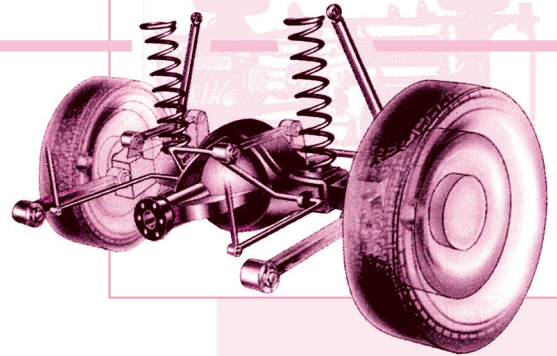


Chapter 5

轉向系統



5.1 轉向機構

5.1.1 轉向原理

1. 汽車要能順利轉彎，使各車輪都不會發生滑動，必須有一瞬時中心，汽車以此中心為圓心來迴轉。如圖 5.1 所示，為阿克曼原理所構成之轉向幾何，當車子轉彎時，車輪之瞬時中心必須交於一點，如圖 5.1 所示之 D 點，車輪才能完全滾動順利轉彎。
2. 轉彎時因輪距與軸距之關係，兩前輪角度不相同，其內輪較外輪為大。

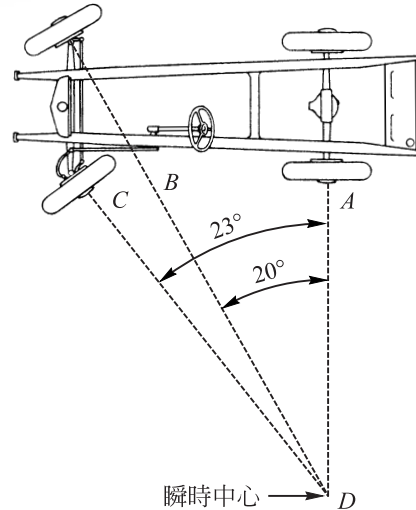


圖 5.1 阿克曼轉向原理(Automotive Mechanics Course)

5.1.2 | 一般轉向機構

一、轉向機構的功能

1. 利用轉向機構傳遞作用力，並增加扭矩，使前輪或四個車輪轉向，以改變車輛的行進方向。
2. 轉向機構與懸吊機構一樣，在各種路面，及從低速至高速，對於行駛的安定性、操縱性及舒適性具有相當密切的關係。
3. 轉向機構應具備的條件
 - (1) 轉向輕巧靈活，具有優越的操控性。
 - (2) 轉彎後平滑的復原性。
 - (3) 直行時的穩定性。
 - (4) 來自路面的震動最小。

二、轉向機構的構造與作用

1. 循環滾珠螺帽式轉向齒輪轉向機構是由方向盤、轉向柱、轉向機(Steering Gear)、畢特門臂(Pitman Arm)、直拉桿、橫拉桿(Tie Rod)、球接頭(Ball Socket)、轉向節、轉向節臂等組成，如圖 5.2 所示。

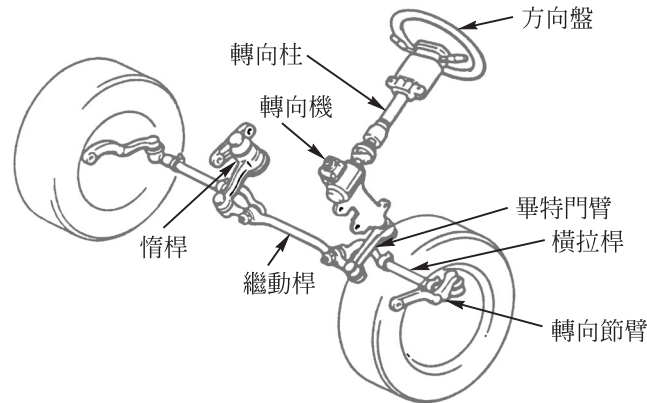


圖 5.2 循環滾珠螺帽式轉向齒輪轉向機構的構造(和泰汽車公司)

2. 方向盤

- (1) 方向盤的內部以鋁合金或鋼材為骨架，外面以合成樹脂或真皮包覆。現代汽車在方向盤中央安裝氣囊，以保護駕駛。
- (2) 在轉向機中，嚙合之齒輪有間隙存在，故方向盤必須有空檔。

3. 轉向機

(1) 轉向減速比

① 循環滾珠螺帽式

- ① 轉向齒輪係將方向盤的迴轉運動傳到畢特門臂，並將方向盤之轉速降低。方向盤轉動角度與畢特門臂轉動角度之比，稱為轉向機之減速比。

$$\text{轉向減速比} = \frac{\text{方向盤之轉角}}{\text{畢特門臂移動角}}$$

例如方向盤打 1 圈，畢特門臂轉 24° ，則

$$\text{轉向減速比} = \frac{360^\circ}{24^\circ} = 15$$

- ② 減速比愈大則方向盤之操作力愈輕，輪子受衝擊時愈不會傳到方向盤；但車子轉彎時方向盤要打得多，使操作忙碌。普通小型車之轉向減速比約 14~18，大型車之轉向減速比約 18~26。

② 齒桿與小齒輪式

$$\text{轉向減速比} = \frac{\text{方向盤之轉角}}{\text{前輪轉角}}$$

- (2) 轉向齒輪的種類：目前使用最多的是齒桿與小齒輪式及循環滾珠螺帽式，前者用於小、中型客車與商用車，後者則用於中、大型客車與商用車。
- (3) 齒桿與小齒輪式

- ① 如圖 5.3 所示，為現代小型車使用甚多之齒桿與小齒輪式轉向齒輪的構造，轉向軸之前端連接一個小齒輪，與橫拉桿上之齒桿相嚙合。小齒輪轉動時，使齒桿向橫方向移動，經橫拉桿使前輪轉動。而圖 5.4 所示，為齒桿與小齒輪式轉向機全圖。

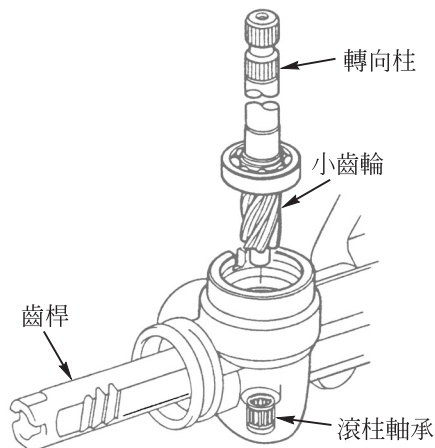


圖 5.3 齒桿與小齒輪式轉向齒輪的構造(本田汽車公司)

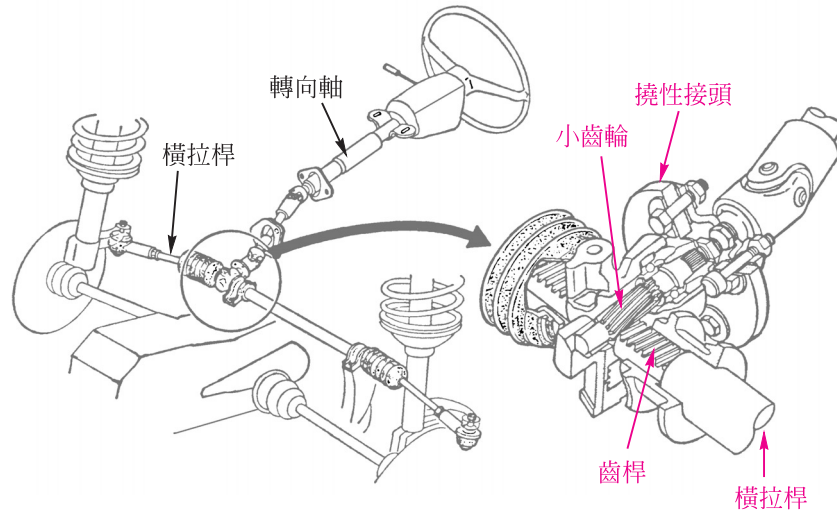


圖 5.4 齒桿與小齒輪式轉向機全圖(三級自動車シャシ)

- ② 齒桿上齒的間距在中間大而末端小，相同的方向盤轉動量時，在齒桿末端的移動距離較中間小。因此固定齒輪比的轉向力會隨著方向盤的轉動而逐漸增加；可變齒輪比的轉向力只有稍微改變，在方向盤的左右兩側能以較小力量轉向。
- ③ 齒桿與小齒輪式的優點
 - ① 構造簡單，重量輕。齒桿本身做為轉向連桿，不需要循環滾珠式使用的繼動桿。
 - ② 小齒輪與齒桿直接嚙合，轉向反應迅速。
 - ③ 滑動與轉動阻力小，轉向較輕。
- (4) 循環滾珠螺帽式
 - ① 如圖 5.5 所示，蝸桿上以一串鋼珠來連接螺帽，當轉動方向盤，鋼珠在槽中循環滾動，使螺帽上下移動，螺帽外面有齒與橫軸上之扇形齒相嚙合，使橫軸能轉動而帶動畢特門臂。畢特門臂擺動時，因鋼珠的循環滾動，也很容易使方向盤轉動。此式轉向齒輪效率高，將摩擦力減到最少限度，不僅轉向靈活容易，且使用壽命長。

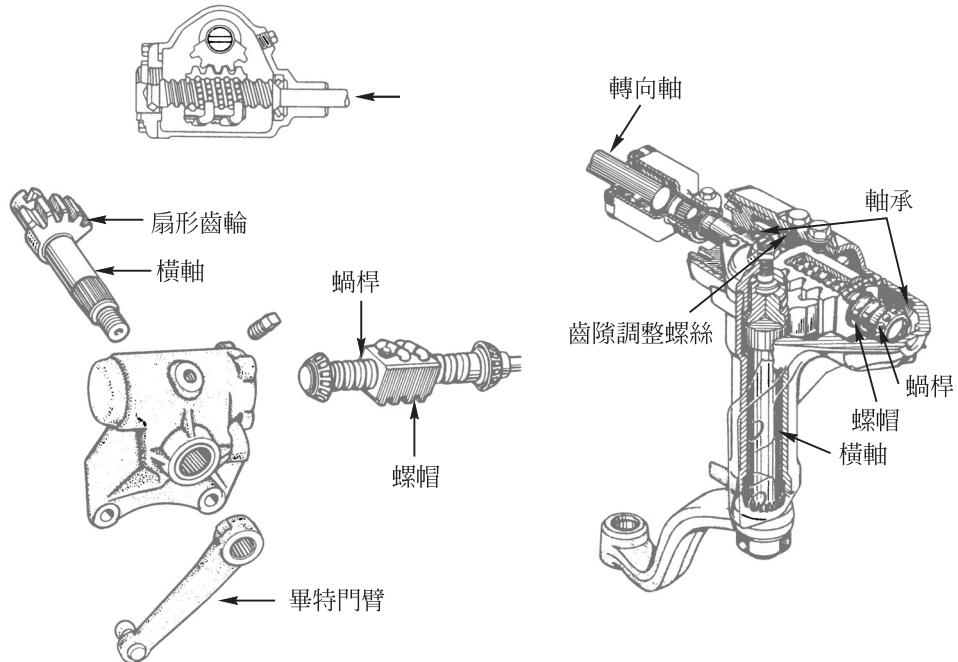


圖 5.5 循環滾珠螺帽式轉向齒輪的構造(三級自動車シヤシ)

- ② 增加轉向齒輪比可減輕低速行駛或路邊停車等所需的轉向力，但會降低轉向的反應性。因此變通的辦法是採用可變齒輪比的轉向齒輪，如圖 5.6 所示。滾珠螺帽的 $A_1 < A_2 < A_3$ ，扇形齒輪的 $B_1 > B_2 > B_3$ ，故 $\frac{A_1}{B_1} < \frac{A_2}{B_2} < \frac{A_3}{B_3}$ ，因此當方向盤向左或向右轉時，轉向齒輪比變得越大，傳輸扭矩增加，可減輕轉向力；而方向盤在中間時，轉向齒輪比小，操控較靈活。

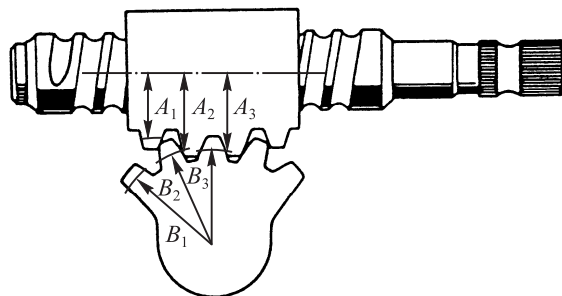


圖 5.6 可變齒輪比轉向齒輪(和泰汽車公司)

4. 轉向連桿

- (1) 使用循環滾珠螺帽式轉向齒輪者：其構造如圖 5.7 所示，橫拉桿分成左右二根，由於畢特門臂之拉動，使繼動桿(Relay Rod)左右運動，經左右橫拉桿而傳至轉向節，使車輪轉向。

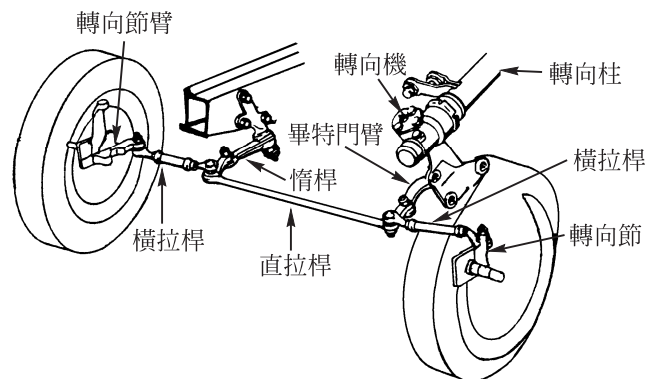


圖 5.7 使用循環滾珠螺帽式轉向齒輪轉向裝置之構造(自動車工學)

- (2) 使用齒桿與小齒輪式轉向齒輪者：其構造如圖 5.8 所示，齒桿直接帶動左右橫拉桿，經轉向節使車輪轉向。

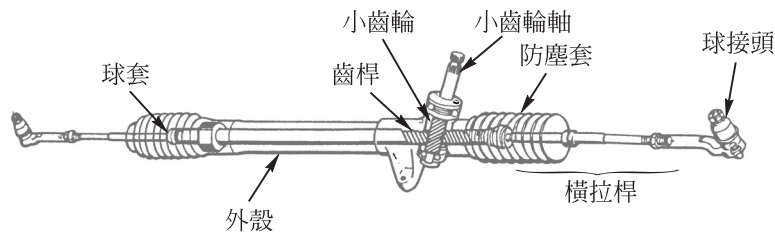


圖 5.8 使用齒桿與小齒輪式轉向齒輪轉向裝置之構造
(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

(3) 轉向連桿各機件的構造

- ① 畢特門臂(Pitman Arm)：畢特門臂用以傳送轉向齒輪的作用至直拉桿或繼動桿。其大端與扇形齒輪軸連接，小端以球接頭與直拉桿或繼動桿連接，如圖 5.9 所示。

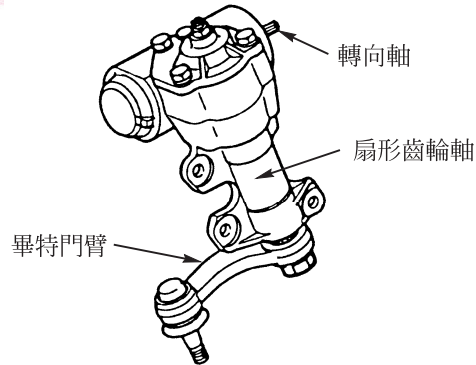


圖 5.9 畢特門臂的構造(和泰汽車公司)

- ② 直拉桿(Drag Link)：如圖 5.10 所示，為直拉桿的構造，一端與畢特門臂連接，另一端與轉向節臂連接。
- ③ 繼動桿(Relay Rod)：繼動桿用以連接畢特門臂與左、右橫拉桿及惰桿，將畢特門臂的運動傳給左、右橫拉桿。

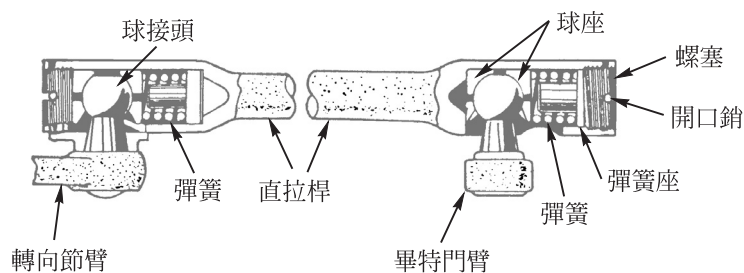


圖 5.10 直拉桿的構造(三級自動車シャシ)

