

FU WEN BOOKS CO., LTD.

FU-WEN

技術型高級中等學校
動力機械群

底盤原理

全一冊

汪國禎 編著

渡文圖書有限公司



編輯大意 PROGRAM

- 一、本書係依據教育部一〇七年十一月所公布之十二年國民基本教育技術型高級中等學校群科課程綱要之「動力機械群」編輯而成。
- 二、本書為「汽車科、重機科、飛機修護科、動力機械科、農業機械科、軌道車輛科及其他依規定設立之新科別」之教育部頒訂必修科目。
- 三、本書共分八章，為第一學年第二學期每週授課三節之用，共計三學分。
- 四、本書內容以實用、簡捷扼要、淺顯易懂、敘述口語化為主，避免繁雜的理論，以銜接十二年國教九年級學生之學習能力為基礎，務使學生課前預習及課後復習易於瞭解。
- 五、本書每章之後附有學後評量，包括「實力測驗」、「丙級技術士學科題庫」及「乙級技術士學科題庫」，作為學生學後之效果評量及參加丙級或乙級技能檢定之參考。
- 六、本書教學目標（學習表現）：
 1. 了解各式運輸載具相關底盤系統的知識，主動探索新知，並解決實務問題。
 2. 了解各式底盤零件的運作原理，並能應用於實際檢修工作解決問題。
 3. 理解與分析各式運輸載具底盤系統的功用及差異，並能思考分析與創新應變。
 4. 能思辨勞動法令規章與相關議題，省思自我的社會責任。
- 七、編者才疏學淺，編寫過程雖力求謹慎，並經過多次校正，疏漏之處在所難免，敬請先進不吝指教，感激之至。

目錄 CONTENTS

第①章 底盤基本觀念之認識 1

- 第 1-1 節 底盤範圍定義 1
- 第 1-2 節 運輸載具種類及驅動型態 4
- 習題 1 8
- 學後評量 9

第②章 傳動系統 11

- 第 2-0 節 傳動系統概述 11
- 第 2-1 節 離合器 13
- 第 2-2 節 手動變速箱、自動變速箱及無段變速系統 25
- 第 2-3 節 驅動機構、最終減速機構及差速器 70
- 第 2-4 節 後軸總成 87
- 習題 2 93
- 學後評量 95

第③章 懸吊系統 107

- 第 3-1 節 懸吊系統功能及基本零組件 107
- 第 3-2 節 整體式、獨立式及其他特殊懸吊系統 123
- 習題 3 130
- 學後評量 131

第④章 轉向系統 135

- 第 4-1 節 轉向原理 135
- 第 4-2 節 轉向系統構造及基本零組件 136
- 第 4-3 節 液壓動力輔助轉向系統 146
- 第 4-4 節 後輪轉向系統及四輪轉向系統 153
- 第 4-5 節 車輪定位 159
- 習題 4 167
- 學後評量 168



第5章 車輪 173

第5-1節 輪胎及輪圈功能與構造 173

第5-2節 輪胎種類與規格 181

第5-3節 車輪平衡 189

習題5 192

學後評量 193

第6章 煞車系統 197

第6-1節 煞車系統原理及作用 197

第6-2節 鼓式煞車及碟式煞車系統 203

第6-3節 駐車煞車系統 225

第6-4節 防鎖死煞車系統及其他煞車系統 228

習題6 247

學後評量 248

第7章 底盤電氣控制系統 255

第7-1節 車身穩定系統 (ESC) 255

第7-2節 電動輔助轉向系統 256

第7-3節 其他底盤電控系統 258

習題7 266

學後評量 267

第8章 其他底盤系統 269

第8-1節 航空器起落架系統原理 269

第8-2節 產業動力機械底盤原理 273

第8-3節 軌道車輛底盤 279

習題8 287

學後評量 288

中英對照 289

參考書籍 293



1-1-1

底盤範圍與定義

一部動力運輸車輛中，除了動力系統（包括引擎、電動機、混合動力或燃料電池等動力源）、車身及電路系統以外之各項裝置設備，稱為「底盤」。底盤範圍依車輛用途不同而異，主要包括傳動系統、懸吊系統、轉向系統、車輪及煞車系統等。

1-1-2

底盤的構造與功能



概述

引擎的動力由「傳動系統」傳至車輪；經由「懸吊系統」的片狀彈簧（整體式懸吊）或控制臂（獨立式懸吊）傳遞驅動力驅車前進，並利用懸吊彈簧以吸收地面顛簸；藉由「轉向系統」以控制行進方向；依賴「煞車系統」使車輛減速或停止。因此每一個系統各司其職，各盡所能，以維持行車舒適及安全，尤其以煞車系統及轉向系統影響行車安全最甚。



傳動系統（參圖 1-1、1-2）

- 傳動系統係將引擎所產生的動力，經過一連串的動力傳輸機構，傳送至車輪以驅動車輛行進的裝置，包括離合器、變速箱、傳動軸、滑動接頭、萬向接頭、最終傳動齒輪、差速器及後軸等機件。前輪驅動式（FF式）及後輪驅動式（FR式）車輛之傳動系統構件大致相同，惟裝配位置略有不同。

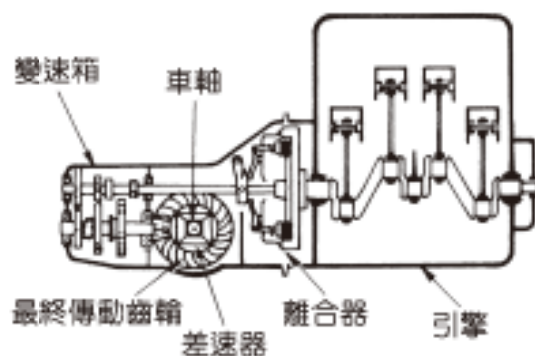


圖 1-1 前輪驅動之傳動系統（三級自動車シャーシ）

2. FF 式車輛之傳動系統：將引擎橫置，動力經由聯合傳動器（由離合器、變速箱、最終傳動齒輪及差速器，合裝為一體，謂之）傳至前輪，傳動機件緊密裝配，構置複雜，但傳動路徑較短，動力損失少，為目前小客車所常用。
3. FR 式車輛之傳動系統：引擎的動力，經傳動機件傳送至後輪，各機件分開裝配，但傳動路徑長，動力損失多，底盤也較高，大型車使用較多。

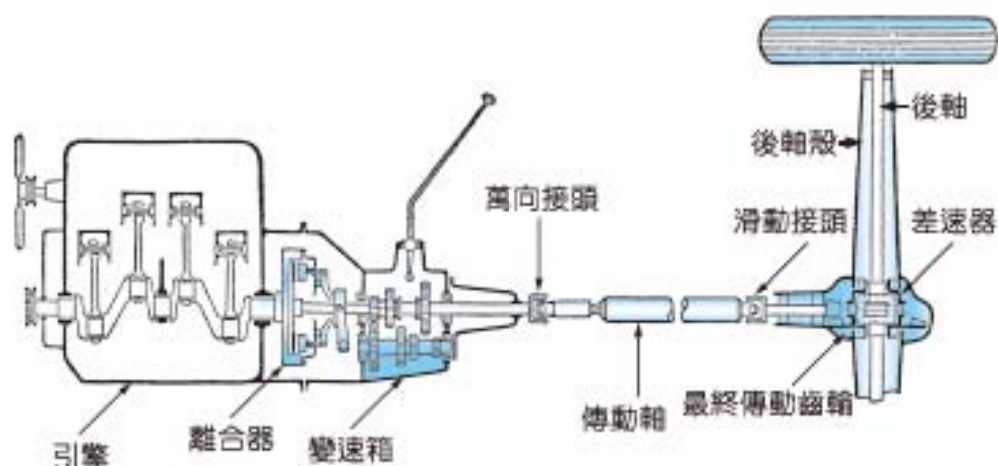


圖 1-2 後輪驅動之傳動系統（自動車工學）

三 煞車系統（參圖 1-3）

1. 煞車系統係將行進中的車輛，予以減速、停止或駐車的裝置，包括煞車踏板、煞車主缸、煞車油、煞車油管、煞車分缸、煞車蹄片（或鉗夾）、煞車來令片及煞車鼓（或煞車碟片）等機件。
2. 腳煞車是將行進中的車輛減速或停止的裝置；駐車煞車俗稱手煞車，作為使車輛停駐（Park）於原地不動，以預防車輛因地面不平而自動移位。
3. 腳煞車作用之流程：
煞車踏板→煞車主缸→煞車油管→煞車分缸→煞車蹄片→煞車鼓（煞車碟片）。
4. 駐車煞車作用之流程（以鼓式煞車為例）：
駐車拉桿→鋼繩→均衡器→搖臂→煞車蹄片→煞車鼓。

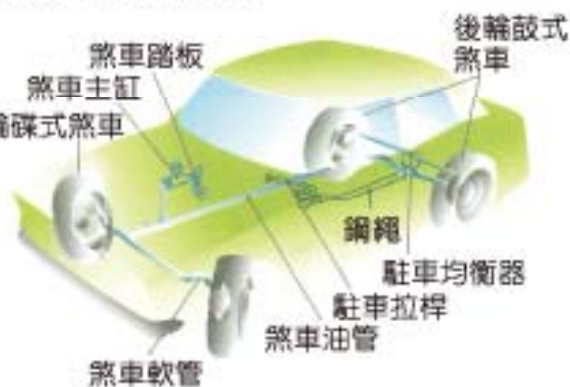


圖 1-3 煞車系統（自動車工學）

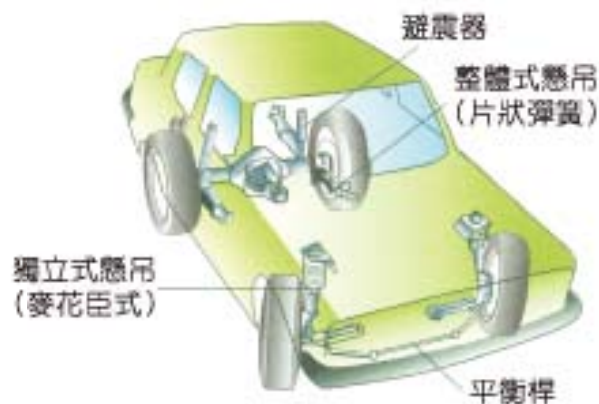


圖 1-4 懸吊系統（自動車工學）

四 懸吊系統（參圖 1-4）

1. 懸吊系統係利用懸吊彈簧、避震器及平衡桿等機件，使車輛在行駛中，吸收路面的不平，讓車身及車架保持平穩，提高乘坐舒適性及安全性。
2. 懸吊系統是藉懸吊彈簧之減震特性，使彈簧之下方機件隨路面而起伏，而彈簧之上方機件得以保持水平前進，達到行車平穩的效果。

五 轉向系統（參圖 1-5）

1. 轉向系統係提供駕駛者，操控車輛行駛方向。其包括方向盤、轉向機、轉向連桿（包括直拉桿、橫拉桿等）及轉向節臂等機件。
2. 轉向系統為行車安全重要因素之一，故須操縱輕巧靈活、方向準確及故障率低等特性。
3. 現今車輛大都將轉向機改良，以液壓或電動方式來幫助轉向，稱為「動力轉向」，主要用來減輕方向盤之操作力。

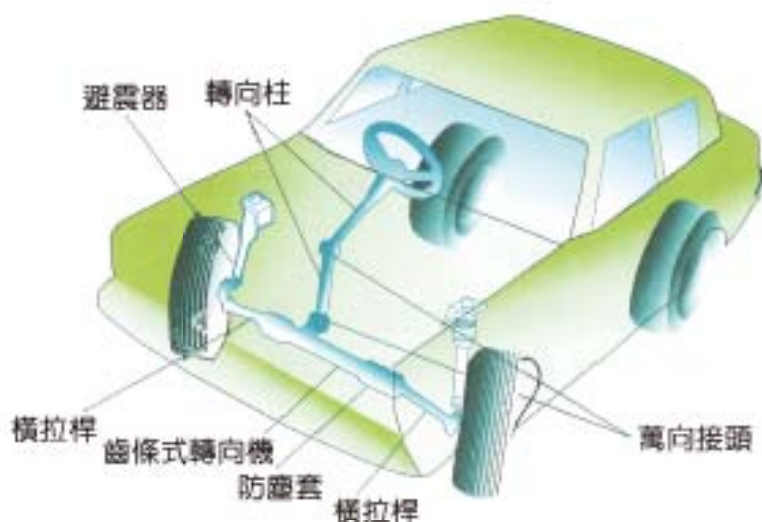


圖 1-5 轉向系統（自動車工學）

六 車輛安全輔助系統（參圖 1-6）

1. 車身係一部汽車之外表，用來保護車內乘員的安全，除講究外形美觀及耐用外，並須特別提供安全防護配備，包括「主動防護配備」及「被動防護配備」。

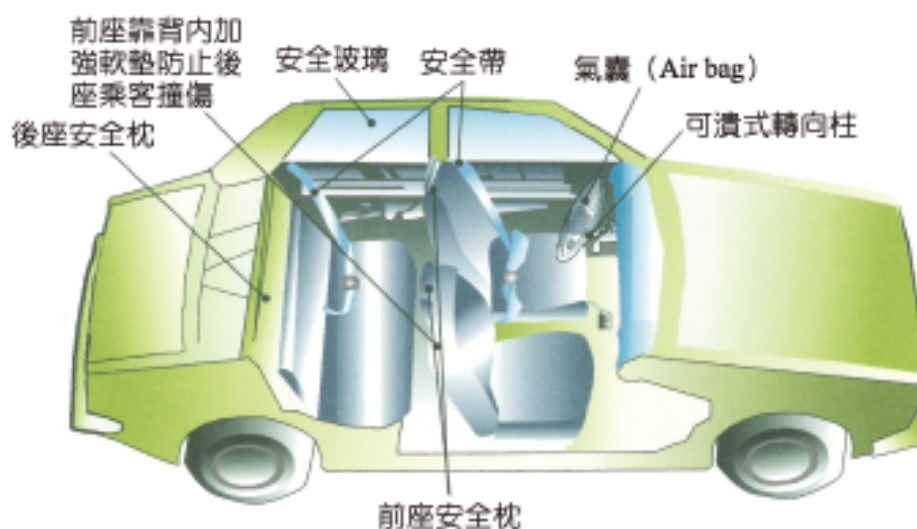


圖 1-6 車輛安全輔助系統（自動車整備）

2. 主動防護配備：例如煞車防鎖系統（ABS）、加速防滑系統（ASR）、循跡控制系統（TCS）、自動水平控制系統（ALC）、車身穩定系統（ESP）、煞車力分配系統（EBD）、煞車輔助系統（BAS）、自動頭燈開關系統及倒車雷達系統等，均能在尚未發生意外事故之前，即可保護車輛及乘員的安全。
3. 被動防護配備：例如氣囊（Air bag）或稱為輔助性束縛系統（Supplementary Restraint System, SRS）、自動安全帶系統、安全枕、可潰式轉向柱、安全玻璃、美規防撞保險桿、撞擊自動斷電系統、高張力鋼板及防撞鋼樑等，均在車輛發生事故後，產生保護車內乘員之作用。

第 1-2 節

運輸載具種類及驅動型態

1-2-1 運輸載具的種類

載具即載運工具，包括道路載具、水路載具及空中運輸載具。載具用以從事載運人員、貨物等，以節省人力、加速物流及節少經濟成本。

1. 道路載具：如汽車、機車、火車等。
2. 水路載具：如各式船隻、水上摩托車等。
3. 空中載具：如各式飛機等。

1-2-2 載具驅動型態

一 道路載具驅動型態（以汽車為例）

道路載具之驅動輪位置分為前輪驅動、後輪驅動及全輪驅動等。以汽車為例，依引擎位置及驅動輪位置分為前置引擎前輪驅動（FF 式）、前置引擎後輪驅動（FR 式）、前置引擎全輪驅動（FA 式）、中置引擎後輪驅動（MR 式）及後置引擎後輪驅動（RR 式）等五種。

說明如下：

1. 前置引擎前輪驅動式底盤（FF 式）
（參圖 1-7）

- (1) 引擎及聯合傳動器（離合器、變速箱、最終傳動齒輪及差速器，結為一體，謂之），均位於前軸上方（或前方）故前輪負荷較後輪為大。

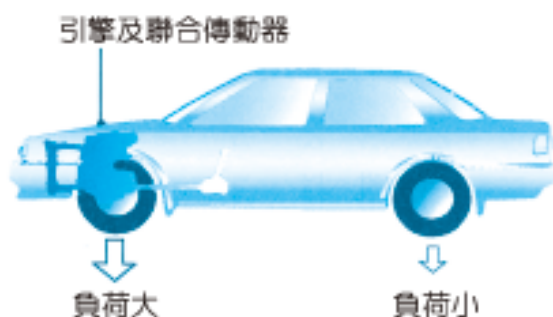


圖 1-7 FF 式車輛底盤（自動車整備）

- (2) FF式車輛之轉向及懸吊系統，構造較複雜。但動力傳輸路徑短，損失動力較少，燃料消耗率低。
 - (3) 現多用於小客車。
2. 前置引擎後輪驅動式底盤（FR式）（參圖 1-8）
- (1) 前方引擎動力經傳動系統傳至後輪，動力損失較大，但後輪驅動爬坡力強。
 - (2) 常用於載重車輛，如大客車、大貨車等。



圖 1-8 FR 式車輛底盤（自動車整備）

3. 前置引擎全輪驅動式底盤（FA式或AWD式）（參圖 1-9）
- (1) 前、後輪均有驅動力，越野性最佳，但動力損失也較大。
 - (2) 加力箱能使輸出扭力再增大以產生更大的驅動力。
 - (3) 多用於軍用車、休旅車等。

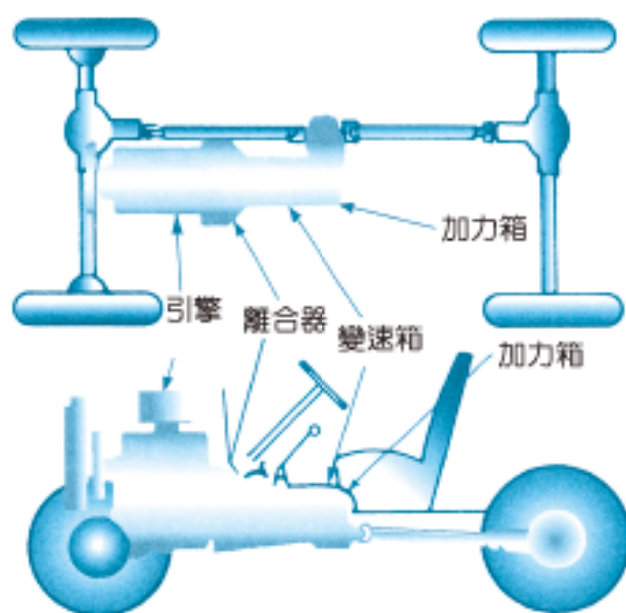


圖 1-9 FA 式車輛底盤（自動車整備）

4. 中置引擎後輪驅動式底盤（MR 式）（參圖 1-10）

- (1) MR 式車輛之引擎動力傳輸路徑較短，動力損失較 FR 式少。
- (2) 駕駛座前移，使貨車之載貨台容積增大。
- (3) 若用於大客車將可增加載客人數。



圖 1-10 MR 式車輛底盤（自動車整備）

5. 後置引擎後輪驅動式底盤（RR 式）（參圖 1-11）

- (1) RR 式車輛採用聯合傳動器，引擎動力損失少，但引擎冷卻效果較差。
- (2) 動力由後輪驅動，爬坡力最佳。
- (3) 用於少部分貨車、小型商用車及大客車。



圖 1-11 RR 式車輛底盤（自動車整備）

二 水路及空中載具驅動型態

水路及空中載具都是在流體中（包括液體及氣體）運行的載具，其驅動之基本原理均以反作用力而產生的推進力，其驅動方式總括有：

1. 螺旋槳式驅動（參圖 1-12）。
2. 噴氣式驅動（參圖 1-13）。
3. 噴水式驅動（參圖 1-14）。

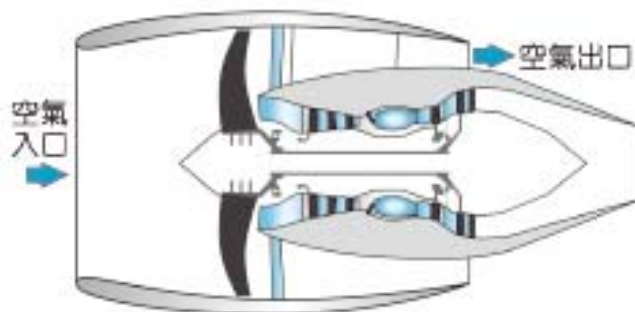


(A)螺旋槳式驅動—輪船



(B)螺旋槳式驅動—飛機

圖 1-12 螺旋槳式驅動 (網路-唯圖網)



(A)燃氣輪噴射引擎



(B)噴氣式驅動—飛機

圖 1-13 噴氣式驅動—飛機 (網路-中新網)

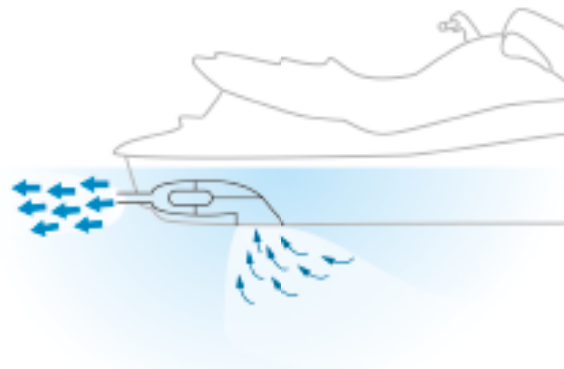


圖 1-14 噴水式驅動—水上摩托車



習題

1

1. 車輛底盤包括那些系統？
2. 何謂聯合傳動器？其功用何在？
3. 車輛之安全防護配備有那些？



筆記欄

NOTES

第 2-0 節

傳動系統概述

2-0-1

傳動系統的構造與功能

一 傳動系統的構造

1. 傳動系統的主要構造包括：離合器、變速箱、滑動接頭、萬向接頭、傳動軸、最終傳動齒輪、差速器及後軸等。
2. 傳動系統因驅動輪位置不同分為前輪驅動裝置（FF 式）（參圖 1-1）及後輪驅動裝置（FR 式）（參圖 1-2）。
 - (1) 前輪驅動之傳動系統：FF 式車輛的引擎動力由前輪驅動，故須將離合器、變速箱、最終傳動齒輪及差速器，組成一體，稱為「聯合傳動器」，構造較複雜，但可減少動力損失。
 - (2) 後輪驅動之傳動系統：FR 式車輛的引擎動力由後輪驅動，故須經過一遠距離的傳動路徑，傳至後輪，各傳動機件分開配置，維修方便，但損失動力較多。

二 傳動系統各主要構件的功能

1. 離合器：將引擎動力有效地傳達到車輪，並提供駕駛者在變速換檔時能將動力確實分離。
2. 變速箱：將引擎有限的扭矩，隨車輛行駛狀態（如起步、加速、上坡及平地經濟行車等）作適當的調節，提高車輛之操控性及經濟性。
3. 滑動接頭：容許行進中車輛的傳動軸因路面不平所產生的長度變化。
4. 萬向接頭：提供車輪因路面不平所造成傳動軸的角度變化。
5. 傳動軸（或驅動軸）：利用傳動軸之傳遞扭矩，使引擎動力能作長距離的傳輸。
6. 最終傳動齒輪：將由傳動軸傳來的轉速作最後一次的減速（或改變方向），使扭矩再增大。
7. 差速器：當汽車轉彎時，將驅動輪之內外側輪轉速作適當的調節，使車輪能順利轉彎。
8. 後軸：將動力由差速器傳達到車輪。

2-0-2 傳動系統的動力傳動流程

一 後輪驅動之動力傳動流程 (參圖 2-1)

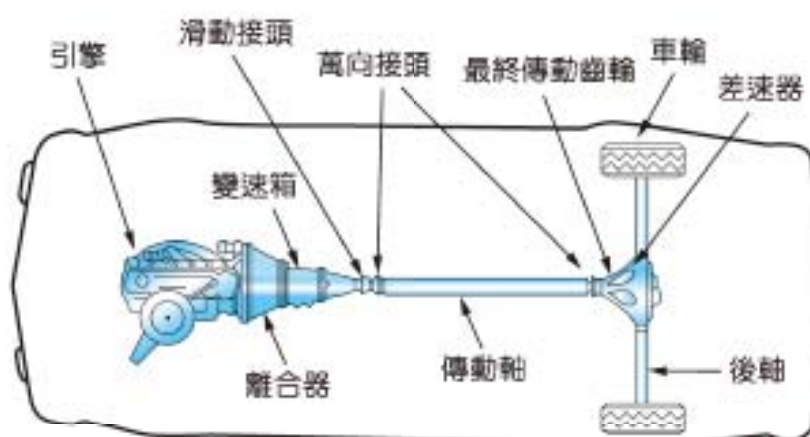


圖 2-1 後輪驅動式之傳動系統

二 前輪驅動之動力傳動流程 (參圖 2-2)

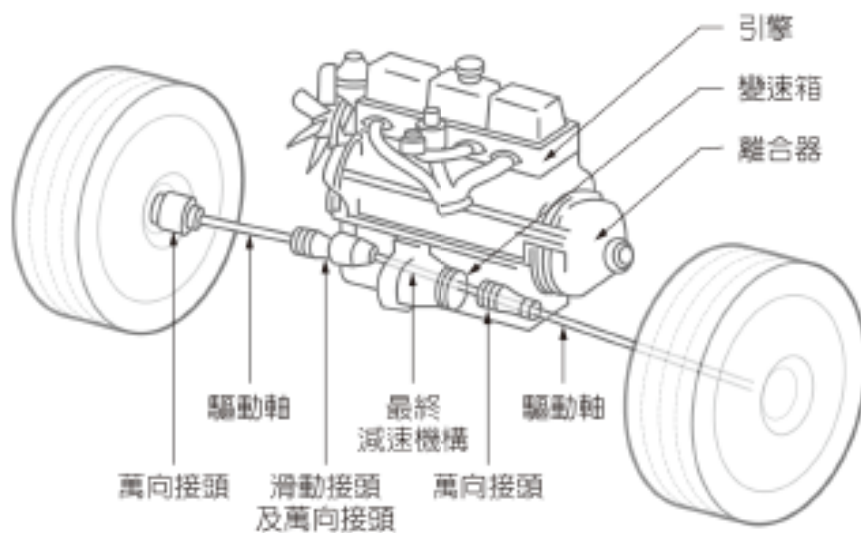


圖 2-2 前輪驅動

第 2-1 節 離合器

2-1-1 離合器概述

一 離合器的功用

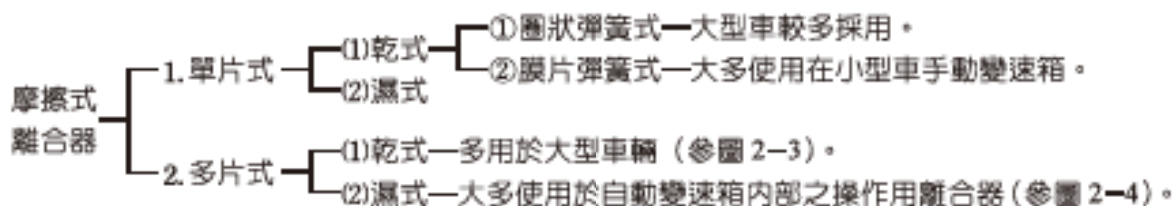
離合器係能將引擎動力分「離」與接「合」的「器」具，裝置在引擎與傳動系統之間，其功用為：

