章 冬季公路的维持	125
第三十一节 冬季公路概述	125
第三十二节 雪的堆积、其形成和特点	126
第三十三节 积雪理论	128
第三十四节 对冬季公路的要求和防护	133

第三十五节	临时性擋雪设备	135
第三十六节	固定性擋雪设备	137
第三十七节	活动性空格擋雪槽	141
第三十八节	动力防雪法	148
第三十九节	用除雪机的除雪工作	148
第四十节	山区公路的防雪	154
第四十一节	防雪組織	155
第四十二节	冬季公路的防滑	157
第四十三节	积砂的防止	159
第七章	公路上的交通及公路设备	163
第四十四节	交通的安全及其保証	163
第四十五节	公路上的行車規則	164
第四十六节	公路的标号志	166
第四十七节	夜間公路标志	171
第四十八节	交通的調节	172
第四十九节	汽車站	177
第五十节	公路的照明	180
第五十一节	公路上的防护设备	187
第五十二节	公路的路綫标志	191
第五十三节	公路的文化裝飾	194
第五十四节	公路上的植樹及其养护	196
第八章	养护工作的組織	202
第五十五节	公路管理	202
第五十六节	养路段	208
第五十七节	沿綫养护單位的組織	206
第五十八节	維持与修理的机械化施工組織	212
第五十九节	养路段的筑路材料供应組織	219
第六十节	养路單位的民用房屋	220
第六十一节	养路段範圍内的联系	223
第六十二节	地方性道路網中道路維持和修理的組織	225
第九章	公路的技术統計	228
第六十三节	实行公路登記制和編制公路財產清册	228
第六十四节	交通統計	229
第六十五节	工作計劃和撥款	233
第六十六节	公路养护費用	235

第一章 公路对汽車的影响

第一节 公路和汽車相互影响的理論——公路养护的科学根据

公路修理和維持的总任务就是用最少的費用来保証車輛以規定速率行駛时的方便和安全。

車輛在公路上行駛时，車輛和公路之間就發生相互影响。車輛的車輪直接影响到公路（公路鋪砌層），在鋪砌層的表面上产生垂直力和水平力，使其發生磨損。車輛愈重、速率愈高以及車輪和車輛机件所具有的剛性愈强，这种影响就愈严重。

公路鋪砌層也影响到車輛，引起行車阻力、顛簸、車輛机件的震动以及車輪的滑移。由于車輛和公路的相互影响，二者的各部分均逐漸磨損和破坏。为了減緩这个破坏过程，应力求使車輛的行駛部分以及其他机件与公路表面上的行駛条件相适应，而筑路工程师則应尽力建筑最能滿足車輛类型、重量和速率的鋪砌層。

由于汽車运输的發展，出現了许多新型的汽車，这就需要建筑新的路面構造，例如有显著强度、平整度和無塵性的黑色鋪砌層和水泥混凝土鋪砌層。为了使汽車能适合在公路上以高速率行駛，便需要創造悬挂比較完善和通过性能較高的新型汽車構造。

如果公路的構造或情况不符合車輛行駛的要求，便会給国民經济帶來很大的損失，原因是：（1）由于車輛机件的磨損和破坏加剧，車輛的行駛速率減低了，車輛的有效載重量減少了，車輛的正常折旧期限也縮短了；（2）輪胎橡皮和燃料的消耗量增加；（3）公路鋪砌層本身的磨損和破坏增加。

因此，修理和維持的总任务就是保証公路的使用質量（以便盡量減少行車时的損失）和达到最高的运输生产率。

除了保証公路行車通暢和安全的总任务外，养护工作也担負逐漸改善公路的任务，它所采用的方法是：在进行修理工作的同时，也进行提高公路技术等級的工作。

如果貫徹了这种修理工作的方針，我們就可以用規模較小而系統地执行的一些措施，根据日益發展的汽車运输技术所提出的新的要求，使公路逐步現代化。

为了使被养护的公路最适合車輛的行駛条件，并且使公路养护建立在科学的基础上，必須研究車輛和公路的相互影响。汽車在公路上的行駛在汽車理論的課程內研究。至于公路鋪砌層的机械性質、作用在鋪砌層上的力以及这时發生的变形則在公路鋪砌層力学內研究。

第二节 公路車輛的行駛部分

車輛的行駛部分直接关系到公路和車輛間的相互影响。根据行駛部分的構造，車輛可

分为: (1) 兽力(馬)車, 大部分有剛性的輪圈; (2) 輕便汽車和載貨汽車, 有橡皮輪胎; (3) 履帶式拖拉机和拖車, 这种車輛通常禁止在公路鋪砌層上行駛, 而另辟專用路綫供它們行駛; (4) 雪路和冰路上行駛的滑橇式車輛。

馬車一般是配备具有鉄圈の木車輪。充²(橡皮輪胎式鉄車輪的馬車 (即 автокачки) 至今还不普遍。馬車の木車輪由輪圈、輪輻和輪穀組成。輪圈包括弯曲的、或鋸制的木輪輞, 由 10—12 公厘厚的鉄圈束緊。前輪的直徑小于后輪。馬車的一些主要尺寸列于表 1。

