

基
藏
265597

汽车的钢板弹簧

И. Г. 帕尔希洛符斯基 著

甯 开 平 译



1
14

人 民 交 通 出 版 社



統一書号: 15044·4286

定价(10): 1.30元

汽车的钢板弹簧

И. Г. 帕尔希洛符斯基 著

蒋 开 平 译

人民交通出版社

內 容 簡 介

本書概述了汽車鋼板彈簧的結構，並探討了鋼板彈簧懸挂的理論基礎及其計算方法。鋼板彈簧的計算方法考慮了它在汽車懸挂中的工作特點，以及滿足各項使用上的要求：汽車行駛平穩性、操縱性、穩定性、平均技術速度和使用壽命。書中也提供了對於鋼板彈簧鋼材的各項要求，並從現代的觀點敘述了鋼板彈簧疲勞損壞的原因，以及提高鋼板彈簧使用壽命的方法。

本書供汽車製造廠工程技術人員，以及汽車與汽車公路學院的教師和大學學生閱讀。

汽 車 的 鋼 板 彈 簧

И Г ПАРХИЛОВСКИЙ
Канд. техн. наук

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЛИСТОВЫЕ РЕССОРЫ КОНСТРУКЦИЯ, ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1954

本書根據蘇聯機械製造出版社1954年莫斯科俄文版本譯出

甯 开 平 譯

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證出字第〇〇六號

新 華 書 店 發 行

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 廠 印 刷

1959年12月北京第一版 1959年12月北京第一次印刷

開本：850×1168_{毫米} 印張：7_張

全書：260,000 字 印數：1—2,000 冊

統一書號：15044·4286

定價(10)：1.30元

目 录

前 言	3
序 言	4
鋼板彈簧懸挂、鋼板彈簧及其元件的結構	
第一章 汽車鋼板彈簧懸挂主要結構的概述	6
用途和分類	6
相關懸挂	7
獨立懸挂	11
可變剛性的懸挂	14
第二章 鋼板彈簧懸挂的組合件	16
鋼板彈簧固定的組合件	16
鋼板彈簧元件的結構	21
鋼板彈簧懸挂的理論基礎	
第三章 具有線性特性懸挂的汽車的行駛平穩性	27
懸挂特性	27
汽車行駛平穩性的准則	28
摩擦對懸挂特性和汽車行駛平穩性的影響	58
懸挂容量及其與汽車行駛平穩性的關係	63
汽車懸挂必需動容量的決定	67
第四章 非線性特性懸挂的汽車行駛平穩性	70
非線性特性的懸挂及其優點	70
鋼板彈簧裝置方法對懸挂特性的影響	71
非線性特性懸挂的例子	77
自然振動頻率不變的懸挂	84
非線性特性懸挂的汽車車身的振動	86
懸挂的非線性特性及動容量	97
第五章 汽車的操縱性和穩定性	99
確定與鋼板彈簧運動有關的點的軌跡	99
懸挂的運動系統和結構參數對汽車操縱性的影響	105

悬挂的运动系统和结构参数对汽车稳定性的影响	111
鋼板彈簧的計算	
第六章 鋼板彈簧計算的基本原理和先决条件	123
在汽车运行条件下作用于鋼板彈簧上的負荷	123
交变应力对鋼板彈簧强度影响的因素	126
彈簧鋼的化学成分和机械性能	129
选择容許应力的基本原理	132
第七章 單片鋼板彈簧的計算	134
矩形鋼板彈簧	134
三角形和拋物綫形鋼板彈簧	137
梯形鋼板彈簧	140
公式汇集	144
第八章 多片鋼板彈簧的計算	146
等应力(理想的)多片鋼板彈簧及其計算	146
实际鋼板彈簧形状与等应力鋼板彈簧形状的偏差	148
鋼板彈簧一般規格的計算	149
鋼板彈簧叶片的計算	173
第九章 特殊结构的鋼板彈簧之計算。鋼板彈簧計算的特殊情况	203
根据悬挂结构和汽车行駛条件	
确定作用于鋼板彈簧上的力	209
特殊结构的鋼板彈簧之計算	213
鋼板彈簧的不对称对悬挂角剛性的影响	217
鋼板彈簧主叶片的扭应力的計算	219
第十章 提高鋼板彈簧使用寿命的途径	220
噴丸处理	220
塑性压缩	228
叶片之間的衬垫	230
鋼板彈簧的特殊截面形状	234
潤滑剂, 保护层和套子	239
附录	243
参考文献	