1. 在車輛行駛時，能使引擎的動力，有效地傳到車輪。
2. 在變速箱換檔時，能使引擎的動力切離，使換檔容易。
3. 藉離合器的操作，能使動力平穩的接合，使乘坐舒適。

二 離合器的工作原理及種類

1. 摩擦式離合器 (Frictional clutch) (或稱機械式離合器)

- (1) 藉摩擦原理，使兩機件因摩擦作用而結合成一體，以傳輸動力，並以機械槓桿作用操作其分離與接合。
- (2) 分類如下：



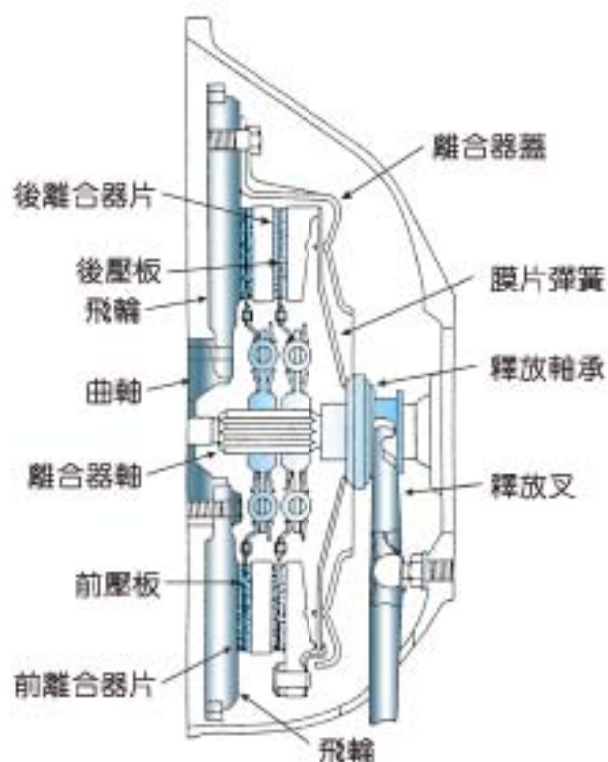


圖 2-3 乾多片式膜片彈簧離合器 (Automechanics fundamentals)

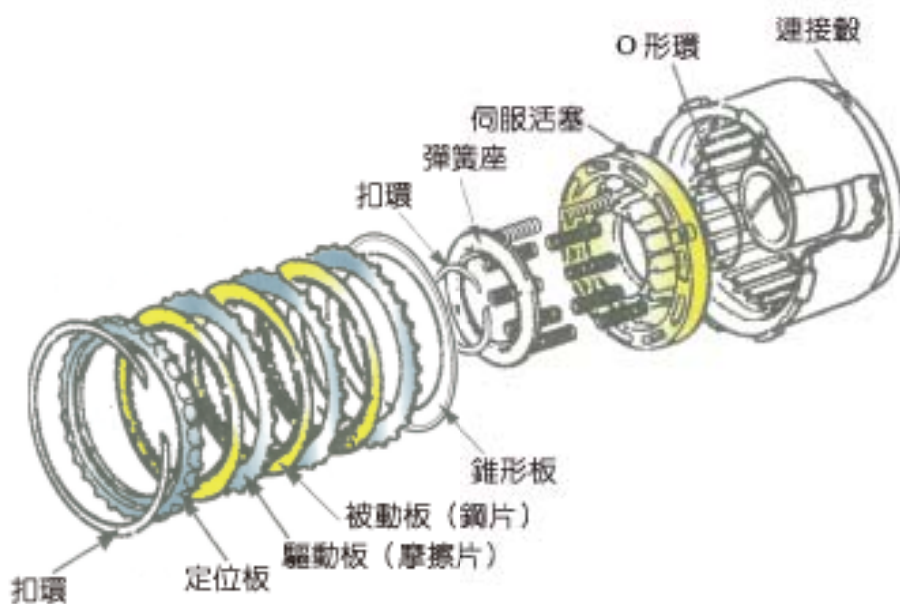


圖 2-4 濕多片式離合器分解圖 (3N71B 型 AT 之前離合器) (NISSAN 修護手冊)

2. 液體式離合器 (Fluid clutch)

- (1) 液體式離合器是先將液體產生動能，再將此動能轉換成機械能，因動力的傳輸非常平穩，又可免除離合器操作的麻煩，現在都應用在自動變速箱中。其構造及作用情形留待自動變速箱一節中再予詳述。

(2) 分類如下：

- 液體式離合器
- ① 液體接合器—早期車輛自動變速箱採用。
 - ② 液體扭力變換器—高速時性能較差，故不實用。
 - ③ 液體扭力變換接合器—現今自動變速箱廣泛採用。

3. 電磁式離合器 (Magnetic clutch)

(1) 利用電磁原理，使離合器產生離合作用，此式大都應用在傳輸小馬力的車輛上。

(2) 分類如下：

- 電磁式離合器
- ① 線圈式—現已少採用。
 - ② 電磁粉式—大都搭配自動變速箱使用。

離合器的構造

1. 概述

離合器由離合器總成及操縱機構所組成 (參圖 2-5)。「離合器總成」包括主動部分及被動部分兩大部分。「操縱機構」即控制離合器總成之分離與接合。

(1) 離合器總成

- ① 主動部分：包括飛輪、離合器蓋、離合器壓板及壓板彈簧等。
- ② 被動部分：包括離合器片。

(2) 操縱機構

- ① 液壓操作式：包括離合器踏板、主缸、分缸、釋放叉、釋放軸承及釋放槓桿等。
- ② 機械操作式：與液壓式不同者為無主缸及分缸，而以鋼繩取代，構造較簡單。

2. 離合器總成之各組件說明如下 (參圖 2-6)

(1) 飛輪及壓板：均以鑄鐵鑄

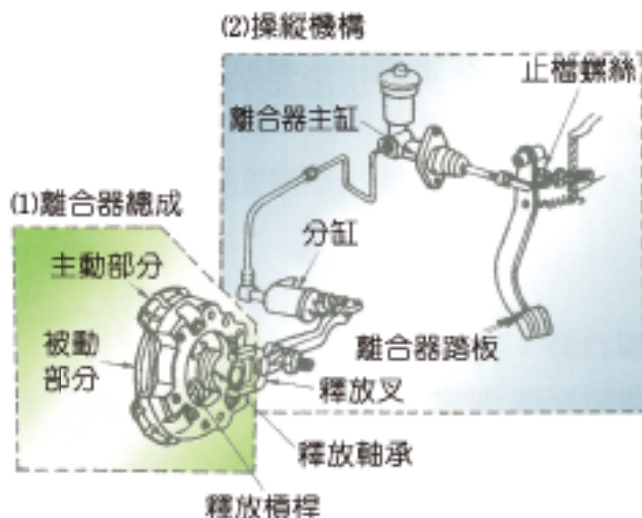


圖 2-5 離合器的構造 (汽車學 2)

造，表面經磨光而成。因鑄鐵中含有石墨，使滑動摩擦時具有良好的潤滑作用。

(2) 離合器蓋：係以鋼板沖壓而成，用螺栓鎖緊在飛輪上，是為離合器總成的安裝骨架。

(3) 壓板彈簧：為摩擦式離合器最重要的部分，藉彈簧力使壓板壓緊離合器片，使不產生打滑。壓板彈簧分為圈狀及膜片兩種。

(4) 離合器片：離合器片必須具有耐磨、耐熱、摩擦係數高、重量輕及平衡良好的特性。

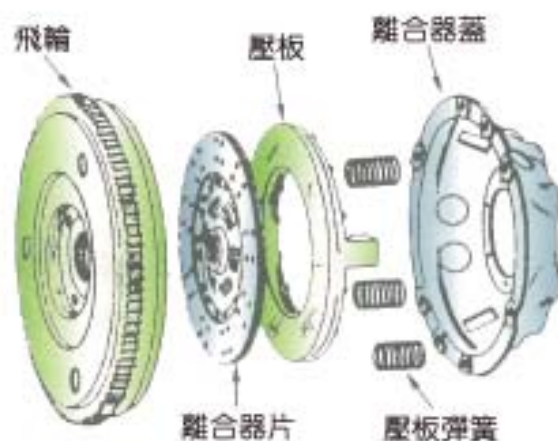


圖 2-6 離合器總成分解圖 (汽車學 2)

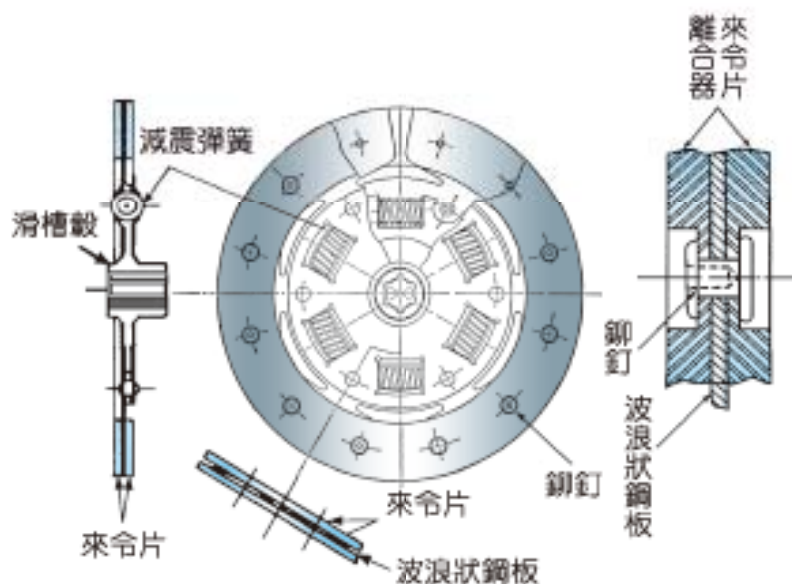


圖 2-7 離合器片之構造 (自動車設計)

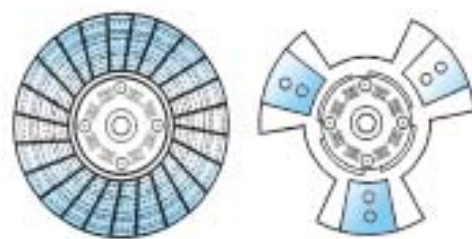
(5) 離合器片之組成 (構造) (參圖 2-7)：

① 滑槽殼：滑槽殼位於離合器片的中央，內有齒槽與離合器軸之槽齒相接合，使離合器片能在離合器軸中移動而一起轉動。

② 波浪狀鋼板：使離合器片具有彈性，在接合時獲得緩衝作用，並可使用離合器片接合圓滑而平穩。

③ 來令片 (或稱摩擦片)：來令片係用棉及石棉纖維編織或壓製，並加入合成樹脂、橡膠，以提高其摩擦係數，或壓入銅絲或金屬粉，以增加其強度及散熱性。因專家指稱，石棉纖維會導致肺癌，故已有採用

金屬陶瓷作來令片的材料，效果甚佳（參圖 2-8）。金屬陶瓷來令片具有良好的耐磨、耐熱及高摩擦係數等特性，故來令片面積小而重量輕。



(A)石棉來令片 (B)金屬陶瓷來令片

圖 2-8 金屬陶瓷來令 (自動車工學)

- ④ 減震彈簧（或稱阻尼彈簧）：有圈狀彈簧或橡膠兩種，裝在滑槽載總成與波浪狀鋼板之間，當動力傳輸時，能緩和動力的衝擊，即車輛起步時能吸收扭轉震動，使動力傳輸圓滑，並可防止鋼板因動力的突然接合而損壞。

3. 操縱機構之各組件說明如下（參圖 2-9）

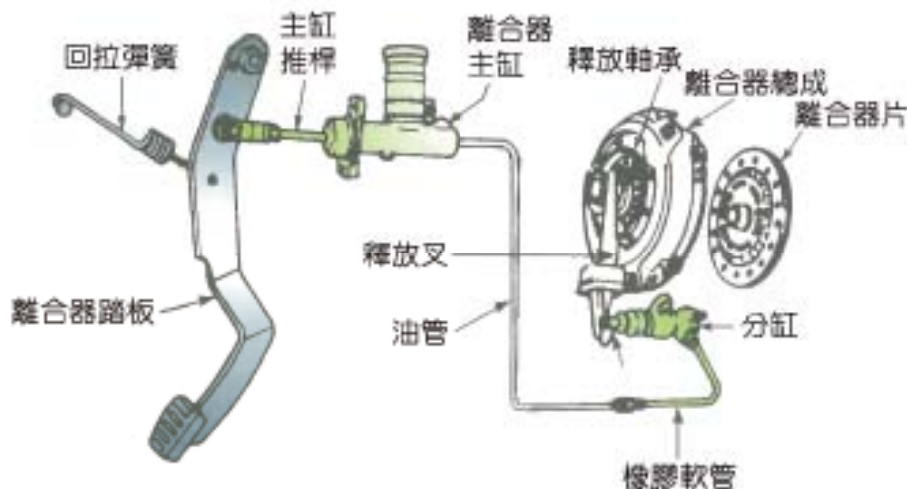


圖 2-9 離合器液壓式操縱機構（現代汽車底盤）

- (1) 離合器主缸（或稱總泵）及分缸（或稱釋放缸）：液壓操縱式者由離合器踏板來操作離合器主缸產生液壓，經油管傳至分缸，因主缸直徑較分缸為小，藉液體之巴斯噶原理（Pascal's principle）產生倍力作用，以減輕離合器踏板踩力。

- (2) 釋放叉及釋放軸承
（參圖 2-10、2-11）

① 釋放叉

(A) 一端成叉型與釋放軸承的座套相接，另一端與液壓分缸或機械拉



圖 2-10 釋放叉 (汽車學 2)

繩或連桿連接。

- (B) 為獲得較大的機械利益，釋放叉支點均靠近叉端，並以球頭支點使作用靈活，通常安裝在變速箱外殼上。

② 釋放軸承

- (A) 釋放軸承為滾珠型推力軸承（作用力的方向與軸承中心線平行者，謂之「推力軸承」或「止推軸承」），此軸承裝置於座套上，並由釋放叉控制其與釋放槓桿接觸。

- (B) 一般小型車都使用封閉式推力軸承，不必再加以潤滑。

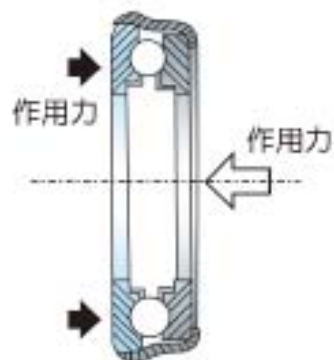


圖 2-11 釋放軸承的構造
(汽車學 2)

- (3) 壓板彈簧（或稱離合器彈簧）：壓板彈簧分為圈狀及膜片兩種（參圖 2-12、2-13）。

① 圈狀壓板彈簧

- (A) 藉其彈力將壓板壓緊離合器片於飛輪上，以傳輸引擎扭力。

- (B) 其彈簧數目及彈力須視驅動扭力而定，亦即離合器傳遞扭力的

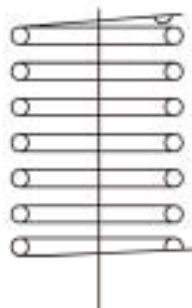


圖 2-12 圈狀壓板彈簧
(汽車學 2)



圖 2-13 膜片壓板彈簧
(汽車學 2)

大小決定於彈簧的彈力及彈簧數量。

- (C) 若壓板彈簧的彈力太大，不但增加了駕駛者的操作力，且易使操縱機件磨損；若彈力太小，則易產生離合器打滑，而消耗動力。

- (D) 常用於大型車離合器。

② 膜片壓板彈簧

- (A) 膜片壓板彈簧為一具有彈性的錐形彈簧鋼製成，其構造簡單、平衡良好，彈性常數非線性變化（參圖 2-14），操作省力，並可取代釋放槓桿及圈狀彈簧。

- (B) 為現今小型車所常用。

③ 圈狀與膜片彈簧之特性比較

- (A) 正常安裝後：圈狀及膜片彈簧之彈力均為 P_0 。

- (B) 離合器踏板踩到底時：圈狀彈簧之踩力為 P_2 ；膜片為 P_2' ，踩力較輕。

- (C) 來令片磨耗時：壓板靠向飛輪，圈狀彈簧之彈力變為 P_1 ，膜片為 P_1' ，由此可知，來令片磨損時，膜片之彈力影響極微。

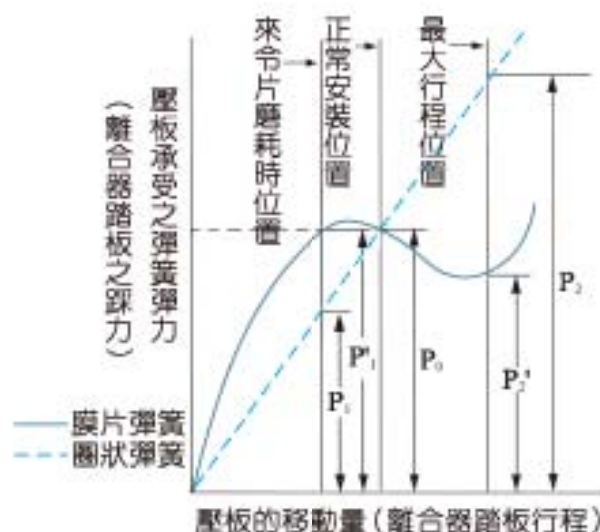


圖 2-14 圈狀彈簧與膜片彈簧特性之比較 (Automechanics fundamentals)

- (4) 嚮導軸承：嚮導軸承裝置於飛輪中心或曲軸的中心（參圖 2-15）。用以引導離合器軸與曲軸於同一中心線，並防止離合器軸或曲軸磨損。為了使嚮導軸承獲得良好潤滑，在裝配時須先塗上二硫化鉬（ MoS_2 ）潤滑劑。

2-1-2 乾單片摩擦離合器之工作情形

一 圈狀彈簧式離合器之作用（參圖 2-15）

1. 離合器接合時（離合器踏板放鬆）：當離合器踏板放鬆時，此時釋放軸承與釋放槓桿未接觸而保持一小間隙，故壓板彈簧將壓板、離合器片及飛輪緊壓成一體，此時藉來令片之摩擦力，將引擎動力由飛輪→離合器蓋→壓板→離合器片→離合器軸再傳入變速箱。
2. 離合器分離時（離合器踏板踩下）：當離合器踏板踩下時，釋放叉將釋放軸承抵住釋放槓桿並壓下，使壓板彈簧壓縮，壓板後退，解除壓板對離合器片與飛輪的壓力，因此離合器片便與飛輪及壓板分離，動力即無法傳出。

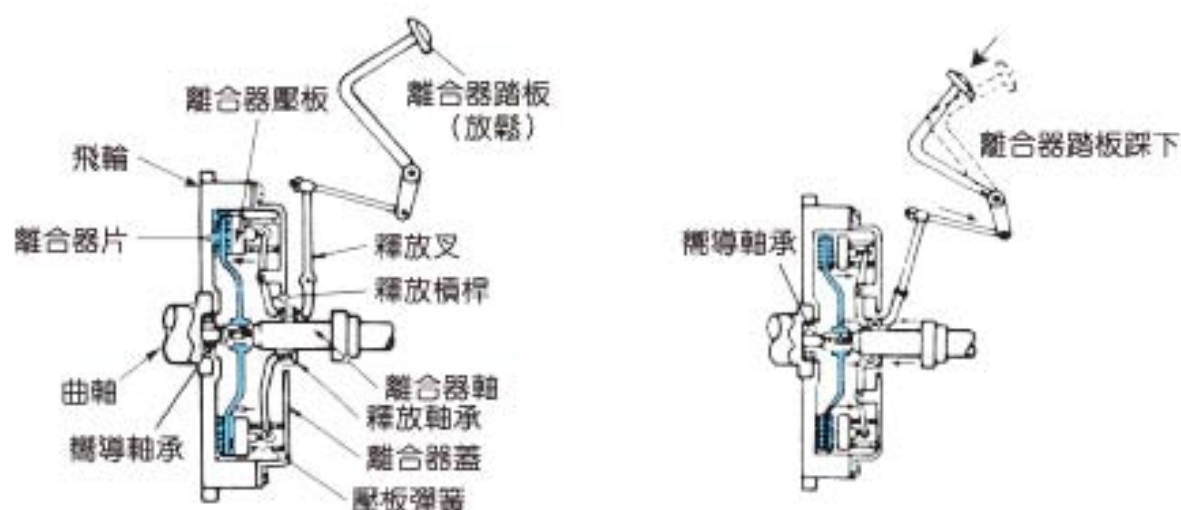


圖 2-15 圈狀彈簧式離合器之作用（機械操縱式）（Automechanics fundamentals）

膜片彈簧式離合器

1. 構造：（參圖 2-16）

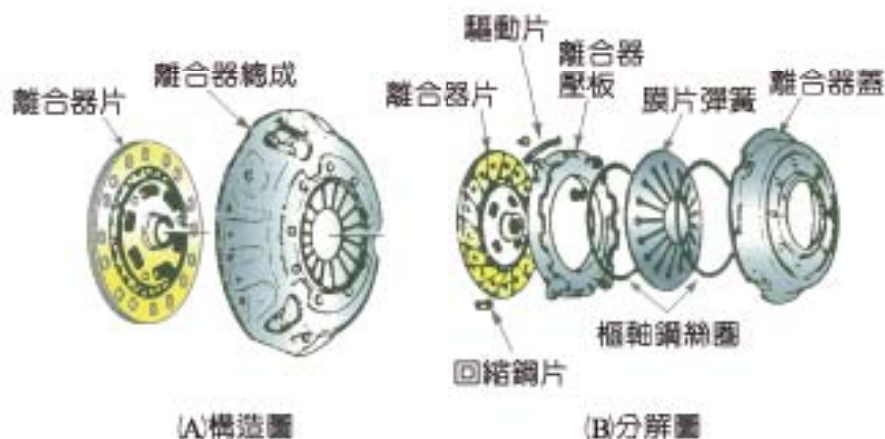


圖 2-16 膜片彈簧式離合器總成構造及分解圖（現代汽車底盤）

- (1) 膜片彈簧摩擦離合器與圈狀彈簧摩擦離合器主要的不同點在於以膜片彈簧取代圈狀彈簧及釋放槓桿。
- (2) 膜片彈簧係一圓錐型鋼片製成，其兩邊各置一環型鋼絲圈作為支點樞軸，膜片外緣以回縮鋼片連接在壓板上，膜片內緣與釋放軸承接觸，相當於釋放槓桿。驅動片用以連接離合器蓋與壓板，使能將曲軸的扭力經離合器蓋傳達到壓板。

2. 工作情形（參圖 2-17）

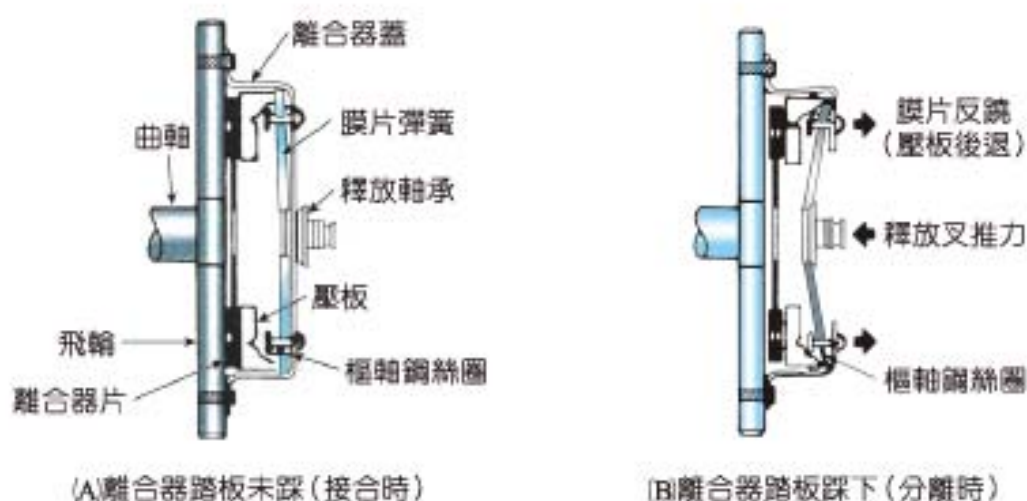


圖 2-17 膜片彈簧式離合器作用情形 (現代汽車底盤)

- (1) 離合器接合時 (離合器踏板放鬆時): 當離合器踏板放鬆時, 釋放軸承未與膜片彈簧內緣接觸, 膜片外緣藉其彈力將壓板壓緊離合器片於飛輪上, 動力即可由飛輪、離合器片及離合器軸傳到變速箱。
- (2) 離合器分離時 (離合器踏板踩下時): 當離合器踏板踩下時, 釋放叉將釋放軸承壓緊膜片彈簧內緣, 以樞軸鋼絲圈作支點, 使膜片外緣反跳而將壓板後退, 解除壓板、離合器片及飛輪間的壓力, 離合器片遂無法將動力傳出。

2-1-3

離合器操縱機構的構造與工作情形

離合器操縱機構係供駕駛者操縱離合器踏板使離合器分離的機構, 依動力傳達方式的不同分為:

機械操縱式 (Mechanical control type)

機械操縱式又分為連桿式及鋼繩式兩種。

1. 連桿式操縱 (參圖 2-18): 由離合器踏板經過數支的连接桿, 將力量傳達至釋放叉, 此式因各连接桿的移動空間大; 摩擦阻力大; 易磨損, 須經常調整; 而且機械利益小, 操作力大, 故現已不採用。
2. 鋼繩式 (參圖 2-19): 現代前置引擎前輪驅動車輛, 因引擎室空間狹窄, 多採用鋼繩式。其優點是構造簡單, 佔位空間小, 維修容易, 成本又低, 故已取代了連桿式。
 - (1) 鋼繩一端安裝於離合器踏板上端, 另一端連接於釋放叉, 並有調整螺帽及鎖緊螺帽, 作為調整離合器踏板空檔之用。

(2) 踩下離合器踏板時，藉槓桿作用，以鋼繩拉動釋放叉，使離合器分離。

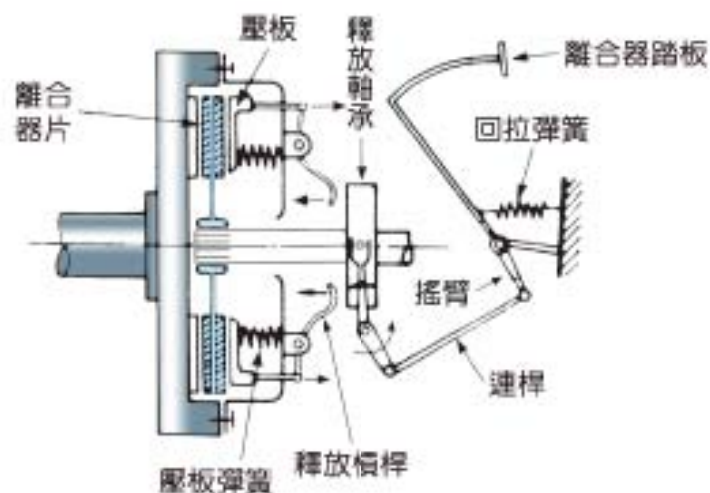


圖 2-18 連桿式操縱機構（現代汽車底盤）

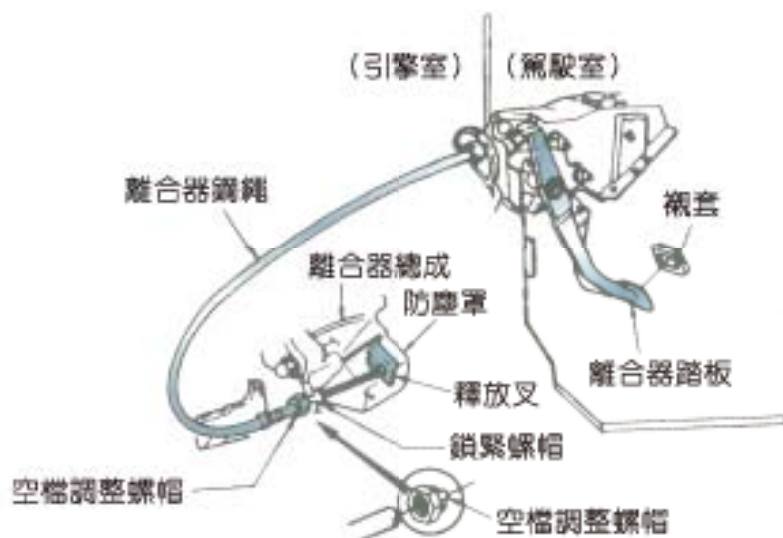


圖 2-19 鋼繩式操縱機構（三級自動車シヤーシ）

液壓操縱式 (Hydraulic control type)