表 1. 農業運輸中雙輪軸馬車的最主要數據

特 征	标准双馬馬車 ПХ-1	标准單馬馬車 ОХ-1	标准單馬馬車 ОХ-2	双馬馬車
輪距, 公厘	1250	1000	1000	1250
車輪直徑, 公厘:				
(1) 前輪	900	720	720	625 675
(2) 后輪	1080	900	900	850 900
車輪鉄圈寬度, 公厘	45, 50, 55	45, 50, 55	45, 50, 55	45, 50, 55
車重, 公斤:				
(1) 帶車身	375	275	270	350—450
(2) 不帶車身	270	195	210	—
載重量, 公斤	1500	750	750	1500
輪距, 公厘	1830	1535	1740	2250
馬車可以全部轉彎的				
公路寬度, 公尺	8.3	7.0	5.0	5.5 10.5
車輪壓力, 公斤	470	255	250	400 485
每延公分輪圈上的單位荷載, 公斤	105—85	55—45	55—45	108 85

輪圈寬度為 45—60 公厘。狹的輪圈嚴重地使公路表面變形。隨着每延公分輪圈上單位荷載的增加(表 1), 馬車車輪的影響程度也增加。

由于輪圈的某些壓縮以及鋪砌層的彎曲和壓縮, 馬車的剛性車輪與平整、堅硬鋪砌層的接觸面近似橢圓的形狀。車輪與鋪砌層的接觸面稱為車輪輪迹(圖 1)。

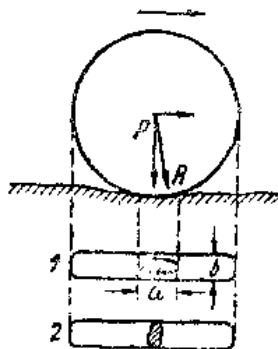


圖 1. 剛性車輪的輪迹。

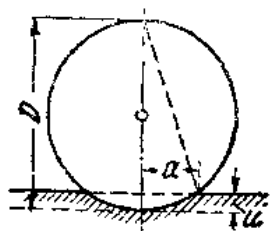


圖 2.

鋪砌層的剛性愈強, 則輪迹的尺寸愈小, 輪迹面積上每公分²的單位壓力也就愈大。假定鋪砌層的反力是與車輪壓入鋪砌層的深度成比例的。因此, 輪迹上的壓力分布是不均勻

的。輪迹中心的压力比平均压力大一倍。

但是研究工作指出：鉄圈的整个宽度并不是完全支承在坚硬鋪砌層的表面上。試驗工作指出鉄圈和鋪砌層的实际接触宽度平均可占鉄圈宽度的 25%。根据这个情况，实际的压力超出理論計算出来的压力七倍。鉄圈愈狭、鉄圈磨損得愈多、車輪的半徑愈小，則每延公分宽輪圈上的單位压力就愈高。平的而邊緣尖的新鉄圈是以內邊緣支承在鋪砌層的凸形橫斷面上，車輪压力也就集中在鉄圈邊緣上面，因而它的磨損和破坏最大。鉄圈磨損后，其邊緣变圓，在橫斷面上呈弯曲形。

按照以上所述，为了防止鋪砌層受到馬車的严重磨損，在各国都对刚性車輪上的單位荷載加以限制

对于彈性鋪砌層，由圖 2 得：

$$u : a = a : (D - u);$$

$$a \approx \sqrt{\frac{Du}{2}}$$

在長方形輪迹面积上，平均压力是：

表 2.

特 征	M-1 型 輕便汽車	3HC-101 型 輕便汽車	3HC-8 型 大型客車	3HC-16 型 大型客車	PA3-AA 型 載貨汽車	3HC-5 型 載貨汽車	3H-3 型 載貨汽車
輪廓尺寸:							
(1) 長度, 公厘	4575	5647	7370	8490	5335	6060	6500
(2) 寬度, 公厘	1750	1892	2300	2430	2030	2235	2500
(3) 高度, 公厘	1750	1856	2750	2820	1870	2160	2550
車輪軸距, 公厘	2845	3005	4120	4970	3340	3810	4200
輪距:							
(1) 前輪, 公厘	1485	1510	1546	1546	1405	1546	1760
(2) 后輪, 公厘	1440	1550	1675	1710	1420	1675	1860
离地高度, 公厘	210	190	250	270	200	250	300
前面外車輪的最小轉行半徑, 公厘	6350	7710	9000	12200	7500	8600	8500
載重量(公斤)或旅客座位	5人	6人	29人	34人	1500	3000	5000
載滿全部燃料和水的总重 (無貨物), 公斤	1400	2508	4200	—	1750	3100	4950
荷載的分布:							
(1) 在前輪軸, 公斤	640	1203	1500	—	650	1300	2130
(2) 在后輪軸, 公斤	760	1305	2700	—	1100	1800	2800
帶貨物的总重, 公斤	1775	2970	6090	7100	3250	6100	9930
荷載的分布:							
(1) 在前輪軸, 公斤	712	1350	1700	2000	770	1400	2535
(2) 在后輪軸, 公斤	1063	1620	4390	5100	2480	4700	7395
发动机的最大功率, 馬力	50	90-110	73	88	40	73	73
輪胎尺寸, 吋	7×16	7.5×17	34×7	36×8	6×20	34×7	40×8
輪胎中的空气压力, 大气压力	1.5	2.25/2.5	5/5.5	5/5.5	3	5/5.5	7
滿載时汽車的最高速率, 公里/小时	105	120	60	—	70	60	42

$$p = \frac{P}{b \cdot 2a};$$

$$\frac{P}{b} = p \cdot 2a = p \cdot 2 \sqrt{Du} = C \sqrt{D}.$$

根据第二届国际道路会议的决议,每延公分刚性车轮轮圈上的单位压力,以公斤计,不应该超出 $C\sqrt{D}$ (式中 $C=125$, D 是车轮直径,以公尺计) 的数值。