前 言

汽車懸掛彈性元件的第一種型式就是鋼板彈簧。儘管現在有其他型式的彈性元件——螺旋彈簧，扭力杆，充以壓縮空氣的氣袋等等，目前鋼板彈簧仍是最廣泛使用的懸掛彈性元件。這是因為它的結構簡單，修理方便，而且不需附加任何杠杆或連杆，不但能將垂直力，還能將側向力，縱向力及其力矩從車輪傳遞到車身。

由於現代汽車的行駛平均技術速度不斷在提高，對鋼板彈簧和整個懸掛的要求也大大提高了。

特別應該指出，提高鋼板彈簧使用壽命，現在是更加必要了。

經驗證明，在許多情況下，現代汽車鋼板彈簧的使用壽命比其他零件的使用壽命和汽車工作的總時間要低若干倍。

現代載貨汽車的鋼板彈簧的重量約占汽車自重的 6~8%。因此，即使在鋼板彈簧使用壽命提高不多的情況下，也可以節約大量的彈簧鋼。

近年來蘇聯汽車工業創造了一系列的新結構的汽車：格斯-51、格斯-19、“勝利”M-20、吉姆、吉斯-110等等，這些汽車的鋼板彈簧懸掛與戰前的鋼板彈簧懸掛大有區別，保證着極高的使用質量。

蘇聯的學者和專家們在懸掛理論和鋼板彈簧計算方面完成了一系列的工作。但由於缺乏總結現有經驗的材料，要創造能完全滿足我們的國民經濟進一步發展需要的現代汽車還是困難的。

在本著作中作了一些努力，使有關於汽車懸掛鋼板彈簧的理論、計算和設計的基本問題系統化起來。總結了祖國汽車工業在制訂鋼板彈簧懸掛的新結構方面的經驗，也利用了蘇聯學者在這一領域內的理論研究的成果。

如在任何新的領域內一樣，很自然的，許多問題由於研究少而未得到反映（與鋼板彈簧懸掛的振動有關的汽車穩定性和操縱性，鋼板彈簧疲勞性能的計算等等）。在解決所提出的問題時，作者力求最大限度地使便於直接設計時有可能利用實踐中理論研究的重要成果。因此最重要的論述都是用數字例子來加以說明的。

在本書中指出了汽車懸掛鋼板彈簧的計算和設計的方法，其中的許多材料，也可以應用於其他用途（掛車、拖拉機等等）的鋼板彈簧的計算和設計。

序 言

目前，汽車懸掛鋼板彈簧的計算與設計，往往仍與機車、車輛等之懸掛鋼板彈簧的計算和設計沒有區別。過去當汽車速度不大時，這種做法是正確的，但現在却不能適應汽車運輸業發展的需要了。

現代汽車行駛的平均技術速度很高，路面的不平整度較大（與有軌道路比較），在很大程度上使汽車行駛平穩性的問題和解決鋼板彈簧強度及使用壽命問題變得複雜起來了。

此外，鋼板彈簧懸掛的運動系統和結構參數與汽車主要的使用-技術質量指標，如穩定性、操縱性、行駛平均技術速度等等之間的关系也已經極為明確地顯示出來。

因此在設計汽車懸掛鋼板彈簧時，決不能限於鋼板彈簧強度的計算。還必須考慮鋼板彈簧懸掛的參數，其結構和汽車使用-技術質量之間的关系，以及考慮汽車結構對於懸掛和鋼板彈簧參數的限制。

為此本書除了敘述鋼板彈簧的計算之外，還包括鋼板彈簧懸掛的基本結構，它的組合件和懸掛理論基礎的敘述。

大家都知道，汽車的許多使用質量都與懸掛有關，但在本著作中僅研究行駛平穩性問題（具有綫性和非綫性彈性特征的懸掛），以及懸掛對於汽車操縱性和穩定性的影響。

當研究行駛平穩性問題時，沒有考慮避震器和非彈簧支承質量的影響，這在羅簡別爾格（Р.В.Ротенберг）的書[31]中有詳細的敘述。

本書考慮到結合實用，故在論述過程中的許多情況下都省去了數學方面的描演。

儘管在鋼板彈簧的計算方面已有大量的著作，且已有很大的成就，但決不能認為這個問題已經解決了。相反，在今後的年代中它還將更迫切地需要加以研究。

經驗證明，汽車鋼板彈簧在許多情況下都是由於疲勞而先期損壞，而現在仍然沒有根據疲勞來作鋼板彈簧的計算。要這樣作，一方面需要有更準確的方法來計算每一片中的真實應力，另一方面還必須知道各種類型汽車的鋼板

