

# 「滾」動的歲月、凡走過必留下「足跡」-汽車車輪的發展演進與變化之探討

黃國偉

國立高雄師範大學工業科技教育學系研究生

wayne6710@gmail.com

## 壹、前言

科技進步造就人類的便利，汽車的發明即是其中之一。舉凡各式不同車輛，都需要能在合適道路上穩定行駛，而車輪除了部份要承載車量，仍需負擔轉向的功能與吸收路面部份震動，且長時間行駛時，胎面更須在磨損與高溫的狀況下保持其彈性，可見車輪在車輛行駛時，扮演著一定的重要性，就此本文即探討車輪演進的過程。

## 貳、車輪歷史探討與演進

車輪是圓的應用，並使車軸裝置於車輪的正中心，當車輪在路面使車輛前後移動，車軸中心與地面的距離恆為車輪的半徑高度，這使駕駛與乘客感受到車輛平穩的移動而有舒適感。

### 一、車輪發展初期

#### (一) 西元前 4000 年

古埃及人為了製作陶土器具而發明了陶輪，一開始的陶輪並非圓形，可能是方形或其它形狀，但陶輪的運動方式是圓形狀，只要在操作時能找到陶輪的重心，就可以製作出圓形陶土坯，由於技術的關係，當時製作陶土坯的工匠是稀有人才。

圖 1

陶輪



#### (二) 西元前 3000 年至 3300 百年

蘇美人成功製作出有四個木輪的作戰用車，並靠四隻驢子牽引，當時只有尊貴的國王才能使用。同時期巴比倫人製作出了戰車、運輸車、狩獵與祭祀用車；而歐洲、印度、埃及與伊朗地區也出現了牛車與馬匹拉的戰車。

### （三）西元前 1200 年至 1400 年

西亞與埃及地區廣泛的使用輕型馬戰車與兩輪狩獵車，車上方多了皮革製作的棚子用來遮蔽與增加隱密性。為了增加使用時間，埃及的法老王圖坦卡門的戰車輪子上包覆了一層皮革。從此開啟了人類降低車輪磨損與改善行駛顛簸的各種嘗試。

### （四）西元前 100 年至 1200 年

戰車與馬車傳入了義大利與丹麥，亞述人在戰車的輪上加了一層木材塗料，塞爾特人在貨車與戰車上加裝了鐵製的外框，雖然增加了載重的負荷但卻使車輛顛簸且產生異音。

## 圖 2

圖坦卡門墓室陪葬品－戰車輪上包覆皮革



## 二、車輪發展中期

哥倫布於 1493 年至 1496 年進行第二次航海探索到達拉丁美洲的海地時，看到了當地的小孩使用橡膠製的球當遊戲。橡膠的發明與廣泛的應用使得車輪由早期的木製車輪變成了硬橡膠車輪，一開始發明的硬橡膠車輪是實心的，裝在車上行駛時仍然有噪音，遇到顛簸路面時亦不平穩，但卻是車輪由木製車輪變成橡膠車輪的一大改變。

1845 年，在蘇格蘭出生的土木技師羅伯特·湯普生發明了橡膠充氣輪胎，將內胎充氣後置於外胎內部，並申請得到了『改良馬車與其他車輛車輪』的政府專利，隔年裝在馬車上試驗，在平坦的道路上使馬車效率提高了 60%，於不平的路面亦能提高 30%。由於一開始的橡膠車輪是靠手工製作，價格不斐，更換困難且耗時；再加上當時英國較注重傳統，為了保護馬車而限制蒸汽汽車的發展，汽車車速在市區被限制在 2 英哩，郊區為 4 英哩，無法得到推廣的羅伯特·湯普生幾年後便失去了市場。1868 年，美國人查爾斯·古德伊爾發明了硫化橡膠的方法使得橡膠更能運用於車輪上，雖取得專利但並未以此致富，1898 年美國一家新成立的輪胎公司為了紀念他的貢獻而將公司命名為「固特異」。

圖 3

1916 年的固特異廣告



1887 年 12 月，英國獸醫約翰·鄧路普從兒子騎三輪車的抱怨啟發靈感，發明了充氣橡膠管套在木製的輪輻上，被遺忘的充氣輪胎 40 年後再度問世，此為輪胎原型的誕生。隔年 2 月，約翰·鄧路普辭去獸醫的工作並與艾德林公司簽約，建立輪胎製造廠生產比賽用自行車胎，接著研發出容易拆裝的輪胎，使充氣輪胎有了真正的價值。

1891 至 1892 年，法國安德烈·米其林與愛德華·米其林兄弟發明了一種可拆裝的充氣橡膠輪胎，簡化了輪胎的安裝與修護，當時巴黎的馬車車輪改採用此種充氣輪胎後使得街道安靜許多。1895 年，愛德華·米其林將充氣輪胎改良後首次安裝於汽車車輪上參加了巴黎至波爾多的比賽，在 19 輛賽車中獲得第 9 名。

### 三、車輪近代發展

到了 19 世紀，幾乎所有汽車都改用了充氣式輪胎而不再使用實心橡膠胎，初期的充氣輪胎，用的是塗有橡膠的帆布當輪胎主體，但因為帆布的交叉纏繞，車輪在行駛時會導致輪胎變形造成帆布摩擦，因此線很容易的被磨斷，直到 1903 年發明了斜紋路的紡織品促成交叉層輪胎的發展，而使輪胎的使用壽命得以延長。此時橡膠材料也不斷的進步，碳黑補強橡膠的發明為輪胎工業奠定了發展的基礎，同時伴隨汽車技術的進步，車輪技術也不斷的提高。

1908 至 1912 年間，輪胎胎面上有了提高性能的花紋；BFGoodrich 輪胎公司於 1910 年發明把碳煙加入橡膠以增加磨擦與耐用性的技術，輪胎也由白色變成黑色。1930 年，米其林公司成功製造出了第一個無內胎輪胎；1937 年又發明了輻射層輪胎改善車輪的操控性，1938 年接著發明讓鋼絲與橡膠黏合的方式，大大改善車輪的散熱與負重能力。輻射層輪胎並於 1946 年取得專利。

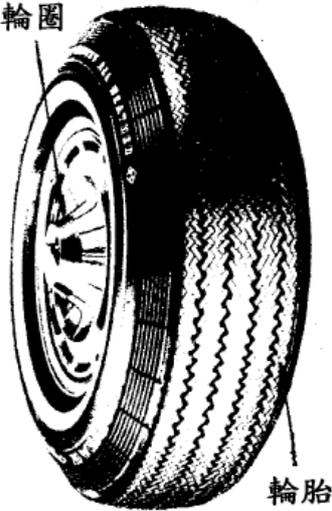
1981 年，英國鄧路普公司發明了一種新輪胎，此種車輪的輪胎具有當發生輪胎遭到穿

刺或穿孔時可繼續行駛的優點；並在其胎壓不足的情況下仍能保持平均每小時 80 公里的車速行駛 2 小時且拆裝方便，壽命更持久。

圖 4

車輪

輪圈



輪胎

## 參、車輪特性與技術

### 一、車輪的功用

為滿足承載重量、吸收道路部份震動與將引擎動力轉變成汽車驅動力的功用，車輪必須具備的條件有：

- (一) 車輪之輪胎必須滿足承載的彈性與強度、負載車重以傳輸引擎動力、煞車時產生的制動力與其反作用力、轉彎時產生的側推力，以及承受行駛於各種路面產生之應力與緩衝。
- (二) 車輪的胎面必須具備耐磨耗與耐高溫，且車輛長途行駛時車輪胎面彈性仍保持優良。
- (三) 車輪整體須符合平衡測試之標準。