1. 原理：液壓操縱式係根據液體不可壓縮性及液壓原理（巴斯噶原理），產生倍力作用，以減輕駕駛者操作力。此式採用甚為廣泛（巴斯噶原理見 P.196 煞車系統再詳述）。

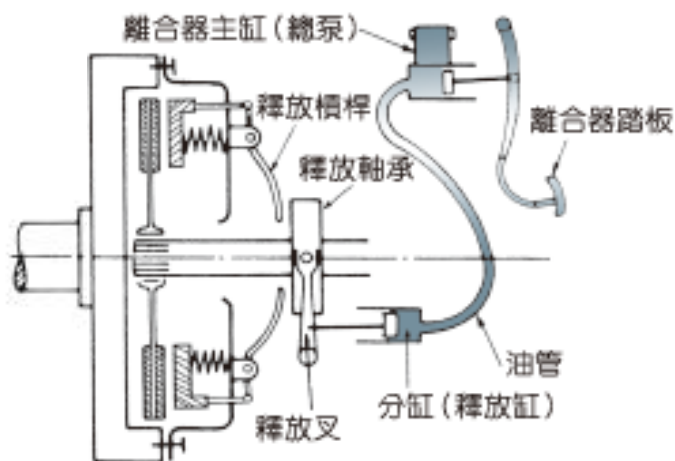


圖 2-20 液壓操縱式（NISSAN 修護手冊）

2. 作用 (參圖 2-20)

- (1) 當離合器踏板踩下時，離合器主缸將液壓經油管送至分缸，再由分缸活塞推動釋放叉，使離合器分離。離合器踏板放鬆時，液壓消失，離合器再行接合。
- (2) 操作流程：離合器踏板→主缸→油管→分缸→釋放叉→釋放軸承→釋放槓桿。

3. 離合器踏板自由行程 (Clutch free travel, 俗稱空檔) (參圖 2-21)

圖片說明：

- (1) H：離合器踏板高度 (約 140~150 mm)。
- (2) A：離合器踏板游隙 (自由間隙)，即表示主缸推桿與主缸活塞之間隙 (約 1~5 mm)。
- (3) B：自由行程 (踏板空檔)，即離合器踏板踩下至釋放軸承接觸釋放槓桿之下降行程 (約 13~20 mm)。



圖 2-21 離合器踏板自由行程 (NISSAN 修護手冊)

- ① 為了使離合器在接合時，能作用確實而不產生打滑現象，必須使壓板彈簧能儘量發揮其彈力壓緊壓板於飛輪，亦即壓板彈簧不得受任何外力限制其伸張，因此在離合器接合時，釋放軸承與釋放槓桿必須保留一小間隙，此一間隙由離合器踏板測量出來，稱為「離合器踏板自由行程」。
- ② 若離合器踏板空檔太大，離合器將無法完全分離，形成變速箱換檔困難；若離合器踏板空檔太小，則造成離合器打滑，易使離合器片磨損及損失動力。

2.1.4 特殊型式離合器

離心力式自動離合器 (參圖 2-22)

離合器要達到接合圓滑，起步平穩，避免機件異常磨損均要有熟練的操作技巧才能達成，故某些小馬力的車輛 (如輕小型車輛或機車上)，利用離心力使離合器產生接合作用。

1. 當引擎轉速低時，飛重彈簧使飛重縮回，離合器摩擦片與摩擦鼓分離。

2. 當引擎轉速提高時，飛重離心力克服彈簧力而飛出，使摩擦片與被動的摩擦鼓摩擦而傳動。



圖 2-22 離心力式自動離合器的構造及作用

二 電磁式自動離合器

1. 線圈式自動離合器之構造及作用（參圖 2-23）

- (1) 利用直流電，流入電磁離合器內之電磁線圈產生磁力，以吸住壓板，使離合器接合；依電流大小，使離合器接合或分離。
- (2) 此離合器無法傳達大的動力，僅適用於輕小型車輛，配合自動變速箱使用。

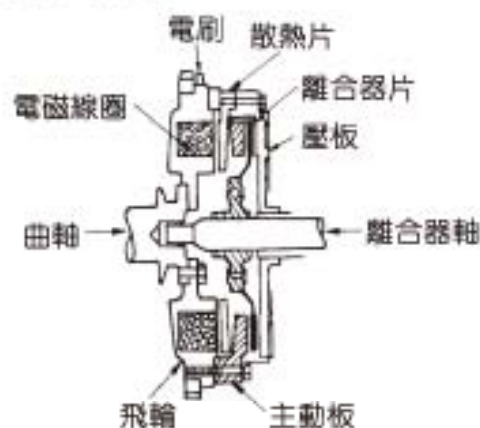


圖 2-23 線圈式自動離合器的構造（自動車設計）

2. 電磁粉式自動離合器之構造及作用（參圖 2-24）

- (1) 當離合器分離時：當電磁線圈未通電（或電流小）時，電磁粉無法連接主、被動盤，動力分離。
- (2) 當離合器接合時：當電磁線圈通入大電流時，產生磁力線使電磁粉連接主、被動盤，以傳輸扭力。

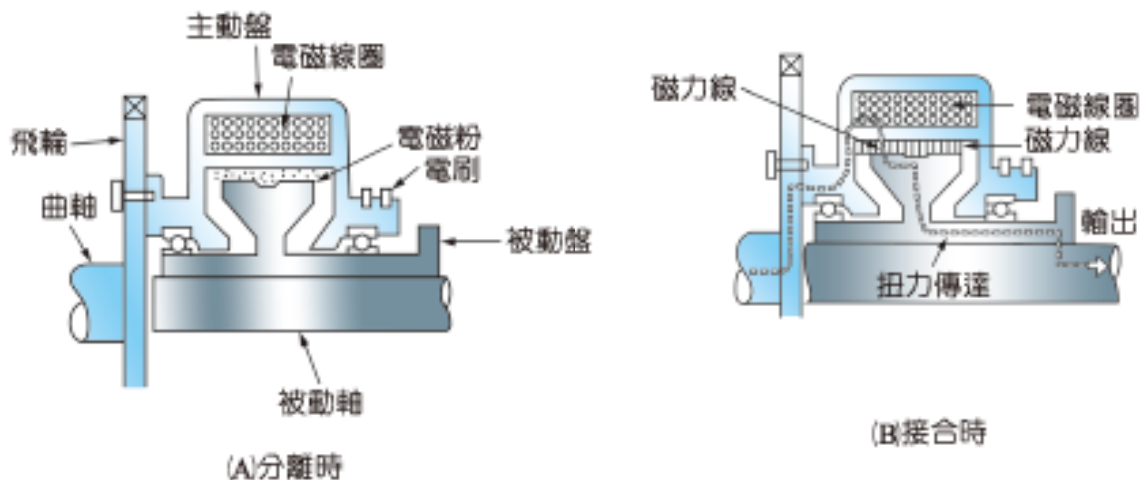


圖 2-24 電磁粉式自動離合器的構造及作用

第 2-2 節

手動變速箱、自動變速箱及無段變速系統

2-2-0(增)

變速箱概述及相關知識

變速箱的概述

因引擎所產生的扭力有限，為適應汽車行駛中的各種負荷及經濟要求，必須利用變速箱來提供適當的扭力及轉速變化。

變速箱係由許多齒輪組合，藉大小齒輪之傳動，產生轉速、扭力、方向等變化。

相關知識

1. 扭力

- (1) 扭力的定義：扭力即扭轉力矩（又稱轉矩或扭矩），即作用力與力臂長度的乘積（參圖 2-25）。任何旋轉運動的轉軸必有扭力的存在。

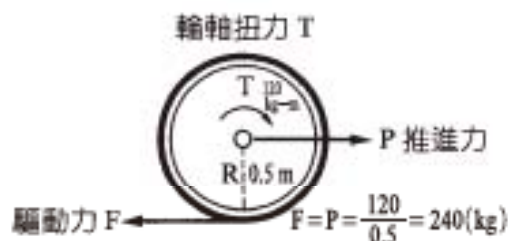


圖 2-25 扭力與驅動力的關係

- (2) 扭力應用實例：若車輪軸的扭力為

120 kg·m，輪胎半徑為 0.5 m，則輪胎胎面與地面之間必有 240 kg 的作用力，但胎面與地面因摩擦力而成滾動狀態，故反作用力 240 kg 使車軸前進，即所謂的「推進力」（參圖 2-25）。

任何車輛都必須有足夠的推進力，以提升其起步、爬坡或加速的能力，而引擎之輸出扭力有限，2.0 L 的引擎氣量大約能輸出 200~250 N·m（約 20~25 kg·m, 145~180 lbf·ft）的扭力，故必須藉由變速機構（變速箱或加力箱等）內的齒輪作用來改變並輸出不同需求的扭力。

2. 齒輪作用原理（參圖 2-26）

- (1) 主動齒輪與被動齒輪外接傳動時，兩輪轉動方向相反，且接觸點之受力均相同（F），此時：

$$\text{主動輪之扭力 } T_1 = F \times r_1$$

$$\text{被動輪之扭力 } T_2 = F \times r_2。$$

$$\therefore F = \frac{T_1}{r_1} = \frac{T_2}{r_2}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{t_2}{t_1}$$

- (2) 齒輪之轉速與齒數成反比，即小齒輪轉得快，大齒輪轉得慢。
- (3) 轉速比 (NR) 的定義：主動輪 (首輪) 之轉速 (N_1) 與被動輪 (末輪) 轉速 (N_2) 之比值，即

$$NR = \frac{\text{主動輪轉速}}{\text{被動輪轉速}} = \frac{N_1}{N_2}$$

- (4) 齒輪之轉速比、齒輪齒數及扭力的關係：

$$\text{轉速比 (NR)} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{D_2}{D_1}$$

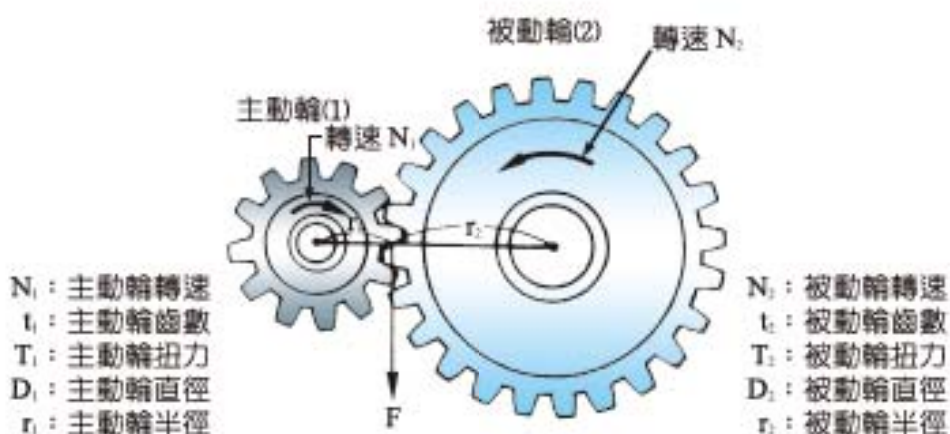


圖 2-26 齒輪作用原理

連動齒輪系的轉速比

1. 數個齒輪無論外接或內接的傳動時，稱為「連動齒輪系」，其轉速比為各相啮合齒輪所產生轉速比 (R) 之連乘積，即

$$NR = R_1 \times R_2 \times \dots$$

2. 以圖 2-27 為例，連動齒輪系之轉速比為：

$$NR = R_1 \times R_2 = \frac{t_b}{t_a} \times \frac{t_d}{t_c}$$

$$NR = \frac{40}{10} \times \frac{30}{20} = \frac{6}{1}$$

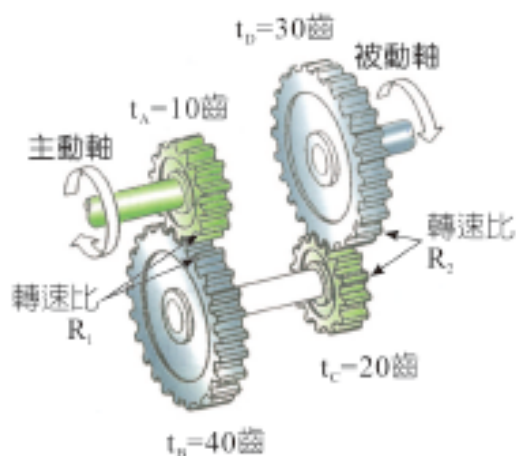
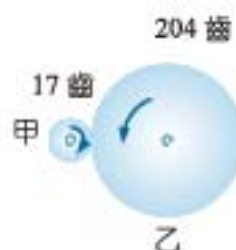


圖 2-27 連動齒輪系之轉速比計算 (汽車學 2)

例題 1

有甲、乙二外接齒輪，甲齒輪的齒數為 17 齒，乙齒輪為 204 齒，若甲齒輪為主動輪，乙齒輪為被動輪，其轉速比為若干？

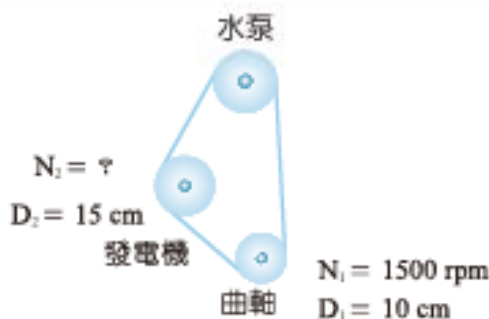
$$\text{解：} NR = \frac{N_r}{N_c} = \frac{t_c}{t_r} = \frac{204}{17} = \frac{12}{1}$$



例題 2

某引擎以 1500 rpm 的轉速以皮帶驅動水泵及發電機，而曲軸皮帶盤的直徑為 10 cm，發電機皮帶盤直徑為 15 cm，若不考慮其滑動損失，則發電機的轉速應為多少？

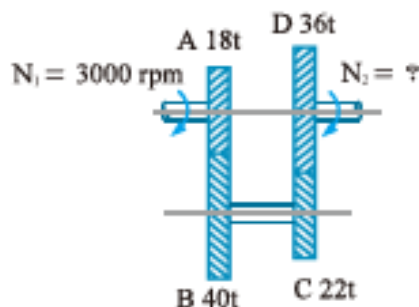
$$\begin{aligned} \text{解：} \frac{N_1}{N_2} &= \frac{D_2}{D_1} \\ \frac{1500}{N_2} &= \frac{15}{10} \\ \therefore N_2 &= 1000 \text{ (rpm)} \end{aligned}$$



例題 3

如下圖所示，為一連動齒輪系，若主動軸以 3000 rpm 迴轉，A、B、C 及 D 輪的齒數分為 18 齒、40 齒、22 齒及 36 齒，則被動軸的轉速為多少？

$$\begin{aligned} \text{解：} \frac{N_1}{N_2} &= \frac{t_b}{t_a} \times \frac{t_c}{t_d} \\ \therefore \frac{3000}{N_2} &= \frac{40}{18} \times \frac{36}{22} \\ \therefore N_2 &= 825 \text{ (rpm)} \end{aligned}$$



2-2-1 手動變速箱

一 手動變速箱的功用、基本工作原理及種類

1. 變速箱的功用：汽車在起步、上坡或負重載時，阻力較大，車輪必須有較大的驅動力；在平地行駛時，必須使車輪高速運轉，以達到省油的目的；當汽車要倒退行駛時，必須使車輪產生反方向轉動，故變速箱之功用為：

- (1) 利用齒輪的減速作用，以增大車軸扭力。
- (2) 利用齒輪的加速作用，以節省燃料消耗（如超速傳動）。
- (3) 改變車輛的行駛方向（如倒車行駛）。
- (4) 利用空檔，以切斷引擎與車輪間的動力。

2. 基本工作原理

(1) 變速箱即利用齒輪的傳動原理，以產生加、減速，來改變車軸扭力的大小（參圖 2-28）。

(2) 汽車行進中之加速性能決定於車輪之驅動力大小，因輪軸處會產生方向相反而大小相同之推進力（推動汽車前進之力）

，故若欲增大驅動力，一則增大扭力（ T ），二則減小車輪半徑（ R ）。一般小排氣量引擎之汽車均採用小直徑車輪即為此故。

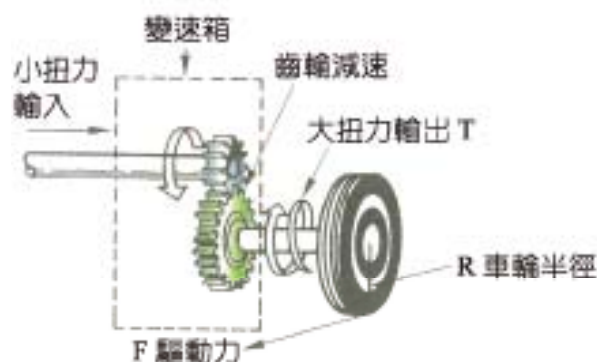


圖 2-28 齒輪傳動之應用（自動車工學）

3. 手動變速箱的種類

| 種類 | 說明 | 備註 |
|----------|--------------------------------|--------------|
| 1. 滑動齒輪式 | 利用齒輪的移動而嚙合，體大笨重，排檔不易。 | 現已淘汰不用。 |
| 2. 永嚙式 | 各檔齒輪永相嚙合，傳動噪音小，利用犬齒嚙合，仍排檔不易。 | 已少採用。 |
| 3. 同步式 | 為永嚙式改良型，排檔時用同步調速裝置，以利排檔，輕巧易換檔。 | 現今手動變速箱採用此式。 |

二 滑動齒輪式手動變速箱

1. 概述：滑動齒輪式手動變速箱係因變速時是將齒輪移動而與另一齒輪嚙合而得名，此式變速箱的齒輪係採用直齒式齒輪，因直齒輪噪音大，磨損快，而且需採用兩腳離合器換檔方法，故此式變速箱目前很少採用。

2. 構造 (參圖 2-29)

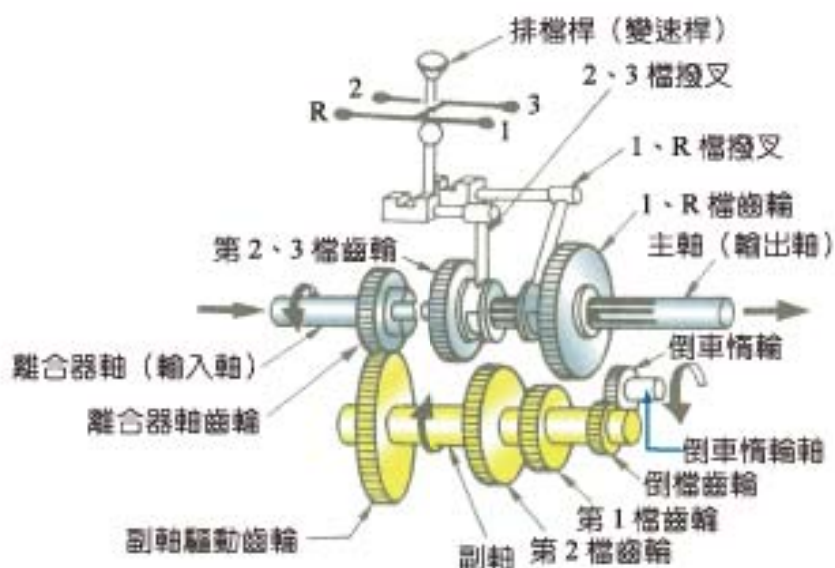


圖 2-29 滑動齒輪式手動變速箱基本構造圖 (空檔狀態) (現代汽車底盤)

三前進檔及 1 倒檔之滑動齒輪式手動變速箱的基本構造，主要包括：

- (1) 變速軸：通常變速箱內的變速軸有離合器軸、副軸、主軸及倒車惰輪軸等四根。

① 離合器軸 (Clutch shaft)

(參圖 2-30)

- (A) 離合器軸是變速箱的動力輸入軸 (主動軸)。
 (B) 離合器軸前端以嚮導軸承 (在曲軸上) 與引擎曲軸或飛輪相浮接，以保持二軸於同一中心線上。後端亦有嚮導軸承與主軸浮接，以支撐主軸及維持離合器軸與主軸在同一中心線上。

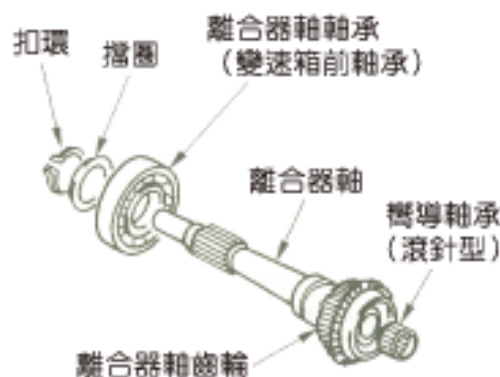


圖 2-30 離合器軸總成 (NISSAN 修護手冊)

② 副軸 (Counter shaft) (參圖 2-31)

- (A) 副軸介於離合器軸與主軸之間，藉軸上不同齒數之齒輪與主軸上之相對齒輪變換嚙合，而產生變速作用。
 (B) 副軸上與離合器軸嚙合者稱為「驅動齒輪」；直齒形者為倒檔齒輪；由小而大依次為倒檔、1、2 及 3 檔齒輪。

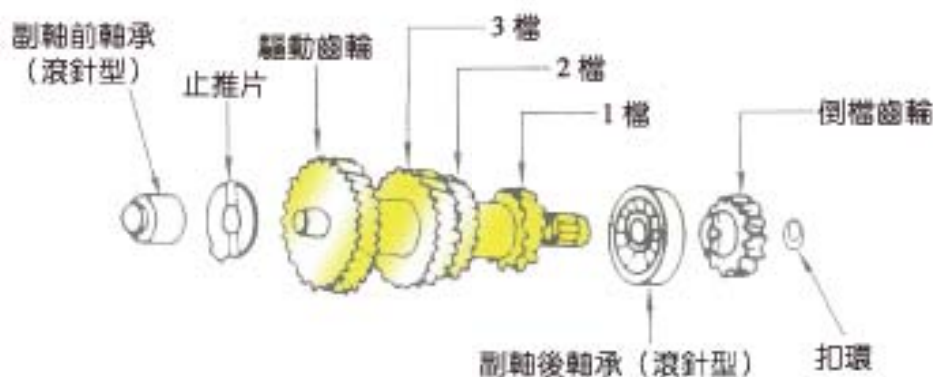


圖 2-31 四前進檔手動變速箱之副軸 (自動車設計)

③ 主軸 (Main shaft)：主軸是手動變速箱的動力輸出軸 (被動軸)，軸上的齒輪 (由小而大) 與副軸上的各齒輪互相配合，而且各齒輪以齒槽和主軸相嵌合，可以在軸上左右移動，以行換檔作用。

④ 倒車惰輪軸：惰輪軸上裝有一個倒車惰輪，作為改變轉動方向之用。

(2) 滑軌及撥叉 (參圖 2-32)：滑軌係藉變速桿 (排檔桿) 產生移動，而撥叉係以撥叉固定銷固定在滑軌上，用以撥動齒輪，產生換檔作用。



圖 2-32 滑軌及撥叉 (自動車設計)

(3) 齒輪 (Gears)：三前進檔 1、R 檔之滑動式手動變速箱之齒輪，除離合器軸齒輪外，主軸上有一個 1 檔與 R 檔的共用齒輪，稱為

1、R 檔齒輪，及 2 檔與 3 檔的共用齒輪，稱為 2、3 檔齒輪。

3. 各檔工作情形及轉速比

(1) 空檔 (參前圖 2-29)

① 當排檔桿置於中央位置時，主軸上的 2、3 檔齒輪與 1、R 檔齒輪均未與副軸上的齒輪嚙合，故引擎發動後，未踩離合器踏板，此時只有離合器軸及副軸在旋轉，而主軸不轉，因此動力由變速箱的空檔切斷，使傳動軸、車輪等保持不動。

② 動力傳輸路線：離合器軸→副軸 (此時主軸不轉動)。

(2) 1 檔 (或稱低速檔) (參圖 2-33)

① 當排檔桿推到第 1 檔位置時，主軸上的 1、R 檔齒輪向左側移動而與副軸上的 1 檔齒輪相嚙合。

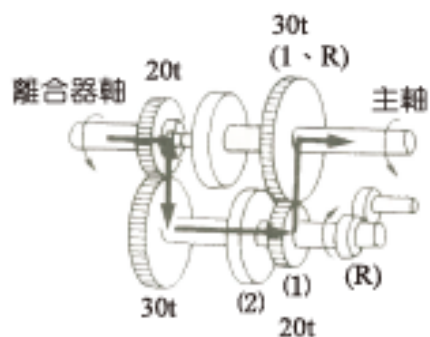


圖 2-33 第 1 檔作用情形 (Automotive mechanics)

② 動力傳輸路線：離合器軸齒輪→副軸驅動齒輪→副軸→副軸 1 檔齒輪→主軸 1 檔齒輪→主軸。

③ 1 檔轉速比：(各檔齒輪齒數參圖 2-33)

$$NR_1 = \frac{30}{20} \times \frac{30}{20} = \frac{2.25}{1}$$

④ 離合器軸轉 2.25 轉，主軸轉 1 轉，主軸所傳出的扭力為離合器軸的 2.25 倍，也就是將引擎的扭力加大 2.25 倍後，再由主軸傳到傳動軸。

(3) 2 檔 (或稱中速檔) (參圖 2-34)

① 當排檔桿推到第 2 檔位置時，主軸上的 2、3 檔齒輪向右側移動而與副軸上的 2 檔齒輪相嚙合。

② 動力傳輸路線：離合器軸齒輪→副軸驅動齒輪→副軸→副軸 2 檔齒輪→主軸 2 檔齒輪→主軸。

③ 2 檔轉速比： $NR_2 = \frac{30}{20} \times \frac{25}{25} = \frac{1.5}{1}$

④ 離合器軸轉 1.5 轉，主軸轉 1 轉，主軸的輸出扭力是離合器軸的 1.5 倍。即傳動軸的扭力為引擎扭力的 1.5 倍。

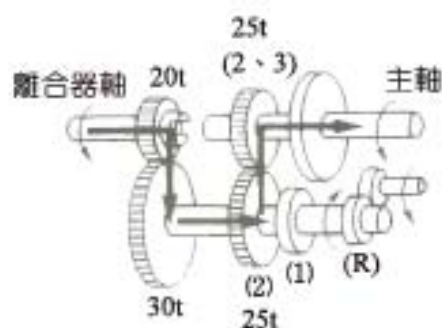


圖 2-34 第 2 檔作用情形
(Automotive mechanics)