彈簧在使用過程中所承受的負荷規准^①。

即使每一叶片中的應力能夠測得足夠精確，但在現時關於各種類型汽車中鋼板彈簧負荷規准的資料也還沒有。

然而研究對其他零件在交變應力下的強度理論，指出了這個理論的主要結論也可應用於鋼板彈簧的設計。實踐證明，應用交變應力下的強度理論基礎來計算鋼板彈簧是可以保證汽車懸挂之高度使用質量的。

有鑑于此，在本書中較多地注意了求鋼板彈簧單獨叶片中實際應力的問題和在交變應力下的理論強度的問題。特別研究了具有巨大實際意義的增長鋼板彈簧使用壽命的问题。這一問題不僅決定於鋼板彈簧的正確計算，而且決定於鋼板彈簧的結構、鋼板彈簧叶片的截面形狀和生產工藝。論述了關於防止鋼板彈簧疲勞損壞原因的新觀點。

鋼板彈簧的計算，基本上是这样論述的，它是根據以高爾基汽車工廠設計試制處在汽車鋼板彈簧的設計和試驗方面所積累起來的經驗為依據的。這個計算的特點之一是它不分理論的計算和實際的計算，而只分近似的計算方法和較精確的計算方法，這些方法可以根據需要同樣地加以應用。

這個計算方法的另一特點是對鋼板彈簧的每一叶片作單獨的考慮，將計算的結果列成相應的表。

經驗證明，在某些情況下應用較精確的計算方法雖然要花較多的時間，但完全是必要的。在這種情況下，就沒有必要進行實驗求修正，這將會延長設計過程，而且也不會保證質量優良的鋼板彈簧的製造。

① 負荷規准——在汽車使用過程中負荷變化的總的情況（變化的大小和時間）。

鋼板彈簧懸挂、鋼板彈簧及其元件的結構

第一章 汽車鋼板彈簧懸挂

主要結構的概述

用途和分類

懸挂是指將汽車車輪與汽車車身（彈簧支承的質量）聯繫起來的全部零件的組合。

懸挂的零件，按用途分為導向裝置，彈性元件和避震裝置。

導向裝置確定軸心（車輪）在移動時的運動。根據導向裝置結構的不同，可使鋼板彈簧免予承受全部或一部分由車輪傳遞到汽車車架或車身的附加負荷。

彈性元件——鋼板彈簧——減弱由車輪傳遞到車身的震動。它將車輪在路面不平處行駛時所引起的急促的硬性震動轉變為車身的緩慢而延續的振動，從而防止震動的破壞作用。

由於懸挂中的摩擦和避震裝置——避震器——中的阻力，緩沖了汽車車身和車輪的振動，同時振動的機械能就轉變為熱能。

根據汽車的用途及其懸挂結構之不同，懸挂的組成元件可以按各種不同的方式組合起來。在有些情況下，懸挂所有三種元件的功用可由鋼板彈簧同時來承擔（格斯-51型汽車的後懸挂）。在另一些情況下，懸挂的三種元件的功用可以部份地或全部地分開來（“勝利”M-20型汽車的前懸挂）。

根據運動系統的不同，所有實際採用的鋼板彈簧懸挂可分為相關懸挂和獨立懸挂。

相關懸挂——橋上的兩個車輪裝置在一根剛性軸上，故由路面不平所引起的某一個車輪（例如右輪）的變動將傳遞到另一個車輪（左輪）上。

獨立懸挂——橋上的每一個車輪獨立地驅動與另一車輪無關。

不管在相關懸挂或獨立懸挂中，導向裝置都可以按各種不同的方式實現，因此鋼板彈簧可能按各種不同的方式承受懸挂中的負荷。

悬挂（相关的和独立的）按其特性可分为具有不变刚性的悬挂和具有可变刚性的悬挂。

按位置可分为前悬挂和后悬挂。

相 关 悬 挂

这一类悬挂最流行的型式是具有纵置半椭圆式钢板弹簧的悬挂。在载货汽车的前悬挂和后悬挂中，这种型式得到最广泛的应用。在轻便汽车中，独立悬挂广泛地应用作前悬挂，纵置半椭圆式钢板弹簧的相关悬挂则用作后悬挂。横置钢板弹簧的相关悬挂颇为少见。