- ④ 橫拉桿(Tie Rod)：橫拉桿將繼動桿或齒桿的運動傳給轉向節臂。其構造如圖 5.11 所示，兩端有球接頭，放鬆固定螺帽時，可調整橫拉桿的長度，以改變前束之大小。橫拉桿上球接頭的構造，如圖 5.12 所示，黃油嘴可定期添加黃油。

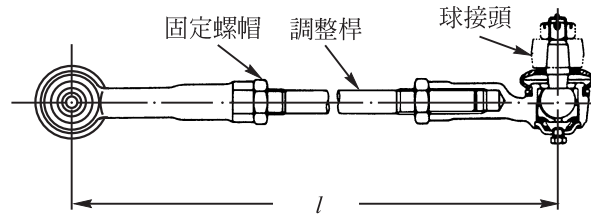


圖 5.11 橫拉桿的構造(裕隆汽車公司)

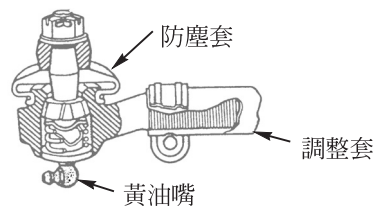


圖 5.12 球接頭的構造(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

- ⑤ 惰桿(Idle Arm)：使用循環滾珠螺帽式轉向齒輪的轉向連桿，在繼動桿之兩端，一端接畢特門臂，另一端之支點即為惰桿，如圖 5.13 所示。

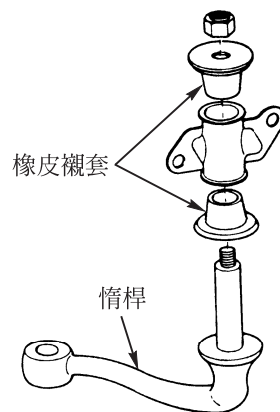


圖 5.13 惰桿的構造(裕隆汽車公司)

- ⑥ 轉向節臂及轉向節(Knuckle Arm & Steering Knuckle)：轉向節臂將直拉桿或橫拉桿的運動，經轉向節使前輪轉向，其構造如圖 5.14 所示。

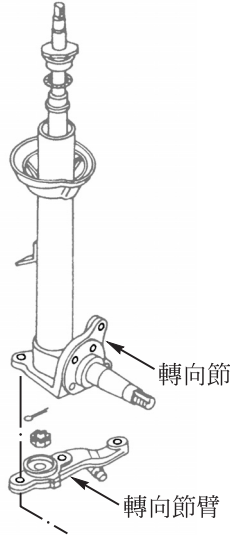


圖 5.14 轉向節臂及轉向節的構造(裕隆汽車公司)

5.1.3 | 動力轉向機構

一、動力轉向機構的功能

1. 利用液壓或電力，幫助駕駛操縱車輪轉向，以節省駕駛的體力，並能靈活操控車輛。
2. 現代汽車的動力轉向機構，可依行駛的速度、路面的狀況等，對方向盤運轉的感覺有自動調整的功能。當低速行駛時，轉向會感覺較輕；在高速行駛時，轉向會有較重的感覺；另外當行駛在顛簸路面時，也會將路面狀況適度的傳回到方向盤上，讓駕駛者能更清楚的掌握路況。

二、液壓式動力轉向機構的構造與作用

1. 本動力轉向裝置有三個主要機件，即油泵、控制閥組與動力缸，如圖 5.15 所示，為其組成圖。

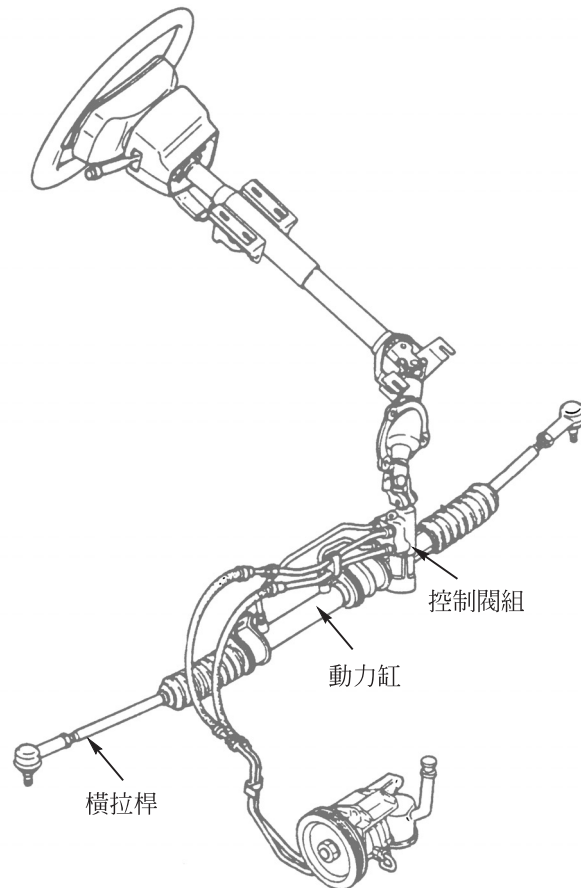


圖 5.15 齒桿與小齒輪式轉向齒輪動力轉向裝置之組成(福特汽車公司)

2. 各主要機件的構造及作用

(1) 油泵(Oil Pump)

- ① 現代汽車採用葉輪式最多，如圖 5.16 所示。其特性為送油量大，使操縱更靈敏；且油壓脈動小，可減少管路內液體流動的衝擊，以降低噪音。油泵的送油量，以流量控制閥控制；而油泵的最高送油壓力，則以釋放閥控制。
- ② 油泵旋轉時，葉片因離心力壓緊在葉片室壁上，葉片轉到吸油部位時，葉片與葉片室壁間之間隙變大，將油吸入；葉片轉到壓油部位時，葉片與葉片室壁間之間隙變小，將油壓出，送入控制閥組。

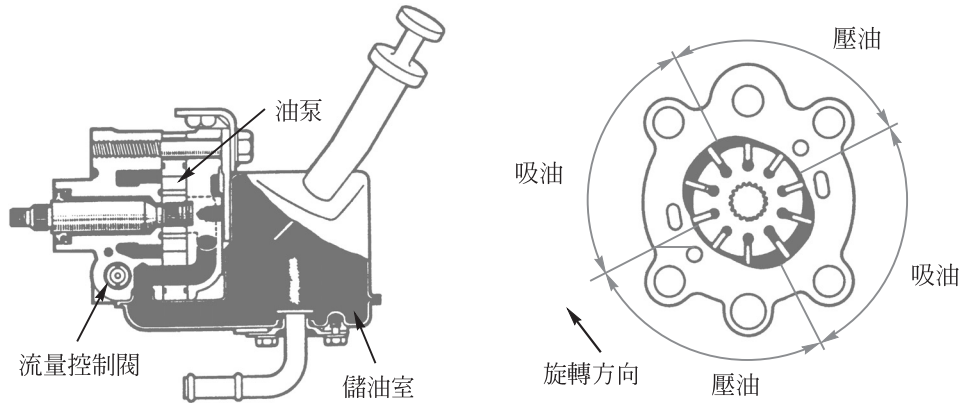


圖 5.16 葉輪式油泵的構造及作用(福特汽車公司)

- ③ 流量控制閥(Flow Control Valve)的控制特性，如圖 5.17 所示。其特點為油泵轉速慢時，送油量大，供給較大的動力輔助，使所需的轉向力較小；當油泵轉速快，例如 2500rpm 以上時，也就是車子在高速行駛時，因輪胎阻力較小，所需的轉向力也較小，故送油量變少，使動力輔助減小。亦即轉向力的大小是隨引擎的轉速而改變，即所謂引擎轉速感應式動力轉向。

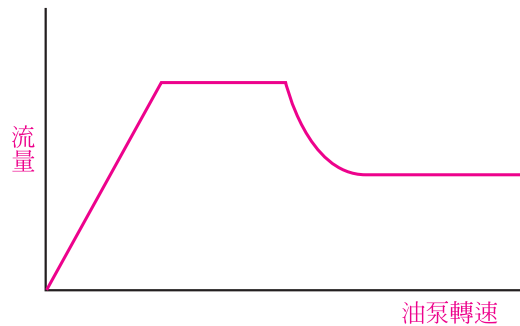


圖 5.17 流量控制閥的控制特性(福特汽車公司)

- ① 低速時：油泵轉速約 650~1250rpm 時。主油孔與副油孔均開，6.6 l/min 的油量送往轉向機控制閥組處，如圖 5.18 所示。

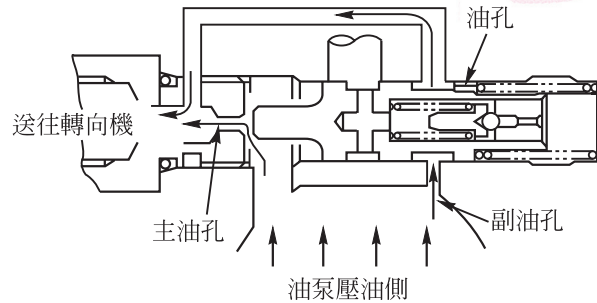


圖 5.18 流量控制閥低速時的作用(福特汽車公司)

- ② 中速時：油泵轉速約 1250~2500rpm 時。通過副油孔之油壓送至控制閥左側，主油孔之前的油壓送至控制閥右側，壓力差將控制閥向右推，使油泵的吸油口與壓油口相通，故送往轉向機控制閥組的油量減少，如圖 5.19 所示。

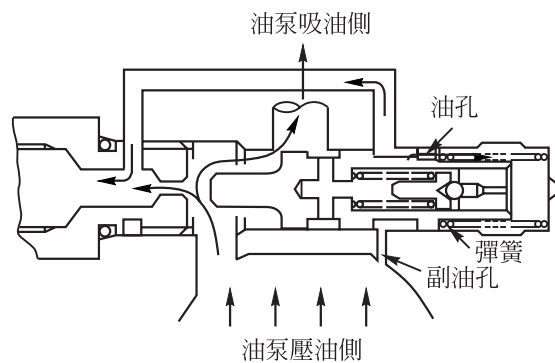


圖 5.19 流量控制閥中速時的作用(福特汽車公司)

- ③ 高速時：油泵轉速在 2500rpm 以上時。因油泵轉速繼續增加，流量控制閥再向右移，將副油孔蓋住，同時油泵吸、壓油側相通開口繼續增大，僅剩主油孔送油至轉向機，此時送油量被控制在約 3.3 l/min 左右，如圖 5.20 所示。

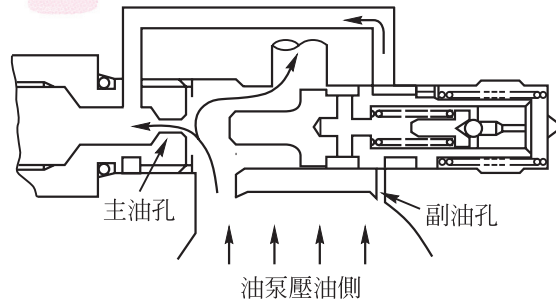


圖 5.20 流量控制閥高速時的作用(福特汽車公司)

- ④ 釋放閥的作用：轉動方向盤到底時，油壓系統內的壓力會增加到非常高，約 $80\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右，此時油壓將鋼珠推開，油回到油泵吸油側，以保持一定的最大油壓，如圖 5.21 所示。

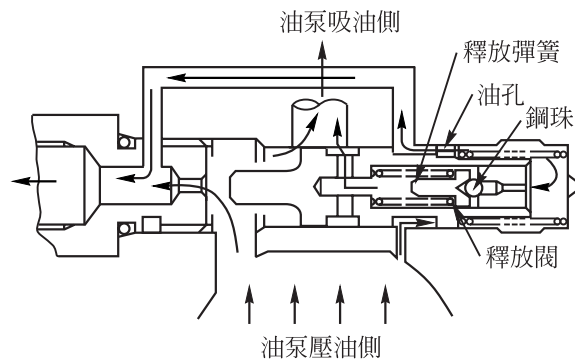


圖 5.21 釋放閥的作用(福特汽車公司)

(2) 控制閥組(Valve Unit)

- ① 控制閥組用以控制油泵液壓流入動力缸活塞左側或右側，以輔助動力使車輪左轉或右轉。
- ② 控制閥組外殼與油泵間以兩支油管連接，一為高壓油管，一為回油管；另兩支油管則與動力缸連接，一送到動力缸左室，一送到動力缸右室，如圖 5.22 所示。

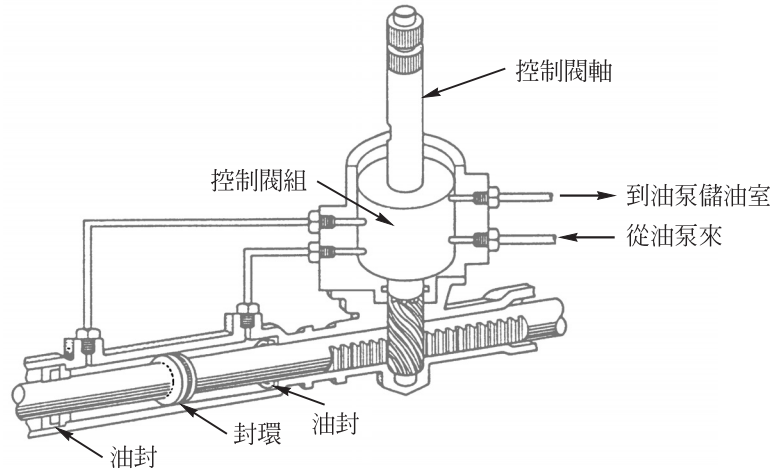


圖 5.22 控制閥組的連接管(和泰汽車公司)

- ③ 控制閥組由閥門外殼、閥門套、輸入軸、扭力桿與小齒輪等組成，如圖 5.23 所示。控制閥軸與小齒輪間有扭力桿(Torsion Bar)安裝在一起，同時控制閥也以插銷與小齒輪結合，小齒輪移動，控制閥也跟著旋轉，以控制送往動力缸的油壓。另當油泵故障無油壓時，整個裝置可以一般方式由小齒輪帶動齒桿動作。

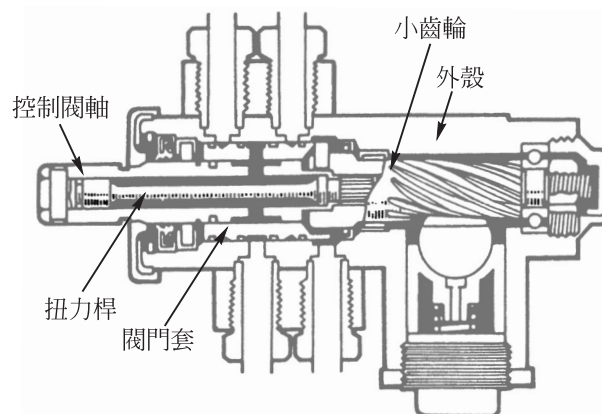


圖 5.23 控制閥組的構造(福特汽車公司)

- ④ 控制閥組的斷面，如圖 5.24 所示，P 為油泵油壓進入控制閥組，T 為回油至油泵，L 為油壓從控制閥組送往動力缸左側，R 為油壓從控制閥組送往動力缸右側。

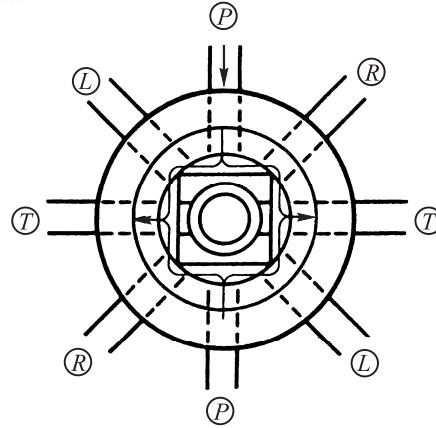


圖 5.24 控制閥組的斷面圖(福特汽車公司)

- (3) 動力缸(Power Cylinder)：動力缸中的活塞與齒桿連接在一起，活塞上有封環隔開左右兩室，活塞上並有油封，以防止液壓油洩漏，如圖 5.25 所示。

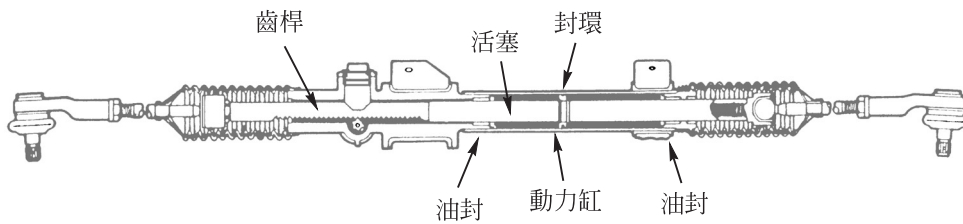


圖 5.25 動力缸的構造(福特汽車公司)