(4) 3 檔 (或稱高速檔) (參圖 2-35)

① 當排檔桿推到第 3 檔時，撥叉使主軸上的 2、3 檔齒輪向左移動，使外側的犬齒與離合器軸的犬齒相嚙合，此時，離合器軸與主軸遂連成一體，成直接傳動狀態。而副軸仍然隨著離合器軸空轉，並不傳遞引擎的動力。

② 動力傳輸路：離合器軸→主軸。

③ 3 檔轉速比：因係直接傳動，故轉速比為 1:1，輸入軸與輸出軸扭力不變。

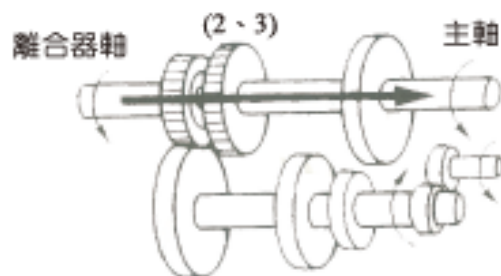


圖 2-35 第 3 檔作用情形
(Automotive mechanics)

(5) 倒檔 (參圖 2-36)

① 欲換入倒檔，必先使車輛煞住不動，再將排檔桿進入倒檔，使主軸上的 1、R 檔齒輪向右側移動而與倒檔惰輪嚙合。

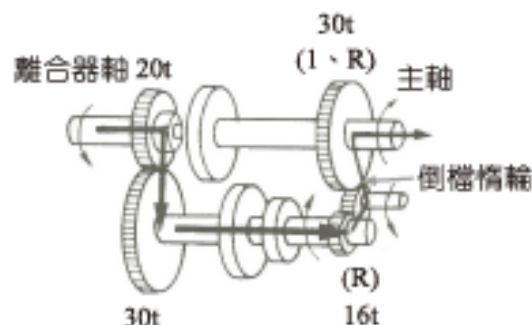


圖 2-36 倒檔作用情形
(Automotive mechanics)

② 動力傳輸路線：離合器軸齒輪→副軸驅動齒輪→副軸→副軸倒檔齒輪→倒檔惰輪→主軸倒檔齒輪→主軸。

(3) 倒檔的轉速比： $NR_1 = \frac{30}{20} \times \frac{30}{16} = \frac{2.81}{1}$

③ 離合器軸轉 2.81 轉，主軸轉 1 轉，主軸的輸出扭力為離合器軸的 2.81 倍。倒檔的轉速比，較第 1 檔為大。

三 永嚙式手動變速箱

1. 構造 (參圖 2-37)

(1) 永嚙式手動變速箱係採用斜齒輪，以減少傳動噪音，並增加齒輪之傳遞動力的容量(因斜齒輪的齒形較長)。

(2) 主軸與副軸上的各齒輪永相嚙合，因此主軸上的各檔齒輪須以銅套或滾針軸承與主軸浮離，以減少磨損。

(3) 主軸上各檔齒輪的外側均製有犬齒，使與犬齒接合器相嚙合，產生換檔作用。

2. 各檔作用情形：永嚙式手動變速箱排檔時，係控制主軸上的犬齒接合器與主軸各齒輪的犬齒嚙合，其各檔的作用情形及轉速比之計算與滑動齒輪式手動變速箱均大致相同。

例如排 3 檔時，3、4 檔的犬齒接合器與主軸的 3 檔齒輪犬齒嚙合，動力係由離合器軸齒輪→副軸驅動齒輪→副軸→副軸 3 檔齒輪→主軸一檔齒輪→犬齒接合器→主軸。

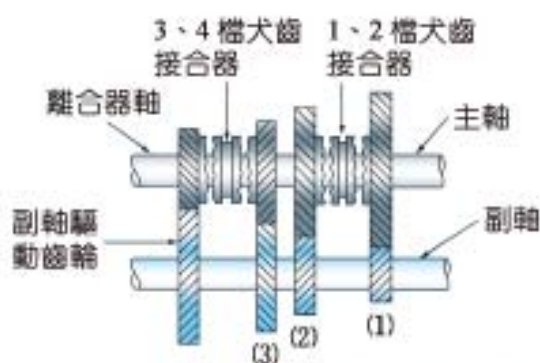


圖 2-37 永嚙式手動變速箱 (自動車工學)

四 同步式手動變速箱

1. 概述

(1) 同步式手動變速箱是永嚙式手動變速箱的改良型，其主軸與副軸的各檔齒輪仍保持永相嚙合，僅將永嚙式手動變速箱的犬齒接合器改為同步調速裝置，利用先摩擦以調節轉速後，再由犬齒來嚙合，因此換檔容易而無噪音，又不必使用兩腳離合器，可換檔自如，甚為方便。為目前車輛所廣泛採用。

(2) 同步調速裝置種類有：鍵式(或稱銅錐環式)、銷式、錐體固定式、環叉式等，今以最常用的鍵式調速裝置說明其作用。

2. 四前進檔鍵式同步式手動變速箱的構造及作用 (參圖 2-38)

- (1) 各檔齒輪永相嚙合。
- (2) 第一齒套向右移動為 1 檔傳動；向左移動為 2 檔傳動。
- (3) 第二齒套向右移動為 3 檔傳動；向左移動為 4 檔傳動（直接傳動）。
- (4) 第一齒套上的倒檔齒輪若利用另一惰輪與副軸倒檔齒輪（R）嚙合，將會形成倒檔傳動。

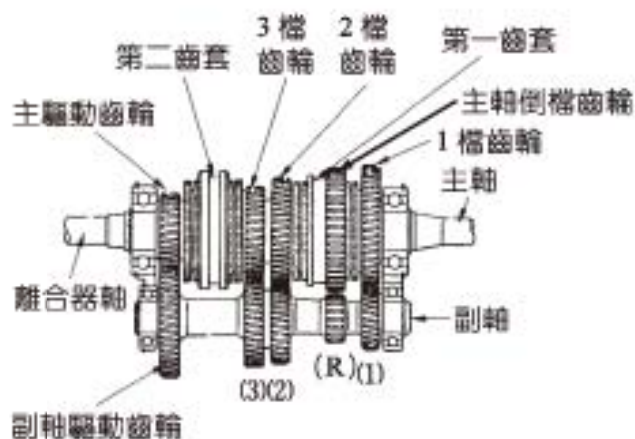


圖 2-38 鑰式同步式手動變速箱的構造
(NISSAN 修護手冊)

3. 鑰式同步調速裝置的構造（參圖 2-39）

- (1) 同步中心齒殼：內齒與主軸嚙合一起旋轉，外齒與同步齒套嚙合；並有三或四個鍵槽，以安裝調速鍵。
- (2) 同步齒套：由排檔桿、滑軌及撥叉等帶動，以控制換檔。
- (3) 調速鍵：通常有三或四個，主要係用來推動調速銅環產生摩擦達到調速作用。
- (4) 鍵彈簧：鍵彈簧為兩條 C 形鋼絲環分置中心齒殼兩側，藉其彈力使調速鍵抵緊同步齒套。
- (5) 調速銅錐環：內側為錐形並刻有細槽溝，藉調速鍵之推力使與齒輪錐部產生摩擦。若細槽溝磨平時將失去調速作用，排檔困難。

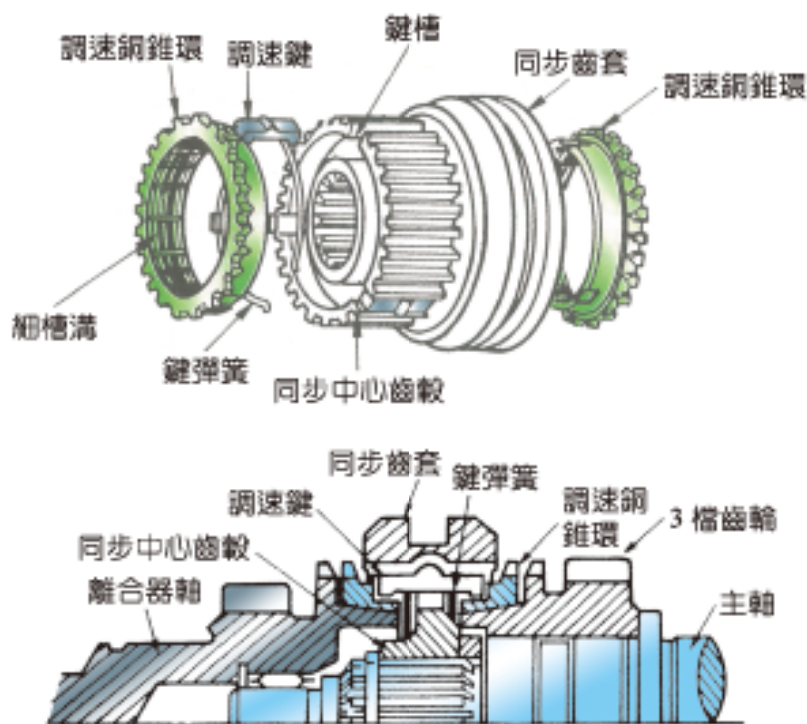


圖 2-39 鑰式同步調速裝置（四前進檔）（NISSAN 修護手冊）

4. 鍵式調速作用情形 (參圖 2-40、2-41 及 2-42)

- (1) 調速作用 1：當同步齒套向右移動，此時調速鍵的凸起部受同步齒套凹槽之推動，使調速鍵亦向右移動，調速鍵即將調速銅錐環向右輕抵 3 檔齒輪之錐體部，產生輕微的摩擦作用，此時齒套與銅錐環之犬齒尚未嚙合。
- (2) 調速作用 2：同步齒套繼續向右移動，鍵的凸起部由齒套中的凹槽脫出使鍵向銅錐環施加壓力，使銅錐環與 3 檔齒輪錐體部壓得更緊，摩擦力使銅錐環及齒輪幾近同速運轉。
- (3) 調速作用 3
 - ① 當同步齒套、銅錐環及齒輪之轉速相同時，齒套很容易地越過銅錐環而與 3 檔齒輪之犬齒嚙合，遂完成了調速及換檔作用。
 - ② 調速作用流程：變速撥叉→同步齒套→調速鍵→調速銅錐環→3 檔齒輪錐體部。

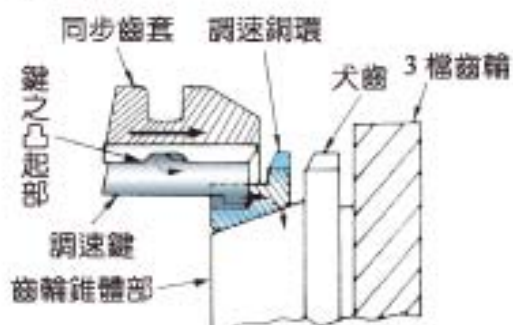


圖 2-40 調速作用 1 (NISSAN 修護手冊)

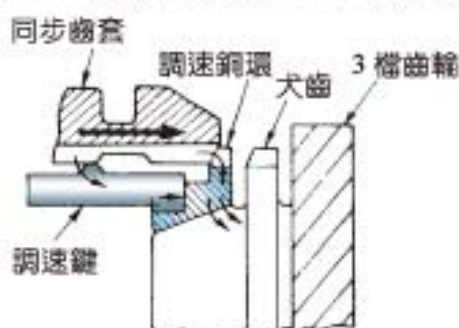


圖 2-41 調速作用 2 (NISSAN 修護手冊)

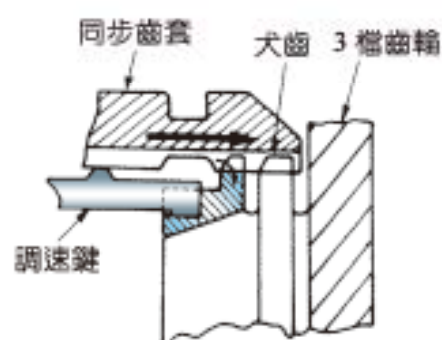


圖 2-42 調速作用 3 (NISSAN 修護手冊)

5. 四前進檔之同步式手動變速箱構造 (參圖 2-43、2-44)

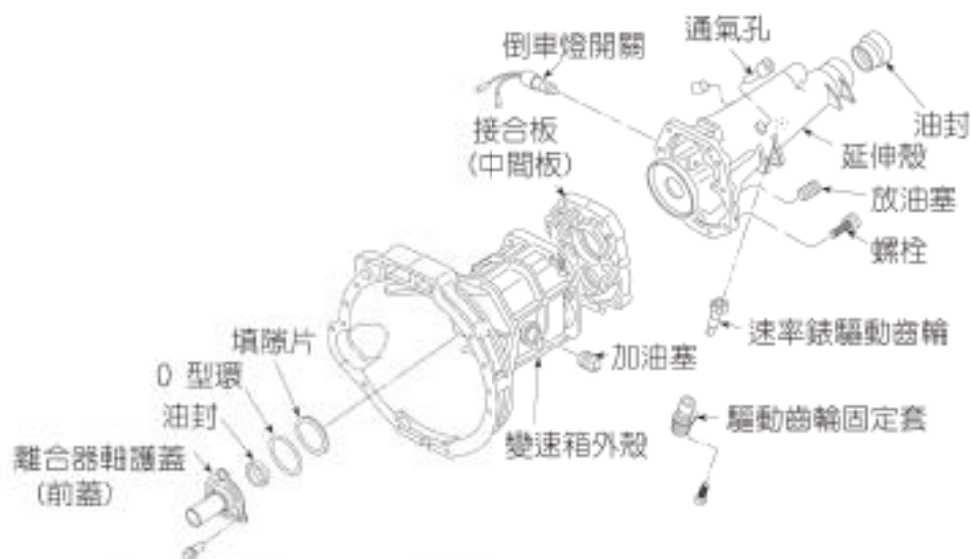


圖 2-43 變速箱外殼及延伸殼總成 (NISSAN 修護手冊)

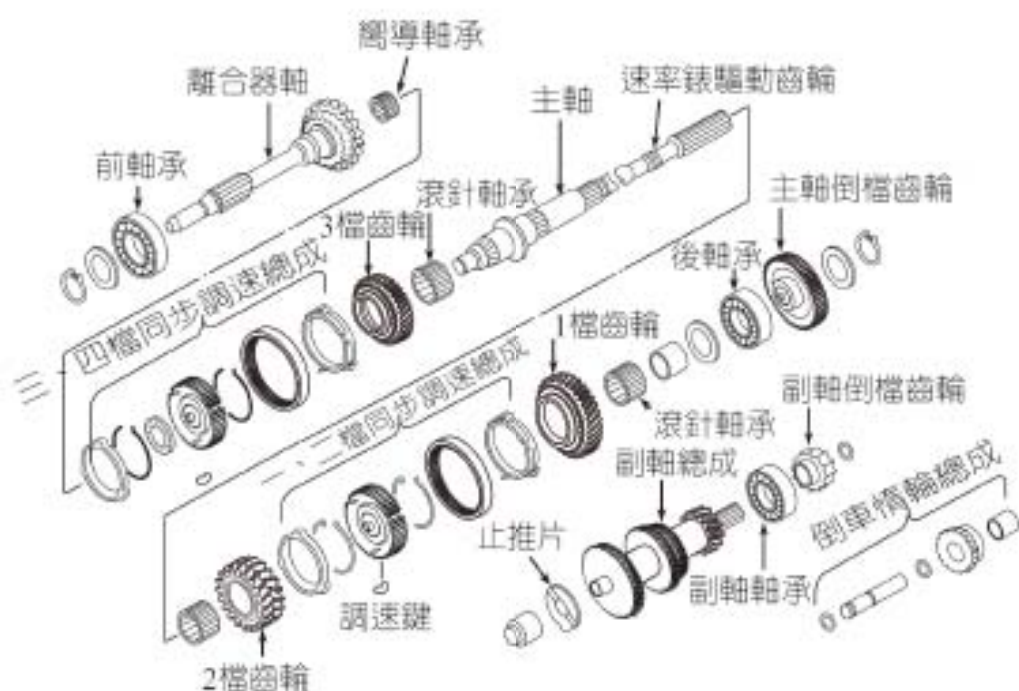


圖 2-44 四前進一倒檔之變速箱內部構造 (NISSAN 修護手冊)

五 變速箱換檔操縱機構

1. 直接操縱式

直接操縱式分為整體式 (參圖 2-45) 及連桿式 (參圖 2-46)。

(1) 直接操縱整體式

- ① 由排檔桿直接操縱變速滑軌，再由滑軌上之各檔撥叉移動變速箱主軸上之同步齒套，產生變速作用。
- ② 此式構造簡單，故障率少，常用於 FR 式車輛之大型車上。

(2) 直接操縱連桿式

- ① 排檔桿經過控制桿的傳輸，方能操縱變速滑軌，即屬於連桿式。
- ② 常用於 FR 式車輛之小型車上。

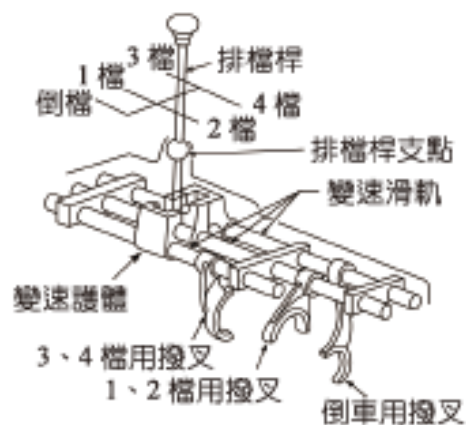


圖 2-45 直接操縱整體式換檔機構 (汽車之整修與故障排除)

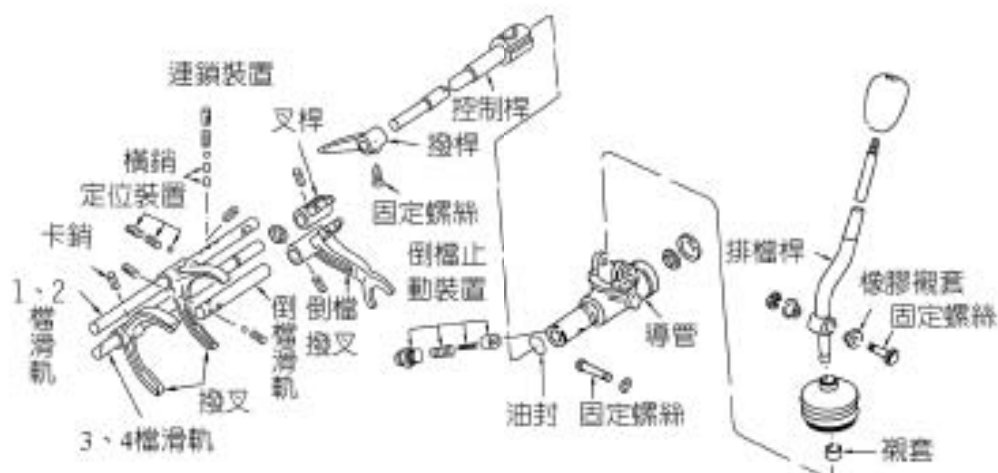


圖 2-46 直接操縱連桿式換檔機構 (汽車之整修與故障排除)

2. 遙控操縱式：排檔桿必須經過兩根以上之連桿才能操縱變速者，均屬於遙控操縱式。又分為方向盤式 (參圖 2-47) 及底板式 (參圖 2-48)。

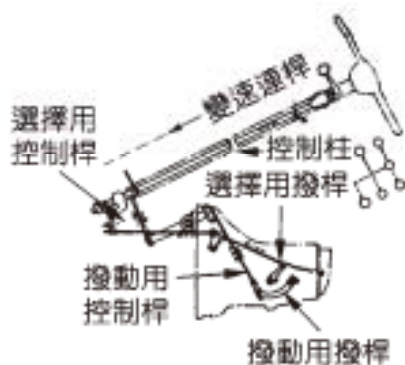


圖 2-47 遙控操縱方向盤式換檔機構 (FR 式車輛)(自動車設計)

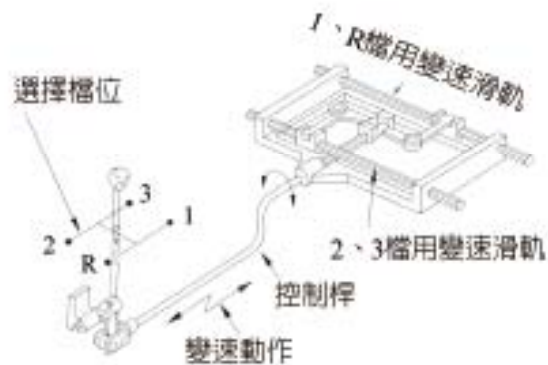


圖 2-48 遙控操縱底板式換檔機構 (RR 式車輛)(自動車設計)

3. 特殊裝置

- (1) **定位機構**：使變速箱排檔後，變速齒輪給予定位，防止產生跳檔 (參圖 2-49)。

每支變速滑軌均由定位鋼珠及定位彈簧配合變速滑軌上之凹槽，使其定位。

- (2) **連鎖機構**：變速箱主軸不能同時輸出兩種轉速，故連鎖機構即為防止兩組變速齒輪同時嚙合 (雙重嚙合)，以免變速齒輪損壞 (參圖 2-50)。各變速滑軌間，藉由鋼珠及連鎖銷之連動關係，僅容許移動一支滑軌，防止雙重嚙合。

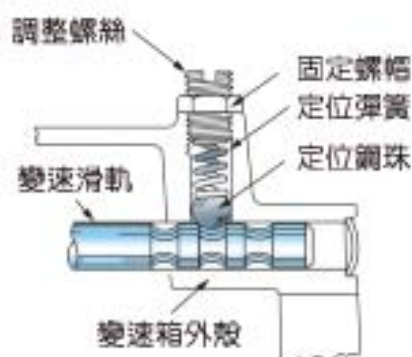


圖 2-49 定位機構 (自動車工學)

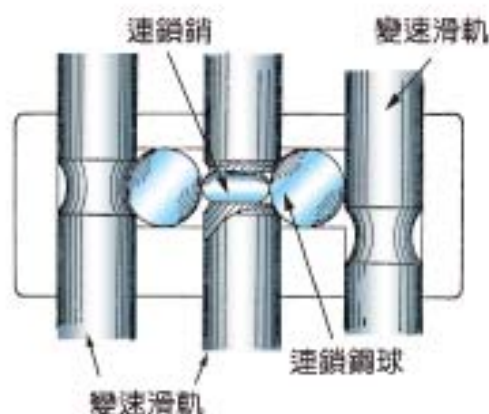
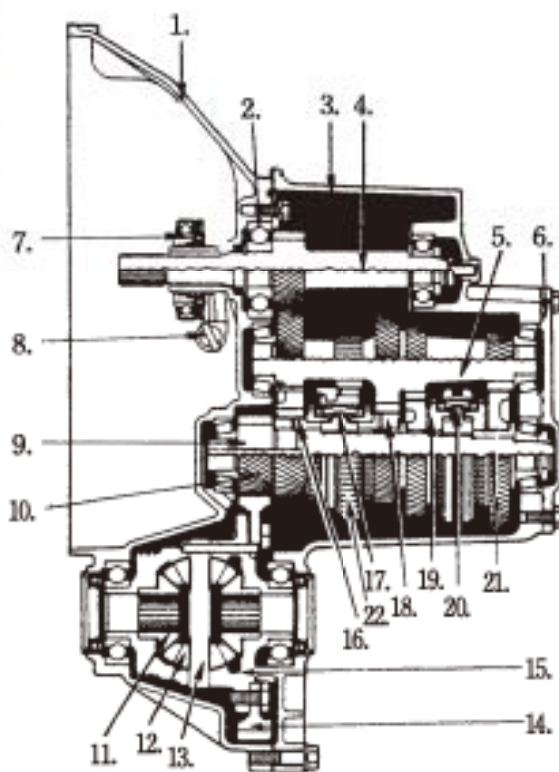


圖 2-50 連鎖裝置 (自動車工學)

六 聯合傳動器

前置引擎
前輪驅動式
(FF) 或後置
引擎後輪驅動
式 (RR) 的車
輛，其引擎、
離合器、變速
箱及差速器均
裝置成一體，
稱為「聯合傳
動器」(參圖
2-51)。其離
合器、變速箱
及差速器的構
造及作用與前
置引擎後置驅
動式 (FR) 者皆大同小異。



1. 離合器殼 (變速箱前殼)
2. 輸入軸軸承
3. 變速及差速器箱
4. 輸入軸 (離合器軸)
5. 中間齒輪總成
6. 後蓋
7. 離合器釋放軸承
8. 離合器釋放叉軸
9. 輸出軸 (主軸)
10. 最終減速小齒輪
11. 差速器邊齒輪
12. 差速小齒輪
13. 差速小齒輪軸
14. 最終減速大齒輪
15. 差速器殼
16. 4 檔齒輪
17. 3 和 4 檔同步器
18. 3 檔齒輪
19. 2 檔齒輪
20. 1 和 2 檔同步器
21. 1 檔齒輪
22. 倒檔齒輪

圖 2-51 四前進檔聯合傳動器 (CIVIC 修護手冊)

七 超速傳動機構的功用及種類

1. 超速傳動機構的功用：超速傳動機構 (Over drive mechanism, OD) 係使變速箱輸出軸的轉速高於輸入軸轉速的裝置。當車輛高速行駛時，使傳動軸的轉速高於引擎轉速，其轉速比約為 0.7 : 1 ~ 0.9 : 1。功用為：

- (1) 節省燃料消耗。
- (2) 減少引擎磨損。

雖然超速傳動機構可以提高傳動軸的轉速（加速作用），但其扭力則變小，故僅適用於較大馬力的車輛上。

2. 手動式超速傳動機構

- (1) 手動式OD之構造（參圖 2-52）：手動超速傳動機構係普通手排變速箱加以改良而成，其構造係將手排變速箱中的副軸上加裝一個大的超速傳動齒輪（此齒輪的齒數大於副軸驅動齒輪的齒數），並在主軸上亦加裝一個小的超速傳動齒輪（此齒輪的齒數小於離合器軸齒輪齒數），當此二齒輪傳動時，即形成超速傳動作用。