许多轻便汽车和中小型的载货汽车中，由钢板弹簧本身来承担导向装置之功用的悬挂应用得较多。这种悬挂中，钢板弹簧除了承受垂直负荷之外，还要承受一切附加负荷（侧向，纵向和扭转负荷）。

图1所示为现代中级轻便汽车纵置半椭圆式钢板弹簧后悬挂的典型结构。前弯耳固定在简单铰链上，而后弯耳则固定在摆动的吊耳上。

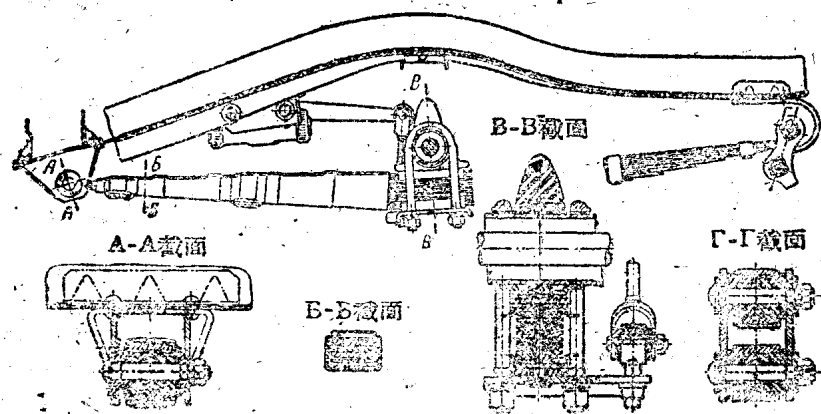


图1 轻便汽车纵置半椭圆式钢板弹簧后悬挂（胜利 M-20型汽车）

当这样固定时，推力是通过钢板弹簧来传递的，而且钢板弹簧又承受着由车轮传递到车架的一切其他负荷。

图2所示为现代中级载货汽车上同一类型的前悬挂的结构。钢板弹簧的固定与前面所述没有任何区别。

导向装置的功效由四分之一钢板弹簧来承担的悬挂示于图3。这种悬挂使轴距较大而车架短的汽车有可能采用。

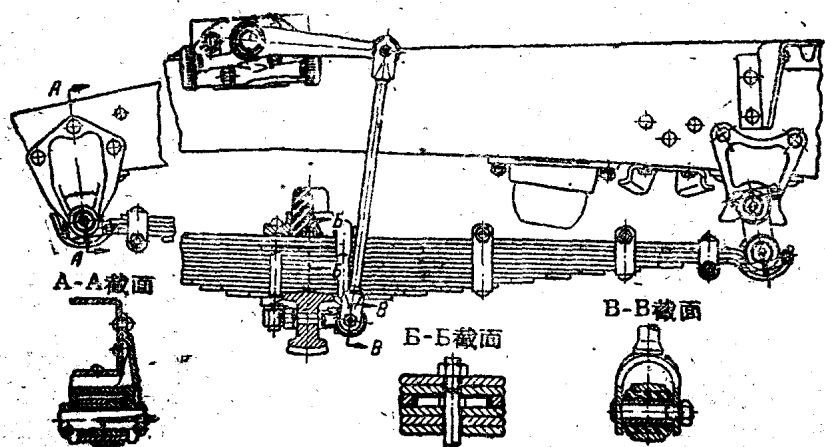


图2 载货汽车纵置半椭圆式钢板弹簧的前悬挂(格斯-51型汽车)