### 二、車輪的構造

車輪是由輪圈與輪胎組成，而因輪胎的不同又可以分成有內胎車輪與無內胎車輪。

#### (一) 輪圈

##### 1. 功用

輪圈是用來支撐輪胎並將本身安裝於輪軸上，包含輪圈及輪盤兩部分。

##### 2. 種類

依輪圈與輪殼連接配合方式的不同可分為鋼絲輪圈、鋼盤輪圈及鋼板輪圈三種；按照車輛的用途，有落心式、安全落心式、半落心式及平座式等四類；依輪圈的材質又可分為鋼鐵製輪圈、鋁合金輪圈、鎂合金輪圈與塑料製輪圈。

圖 5

由左至右依序為鋼絲輪圈、鋼盤輪圈與鋼砲輪圈

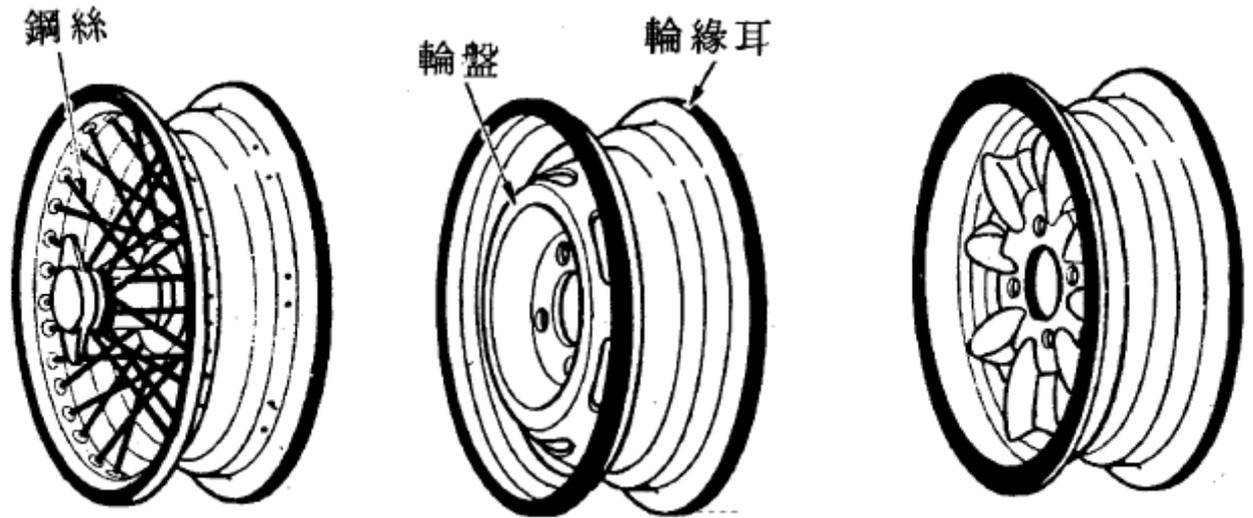


圖 6

落心式輪圈與安全落心式輪圈

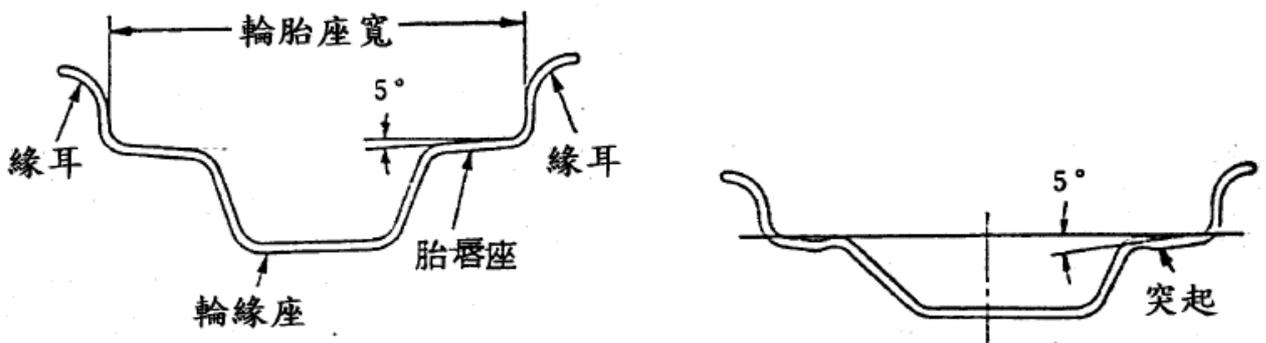
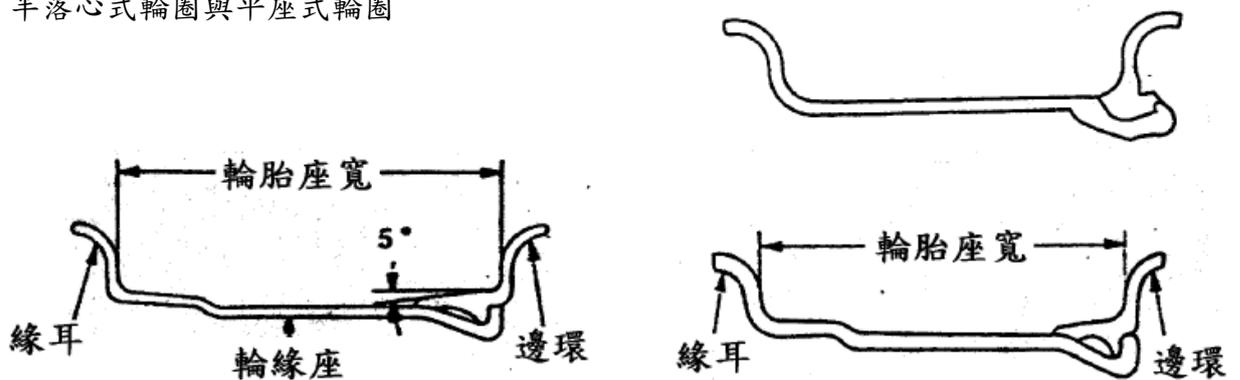


圖 7

半落心式輪圈與平座式輪圈



### 3. 輪圈規格的表示方式

輪圈規格可區分為無邊環輪圈(落心式及安全落心式)及有邊環輪圈(半落心式及平座式)兩大類。輪圈的寬度(輪胎座寬)並不包括輪圈凸緣寬度；輪圈內徑並不包括輪圈凸緣高度。