汽车配备有各种不同构造的橡皮轮胎车轮,并且有架设在弹簧上的车身。表 2 为苏联制造的几种汽车的数据。

汽车轮胎和弹簧的用途是缓和车轮对铺砌层的冲击和保证车身平稳地行驶。

汽车轮胎有下列数种构造:

1. 实心橡皮载货轮胎,由 8—10 公分厚的橡皮圈作成,该圈则套在金属的轮圈上(图 3)。
2. 弹性橡皮整体轮胎,它与实心轮胎的不同点就是在橡皮圈中有槽和空气腔(图 4 和图 5)。

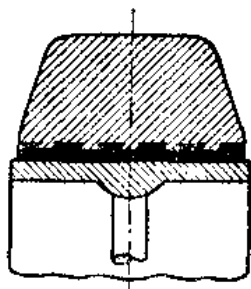


图 3. 橡皮实心载货轮胎的断面。

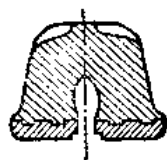


图 4. 弹性载货轮胎的断面。

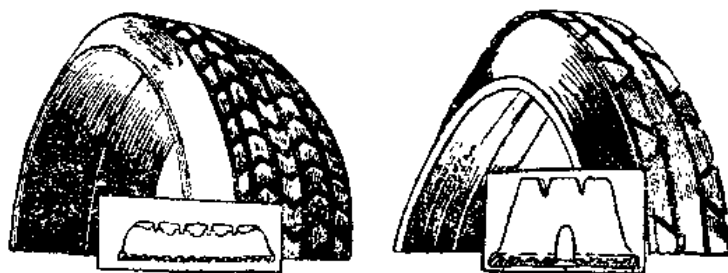


图 5. 橡皮整体轮胎。

3. 充气轮胎,包括: (1)内胎,是环形整体橡皮管,具有自动气阀(气嘴),以便充气到内胎中和控制其中的空气压力; (2)外胎,包括数层牢固的棉纤维和硫化的橡皮圈。外胎是放在内胎的上面,直接与公路表面接触。内胎和外胎则固定在车轮的铁轮圈上(图 6)。

现在来分析汽车轮胎的机械性质。汽车轮胎的压缩决定于作用在车轮上的静力和动力。整体橡皮轮胎的压缩数值与压力不成比例。随着压力的增加,橡皮的相对压缩减小;从某一压缩数值起,橡皮的弹性就变得不大。因此,当车轮上承受高压时,整体橡皮轮胎的作用几乎与硬性物体相同,而不能作为冲击(颠簸)的减震器了。整体橡皮轮胎的减震性质是

随着輪胎的磨損和輪胎上橡皮圈厚度的减少而減低的。由于彈性輪胎上有槽、空气腔和凹紋，因而提高了它的減震性質。

整体輪胎輪迹上的压力分布是不均匀的。压力大約按拋物綫規律分布，由輪迹中心向邊緣減小，輪迹呈橢圓形。所以，輪迹上的單位压力圖呈拋物綫体，其高度是 p_{max} ，橢圓形輪迹的半軸是 a 和 b (圖 7)。



圖 6 充氣輪胎的剖面。

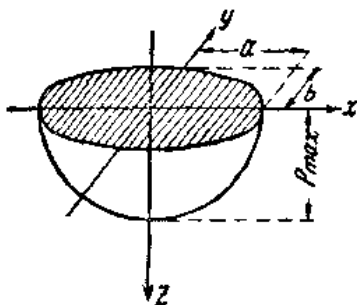


圖 7。

由車輪傳達到鋪砌層輪迹上的全部压力等于 $p=0$ 和 $p=p_{max}$ 之間的拋物綫体的体积，

$$P = \int_0^{p_{max}} \frac{\pi ab p}{p_{max}} \cdot dp = \frac{\pi ab p_{max}}{2}.$$

由此，最大压力是：

$$p_{max} = \frac{2P}{\pi ab}.$$

輪迹上的平均压力是：

$$p_{cp} = \frac{P}{\pi ab}.$$

因此，

$$p_{max} = 2p_{cp}.$$

某些研究者認為压力并不是按照拋物綫規律而是按照比較勻滑的曲綫分布的，因此：

$$p_{max} = 1.75 p_{cp}.$$

圖 8 表示整体輪胎輪迹上的压力分布情形，該圖是根据美国公路局 (Bureau of Public Roads) 的研究結果

車輪在行驶时，由于橡皮質点受到离心力的影响而自車輪中心向外凸出，輪迹上的單位压力增加，因此，輪胎的壓縮值和輪迹面积减小，輪胎也變得更有剛性了。

此外，当行駛速率高和冲击大时，沒有足够的時間段以供輪胎全部变形，輪胎也變得更有剛性些，而輪迹面积减小。

由于上述两个原因，根据速率的高低，輪迹上單位压力的增加值估計达 20%。

各国对整体輪胎的使用情况及整体輪胎对公路和汽車的影响曾进行了許多研究。研究确定：(1)用整体輪胎时，公路和汽車的磨損都比較多，使用期限也減少；(2)用整体輪胎的汽