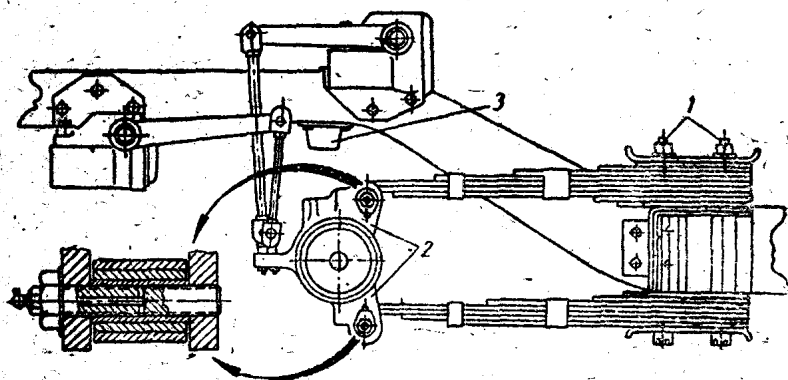


图3 四分之一钢板弹簧的前悬挂(格斯-67B型汽车)

钢板弹簧后端的全部叶片用骑马螺栓1刚性地固定在车架的箱形托架上,前端与桥壳上的支架2连接。橡皮缓冲块3减弱强力震动时的撞击。

在某些情况下,当钢板弹簧必须免除纵向力和力矩的负荷时,则采用适当结构的导向装置。图4所示为具有纵置半椭圆式钢板弹簧的后悬挂的结构。其中推力和制动力及其力矩由扭力管来承受。每一钢板弹簧悬挂在两个受拉力的倒置吊耳上。使钢板弹簧免除负荷的另一方法如图5所示。在这一情况下,每一半椭圆式钢板弹簧在两处悬臂式地固定在车架上:中部固定在不动铰链上,前端固定在吊耳上。钢板弹簧的后端与在半轴套管上摆动的支座

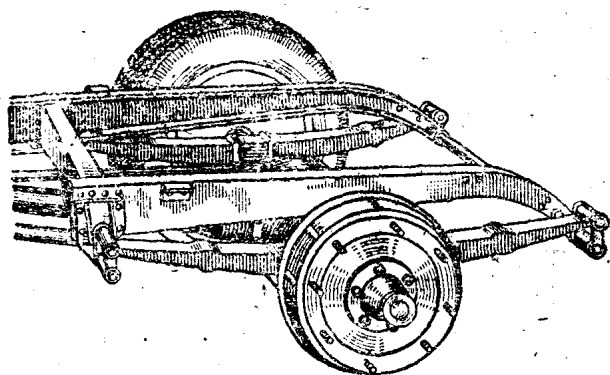


图4 有摆动吊耳的縱置半橢圓式鋼板彈簧的后懸挂

連接。应用悬臂式鋼板彈簧的优点是悬挂具有較大的柔軟性，和汽車軸距相当大时可能采用較短的車架。

图6所示为橫置鋼板彈簧的前懸挂。鋼板彈簧中部用騎馬螺栓固定在車架橫梁上。悬挂的橫置鋼板彈簧在汽車的縱向平面內沒有剛性，因而鋼板彈簧的每一端借吊耳与縱向叉杆的鼻端連接，叉杆承受着推力和制动力矩。車輪所得到的全部側向撞击由鋼板彈簧弯耳来承受。如果悬挂是柔性的，則只有在有回彈行程限制器时它才能正确地工作，因为在柔性悬挂中，从側向撞击而来到弯耳上的負荷很快就会引起鋼板彈簧的破坏。

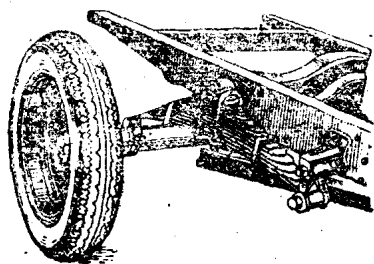


图5 懸臂式固定縱置半橢圓式鋼板彈簧的后懸挂（懸臂式鋼板彈簧，格斯-MM型汽車）

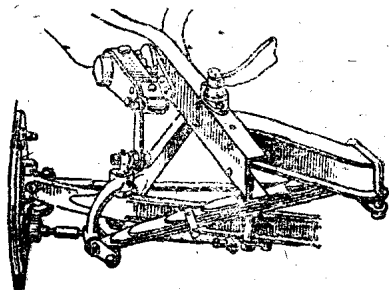


图6 橫置鋼板彈簧的前懸挂
(格斯-A型汽車)

