

汽车原理浅说

沈志煌編著



人民交通出版社

內 容 介 紹

本書以比較淺近簡要的方法來說明有关汽車的各种原理，以幫助汽車運輸從業人員對於汽車原理能得到初步的認識。

本書對於下列幾種原理作了簡明的闡述：汽車在使用上的技術要求、載重量和容載量、軸間的負荷分布、車輪滾動、車輛前進推力、汽車運動阻力、功率平衡和動力平衡、汽車的加速、汽車的制動、汽車的動力性能和汽車的操縱性、穩定性、舒適性、通過性、燃料經濟性。本書採用插圖104幅，以幫助讀者了解有关的原理。

· 汽 車 原 理 淺 說

沈志煌編著

*

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

公 私 合 營 慈 成 印 刷 工 廠 印 刷

*

1958年8月北京第一版 1958年8月北京第一次印刷

開本： 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張： 2張

全書： 119,000字印數 1—15,200冊

統一書號 15044-4167

定價(10)： 0.60元

目 录

一、	汽車在使用上的技术要求·····	2
二、	載重量和容載量·····	6
三、	軸間的負荷分布·····	11
四、	車輪滾動·····	20
五、	車輛前進推力·····	27
六、	汽車運動阻力·····	38
七、	功率平衡和動力平衡·····	52
八、	汽車的加速·····	65
九、	汽車的制動·····	74
十、	汽車的動力性能·····	80
十一、	汽車的操縱性·····	91
十二、	汽車的穩定性·····	101
十三、	汽車的舒適性·····	107
十四、	汽車的通過性·····	117
十五、	汽車的燃料經濟性·····	124

一、汽車在使用上的技术要求

汽車在使用上的技术要求有：良好的載運特性、高度的動力性能、輕便的操縱性能、優良的穩定特性、可能的舒適程度、高度的通過性、最大的經濟性、結構的可靠性、零件的耐用性、保修的簡便性、以及充分的續駛里程。隨着汽車的用途不同，技术要求的主次就有所不同。輕便汽車最主要的是舒適、運動速度、安全、可靠性和耐用性；次要的是經濟性、保修簡便性和通過性。運貨汽車具有頭等意義的技术要求是經濟性、耐用性和可靠性、以及保修簡便性。至於汽車的使用質量，即技術特性的發揮程度，還隨使用的條件而有所不同。例如：平均運動速度因道路條件不同而產生差別；燃料的平均消耗因載重量的利用程度、道路條件以及季節不同而產生差別；零件的耐用性及大修間隔里程也因道路條件、使用情況和技術保養不同而產生差別。

載 運 特 性

汽車的載運特性，是指載重量和容載量的利用程度。運貨汽車的載運特性還表現在：對所運貨物的合適程度，車廂對貨物種類、貨物特性的適應情況，對快速裝卸的合適程度，對執行衛生技術工作（防毒、通風等）的方便程度。載客汽車的載運特性還表現在：最大的容客量，內部裝修和座位的舒適程度，照明、暖氣、通風、放置行李的便利程度等。

動 力 性 能

動力性能表示汽車滿載而在不同道路條件下用較高的平均速度運動的能力。動力性能不僅和汽車的前進推力（或牽引力）及制動性能有關，而且也隨懸掛系統的彈性、操縱的輕便性、以及行程的視界等而變化的。此外，汽車的平均運動速度還受着運輸密度、行車規章、駕駛能力等客觀因素的影響。

表示动力性能的主要数据是：(1)最大运动速度，(2)車輛加速、加速行程和加速時間，(3)車輛前进推力(或牽引力)，(4)車輛減速度和制动行程。

汽車的动力性能，和車輛的技术情况有关，动力性能的利用又和駕駛的技术水平有关。苏联和各人民民主国家的先进駕駛員的成就表现出：加快了汽車的运动速度，增高了汽車的載重量和挂載的总重量；因而在动力性能的利用上达到了光輝的指标。

操 縱 性 能

汽車的操縱性能，是指轉向車輪保持直線运动的能力，及正確符合轉向器所作轉向运动的能力。汽車的操縱性能，对安全影响最大。操縱性能不好，需要駕駛时集中較大的注意力，增加劳动强度，引起疲劳。

