

汽車活葉學習材料

前輪定位

張盛林編

14

人民交通出版社出版

第11卷

前 輪 定 位

張 威 林 編 人民交通出版社出版

北京宣武門外和平里

新華書店發行 中國科學公司印刷

一九五五年八月上海第一版第一次印刷 1—1600 冊
開本：787×1092 1/32 15000 字 印張：5/8

定價(8)：一角三分

上海書刊出版業營業許可證出字第05號

一 前輪的受力情況

垂直荷重

汽車的重量，包括自重和載重，經過大樑和鋼板彈簧，傳到前軸和後軸。前軸上的重量，再通過轉向節傳給輪胎。最後由輪胎傳到地面。

對於獨立懸掛的車輛，雖然前軸的構造有所不同，但是重量傳遞的路線，也是相似的。

輪胎所承受的重量向下壓在地面上；地面也有一個相等的力（或稱反作用力），向上支撐着輪胎。例如說，輪胎下壓的重量是一噸，那末地面向上頂的力同樣是一噸。怎樣證明這個說法呢？那祇要我們想一想，假如地面沒有這個力，輪胎向下壓，汽車就要落下去，如掉入水裏一樣。現在所以沒有落下去，就是因為地面有一個與汽車重量同樣大的力向上頂着它的緣故，見圖 1。

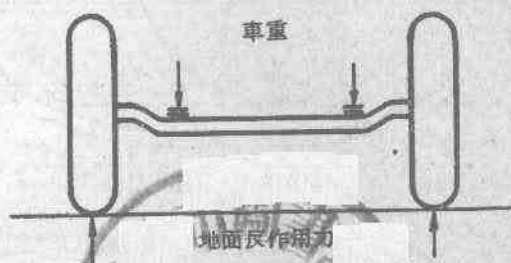


圖 1 前輪的荷重

以上是汽車在靜止時的情況。

滾動阻力

汽車在運動中，前輪受力的情況就比較複雜了。這裏祇把在解釋前輪定位時常常提到的一些外力，簡單地說一說。

汽車在行駛中，可能會遇到五種阻力，其中的滾動阻力，在任何情況下，總是存在的。滾動阻力，是指汽車在平路上以等速度行

駛並不計風力及空氣阻力的影響，所必須克服的阻力。近似地說來，如果有一輛總重為 10 噸的汽車，用 150 公斤的力，就可以推着它在平地上等速前進。那末這 150 公斤的力，就是這輛汽車的滾動阻力。

滾動阻力水平地作用在地面和輪胎之間，和車輛前進的方向相反，參看圖 4。

離心力

任何物體在沿着曲線運動的時候，都會產生離心力。離心力的方向，是離開曲線的曲率中心而向外作用的。如果用一條繩子繫着一件物體，再用力揮動使物體繞着中心（人站立的地方）作圓周運動。在這個物體上就產生了離心力，使它有遠離中心飛跑的傾向。



圖 2 離心力

它的所以沒有飛跑，正是因為有繩子拉着的緣故。如果繩子一斷，那末由於離心力的作用，物體就向外飛跑了，見圖 2。

汽車在彎道上行駛，同樣也產生離心力，它的所以沒有離開彎道曲率中心向外飛走，是因為在地面上有一個大小相等方向相反的橫向反作用力，阻止它向外滑溜。見圖 3。

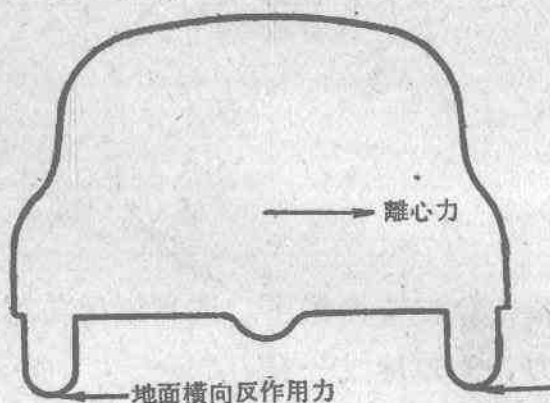


圖 3 左轉行駛時離心力和地面橫向反作用力的方向

汽車在制動時，前輪所受外力的方向，和滾動阻力相同，也是向後的。但是阻力的數值，要比滾動阻力大得多。因為在制動時，輪胎不再滾動

而是向前拖動了。

二 前輪定位的分析

前輪定位就是指：轉向節主銷的後傾，轉向節主銷的內傾，前輪的外傾，和前輪的前束。

轉向節主銷的後傾

祇要我們注意一下，就可以發現，轉向節主銷的裝合位置，並不是和地面垂直的，其上端是向車後傾斜的。如圖 4 所示，通過前輪中心的垂直線 ob ，與轉向節主銷的中心線 oa 相交成一個角度。這個角度，就被叫做轉向節主銷的後傾角，或簡稱後傾。