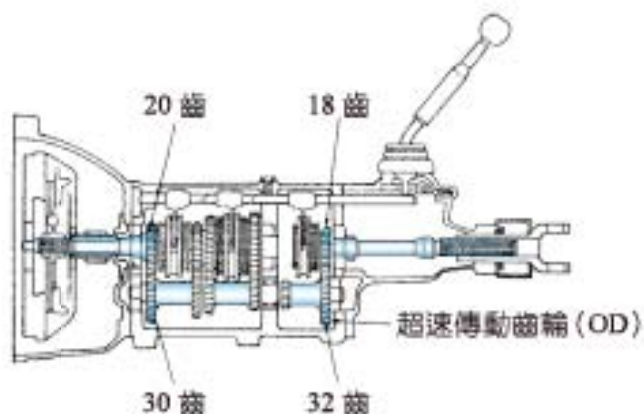


圖 2-52 手動式超速傳動裝置（現代汽車底盤）

- (2) 手動式OD之作用：假設離合器軸齒數為 20 齒，副軸驅動齒輪為 30 齒，副軸超速齒數為 32 齒，主軸超速齒輪為 18 齒，則其傳動轉速比為 (NR)：

$$NR = \frac{30}{20} \times \frac{18}{32} = \frac{0.843}{1}$$

即引擎轉 0.843 轉時，傳動軸轉一轉。

2-2-2 自動變速箱

自動變速箱的功用、種類與構造

1. 自動變速箱的功用：自動變速箱（Automatic transmission, AT）是一種藉液體式自動離合器來傳輸動力及自動控制換檔的變速箱。即引擎的動力不需離合器踏板即可圓滑傳輸，並由液壓作用自動換檔，省去駕駛者踩放踏板及排檔的麻煩，能專心於車輛之操控，提高駕駛的安全性，為目前大、小型客車所廣泛採用。
2. 自動變速箱的種類

| 分類 | 說明 |
|------------|--|
| 1. 可變帶盤式 | (1)由電磁式離合器傳輸動力，並由鋼帶盤之節距變化，產生無段變速。 (2)構造簡單，但鋼帶易打滑無法傳輸大動力，僅適用於小排氣量汽車。如日產之NCVT（日產電子控制無段變速箱）、速霸陸之ECVT（電子控制無段變速箱）等。 |
| 2. 液力機械控制式 | (1)利用液體式自動離合器（扭力變換接合器）傳輸引擎動力，動作圓滑而平順，乘坐舒適。 (2)換檔動作由液壓力控制行星齒輪組自動改變轉速比，換檔平穩。 |
| 3. 液力電子控制式 | (1)引擎動力的傳輸亦利用扭力變換接合器。 (2)換檔動作由電子控制器（微電腦）來操縱液壓力以控制行星齒輪組自動換檔，換檔時機更準確，動作更平穩。 (3)現今車輛有採用自、手排自動變速箱（Automated manual transmission, AMT），其構造與電子式自動變速箱相同，僅將電子控制器的自動換檔動作，轉為駕駛員推動選擇桿的前（+）、後（-）動作來產生升、降檔作用。 |

3. 自動變速箱的主要構造（參圖 2-53）

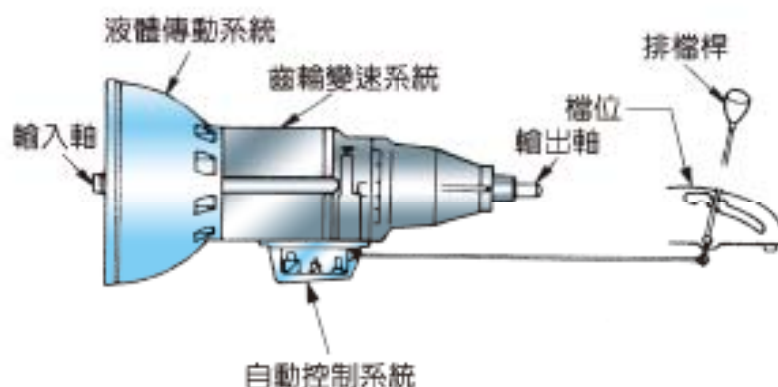


圖 2-53 自動變速箱的組成簡圖 (AT 車のすべて)

- (1) **液體傳動系統**：將引擎動力藉由液體式自動離合器傳入變速箱，動力傳輸過程極為平順，亦無需離合器踏板，恰似一無段自動變速機構，其扭力比最大約為 2.5，最小為 1（參圖 2-62）。液體傳動系統計有液體接合器、液體扭力變換器及液體扭力變換接合器三種，現今車輛均採用液體扭力變換接合器。
- (2) **行星齒輪變速系統**：現今自動變速箱大多採用行星齒輪組來產生數個前進檔、空檔及倒車檔等，以提供轉速比及改變方向，但亦有利用手動變速箱之永嚙外接齒輪改良而成的減速系統，如喜美汽車 HM 型自動變速箱。
- (3) **液壓自動控制系統**：自動控制系統即液壓控制系統，能隨行車速度、引擎轉速及負荷自動控制行星齒輪組產生變速。此系統是自動變速箱最複雜及最精密的部分，包括油泵—換檔閥、伺服機構、制動帶及多片式離合器、冷卻器等。液壓自動控制系統在傳統車輛中以採用機械控制式較

多，但現今新車型已採用電子控制式自動換檔，使換檔時機更準確，換檔動作更圓滑，幾乎沒有震動的感覺。

液體傳動系統

1. 液體接合器 (Fluid coupling)

(1) 構造 (參圖 2-54)

- ① 由曲軸驅動的主動葉輪 (或稱為泵) 及輸出動力的被動葉輪 (或稱為渦輪) 共同置於裝有液壓油 (ATF) 的殼室中所組成。
- ② 導環用以引導液體的流向，防止產生亂流，增加液體流速，提高傳動效率。
- ③ 液體接合器的殼室中，充油約 85 %~90 %，使液壓油因摩擦受熱時有足夠的空隙供其膨脹，並可減少油封受損。現今車輛所用之扭力變換接合器已充油 100 %，以提高傳動效率。

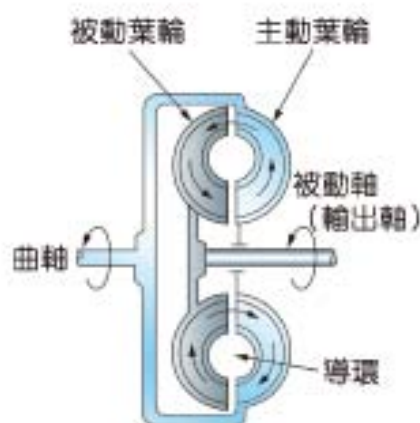


圖 2-54 液體接合器之基本構造 (AT 車のすべて)

- (2) 作用原理 (參圖 2-55)：主、被葉輪之作用如同兩相對立之電扇，電扇可藉氣流傳達動力，而液體接合器係藉液體的動能將主動葉輪的動力傳達至被動葉輪。

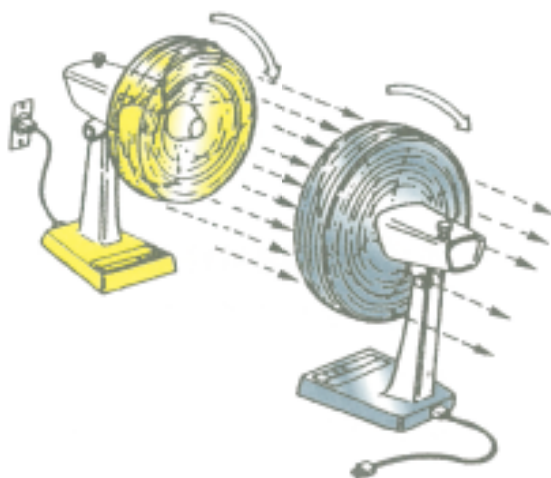


圖 2-55 利用氣流傳導動力 (AT 車のすべて)

- (3) 液體接合器的作用情形 (參圖 2-56)

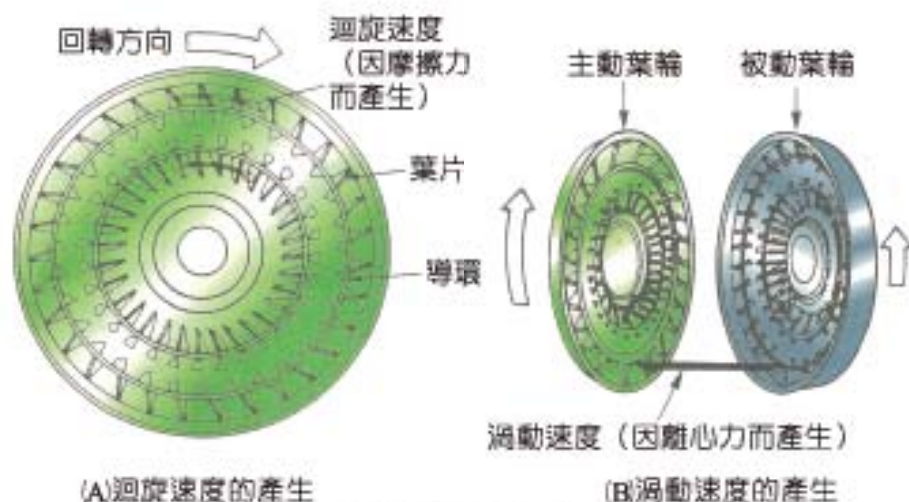


圖 2-56 液體在葉輪中之速度 (AT 車的すべて)

- ① 葉輪在液體中轉動時，由於葉輪及葉片的摩擦，使液體產生迴旋，其速度稱為「迴旋速度」。
- ② 若葉輪在液體中轉速加快時，因離心力的作用，使液體由葉輪的中心向外飛出，形成渦流運動（渦動），此速度稱為「渦動速度」（簡稱渦速）。
- ③ 液體在主動葉輪旋轉中獲得兩種速度，其合成速度形成液體的動能，被動葉輪即承受此液體之動能的衝擊而轉動。
- ④ 若主、被動葉輪轉速相差很大時（如被動葉輪靜止時），被動葉輪所受的液體衝擊最大，所受的扭力也最大，此時之渦動也最大。
- ⑤ 當被動葉輪轉動後，轉速接近主動葉輪時，渦動也趨近停止狀態。若被動葉輪轉速大於主動葉輪時（如引擎煞車時），則渦動的方向會相反。
- ⑥ 主動葉輪與被動葉輪的轉速之差，稱為「滑差」，以主動葉輪的百分比來表示。例如主動葉輪 1000 rpm，被動葉輪為 850 rpm，其滑差為 $(1000-850) \div 1000 = 15\%$ 。一般車輛在高速行駛時的滑差約為 2~5%。若滑差愈大，則動力的損耗也愈大。
- ⑦ 液體接合器是藉液體的離心力發生作用，而離心力又與轉速成正比，故液體接合器在高速時，傳送動力的效率較高，低速時較差。

2. 液體扭力變換器 (Fluid torque converter)

(1) 基本原理 (參圖 2-57)

- ① 若在兩電扇之背面加裝風管，將可引接由 B 電扇流出之剩餘能量之氣流，幫助驅動 A 風扇，使 A 風扇加速旋轉，氣流亦增大。
- ② 風管有如固定葉輪之作用。

- (2) 構造（參圖 2-58）：液體接合器僅能傳輸動力而無法增大扭力，若在液體接合器的主、被動葉輪間，加裝一個固定葉輪（Stator 或稱不動葉輪），即成為「液體扭力變換器」。



圖 2-57 液體扭力變換器之作用原理
(AT 車的すべて)

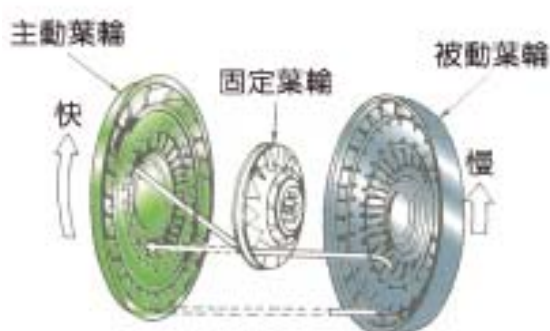
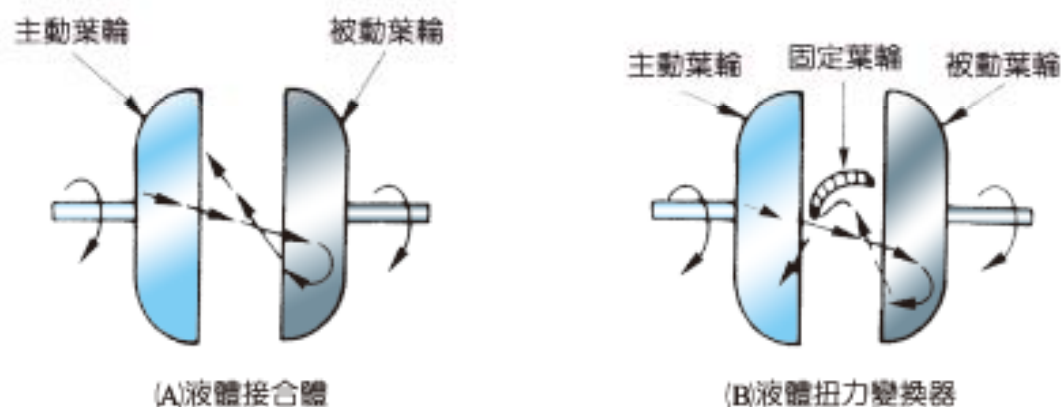


圖 2-58 液體扭力變換器之構造及液體流動路線
(TOYOTA 修護手冊)

- (3) 作用（參圖 2-59）：



(A)液體接合體

(B)液體扭力變換器

圖 2-59 在液體接合器中裝固定葉輪 (TOYOTA 修護手冊)

- ① 參圖 2-59 (A)液體接合器的主動葉輪使液體衝向被動葉輪，經被動葉輪後改變方向再折回主動葉輪，此時液體的流動方向恰與主動葉輪轉動方向相反，故阻礙主動葉輪而消耗引擎的動能。
- ② 參圖 2-59 (B)若在主、被動葉輪之間，裝置一固定葉輪，利用固定葉輪的葉片將由被動葉輪流出的液體改變方向，使其與主動葉輪轉向相同。因為從被動葉輪流出的液體仍具有相當大的動能，此動能將加速主動葉輪的轉速，以提高液體衝擊力，使被動葉輪扭力增大。
- ③ 液體扭力變換器在低速時之傳動效率較佳，高速時會因固定葉輪的阻檔而產生擾流使效率下降，故液體扭力變換器不適用於現今高速化車輛。

3. 液體扭力變換接合器 (Fluid torque converter coupler)

- (1) 構造 (參圖 2-60)：將液體扭力變換器中的固定葉輪裝在一個單向離合器 (One way clutch) 上，使固定葉輪僅能與主動葉輪同向轉動，而不能作反向轉動，即成為「液體扭力變換接合器」。

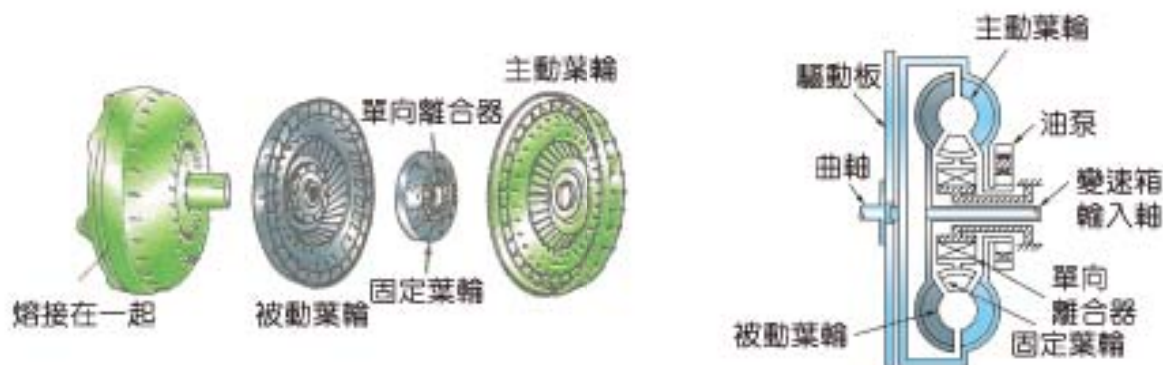


圖 2-60 液體扭力變換接合器的構造 (TOYOTA 修護手冊)

(2) 作用 (參圖 2-61)

① 被動葉輪低速時

當被動葉輪低速運轉時，液體由葉片中所產生的迴旋速度 A 較小及渦速 B 較大，其合速度 C，流經固定葉輪的凹面，改變方向後流回主動葉輪，使扭力增加，為液體扭力變換器作用。

② 被動葉輪高速時

- (A) 液體的迴旋速度 A' 增大，渦速 B' 減小，其合速度 C' 的方向改變，恰好作用在固定葉輪葉片的背面，不但不能增力扭力，反而使液體產生阻擾而發熱，並損失引擎的動力。
- (B) 若將固定葉輪裝在一個單向離合器上時，液體衝擊到固定葉輪背面而產生空轉，即變成液體接合器作用。

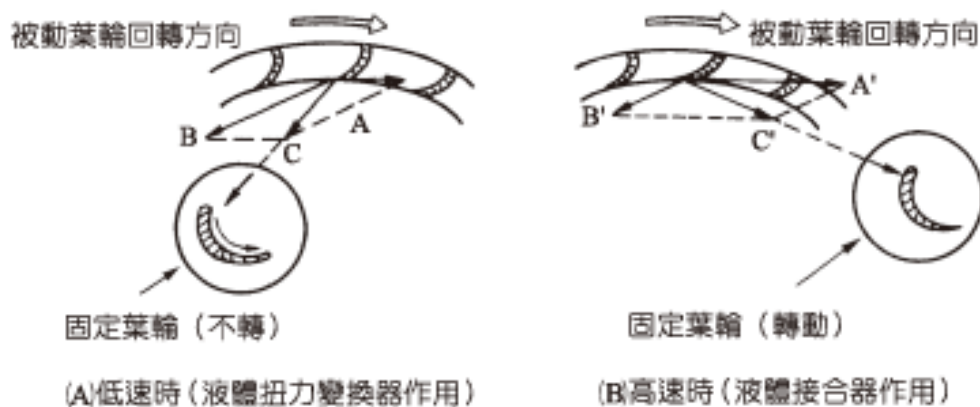


圖 2-61 液體扭力變換接合器之作用原理 (NISSAN 修護手冊)

(3) 特性曲線圖 (參圖 2-62)

- ① 扭力比 = 被動葉輪扭力 / 主動葉輪扭力；速度比 = 被動葉輪轉速 / 主動葉輪轉速；傳動效率 = 扭力比 × 速度比。
- ② 當速度比為 0 時，即被動葉輪不動，扭力比最大 (約 2.5 : 1)，傳動效率為 0。
- ③ 當速度比約 0.83 時，由液體扭力變換器變為液體接合器。

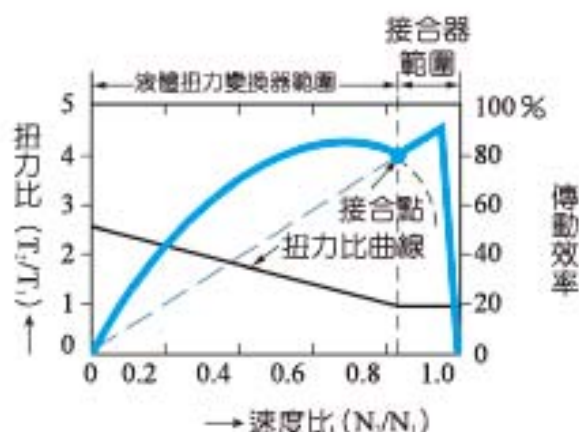


圖 2-62 液體扭力變換接合器特性曲線 (汽車新式裝備)

4. 鎖定式 (Lock-up) 液體扭力變換接合器

- (1) 功用：液體式離合器 (包括液體接合器、液體扭力變換器及液體扭力變換接合器等) 皆因會產生滑差而無法使主、被動葉輪直接傳動 (1 : 1)，造成燃料消耗率的增加，故為了節省燃料，現今自動變速箱多採用鎖定式液體扭力變換接合器，能在車輛達規定車速時 (約 60 km/h)，使主、被動葉輪鎖定，成一體回轉 (滑差為 0%)。

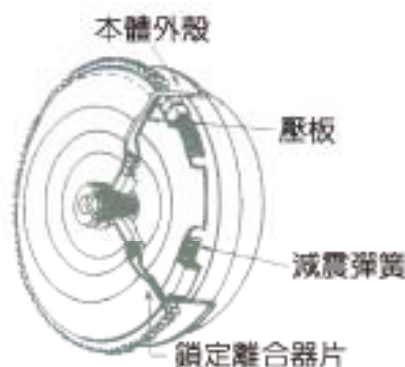


圖 2-63 鎖定式液體扭力變換接合器的構造 (汽車新式裝備)

(2) 構造 (參圖 2-63)

- ① 在被動葉輪之背面裝有壓板及鎖定離合器片。
- ② 被動葉輪與壓板之間以減震彈簧連接，以吸收動力鎖定時之衝擊。

(3) 作用

- ① 低速行駛時 (參圖 2-64)：當低速時，鎖定控制閥 (裝於控制總成中) 使液壓 (P_1) 進

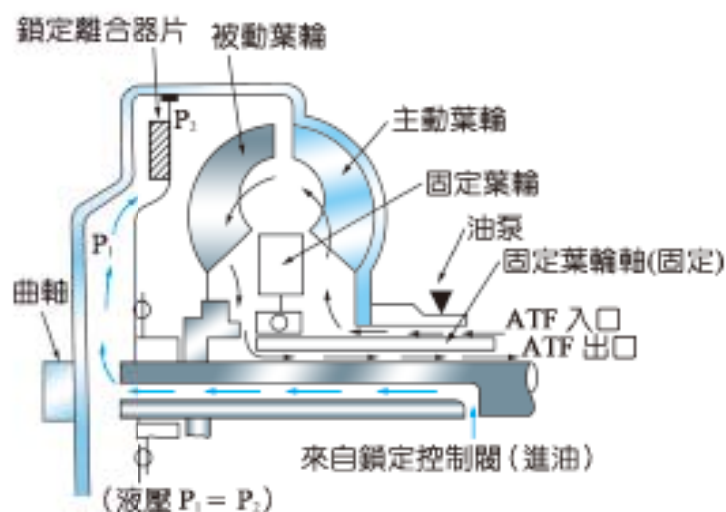


圖 2-64 鎖定式液體扭力變換接合器之作用 (未鎖定狀態) (三級自動車シャーシ)

- 入， $P_1 = P_2$ ，且主動葉輪流向被動葉輪的液體力小，鎖定離合器未鎖定。
- ② 高速行駛時（參圖 2-65）：當高速時，鎖定控制閥使液壓（ P_1 ）回油，（ $P_1 = 0$ ），且主動葉輪流向被動葉輪的壓力較大，迫使鎖定離合器片壓緊主動盤（主動葉輪內壁），與本體外殼一起回轉成為直接傳動。

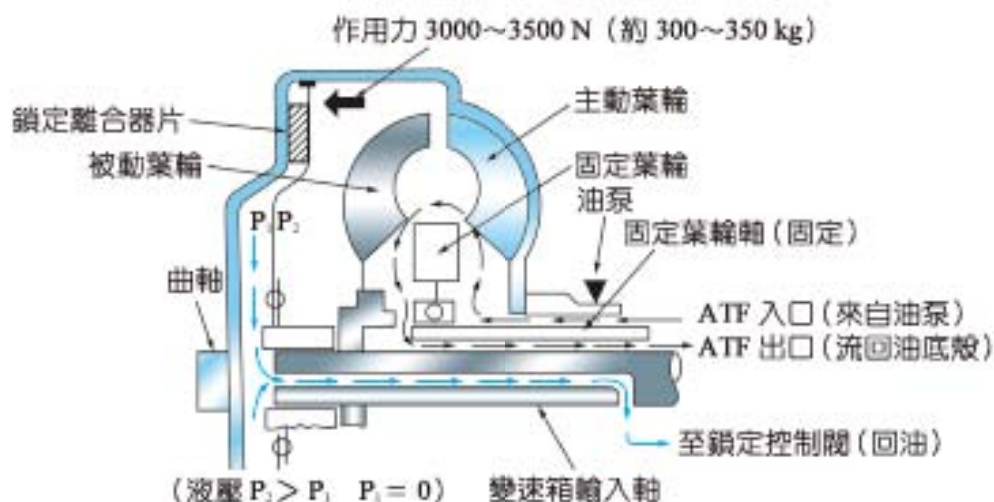


圖 2-65 鎖定式液體扭力變換接合器之作用（鎖定狀態）（三級自動車シャーシ）

行星齒輪變速系統

1. 行星齒輪系的構造（參圖 2-66）：行星齒輪組包括一個太陽齒輪；一個環齒輪（或稱內齒輪）；一個行星齒輪架（簡稱行星架）及三至四個行星小齒輪等。

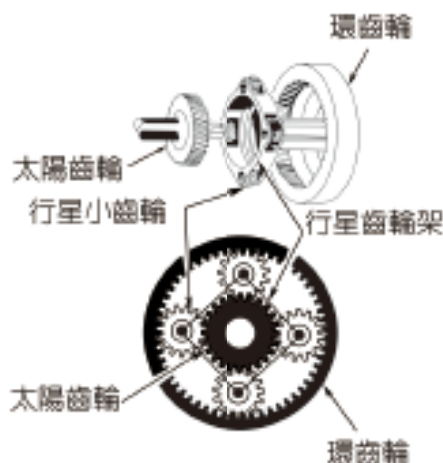


圖 2-66 簡單行星齒輪系的構造（現代汽車底盤）

2. 行星齒輪系功用

- 產生減速作用，增大扭力。行星齒輪中，若將行星架作為被動，即可產生減速作用。
- 產生加速作用，增加輸出軸轉速，節省燃料。若將行星架作為主動，即可產生加速作用。

- (3) 改變方向，產生倒車。若將行星架固定不動，即可產生倒車作用。
- (4) 產生直接傳動作用。若將太陽齒輪、環齒輪及行星架任意二者予以鎖在一起，即成為直接傳動。
- (5) 形成空檔作用。若太陽齒輪、環齒輪及行星架中無任何一個固定，即成為空檔狀態。

3. 行星齒輪系的優點

- (1) 每一個齒輪傳動接觸點多，可傳輸較大的扭力，或可縮短齒輪的齒形長度。
- (2) 各齒輪永久嚙合，換檔無須撥動齒輪，壽命長。
- (3) 體積小，構造簡單，故障少。

4. 行星齒輪系的作用：設環齒輪齒數為 $d = 60$ 齒，太陽齒輪齒數為 $a = 30$ 齒，行星小齒輪齒數為 $b = 15$ 齒。當環齒輪固定，太陽齒輪為主動，行星架為被動時之作用情形如下：

- (1) 參圖 2-67，環齒輪固定不動，行星小齒輪繞環齒輪一周，行星小齒輪必須自轉：

$$\frac{d}{b} = \frac{60}{15} = 4 \text{ (轉)}。$$

- (2) 參圖 2-68，當行星小齒輪自轉一轉，則太陽齒輪應轉 $\frac{b}{a} = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}$ 轉。若使行星小齒輪轉 $\frac{d}{a}$ 轉 (4 轉)，則太陽齒輪應轉 $\frac{b}{a} \times \frac{d}{b} = \frac{d}{a}$ ，即 $\frac{15}{30} \times \frac{60}{15} = \frac{2}{1}$ ，即太陽齒輪轉了 2 轉。

- (3) 參圖 2-69，太陽齒輪介於行星小齒輪中，若將行星架轉一轉，則太陽齒輪必會跟著行星架轉一轉。

(4) 綜合以上三項

- ① 行星小齒輪轉 $\frac{d}{b}$ 轉 (4 轉)，太陽齒輪轉 $\frac{d}{a}$ 轉 (2 轉)。
- ② 行星小齒輪轉 $\frac{d}{b}$ 轉 (4 轉)，使行星