汽車的操縱性能，有时也可把轉向、制动和变速的操作輕便与否，包括在內。不好的轉向机构，不但不能保持汽車的直線运动和正確符合轉向器所作的轉向运动，而且还迫使駕駛員用很大的力气才能操縱轉向盤。制动的时候，气压式制动最省力，液压式制动次之，而机械式就很費力。变速換档的輕快，对汽車的操縱也有着很大的影响。使用无級式或自动变速器，可得到最好的效果。或者在差速式的变速器上，裝上自动換档机构或同步器，尤其是裝了液力耦合器，同样也可以改善汽車的操縱性。

穩 定 特 性

穩定特性是指在不同的道路条件下运动时，汽車不会发生縱向或橫向傾复和发生甩动的能力。彈性輪胎的橫向偏出，对汽車的穩定性有着莫大的影响。

汽車的穩定性，决定于运动时的各项条件，例如：运动速度、道路的縱向及橫向傾斜、道路的曲率半徑等。汽車的穩定性，也决定于某些汽車的有关尺寸，例如：軸距、輪距、重心位置、正面的投影面积等。

舒 适 性

舒适性是汽車的重要性能之一，尤其是因为舒适性和提高运动速度

有关。

汽車在运动时的振動，对舒适性有着很大的影响。决定舒适性的基本因素有：（1）軸間的負荷分布，（2）軸距，（3）重心位置，（4）悬挂彈簧和輪胎的彈性，（5）悬挂的品質、避震器的特性、以及悬挂彈簧內部的摩擦，（6）彈簧支持質量及非彈簧支持質量的大小。悬挂的品質还将限制汽車在不平道路上运动时的速度。由于汽車的舒适性是由这样多的不同因素来决定的，所以舒适性的研究是很复杂的。

汽車的舒适性，还包括座位的舒适程度、車內空气清淨和安靜无声等因素。有时汽車的振動，可单独称为汽車的平順性；而把平順性加上座位的舒适程度、車內空气清淨和安靜无声等因素，总称为汽車的舒适性。

通 过 性

保証汽車在不良道路上或未修筑的野外道路上行駛的能力，叫做通过性。具有良好通过性的汽車，能克服道路上的障碍而順利前进。通过性較差的汽車，就沒有这种能力。当遇到某些道路阻碍时，将会感到此路不通。高通过性的汽車，同时也还应兼有足够的平均运动速度，以及行車的安全性。

經 济 性

汽車的經濟性，是指那些能保証运行、技术保养和修理費用为最少的特性。經濟性用运输工作單位（吨公里或人公里）的費用来衡量的。經濟性是随下述一系列的因素而变的：（1）运输工具形式，（2）經營及修理組織，（3）生产率，（4）使用条件，（5）劳动工資，以及（6）运行材料的消耗等。在总的运行費用中，燃料占很大的比重。因此，直到最近，对節約燃料总是非常注意的；而对車輛維修和保养的經濟問題，是注意得不够的。

燃料經濟性，就是决定燃料消耗量的性能。燃料經濟性是随載重、道路条件和运动速度而变的。就地利用各种代燃料（如天然气、煤、木

材、木炭等），能降低燃料的費用，提高汽車的燃料經濟性。汽車構造上的不斷改進，對節約燃料有決定性的意義。駕駛員仔細的技術保養和正確的熟練操作，對減低燃料消耗起着很大的作用。

大載重量的運貨汽車，特別是掛車、汽車列車的推廣，將會大大地降低單位運輸產量的燃料消耗值。

結構的可靠性和零件的耐用性

汽車結構的可靠性，是取決於它的堅固程度。汽車要能滿載著在各種極不相同的道路條件下運動，不發生損壞，同時也不發生嚴重的磨損（造成個別機構的故障及引起主要零件或總成必須更換或修復），而有繼續工作的持續能力。