後傾的作用，在增加汽車行駛時的穩定性，使前輪遇有偏轉或在彎道行駛時，有自動回復到中央位置（車輛向直前行駛時的前輪位置）的可能。

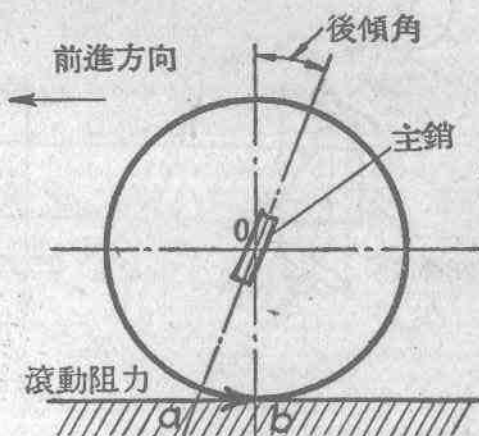


圖 4 主銷的後傾

每一位駕駛員，一定有這樣的經驗：當車輛轉彎時，如果把方向盤略略放鬆，就能感覺到它在自動地回復到原位，使車輛不再繼續轉彎。

在自行車上，有更大的後傾。因此，對於熟練的騎乘者，即使兩手都離開把柄，仍有向前直駛的可能。

後傾所以能產生穩定的作用，可以用下面的例子來說明。

大家一定很熟悉風標的原理。風標的尾巴是很大的，它轉動時所圍繞的軸，在尾巴的前端。因此作用在整個風標上的風力中心，是在轉軸的後方，在風標偏向的時候，這個風力，對轉軸來說，構

成了一個力矩^①，迫使風標轉動，這樣風標的箭頭，就永遠指着風吹來的方向，見圖 5。這種力矩，使物體時時保持着一定的方向，



圖 5 風力作用在風標上的情況

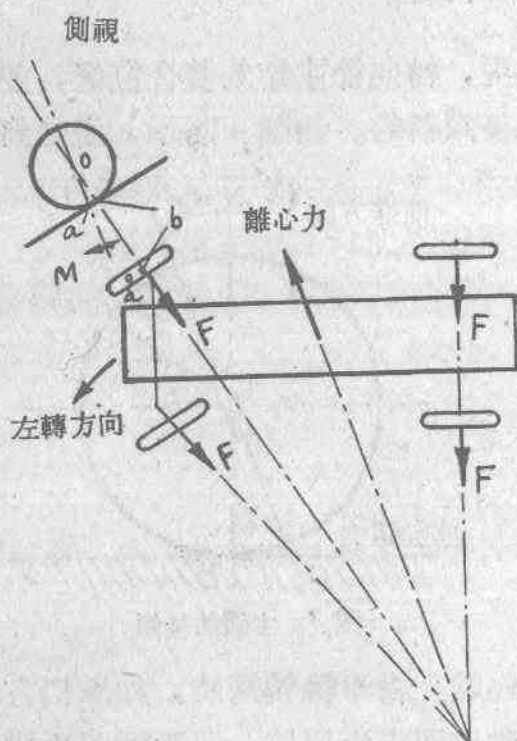


圖 6 橫向反作用力的穩定作用

因此，也被叫做“穩定力矩”。

前輪除了圍繞着車輪中心滾動以外，在轉向的時候，還要向左右偏轉。偏轉所圍繞着的軸，不是通過車輪中心的垂直線 ob ，而是轉向節主銷的中心線 oa 。這是一個重要的基本概念。

車輛在彎道行駛時的離心力，使前輪有自動轉正的傾向。

例如圖 6，在車輛向左轉時，離心力是向右的，而地面給輪胎的反作用力 F 是向左的。它的作用點，也在偏轉中心——即轉向節主銷中心線 oa 的後方。對偏轉中心來說，構成了一個力矩

① 一個物體在轉動時，一定有着它轉動所圍繞的中心。門繞着門樞轉動；車輪繞着輪軸轉動。凡是要使物體轉動，必須對它施一個力，並且這個力的作用點，必須與轉動中心保持着某一些距離。也就是說，要使物體轉動，必須對物體施加一個力矩，並不祇是一個單純的力。所謂力矩，就是力和距離的乘積。如果用公式來表示，就是：力矩 = 力 $\times$ 力臂。這個力臂，是指轉動中心到力的作用線的垂直距離。例如用一支 0.3 公尺長的扭力扳頭，在一端用 40 公斤的力去轉緊氣缸蓋螺絲。那末使螺絲緊固所用的力矩（也叫扭力矩）等於 12 公斤-公尺（即 $40 \times 0.3 = 12$ ）。公斤-公尺是常用的力矩單位。