圖 2-67 行星小齒輪繞環齒輪一周

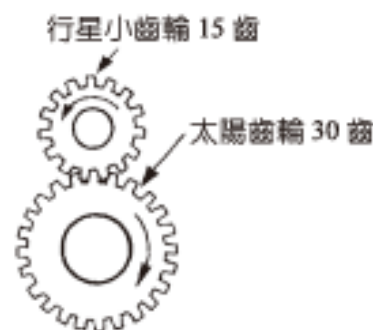


圖 2-68 行星小齒輪自轉一轉

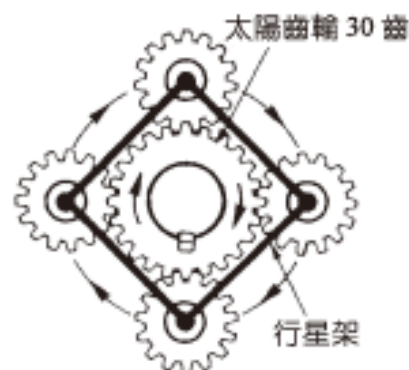


圖 2-69 行星架使太陽齒輪轉一轉

架轉一轉，此時行星架轉一轉，也使太陽齒輪轉一轉。

- ③ 故由上式①+②得知，行星架轉一轉，太陽齒輪須轉 $\frac{d}{a}+1 = \frac{a+d}{a} = \frac{30+60}{30} = 3$ （轉）。

$$\begin{aligned} \text{(5) 轉速比} &= \frac{\text{太陽齒輪轉數}}{\text{行星架轉數}} = \frac{\frac{a+d}{a}}{1} = \frac{a+d}{a} \\ &= \frac{\text{太陽齒輪齒數} + \text{環齒輪齒數}}{\text{太陽齒輪齒數}} \end{aligned}$$

由上式得知，當太陽齒輪轉 $a+d$ 轉時，行星架轉 a 轉，產生大減速作用。又行星小齒輪在該行星齒輪系中僅作惰輪改變方向之用。且行星架雖然本身無齒數，但可以用太陽齒輪及環齒輪的齒數之和 $(a+b)$ 來代表。

- (6) 轉動方向（參圖2-70）：若將環齒輪固定，太陽齒輪順轉，則行星小齒輪因外接而逆轉。但因行星小齒輪與環齒輪內接，行星小齒輪的反轉，使行星架產生順轉，故主動的太陽齒輪與被動的行星架產生同向轉動。



圖 2-70 行星齒輪的轉動方向
(現代汽車底盤)

- (7) 行星齒輪系的作用表如下：

| | 環齒輪 (d) | 太陽齒輪 (a) | 行星架 (a+d) | 轉速比 (NR) | 方 向 | 效 果 |
|---|---------------------------------|-------------|--------------|-----------------|-----|------|
| 1 | 固定 | 主動 | 被動 | $\frac{a+d}{a}$ | 相 同 | 大減速 |
| 2 | 固定 | 被動 | 主動 | $\frac{a}{a+d}$ | 相 同 | 大加速 |
| 3 | 主動 | 固定 | 被動 | $\frac{a+d}{d}$ | 相 同 | 小減速 |
| 4 | 被動 | 固定 | 主動 | $\frac{d}{a+d}$ | 相 同 | 小加速 |
| 5 | 主動 | 被動 | 固定 | $-\frac{a}{d}$ | 相 反 | 倒車加速 |
| 6 | 被動 | 主動 | 固定 | $-\frac{d}{a}$ | 相 反 | 倒車減速 |
| 7 | 任二齒輪鎖在一起，則整個行星齒輪系則成一體。 | | | | 相 同 | 直接傳動 |
| 8 | 環齒輪、太陽齒輪及行星架，其間若無一固定，行星齒輪系則成空檔。 | | | | 空 | 檔 |

(8) 由上表可知

- ① 當行星架為被動時，會產生減速作用。行星架為主動時，會產生加速作用。行星架為固定時，會產生倒車作用。
- ② 當轉速比 $NR > 1$ 時，為減速作用。 $NR < 1$ 時，為加速作用。 $NR = 1$ 時，為直接傳動。

5. 行星齒輪系的控制：行星齒輪系的作用，必須使太陽齒輪、環齒輪或行星架三項中某一項固定，或將任兩項互相鎖住，以產生轉速比變化，此固定或鎖住的動作係由制動帶或濕多片式離合器所控制，而制動帶或離合器又受液壓伺服（Servo）所操縱〔註〕。

〔註〕凡是藉其他媒介（例如液壓或電磁等）的作用，以產生機械力，且其作用可隨需要而中斷或繼續的機械，稱為「伺服」。伺服與連桿相組合而成的裝置稱為「伺服機構」。

(1) 多片式離合器的作用原理（參圖 2-71）

- ① 輸入軸連接太陽齒輪（主動），輸出軸連接行星架（被動），環齒輪由制動帶控制（固定）。
- ② 當伺服液壓增加時，伺服活塞將多片式離合器壓緊，使環齒輪與行星架結合在一起，此時，成為「直接傳動」（行星齒輪系中任二者互鎖即為直接傳動作用）。

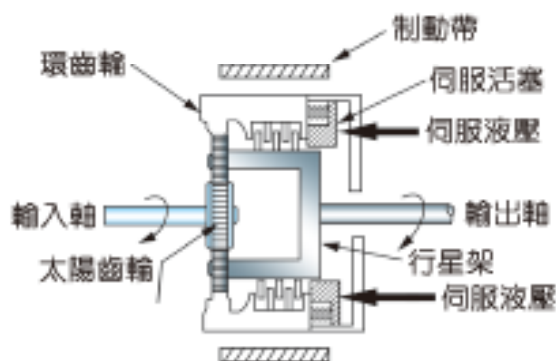


圖 2-71 多片式離合器之作用
(Automotive mechanics)

(2) 制動帶的作用原理（參圖 2-72、2-73）

- ① 伺服機構中由 B、C 孔送入液壓（稱為釋放液壓），使伺服活塞左移，A 孔回油，制動帶放鬆。
- ② 制動帶煞緊時
 - (A) 當液壓由 A 孔進入（稱為束縛液壓），B、C 孔回油時，制動帶煞緊環齒輪。
 - (B) 若太陽齒輪為主動（輸入），行星架為被動（輸出），環齒輪此時被制動煞緊，將產生大減速作用。

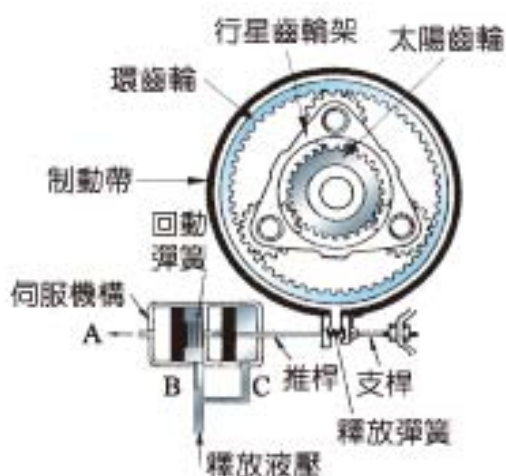


圖 2-72 制動帶放鬆之作用
(AT 車の構造と整備)

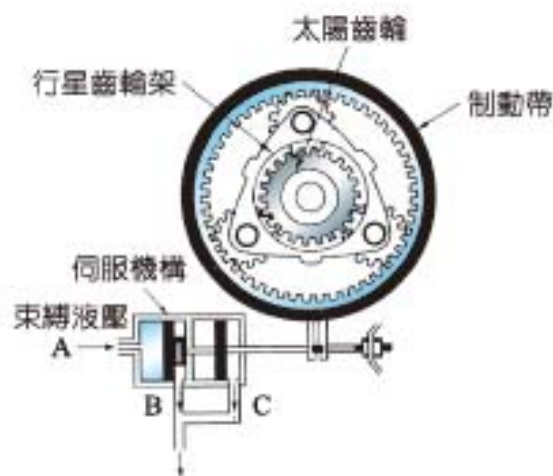


圖 2-73 制動帶煞緊之作用
(AT 車の構造と整備)

四 液壓自動控制系統

自動變速箱之換檔係利用引擎所驅動的油泵，經各控制閥將液壓適時地送至伺服機構，以便控制制動帶或多片式離合器，使行星齒輪系產生速比變化。

液壓自動控制系統包括油泵、液壓調節閥、手動閥、速控器（或稱調速器或離心調壓器）及自動換檔閥等。

1. 油泵的構造及作用（參圖 2-74）

- (1) 目前大多使用齒輪內接式油泵。
- (2) 內齒輪為主動，由引擎曲軸經過扭力變換接合器外殼空心軸管（或驅動軸）直接驅動，由內齒輪驅動外齒輪。
- (3) 內、外齒輪裝在泵體中，並以月狀凸瓣隔離，當內、外齒輪同向轉動時，產生容積變化，由 A 處將液壓油吸入，自 B 處將液壓入主油道中。

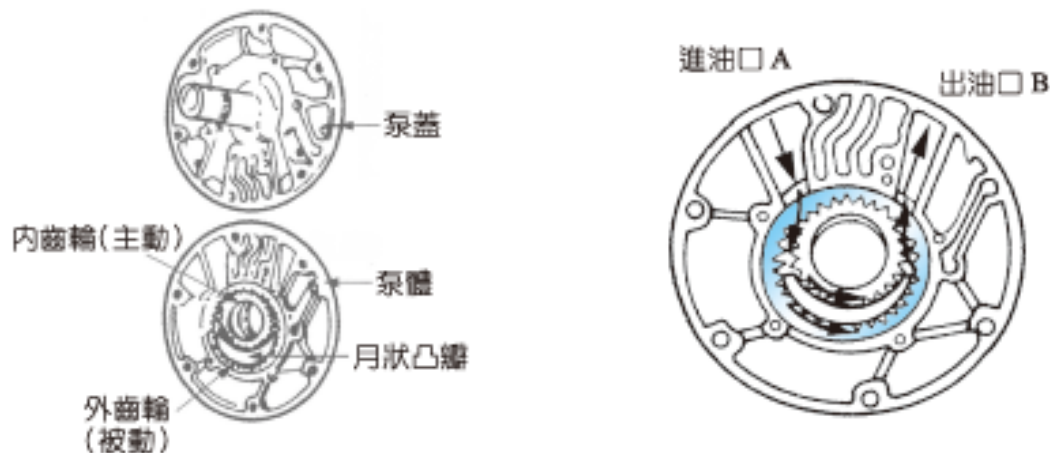


圖 2-74 油泵的構造及作用 (AT 車の構造と整備)

2. 調壓閥（或稱液壓調節閥）（參圖 2-75）

- (1) 為了避免油泵之送液壓力過高，在油泵與主油道之間須並聯一個調壓閥。
- (2) 當油泵的出液壓力太大時，多餘的壓力油經調壓閥流回儲油室中，使液壓不超過規定值，以保護油管及油封，即維持穩定的主液道壓力（或稱系統液壓、迴路液壓、管路液壓）

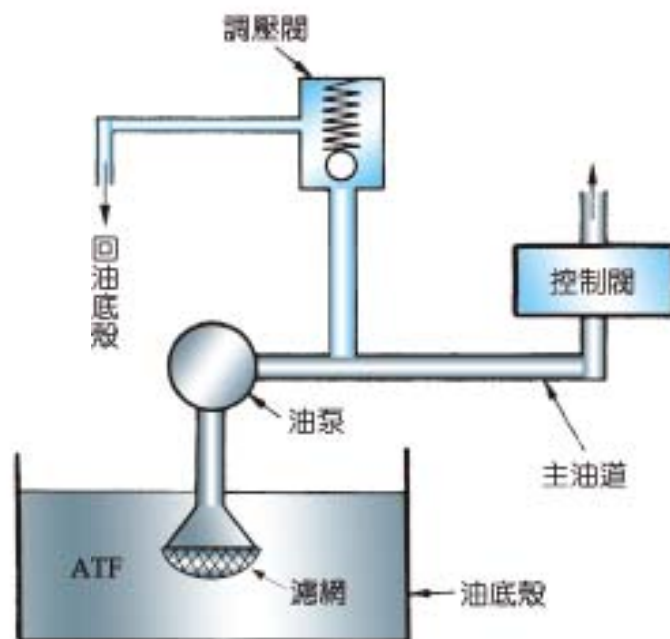


圖 2-75 調壓閥

3. 手動閥

- (1) 手動閥（或稱選擇閥），該裝置控制閥總成中，由駕駛室內的選擇桿（或稱排檔桿）操縱手動閥移動，以改變油路通道，讓駕駛者能隨意選擇前進、倒車、空檔或停駐等檔位（參圖 2-76）。
- (2) 手動閥檔位說明（以 NISSAN 3N71B 型自動變速箱為例）
 - ① P (Parking)：停駐車輛時使用，此時車輛不能移動。發動引擎可置於此位置。
 - ② R (Reverse)：倒車時使用。
 - ③ N (Neutral)：空檔，發動引擎可置於此位置。
 - ④ D (Drive)：正常前進行駛，此位置變速箱會由低速檔自動變換至高速檔，或由高速檔自動變換至低速檔。
 - ⑤ 2：變速箱固定在第 2 檔，無法換檔，用在泥濘地或雪地，以防止變檔時輪胎打滑。
 - ⑥ L 或 1 (Low speed)：低速檔行駛，此位置變速箱僅在一、二檔之間變換，可得最大的引擎煞車效果。使用於下長坡或泥濘不良的道路。

4. 速控器（或稱調速器、離心調壓器）

- (1) 功用：自動變速箱之換檔時機隨汽車行駛速度而變化，即在適當的時刻自動從低速檔換至高速檔，此種動作係由速控器所控制，即將車速的變化轉換成液壓的變化。

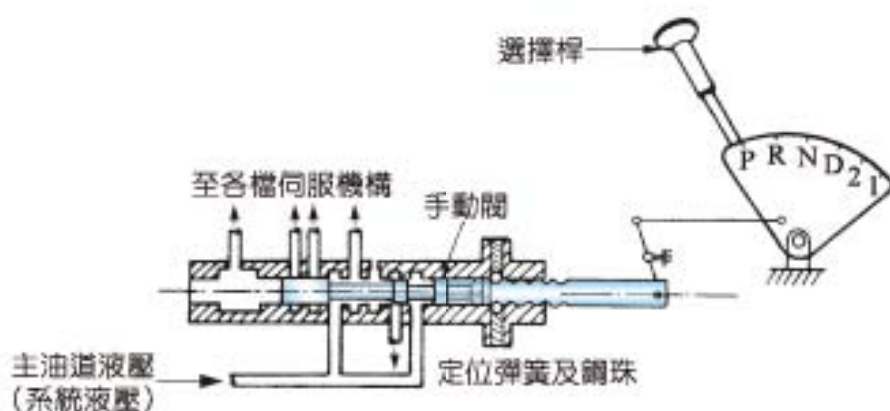


圖 2-76 手動閥構造 (NISSAN 修護手冊)

(2) 構造及作用 (參圖 2-77)

- ① 速控器由變速箱輸出軸所帶動，使產生與車速成正比的液壓，此液壓稱為「速控器液壓」。
- ② 當車輛靜止時，彈簧將速控閥飛重向內縮，速控閥遂將進油口關閉，主油道的液壓無法通過。
- ③ 當汽車行駛時，速控器轉速升高，飛重向外飛出，速控閥使進油口打開，轉速愈高時，開度愈大，使主油道液壓能流到自動換檔閥，以控制正確換檔時機。

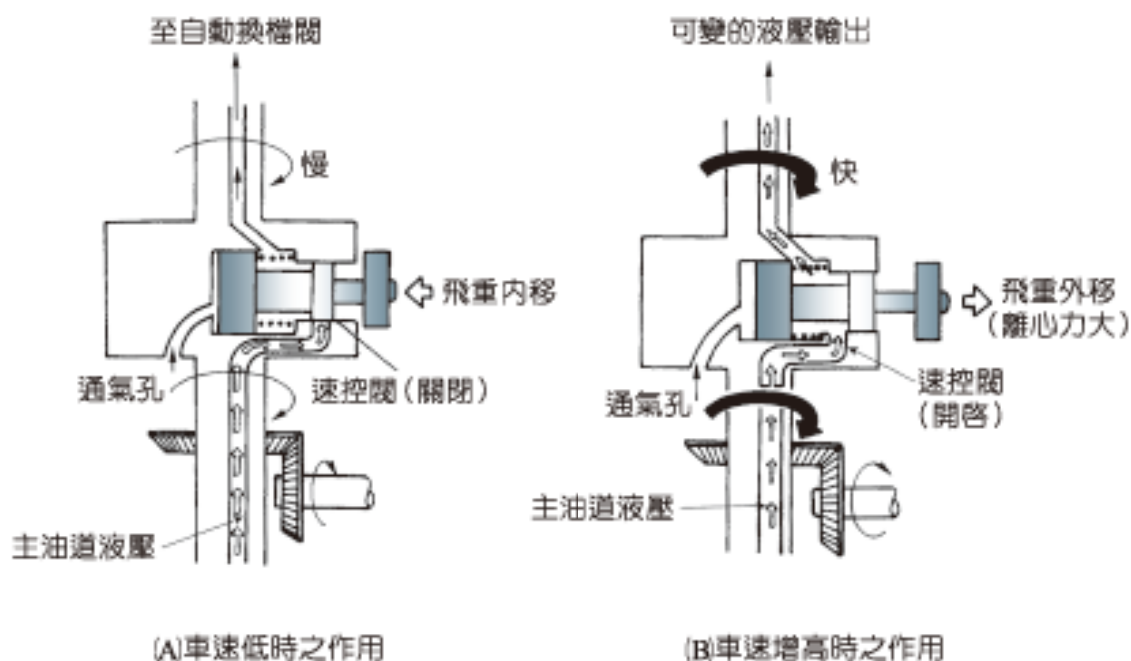


圖 2-77 速控器的構造簡圖及作用 (NISSAN 修護手冊)

5. 自動換檔閥（參圖 2-78）

- (1) 概述：自動變速箱中控制換檔的閥門，稱為「換檔閥」，而將許多換檔閥組成一體，稱為「控制閥總成」，換檔閥中因所在的位置、作用、形狀等的不同，而有各種不同的名稱，如 1、2 檔換檔閥，2、3 檔換檔閥，或 2 檔固定閥，……等。
- (2) 換檔閥的功用：換檔閥是使自動變速箱產生自動換檔的裝置，亦即可以使自動變速箱自動從低速換檔至高速檔，或從高速檔自動換回低速檔。
- (3) 自動換檔的作用原理（參圖 2-79）
 - ① 若手動閥置於「D」位置時，油泵送出的液壓經手動閥，1、2 檔換檔閥到 1 檔伺服機構，自動變速箱在 1 檔狀態，車輛即開始前進。
 - ② 當車速增快至某一速度時，速控器的液壓升高，將換檔閥向左推，關閉 1 檔伺服機構液壓，並使液壓送至 2 檔伺服機構，自動變速箱遂由 1 檔變至 2 檔。

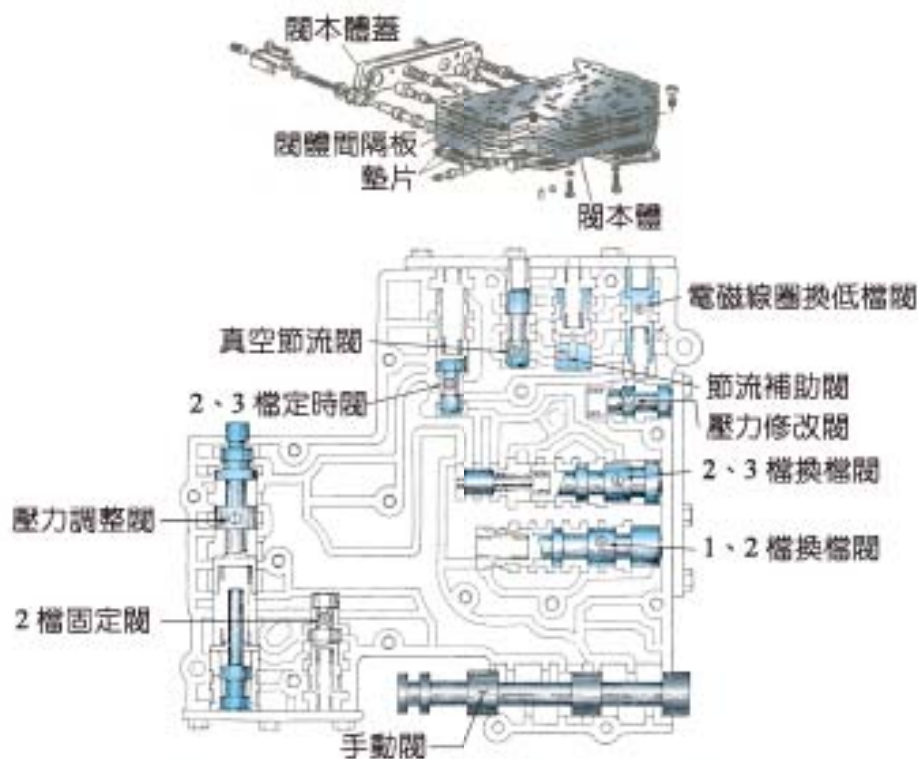


圖 2-78 控制閥總成 (NISSAN 修護手冊)

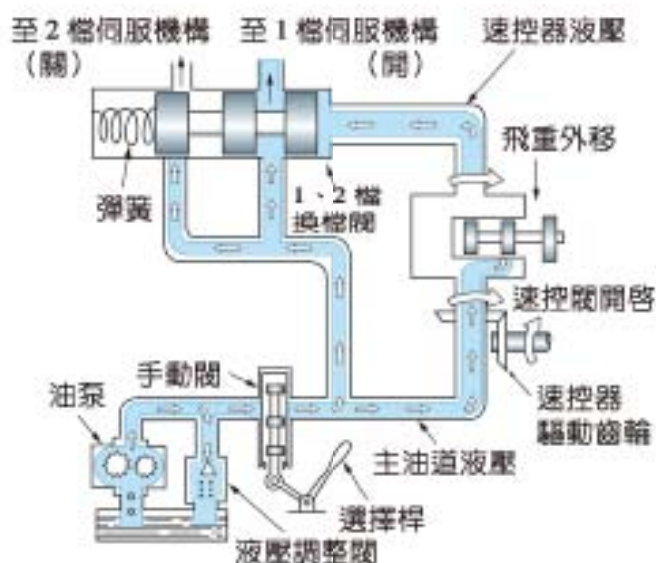


圖 2-79 自動換檔的作用原理 (自動車工學)

(4) 自動換檔作用的改良 (參圖 2-80)：由於換檔閥內之換檔閥彈簧彈力一定，使換檔的動作均在一定的車速時才能發生，無法符合實際行駛的需要，例如平地行駛，車速在 20 km/h 由 1 檔自動換至 2 檔，若上坡時車速仍在 20 km/h 換至 2 檔，此時 2 檔的扭力較小而無法上坡，因此上坡時換檔時機應稍微延遲，使變速箱提供較大扭力，故換檔閥必須與加速踏板連接，並在換檔閥中加裝一調節塞，以藉踏板的作用而調節換檔閥彈簧彈力。

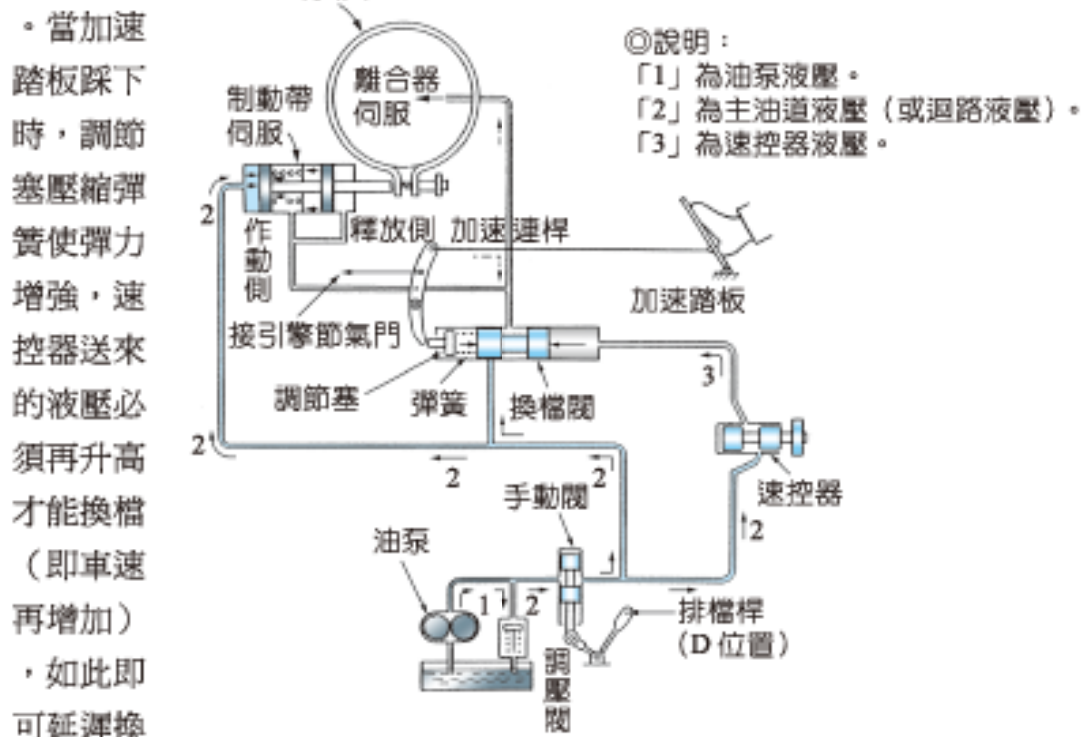


圖 2-80 自動換檔作用整體配置圖(改良)(AT 車のすべて)

車輛可以保持在 1 檔位置繼續上坡。

- (5) 電子控制式自動變速箱之自動換檔作用，係將換檔閥之左右側液壓，分別改由電腦控制的電磁閥來產生較為恰當的液壓，使換檔圓滑、準確。

6. 自動變速箱油 (Automatic transmission fluid, ATF) 及冷卻裝置

- (1) 自動變速箱油 (簡稱自動油) 係作為提供液壓控制自動換檔之伺服液壓，亦作為換檔閥之信號液壓，並提供變速齒輪之潤滑，故必須具有黏度穩定、抗氧化性佳、抗腐蝕性、流動性佳及不易產生泡沫等特性。
- (2) 自動變速箱油之使用，因車種而異，如福特汽車之專用油為 F 型或 Mercon 型 ATF；而其他車種大多採用 Dexron 型 ATF，有 Dexron II、Dexron III 等。
- (3) 自動變速箱油會因高溫產生氧化變質而影響自動換檔之靈活性及穩定性，故必須有冷卻裝置 (參圖 2-81)。

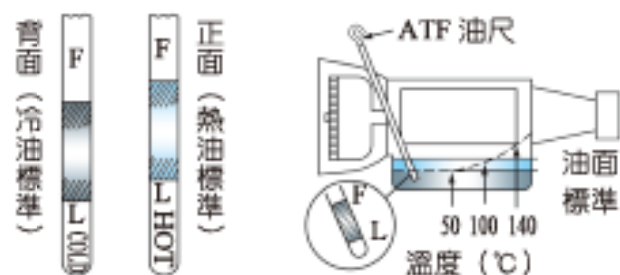


圖 2-81 自動變速箱油的冷卻裝置 (自動車設計)

自動變速箱中的油泵將油輸送到引擎水箱之底部冷卻，以防止油溫過熱。

7. ATF 油尺

- (1) ATF 油尺末端註有「F」(或 H) 表示油面上限，「L」表示油面下限。有些 ATF 油尺並有冷油標準及熱油標準 (參圖 2-82)。



- (2) ATF 液面高度之量測：

- ① 發動引擎至正常工作溫度，保持怠速運轉。
- ② 踩住煞車，排檔桿移至每一檔位後，再回到「P」或「N」。
- ③ 保持引擎發動，拔出 ATF 油尺，查看油面高度。
- ④ 油面應在「F」與「L」之間。

(A) 冷熱油之油面高度極限

(B) 油溫與油面高度之變化

圖 2-82 ATF 油尺之油溫與油面高度變化關係 (AT 車のすべて)