3. 動力轉向裝置的作用

- (1) 直行時：方向盤保持在中立位置，沒有轉向力量加在控制閥軸，即控制閥在中央位置。從油泵來的油壓進入控制閥後，由回油管流回油泵的儲油室，故動力缸的活塞無油壓送達，如圖 5.26 所示。

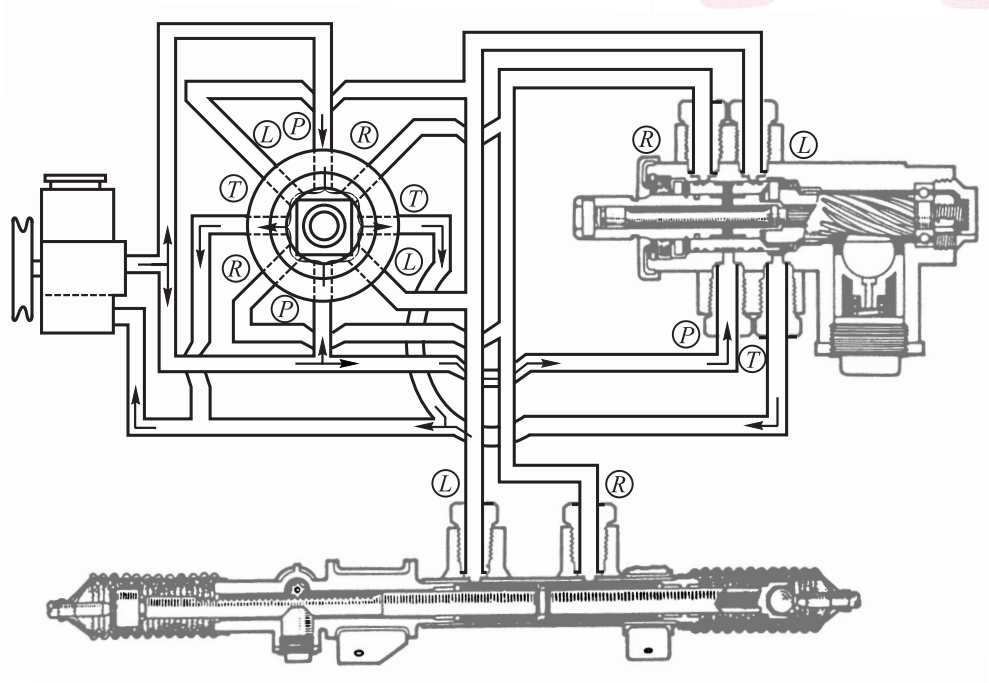


圖 5.26 直行時的油壓迴路(福特汽車公司)

(2) 向右轉時

- ① 方向盤向右轉時，齒桿因輪胎地面阻力的關係無法立刻移動，與齒桿嚙合的小齒輪也無法轉動，只有控制閥軸與扭力桿上端能做小角度的轉動，故控制閥軸與閥門套之間即產生相位差，高壓油經控制閥的閥門套口進入動力缸活塞的右室，如圖 5.27 所示。將活塞與齒桿同時向左推動，再經由橫拉桿及轉向節臂使車輪向右轉。此時動力缸活塞左側的液壓油從控制閥的 L 通道流回油泵儲油室。

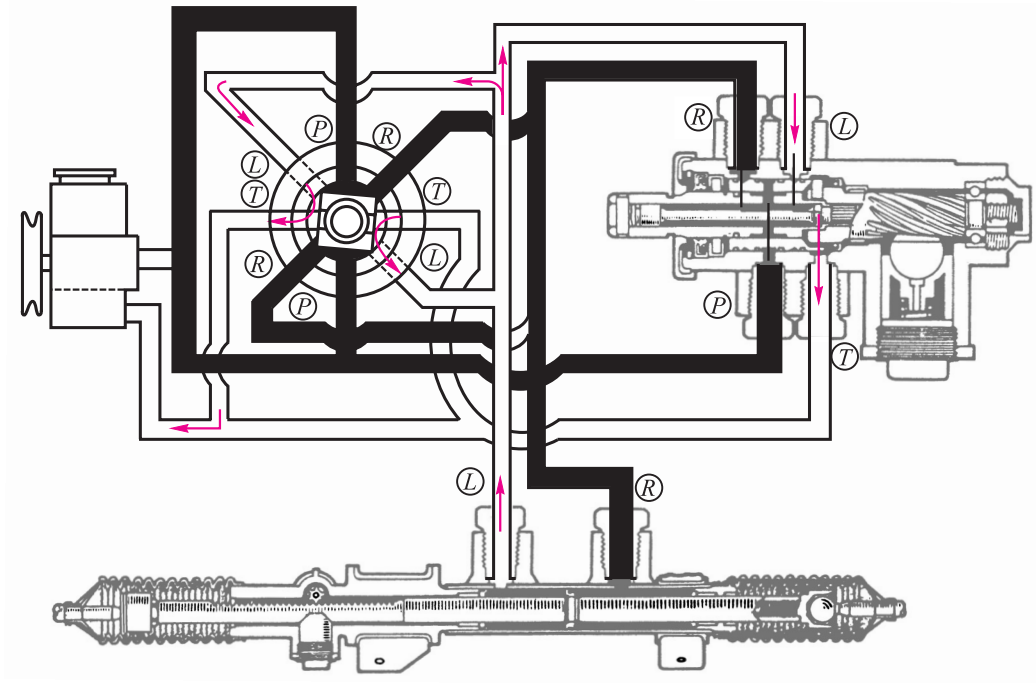


圖 5.27 右轉時的油壓迴路(福特汽車公司)

- ② 右轉時如停止轉動方向盤，閥門套即回到中央位置，控制閥回到中央位置後，動力缸活塞左右兩側均無油壓，車輪保持原右轉方向繼續使車子右轉彎。
- (3) 向左轉時：當方向盤向左轉時，控制閥的作用原理與右轉時相同，油泵油壓則引導至動力缸活塞的左室作用，如圖 5.28 所示。

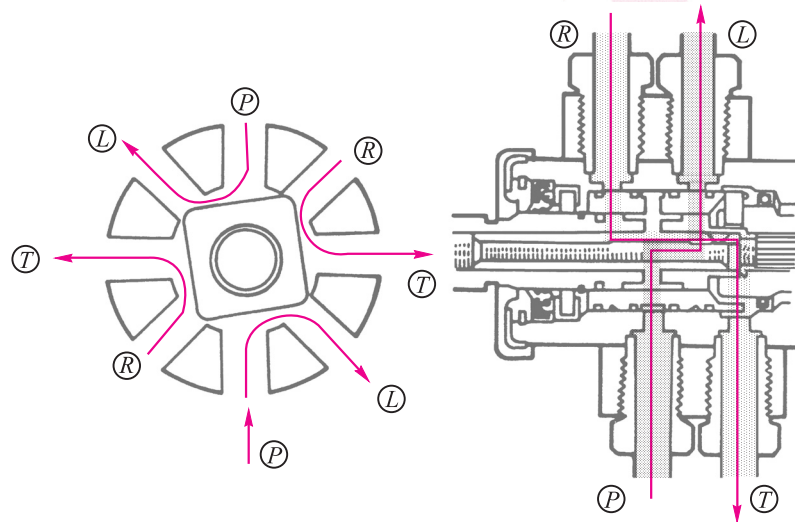


圖 5.28 左轉時的油壓迴路(福特汽車公司)

三、電子控制式動力轉向裝置

1. 電子控制液壓油式

- (1) 本型式為車速感應式，可變動力輔助之齒桿與小齒輪式動力轉向裝置。
- (2) 係由車速感知器(Vehicle Speed Sensor)、轉向角感知器(Steering Angle Sensor)、電磁閥與電腦等組成，如圖 5.29 所示。轉向角感知器用以計測轉向輪的旋轉比率，將此信號及車速信號送給電腦，由電腦決定動力輔助之比例，送出正確信號給電磁閥，電磁閥的動作如同一個電子可變限孔(Electronic Variable Orifice, EVO)，以打開或限制送往動力缸的液壓油，控制動力輔助量。
- (3) 當車速低於 32km/h 時，電磁閥全開，動力輔助最大，因此即使在路邊停車時，也僅需要很小的方向盤操作力。當車速提高時，電磁閥減少送往動力缸的液壓油，使轉向力增加，以提供適當的轉向反應，即車速快時的道路感覺。
- (4) 現今車輛採用較少，福特汽車稱為 EHPAS(Electronic Hydraulic Power Assistance System，電子液壓動力輔助系統)，有的汽車稱為 HEPS(Hydraulic Electric Power Steering)，本田汽車則稱為 HPS，都是電子控制式。

- (5) 本型式雖是電子控制式，但其缺點是還保留有油壓系統，使得結構仍較複雜，且易漏油。

2. 電子控制馬達內藏式

- (1) 電子馬達裝在齒桿室內，直接提供齒桿動力輔助。馬達與球螺帽以槽齒結合。小齒輪軸上裝磁鐵製的扭矩感知器(Torque Sensor)，送出扭矩大小及不同方向的信號給 ECU。其組成如圖 5.30 所示。

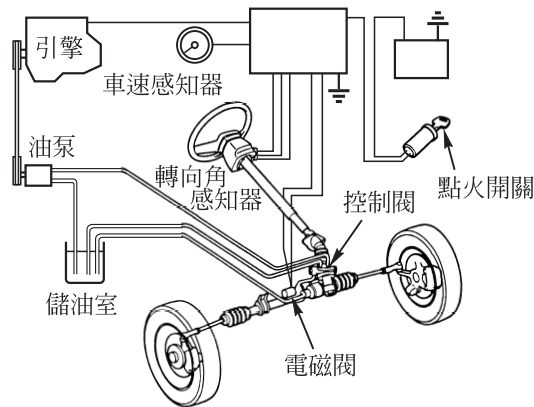


圖 5.29 電子控制液壓油式動力轉向裝置的組成
(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

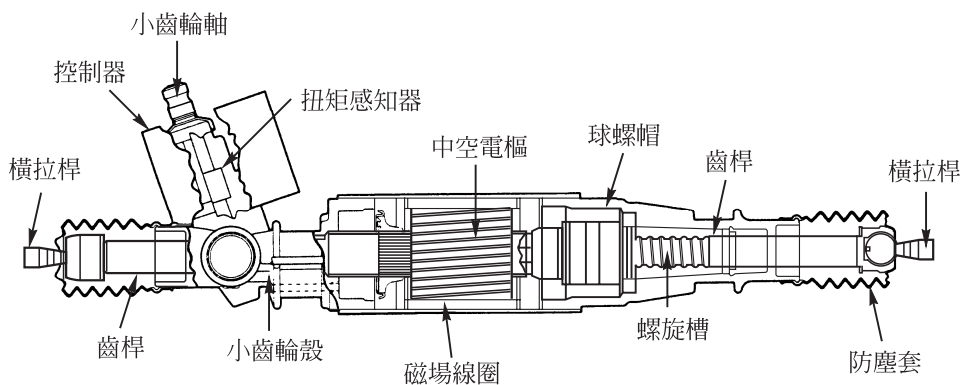


圖 5.30 電子控制馬達內藏式動力轉向裝置的組成
(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

- (2) 當轉動方向盤時，扭矩感知器的磁鐵移動，轉向力越大，磁鐵移動量也越多，越強的信號送給電腦，電腦於是送出變化的電流量給電子馬

達，馬達旋轉時，球螺帽也隨之轉動，使鋼珠在球螺帽滑槽及齒桿螺旋槽內滾動，故齒桿向左或向右移動，使車輛左右轉。

- (3) 本型式不需要油泵、油管及動力缸等，且駕駛可藉由選擇開關(Selector Switch)的調整，以改變動力輔助的大小。由於是靠馬達驅動，故稱為電動動力轉向(Electric Power Steering, EPS)，係電子控制式 EPS。

3. 電子控制馬達外置式

- (1) 馬達裝在轉向機的外面，分成轉向軸(柱)輔助(Column Assist)式、小齒輪輔助(Pinion Assist)式與齒桿輔助(Rack Assist)式三種，馬達透過一對減速齒輪驅動轉向軸、小齒輪或齒桿。如圖 5.31 所示，為轉向軸輔助式 EPS 的組成，安裝最簡易，其優點為省能源、低成本與小型化。

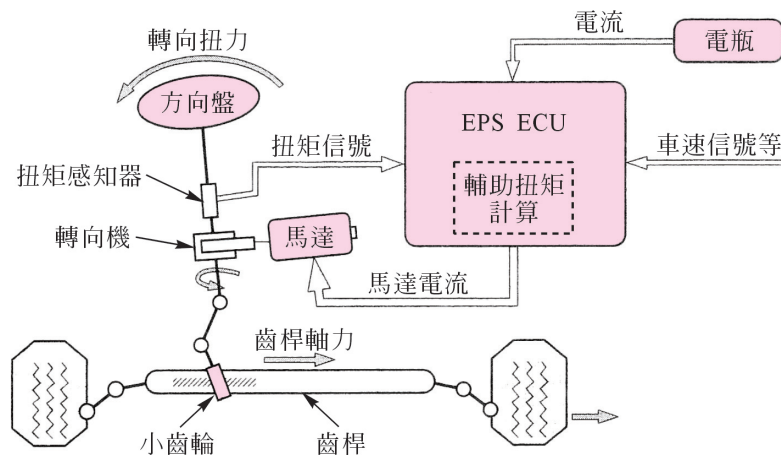


圖 5.31 轉向軸輔助式 EPS 的組成

- (2) 馬達外置式的作用與馬達內藏式相同，但採用最多。
- ① 如 BMW 係採用齒桿輔助式，馬達與齒桿平行配置，如圖 5.32 所示。其優點為省能源、高出力(助力直接作用在轉向連桿上)、高效率、低噪音與配置自由度大，但成本較高。

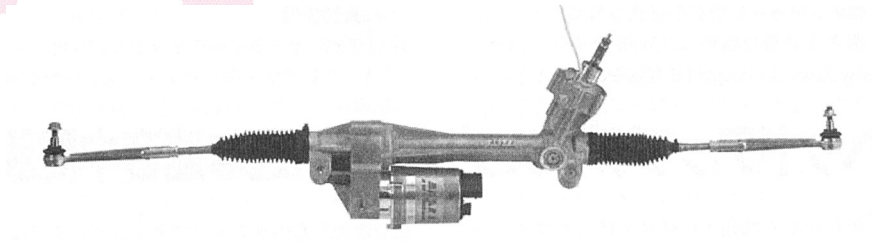


圖 5.32 齒桿輔助式 EPS

- ② 而ZF公司是採用小齒輪輔助式，馬達裝在小齒輪旁，其優點為省能源、低噪音與小型化。
- (3) 本型式也是不需要液壓油(ATF)、油泵、油管等，故體積較小，安裝容易；另由於引擎不需要驅動油泵，故較節能，約可省油 0.2~0.3 公升/100 公里。

習題 5.1

一、是非題

- () 1. 車輛轉彎時，車輪的瞬時中心必須交於一點。
- () 2. 車輛撞擊時，是直拉桿潰縮以吸收衝擊。
- () 3. 轉向減速比愈大，方向盤的操作力愈重。
- () 4. 齒桿與小齒輪式轉向齒輪，其轉向連桿包括畢特門臂。
- () 5. 動力轉向的控制閥組，用以控制油壓系統內的最大壓力。

二、選擇題

- () 1. 下述何者非轉向機構應具備的條件 (A)優越操控性 (B)直行穩定性 (C)平滑復原性 (D)來自路面震動大。
- () 2. 普通小型車的轉向減速比約為 (A)8~12 (B)14~18 (C)20~24 (D)24~30。
- () 3. 使用循環滾珠螺帽式轉向齒輪，不使用下述何種轉向連桿 (A)橫拉桿 (B)直拉桿 (C)齒桿 (D)畢特門臂。
- () 4. 動力轉向油泵流量控制閥的特性為 (A)轉速慢時送油量少 (B)轉速快時送油量多 (C)轉向力大小隨引擎轉速而改變 (D)轉速慢時動力輔助小。
- () 5. 引擎轉速感應式動力轉向，在 (A)惰速 (B)低速 (C)中速 (D)高速 時送往轉向機控制閥組處的油量最多。
- () 6. 電子控制液壓油式動力轉向裝置，當車速低於 (A)12 (B)32 (C)50 (D)70 km/h 時，電磁閥全開，動力輔助最大。
- () 7. 對電子控制式 EPS 的敘述，以下何項錯誤？ (A)馬達可內藏在動力轉向裝置內 (B)馬達裝在轉向機外面時，可分驅動轉向軸、小齒輪或齒桿等三種方式 (C)系統不需要齒桿及小齒輪組 (D)系統不需要液壓油、油泵、油管等。