M ，這個力矩，和風標的情況一樣，有使輪胎回復到中央位置的傾向。如果在這時，放鬆了方向盤，那就很明顯，這些作用在前輪上的橫向反作用力 F 推着前輪向右偏轉，使整個車輛，將不再繼續向左轉彎，而沿着直前的方向行駛了。

轉向節主銷的內傾

然後，讓我們站在車輛的前面再來望望轉向節主銷的位置吧。大家一定又能發現，它的左右方向也不是與地面垂直的，而是向內傾斜的，見圖 7。主銷向內傾斜的角度叫做內傾角，或簡稱內傾。

內傾的目的，在使主銷中心線與地面的交點 a ，接近輪胎和地面的接觸點 b 。這樣就縮短了輪胎偏轉時力矩的力臂，使轉向輕便。關於這個問題，在下一節談到前輪外傾的時候，再進一步來說明。

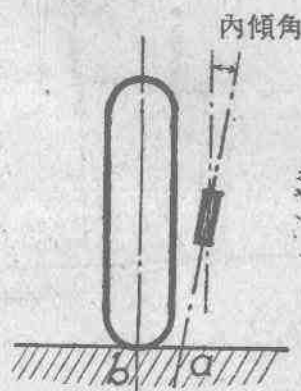


圖 7 主銷的內傾

主銷的內傾，除了使操縱輕便以外，和後傾一樣，還有着穩定的作用。

我們來作一個實驗，請你拿起一根小棒，在上面設法固定一根支桿。把小棒的下端，支在桌面上，與桌面略成傾斜，使支桿略成水平，如圖 8 左。用手拿着棒的上端，在原地慢慢地旋轉。這時，

你一定會發現，不論小棒向那一個方向轉動，支桿外端離桌面的高度在慢慢地降低。等到小棒轉過半圈以後，支桿外端達到了最低的地位，如圖 8 右。雖然小棒祇在原地轉了一個身，傾斜的角度並沒有改變，但是支桿外端離

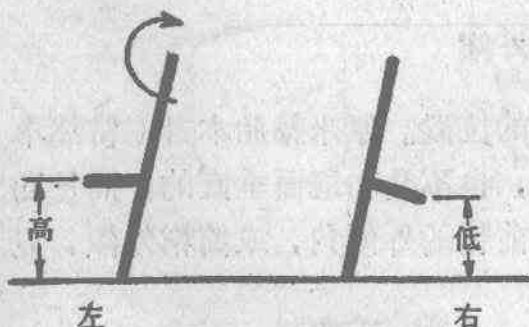


圖 8 一個簡單的實驗

桌面的高度，却由最高達到最低。

再回頭來看內傾的問題。把圖 8 的小棒比作轉向節主銷，支桿比作轉向節。在轉向節上裝置着前輪。主銷是向內傾斜的，與小棒的傾斜一樣。當轉向節繞着主銷向左或向右轉向的時候，輪胎就慢慢

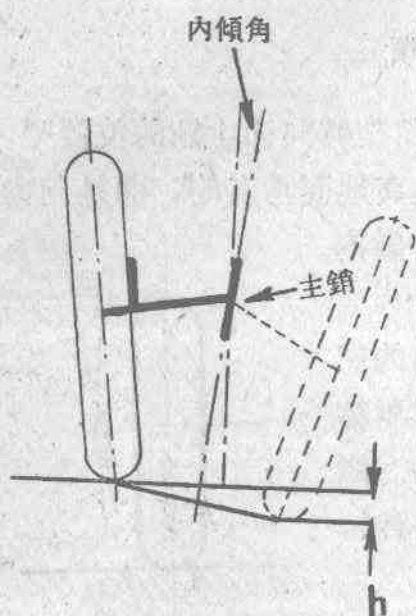


圖 9 車輪的偏轉使輪胎有下沉的傾向

慢向下移動，見圖 9。如果真能轉過 180 度的話，那末輪胎就能降低 h 這末多的距離。但是車輪是擱在地上的，事實上不會向下沉。因此，相對地，在轉向的時候，祇能迫使着主銷向上抬。也就是把整個前軸，或者說整個車輛的前端向上抬。可是這末重的車輛，是不容易抬高的。因此在轉向以後，祇要放鬆了方向盤，被抬高的重量，就必然會降下來（車輛的重心總是要處於最低的位置），使前輪自動回復到向前直駛的狀態。