五 日產 3N71B 型自動變速箱

1. 概述：自動變速箱之構造因廠家而異，但基本作用原理均大同小異，今以簡單易懂的日產 3N71B 型自動變速箱說明其變速機構之作用情形 (3N71B

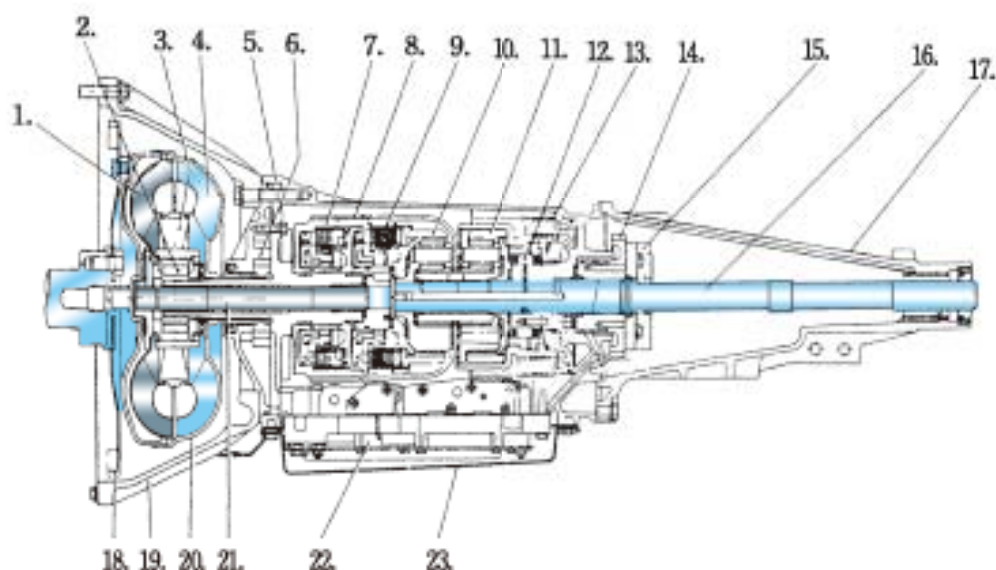
型 AT 為三個前進檔，4N71B 型 AT 為四個前進檔）。

2. 3N71B 型 AT 基本結構

- (1) 3N71B 型自動變速箱由一個液體扭力變換接合器（三元件液體扭力變換接合器）、兩個行星齒輪組及一組液壓控制系統等所組成。
- (2) 兩個行星齒輪組可提供三個前進檔及一個倒檔，變速箱的變速比可自動依據行車速度與引擎負荷而改變。行車速度（由速控器來反應）及引擎負荷（由進氣歧管真空來反應）不斷地提供變速箱，以便自動改變至正確的變速比，使車輛達到最佳行駛性能。
- (3) 自動變速箱油（ATF）：3N71B 型自動變速箱只能使用具有「Dexron」標誌的 ATF，如 Dexron-II，Dexron-III 等。

3. 3N71B 型自動變速箱之構造

- (1) 3N71B 型 AT 之構造剖面圖（參圖 2-83）：



| | | |
|----------|----------------|---------------|
| 1. 被動葉輪 | 9. 後離合器 | 17. 後延管 |
| 2. 單向離合器 | 10. 前行星齒輪 | 18. 驅動板 |
| 3. 固定葉輪 | 11. 後行星齒輪 | 19. 變換器外殼 |
| 4. 主動葉輪 | 12. 單向離合器 | 20. 液體扭力變換接合器 |
| 5. 變速器外殼 | 13. 低檔與倒車檔離合器 | 21. 輸入軸 |
| 6. 油泵 | 14. 配油器 | 22. 控制閥總成 |
| 7. 前離合器 | 15. 速控器（離心調壓器） | 23. 油底殼 |
| 8. 帶制動器 | 16. 輸出軸 | |

圖 2-83 3N71B 型自動變速箱剖面圖（NISSAN 修護手冊）

(2) 3N71B 型 AT 之構造簡圖 (參圖 2-84) :

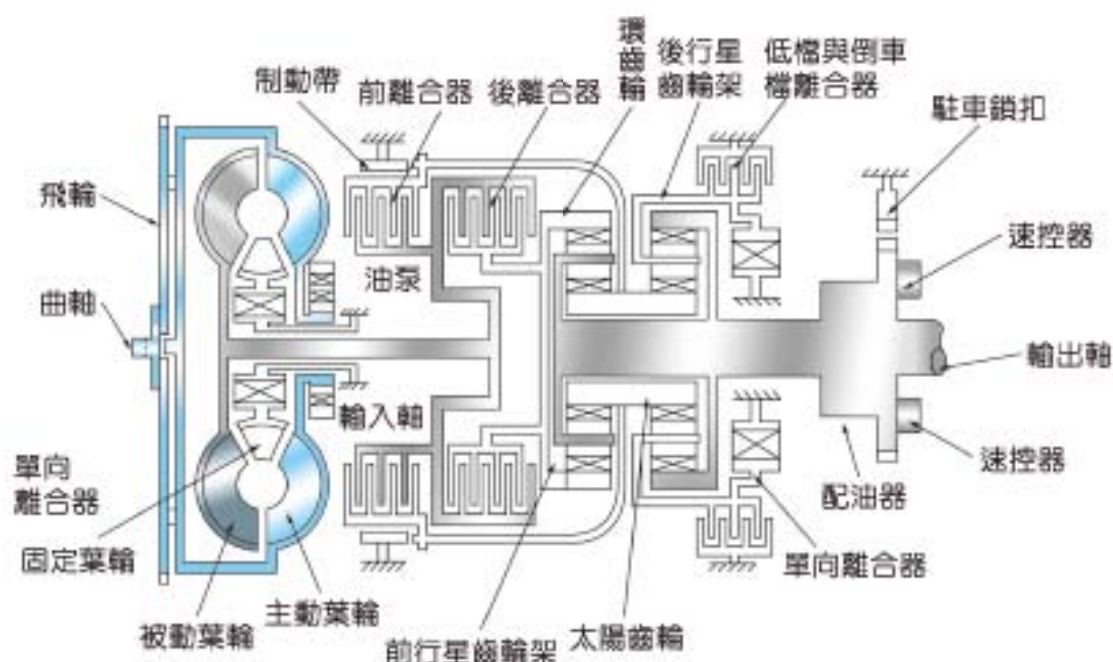


圖 2-84 3N71B 型自動變速箱之簡圖 (NISSAN 修護手冊)

4. 3N71B 型 AT 之手動閥各檔位置之作用 (參表 2-1)

表 2-1 3N71B 型自動變速箱手動閥各檔之作用

| 選擇位置 | 離合器 | | 制動帶 (Bt) | 低檔與倒車檔離合器 (1/RC) | 單向離合器 (OWC) | 駐車鎖扣 | 轉速比 |
|---------|----------------------|--------|----------|------------------|-------------|------|-------|
| | 前 (FC) | 後 (RC) | | | | | |
| “P” 檔位置 | | | | 煞 緊 | | 廳合 | |
| “R” 檔位置 | 接合 | | | 煞 緊 | | | 2.182 |
| “N” 檔位置 | | 接合 | | | | | |
| D 檔位置 | 一檔 (D ₁) | 接合 | | | 鎖 住 | | 2.458 |
| | 二檔 (D ₂) | | 接合 | 煞 緊 | | | 1.458 |
| | 三檔 (D ₃) | 接合 | 接合 | | | | 1.000 |
| “2” 檔位置 | | 接合 | 煞 緊 | | | | 1.458 |
| “1” 檔位置 | 一檔 (1 ₁) | | 接合 | | 接 合 | | 2.458 |
| | 二檔 (1 ₂) | | 接合 | 煞 緊 | | | 1.458 |

(1) “P” 檔之作用 (參圖 2-85)

- ① 當排檔桿置於 P 時，藉著手動連桿組的動作，使駐車鎖扣與駐車齒輪嚙合，使輸出軸被固定於變速箱外殼，無法轉動，車輛將無法進退。
- ② 車輛在行進中，不可排入 P 位置，否則將使變速箱嚴重受損。

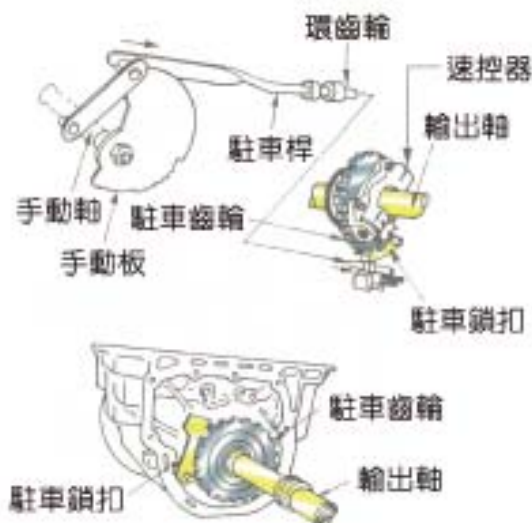


圖 2-85 駐車鎖扣與駐車齒輪之作用 (NISSAN 修護手冊)

(2) “R” 檔之作用 (參圖 2-86)

- ① 前離合器接合 (FC)：引擎動力傳入太陽齒輪 (主動)。
- ② 低檔及倒車離合器 (I/RC) 煞緊：使後行星架鎖緊於變速箱外殼 (固定)。
- ③ 後行星齒輪組之環齒輪連接輸出軸 (被動)，以逆旋轉方向將動力輸出 (倒車減速作用)。

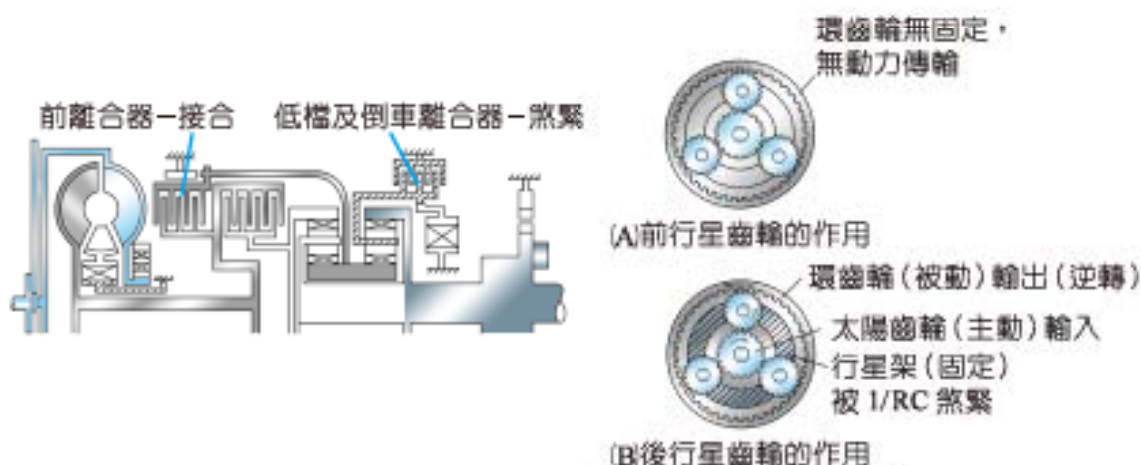


圖 2-86 “R” 檔各組件的作用 (NISSAN 修護手冊)

(3) “N” 檔之作用 (參圖 2-87)

- 各離合器、制動帶均未作用，故引擎動力由扭力變換接合器經輸入軸進入變速箱後離合器殼，即成空轉，輸出軸無動力傳出。

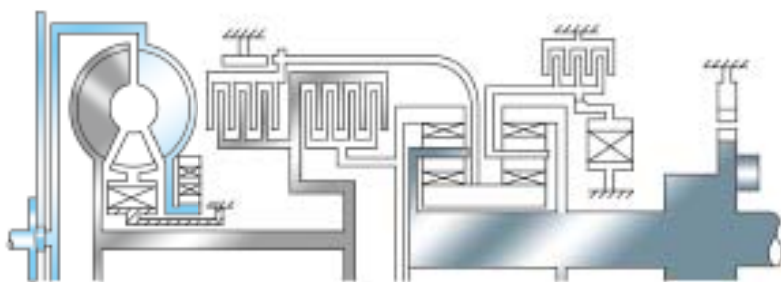
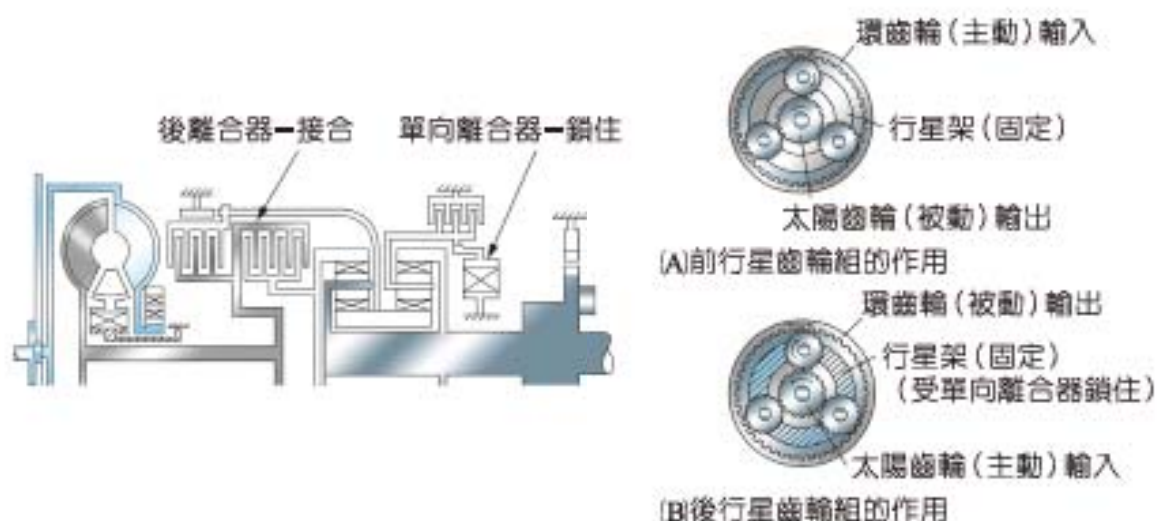


圖 2-87 “N” 檔各組件的作用 (NISSAN 修護手冊)

(4) “D1” 檔之作用 (參圖 2-88)

- ① 後離合器 (RC) 接合：使動力經後離合器傳至前環齒輪 (主動)。
- ② 前行星架連接於輸出軸，車輛靜止時輸出軸不動，(前行星架形同固定)，故太陽齒輪產生倒轉加速 (前環齒輪主動)。
- ③ 此時後行星架受單向離合器 (OWC) 鎖住而固定，則後環齒輪產生倒轉減速作用，使轉動方向與輸入軸相同，即第 1 檔之狀態。

圖 2-88 “D₁” 檔各組件的作用 (NISSAN 修護手冊)

(5) “D2” 檔之作用 (參圖 2-89)

- ① 制動帶 (Bt) 煞緊：使太陽齒輪被固定。
- ② 後離合器 (RC) 接合：使動力傳至前環齒輪 (主動)。
- ③ 前行星架 (被動) 產生小減速作用，由輸出軸將動力傳出，即為第 2 檔狀態。

(6) “D3” 檔之作用 (參圖 2-90)

- ① 前離合器 (FC) 接合：引擎動力傳至太陽齒輪。
- ② 後離合器 (RC) 接合：引擎動力亦傳至前環齒輪。
- ③ 太陽齒輪與前環齒輪由 FC 及 RC 連結，成為直接傳動作用，即為第 3 檔狀態。

(7) “2” 檔之作用與 D₂ 檔相同。

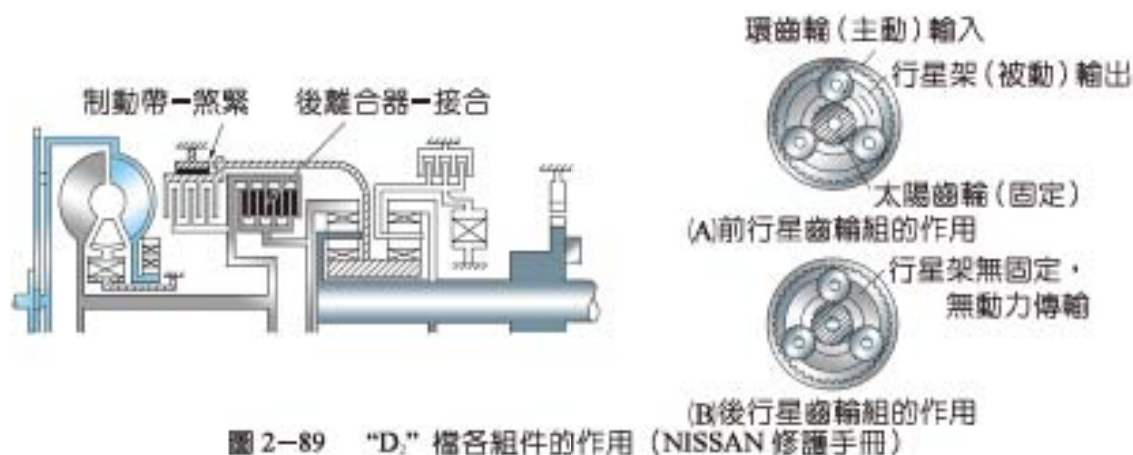


圖 2-89 “D₁” 檔各組件的作用 (NISSAN 修護手冊)

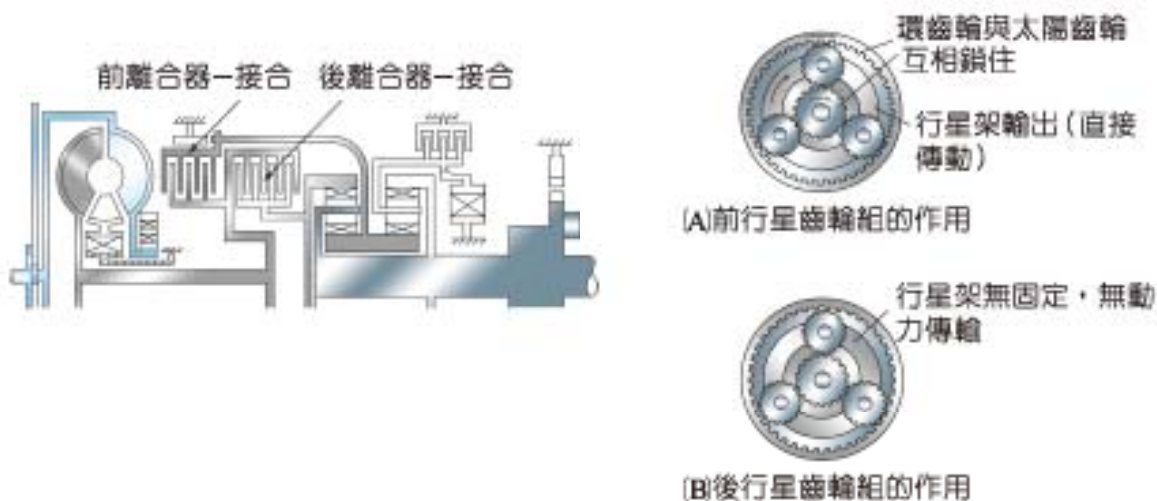


圖 2-90 “D₂” 各組件的作用 (NISSAN 修護手冊)

(8) “1₁” 檔之作用 (參圖 2-91)：此檔位與 D₁ 僅後行星架之煞緊作用不同，係由低檔及倒車檔離合器 (1/RC)，使後行星架固定於變速箱外殼，故具有良好的引擎煞車效果。其他作用均與 D₁ 相同。

(9) “1₂” 檔之作用亦與 D₂ 檔相同。

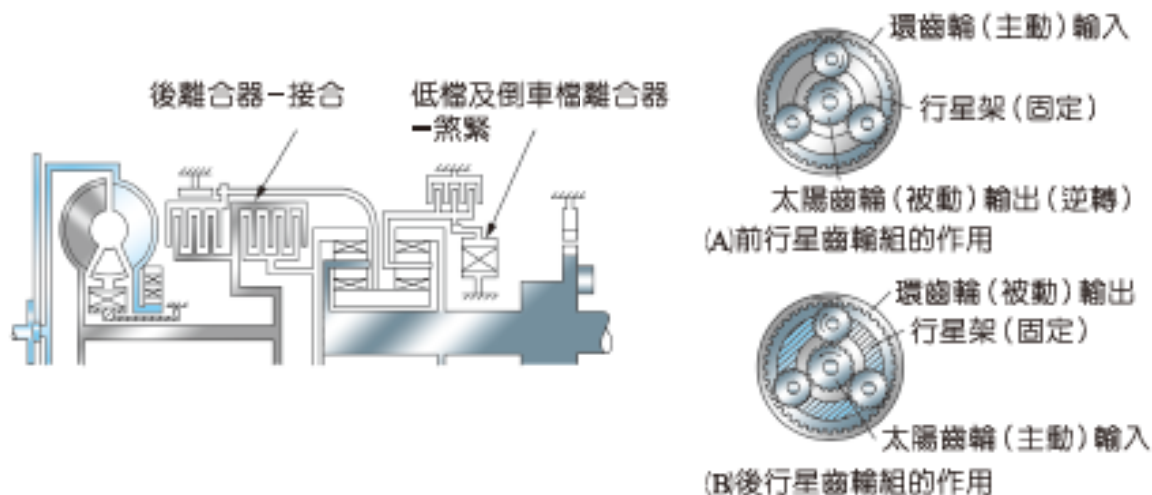
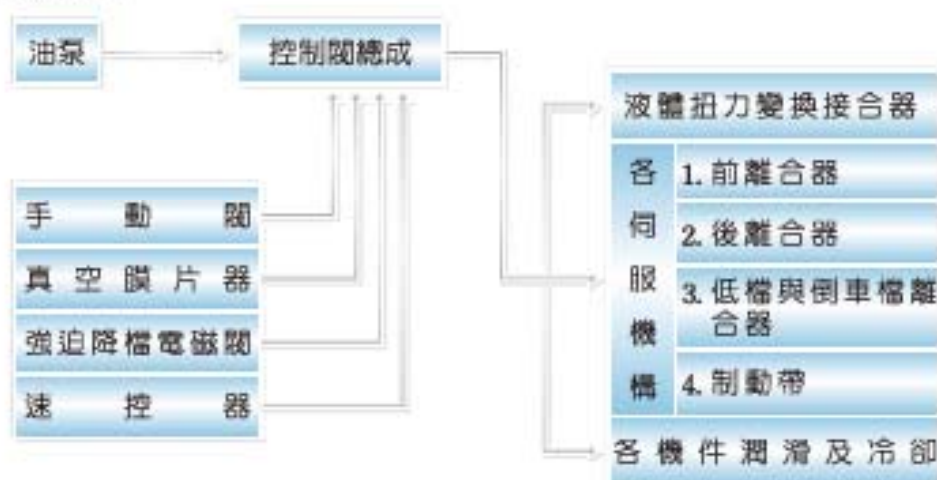


圖 2-91 1₁ 排檔位置時各組件的作用與動力傳遞 (NISSAN 修護手冊)

5. 3N71B 型 AT 之液壓控制系統

- (1) 主要構件：3N71B 型自動變速箱之液壓控制系統由油泵、手動連桿組、真空膜片室、強迫降檔電磁閥、速控器及控制閥總成所組成。
- (2) 各構件之主要功用：
- ① 油泵：用以產生液壓，並使油液流經過濾器。
 - ② 手動連桿：用以選擇行駛狀況。
 - ③ 真空膜片器：用以隨引擎負荷的大小提供適當的換檔液壓。
 - ④ 強迫降檔電磁閥：用以強迫降低一個檔位。
 - ⑤ 速控器：由裝在輸出軸上以離心力操作的速控閥所組成，可隨車速控制自動換檔時機。
 - ⑥ 控制閥總成：係用以調節液壓並將液壓傳至適當的變速組件如前、後離合器或制動帶等。
- (3) 控制流程：



6. 自動變速箱的安全起動電路控制

- (1) 若自動變速箱的選擇桿置於 D 或 R 位置，起動引擎時，將會造成車輛暴衝的危險，故自排車的引擎起動系統電路必須與自動變速箱有連動關係，稱為「安全起動電路」。
- (2) 安全起動電路即在自動變速箱上裝置一個「安全起動開關或稱安全抑制開關」（參圖 2-92）。此開關共有四條線頭，兩條為起動電路，另兩條為倒車燈開關電路。

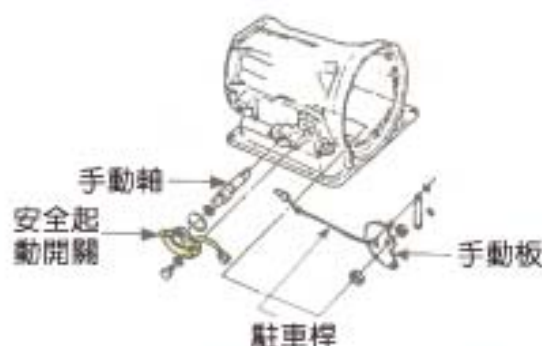


圖 2-92 安全起動開關（NISSAN 修護手冊）

此開關共有四條線頭，兩條為起動電路，另兩條為倒車燈開關電路。

- ① 此開關與變速箱上的手動軸相連，由手動軸的轉動，使開關內之接觸銅片移動，當手動軸置於P或N時，起動電路（ST）才導通，即安全開關串聯在點火開關 ST 與起動馬達 ST 之間。
- ② 當手動軸置於 R 位置時，倒車燈開關導通，使倒車燈亮起。

六 自動變速箱之優缺點

1. 優點

- (1) 自動換檔，使駕駛輕便，減少換檔操作的麻煩。
- (2) 動力傳輸圓滑，使乘坐舒適。
- (3) 運轉機件皆浸於油中，機件得以潤滑及冷卻，壽命較長。
- (4) 液壓控制換檔，操作平滑，幾無衝擊震動的感覺。
- (5) 引擎與傳動軸間的扭震度減少，各傳動機件的壽命得以延長。

2. 缺點

- (1) 液體離合器無法使動力完全切斷，故車輛有蠕動的現象。
- (2) 液體離合器易產生滑差，使傳動效率降低，增加耗油率（目前新型自動變速箱已改用鎖定式扭力變換接合器使滑差為零，以節省燃料消耗）。
- (3) 構造複雜，售價昂貴；修理及維護費用也較高。
- (4) 如引擎起動系統故障時，無法以推車發動引擎。
- (5) 引擎煞車效果較差。

七 電子控制式自動變速箱（EAT）

1. 概述

- (1) 機械控制式自動變速箱的換檔時機，係由車速（利用速控器液壓）及引擎負荷（利用真空節流液壓）所決定，但會因速控器及真空膜片器的彈力衰減及管路洩漏而影響換檔作動時間，近年來大多汽車廠家紛紛推出電子控制式自動變速箱，而自動變速箱內部構造大致與前者相同，如行星齒輪系統及伺服操縱機構（制動帶、多片式離合器及伺服機構）等，僅將自動控制換檔系統改由微電腦控制，使換檔時機更準確，換檔動作圓滑而迅速，並能使引擎在最佳狀態下行駛，減少空氣污染及節省燃料消耗。
- (2) 電子控制式自動變速箱之微電腦除了精確控制換檔外，尚能控制液體扭力變換器接合器之鎖定作用（Lock-up），使高速行駛時扭力變換接合器之主、被動葉輪能鎖定為一體，滑差變為 0，以節省燃料消耗。
- (3) 電子控制式自動變速箱之基本構造與機械控制式自動變速箱大致相同，僅將控制閥總成之閥門作動，改由微電腦所控制的電磁閥操縱，如此，