#### 4. 輪圈的安裝方式

輪圈安裝於車軸，所使用的有平面式及錐面式兩種鎖緊螺絲帽；平面式鎖緊螺絲帽通常用於鋁(或鎳)合金輪圈；而錐面式鎖緊螺絲帽通常用於鋼製的輪圈。

表 1

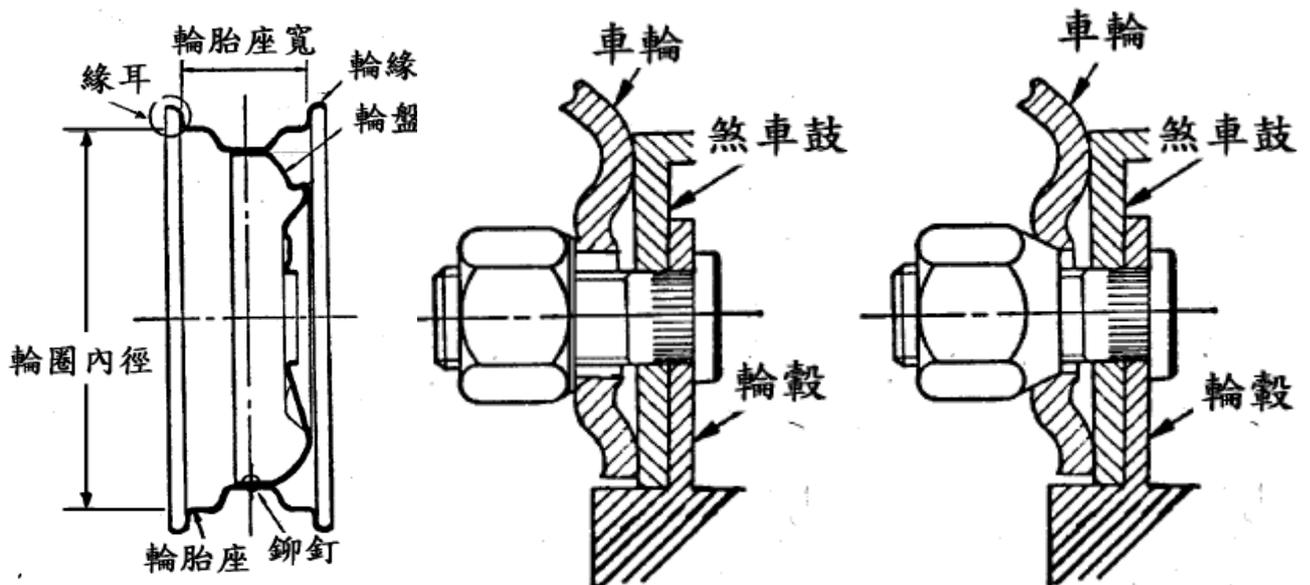
輪圈規格表示方式

輪圈規格	輪圈寬度(英吋)	輪緣耳形狀	輪圈種類	輪圈內徑(英吋)
5 1/2 J × 16	5 1/2	J (K)(L)	×(無邊環)	16
8.50-22	8.50		-(有邊環)	22

資料來源：研究者自行整理

圖 8

輪圈各部位名稱、平面式鎖螺帽與錐面式鎖螺帽



#### (二) 輪胎

##### 1. 功用

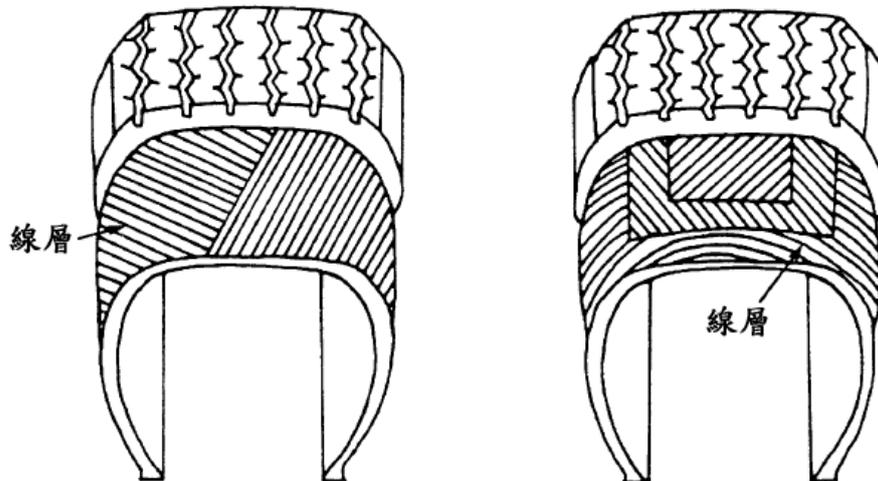
輪胎與輪圈結合，並且輪胎是車輛唯一與路面接觸的部份，輪胎充氣後，應具有高強度、與輪圈共同支撐全車重量、緩衝及吸收道路面之震動、乘坐舒適、車輛移動轉向效率化與煞車效果最佳化的功能。

##### 2. 種類

依胎面形狀區分為縱紋胎面、橫紋胎面、縱橫紋胎面、塊狀紋胎面四種；按線層結構分為偏角疊層輪胎、輻射層(放射性)輪胎兩類；依充氣方式不同區分為低壓胎與高壓胎。

圖 9

偏角疊層輪胎與輻射層輪胎

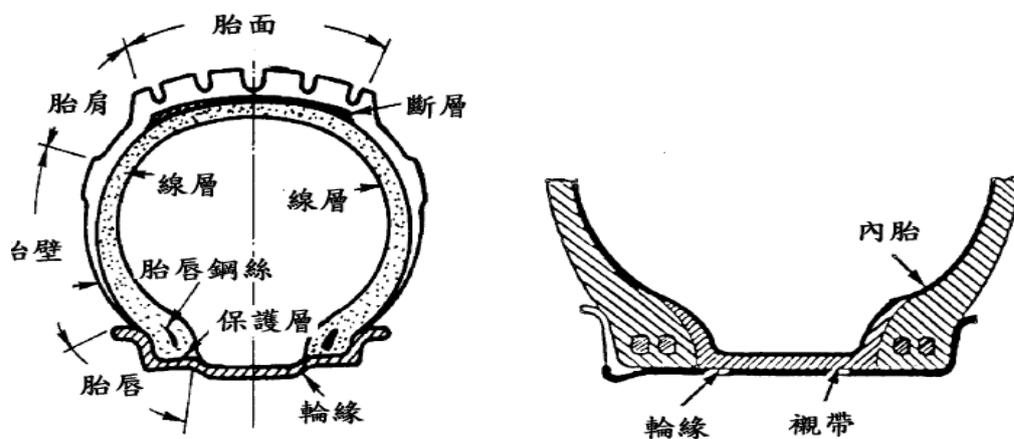


### 3. 構造

輪胎是由品質良好的橡膠與棉織物等層層重疊，經加壓、加熱成一體，再經硫化處理而成。硫化處理使橡膠材料得到良好的機械性能；使輪胎具有強大的拉扯及撕裂強度、彈性及對溫度的穩定性、減少溶劑與油類的膨脹性並增強線層間的結合能力及防止線層之脫落。主要構造分為胎面、斷層、彈性層、線層與胎唇。

圖 10

輪胎結構圖



### 4. 內胎與氣閥

內胎能防止漏氣、抗扯斷、耐穿刺及耐老化性能之合成橡膠製成的封閉狀圓管。內胎裝於輪圈與輪胎之間，充氣後可用來支持全車重量，亦可減少車輛在行駛時受路面的衝擊與震動。為使內胎充氣便利與防漏，內胎均裝置氣閥，氣閥有分小型車使用的橡皮被覆閥與大型車使用的橡皮座閥。而無內胎輪胎之氣閥則裝置於輪圈上，氣閥總成中的氣嘴芯，功用是充氣及防止空氣逸出；氣嘴蓋則用來防止灰塵及水滴進入氣嘴芯，作最後防止漏氣的功能。

圖 11

輪胎橡皮被覆閥與橡皮座閥

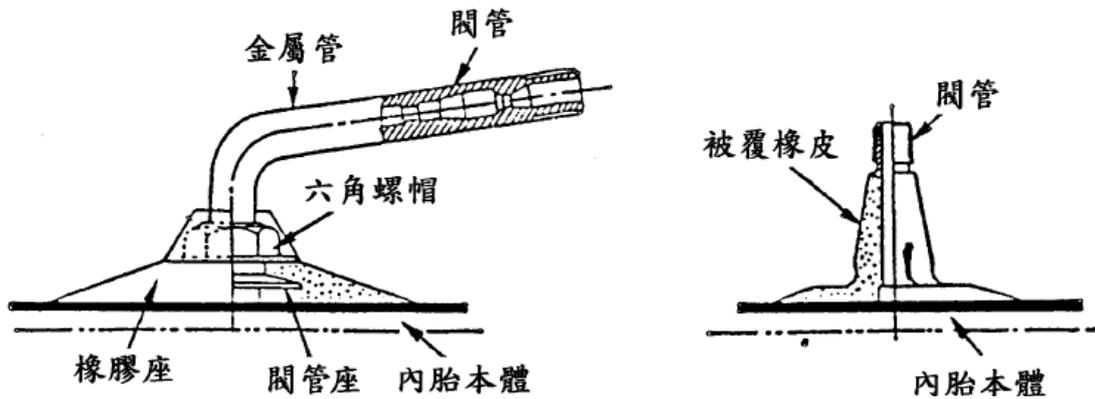
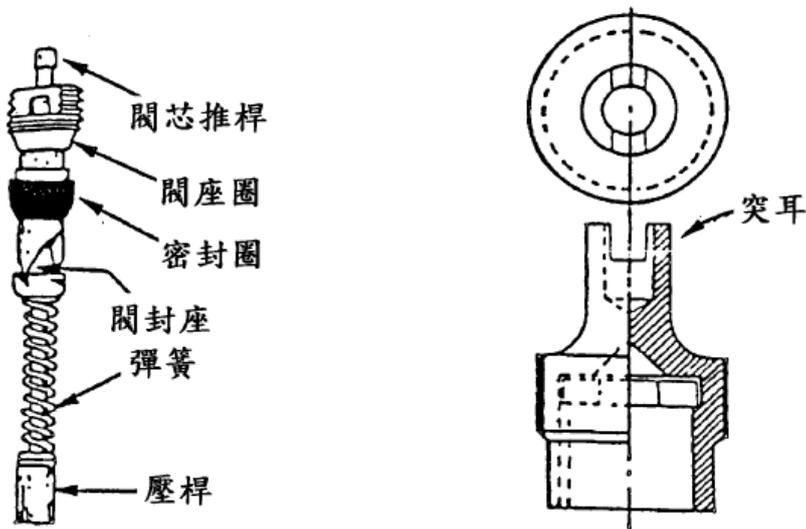