學

後

評

量

- () 8. 齒桿輔助式電子控制EPS，以下何項非其優點？ (A)成本低 (B)低噪音 (C)高出力 (D)較節能。
- () 9. 所謂 EHPAS、HEPS、HPS 等， (A)是指電子控制液壓油式動力轉向裝置 (B)係使用電動馬達而無油壓系統 (C)不需要液壓油(ATF)、油泵等 (D)可小型輕量化。
- () 10. 下述何項正確？ (A)方向盤在中間位置時，轉向齒輪比應大 (B)減少轉向齒輪比，可減輕低速行駛時所需的轉向力 (C)轉向齒輪比小時操控較靈敏 (D)路邊停車時，轉向齒輪比應小。
- () 11. 油壓式動力轉向系統， (A)釋放閥用以控制油泵油壓流入動力缸活塞的左側或右側 (B)油泵的送油量，以流量控制閥控制，油泵轉速慢時，送油量大 (C)油泵是由凸輪軸直接驅動 (D)控制閥組通常是裝在齒桿上。

三、填充題

- 轉彎時兩前輪角度不相同，其內輪較外輪_____。
- 現代汽車在方向盤中央安裝_____，以保護駕駛。
- 可調整式轉向柱可做_____調整及_____調整。
- 齒桿與小齒輪式轉向齒輪，其齒桿帶動_____，經_____使車輪轉向。
- 動力轉向油泵的送油量是以_____閥控制，而最高送油壓力則以_____閥控制。

四、問答題

- 寫出轉向機構應具備的條件。
- 試述齒桿與小齒輪式轉向齒輪的構造。
- 轉向齒輪採用可變齒輪比有何優點？
- 試述動力轉向的功能。
- 試述動力轉向葉輪式油泵的特性。
- 試述動力轉向控制閥組的作用。



5.2 車輪定位

5.2.1 | 概述

1. 爲使車輛在平直路面行駛時，方向盤保持在直線行駛的位置，且在彎曲道路上，能以較小的操作力使車子轉彎，必須有正確的車輪定位(Wheel Alignment)。車輪定位不準確時，會造成轉向困難、轉向穩定性差、彎曲路面回復性差及輪胎壽命縮短等毛病。
2. 車輪定位有下列六個項目：
 - (1) 懸吊高度(Suspension Height)。
 - (2) 外傾角(Camber)。
 - (3) 轉向軸內傾角(Steering-axis Inclination, SAI)或大王銷內傾角(King Pin Inclination)。
 - (4) 後傾角(Caster)。
 - (5) 前束(Toe in)。
 - (6) 迴轉半徑(Turning Radius)。
3. 其他影響車輪定位的因素有：
 - (1) 轉向偏位(Steering Offset)或擦移半徑(Scrub Radius)。
 - (2) 軸距差(Setback)。
 - (3) 推力角度(Thrust Angle)。

5.2.2 | 各種車輪定位項目

一、懸吊高度

1. 由車身、車架或懸吊某一點至地面的距離稱爲懸吊高度，如圖 5.33 所示。懸吊高度不正確時，會影響轉向角度與車輪定位。
2. 圈狀彈簧或片狀彈簧的塌陷，不正確的扭力桿調整，及空氣懸吊系統有故

障時，均會造成懸吊高度失準。例如彈簧塌陷時，外傾角會改變，當後輪彈簧塌陷時，會影響對角方向前輪的外傾角，每 25mm 的塌陷量，前輪外傾角改變可達 0.75° 。

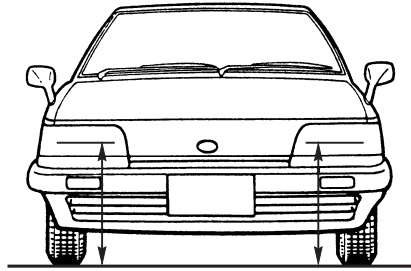


圖 5.33 懸吊高度(福特汽車公司)

二、外傾角

1. 由車前看輪胎中心線與鉛垂線所夾之角度，稱為外傾角。車輪中心線向外傾斜者，稱為正外傾角；車輪中心線與鉛垂線重疊者，稱為零外傾角；車輪中心線向內傾斜者，稱為負外傾角，如圖 5.34 所示。通常外傾角約在 $-1.5^\circ \sim +1.5^\circ$ 之間。

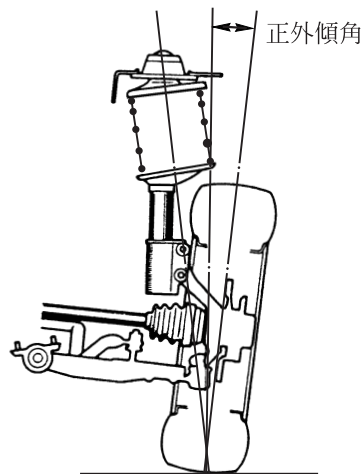


圖 5.34 外傾角(福特汽車公司)

2. 早期車輛設計為正外傾角，在車輛負重後，懸吊系統各機件會變形，使車輪變成垂直，減少胎面的不正常磨損。而現代汽車懸吊系統機件已較堅固，且道路表面也較平坦，因此減少正外傾角，有些汽車則設計為零外傾角，甚至設計為負外傾角，以改善轉向性能。

(1) 正外傾角的功能

- ① **減少在指軸與轉向節的作用力**：若外傾角不足或零時，指軸承受作用力的位置是輪胎中心線與指軸的交叉點處，如圖 5.35 所示之 F' 力，易導致指軸與轉向節的彎曲。若是正外傾角時，作用力作用在指軸內側，如圖 5.35 所示之 F 力，可減少在指軸與轉向節的作用力。
- ② **防止行駛中車輪滑出**：反作用力 F 之大小等於車輛負荷，與路面垂直作用在車輪上。 F 力可分成 F_1 與 F_2 兩力， F_1 與指軸垂直， F_2 與指軸平行，如圖 5.36 所示。 F_2 作用力將車輪向內拉，可防止車輪滑出。
- ③ **減少輪胎偏磨損**：當車輛有負載時，由於懸吊機件相連襯套的變形，使車輪變垂直，以減少輪胎偏磨損。
- ④ **減少方向盤操作力**：與內傾角配合，可減少方向盤的操作力。

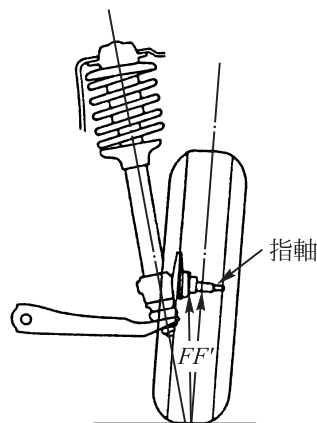


圖 5.35 指軸上的作用力(和泰汽車公司)

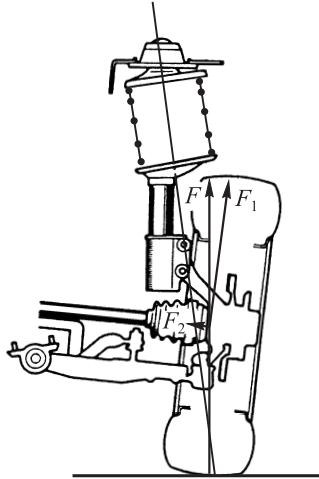


圖 5.36 防止車輪滑出的作用力(福特汽車公司)

- (2) 零外傾角的功能：使用正外傾角時，輪胎外側的迴轉半徑比內側小，如圖 5.37 所示，但由於內外側轉速均相同，為配合內側轉動，輪胎外側會在地面上滑動，而導致外側磨損較快。同理若使用負外傾角時，輪胎內側磨損較快。因此零外傾角可防止輪胎的偏磨損。
- (3) 負外傾角的功能：當車子轉彎時，輪胎與路面間摩擦力而產生的轉彎側向力，即向心力，在正外傾角減少時，轉彎側向力可增加，故前輪設計為負外傾角，向心力增加時，可使車輛在轉彎時保持穩定，改善轉彎性能。

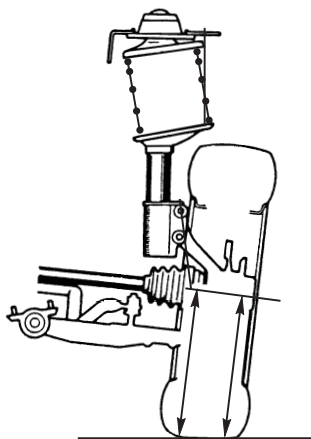


圖 5.37 輪胎的迴轉半徑大小(福特汽車公司)

3. 許多汽車均採用小角度的正外傾角，當車輛載重及車輪在路面上滾轉運動時，車輪變成垂直為零外傾角，使胎面全部與路面接觸。而懸吊裝置使用不等長控制臂時，當車輪因路面凸起而彈高時，成為負外傾角；當車輪掉入路面凹洞時，則成為正外傾角。
4. 車輛在路面行駛時，理想的狀況應是兩前輪的外傾角相等。但因路面中央拱起，使右輪比左輪低，因此右輪正外傾角變成稍微大些；同時汽車內經常只有一個駕駛，駕駛體重會使左輪正外傾角減小。為因應以上狀況，故左前輪正外傾角通常比右前輪大 0.25° 。兩前輪外傾角相差太大時，會造成低速時顫動(Shimmy)。

三、轉向軸內傾角(或大王銷內傾角)

1. 由車前看，大王銷中心線或轉向軸中心線與鉛垂線所夾的角度，通常在 $6^\circ \sim 9^\circ$ 左右，如圖 5.38 所示。
2. 而大王銷或轉向軸中心線與地面的交點，至車輪中心線與地面交點間之距離，稱為轉向偏位或擦移半徑，如圖 5.38 所示之 O 與 M 間之距離。若轉向軸中心線與地面的交點，在輪胎中心線與地面交點的內側，轉向偏位為正；若在外側，則轉向偏位為負；若兩交點相交於地面同一點，則轉向偏位為零。

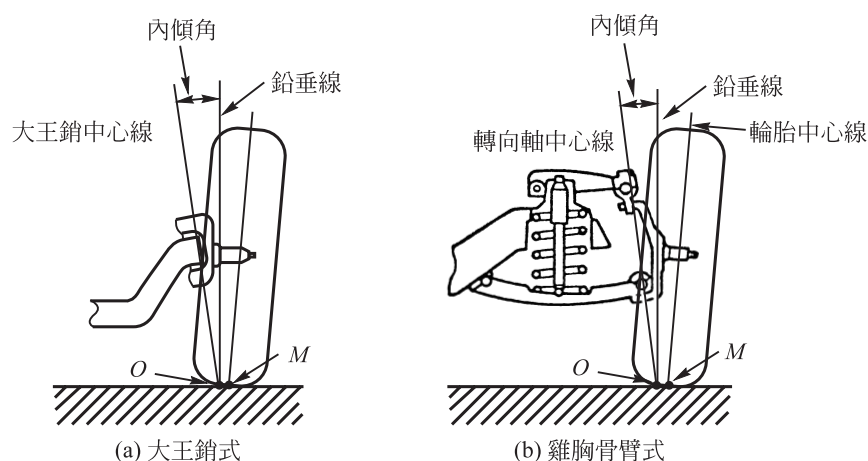


圖 5.38 內傾角(三級自動車シャシ)

3. 內傾角的功能

- (1) 減少大王銷銅套所受的作用力及磨損。
 - (2) 減少轉向力：車輛轉彎時，是以轉向軸線為中心，轉向偏位為其半徑，由於輪胎的滾動阻力，偏位大時將繞著轉向軸線產生較大的力矩，而增加轉向所需的力量。使轉向軸線內傾，或採用正外傾角，均可使轉向偏位減小，即 O 與 M 間之距離變小，而減輕轉向力。
 - (3) 減少車輪拉向單邊：若偏位太大，在車輛行駛或煞車時，作用在車輪的反作用力繞著轉向軸產生力矩，導致車輪拉向單邊。轉向軸內傾可減少偏位，故可減少車輪拉向單邊。
 - (4) 提高直線行駛穩定性：轉向軸線的內傾角，可使車輪在轉向後，自動回復為直線行駛的位置，與後傾角的功能相同。
4. 轉向偏位不是定位角度，也無法直接測量，但會影響轉向力、回復性與穩定性。FR 型車輛，前懸吊使用不等長控制臂時，通常採用正轉向偏位；而 FF 型車輛，前懸吊使用麥花臣式時，通常採用負轉向偏位，如圖 5.39 所示。其功能有：
- (1) 防止輪胎碰到障礙物時產生的跳動傳至方向盤。
 - (2) 車子在急加速時，使驅動力對轉向軸產生的力矩減至最小。
 - (3) 車子向前行駛時，幫助前輪向內轉的傾向。
 - (4) 爆胎時，幫助保持直線穩定性。
 - (5) 前輪煞車咬死時，幫助保持直線煞車。

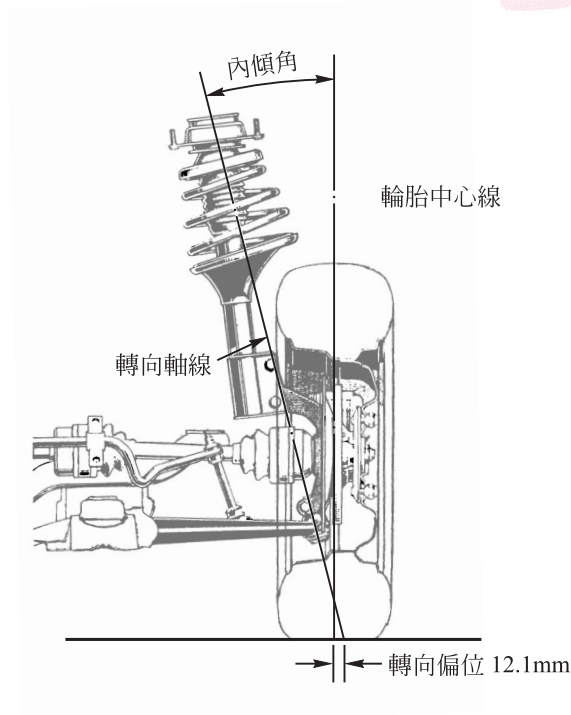


圖 5.39 負轉向偏位(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

5. 內傾角與外傾角之和，稱為包容角(Included Angle)，如圖 5.40 所示。其交點在地面之下，使轉向容易，且輪胎不易磨損。包容角不正確時，表示轉向柱或指軸等彎曲。

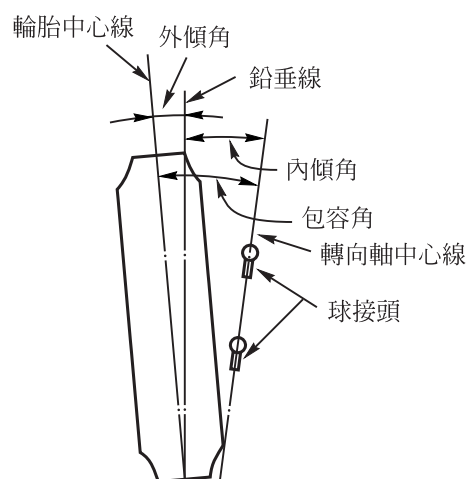


圖 5.40 包容角(Crouse Automotive Mechanics)

四、後傾角

1. 由車側看大王銷或轉向軸中心線與鉛垂線所夾之角度，稱為後傾角，如圖 5.41 所示。向後為正，向前為負，一般車子約 $-1^{\circ} \sim +3^{\circ}$ 左右。轉向軸中心線與地面之交點，至輪胎與地面接觸面中心點之距離，稱為後傾拖距。

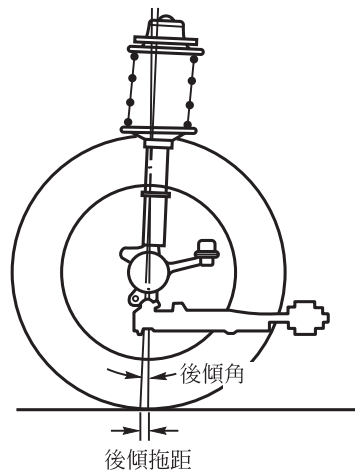


圖 5.41 後傾角(福特汽車公司)

2. 後傾角的功能

- (1) **提高直線行駛穩定性**：與內傾角的功能相同。正後傾角時，車輪的轉向軸中心點位於輪胎與地面接觸面中心點之前，亦即車輛前進時，車輪是追隨在轉向軸之後，故轉向軸有引導或拉動車輪沿著路面直行的作用，如圖 5.42 所示。