車,其最大容許速率比用充气輪胎的汽車的低。

由于整体輪胎的动力減震性質比較差,因此在大多数国家中,它在汽車上的应用受到了限制,而且在某些公路和鋪砌層上是禁止使用的。

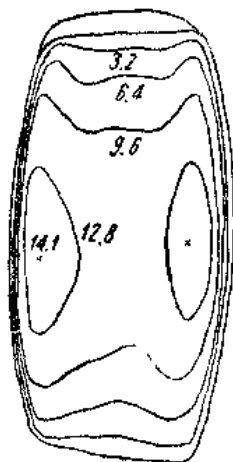


圖 8. 荷載为 1600 公斤时, 82''x6'' 整体橡皮輪胎輪面上的压力分布情形。平均单位压力是 9.3 公斤/公分²。单位压力以等压线表示。

在苏联,整体輪胎仅应用于有特殊用途的汽車和車輛上。

但应该指出:整体橡皮輪胎比充气輪胎具有一个很大的优点。充气輪胎中内胎意外的穿孔或破裂都需要停車来調換内胎或車輪。但整体輪胎不会有这种損伤,在行駛时就比較可靠得多。对于軍事运输的汽車,这是特別重要的。此外,整体輪胎的車輪在滾动中所消耗的功比充气輪胎少些。由于这些优点,也有想在行駛速率不高时(30—40 公里/小时),准許整体輪胎的汽車在鋪砌層平整的高級公路上行駛。在这种公路上,車輪对鋪砌層的冲击影响是很有限的。整体橡皮輪胎的車輪上的容許荷載达到 150 公斤/延公分。慢速重型車輛和軍事車輛装备有整体輪胎。

充海綿輪胎有些流行。它是灌注橡皮漿的輪胎,橡皮漿中又打入空气,因此变成了海綿橡皮。充海綿輪胎的性質接近于彈性整体輪胎。为了提高充气輪胎的可靠性,曾有人建議采用充揮發液輪胎。这种輪胎灌注有数量不多的橡皮漿(溶解于高揮發性的液体中)。当輪胎穿孔时,液体由橡皮漿中揮發掉,橡皮將孔堵塞。

充气輪胎的彈性比整体橡皮輪胎强得多。它是靠着内胎中的彈性壓縮空气而將压力由車輪傳达到公路上,但一部分也利用橡皮外胎的彈性。根据不同研究者的研究結果,外胎在充气輪胎的总壓縮阻力中估計占 10—15%。

汽車車輪上的荷載愈大,内胎中的空气压力就需要愈大。根据内胎中空气压力的大小,充气輪胎可分为:

(1)高压充气輪胎,压力为 4—8 大气压力(超出大气压力),輪緣寬度上的容許單位荷載达 100 公斤/延公分。这种輪胎应用于重型載貨汽車。

(2)低压充气輪胎(气囊輪胎),压力为 1.5—3 大气压力,容許荷載是 35—50 公斤/延公分。这种輪胎应用于輕型載貨汽車和輕便汽車。

为了增加車輪在砂地上的通过性,以及为了增加車輪与鋪砌層的粘着力,近来有人建議采用超气囊輪胎,其后車輪内胎的空气压力为 0.5—0.8 大气压力(超出大气压力),而前車輪内胎的空气压力为 1.1 大气压力。对这些輪胎所作的試驗指出:ΓАЗ-А 型气囊輪胎輕便汽車在砂地行駛时会沉埋入砂中,而 ΓАЗ-А 型超气囊輪胎輕便汽車則能很容易地以 60 公里/小时的速率通过砂地。