圖 12

氣嘴芯構造與氣嘴蓋



### 三、車輪的平衡

物體的旋轉產生離心力，因此當重量不平衡時，會因離心力造成震動或抖動，轉速愈高震動與抖動現象會愈嚴重。車輪平衡分為靜平衡與動平衡兩種。

#### (一) 靜平衡

若車輪之靜平衡不良，則會使行駛的車輪造成上、下跳動的現象，且車速愈高，車輪的跳動就愈厲害愈嚴重

#### (二) 動平衡

若車輪之動平衡不良，則會使行駛的車輪造成左、右擺動的現象，同樣車速愈高，車輪的左、右擺動就愈厲害愈嚴重。

因此車輪之靜平衡及動平衡均不良時，將會造成行駛的車輛上、下、左、右不停跳動及擺動，最後使得轉向機構失去控制，甚有發生車禍之危險，對於行車之安全不得不注意。車輪若不平衡時，則須使用車輪平衡校正機，給予最完善的校正，直到車輪在車輪平衡機上不震動也不搖晃。使用車輪平衡機作輪胎平衡校正前，若輪胎外觀已變形、突出或過度磨損，將無法使車輪的校正得到完善，此時應更換新輪胎。

圖 13

車輪靜平衡不良與校正

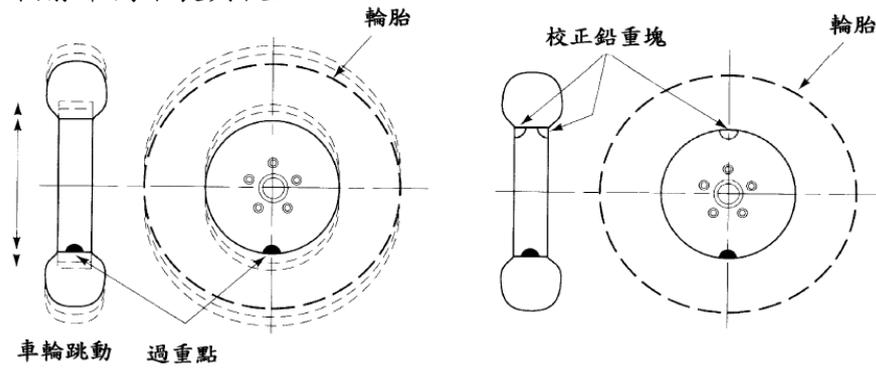


圖 14

車輪動平衡不良與校正

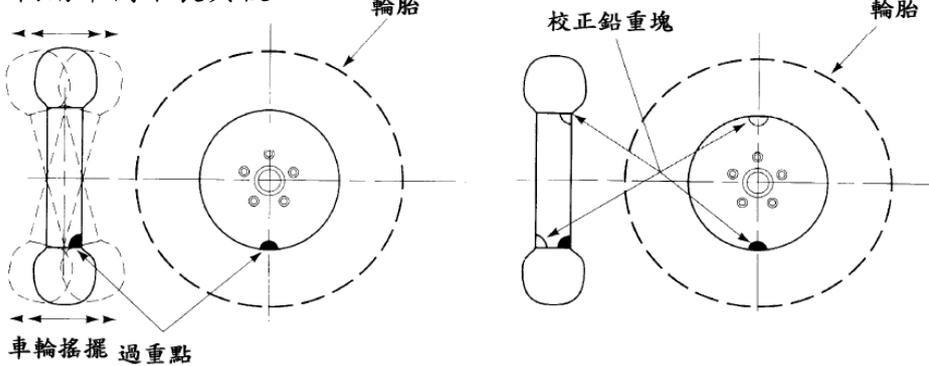


圖 15

車輪平衡與定位



#### 四、車輪的換位

由於車輛前後輪所承受的車重不同、煞車作用力量造成車輪分配的受力不同，因此前後左右輪胎的磨損程度會有偏差。故車輪每隔一段時間必須進行換位，如此可降低輪胎的磨損率、也可以避免輪胎不規則的磨耗、亦可使輪胎受力平均減少爆胎的機會。

##### （一）車輪換位的時機

車輪換位的時間，使用偏角疊層輪胎每隔 5000 英哩(8000 公里)須給予換位一次；而輻射層輪胎的換位時間，第一次換位為 7500 英哩(約 12000 公里)，第二次以後每隔 15000 英哩(約 24000 公里)進行換位；但仍需依該車款之修護手冊所寫為依據。

## (二) 車輪换位方法

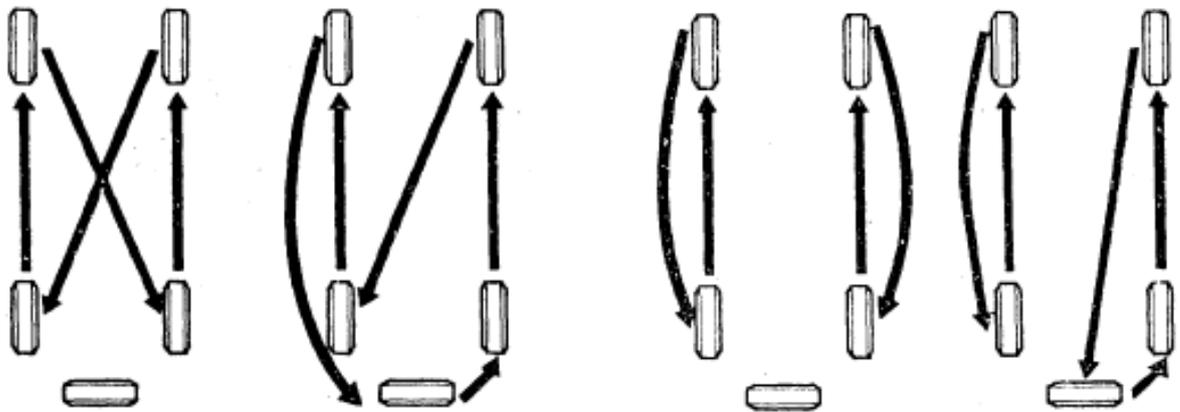
偏角疊層胎的换位一般使交叉换位法；輻射層輪胎的换位則採用前、後换位。

## (三) 車輪换位注意事項

1. 换位後須注意氣嘴的閘蓋是否失落，如有失落必須給予補上，以保持氣嘴密閉，避免漏氣。
2. 檢查輪胎壓力，因為前輪的胎壓與後輪不同，通常前輪胎壓會較後輪低。
3. 若只更新兩輪胎，須將新輪置於前輪上，如此可以使輪胎使用壽命增加，且可使前輪轉向之車輛不打滑。
4. 雙胎併胎者，為調整拱形路面，須將兩輪胎中較舊及胎壓較低者放置於內側；新輪胎及胎壓較高的置於外側。