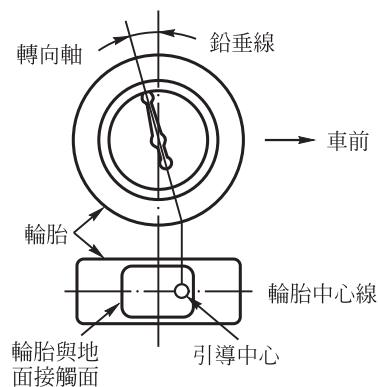


圖 5.42 正後傾角的直線行駛引導作用(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

- (2) **增加轉向回復性**：正後傾角及後傾拖距協助車輪在轉彎後，回復到正直位置。
 - (3) **減少轉向力**：負後傾角可使轉向容易，故可減少轉向力。
3. 動力轉向比手動轉向車輛採用較大的正後傾角，雖然大的後傾角需要較大的轉向力，但輔助動力可應付增加的轉向力。但過大的正後傾角，除了使轉向力增加外，也會產生轉向後前輪突然彈回(Snapback)，低速顫動(Shimmy)，及增加道路震動傳回前輪等情形。
 4. 懸吊高度變動時，會造成後傾角角度改變，如圖 5.43 所示。**當後懸吊高度降低時，後傾角變大；後懸吊高度升高時，後傾角變小。**這就是為什麼懸吊高度是車輪定位的檢查項目之一。

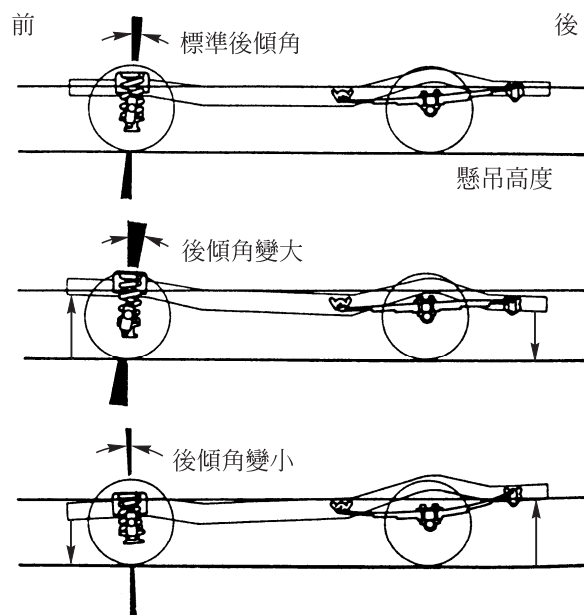


圖 5.43 懸吊高度變動時的影響(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

5. 正後傾角有使前輪趨向前束(Toe in)的傾向；而負後傾角則使前輪趨向前展(Toe out)的傾向。

五、前束

1. 由車子上方看，兩前輪與軸同高處的中心距離，前面較後面小，稱為前束，如圖 5.44 所示。前束可以距離或度數為單位，一般以距離(mm)表示較多。當前面距離較後面大時，稱為前展(Toe out)。

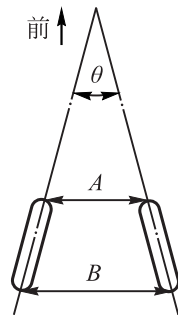


圖 5.44 前束

2. 前束的功能

當前輪是正外傾角時，在車輛前進時，車輪有向外滾的趨勢，因此利用前束來抵消，使汽車在行進時的動態前束(Running Toe)為零，兩前輪保持平行狀態。

3. FR 型車輛前輪的前束值約 3mm，車子前進時，前輪的外滾傾向，壓縮轉向連桿，克服間隙，使兩前輪變成平行狀態。某些 FF 型車輛，當車子前進時，前輪有向內拉的傾向，故設計成微幅的前展。
4. 前束太大或前展太大，在輪胎滾轉時，輪胎會朝側向拖曳，而造成胎面迅速磨損。

六、迴轉半徑

1. 車輛轉彎時，左右前輪轉向角度不同，以達到所希望的迴轉半徑，如圖 5.45 所示。內外輪的角度差，也稱做轉向前展(Toe out on Turns)或轉向角度(Turning Angle)。內輪轉角大時迴轉半徑小，外輪轉角小時迴轉半徑大。內外輪的角度差約 $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$ ；另與標準值比較，內與外輪轉角不可超過 1.5° 。

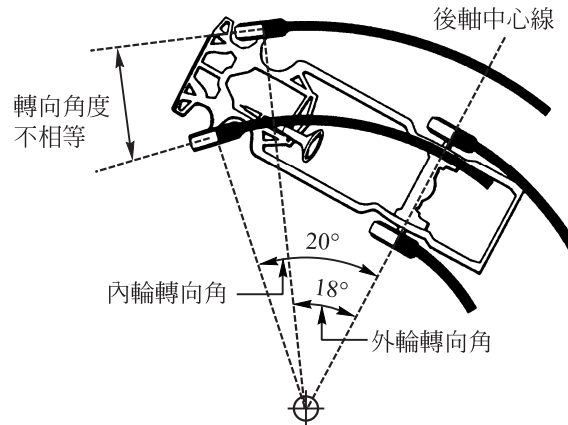


圖 5.45 迴轉半徑(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

2. 迴轉半徑的功能

- (1) 以後軸中心線延伸線之瞬時中心為基準順利轉彎，避免輪胎拖曳(Scuffing)而磨損。
 - (2) 因內輪轉角大阻力大，外輪轉角小阻力小，二前輪所受的阻力不同，車輛向阻力大的一邊轉過去，可使車輛轉向容易。
3. 轉向齒輪、橫拉桿與轉向節臂之間保持正常的相關位置時，可得正確的轉向展角度差，亦即正確的迴轉半徑。

七、軸距差及推力角度

1. 軸距差

- (1) 車子兩側軸距不相等時，稱為軸距差，如圖 5.46 所示，為正軸距差；右軸距較大時，稱為負軸距差。汽車製造時的間隙，及車輛發生撞擊，都會產生軸距差，造成車子拉向短軸距側，並使軸向中心失準。
- (2) 軸距差不可超過 19mm 以上。在進行車輪定位前，必須先找出並解決軸距差太大的原因。

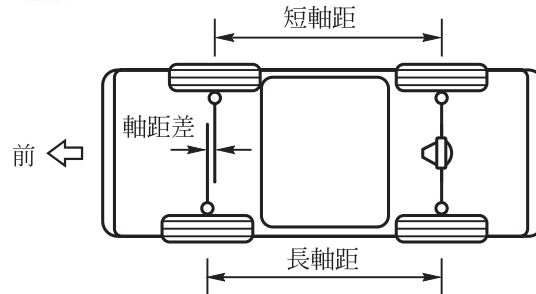


圖 5.46 軸距差(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

2. 推力角度

- (1) 四輪都正確定位時，車子會保持直線前進。當後輪定位不良，或軸距差太大時，車子則可能偏向行駛，其行進方向須視車輛中心線、幾何中心線與推力線(Thrust Line)而定。

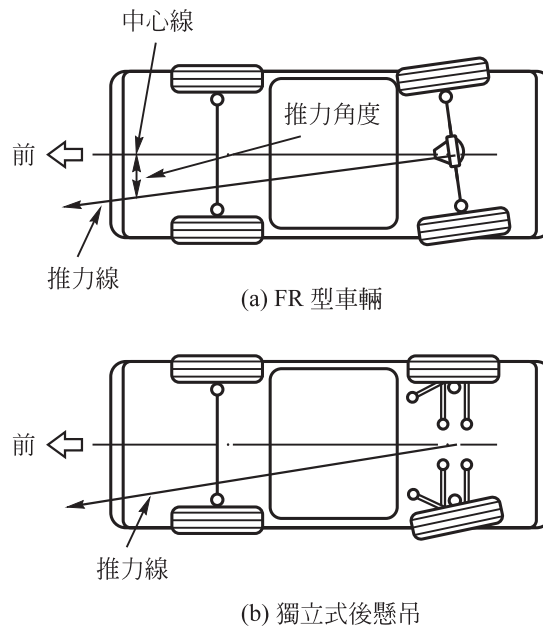


圖 5.47 推力角度(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

- (2) 車輛中心線為通過車身的實際中心，必須與連結兩前輪與兩後輪中央點之幾何中心線為同一條線；而推力線為兩後輪中央點之延長線。當推力線與後軸中心線成垂直時，則推力線與車輛中心線重疊，車子保

持直線前進；當推力線與車輛中心線未重疊時，則推力線與車輛中心線之夾角，稱為推力角度，如圖 5.47 所示。車輛會偏向推力線的方向行駛。

- (3) 在FR型車輛，後軸位置失準，或底盤受損，會產生推力角度。而後輪獨立懸吊車輛，後輪前束調整不平均時，也會產生推力角度，造成輪胎迅速磨損。

習題 5.2

學

後

評

量

一、是非題

- () 1. 轉向軸內傾角，或可稱大王銷內傾角。
- () 2. 現代汽車均採用零外傾角之設計。
- () 3. 轉向軸中心線與地面的交點，在輪胎中心線與地面交點的內側時，為負轉向偏位。
- () 4. FF 型汽車前懸吊使用麥花臣式時，通常採用正轉向偏位。
- () 5. 動力轉向比手動轉向採用較小的正後傾角。
- () 6. 汽車在行進時，動態前束必須為零。
- () 7. CAMBER 指的是輪胎外傾角。
- () 8. 輪胎外傾角是指輪胎中心線與大王銷中心線之夾角。
- () 9. 前束是 CASTER。
- () 10. 車輛轉彎時，內側輪轉向前展要比外側輪為小。

二、選擇題

- () 1. 車輪定位不準確時，會造成 (A)轉彎後回復性差 (B)轉向困難 (C)輪胎磨損 (D)以上皆正確。
- () 2. 外傾角通常在 (A) $-7.5^{\circ} \sim -5.0^{\circ}$ (B) $-5.0^{\circ} \sim -1.5^{\circ}$ (C) $-1.5^{\circ} \sim +1.5^{\circ}$ (D) $+2.5^{\circ} \sim +5.5^{\circ}$ 。
- () 3. 採用負外傾角的功能為 (A)使轉彎保持穩定 (B)減少方向盤的迴轉圈數 (C)防止車輪滑出 (D)減少輪胎跳動。
- () 4. 轉向軸內傾角通常在 (A) $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ (B) $6^{\circ} \sim 9^{\circ}$ (C) $11^{\circ} \sim 16^{\circ}$ (D) $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 。
- () 5. 後傾角度通常為 (A) $-4^{\circ} \sim -1.5^{\circ}$ (B) $-1^{\circ} \sim +3^{\circ}$ (C) $+4^{\circ} \sim +6^{\circ}$ (D) $+8^{\circ} \sim +12^{\circ}$ 。
- () 6. FR 型車輛的前束值約 (A)0 (B)3 (C)6 (D)10 mm。

- () 7. 從車前看大王銷中心線與垂直線之夾角為 (A) 外傾角 (B) 後傾角 (C) 內傾角 (D) 後傾角或內傾角。
- () 8. 汽車前輪在轉彎後有自動回正之作用主要是由於 (A) 前束 (B) 外傾角 (C) 前展 (D) 內傾角。
- () 9. 太大的負外傾角時，會造成胎面的 (A) 外側 (B) 內側 (C) 中央 (D) 兩側 擦損(scuffing)，或肩部磨損(shoulder wear)。

三、填充題

- 前輪定位除六個主要項目外，影響車輪定位的因素還有_____、_____及_____。
- 外傾角有_____外傾角、_____外傾角與_____外傾角三種。
- 內傾角與外傾角之和稱為_____角。
- 前束或前展太大，在輪胎滾動時，輪胎會朝側向_____，造成胎面_____。
- 車輛兩側的軸距不相等時，稱為_____。

四、問答題

- 車輪定位包括哪些項目？
- 何謂外傾角及各種不同外傾角？
- 負外傾角有何功能？
- 何謂轉向軸內傾角？
- 寫出內傾角的功能。
- 何謂後傾角？
- 何謂前束？
- 何謂迴轉半徑？



5

266

汽車學 III (底盤篇)

CHAPTER 5



5.3 車輪

5.3.1 輪圈的功能、種類與構造

一、輪圈的功能

輪圈用以支持全車重量，抵抗車輛行駛時的側應力，傳送車輛驅動扭矩及煞車時之扭矩。輪圈借輪胎與地面接觸，用以控制行車方向及驅車前進。現代汽車速度甚高，因此必須使用完全平衡之輪圈，如果輪圈與輪胎有極小的不平衡存在，在車輛高速時，會使輪胎產生很大的跳動或擺動，使轉向困難，並使輪胎磨損加快。

二、輪圈的種類與構造

1. 鋼盤式輪圈

如圖 5.48 所示，為鋼盤式輪圈，其構造如圖 5.49 所示。係以鋼板沖壓而成，強度大，使用最多。現代小汽車均在輪圈上加裝美觀的輪圈蓋。

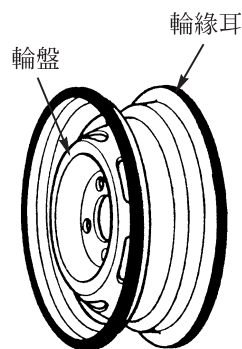


圖 5.48 鋼盤式輪圈(三級自動車シャシ)

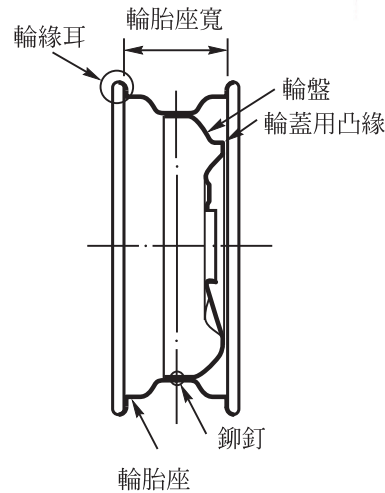


圖 5.49 鋼盤式輪圈的構造(自動車的構造)

2. 鋼絲式輪圈

鋼絲式輪圈，輪緣與輪轂以鋼絲連接而成，重量輕，型式優美，減震作用良好，煞車鼓之冷卻作用良好，因不適合大量生產，故汽車僅少數跑車及高級車使用，如圖 5.50 所示。

3. 鋁合金輪圈

- (1) 鋁合金製輪圈，重量輕，散熱快，可改善煞車及輪胎性能，且其彈跳感覺少，乘坐舒適性較佳，如圖 5.51 所示。鋁合金表層經防銹處理，沾到鹽類或銹蝕液體時應立即沖洗，以保護防銹層。
- (2) 鋁合金輪圈有單片式、兩片式與三片式等三種結構。單片式是輪緣與輪盤一體成型鑄造後，再加工切削，其精密度極高，但重量稍重；兩片式是輪緣與輪盤熔接成一體，其輪盤可輕量化，及輪圈設計自由度高；三片式除熔接外，必須以螺絲組合輪圈。

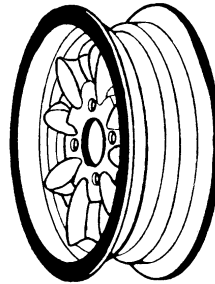
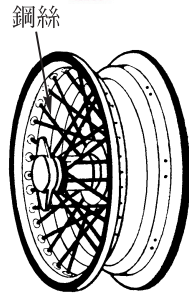


圖 5.50 鋼絲式輪圈(三級自動車シャシ)

圖 5.51 鋁合金輪圈(三級自動車シャシ)

4. 偏位式輪圈

- (1) 輪圈偏位(Wheel Offset)是輪圈設計時一個很重要的因素。當輪盤中心線與車輪中心線重疊時，為無偏位；當輪盤中心線在車輪中心線外側時，為正偏位；在內側時，為負偏位，如圖 5.52 所示。
- (2) FF 型車輛常採用正偏位式輪圈，以改善前輪負荷及提供適當的轉向偏位，更換輪圈時應注意其偏位的型式。