在大型的載貨汽車中，公共汽車中，和在高越野能力的汽車中，通常要采用适当結構的悬挂导向裝置，以免除鋼板彈簧的一切附加力（推力，制動力，側

向力和它們的力矩)的負荷,这是必要的。因为由于驅動桥上鋼板彈簧支承和非鋼板彈簧支承部分的巨大重量在制動時或在車輪遇障礙而沖擊時可能產生強力撞擊或車橋的彎曲,以致引起鋼板彈簧主葉片的損壞。圖7所列為三軸汽車上這種懸挂的一般形式。每一根橋由兩根扭力杆1和7與車架5的支架3鉸鏈地連接起來,形成平行四邊形形式的杠杆懸挂(平衡懸挂)。鋼板彈簧2用騎馬螺栓4固定于車架特設橫梁端部的擺動衬套6上;鋼板彈簧的平面端部在橋上托架的導槽中滑動。

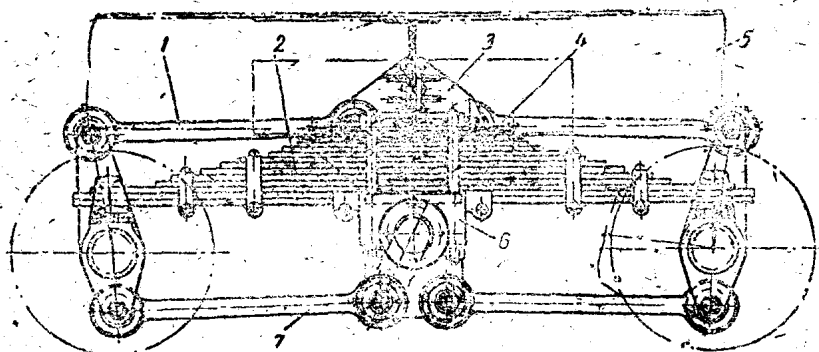


圖7 三軸汽車有扭力杆的后橋懸挂(吉斯-151型汽車)

平衡懸挂在三軸汽車中得到最廣泛的應用。這可以這樣來解釋,在三軸汽車中,后橋和中橋的懸挂應容許其在垂直平面內自由移動,並可能有相對彎曲,以保證在道路較為不平時車輪與路面的接觸;同時傳到車輪上的垂直負荷不致變動很大。

圖8所示為应用于三軸汽車上的平衡懸挂的結構。由于汽車載重量不

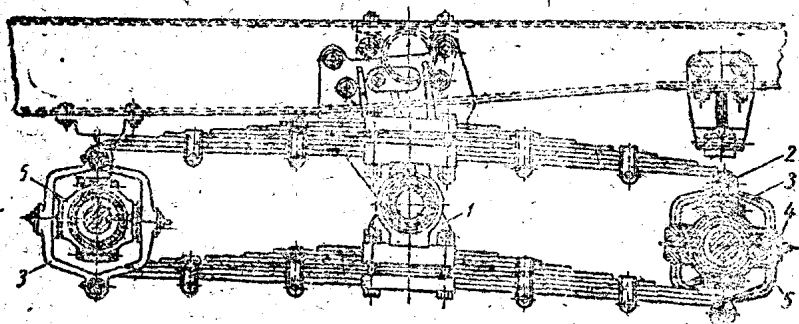


圖8 三軸汽車后軸臥置半橢圓式鋼板彈簧的平衡懸挂(格斯-AAA型汽車)

大，故推力由鋼板彈簧來傳遞。在這個結構中，兩根橋都以每一面懸掛在兩只半橢圓式鋼板彈簧上，鋼板彈簧則固定于可在車架的管狀橫梁上自由擺動的平衡架1上。鋼板彈簧端部與兩根橋的半軸套管鉸鏈式地連接，是用鋼板彈簧銷2與夾架3連接的。夾架則由銷子4與夾子5連接。夾子是用螺栓上緊的兩半所構成，而且裝在青銅襯瓦上，衬瓦可在半軸套管上轉動。由於這樣的連接，故在不平道路上行駛時，橋就能獨立地驅動。推力通過鋼板彈簧從橋傳遞到汽車車架上，而橋上的反作用力矩則由每一橋與車架聯繫起來的專用拉杆（圖8上未表示出）承受。