由此可見，主銷的內傾，一方面由於縮短了抵抗力矩的力臂，減小了操縱的用力；但另一方面，又因為要抬高車輛的前部，使轉向費力。所以，汽車設計師們，曾考慮了各方面的因素，給各種不同的車輛，有着一定的內傾。保證了操縱輕便，同時也保證了行駛的穩定。

前輪的外傾

蹲在車輛的前面，再看看輪胎的位置。原來輪胎本身（當然車輪的位置與輪胎的位置是一致的），也不是和地面垂直的，而是向外傾斜的。向外傾斜的角度，叫做前輪的外傾角，或簡稱外傾，見圖 10。

前輪外傾和主銷內傾合作，使輪胎和地面的接觸點，更接近主

銷中心線和地面的交點。參看圖 7 上的 a 點和 b 點愈靠愈近了。這有什麼好處呢？

前面已經說過了，前輪偏轉時所圍繞的軸，不是通過車輪中心的垂直線，而是通過轉向節主銷的中心線。在轉向時，地面阻力對主銷中心而言，構成了一個力矩。它的大小，就等於地面給輪胎的阻力（力）和輪胎及主銷中心線與地面的

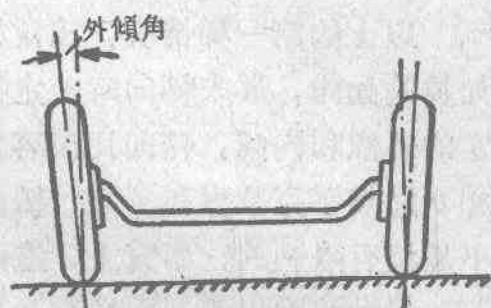


圖 10 前輪的外傾

的兩接觸點間的距離（力臂）的乘積。這個力矩的大小，反映到方向盤操縱的輕重。地面的阻力，決定於車輛的載重。在載重不變的情況下，力臂愈大，力矩也愈大，方向盤也愈重。因此說，由於外傾和內傾的結果，縮短了圖 7 ab 之間的距離，也就是減小了前輪轉向時需要克服的力矩，也就是減輕了操縱方向盤的力量。

這個問題，可以用一個比喻來說明它。例如有一個相當重的圓柱形物體，放在桌面上，因為它的底座相當大，要用一定的力量去轉動它。但如果以同樣重的物體，放在同樣的桌面上，祇是把它的底座收小了，那末轉動它所需要的力就比較小。又如果用同樣重的物體，放在同樣的桌面上，但是它的底座極小，所以轉動它所需要的力就更小了，見圖 11。上面所說的“轉動的力”，實際上是一個力



圖 11 同樣重的物體，旋動的力量不同

矩。由於這三個物體上部圓面是同樣大的。所以單說“力”，就可以比較了。

以上的第一種情況，相當於輪胎沒有外傾，主銷沒有內傾。假如真的如此，那末轉向時一定很費力的。第二種情況，相當於有一定的外傾和內傾，轉向比較容易。第三種情況，相當於圖 7 的 a 點和 b 點幾乎完全靠在一起，轉向就最輕。但是主銷和輪胎的傾斜並不是沒有限制的，事實上，這兩個交點，往往沒有合在一起。

前軸載重以後，兩端有向上彎曲的可能。使輪胎產生和外傾相反的向內傾斜。輪胎外傾的另一個作用，就是要消滅這種由於前軸彎曲使輪胎向內傾斜的傾向。

前 束

如果我們在前輪的上面向下望，就可以見到，左右兩前輪的裝置並不是平行的，而是兩輪胎之間前緣的距離，比後緣的距離略小些。這兩個距離的差數，就叫前束。測量前束的基準應該是輪胎的