表示可靠性的主要數據是：（1）因技術故障而停車的平均間隔里程，（2）每千公里因技術故障停車的平均時間。

零件的耐用性，是表示零件持續工作，且不必因磨耗而需要修理的能力。

表示耐用性的主要數據是：（1）零件在千公里中的磨耗量，（2）大修間隔里程。

可靠性和耐用性的測定，可採用實驗的方法。使汽車在盡量接近實際使用條件下進行路試，經過一定的間隔里程後，測看結構的可靠程度和零件的磨損程度。

可靠性和耐用性的提高，是汽車製造工廠設計師的主要任務。而汽車在使用期內的技術保養和修理質量，對零件工作壽命的延長和修理間隔里程的增加，也有著很大的影響。先進駕駛員對例行保養和駕駛操作的不斷改善，能大大地提高汽車的持續工作能力。

保修的簡便性

技術保養的簡易性，決定於汽車構造的簡單程度。所需檢視和保養的處所，要盡量減少，而且要能很容易的接觸到。機構要拆裝簡單、調整簡易。技術保養所費的時間要最短。

修理的簡便性，可用每萬公里的勞動量和留廠車日來衡量。

充分的續駛里程

汽車充分續駛的能力，取決於消耗全部油箱內燃料所能行走的里程。這個里程和油箱尺寸、燃料質量、燃料經濟性、道路條件及運動速度等有關。

上述里程的半數，是稱汽車的行動半徑。

二、載重量和容載量

載 重 量

車輛的負荷，是隨着運動的疲勞因素而變的。根據實踐證明，影響負荷的疲勞因素有下述五個方面：

(1) 路面情況 路面好壞，影響車輛的負荷極大。路面不好，不是增加運動阻力，就是降低附着能力。在崎嶇不平路面上行駛時，車輛的震跳變得非常厲害，不但影響了汽車的使用壽命，也限制了運動的平均速度。

(2) 運動速度 當在不平路面上運動時，汽車每分鐘震跳的次數是隨着運動速度增快而加多的。急劇的震跳，不但減低了乘坐的舒適，也加速了機件的損壞。

(3) 裝載情況 裝載是均布負荷，還是集中負荷？如果是集中負荷，就要適當減荷的。

(4) 負荷性質 一般車輛在運動時，負荷是不變的。但如城市灑水車，因須進行灑水工作，負荷是逐漸在減低着，故其滿載時的負荷不妨稍為提高。

(5) 換檔次數 換檔頻繁的車輛，其負荷應稍減。相反在換檔不多的時候，可酌增負荷。

運動疲勞的主要因素，應該說是路面的好壞。因為負荷性質與裝載情況決定在運輸任務的要求；至於運動速度與換檔次數（城市公共汽車

除外)也受着路面好坏的影响的。

在不同的路面情况下,汽车的负荷能力称为载重量,通常用公斤或吨来表示。制造厂说明书上规定的汽车载重量,是指在好路面上运动时的负荷能力,也就是汽车的最大载重量。有些制造厂的说明书上规定有二个载重量,其中较大的一个相当于在好路面上运动时的负荷能力,而较小的一个则为坏路面上运动时的负荷能力。例如格斯-51型货车,在公路上规定载重量是2500公斤,在土路上规定载重量是2000公斤。

在载重量一定时,应尽可能降低汽车的空车重量和提高汽车的重量利用率。这样,不但可以节约制造汽车所需的材料;而在使用时也可节约燃料和轮胎的消耗。空车重量是指汽车本身加上备胎、备用工具和规定容量的水及燃料后的重量,驾驶员和助手的重量,一般以120—150公斤估计,可加进也可不加进空车重量以内。将空车重量和载重量或空车重量、载重量和驾驶员及助手的重量加起来,就得总重量。例如格斯-51型货车的空车重量是2710公斤,载重量是2500公斤,而总重量是5350(=2710+2500+140)公斤,其中有140公斤是驾驶员及助手的重量。有些国家制造厂的说明书上没有载重量的规定,而以装用最大尺寸的轮胎,在好路面上运动时的汽车总重量来代替的;如从总重量中减去空车重量和驾驶员及助手的重量,可得载重量。例如司蒂培克M-17型货车的最大总重量原厂规定是13500磅(参阅本社出版的“常用货车性能资料手册”第29—1页)。

汽车的重量利用率,是指载重量和空车重量的比值;即:

$$\text{汽车的重量利用率} = \frac{\text{载重量}}{\text{空车重量}} = \frac{\text{总重量} - \text{空车重量}}{\text{空车重量}}$$