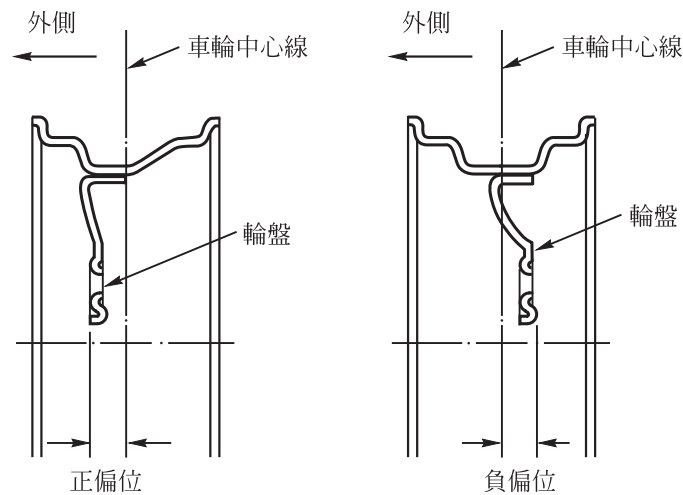


圖 5.52 偏位式輪圈的構造(Automotive Chassis Systems Halderman)

三、輪圈的安裝

1. 其固定螺帽有兩種，一為錐面式，一為平面式，如圖 5.53 所示。
2. 錐面式螺帽常用於鋼製輪圈，安裝時錐面必須向車輪端。平面式螺帽則用於鋁合金製輪圈。

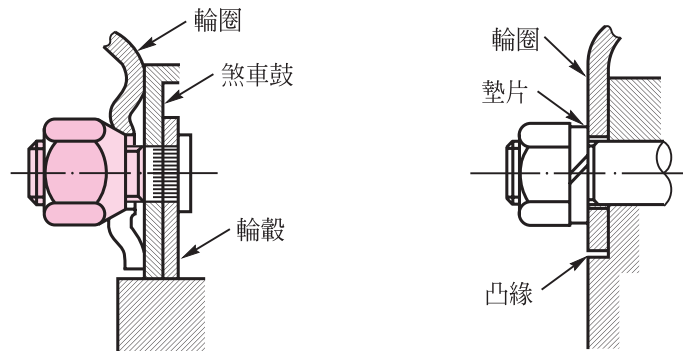


圖 5.53 輪圈的安裝(三級自動車シャシ)

5.3.2 | 輪胎的功能、種類、構造與工作原理

一、輪胎的功能

1. 承受車子的重量與負荷。
2. 傳輸驅動力或制動力至路面。
3. 轉彎時因輪胎之變形，吸收車輛滑動的傾向，使車子能順利轉彎。
4. 吸收路面的震動。

二、輪胎的種類



三、輪胎的構造與工作原理

1. 斜紋層輪胎

- (1) 斜紋層輪胎，即一般俗稱的普通輪胎，由外胎(Tire)、內胎(Tube)與襯帶(Flap)等組成，如圖 5.54 所示。外胎則由胎面(Tread)、斷層(Breaker)、線層(Carcass)及胎唇(Bead)等四部分組成，如圖 5.55 所示。部分斜紋層輪胎在胎面下有帶層，稱為帶層斜紋層輪胎(Belted-bias Play Tire)。
- (2) 胎面：胎面為與地面直接接觸之部分，以富有耐磨性及彈性之橡膠製成。

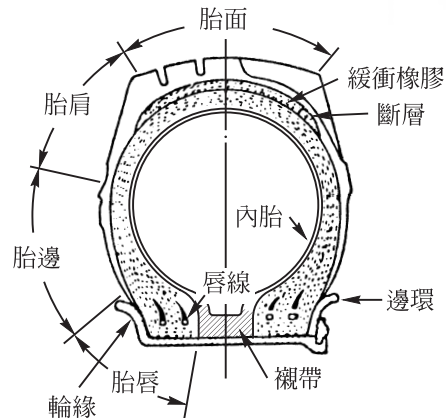


圖 5.54 斜紋層輪胎的組成(自動車的構造)

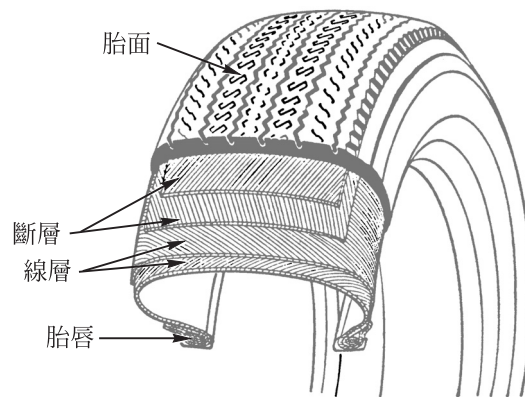


圖 5.55 斜紋層外胎的構造(三級自動車シャシ)

- (3) 斷層：斷層是位於胎面與線層間之纖維層，使用在斜紋層輪胎上。可增強胎面與線層間之黏著性，吸收由路面傳到線層的震動，及防止胎面磨損時損及線層。
- (4) 線層：線層為組成輪胎骨架之重要部分，斜紋層輪胎之線層係以僅有經線而無緯線之簾布層等斜交重疊，再以橡膠結合組成，為保持輪胎高壓空氣，支持車重之主要部分。以前之簾布層係以棉紗製成，現代之輪胎都改用尼龍、聚酯、鋼絲製成。因其傾斜角度甚大，故稱斜紋層輪胎。線層通常會有數層以上，或相當於數層之強度。
- (5) 胎壁：為輪胎的側面，覆蓋橡膠，可保護線層。其撓曲性大，車輛行駛時，可承受負荷作用而連續撓曲變形。胎壁上有製造廠名稱、輪胎

尺寸及其他許多相關的資訊。

- (6) 胎唇：胎唇為固定輪胎於輪緣上的裝置，由鋼絲、緩衝橡膠與摩擦保護層組成，如圖 5.56 所示。
- (7) 襯帶：如圖 5.57 所示，內胎與輪緣之間有一層襯帶，使內胎不與鋼圈接觸以防損傷。
- (8) 內胎：內胎用以保持輪胎內之空氣壓力。

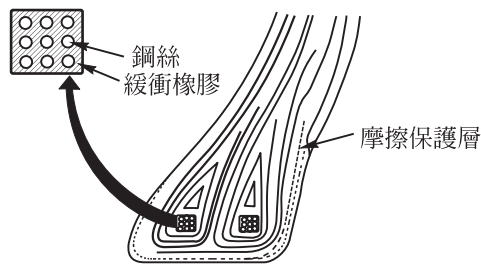


圖 5.56 胎唇的構造(三級自動車シャシ)

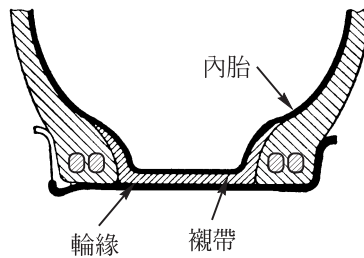


圖 5.57 襯帶的構造(三級自動車シャシ)

2. 輻射層輪胎

- (1) 輻射層輪胎的構造，如圖 5.58 所示，常採用無內胎之外胎。無內胎輪胎之內壁有一層氣密性甚佳之合成橡膠製成之內襯(Liner)，同時在胎唇部分也使用氣密性甚高之保護橡膠，與輪緣保持良好之氣密，當胎面刺到鐵釘時，不會迅速漏氣，安全性高。

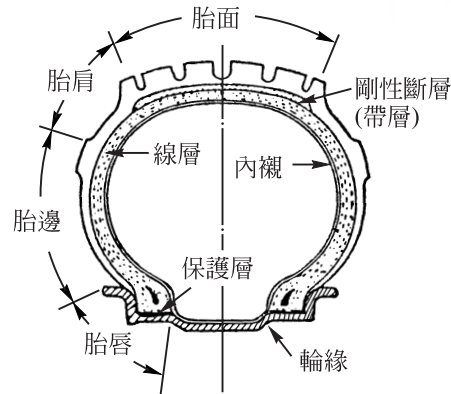


圖 5.58 輻射層輪胎之構造(三級自動車シャシ)

- (2) 帶層又稱剛性斷層，為輻射層輪胎使用的斷層型式。
- (3) 輻射層輪胎與斜紋層輪胎之不同點，在線層的簾布層之結構，斜紋層輪胎之簾布層(Cord)係斜向傾斜，但輻射層輪胎則完全向著半徑方向，故稱為輻射式，如圖 5.59 所示。
- (4) 現代小型車均使用輻射層輪胎，與斜紋層輪胎比較，其優點為：
 - ① 轉彎時輪胎橫滑少：因輻射層輪胎的胎壁撓曲性較佳，當車輛轉彎時，輻射層輪胎胎面的傾斜量比斜紋層輪胎少，故胎面保持與地面較多的接觸面積，如圖 5.60 所示，因此橫滑少。
 - ② 因滾動阻力及驅動輪胎轉動的力量較小，故較省油。
 - ③ 輪胎較耐磨。
 - ④ 胎面較薄散熱性佳，且空氣與鋼圈直接接觸，故胎溫較低。
 - ⑤ 即使是被尖物刺傷，也不會急速漏氣，可防止車輛行駛中發生危險。

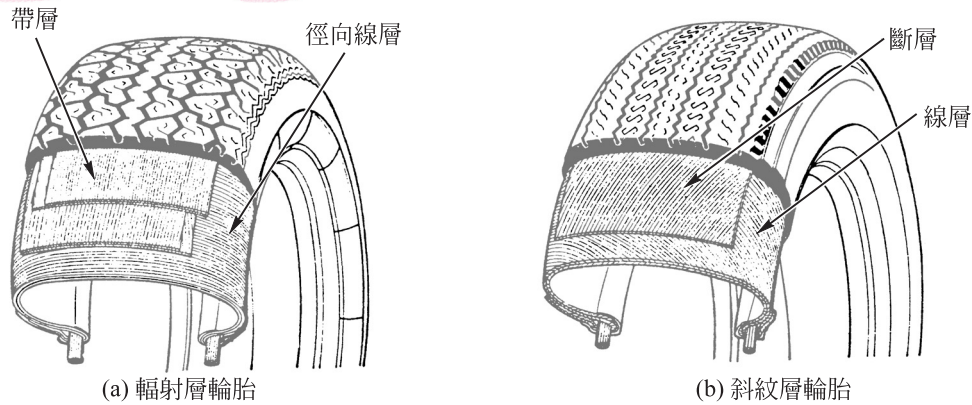


圖 5.59 輻射層與斜紋層輪胎線層結構的不同點(三級自動車シャシ)

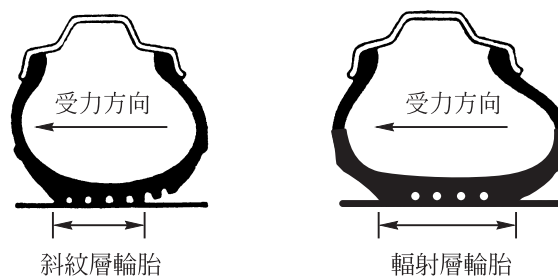


圖 5.60 轉彎時胎面與地面接觸面積之比較(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

(5) 高性能輻射層輪胎的胎紋與特性

- ① 單導向花紋輪胎：胎面花紋具有方向性，可提高排水效果，及發揮最佳的運動性能，如圖 5.61(a)所示。胎壁上會有 ROTATION 字樣與箭頭，以標示輪胎的旋轉方向。
- ② 非對稱性花紋輪胎：胎面內側與外側的花紋不相同，以提高輪胎的綜合性能，如圖 5.61(b)所示。以【INWARDS OUTWARDS】表示為非對稱性花紋輪胎，如靠外側的胎面上會印有"SIDE FACING OUTWARDS"之字樣。
- ③ 非對稱/方向性花紋輪胎：胎面外側可發揮乾燥地面性能，胎面內側可發揮濕滑地面性能，為非對稱性及方向性兩用花紋的輪胎，如圖 5.61(c)所示。也是以【INWARDS OUTWARDS】表示為非對稱/方向性花紋輪胎。

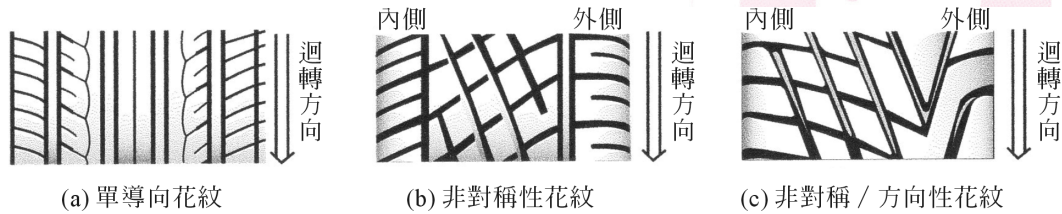


圖 5.61 高性能輻射層輪胎的胎紋

3. 備胎

- (1) 備胎的型式有與原車胎相同尺寸者，另有輕巧型備胎及無氣型備胎等，為暫用備胎(Temporary Spare Tire)，只能暫時替用。
- (2) 輕巧型備胎：其胎壓為 4.2kg/cm^2 (60psi)，時速不可超過 80km/h，胎面只能使用 1600~4800km(1000~3000mile)。優點為只佔用車上極少的空間，但因噪音及跳動大，且操控性與抓地力比一般輪胎差，故僅供臨時使用，必須盡快換回正常規格的輪胎。
- (3) 無氣型備胎：無氣型備胎為實心橡膠或塑膠製成，輪胎與輪圈也可使用塑膠一體成型製成。其優點為重量輕，但行駛速度與使用里程也有一定之限制。

4. 自封型輪胎

- (1) 為在無內胎輪胎的內襯表面加有密封劑(Sealant)，刺入小於 4.76mm (3/16")的鐵釘或螺絲時，密封劑會包覆並黏住在胎內的鐵釘，以減少或防止空氣洩漏。
- (2) 當把鐵釘拔出時，密封劑隨著鐵釘被拉出，填塞在鐵釘孔內，以防止漏氣。

5. 安全輪胎

- (1) 汽車在行駛時爆胎是相當危險的狀況，因此有輪胎製造商研發一種即使爆胎，還能繼續行駛一段路程(約 80 km 左右)的安全輪胎，稱為 Run-flat Tire，原意為"漏了氣還能跑的輪胎"，或稱失壓續跑胎。
- (2) 此種安全輪胎，會特別強化其胎壁的構造，在輪胎完全洩氣的情形下，仍能支撐車重繼續行駛；另外其胎面與胎唇的結構也會加強，並且裝設 TPMS。

6. 電子控制式低胎壓警告系統輪胎

- (1) 為在每一個輪胎內安裝有壓電裝置的胎壓感知器(Tire Pressure Sensor)，在車輛行駛時，若輪胎氣壓低於 $1.76\text{kg/cm}^2(25\text{psi})$ ，由於輪胎滾動變形加大，感知器送出無線電信號給儀錶板處的接收控制模組(Receiver Control Module)，使警告燈點亮以提醒駕駛。
- (2) 本系統現代汽車均稱為 TPMS。

四、胎壓監測系統(Tire Pressure Monitoring System, TPMS)

1. 概述

- (1) 由於在高速公路發生的事故，有非常高的比例是爆胎引起的，因此美國國家高速公路交通安全管理局(NHTSA)，已立法要求從 2007 年 11 月起，所有車輛都必須將 TPMS 列為標準配備。TPMS 的重要性，有人將它與 ABS 與 Air Bag 並列為汽車的三大主要安全系統。
- (2) TPMS 的作用，是在汽車行駛時自動監測輪胎氣壓與氣溫，並顯示其數值，當氣壓比標準值低，例如低 25 % 時，便會發出聲音警告駕駛，以確保行車安全。
- (3) 事實上，輪胎氣壓過低除了與安全有絕對關係外，並與節能、氣候暖化與使用壽命有關，輪胎氣壓降低 0.6 bar，燃油消耗會增加達 4 %，而輪胎的使用壽命會縮短 50 %。

2. TPMS 的種類

- (1) 直接式，即 Pressure Sensor Based TPMS，簡稱 PSB TPMS，是裝用壓力感知器來直接檢測。
- (2) 間接式，即 Wheel Speed Based TPMS，簡稱 WSB TPMS，是利用輪速感知器計測輪速差或振動頻率來間接檢測。

3. 直接式 TPMS

- (1) 直接式 TPMS 的組成，如圖 5.62 所示，是由裝在每一個輪胎的壓力感知器、接收器、ECU 與顯示器等組成，感知器發射器是與氣嘴成一體裝在鋼圈上。

- (2) 壓力感知器會利用無線發射器，送出高頻(315MHz 或 433MHz)的編碼數據，將壓力與溫度等資料送給裝在車體上的接收器，經 ECU 處理後在儀錶板上顯示，胎壓過低時並發出警告聲。