当充气輪胎受到荷載时,内胎中的空气受到壓縮,外胎也發生变形。車輪荷載 P 与橡皮輪胎的壓縮值 u 之間的关系可以表示为 $u = k P^m$ 。

系数 k 和 m 与輪胎的性質有关系。对于充气輪胎,可取 $m = 1$ (已經足够准确),即壓縮

和荷載成正比。同时,按照阿利亞諾的研究,彈性橡皮輪胎的 m 值約等于 $\frac{2}{3}$, 整体橡皮輪胎的 m 值約等于 0.5。

圖 9 表示各种輪胎的壓縮与荷載之間的关系的比較曲線。这些曲線指出: 在所有的荷

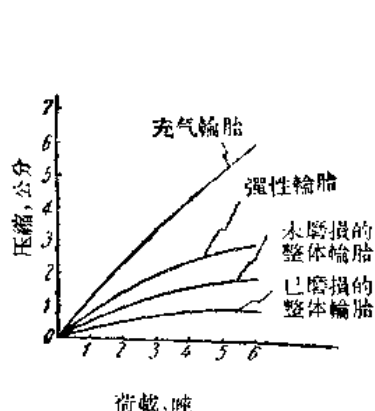


圖 9. 各种輪胎彈性的比較。

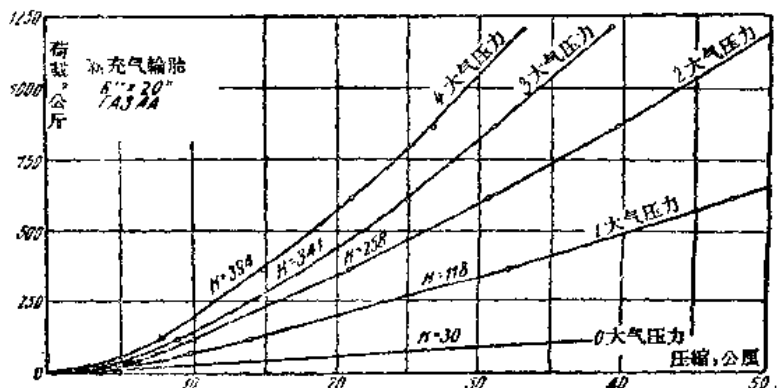


圖 10. ГАЗ-АА型汽車的充气輪胎在不同內胎气压时, 壓縮和車輪荷載的关系。曲線中注出輪胎的剛性模量, 以公斤/公分計。

載中, 充气輪胎比整体橡皮輪胎具有較高的彈性。这就說明非常广泛采用充气輪胎的原因。

剛性模量 k 可以認為是充气輪胎机械性質的指标。該模量是以充气輪胎壓縮一公分时所需的荷載表示。剛性模量决定于輪胎的構造、輪胎尺寸以及內胎中的空气压力, 此外, 也有些决定于車輪上压力的大小。圖 10 表示 ГАЗ-АА 型汽車的輪胎在不同內胎气压时壓縮和荷載的关系。圖 11 表示 M-1 型汽車的輪胎在不同內胎气压时壓縮和荷載的关系。內胎中的压力比較大时, 充气輪胎的性質有些接近于整体輪胎的性質, 壓縮曲線具有某些弯曲度, 而剛性模量却稍微随着荷載而改变。

充气輪胎剛性模量 (k) 的变化, 以內胎气压 (q) 的函数表示, 是非常大的, 由圖 10 和 11 即可看出这一点。該变化表示如下:

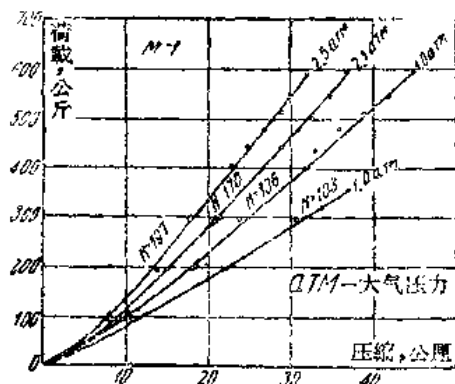


圖 11. M-1型汽車的充气輪胎在不同內胎气压时, 壓縮和車輪荷載的关系。

表 3.

汽車类型	輪胎类型	輪胎尺寸 吋	标准空气压力和輪胎的模量				輪胎最大 荷載, 公 斤	相当于最大荷載 时的空气压力, 大气压力
			前 輪 胎		后 輪 胎			
			大气压力	公斤/公分	大气压力	公斤/公分		
M-1.....	气囊輪胎	7×16	1.50	135	2.00	165	500	1.75
ЗИС-101.....	气囊輪胎	7.5×17	2.50		2.75	—	745	2.5
ГАЗ-АА.....	气囊輪胎	6×20	2.00	260	3.00	340	640	3.25
ЗИС-5.....	无 型	34×7	4.75	530	5.50	570	1250	6.0
ЯП-6.....	无 型	40×8				—	1800	7.0

$$k = a + bq^n,$$

式中 a, b, n —参数, 不同类型的和尺寸的轮胎各有其不同的参数。

表 3 列出苏联制造的数种充气轮胎的机械特性。

充气轮胎的轮迹可取为椭圆形, 二轴的比例由 $1:1\frac{1}{2}$ 到 $1:2\frac{1}{2}$, 现代化汽车充气轮胎的轮迹面积是 100—400 公分²。

充气轮胎的外胎表面(胎面表面)有花纹, 也就是说, 其表面有呈图案的细槽花纹; 这种花纹加强轮胎与公路的粘着力(尤其在横的方向)。也增加外胎的弹性。由于有细槽, 传达压力的实际轮迹面积就比轮迹的几何面积小些, 约为后者的 0.65—0.75 (净面积)。在计算轮迹压力时, 仅在坚硬的铺砌层上以及在新的、未磨损的外胎上, 才须考虑到轮迹面积的减小。

苏联在战争时所得到的外国牌子载货汽车配备有胎面纹很深的气胎, 这种轮胎提高汽车在潮湿土上的通过性。由于厚的外胎的刚性关系, 这种轮胎具有较高的刚性。

由空气和橡皮外胎所组成的复杂弹性体系, 在车轮压力的影响下发生变形。如果仅仅是空气受到压缩, 那么充气轮胎轮迹上的单位压力是均匀分布的。但是, 由于受到外胎弹性的影响, 这个规律就遭受到一些破坏。图 12 表示充气轮胎(无胎面纹)轮迹上的压力分布情形。