圖 16

偏角疊層輪胎换位方式與輻射層輪胎换位方式



## 五、輪圈刻鑄的識別

輪圈以鑄造或打印之方式，在明顯的地方會標示各項資料，此等標示為清晰易讀且不易磨滅。

### (一) 輪圈製造商廠牌或商標

如：躍麒輪圈 (HRS)、壹條興業 (DATA CHAMPS) 等。

### (二) 製造年月 (週) 或批號

如：JANUARY, 1999 或 99/1 或 99 1，均代表西元 1999 年 1 月生產製造。

### (三) 輪圈寬度

如：7J，7 代表輪圈的寬度為 7 英吋，J 則是表示輪圈外緣部 (與胎唇接合處) 的形狀，目前市面上多數鋁製輪圈採用 J 型設計，不過除此之外，尚有 B、JJ (不同於 J 型，JJ 為無胎唇邊)、K 等多種型式。

### (四) 輪圈直徑

一般是以英吋為單位，例如：17 指該輪圈的外徑為 17 吋。

### (五) 輪圈 PCD (Pitch Circle Diameter) 值

輪圈固定螺絲的規格，也是指固定螺絲的數目以及各螺絲孔所構成圓的直徑，例如：PCD 標示為 5H/114.3，代表該輪圈由 5 支螺絲固定，各螺絲孔構成圓的直徑為 114.3mm，H 為孔徑 (Hole) 的縮寫。

(六) 輪圈偏位 (Off Set) 值

一般簡稱ET值，代表的是輪圈中線到輪轂固定面的偏差距離，若是兩相同的輪框比較，ET值愈大 (ET值為正) 的輪框會愈向車身內縮，反之若ET值愈小 (ET值為負)，輪框會愈向外凸出。

(七) 輪圈C/B (Center Bore) 值

輪框內側中心孔直徑的大小，一般通用型輪圈C/B值為73mm，若非一般通用型則需加裝合適軸套使中心孔可百分之百完全承受作用力以避免車輛行駛時之震動。

圖 17

輪圈規格表示一

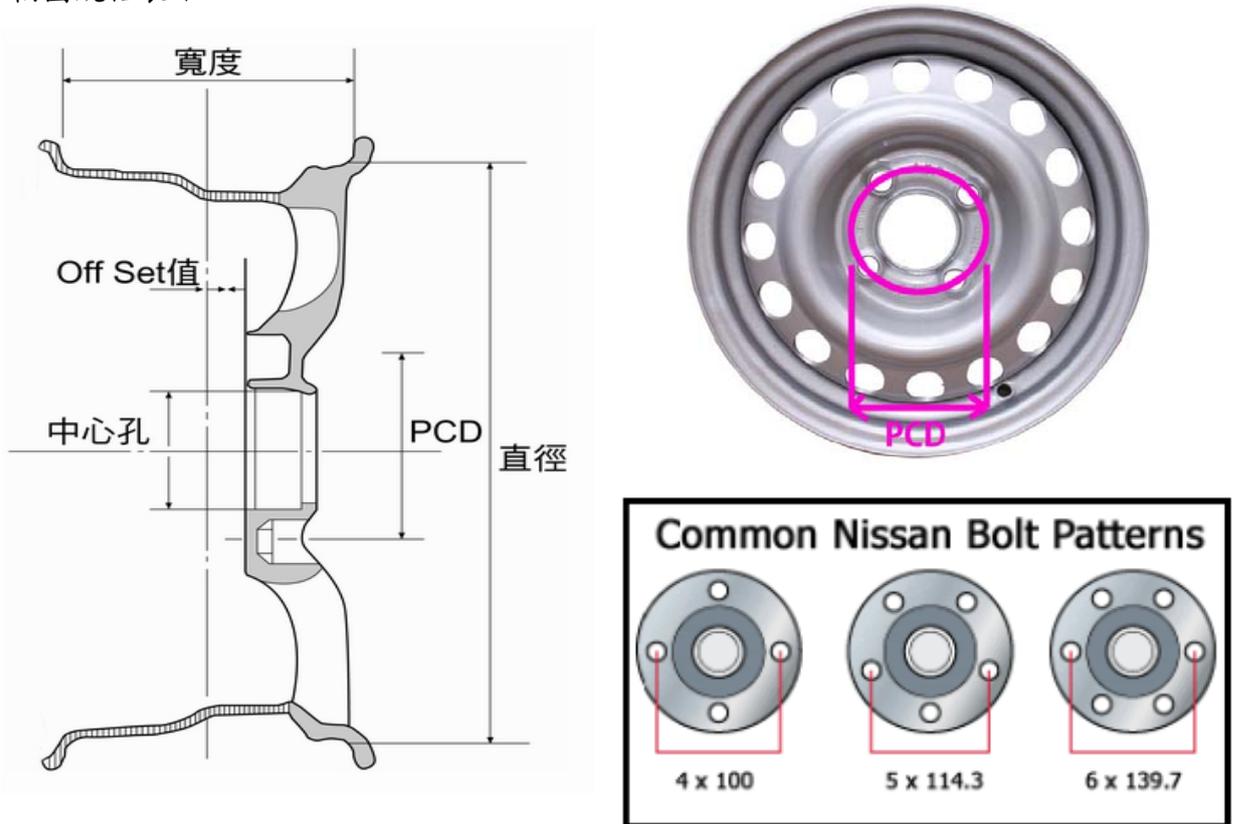


圖 18

輪圈規格表示二

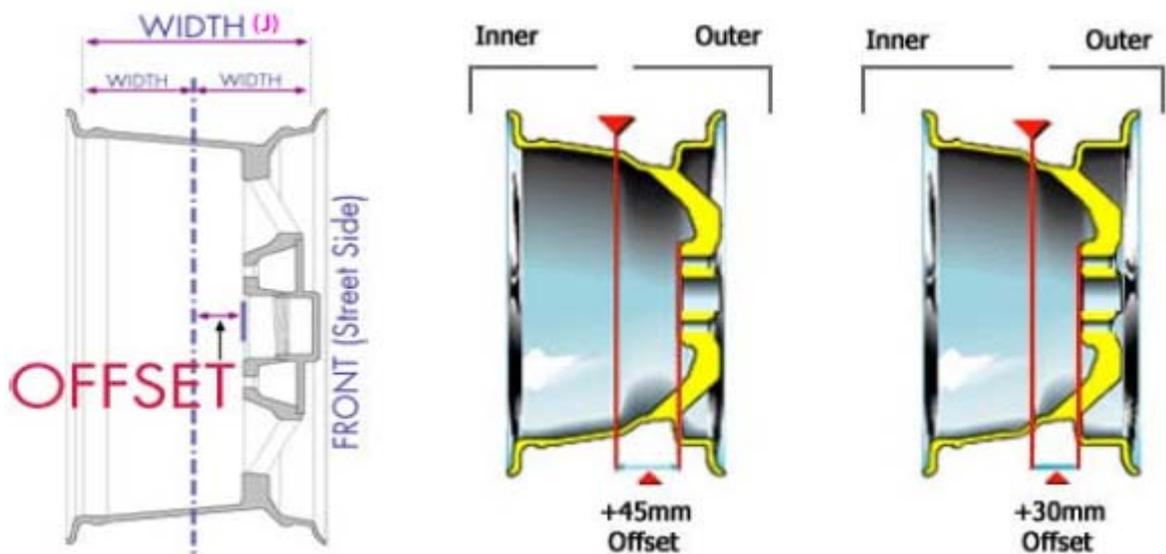


圖 19

輪圈規格表示三



## 六、輪胎的編號

輪胎之側面一般均註有尺寸及各種記號，各記號均有不同意義。

### (一) 輪胎廠牌

如：固特異 (GOOD YEAR)、橫濱 (YOKOHAMA)、德國馬牌 (Continental) 等。

### (二) 輪胎大小

如：185/60SR 14、12.00-20-14、32×6-10P等。

### (三) 製造日期

代號分為三位數或四位數兩種，2000年以前為三位數，2000年以後為四位數，前兩位數代表週數，後兩位代表西元的年份，如：388代表是1998年的第38週製造、2610代表是2010年的第26週製造。