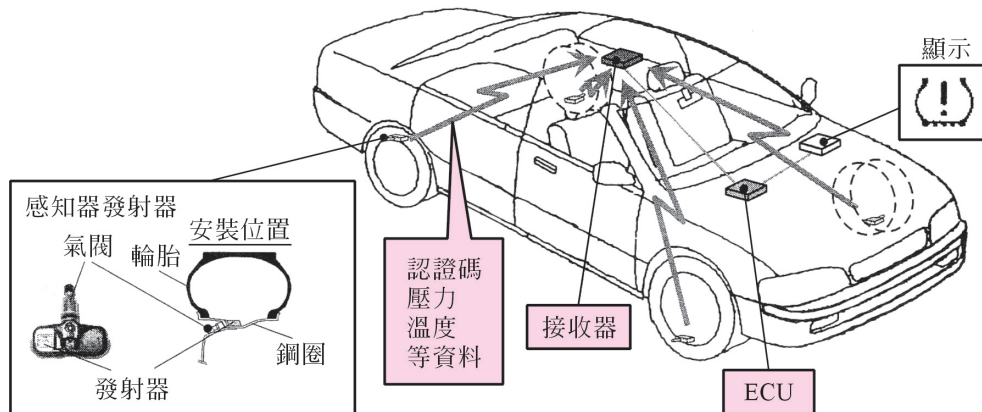


圖 5.62 直接式 TPMS 的組成

- (3) 直接式 TPMS 的優點是精確度高，四輪氣壓(或氣溫)均可顯示，但成本較高，使用壽命會受電池影響，且需專業人員維修。

4. 間接式 TPMS

- (1) 間接式 TPMS，各輪胎不裝用壓力感知器，是利用 ABS 的輪速感知器，如圖 5.63 所示。

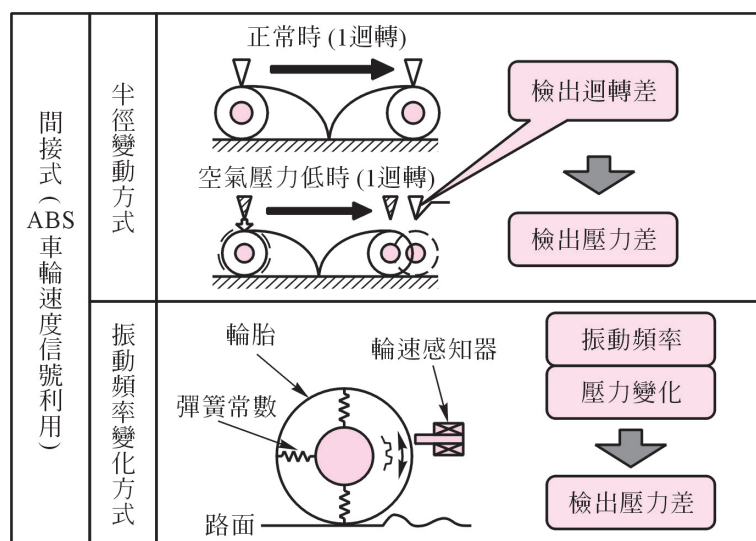


圖 5.63 間接式 TPMS 檢測方式

- (2) 第一種方式，是當胎壓不足時，輪胎半徑會改變，造成車輪轉速發生變化(車輪直徑小時轉速快)，輪速感知器將信號送給 ECU 比較分析，即可檢出迴轉差，進而檢出壓力差；第二種方式，是當胎壓不足時，輪胎的彈簧常數(Spring Constant)會降低，輪速感知器檢測其振動頻率的變化，送給 ECU 比較分析，即可檢出壓力差。
- (3) 採用以上兩種間接式 TPMS 時，部分車種在調整輪胎氣壓與車輪换位後，系統必須重新設定。
- (4) 間接式 TPMS 的優點是成本低，只需要更新軟體即可，但精確度較低，識別時間長(10 min)，且無法指出是哪一個輪胎出問題。

5.3.3 | 車輪平衡與换位

一、概述

1. 車輪的均衡性包括重量、尺寸等的均衡。重量的均衡性，一般稱為車輪平衡；而尺寸的均衡性，則為失圓度。
2. 車輪不平衡時，產生的震動會經懸吊裝置傳回車身，造成乘坐不舒適感及方向盤的振動；且經轉向裝置傳回方向盤造成抖動。

二、車輪平衡

1. 車輪平衡是包含輪胎與輪圈一起的平衡。分為靜平衡與動平衡兩種。靜不平衡與動不平衡通常會同時發生，有些車輪平衡機是分別修正靜平衡與動平衡，有些則是同時修正。
2. 車下(Off-the-car)式，又稱離車式車輪平衡機，必須將車輪從車上拆下校正；而車上(On-the-car)式，又稱就車式車輪平衡機，則不必拆下車輪即可校正。前者較精確，但後者不但可平衡車輪，並可一起平衡煞車盤、煞車鼓及軸等。
3. 靜平衡
 - (1) 當車輪在輪軸上的重量均勻分佈時，則車輪上某一點，在任何位置皆會停止時，表示靜平衡良好。

- (2) 如圖 5.64 所示，若 A 點每次都停留在底端，表示重量分佈不均勻，為靜平衡不良現象。當靜平衡不良車輪轉動時， A 點之離心力較其他位置大，造成輪軸彎曲而產生徑向(縱向)的震動，經懸吊裝置傳到車身及方向盤。

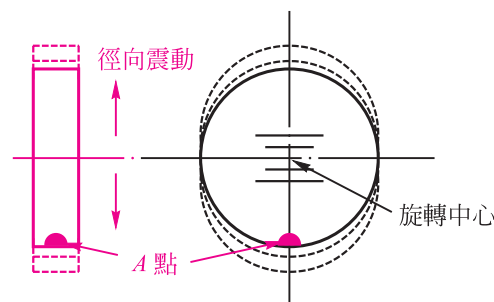


圖 5.64 靜平衡不良(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

- (3) 如圖 5.65 所示，與 A 點相隔 180° ，且與中心位置距離相等處，加上重量相等之配重，配重分置車輪兩側，其離心力與 A 點處離心力相互抵消，使靜平衡良好。

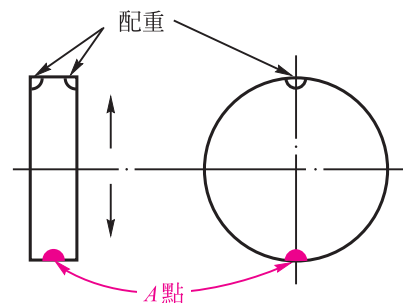


圖 5.65 靜平衡不良的處理(AUTOMOTIVE MECHANICS, CROUSE、ANGLIN)

4. 動平衡

- (1) 靜平衡是在靜止情形下，徑向重量的平衡；而動平衡則是在車輪轉動時，軸向重量的平衡。
- (2) 當 $A=B$ 時，靜平衡良好，如圖 5.66(a) 所示。但 A 、 B 兩配重的重心 G_A 與 G_B 的連線，並不在車輛垂直中心線的旋轉平面上，如圖 5.66(b) 所示，因此當車輪轉動時， F_1 與 F_2 對車輪重心 G_0 產生的力矩，使 G_A 與 G_B 有向車輪中心線靠近的趨勢，如圖 5.66(c) 所示。

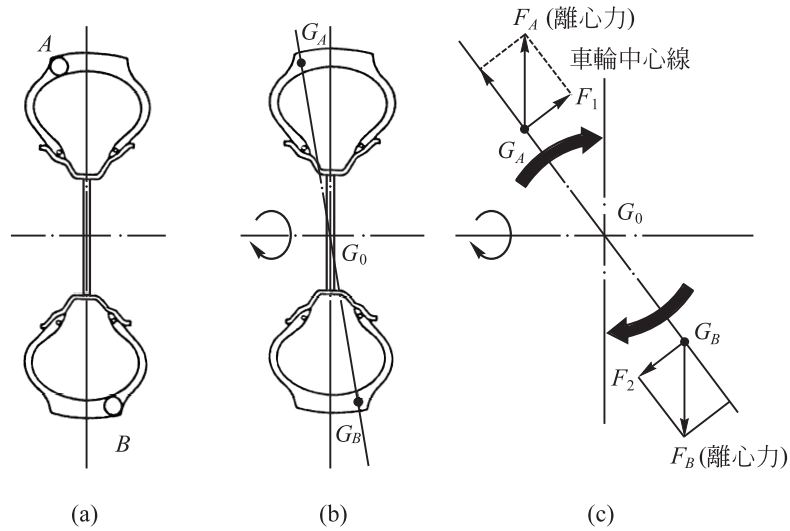


圖 5.66 動平衡不良時之作用(和泰汽車公司)

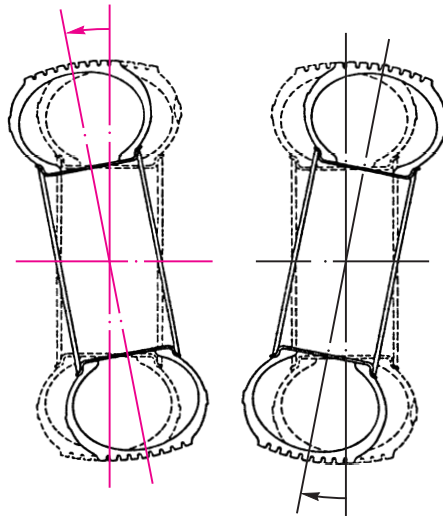


圖 5.67 車輪的軸向震動(AUTOMOTIVE MECHANICS)

- (3) 當車輪轉 180° 時，上述的力矩改變方向，使車輪的旋轉平面產生軸向(橫向)震動，如圖 5.67 所示，造成方向盤抖動。
- (4) 因此必須在 A 與 B 的相對位置上，加裝相同重量的配重，通常是裝在輪圈上，以抵消對 G_0 所產生的力矩，消除震動。

三、車輪換位

1. 爲使輪胎磨損平均，增加使用壽命，通常約 10000 公里車輪必須換位一次。
換位的方式依下列情況而有些微不同：
 - (1) 斜紋層輪胎或輻射層輪胎。
 - (2) 有方向性或無方向性輪胎。
 - (3) FR 型車輛或 FF 型車輛。
 - (4) 四輪換位或含備胎五輪換位。
2. 斜紋層輪胎與輻射層輪胎車輪換位的方法，如圖 5.68 與圖 5.69 所示。五輪換位時，備胎尺寸必須與其他輪胎的尺寸相同。

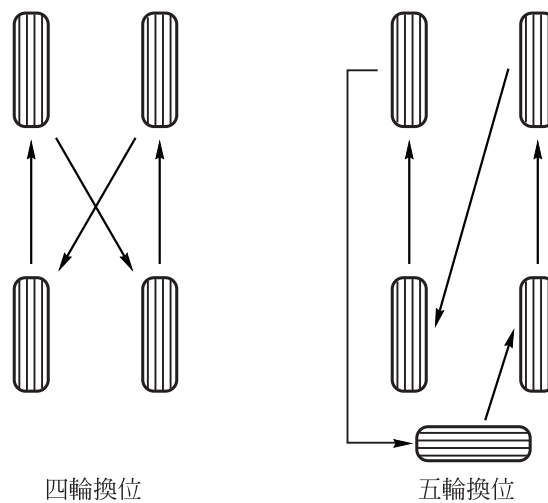


圖 5.68 斜紋層輪胎的車輪換位法(AUTOMOTIVE MECHANICS)

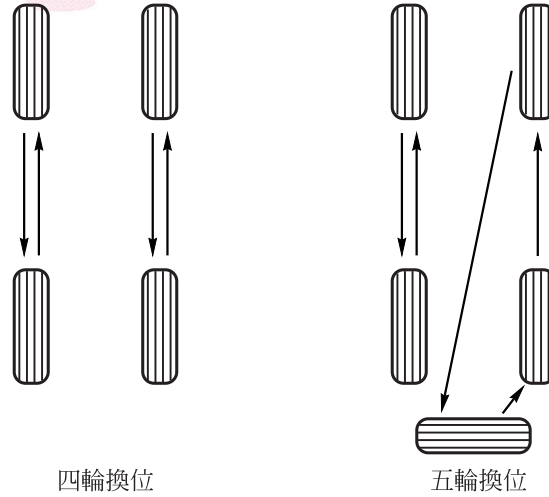


圖 5.69 輻射層輪胎的車輪換位法(AUTOMOTIVE MECHANICS)

5.3.4 輪胎規格、胎壁標示、磨損指示與輪胎氣壓

一、輪胎規格

1. 斜紋層輪胎

斜紋層輪胎的編號有歐洲制與美洲制兩種。

(1) 歐洲制

輪胎規格	輪胎寬度 W (in)	輪胎內徑 D (in)	線層數 PR	用途別
6.00-12-4PR	6	12	4	
5.50-13-8PR-LT	5.5	13	8	LT
9.00-20-14PR	9	20	14	

(2) 美洲制

輪胎規格	輪胎尺碼	扁平比	輪胎內徑 D (in)
D78-14	D	78	14
E78-14	E	78	14
A78-13	A	78	13

- ① 輪胎寬度：以 W(Width)表示，英吋(in)為單位，指輪胎充入標準氣壓後，外胎之近似寬度，如圖 5.70 所示。

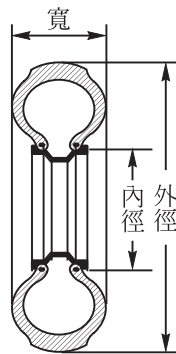


圖 5.70 輪胎的尺寸(三級自動車シャシ)

- ② 輪胎內徑：以 D(Diameter)表示，英吋(in)為單位，指輪胎剖面，其內圈的直徑，也等於輪圈外徑，如圖 5.70 所示。
- ③ 線層數：以 P(Ply)表示，4P 表示輪胎有四層帆布線層。因線層使用材料改良後，實際不需要那麼多層數就有相同之強度，故在 P 之後，加 R(Rating)字，如 4PR，表示輪胎線層強度相當於四層，但實際之層數沒有四層。
- ④ 用途：一般輪胎無記號，特殊用途記號如下
- ① 輕型貨車輪胎 ULT(Ultra Light Truck)
 - ② 小型貨車輪胎 LT(Light Truck)
 - ③ 大型卡車、巴士輪胎 TB(Truck, Bus)
- ⑤ 輪胎尺碼：沒有單位，以英文大寫字母 A、B、C、D、E、F、G、

H、I、J、K、L、M、N 等 14 個字母表示尺碼大小，字母順序愈後面，輪胎之尺碼愈大。

⑥ 扁平比

- ① 即高寬比(Height Width Ratio)，為輪胎高度與輪胎寬度之比值，如圖 5.71 所示。數字越小，表示輪胎的寬度越寬，即輪胎的高度越低；採用低扁平比(率)時，在輪胎外徑不變的原則下，亦即輪圈(即鋼圈)的外徑必須加大(車輪制動器的空間可變大)。
- ② 扁平比有 80、70、65、60、55、50、45 與 40 等，如圖 5.72 所示，60 系列時，表示輪胎高度只有輪胎寬度的 60 %。
- ③ 低扁平比化，一般稱為 INCH UP(即輪圈外徑向上加大之意)，其優點為可提高高速操控時的安全性、提升過彎能力及驅動、煞車性能，缺點是舒適性較差。但不可過度追求低扁平比化，必須注意輪胎的負載能力(即負載指數 LI)是否合乎標準，及胎寬是否過大，以免在行駛或載重時，輪胎摩擦到車身或懸吊的零件。

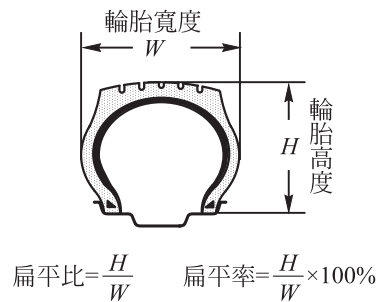


圖 5.71 輪胎的扁平比(三級自動車シャシ)

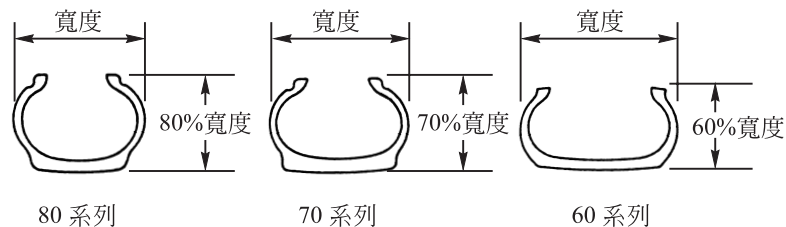


圖 5.72 不同扁平比系列(Automotive Chassis Systems, Haldeman)

2. 輻射層輪胎

小客車用輻射層輪胎的規格有 P 制(P-metric)、歐洲制與美洲制三種，P 制結合舊歐洲制與美洲制，目前採用最多。另暫用備胎有 T 制，而輕型卡車有 LT 制等。

(1) P 制

輪胎規格	輪胎型式	輪胎寬度 mm	扁平比	輪胎種類	輪圈外徑 (in)	負載指數	速率限制
P195/75 R14 92H	P	195	75	R	14	92	H