由图 12 可见: 充气轮胎轮迹上的单位压力分布情形实际上可以认为是均匀的。

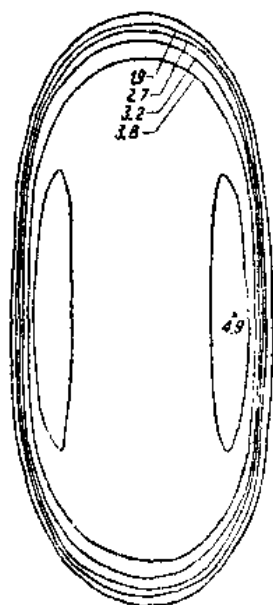


图 12. 荷载 1600 公斤、内胎气压 3.8 大气压力时, 38" × 8" 充气轮胎(胎面平滑)轮迹上的压力分布情形。平均单位压力是 4 公斤/公分²。单位压力是以等压线表示。

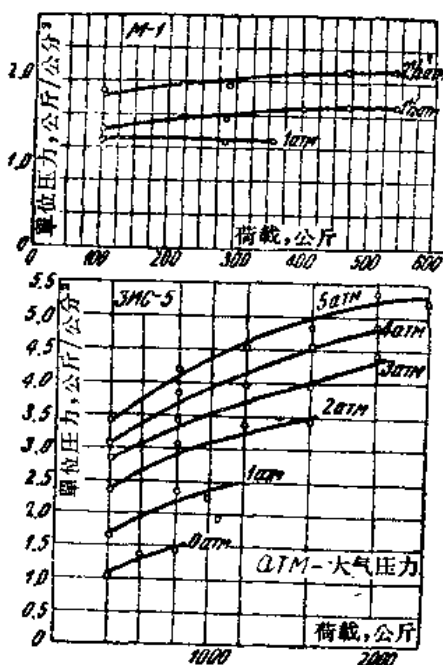


图 13. 充气轮胎轮迹上的单位压力与荷载、内胎气压的关系。上面是 M-1 型汽车, 下面是 3HC-5 型汽车。

轮迹上的单位压力 p 可以根据内胎中的空气压力 q_0 而表示为:

$$p = \alpha q_0,$$

式中 α 等于 0.9—1.3, 与輪胎的剛性有关。

在同样的內胎空气压力下,輪迹上的單位压力是随着車輪荷载的改变而改变的,由圖13即可看出这一点。

汽車在行駛时,內胎中的空气压力并不保持固定;由于下面所述的几个原因,可能达到原来压力的二倍。

首先,汽車在行駛时的空气压力是比在靜止时高些,这是由于車輪在轉动时离心力的作用所致。

汽車在平整的公路表面上行駛时,輪胎中的空气压力变化得比較小;外胎压縮时,空气在內胎中稍微受到一些移动,充气輪胎吸收一些能量。汽車在不平整的公路表面上行駛时,在冲击时,空气压力增加。当汽車冲击和搖摆时,充气輪胎吸收一部分能量而發热。汽車在行駛时,鋪砌層与充气輪胎的磨擦也会引起充气輪胎的發热和輪胎中空气的發热。設內胎中的空气可發热达 80° , 空气压力就同时增加 30%。

这是汽車在行駛时內胎中空气压力增加的第二个原因。

輪胎的用途是吸收汽車行駛时所产生的的一部分冲击能量和减少此时傳达到汽車輪軸和車身上的加速度。各种輪胎的質量是以其緩冲能力表示。

圖14是以圖表的方式表示各种輪胎的相对特性,即:車輪通过 15 公厘高的障碍物时,其中心上升的数值。剛性車輪的鉄圈几乎不变形,車輪中心上升到障碍物的全高 h 。橡皮輪胎和充气輪胎通过障碍物时,除掉了靜力压縮外,还压縮了 u 值(动力压縮);因此,在这种情况下,車輪上升值仅計 $h-u$, 冲击力减小。

由于本身的彈性,充气輪胎在障碍物上压縮很大,所以,汽車輪軸和車身所受的冲击力就比其他構造的輪胎小。

寬度和高度不大的障碍物是被充气輪胎“吸收”掉的。此时,內胎中的空气压力增加些,但車輪中心并不上升,車輪沒有遭受到加速度(顛簸)。車輛通过障碍物后,所消耗的功(压縮內胎中的空气和使輪胎变形)慢慢地分散掉,不产生顛簸。这样把障碍物吸收掉,其原因是由于內胎中的压縮空气暂时很快地移动一下,也由于空气和外胎都有彈性所致。車輛行駛的速率愈高,障碍物就吸收得愈多。

輪胎吸收障碍物的能力与其剛性模量有关系。高压充气輪胎使汽車行駛的彈性較差,在汽車超载时,就不够吸收顛簸。低压充气輪胎的彈性比較强,在不平整的公路上,也可以保証汽車平靜地行駛,并且影响到轉向控制機構的顛簸也比較少。