表1示国内常用货车的重量利用率。从表内可见:(1)一般载重量在2000—4000公斤的汽车,其重量利用率的平均数接近于1,即载重量和空车重量近乎相等。如格斯-51型货车的0.923,吉斯-150型货车的1.025。(2)载重量愈大,重量利用率也愈高,如斯可达-708型货车的1.230。(3)有特殊设备的车辆(如倾卸车、吊车),其重量利用率就较低。如亚斯-200型货车是1.077,而玛斯-205型倾卸车

是0.894。(4)高通过性的車輛(如軍用汽車),因考慮在不良路面上运动的緣故,多裝了加力箱和降低了規定載重量,其重量利用率也就偏低。如奇姆西 CCKW 型貨車為0.483,万国 M-5 H-6 型貨車為0.455。

國內常用貨車的重量利用率

表 1

廠 牌	車 型	空車重量	載 重 量	重量利用率
吉 斯	5	3100	3000	0.968
吉 斯	150	3900	4000	1.025
吉 斯	151	5580	4500	0.806
格 斯	51	2710	2500	0.923
亞 斯	200	6500	7000	1.077
瑪 斯	205	6700	6000	0.894
布 拉 格	RN	2790	3000	1.075
布 拉 格	RND	3010	3000	0.997
斯 可 達	T06R	6100	7500	1.230
太 脫 拉	111	8430	10240	1.215
却 貝 爾	D-350	3600	3500	0.972
星 牌	20	3750	3500	0.933
伏 發	H3A	3380	3500	1.036
道 奇	T-234	4480	4920	1.098
奇 姆 西	CCKW-353	4680	2263	0.483
司 蒂 培 克	US6	4860	2400	0.494
司 蒂 培 克	US6×4	4870	4570	0.938
万 国	M-5H-6	5950	2710	0.455
大 象 天	868	8180	3750	0.458
福 威 德	SU-COE	6630	5450	0.822

增高汽車的載重量,可以提高重量利用率。從汽車運輸的實踐上,同樣也證明載重量愈大的汽車,單位運輸成本愈低,每噸公里所耗用的燃料愈少。運輸上就要求有高噸位的貨車。但是載重量愈大,汽車各軸的負荷也愈大,使路面所承受的單位壓力將超出道路設計的規定。根據一般道路的設計要求,汽車各軸的最大負荷應不高于13000公斤。雙軸汽車的總重量最大不應超過18000公斤,故雙軸汽車的最高載重量也就

被限制在9500公斤左右。

若再增高汽車載重量，而維持各軸的負荷不逾規定，可採取：（1）增加軸數製造多軸汽車，和（2）半掛車或全掛車的拖載辦法。

提高汽車的重量利用率，還可採取：（1）改進汽車的構造和（2）提高發動機單位容積功率等不同方法。發動機單位容積功率的提高又可採取：（1）提高壓縮比，（2）增加轉速和（3）改善燃料供給系統等不同方法。例如吉斯-5型貨車的發動機每公升容積的功率是13馬力，而吉斯-150型貨車的發動機每公升容積的功率是16馬力。過份的提高重量利用率，有時會產生降低汽車安全性的副作用。假若不斷的提高對汽車原理的研究，要達到提高重量利用率而又保證汽車的安全性，是完全有可能的。

容 載 量

汽車的容載量決定在車廂的尺寸。車廂尺寸對汽車總尺寸（全長×最寬）的比值，又稱做汽車的裝載利用率；即：

$$\text{汽車的裝載利用率} = \frac{\text{車廂尺寸}(S' \times T')}{\text{汽車總尺寸}(S \times T)}$$

從圖1，汽車全長是由前懸、軸距及後懸三部分加起來的。軸距是指汽車前軸和後軸間的距離。三軸汽車的軸距是從前軸到中軸及後軸間中點的距離。測量軸距應在汽車滿載時。空車時前軸和後軸間的距離是不等於軸距的，一般要比軸距短些。軸距的長短，影響轉向半徑的大