### (四) 製造材料分類

如：尼龍絲 (N)、合成絲 (S)、人造絲 (R) 等。

### (五) 輪胎最大負荷/承受壓力

如：max. Load520 kg (1146lbs) /max. Press277kpa (40psi) 即表示在胎壓 40psi 時，輪胎能承受的最大負載為 520 kg。

### (六) 輪胎平衡記號

在靠近胎唇的地方，約有 6 mm (1/4 英吋) 直徑的紅色記號可辨別，而此記號要對嘴氣嘴才能使車輪得到最佳平衡狀態。

### (七) 輪圈裝配耳輪

胎唇的卡環或鋼帶，在線層數下方有標註BL的記號代表是有裝配耳輪的輪圈。

### (八) 輪胎磨損記號

在輪胎的胎壁側面有△型或特殊記號，在輪胎磨損時藉由記號觀看胎面上之溝槽，若無溝槽或溝槽太淺，即表示需更換輪胎。

圖 20

輪胎規格表示一



圖 21

輪胎規格表示二

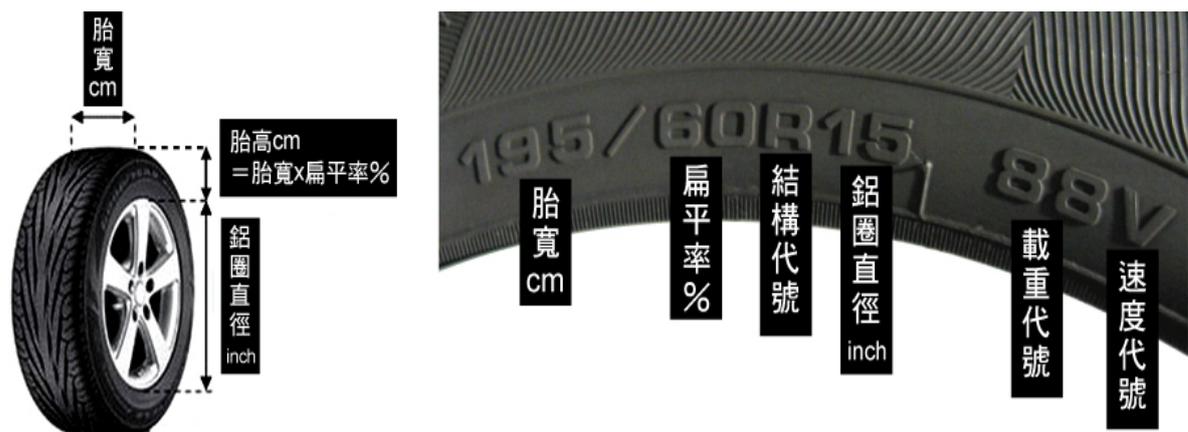
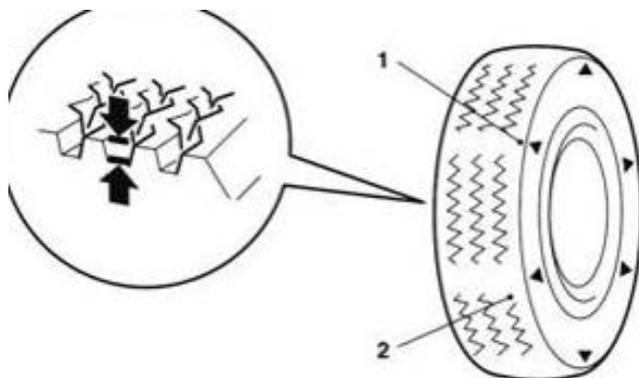


圖 22

輪胎磨損記號指示位置



## 七、輪胎尺寸規格表示

輪胎製造廠為了表示各種不同的輪胎，均將輪胎之規格尺寸標示在胎壁上。

### (一) 低壓輪胎表示方式

如：在胎壁上標示12.00-20 14P(或PR)，意義如下

1. 12.00表示輪胎充標準氣壓後的高度與寬度為12英吋。
2. -為低壓輪胎。
3. 20表示輪胎內徑（或輪圈外徑）為20英吋。
4. 14P(或PR)代表輪胎結構由14層線層所組成，若為PR則表示輪胎的線層未達14層，但有14層的強度，且彈性比14層佳。

## (二) 高壓輪胎表示方式

如：在胎壁上標示32x6 10P，意義如下

1. 32代表不含胎面厚度時，輪胎剖面內部最大尺寸為32英吋。
2. x為高壓輪胎。
3. 6表示輪胎斷面的內徑為6英吋。
4. 10P(或PR)代表輪胎結構由10層線層所組成，若為PR則表示輪胎的線層未達10層，但有10層的強度，且彈性比10層佳。

圖 23

低壓輪胎表示方式與高壓輪胎表示方式



## (三) 普通偏角輪胎表示方式

如：在胎壁上標示F 78-15，意義如下

1. F代表輪胎尺寸大小，有A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N等字母，字母愈後面表示輪胎尺寸愈大，但無單位；F代表中型車輛使用、G代表標準車型使用；H、J、L則代表豪華車或性能較大之車輛使用。
2. 78代表輪胎胎壁高度為寬度的78%，即輪胎高度與寬度的比例，也稱為扁平率。
3. -無意義。
4. 15表示輪胎內徑（或輪圈外徑）為15英吋。

## (四) 輻射層輪胎表示方式

有歐規與美規兩種制度

表2

歐洲規格輻射層輪胎表示方式

輪胎規格	輪胎寬度 W (mm)	輪胎高度H (mm)	限制速率	輪胎類別	輪胎內徑 D (in)
160SR 13	160	160	S: 180km/hr以下	R: 輻射胎	13英吋
180SR 14	180	180	S: 180km/hr以下	R: 輻射胎	14英吋
175/70 UR 15	175	$175 \times 0.7 = 122.5$	U: 200km/hr以下	R: 輻射胎	15英吋
180/78 HR 15	180	$180 \times 0.78 = 140.4$	H: 210km/hr以下	R: 輻射胎	15英吋
195/60 VR 15	195	$195 \times 60 = 117$	V: 240km/hr以下	R: 輻射胎	15英吋

資料來源：研究者自行整理

表3

美洲規格輻射層輪胎表示方式

輪胎規格	輪胎尺寸大小	輪胎類別	輪胎高/寬比	輪圈外徑
BR 70-14	B	R：輻射胎	70%	14英吋
FR 78-15	F	R：輻射胎	78%	15英吋
LR 60-16	L	R：輻射胎	60%	16英吋

資料來源：研究者自行整理

#### (五) 公制輪胎表示方式

如：在胎壁上標示P 195/65 R 14 84 H，意義如下

1. P代表轎車使用、C表示營業用、T為備胎。
2. 195代表輪胎的胎面寬度為195mm。
3. 65代表輪胎胎壁的高度為胎面寬度的65%，即輪胎高度與寬度的比例，也稱為扁平率或高寬比。
4. R表示輪胎為輻射胎、D為偏角胎、B為環帶偏角胎。
5. 14為輪圈外徑14英吋。
6. 84代表載重指數，最大載重500kg；76代表最大載重為400kg、78代表最大載重為425kg、80代表最大載重為450kg、82代表最大載重為475kg、86代表最大載重為530kg、88代表最大載重為560kg。
7. 速限代號，H代表速度限制在210km/hr以下為安全；S為180km/hr以下、T為190km/hr以下、V為240km/hr以下、Z為240km/hr以上