汽車在不平整的公路上行駛时,輪胎仅部分緩和汽車所遭受到的跳蕩和冲击。为了尽

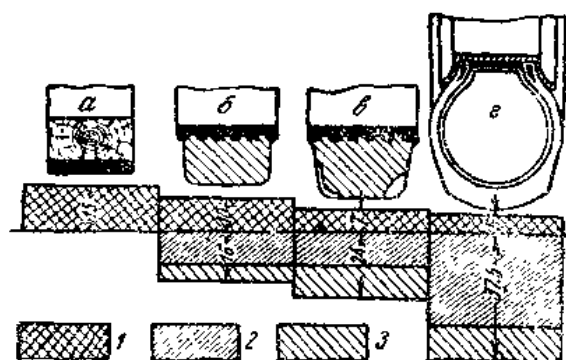


圖 14. 各种輪胎以 30 公里/小时的速率通过 15 公厘高的障碍物时,其使用情况的相对特性。a—鉄輪, b—整体橡皮輪胎, c—彈性橡皮輪胎, d—充气輪胎: 1—通过障碍物时車輪上升的高度, 2—在不平整公路上輪胎的压縮值, 3—通过障碍物时額外的輪胎压縮值。

可能全部保证汽车底盘和车身不受到跳荡(高加速度)的影响,其与轮轴的联接是采用弹性联接(借助于弹簧)。用弹簧支承在轮轴上的全部汽车机件称为搁置机件或搁弹簧机件。至于不搁置在弹簧上的汽车机件(轮轴和车轮),缓和跳荡就仅靠着充气轮胎的弹性。

弹簧是抵抗力相等的弹性梁,是由薄的钢叶片装配而成的。叶片数目愈多,弹簧的弯度就愈大,弹簧就愈软,其缓冲能力也愈好。弹簧的构造式样是非常多的,比较常用的是半椭圆形、悬臂式和横向半椭圆形

圆形式、悬臂式和横向半椭圆形(图15)的。

在重型载货汽车上(ЗИЛ-5, Я-5),为了能有更强的弹性,在后面弹簧上设置额外的弹簧;当车身已经受到若干荷载,但还不是满载时,它就开始起作用。

当汽车的搁弹簧机件的重量起

静力作用时,弹簧即弯曲若干数值(符合于平衡情况)。汽车在不平整的公路上行驶而有额外动力荷载时(暂时超载、冲击),弹簧又额外弯曲某一数值 f_1 (图16),并且在其中积留了位

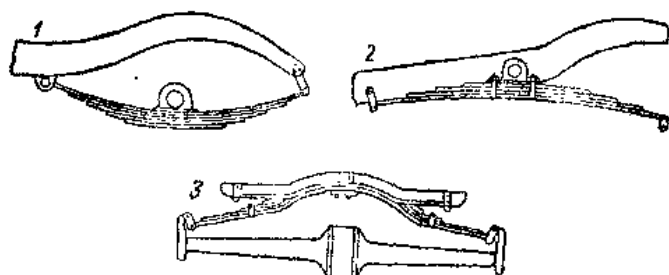


图15. 汽车弹簧: 1 半椭圆形形式, 2 是臂式, 3 横向半椭圆形形式。

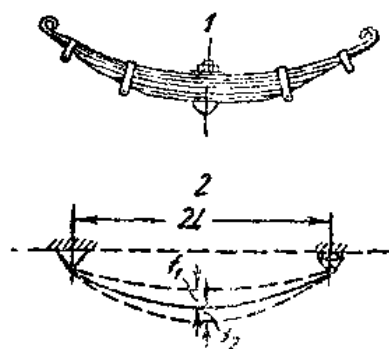


图16. 半椭圆形弹簧: 1 弹簧构造, 2 弹簧的弯曲。

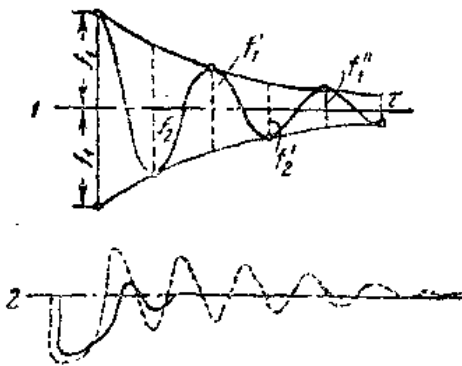


图17. 逐渐减弱的震动: 1 逐渐减弱的震动图, 2—无减震器的弹簧震动(虚线)和有减震器的弹簧震动(实线)。

能。因为上述额外荷载的原因是短时间起作用的,所以,当压缩的原因消除后,积留的能量就使搁弹簧机件发生反向的运动,并且由于惯性关系,顺着其他平衡方向弯曲至 f_2 值。

以后,运动以同样次序反向重复着,于是乎具有周期性震动的特性。由于弹簧叶片间的内磨擦以及空气的阻力,震动就逐渐减弱。

弹簧逐渐减弱的震动与图17所述的相似。

为了使弹簧的震动能快些减弱,汽车中采用液压减震器。

第三节 在平整公路表面上行驶时,汽车和公路之间相互影响的力

在平整公路上,汽车有下列行驶情况:

(1)以固定的或改变的速率沿着公路向前行驶;

(2) 在超越或行驶到路边上时, 绕着垂直轴在曲线上转弯。

此外, 当公路的情况对汽车的稳定性不利时, 汽车可能发生横向移动(滑移)。

从力学的观点来看, 汽车是一个由许多物体所组成的体系(物体体系), 相互间是借弹性联接构件而联系在一起的, 这许多物体除了参与体系的总运动外, 每个物体还各有其单独的运动。所以, 除了上述的汽车(作为物体体系的)行驶外, 还须分析汽车车身和轮轴的单独运动, 这种运动的特点就是震动性。