(2) 歐洲制

輪胎規格	輪胎寬度 mm	輪胎種類	輪圈外徑 (in)	備註
195 R14	195	R	14	195R14 相當於 195/75 R14 92H

(3) 美洲制

輪胎規格	輪胎尺碼與 負載容量	輪胎種類	扁平比	輪圈外徑 (in)	備註
ER78-14	E	R	78	14	ER78-14 相當於 195/75 R14 92H

① 輪胎型式

- ① P(Passenger)：小客車用輪胎。
- ② C(Commercial)：商業車用輪胎。
- ③ T(Temporary)：暫用備胎。

② 輪胎寬度：與斜紋層輪胎不同處，係以厘米(mm)為單位。

③ 輪胎種類

- ① R(Radial)：輻射層輪胎。
- ② B(Belted)：帶層斜紋層輪胎。
- ③ D(Diagonal Bias)：斜紋層輪胎。

④ 負載指數(Load Index Number)

- ① 如表 5.1 所示，為負載指數(LI)與負載量的對照表，為每一輪胎的負載量，乘以 4 即為全車的最大載重量。例如 92 代表每一輪胎的負載量是 630kg。
- ② 貨車用輪胎規格中，其負載指數可能見到兩個數字，例如 65 系列小貨車用輻射層輪胎規格為 195/65R16 98/96L LT，98/96 表示單輪 750 kg/複輪 710 kg。

表 5.1 負載指數與負載量的對照表(Automotive Chassis Systems)

負載指數	負 載		負載指數	負 載	
	kg	lb		kg	lb
75	387	853	97	730	1609
76	400	882	98	750	1653
77	412	908	99	775	1709
78	425	937	100	800	1764
79	437	963	101	825	1819
80	450	992	102	850	1874
81	462	1019	103	875	1929
82	475	1047	104	900	1934
83	487	1074	105	925	2039
84	500	1102	106	950	2094
85	515	1135	107	975	2149
86	530	1168	108	1000	2205
87	545	1201	109	1030	2271
88	560	1235	110	1060	2337
89	580	1279	111	1090	2403
90	600	1323	112	1120	2469
91	615	1356	113	1150	2535
92	630	1389	114	1180	2601
93	650	1433	115	1215	2679
94	670	1477			
95	690	1521			
96	710	1565			

- ⑤ 速率限制(Speed Rating)：如表 5.2 所示，為速率限制表，不同的英文字母代表不同的最大速率限制，例如 H 表示最大速率限制為 210km/h。另冬季常下雪地區，有冬季胎可供選擇。

表 5.2 輪胎的最大速率限制表(Automotive Chassis Systems)

胎別	英文字母	最大速率限制
夏季胎	L	120km/h(75mph)
	M	130km/h(81mph)
	N	140km/h(87mph)
	P	150km/h(93mph)
	Q	160km/h(99mph)
	R	170km/h(106mph)
	S	180km/h(112mph)
	T	190km/h(118mph)
	U	200km/h(124mph)
	H	210km/h(130mph)
	V	240km/h(150mph)
	VR	210km/h 以上(130mph 以上)
	W	270km/h(168mph)
	Y	300km/h(192mph)
	Z	240km/h(150mph)
	ZR	240km/h 以上(150mph 以上)
	冬季胎	W
Y		300km/h
Q M + S		160km/h 以上(99mph 以上)
	T M + S	190km/h 以上(118mph 以上)

二、輪胎胎壁標示的內容及其含意

胎壁上標示的內容，如圖 5.73 所示。除輪胎製造商、認證標示及上述的輪胎規格外，其他較重要的內容及代表意義如下：

1. DOT xxxxxxxx

- (1) 例如 DOT MJP2CBDX 269，前兩個英文字母 MJ 代表輪胎製造商的名稱及廠址；最後三個數字 269 代表製造日期代碼，9 表示西元 2009 年，26 表示第 26 週，即西元 2009 年的第 26 週製造的輪胎。
- (2) DOT 最後面的數字目前均為四碼，例如 2613，表示是西元 2013 年第 26 週所生產的輪胎。
- (3) 以上不論 269 或 2613，都是印在 DOT 最後面的"長膠囊狀凹痕"內，很容易找到。但也有生產年月的數字不印在 DOT 後面，而跟幾個英文字

母(如三個)一起印在輪胎其他位置的"長膠囊狀凹痕"內。

2. **Plies tread 2 steel + 2 polyester + 1 nylon
sidewall 2 polyester**

表示胎面側線層數有 2 層鋼絲 + 2 層聚酯 + 1 層尼龍。而胎壁側為 2 層聚酯。

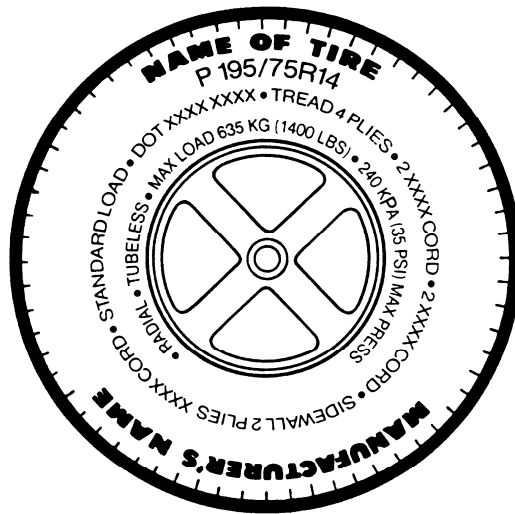


圖 5.73 輪胎胎壁上標示的內容(Automotive Chassis Systems, Halderman)

3. **Max. load 515kg(1135lbs) at max. press. 250kPa (36psi)**

表示在 250kPa 的最大胎壓下，每個輪胎的最大負載為 515kg。

4. **M/S 或 M + S**

表示輪胎適用於泥濘地(Mud)及雪地 Snow)。

5. **Treadwear 160、traction B、temperature A**

- (1) Treadwear 160

- ① 表示胎面磨損代號為 160，其胎面使用里程約 51200km，如表 5.3 所示。標準胎面磨損代號為 100，200 者其胎面使用里程為 100 的兩倍。

表 5.3 胎面磨損代號與使用里程對照表(Automotive Chassis Systems, Halderman)

胎面磨損代號	胎面使用里程
100	32000km(20000miles)
150	48000km(30000miles)
200	64000km(40000miles)
250	80000km(50000miles)
300	96000km(60000miles)
400	129000km(80000miles)
500	161000km(100000miles)

- ② 輪胎的實際使用里程依駕駛習慣、車輪定位、路面狀況及氣候因素等仍會有變化。
- (2) Traction B：表示牽引力性能為B。A最佳，B次之，C再次之。輪胎在濕地煞車的距離即為牽引力性能。
- (3) Temperature A：表示溫度上升率性能為 A，輪胎使用時溫度上升速度最慢，B 稍快，C 則最快。

三、磨損指示

1. 輪胎在製造時，胎面的溝槽內，會有 4~9 處凸起，如圖 5.74 所示，稱為磨損指示條(Wear Indicators)、磨損塊(Wear Bars)或輪胎界稱為 Slip Sign(打滑記號)，通常在胎壁上會有箭頭指示其位置。胎面磨損至指示條(約 1.6 mm 高)露出時，也就是胎面花紋與指示條同高時，輪胎必須更換。



圖 5.74 胎面溝槽內的磨損指示器

- 胎面溝槽深度不足時，輪胎的排水性能會大幅降低，雨天行駛時，輪胎可能會漂浮打滑，非常危險。因此有些輪胎製造商甚至建議，高速行駛小型車輪胎的溝槽深度應有 3.2 mm 以上。如表 5.4 所示，為在 100 km/h 時速下煞車，胎面花紋深淺與煞車距離的關係，胎面花紋越淺，煞車距離越長。

表 5.4 胎面花紋深淺與煞車距離的關係

		前輪驅動輕型轎車					後輪驅動重型轎車(附 ABS)			
胎面花紋深度 mm		8	4	3	2	1	8	3	1.6	1
煞車距離	m	76	99	110	129	166	59	63	80	97
	%	100	130	145	170	218	100	107	135	165

- 日本輪胎協會(JATMA)最新的建議，從開始使用的五年後，必須至輪胎經銷商進行檢查，而製造十年後的輪胎則建議更換。配合上述的胎面溝槽深度值，讓大家在基本的原則可依循，到底什麼時候應該更換輪胎。

三、輪胎氣壓

輪胎氣壓依輪胎型式及用途而定。小客車胎壓約 152~248kPa (1.52~2.48kg/cm², 22~36psi)；大客車及大貨車的胎壓約 690kPa (6.9kg/cm², 100psi)。最大胎壓通常都會標示在胎壁上。另每一輪胎的建議胎壓及備胎等資料會貼在駕駛側車門邊或中柱下方，如表 5.5 所示。

表 5.5 輪胎氣壓表(以 195/65 R15 91H 為例)(本田汽車公司)

時速	胎壓			備胎編號及胎壓
	kPa	kg/cm ²	psi	
160km/h 以下	200	2.0	29	T135/90 D15 100M 420 4.2 60 kPa kg/cm ² psi
160km/h 以上	220	2.2	32	

習題 5.3

學

後

評

量

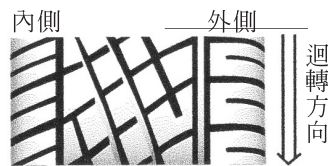
一、是非題

- () 1. 鋼盤式輪圈，現代汽車採用最多。
- () 2. 輪圈固定螺帽為錐面，在安裝時錐面向外。
- () 3. 縱花紋輪胎，其牽引力大於橫花紋輪胎。
- () 4. 輻射層輪胎線層的簾布層結構為徑向分佈。
- () 5. 所謂暫用備胎是只能短暫代替原輪胎使用。
- () 6. 車輪不平衡時，會造成方向盤振動或抖動。
- () 7. 車下式車輪平衡機，可同時平衡煞車盤、煞車鼓及軸等。
- () 8. 車輪换位可使輪胎磨損平均。
- () 9. 扁平比越小，輪胎高度越大。
- () 10. 胎壁上有 DOT MJP2CBDX 129，表此輪胎 1999 年的第 12 週製造。

二、選擇題

- () 1. FF 型車輛常採用 (A)無偏位式 (B)正偏位式 (C)負偏位式 (D)鋼絲式 輪圈。
- () 2. 輪胎的許多資訊都是標示在 (A)胎壁 (B)胎面 (C)胎唇 (D)帶層 上。
- () 3. 雪地輪胎胎面比一般輪胎寬 (A)10~20 % (B)20~35 % (C)40~50 % (D)50~60 %。
- () 4. 輕巧型備胎裝用時，車輛限速為 (A)60 (B)80 (C)100 (D)120 km/h。
- () 5. 一般輪胎約每 (A)5000 (B)10000 (C)20000 (D)30000 公里换位一次。
- () 6. 輻射層輪胎 P 制編號 P205/70 R15 95H，其中 (A)205 (B)70 (C)15 (D)95 表示輪圈外徑。

- () 7. 輻射層輪胎 P 制編號 P195/65 R14 90V，其中 V 表速限在 (A)160 (B)180 (C)210 (D)240 km/h。
- () 8. 小客車的輪胎氣壓約在 (A)1.52~2.48 (B)2.48~2.88 (C)3.0~3.56 (D)3.70~4.2 kg/cm²。
- () 9. 影響輪胎使用壽命最大的因素 (A)低速行駛 (B)高速行駛 (C)胎壓過低或過高 (D)後傾角不正確。
- () 10. 輪胎 165SR13，表示 (A)輪胎直徑為 13 吋 (B)鋼圈直徑為 13 吋 (C)鋼圈直徑為 13 公分 (D)輪胎寬度為 13 公分。
- () 11. 對鋁合金輪圈的敘述，以下何項錯誤？ (A)彈跳感覺少，乘坐舒適性較佳 (B)不易變形、擦損 (C)散熱快，可改善煞車及輪胎性能 (D)重量輕。
- () 12. 對單導向花紋輪胎的敘述，以下何項錯誤？ (A)胎壁上會有 ROTATION 字樣 (B)胎面花紋具有方向性，可提高排水效果 (C)安裝時無方向性 (D)胎壁上會有箭頭，以標示輪胎的旋轉方向。
- () 13. 如圖所示為 (A)非對稱/方向性花紋輪胎 (B)單導向花紋輪胎 (C)非對稱性花紋輪胎 (D)沙地輪胎。



- () 14. 對備胎的敘述，以下何項錯誤？ (A)無氣型備胎為暫用備胎 (B)無氣型備胎為實心橡膠或塑膠製成 (C)輕巧型備胎的胎壓為 4.2 kg/cm² (60psi) (D)輕巧型備胎與原車胎尺寸相同。

學

後

評

量

- ()15.所謂 run-flat tire 是一種 (A)即使爆胎，還可繼續行駛約 80 km 左右的安全輪胎 (B)防滑輪胎 (C)高胎壓警告系統輪胎 (D)暫用備胎。
- ()16.輪胎氣壓過低，與下述何項無關？ (A)輪圈變形 (B)輪胎使用壽命 (C)行車安全 (D)能源節省。
- ()17.對直接式 TPMS 的敘述，以下何項錯誤？ (A)每一車輪都需要安裝一個壓力感知器 (B)系統無法指出是哪一個輪胎出問題 (C)發射器使用年限，會受到電池壽命的影響 (D)發射器是與氣嘴成一體裝在鋼圈上。
- ()18.間接式 TPMS，是利用 (A)EPS 的方向盤轉角感知器 (B)TCS的節氣門位置感知器 (C)SRS的撞擊感知器 (D)ABS 的輪速感知器 信號，以計算檢出壓力差。
- ()19.對扁平比的敘述，以下何項錯誤？ (A)採用低扁平率時，在輪胎外徑不變的原則下，亦即鋼圈的外徑必須加大 (B)扁平比即高寬比 (C)數字越小，表示輪胎的寬度越寬，即輪胎的高度越高 (D)55 系列時，表示輪胎高度只有輪胎寬度的 55 %。
- ()20.有關扁平比， (A)高扁平比化，一般稱為 INCH UP (B)提高扁平比時，可增加高速操控時的安全性 (C)低扁平比化時，必須注意胎寬是否過大 (D)提高扁平比時，缺點是舒適性較差。
- ()21.胎壁上，DOT 之後的最後四碼為 0215，表示是 (A)西元 2015 年第 2 週所生產的輪胎 (B)西元 2002 年第 15 週所生產的輪胎 (C)西元 2015 年第 2 個月所生產的輪胎 (D)西元 2005 年第 21 週所生產的輪胎。



- () 22. 變更輪胎尺寸時，下述何項錯誤？ (A) 改裝後，應保持原有輪胎的最大外徑尺寸 (B) 為獲得最大的煞車效果，胎面寬度應盡量加寬 (C) 輪胎尺寸的大小，會影響輪速感知器的輸出值，進而影響 AT 與 ABS 的作用 (D) 保持原有的輪胎最大外徑尺寸，可維持正確的懸吊、轉向及乘坐高度規格。
- () 23. 關於輪胎的敘述，以下何項錯誤？ (A) 胎面花紋與磨損指示條等高時，胎紋深度約 2.0 mm (B) 胎面溝槽內的磨損指示條，通常在胎壁上會有箭頭指示其位置 (C) 胎面溝槽的深度不足時，輪胎的排水性能會大幅降低 (D) 胎面花紋越淺，煞車距離會越長。
- () 24. 胎面溝槽內磨損指示條的高度，約為 (A) 0.8 mm (B) 1.2 mm (C) 1.6 mm (D) 3.2 mm。

三、填充題

1. 輪圈依偏位可分_____偏位式、_____偏位式與_____偏位式三種。
2. 輪胎依線層的方向可分_____層輪胎與_____層輪胎兩種。
3. 橫花紋胎適用於_____或_____輪胎。
4. 斷層位於_____與_____間，使用在斜紋層輪胎。
5. 斜紋層輪胎線層的簾布層方向是_____向，而輻射層則為_____向。
6. 無氣型備胎為實心_____或_____製成。
7. 靜平衡是在靜止情形下，_____向重量的平衡；動平衡是車輪轉動時，_____向重量的平衡。

學

後

評

量

8. 輻射層輪胎的輪胎型式代號，P 表_____用，C 表_____用，T 表暫用備胎。

四、問答題

1. 試述輪圈的功能。
2. 何謂偏位式輪圈？
3. 縱花紋胎面的特性為何？
4. 塊狀紋胎面的特性為何？
5. 寫出輻射層輪胎的優點。
6. 何謂車下式車輪平衡機？
7. 靜平衡與動平衡有何區別？
8. 輕巧型備胎有何優缺點？