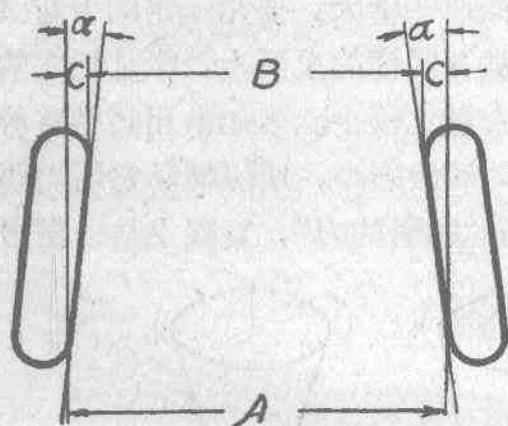


圖 12 前輪的前束

中間平面。但是爲了測量上的方便，實際上，往往是以輪胎的內緣或輪轂的內緣爲基準的，見圖 12。

爲什麼要有前束？前束有什麼作用呢？

前面說過，爲了使方向盤操縱輕便，前輪有了外傾。可是，問題又來了。有了外傾以後，輪

胎就有向兩邊滾動的傾向，參閱圖 13。

從車輪的中心，引一條和車輪平面相垂直的線，與地面相交在 a 點。再從輪胎的圓周出發，畫許多線匯交在 a 點。那末這兩個車

輪不是變成了兩隻躺在地上的圓錐體了嗎？既然是圓錐體，在滾動的時候，就會繞着它的頂點（即 a 點）打圈子。就是說，當車輛在前進時，它們就想向兩邊滾出去。車輛要向前跑，輪胎要向外滾，這種不一致的步調，將使輪胎一方面向前滾，同時要向內拖。這樣將會引起輪胎的嚴重磨損。

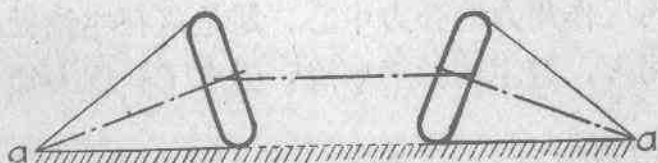


圖 13 假想的圓錐體

有了前束，在車輛前進時，左右車輪有向內靠攏的傾向。這種傾向，就適當地減消了由於車輪外傾而產生的向兩邊外滾的趨勢。

前束還有第二個作用。比方說，當你把兩手左右平舉，如果有人從前面把你的手向後推，那末你的手就會繞着肩膀處向後轉動。把兩隻前輪比作左右兩手，前軸上左右的鋼板座子，比作肩膀的關節。在車輛前進時，由於地面給輪胎向後的滾動阻力，使前軸的兩端，有繞着鋼板座或轉向節主銷向後彎曲或向外偏轉的傾向，使兩輪前緣的距離增大。預先有了前束，在行駛中就可以消滅這種傾向。

這裏必須指出，在現代的汽車上，轉向節主銷的後傾和前輪的外傾，已在逐漸地減小。有的已減到零或甚至允許有很小的負值。這又是什麼原因呢？

爲了減小車輛在行駛中的振動，改善乘座的舒適性並減少因振動而引起的機件損壞，汽車的輪胎已逐漸在向低壓胎的方向進展。低壓輪胎的特性，是在同樣的載重下，充氣壓力較低，與地面的接觸面積較大，緩衝的性能較好，因而減少了行駛中的振動。

假如有兩塊橡皮，一塊較硬，一塊較軟。用同樣大的力去推它們，那末較軟的一塊，一定有更大的變形，見圖 14。輪胎在轉向時，



圖 14 橡皮的橫向變形

由於滾動阻力和橫向反作用力的作用，使輪胎和地面的接觸部份，離開了對稱的軸線，向

後及向邊移動，如圖 15。對於低壓輪胎來說，這種向後及向邊的變形更加顯著，使大部份的橫向反作用力，作用在輪胎對稱軸線的后部。因此，雖然主銷的后傾為零，或甚至是負值（前傾），但橫向反作用力的合力中心，還是落在主銷軸線的后方。這個橫向反作用力，對主銷軸線來說，構成了一個力矩，使車輪有回復到中央位置的傾向。