獨立懸挂

剛性輔助的鋼板彈簧懸挂有一系列的缺點，特別是當汽車以高速沿不平道路行駛時非常顯著。應用獨立懸挂可以大大減輕這些缺點。獨立懸挂在各類輕便汽車中，特別是操縱輪由鋼板彈簧來支承的情況下，得到了廣泛的應用。

與相關懸挂比較，獨立懸挂有如下的主要優點：

1) 改進了車輪與道路表面的接觸，顯示了使車輪的運動有可能更好地與轉向操縱的運動結合起來，這就有可能避免引起操縱輪的振動和保證了汽車以較高的速度穩定行駛。

2) 在採用較小的彈性元件時，選擇對人體器官最舒適的振動頻率的方法，可以保證汽車行駛的高度平穩性。

3) 非彈簧支承質量比在相關懸挂中為少。這對驅動軸來說特別合理，因為動力傳遞零件（傳動軸，差速器）在採用獨立懸挂時是剛性地固定在車架上的。由於這種彈簧支承和非彈簧支承重量比率的变化，就減低了車輪因道路不平而沖擊時車身振動的加速度，這也可以改進汽車行駛的平穩性。

現在中級和高級汽車的獨立鋼板彈簧懸挂中，得到最廣泛應用的是具有橫置導向裝置杠杆和鋼板彈簧的懸挂。適當選擇杠杆的長度及其傾角，可以使輪嚮的变化不顯著而傾角的变化也將在容許範圍內。

在小容量汽車中，主要是採用重迭安裝的兩付橫置半橢圓式鋼板彈簧。（圖9）。鋼板彈簧用螺栓固定於車架的支架上。這種懸挂只有輪嚮在变化。支柱與鋼板彈簧端部之間是鉸鏈連接的。