#### 八、輪胎胎壓與負載關係

車輛以各種不同的車速及負載行駛時，然對輪胎胎壓之要求均須依廠家所規定的氣壓充氣；一般小型轎車的充氣氣壓約為2.0~2.5kg/cm<sup>2</sup> (28~36psi)，而大型車的輪胎氣壓約2.5~6.3kg/cm<sup>2</sup> (36~90psi)。

##### (一) 輪胎充氣不足時對輪胎產生的不良影響有：

1. 輪胎過度變形。
2. 散熱不良容易爆胎，行駛時易產生危險。
3. 輪胎兩側容易磨損龜裂。
4. 車輛轉向困難或轉向時產生異音。
5. 輪胎過度變形。
6. 輪圈與路面的作用力使輪胎加速磨耗，降低輪胎壽命。

##### (二) 輪胎過度充氣時產生的不良影響為：

1. 失去應有的彈性造成減震不良，乘客與駕駛的舒適性降低。
2. 加速輪胎中央的磨耗。
3. 輪胎內圈所受張力過大、造成輪胎使用期限減少。

輪胎在充氣時應須考慮車輛負載，負載增加時，可將輪胎氣壓稍微增加2psi，但是不可超載，載重量增加時會加速磨損而減少輪胎使用壽命；輪胎使用的里程數也大為降低。

圖 24

輪胎適當充氣、過度充氣與充氣不足示意圖



## 肆、車輪的製程

### 一、輪圈的製造流程

輪圈的製造主要方式分為鑄造(Casting)和鍛造(Forged)兩大類，鑄造又分為重力鑄造(Gravity Casting)和低壓鑄造(Low Pressure Casting)兩種。

#### (一) 鑄造輪圈

輪圈鑄造時以純鋁（鋁錠）作為熔融材料，再依生產方式添加、調整合適的化學成分與其他金屬的比例。

首先利用熱爐加熱溶解鋁錠成液態，後開始添加碳、矽、錳、磷、硫等化學成分，再添加其他金屬，形成鋁合金，一般會符合鑄造用鋁合金的規範。

接著，將熱爐中的鋁合金溶液灌入輪圈模具，在模具中等待冷卻成型。當鋁合金成型為粗胚後，再經過銑床修飾與熱處理強化輪圈強度，接著做防銹、塗裝噴漆等程序以成型。

不同的化學成分會影響到鑄造時的熔點時間、灌模時的流動性、材料收縮性、冷卻率、成品的機械特性。故添加何物、如何添加、成份多寡等變因控制即成為各家廠商的技術配方。輪圈所使用的鑄造方式簡述如下：

#### 1. 重力鑄造(Gravity Casting)

把液態的合金倒進車輪鑄模裡冷卻成型，之後進行加工處理；製造過程簡單，鑄模耐用，為成本最低的製造方式。

#### 2. 低壓鑄造(Low Pressure Casting)

用些許的壓力將液態合金壓進車輪鑄模，使合金分子平均分佈，砂孔減少，使車輪造型可以更多變化且精緻。

#### (二) 鍛造輪圈

鍛造的輪圈是利用千噸的高壓將一塊合金壓成輪圈的外型，分為粗鍛外型與精鍛外型；鍛造所使用的合金成份比例是固定的(也稱為固定合金材料)，不同的固定合金材料，有不同化學成分和機械性質。

鍛造又分為冷鍛造與熱鍛造，目前的輪圈鍛造法大多採用前者，也就是先將選定的固定合金材料加熱到所需的溫度(通常設定在 300°C)，再送入鍛造機中鍛壓成型。在鍛造的過程中會將固定合金材料加壓（亦稱冷旋壓），促使結構緊密，合金分子間隙縮小，相互的作用

力增加，提升鋼性強度。

而鍛壓成型後的粗胚，必須經過滾壓和切銷加工等程序並透過防銹蝕與熱處理提高防蝕性和機械性，最後再用超音波洗淨槽清洗後，進行塗裝噴漆以完工。

### （三）鑄造輪圈與鍛造輪圈之比較

以同體積、同結構的鋁合金輪圈來說，鍛造品會比鑄造品來得更重；而以機械強度來說，鍛造品會比鑄造品強度高；故只需要少量的材料，鍛造品便能達到鑄造品的剛性要求，整體的重量也減輕，所以市面上的鍛造品，設計的結構以精簡來降低重量，故比鑄造品來的更為輕巧細緻。

鍛造的輪圈鋼性與強度較大，但卻有脆與生產成本高的缺點，在受到猛烈的撞擊後容易完全斷開；而鑄造的輪圈受到撞擊後會彎曲，不易斷裂。在高速行駛時，鑄造輪圈的车輪可控性相對較佳，可以讓車輛安全地停下。

由於現代人更注重安全性，因此更多採用鑄造輪圈。但因鑄造輪圈的剛度較小，目前普遍採用「熱處理」方式對輪圈進行強化（即把鑄造出來的輪圈加熱和快速冷卻，反覆幾次），讓輪圈變得剛度更強而且富有彈性。

## 二、輪胎的製造流程

輪胎的構造大致分為胎面、斷層、彈性層、線層與胎唇幾個部分，製造過程中，是將這幾個部分分別製造後，再加以組合成為輪胎。

### （一）煉膠

將橡膠、加工油、碳煙、色料、抗氧化物、促進劑、以及多種添加劑混合後放入一個大型的混合槽以高壓和高溫方式不斷攪拌，之後在槽內精煉出高溫黏黑的混合物，製成版狀後加以冷卻。輪胎中每一種膠料都具有特定性能。輪胎所需求的性能決定膠料的特性，膠料成分的變化則取決於各廠商及市場需求，例如：抓地力、行駛性能、道路情況等要求。

### （二）胎面壓出

膠料冷卻後，將其切割分成幾種形式，以方便運送到不同的精煉機。各種膠料分別在精煉機中焯煉成輪胎的原料，包含胎邊及胎面等。

### （三）簾紗延壓

輪胎內層是由許多簾布層所組成，簾布是一種人造纖維，其種類有多元酯、縲滢（再生棉）、尼龍，目前輻射胎大部份是以多元酯纖維做為輪胎本體的材料。為了方便使其與橡膠接合，必須先經過浸漬，再將簾紗的兩面都上膠。上膠的目的是使每層簾布間有一定的間隔，互相絕緣並防止磨損。

### （四）截斷

配合輪胎尺寸需要，將簾布層使用截斷機裁切成所需的長度和角度。

#### (五) 鋼絲圈捲

利用高韌性的鋼絲為骨樑，將棉紗絲帶纏繞在塗膠的整束鋼絲，再將成束鋼絲纏繞成圓型環圈。塗膠的目的是使鋼絲和輪胎牢固的結合。

#### (六) 輪胎成型

在成型機的成型筒上套入胎唇，目的在使輪胎有足夠的強度能緊密箝住輪圈，接著使用機器貼上鋼絲環帶層避免輪胎被刺穿並增加胎面抗壓力，最後貼上胎面膠即成為生外胎。

#### (七) 加壓

生外胎厚度約為一般輪胎的二倍多，必須送到自動加硫機予以加熱和加壓。加硫機內的溫度會使橡膠與硫磺產生化學作用，形成硬化；壓力則使外胎鑄成所需的胎紋。生外胎經由加硫機後即可製成扁平的輪胎形狀。

#### (八) 檢查

最後需再次檢查與測試輪胎在所設定的環境條件下是否符合要求。

### 伍、以台灣車輪產業探討其發展的交互作用

台灣車輪產業的發展歷程，可由早期台灣戰後工業當時發展的情況來探討。台灣的經濟發展起於日據時代因應日本南進政策需求，由原本農業生產型態加入「軍需性工業」，逐步轉型為輕工業、小家電用品生產。二次大戰後，台灣配合「美援」實施現代化計畫經濟政策，以農業扶植工業方式，開始發展台灣的輕工業、重化工業及高科技產業。