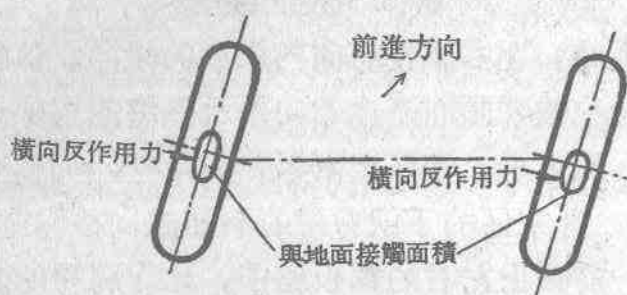


圖 15 車輛右轉時，橫向反作用力的作用點

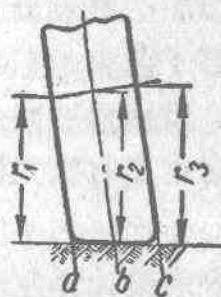


圖 16 低壓胎的滾動半徑

低壓輪胎與地面的接觸寬度較大。因此，當輪胎有外傾時，它就有較顯著的各種不同的滾動半徑。好像圖 16 所示的一樣，靠外邊的半徑 r_1 較小，靠裏邊的半徑 r_3 較大。如果有兩隻大小不同的鐵環，一隻的半徑是 0.5 公尺，另一只的半徑是 0.49 公尺，那末同樣滾 100 圈，半徑較大的鐵環要滾過約 314 公尺，而半徑較小的，祇滾過約 308 公尺。同樣地，同一隻輪胎有了各種不同的滾動半徑，車輪每滾一圈，輪胎各部，有前進（或後退）各種不同距離的傾向。但是在事實上，當車輪沿直線行駛時，每轉動一圈，不管外邊或裏邊，必須走相同的距離。那就不難想像，想跑快的部份就不得不跑慢些，想跑慢的部份，有時也不得不跑快些。這樣就使輪胎的外邊和內邊，產生了相對的運動，使輪胎不是純粹地滾動，而有些部份是拖動的。這樣，就加速了輪胎的磨損，特別是有使輪胎脫層的可能。由於這個原因，用低壓輪胎的前輪，外傾也在漸漸減小

了。

由於外傾的減小，前束也應該相應地減小，因為它們是相互影響的。

三 要經常保持正確的前輪定位

能經常保持正確的前輪定位，才能保證：操縱輕便、行駛穩定、減低燃料消耗、減少輪胎磨損、延長機件壽命。

每一種汽車，都有它一定的前輪定位。後傾、內傾、外傾、前束是相互影響，相互關聯的。我們應該把這四個定位，看為一個整體，要根據每種汽車的規定數值，時刻保持着它們的正確性。

前輪定位的不正確，會造成怎樣的不良後果呢？

如果轉向節主銷的後傾比應該有的要小，那末車輪在轉向或有偶然偏轉時（例如碰到了障礙物，或不平的路面），減低了車輪自動回復到中央位置的傾向，也就減低了行駛的穩定性。即使在沿直線行駛時，也要時時用力握着方向盤，否則在遇到不平的路面時，很可能自動轉彎，甚至引起危險。但如果後傾太大了，這種自動恢復中央位置的傾向過於猛烈，會引起車輪的振動。過大的穩定力矩，阻礙着車輪的偏轉，在轉向時，使方向盤操縱費力。

轉向節主銷的內傾，也必須在一定的範圍內。內傾太小了，就沒有起到減小轉向用力的作用，使操縱沉重。內傾太大了，在轉向時，車輛的前端會顯著地提高。這就等於用手臂的力，通過方向盤及轉向機構，把壓在前軸上的車重向上抬，那不是要極費力了嗎？

輪胎的外傾，是爲了減小轉向盤的用力。但是外傾太大了，就會增加主銷和襯套間的壓力，同時增大了兩者之間的摩擦，也能使轉向費力，並加速了這些零件的磨損。外傾太大，由於在同一輪胎上，有着各種不同的滾動半徑，也加速了輪胎的磨損。這個問題，在前面也已經談過了。

前束是爲了消滅由於輪胎外傾所產生的外離傾向。所以前束的大小，和外傾有一定的關係。太大或太小，都會使輪胎不能作單純的滾動，引起輪胎額外的磨損。

前面已經說過，在汽車行駛中，會遇到滾動阻力。發動機要給出一定的功率去克服它。滾動阻力的大小，與路面性質、輪胎氣壓、底盤技術情況等都有關係的。而前輪定位，也是決定滾動阻力大小的重要因素之一。前輪定位的不正確，使輪胎在行駛時是滾滾拖拖的。跑起來很不輕鬆。因此就加大了滾動阻力，也就要多耗功率，增多了燃料消耗。如果前輪定位和其他的技術情況都正常，那末在乾燥的柏油路面上，每一噸車重，祇有 15 公斤的滾動阻力。在這種情況下，以每小時 30 公里的速度開始滑行，淌車距離，應該可以達到 220 多公尺。

前輪定位的不正確，會加大前輪軸承，轉向節主銷，主銷襯套，轉向機構及各種轉向接頭和牽桿等的應力，或使它們受力不均。由於這些原因，引起了機件不正常的磨損，縮短了機件的壽命。而且由於這些機件的磨損或損壞，更促使前輪定位的不正確。