汽车在上述情况下行驶时, 车轮和铺砌层之间发生相互作用的力量, 呈垂直动力以及纵向和横向的切线力。

汽车在行驶时, 靠着发动机所作的功, 克服下列数种阻力:

- (1) 滚动阻力;
- (2) 空气阻力;
- (3) 上坡阻力(重力);
- (4) 加速行驶时的惯性阻力。

以汽车重量 Q 表示阻力后, 可以表示出汽车行驶时所需要的牵引力 F ,

$$F = Q(f + w + i + j),$$

式中 f ——滚动阻力系数,

w ——空气阻力系数,

i ——在斜坡上行驶时的阻力系数(上坡角的正切),

j ——汽车加速阻力系数, 等于汽车向前行驶的加速度与重力加速度之比(现代化汽车在起动时, 约等于 0.05—0.10)。

现在研究车轮在行驶时从动轮和驱动轮与铺砌层相互起影响时的力图。

在行驶时, 车轮和滚动表面发生变形, 因此, 车轮是沿着 AB 线(图 18)与铺砌层表面相接触。在从动轮上(图 18), 作用的力量有牵引力 F_1 和车轮(连同其上面的荷载)重量 P_1 。在公路

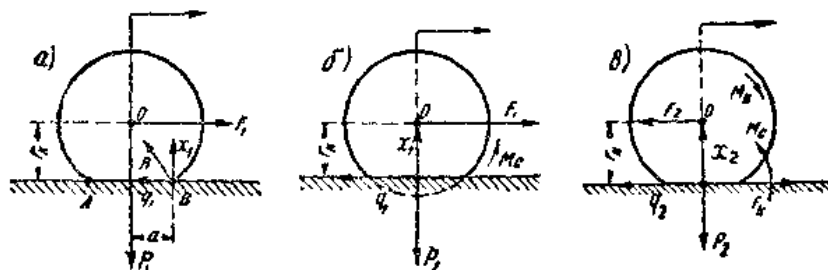


图 18.

表面上, 则产生反力 R , 该力可分解为垂直分力 x_1 和水平分力 q_1 。

忽略车轮轴承的摩擦力矩和一个车轮行驶的空气阻力后, 并且分析汽车的均匀行驶, 便可写出瞬时的力平衡方程式如下:

$$F_1 = q_1;$$

$$x_1 = P_1;$$

$$x_1 a = q_1 r_k.$$

式中 r_k 是减掉轮胎压缩值后的车轮半径。

力矩 $x_1 a$ 是行车阻力的力矩 (M_c)， a 愈大，其值也愈大。

因此，在从动轮与公路相互起作用的过程中，产生下列反力：(1)垂直反力 x_1 ，与公路平面垂直；(2)水平反力 q_1 ，代表滚动阻力；(3)滚动阻力的力矩 M_c ，等于 $q_1 r_k$ 。

当没有空气阻力时，汽车在水平路段上行驶时所需的力量与汽车重量的比例值称为滚动阻力系数

$$f = \frac{q_1}{P_1}.$$

由力矩方程式，可得

$$\frac{q_1}{P_1} = \frac{a}{r_k} = f.$$

移动 x_1 到通过车轮中心的垂直线，并且增加一个力矩 M_c 后，图 18 a 可以用图 18 b 代替。

至于驱动轮，由于车轮上有旋转力矩 M_k 作用着，力作用图就有些改变(图 18 b) 旋转力矩 M_k 起作用后，就发生水平反力 F_k 。由于有旋转力矩，车轮和轮轴之间的反力 F_2 所指的方向就与行驶方向相反。由瞬时平衡条件，得：

$$F_2 = F_k - q_2;$$

$$x_2 = P_2;$$

$$M_c = q_2 r_k;$$

$$M_k = F_k r_k.$$

全部汽车的滚动阻力是：

$$q = f \cdot P = \frac{a}{r_k} \cdot P.$$

滚动阻力和滚动阻力系数是与许多因素有关系：

(1) 轮胎的变形。轮胎的弹性愈强，即轮胎的刚性模量愈小，则力臂 a 愈大，因而，行车阻力也愈大。轮胎变形消耗功的原因是由于轮胎的非理想弹性。橡皮各层之间磨擦所消耗的功则转为热。在平整公路上，轮胎中有较大的气压是比较有利的，因为，减少了变形的功。但是，在不平整的公路上，高的空气压力会增加公路和轮胎之间的力，而增加变形的功。

(2) 滚动表面的性质。铺砌层或土的变形愈大，滚动阻力也愈大。塑性铺砌层在车轮下变形时，其滚动阻力将大大增加，以后分析到“辙迹的形成”的问题时，将指出这一点。减少轮胎轮迹上的单位压力(将轮胎加宽后，是可以办到的)后，由于土的变形深度减小，滚动阻力减小，因而，变形的功也减小。

(3) 轮胎与滚动表面的磨擦力。由于不同的滚动半径，因之，由于不同的路线长度，外胎的个别部分在行驶中滑动。该表面阻力是随着轮胎空气压力的降低而增加的。

(4) 至于驱动轮，由于旋转力矩使轮胎发生额外的变形，行车阻力比从动轮稍大些。

(5) 在平整的公路上，行驶速率对于滚动阻力的影响是小的。