橡膠工業在台灣的發展始於1929年，在橡膠的次級產業中，以車輪銷售量穩居橡膠產業之冠，在橡膠產業中車輪業是最有發展的。1959年，在政府積極輔導拓展海外市場的政策下，橡膠工業由內銷轉向外銷，而當時的車輪業者以試辦自行車輪外銷業務為主。但初期因受技術、設備因素等影響，推動有其困難性，於是由公會會員共同出資，在1960年成立台灣橡膠貿易公司，成為外銷聯營機構，對外統一採購，進口原料，解決當時原料採購不便及資金不足之問題。

車輪產業是個需要高資本、高技術及高運輸成本的產業，人力、廠房等固定成本的花費也很大。台灣車輪廠早期因技術、資金不足，所以從技術及資金較初階的自行車做起，隨著經濟起飛，各項產品外銷大增，於是造就了台灣自行車輪業的積極發展。之後因人工成本增加，中國及東南亞國家的低價競爭，使得我國自行車輪業無法再以價格取得優勢。而業者為了永續經營必須觸及產值較高、技術較複雜的汽車車輪領域；但早在台灣業者進入汽車車輪領域前，國外許多大廠皆已開始發展汽車車輪技術，且其市佔率已佔據全球大半的市場，使得台灣一直處於落後的位置。

以技術的層次來說，台灣早期業者主要是與日本廠商簽訂合約，以合作的方式進行交流，並藉由已習得的知識、技能，配合本身的經驗提升競爭力及技術。另外，在業者、公會及政府的努力下，國內自行車輪業站上了國際的舞台，成為世界第一大外銷國。而國內車輪產業的發展，也因在地產量的增加，刺激廠商的研發與製造能力不斷提昇。

車輪產業在1970年代以前，各國車輪廠對全球化尚無太大的動力，銷售的範圍大都在自己的國家或擴展到鄰近國家，各國彼此之間並不互相侵犯，也各自掌握自己的市場。在1980

年代形成了法國、日本、美國三國鼎立的寡佔狀態，此三家廠商的市場佔有率總和平均高達50%以上，時間長達20年之久，雖然競爭非常激烈，但仍一直保持其三大廠的地位。此期間三大國在研發方面投入不少心力，並有許多專利權，使其具有技術領先、研發、品質、知名度等強大優勢。

由於國內市場狹小，加上近年來工資及土地成本不斷提高，車輪業外移至中國大陸或東南亞地區生產已成趨勢。國內業者開始拓展外銷市場，使得國產車輪業出口規模持續成長，出口比重整體逐年提高。

我國車輪工業發展於1940年代，那時正值台灣光復，一切工商業環境都處於重建狀態，政府也無法提供任何的輔導策略，所有的技術及原料都相當缺乏，各家車輪業者只能選擇投資成本較少、製程較簡單，且較沒有技術性的自行車輪生產。

1953年政府開始施行台灣四年經濟建設計劃，使得台灣的工業步入計劃性的發展，與交通有關工業，包括自行車、汽車、車輪工業的建立。1960年為因應國內公路交通迅速發展，各種車輛日趨增加，並配合國防經濟建設需要，政府為加速工業發展、推行獎勵外銷政策，國內車輪工業開始蓬勃發展，由內銷擴展至外銷。同時就在這時期，台灣車輪業者開始切入汽車車輪的生產。在1970年代中期，技術突破與擴大營運規模的關鍵使業者開始擴充產能，產品種類也趨向多樣化，並積極向海外發展。

台灣車輪業發展至今已有30多年的時間，國內各廠商也都在積極擴廠，增加生產規模，並努力做品牌行銷，但今日的輪胎產業已是一個全球化的產業，台灣市場需求已逐漸達到飽和狀態。隨著中國大陸市場的興起，各國的業者紛紛湧入，台灣業者也前仆後繼的進入投資，必定會引起全球車輪產業的結構改變。近年更由於科技不斷的進步，為了使車輪使用期限延長，複合材料的發明與製造方式均不斷的突破，也造成各國大廠投注資金不斷研發，製造廠設立於人力與土地資本低廉的東南亞國家，研發中心與專利生產技術掌握在原有的大國及廠商手中，以保持其世界市場競爭力的地位。

## 參考文獻

1. ARTC 財團法人車輛研究測試中心(無日期)。鋁合金輪圈法規說明。2012年8月2日取自 [http://www.artc.org.tw/chinese/03\\_service/09\\_03detail.aspx?pid=1](http://www.artc.org.tw/chinese/03_service/09_03detail.aspx?pid=1)。
2. BBS wheels (無日期)。BBS wheels manufacturing process【部落格影音資料】。取自 <http://www.youtube.com/watch?v=z-sj0g9Dyww>。
3. Hances blog (民97年5月23日)。高級 UTQG 的由來【部落格文字資料】。取自 <http://www.wretch.cc/blog/lchan/21622968>。
4. Marco (民97年5月8日)。輪圈規格解析。Mr. Qser。取自 [http://www.mrqser.com/Expert\\_art/Expert\\_article\\_view.aspx?id=0000000020](http://www.mrqser.com/Expert_art/Expert_article_view.aspx?id=0000000020)。
5. Ray (民96年10月18日)。輪胎輪圈數值大解密 輪圈不是只有好看而已。汽車線上。取自 <http://www.auto-online.com.tw/news/102-12358?f=0>。
6. RAYS WHEELS (無日期)。RAYS WHEELS manufacturing process【部落格影音資料】。取自 <http://www.youtube.com/watch?v=zK51zz7jwNE&feature=related>。
7. 天盛公司 (民100年8月22日)。輪胎模具【部落格影音資料】。取自 <http://www.youtube.com/watch?v=dPE7LSY-5d4>。
8. 台灣固特異 (2011)。關於固特異。2012年8月2日取自 <http://www.goodyear.com.tw/about/aboutus.asp>。
9. 何達義 (民95年2版)。汽車實習二(底盤篇)。臺北縣：台科大。
10. 毒舌痞子的五四三日記(民101年6月21日)。五分鐘教你懂鋁圈規格【部落格文字資料】。取自 [http://peace543.pixnet.net/blog/post/30857716-%E4%BA%94%E5%88%86%E9%90%98%E6%95%99%E4%BD%A0%E6%87%82-%E9%8B%81%E5%9C%88-%E8%A6%8F%E6%A0%BC-\(wheels-rims-spec\)](http://peace543.pixnet.net/blog/post/30857716-%E4%BA%94%E5%88%86%E9%90%98%E6%95%99%E4%BD%A0%E6%87%82-%E9%8B%81%E5%9C%88-%E8%A6%8F%E6%A0%BC-(wheels-rims-spec))。
11. 曾慧君、黃珍婷、楊思瑋 (無日期)。台灣輪胎發展產業歷程之崛起-小胎的成功與大胎的崛起。取自 <http://www.mba.yuntech.edu.tw/teachers/yuhy/casestudy/93/93%A5%BF%B7s%A6%A8%AA%F8/%A5%BF%B7s%BD%FC%ADL.pdf>
12. 黃旺根 (民94年)。汽車學二(汽車底盤篇)。臺北縣：台科大。
13. 黃浩(民94年2月7日)。輪胎 汽車的“鞋”【新聞群組】。取自 <http://auto.sina.com.cn/news/2005-02-07/151099266.shtml>
14. 廖如龍(民99)。車輪下的歷史：充氣輪胎60年發展史回顧。伴你同行，2，56-56。
15. 維基百科(2012，6月13日)。固特異。2012年8月2日取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%BA%E7%89%B9%E5%BC%82>
16. 賴瑞海 (民97年)。汽車實習二(底盤)。臺北縣：全華。
17. 賴瑞海 (民98年)。汽車學二(底盤篇)。臺北縣：全華。