讓我們再着重地提一次：後傾，內傾，外傾，前束是相互影響，相互關聯的；中間的任一種離開了標準，會破壞整個前輪定位的正確性。

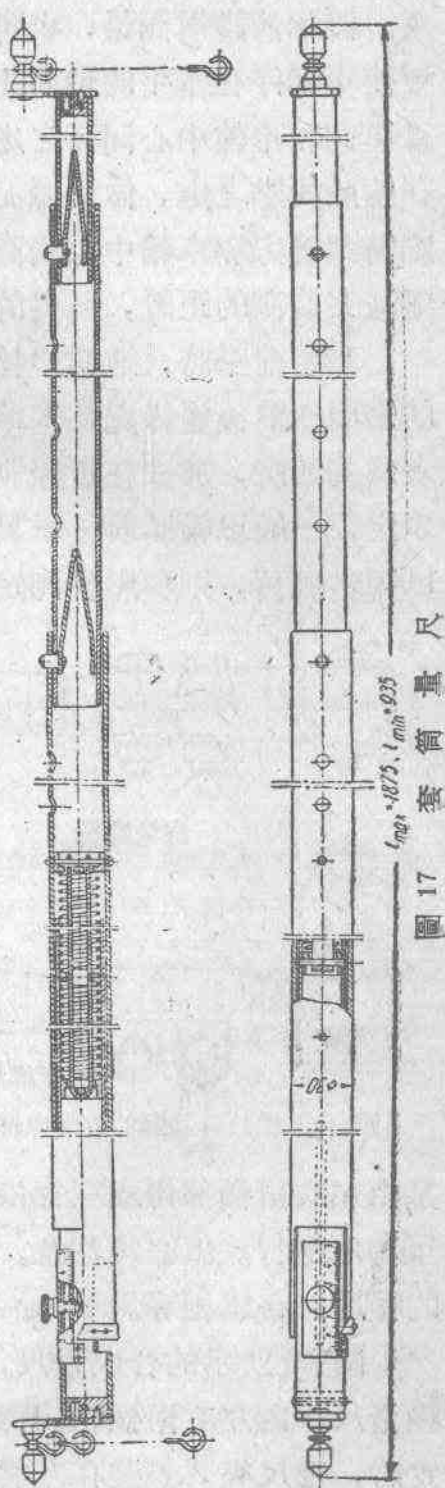
四 前輪定位的測定和調整

我們先談一談測定前輪定位的一些工具的簡單構造及它們的使用方法。

套筒量尺，是測定前束的工具，見圖 17。它是由四節金屬的套管組成。右邊的兩節，好像照相機三角架的腳一樣，可以伸縮的。右第一節可以套在第二節裏，右第二節可以套在第三節裏。這種伸長或縮短，是爲了適應各種不同的輪距。使同一支量尺，可以

用來測定各種車輛的前束。當右邊的幾節伸出或套入時，依靠彈簧銷及銷孔的作用，固定在一定的位罝，不使它們滑動。在第三節和第四節之間，有一根壓縮螺旋彈簧。彈簧的一端被第三節中的一塊固定止板擋住。另一端頂着第四節，使第四節有向外伸出的傾向。使用時，先根據前軸輪距的大小，使右第一節及第二節固定在套入或伸出的地位。把車輛停在水平地面上，並使前輪在中央的位置，輪胎充氣到規定氣壓。然後把量尺夾在兩前輪的前端，使量尺水平並和車輪中心同高。使兩條同樣長的鏈條，恰好與地面接觸。由於套筒內壓縮彈簧的作用，使量尺兩端的兩隻錐銷，和輪胎緊緊地接觸，不致鬆落。量尺裝好後，再旋鬆左邊的標尺固定螺絲，移動標尺，使標尺的零點（標尺上刻着從0至50公厘的刻度），對正固定在第三節套筒上的指針。再旋緊標尺固定螺絲。然後慢慢地推車前進，使量尺旋至前軸後方最後的位置，並和車輪中心同高。這時，兩鏈條應和在軸前的位置一樣，恰好和地面接觸。讀出指針對正標尺上的讀數，就是前束的數值。

如果沒有這種量尺，那末用一支鋼捲尺或甚至是一條繩子，也可以測定前



束。假如能謹慎測量，也可以達到一定的精確度。在測定時，同樣要使車輛停在水平的地面上並使車輪處在中央的位置。在輪胎的前緣裏側和車輪中心同高之處，用捲尺量得左輪和右輪之間的距離。在輪胎測點之處，做兩個記號。然後推車後退（或前進）使此兩測點轉到後方和車輪中心同高，再測量此兩測點間的距離。後測的距離減去前測的距離，所得的差數就是前束。

測定前束時，通常以輪胎前後緣裏側鼓凸之處或輪輞（裝輪胎的鋼圈）前後邊緣處為基準的。如果在某一種說明書上已規定用何者為基準時，那末在實際測定時，最好根據規定的基準。如果沒有規定，一般以輪胎前後緣裏側鼓凸處為基準。但需注意，如果輪胎已相當破舊，則會影響測定的正確性。