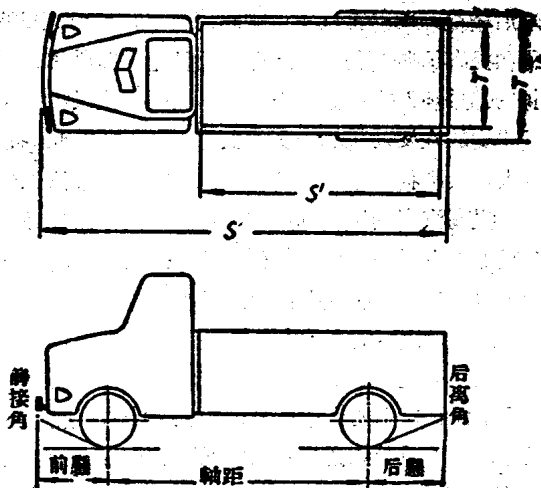


圖 1

小。軸距愈短，轉向半徑愈小，轉向也愈方便。前懸、軸距和后懸的分配要根據車廂長度和前后軸的負荷分布來決定的。汽車的寬度，尤其是最寬的地方，是隨着道路寬度標準而定的，最大不應超過2350公厘。

汽車的載重量，常因沒有足夠裝載貨物的地方，而不能充分利用。因此，放大車廂尺寸在某些運輸情況下是有很大意義的。表2示國內常用貨車的裝載利用率。提高汽車的裝載利用率，可借變更發動機、前后軸、駕駛室和車廂的相對位置來達到。圖2中1的汽車，其前軸和駕駛室分別布置在發動機的前

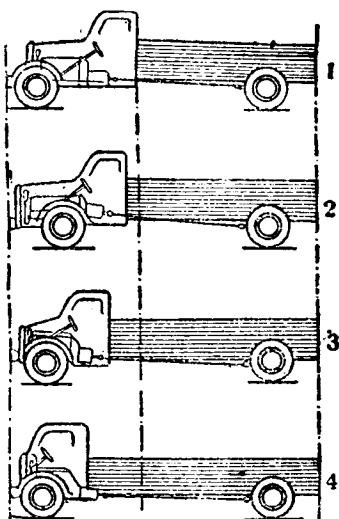


圖 2

后，車廂的長度僅有汽車全長的50%，裝載利用率是很低的，若將前軸向后稍移，發動機就相對的向着前移，得圖2中2的布置，增大了裝載面積和提高了裝載利用率。再將駕駛室向前稍移，得圖2中3的布置，發動機的部分突入在駕駛室中，而車廂的長度又增大了。更進一步，如將駕駛室安放在發動機的一旁或上方，可得圖2中4的布置，車廂的長度到達最大，裝載利用率也就最大，但發動機的維修工作則稍感困難。

提高汽車的裝載利用率，可縮小汽車總尺寸，使汽車的操縱靈便，和減小停車場的面積。更重要的是：縮小了汽車總尺寸，也可減輕汽車的空車重量，從而提高汽車的重量利用率。

因此，汽車的布置是一項很重要的工作。汽車布置的好壞，在很大程度上，決定了車輛的技術經濟性能。汽車的布置要做到：在一定的載重量下保證較小的空車重量，和在一定的車廂尺寸下保證較小的汽車總尺寸；在總重量超過2500公斤的汽車上，更必須保證負荷在各軸間的合理分布。

國內常用貨車的裝載利用率

表 2

廠 牌	車 型	汽車總尺寸 (S×T)	車 廂 尺 寸 (S'×T')	裝載利用率
吉 斯	5	6060×2235	3085×2085	0.474
吉 斯	150	6720×2385	3540×2250	0.495
吉 斯	151	6930×2320	3565×2090	0.463
格 斯	51	5525×2200	2940×1990	0.481
璽 斯	200	7620×2650	4590×2480	0.554
瑪 斯	205	6065×2615	3000×2000	0.378
布 拉 格	RN, RND	6780×2200	3950×2050	0.541
斯 可 達	706R	8285×2500	5000×2350	0.569
太 脫 拉	111	8550×2500	5500×2350	0.605
却 貝 爾	D-350	6700×2260	3920×2100	0.543
星 牌	20	5810×2100	3600×2000	0.590
依 發	H3A	6713×2386	3600×2200	0.538
道 奇	T-234	265 $\frac{3}{4}$ ×88	148×84	0.532
奇 姆 西	CCKW-353	256×88	144×80	0.511
司 蒂 培 克	US6, US6×4	265 $\frac{1}{2}$ ×88	144×80	0.493
萬 國	M-5H-6	276×94	144×86	0.477
大 蒙 天	968	268 $\frac{1}{2}$ ×96	120×88	0.410
福 威 德	SU-COE	254×96	168×88	0.606