在這種懸挂中，所有附加力都由鋼板彈簧來承受。

這種懸挂的優點是結構簡單、耐久、很柔軟和製造成本低。此外這種懸挂只有很少幾個鉸鏈。

懸挂的主要缺點是鋼板彈簧的橫向剛性小，不能保證車輪在道路上的充

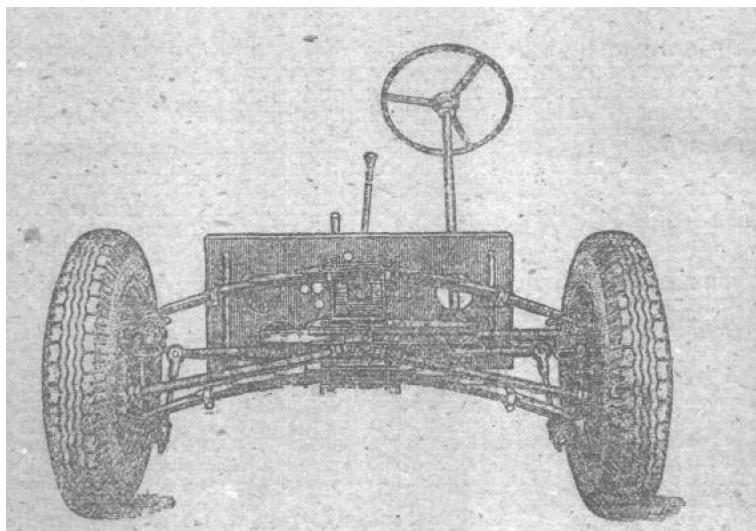


图9 小容量汽車的两付橫置半橢圓式鋼板彈簧的独立前懸挂

分接触。因此橫置半橢圓式鋼板彈簧的独立悬挂不适用于高速度的汽車。此外这种悬挂使汽車的总布置复杂化，因为发动机不能放在軸的上面。

图10上是作为例子表示应用于中級汽車的不承受一切附加負荷的橫置，

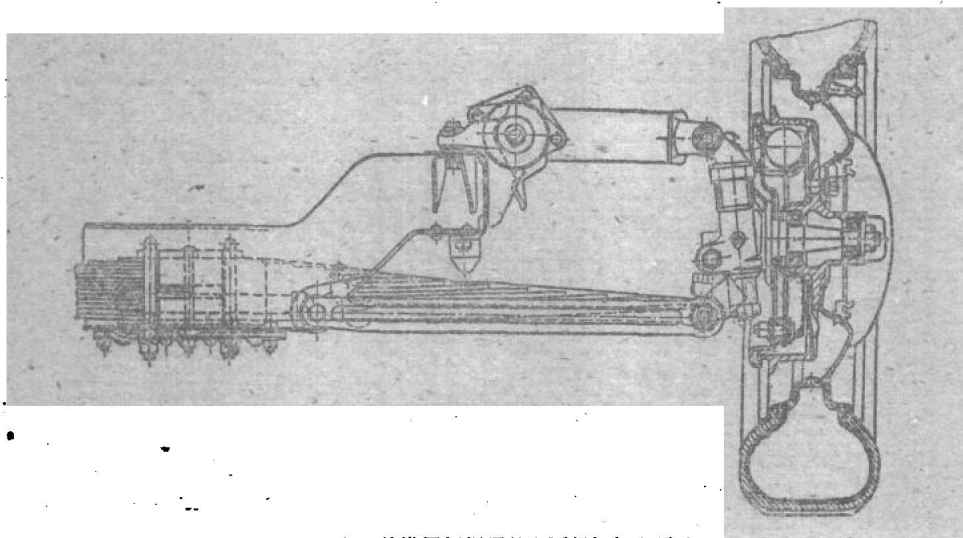


图10 具有一付橫置鋼板彈簧和两根杠杆以緩冲鋼板彈簧承受一切附加負荷的独立前懸挂

鋼板彈簧獨立前懸挂 懸挂有兩根杠杆：上面短的一根同時又是避震器拉杆，下面的一根相當長。在這種懸挂中，一切附加負荷都由杠杆承受。

在具有橫置杠杆的獨立後懸挂中（有分裂軸的懸挂）照例有一擺動半軸。車輪擺動軸心與汽車縱向對稱軸有一定距離。當這種懸挂振動時，車輪傾角和汽車輪轍變化都很大。

具有分裂軸的懸挂在橫向平面內有較大的剛性。在汽車轉向時，這種懸

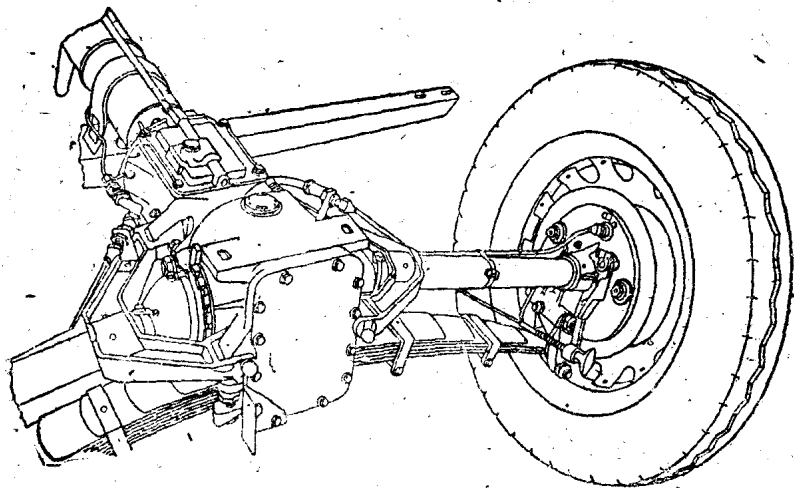


图11 小容量汽车有摆动半轴的独立后悬挂

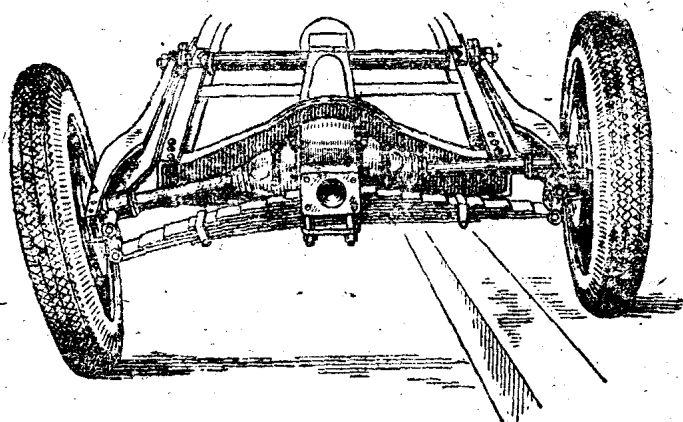


图12 具有摆动半轴和扭力杆的独立后悬挂