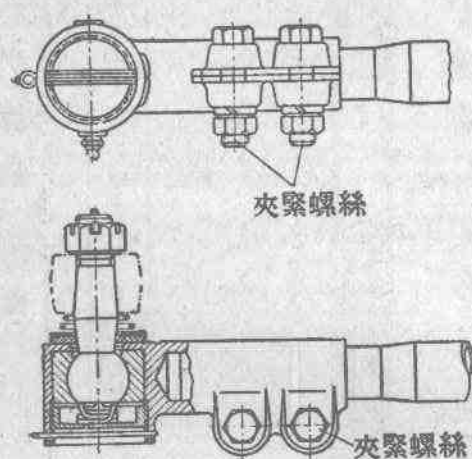


圖 18 橫拉桿接頭的夾緊螺絲

前束的偏差，是由於橫拉桿和直拉桿接頭的磨耗，或這些拉桿的彎曲。前束的校正，是通過改變橫拉桿的長度來進行的。在調整時，先旋鬆橫拉桿兩端的夾緊螺絲，轉動橫拉桿，變更它的長度，直至得到正確的前束時為止。再轉緊夾緊螺絲帽，恢復緊固的裝合狀態，參閱圖 18。

在獨立懸掛的車輛上，橫拉桿是由左右兩個部份或三部份組成的，見圖 19。在校正時，可左右單獨地進行。但必須注意，當車輪在中央位置，左右兩輪前緣內偏的程度，必須相等。

圖 20 所示的合成量尺，是用來測定前輪的外傾或前束的。這種量尺，由左右兩個相同部份組成，中間用拉力彈簧 1 連接。在測定時，把尺夾 2，裝在左右兩輪輞上，由於前輪的外傾，尺夾不在

垂直的位置。這種傾角，經過齒扇 3 和齒輪 4，使指針 5 偏轉。把偏轉的角度在分度盤 6 上指出來。當尺夾在垂直位置時，指針應指在零度，偏傾後所指的角度，就是外傾。

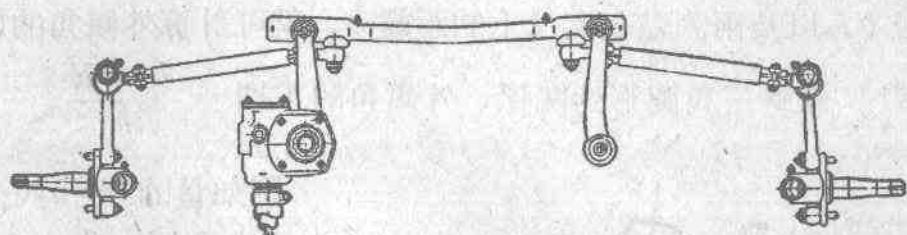


圖 19 獨立懸掛車輛的橫拉桿

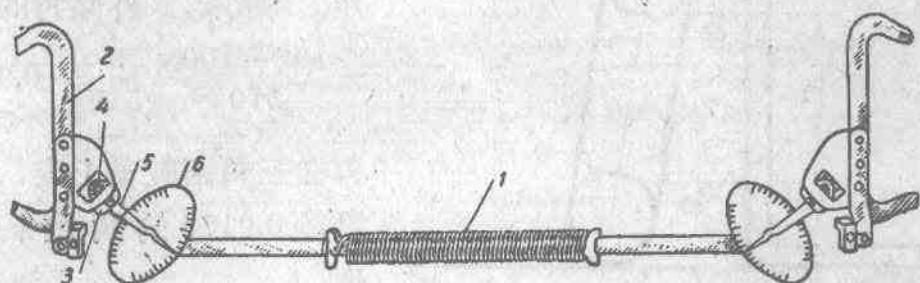


圖 20 合成量尺

如果把尺夾水平地裝置在輪輞上，那末就可量出前束的角度。經過一次簡單的計算，就可以把角度換算成普通以長度表示的數值。參考圖 12。根據三角圖形的關係，

$$\text{前束} = A - B = 2c = 2d \sin \alpha \quad \text{即}$$

$$\text{前束} = 2d \sin \alpha$$

α 就是測得的前束角，用度數來表示。 $\sin \alpha$ 就是 α 角的正弦。 d 就是輪胎前後緣鼓凸處的直徑。如果用公厘表示，則算得的前束，也是公厘數。

如果以輪輞的邊緣為基準，那末 d 就是輪輞的直徑。

舉個例來說，測得的前束角是半度，即 $30'$ 。輪輞的直徑是 508 公厘。從三角函數表上查得 $30'$ 的正弦是等於 0.0087 所以：

$$\text{前束} = 2 \times 508 \times 0.0087 = 8.8 \text{ 公厘。}$$