三、軸間的負荷分布

在水平道路上，汽車靜負荷時前後軸的負荷分布，是決定在汽車滿載後的重心位置，即重心離開前軸和後軸的距離（圖3），根據力的平衡條件，從圖3可求得：

$$\text{前軸負荷} = \frac{\text{後距} \times \text{總重量}}{\text{軸距}}$$

$$\text{後軸負荷} = \frac{\text{前距} \times \text{總重量}}{\text{軸距}}$$

可見，重心离开前軸愈近（后距愈長），前軸的負荷愈大；反之，重心离开后軸愈近（前距愈長），后軸的負荷就愈大。

在橫向平面內（圖 3 右），假定重心离开左輪和右輪的距离相等，各軸左右車輪的負荷也就相等，各等于輪軸負荷的一半。即：

$$\text{前輪負荷} = \frac{\text{后距} \times \text{总重量}}{2 \times \text{軸距}}$$

$$\text{后輪負荷} = \frac{\text{前距} \times \text{总重量}}{2 \times \text{軸距}}$$

当汽車負載运动时，前后左右各輪的負荷，將受着驅動力矩在車輪間的分配、轉向或坡度的数值、运动的速度、以及加速或制動等等的影響，产生負荷的重新分布；使某些車輪的負荷减少，和某些車輪的負荷增加。負荷的重新分布发生在前后和左右車輪之間；負荷轉移的数值是隨着汽車重心的位置以及使用的条件和性質而不同的。

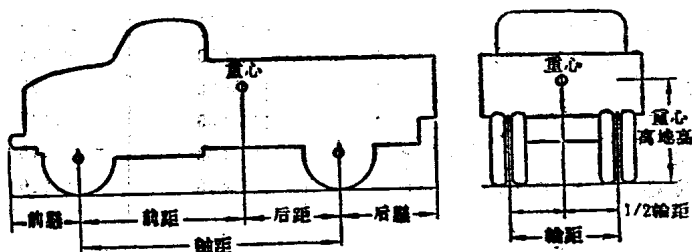


圖 3

汽車重心位置

汽車重心在前后軸間的位置，一般可采用地磅上过磅的办法求得。先把汽車停在地磅上，秤出汽車总重量。然后仅把汽車的前輪或后輪停在地磅上，分別秤出前軸和后軸的負荷。在过磅时，汽車要严格地保持在水平位置上。秤出的汽車总重量，与秤出的前后軸負荷总和相比較，兩者相差应不超过 1%。

根据秤出的汽車总重量、前軸負荷和后軸負荷，就可算出汽車重心离前軸和后軸的距离。

$$\text{前距} = \frac{\text{后軸負荷}}{\text{总重量}} \times \text{軸距}$$

$$\text{后距} = \frac{\text{前軸負荷}}{\text{总重量}} \times \text{軸距}$$

决定重心的高度，是把前輪或后輪擡高，如图 4 所示，从地磅上秤

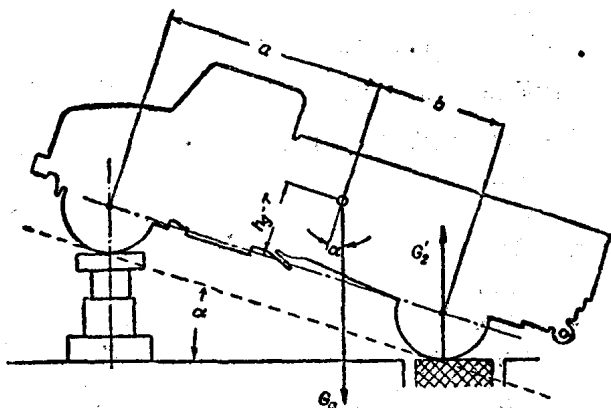


圖 4

出后軸或前軸在傾斜時的負荷。過磅時需將懸掛彈簧夾住，不使汽車傾斜時發生車架及車廂對輪軸的相對位移，因而促成重心位置的變動。擡起前輪或后輪時，不使傾斜角 α 超過 $10 \sim 15$ 度。儘可能充足輪胎氣壓，減少輪胎變形所引起的差誤；不然可把輪胎拆去，在輪轆（鋼圈）下填上木塊再秤。從圖 4 就所有的力對前軸軸綫的平衡，可求得重心離地高①（注見 14 頁）：

$$\text{重心離地高} = \left(\frac{\text{后軸在傾斜時的負荷}}{\text{后軸負荷}} - 1 \right) \times \text{前距} \times \cot \alpha + \text{輪胎靜力半徑}$$

同樣可從汽車傾斜時所秤出的前軸負荷，求得重心離地高。兩次算出的重心離地高，在理論上講應該完全相同。

現代汽車的重心離地高在下列範圍內變化

輕便汽車：空車時	0.55~0.75 公尺
滿載時	0.60~0.80 公尺

貨 車：空車時	0.70~0.90 公尺
滿載時	0.90~1.10 公尺

前后軸間的負荷轉移

产生前后軸間負荷轉移的因素有四：

① 參閱圖 4：設 G_a = 汽車總重量

G'_2 = 后軸在傾斜時的負荷

G_2 = 后軸負荷（汽車在水平位置）

a = 前距

b = 后距

h_g = 重心離地高

r = 輪胎靜力半徑

α = 傾斜角

從圖 4 就所有的力對前軸軸線的平衡得：

$$G'_2(a+b)\cos\alpha = G_a[a\cos\alpha + (h_g - r)\sin\alpha]$$

已知 $G_a = G_2 \times \frac{a+b}{a}$

代入 $G'_2(a+b)\cos\alpha = G_2 \frac{a+b}{a} [a\cos\alpha + (h_g - r)\sin\alpha]$

$$\frac{G'_2 a \cos\alpha}{G_2} = a \cos\alpha + (h_g - r) \sin\alpha$$

$$\left(\frac{G'_2}{G_2} - 1 \right) a \cos\alpha = (h_g - r) \sin\alpha$$

$$\left(\frac{G'_2}{G_2} - 1 \right) a \cot\alpha = h_g - r$$

所以 $h_g = \left(\frac{G'_2}{G_2} - 1 \right) a \cot\alpha + r$

第一、加速的影响：汽車加速时，产生一个和运动方向相反的慣性力，作用在重心的地方（图 5），使前軸負荷的一部分轉移到后軸上去。

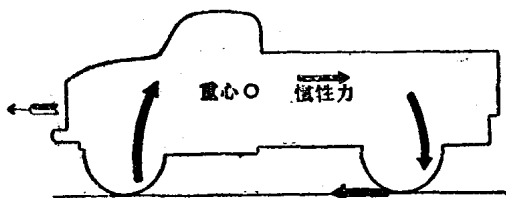


圖 5

第二、制动的影响：汽車制动时，路面上所产生的制动力，要使后軸負荷的一部分轉移到前軸上去（图 6）。

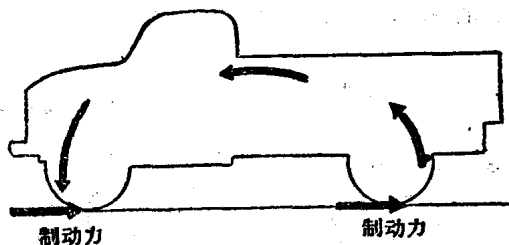


圖 6

第三、上下坡的影响：上坡的情况（图 7）和加速的影响（图 5）

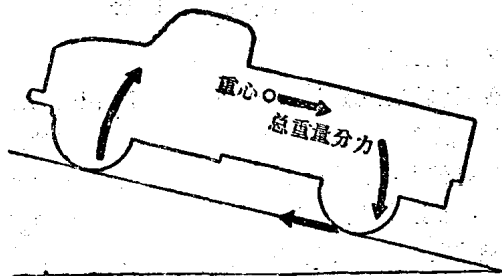


圖 7