使換檔動作圓滑，準確及平穩。

2. 作用原理（以 HONDA JF011E 自動變速箱為例）

(1) 電子控制自動變速箱控制閥總成中，推動換檔閥之液壓，改由電磁閥所控制，即利用電磁閥改變液壓，以推動換檔閥，改變油路即可進行換檔（參考 P.52 頁之自動換檔原理）。

(2) 電磁閥包括管路壓力（或稱系統液壓）電磁閥、液體扭力變換接合器的鎖定（Lock-up）電磁閥、換檔電磁閥 A、換檔電磁閥 B 及液壓正時控制電磁閥等。

(3) 微電腦根據引擎轉速（rpm）、節氣門位置（TPS）、水溫（CTS）、車速（VSS）、選擇桿位置、選擇開關及 ATF 油溫等各感知器的信號

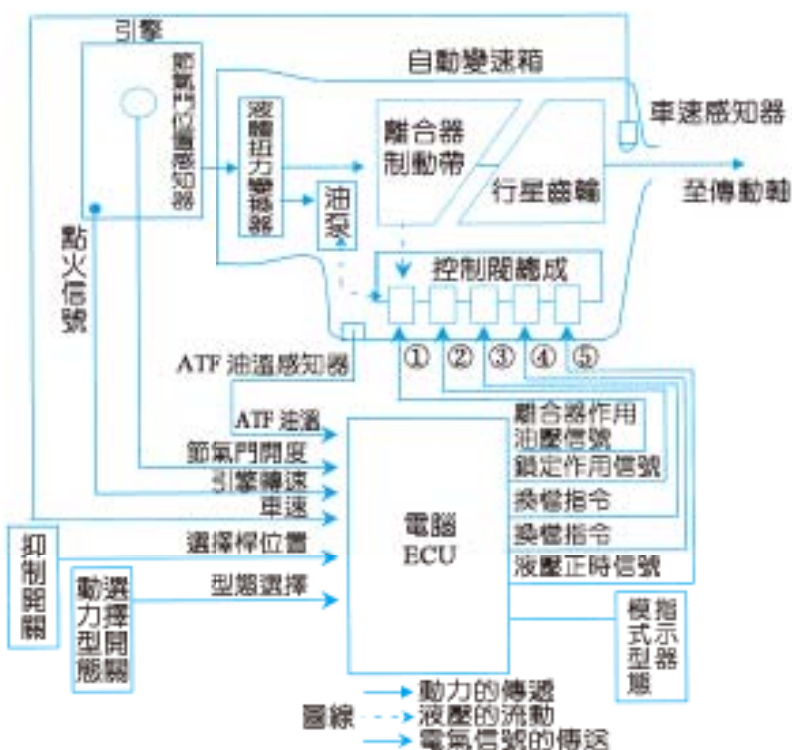


圖 2-93 電子控制式自動變速箱 (Automechanics fundamentals)

，以控制電磁閥在最佳引擎狀況及行車狀態下進行換檔（參圖 2-93）。

3. 各主要構件之構造及作用

(1) 管路壓力電磁閥：管路壓力或稱系統壓力、迴路液壓及主油道液壓，即制動帶或多片式離合器的作用液壓，此液壓若太低將會造成制動帶或多片離合器打滑；若液壓太高將易造成液壓伺服活塞封圈漏油。管路壓力電磁閥藉由微電腦依據節氣門開度、檔位、引擎煞車、換檔時機及 ATF 油溫高低之不同作適當的壓力調整。

(2) 鎖定電磁閥：當引擎達正常工作溫度、變速箱換至最高檔位及車速達設定值（約 60 km/h 以上）時，微電腦控制鎖定電磁閥以改變扭力變換接合器之鎖定液壓，使成為鎖定狀態，將滑差降為 0，節省燃料消耗。

(3) 換檔電磁閥：由 A、B 兩組換檔電磁閥交叉作用，使控制閥總成作不同檔位控制。

| 檔 位 | 電磁閥 | 換檔電磁閥 A | 換檔電磁閥 B |
|-----|-----|---------|---------|
| 1 檔 | | ON | ON |
| 2 檔 | | OFF | ON |
| 3 檔 | | OFF | OFF |
| 4 檔 | | ON | OFF |

圖 2-94 換檔電磁閥 A、B 作動與檔位之關係 (HONDA JF011E A/T)

- (4) 液壓正時控制電磁閥：欲使檔位變換幾無震動感覺，必須準確控制檔位交換時機，故由微電腦將液壓正時修正至最適當的交替時間，使換檔平穩而迅速。
- (5) 模式選擇開關：一般車輛裝置於選擇桿座上，有「Power」、「Economy」及「Manual」等三個選擇模式（參圖 2-95）。



圖 2-95 模式選擇開關的位置 (AT 車的變速箱) (Automechanics fundamentals)

- ① **Power 模式**：具有較大動力的作用，即可以提高加速動力，即延遲換檔時間，換檔點（換檔時之車速）提高，但在此模式下會增加引擎的燃料消耗量。
 - ② **Economy 模式**：具有經濟省油之作用，在此模式下會提早換檔，即換檔點降低，以節省燃料消耗。
 - ③ **Manual 模式**：具有固定檔位之作用，當在此模式下，變速箱檔位不被變換，適用於滑溜路面，如雪地、泥濘地等。
- (6) **OD 切換開關**：OD 切換開關可作為車輛行進中強迫將 OD 檔降為直接傳動檔，增加驅動力，以便迅速超車之用；或在下長坡時，由 OD 檔降為直接傳動檔，使具較佳的引擎煞車作用。通常裝置選擇桿握柄上，以連續方式切換超速傳動檔（OD 檔）之 ON、OFF 作動。當按下開關按鈕時，儀錶板之 **O/D OFF** 燈亮起，即超速傳動檔不作用，自動變速箱僅

能換至直接傳動檔 (1:1)。(四速自排的第3檔)；再按一下按鈕，OD 指示燈熄滅，即恢復 OD 檔作用。平地行車狀態應使 O/D 指示燈熄滅狀態，較為省油 (參圖 2-96)。



圖 2-96 OD 切換開關的位置 (CIVIC 修護手冊)

- (7) 選擇桿鎖定裝置：當選擇桿置於「N」、「2」及「L」位置時，微電腦將作特殊檔位變換作動，如「N」位置時，使伺服液壓降至最低，防止 N 檔怠速長時間運轉，使多片式離合器磨損；「2」位置時固定不換檔；「L」位置時僅作 1、2 檔變換 (參圖 2-97)。
- (8) 空檔起動開關：現今車輛之電腦控制引擎均採用自動怠速控制系統，故自動變速箱之選擇桿均有鎖定裝置，即引擎發動後必須踩住煞車踏板才能將選擇桿由 P 檔移至其他檔位，亦即選擇桿上的換檔按鈕才按得下去，以防止車輛暴衝現象。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P | ○—○ | | ○—○ | | | | | | |
| R | | | ○—○ | ○—○ | | | | | |
| N | ●—● | | ●—● | ●—● | ●—● | | | | |
| D | | | ○—○ | ○—○ | ○—○ | ○—○ | | | |
| 2 | | | ●—● | ●—● | ●—● | ●—● | ●—● | | |
| L | | | ●—● | ●—● | ●—● | ●—● | ●—● | ●—● | ●—● |



圖 2-97 空檔起動開關的構造及作用 (CIVIC 修護手冊)

2-2-3

無段變速系統

概述

無段變速箱 (Continuously Variable Transmission, CVT) 或稱可變帶盤式無段自動變速箱，變速箱的變速段 (檔位) 愈多將可改善引擎扭力之不足，車輛

在任何行駛情況下，均可提供最適值之扭力比，以獲得最佳的行駛性能。可變帶盤式自動變速箱即為一「無段變速」之變速機構。現今汽車為了節省燃料消耗及減少換檔振動，提高行駛穩定性均採用此式，而且大部分速客達型機車（不必排檔者）亦使用此種變速箱，惟汽車採用電腦液壓控制鋼帶式，而機車採用機械離心力控制皮帶式。

可變帶盤式自動變速箱之作用原理

- 齒輪傳動之轉速比 $(NR) = N_1/N_2 = t_2/t_1 = D_2/D_1 = r_2/r_1$ ，若將皮帶盤之寬度改變即可改變其傳動半徑，故帶輪比 $(NR) = \text{被動盤半徑}(r_2)/\text{主動盤半徑}(r_1)$ 。
- 帶輪比與帶盤傳動半徑變化之關係：（參圖 2-98）
 - 低速行駛：主動帶輪較寬，傳動半徑 (r_1) 小；被動帶輪較窄，傳動半徑 (r_2) 大，故帶輪比 (r_2/r_1) 較大，可將扭力加倍，以提高車輪驅動力。
 - 高速行駛：主動帶輪較窄而被動帶輪較寬，帶輪比較小，產生加速作用，以節省引擎燃料之消耗。

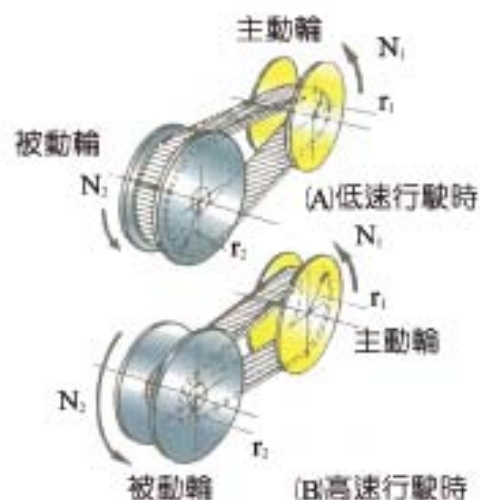


圖 2-98 帶輪比與傳動半徑之關係
(AT 車のすべて)

以 ECVT 為例，其構造簡圖，參圖 2-99。

- ECVT（或 NCVT）均採用電腦控制電磁粉離合器、鋼帶傳動可變帶盤式無段變速之自動變速箱。
- 輸入電磁粉離合器的電流大小及液壓控制電磁閥之操作係由電腦依據引擎轉速、水溫、節氣門位置、車速、檔位及煞車等信號，控制離合器之分離與接合及改變帶輪之主、副液壓而產生最適值之帶輪比。

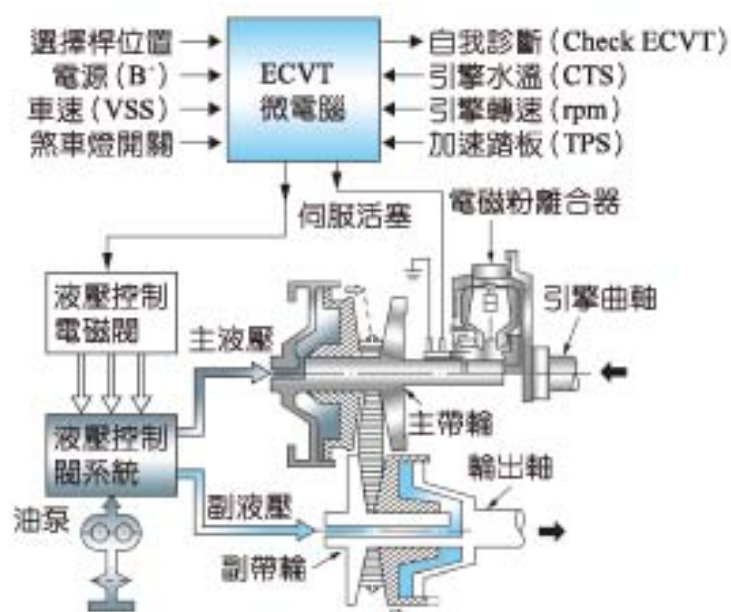


圖 2-99 速霸陸 ECVT 自動變速箱簡圖 (AT 車的すべて)

2-2-4

雙離合器自手動變速箱

一 概述

1. 手動式變速箱必須配合熟練的換檔技巧才能在最適當時機換檔，也才能使換檔時行車穩定，無震動的不舒適感。
2. 傳統的自動變速箱是由液體式離合器，行星齒輪組及由機械動作（速控器與進氣歧管真空）產生的換檔液壓信號來控制換檔，然因液壓傳動容易造成能量的損失、擴增檔位時之結構限制及換檔之遲滯而產生震抖現象。

3. 雙離合器自、手動變速箱因應而生，以 AUDI 汽車之 DSG 變速系統為例（參圖 2-100）。

- (1) 離合器部分採用液壓操作的多片式摩擦型離合器，分為單數檔位（控制 1、3、5 檔的變換）離合器，稱為「NO.1 離合器」及控制偶數檔位（如：2、4、6 檔）的「NO.2 離合器」（參圖 2-101）。



圖 2-100 AUDI DSG 6 速自、手動變速箱 (U-Car)

- (2) 變速箱內部採用同步式手動自動變速箱的齒輪外接匹配來變化各檔位不同的轉速比。

- (3) 當選擇桿（參圖 2-102）置 A/T 操作時（如：P、R、N、D）即由各感知器（如：車速、負荷及引擎水溫…等）輸出信號，由電腦根據各種行車狀況而自動換檔；若選擇桿移入升、降檔位（如：+、-）時，即切斷電腦的自動換檔信號，而由 + 升檔、- 降檔的推動次數作手動變速。

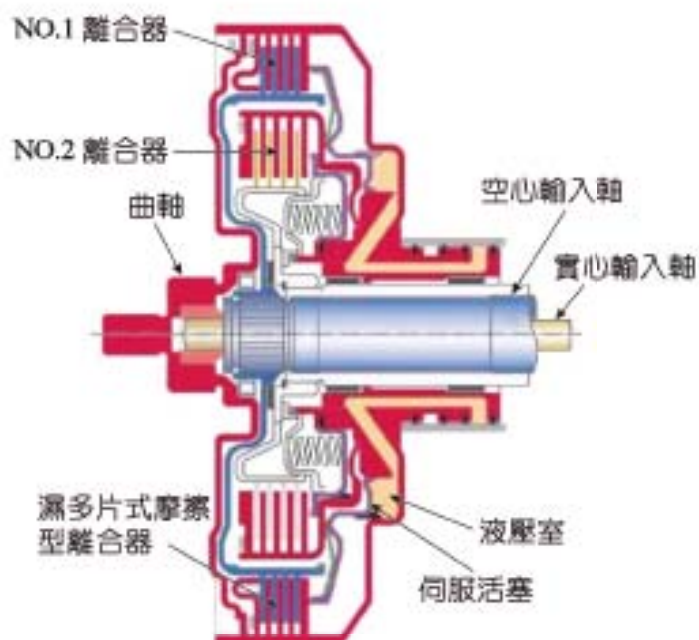


圖 2-101 雙離合器構造 (auto-online)



圖 2-102 選擇桿位置圖 (U-car)

雙離合器自、手動變速箱之作用原理（參圖 2-103）

1. 曲軸後端的飛輪上安裝了雙離合器（NO.1 及 NO.2，NO.1 離合器與實心輸入軸連結；NO.2 離合器與空心輸入軸相連結。
2. 動力傳遞路線以 1、2 檔為例（參圖 2-104）
 - (1) 1 檔之作用：當選擇桿推入自動 D（D₁ 作用時）或手動 M-1 時，電腦控制電子液壓系統使 NO.1 離合器接合，動力經過實心輸入軸傳入變速箱，此時 1、3 檔齒套亦同時向右移動，使齒套嚙入 1 檔齒輪，動力即經齒套中心齒輪傳入第 1 主軸，再經最終減速小齒輪、最終減速大齒輪及差速器（位於最終減速大齒輪內側）輸出。
 - (2) 2 檔之作用：在選擇桿推入 D（D₁）時，2、4 檔齒套亦同時向左移動，使齒套嚙入 2 檔齒輪，但尚未輸出動力，若車速達規範值時（如：20 km/h），電腦控制電子液壓系統使 NO.2 離合器接合，動力即可由第 1 主軸傳出。
 - (3) 在 2 檔作用的同時，3 檔的齒套亦接合，待第 1 離合器的接合作用。
 - (4) 如此可以縮短換檔時間，使換檔作用平穩，動力圓滑傳出。

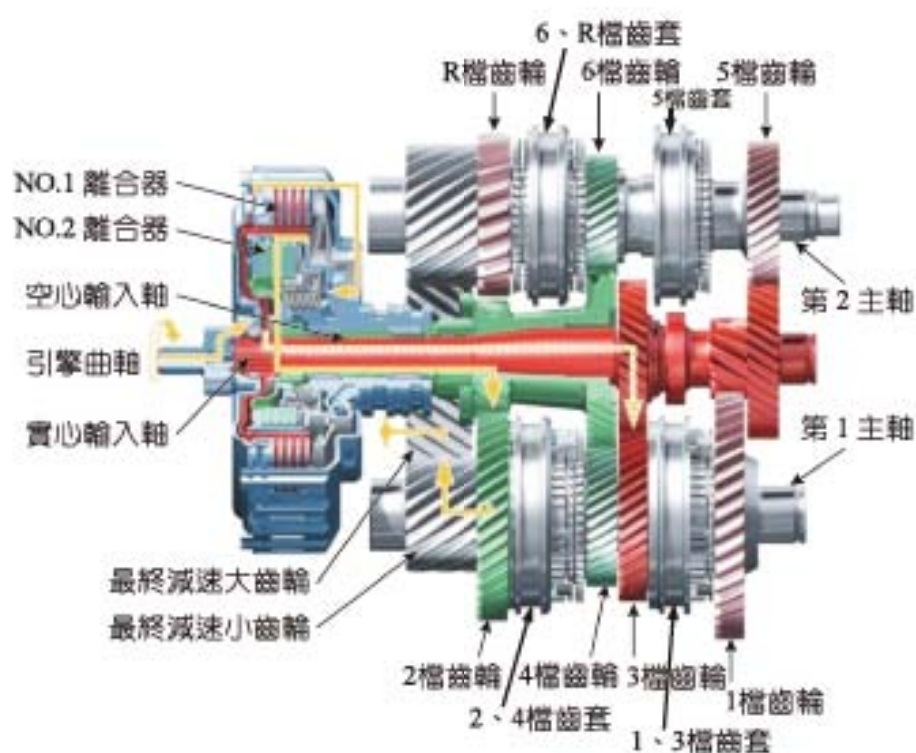
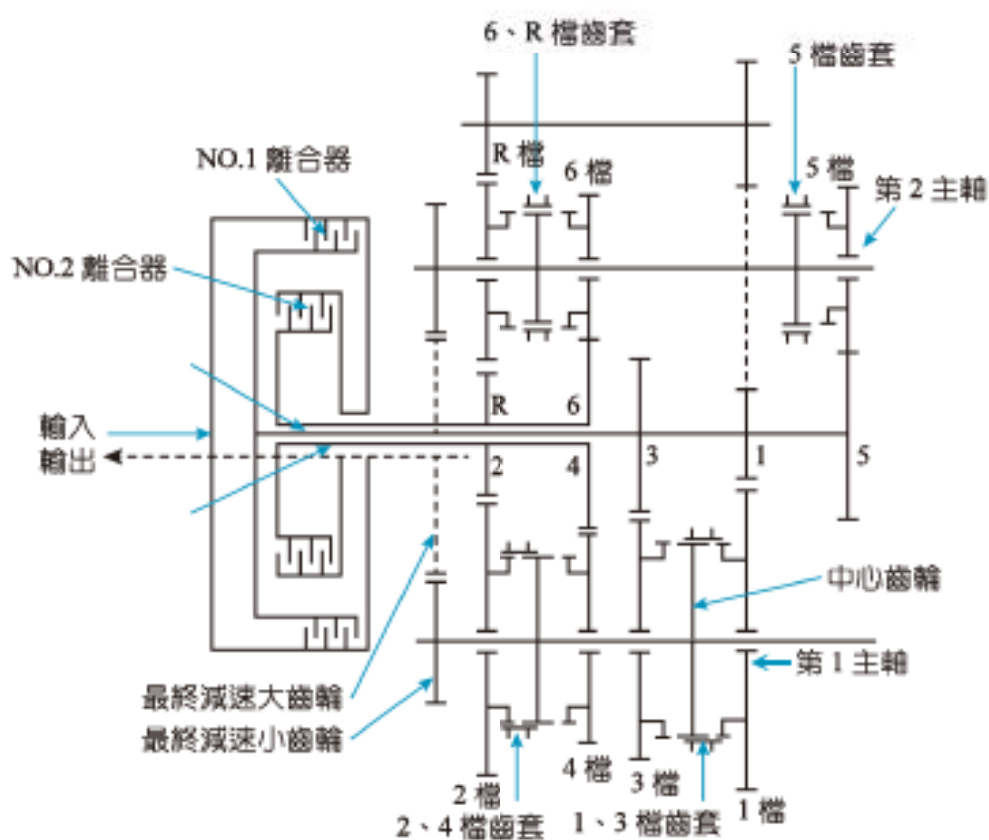
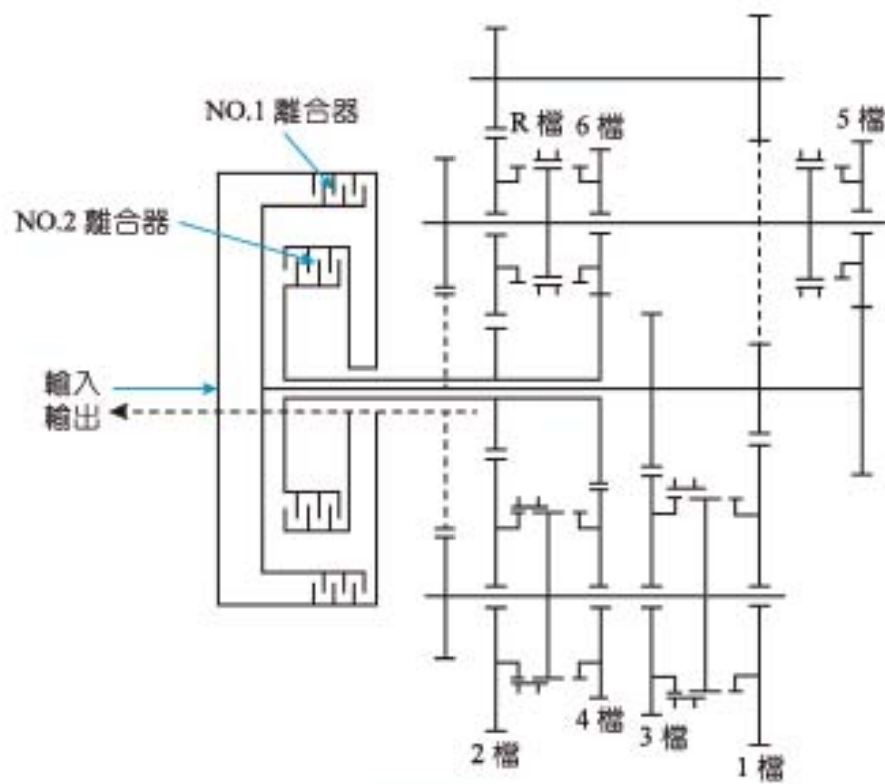


圖 2-103 AUDI DSG 6 speed 自、手動變速箱構造 (auto-online)



(A) 1 檔動力傳遞路線



(B) 2 檔動力傳遞路線

圖 2-104 動力傳遞路線 (auto-online)

第 2-3 節

驅動機構、最終減速機構及差速器

2-3-1 驅動機構

一 驅動機構概述

1. 驅動機構係指變速箱與驅動車輪之間動力傳輸所經過的構件，因動力驅動方式不同，其組成構件亦不相同。
2. 後輪驅動式車輛的驅動機構包括傳動軸、萬向接頭及滑動接頭等（參圖 2-105 (A)）。

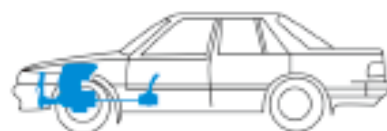
此式傳動路徑較長（車輛軸距較長），傳動軸為減輕重量大多製成空心軸，並可以減少動力損失，而且同重量的空心軸可作較大外徑，能承受較大的扭力。

3. 前輪驅動式車輛的驅動機構包括驅動軸、萬向接頭及滑動接頭等（參圖 2-105 (B)）。

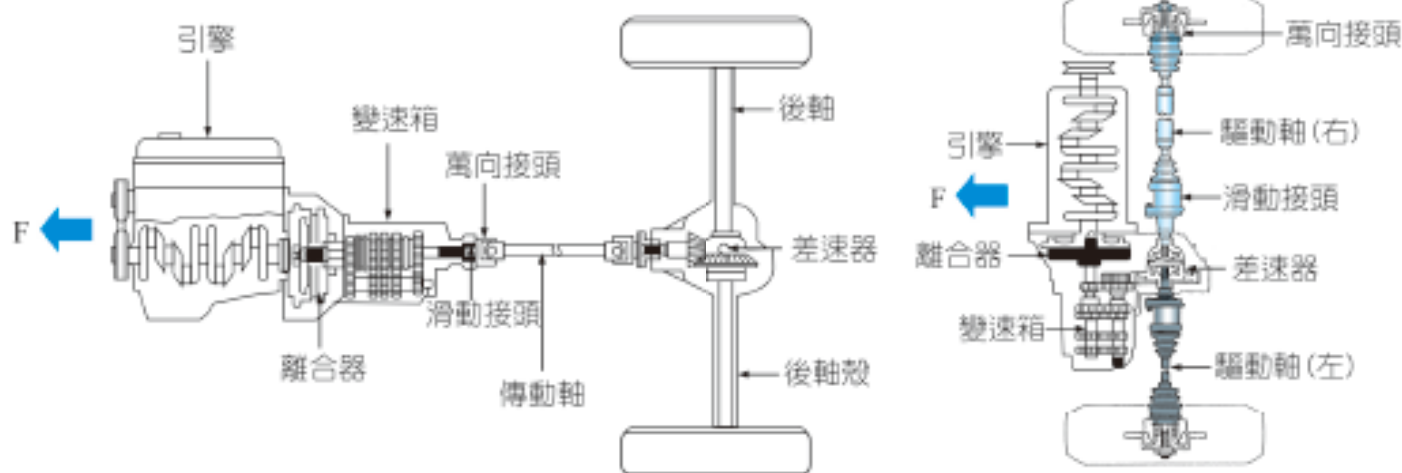
此式動力傳動路徑較短驅動軸製成實心軸。驅動軸分為左驅動軸（較短）及右驅動軸（較長）。



FR式車輛



FF式車輛



(A)後輪驅動之驅動機構

(B)前輪驅動之驅動機構

圖 2-105 驅動機構（網路-96 讀書網）

傳動軸或驅動軸

1. 傳動軸（或驅動軸）的特性

- (1) **平衡要良好**。使不致於高速迴轉時產生共震及噪音。
- (2) **重量要輕**。以減少慣性阻力，使不致影響加速性能及消耗動力。
- (3) **強度要大**。傳動軸（驅動軸）必須傳輸大扭力，故必須有足夠的抗扭轉應力。
- (4) **長度短而且要直**。傳動軸（驅動軸）愈長，臨界轉速〔註〕愈低，故傳動軸（驅動軸）應儘可能短直，以減少迴轉時之震動。

〔註〕臨界轉速為傳動軸（驅動軸）開始產生震動時之最低轉速謂之。

2. 傳動軸的構造（參圖 2-106）

- (1) 在空心鋼管的兩端，各焊接兩個連接軛，以連結萬向接頭之用。且兩端的連接軛必須在同一平面，才能使主、被動軸同速回轉。
- (2) 參圖 2-107，通常大型車輛因軸距（前、後軸中心線的距離）較長，若使用一根很長的傳動軸，易產生震動，故採用兩段式傳動軸。

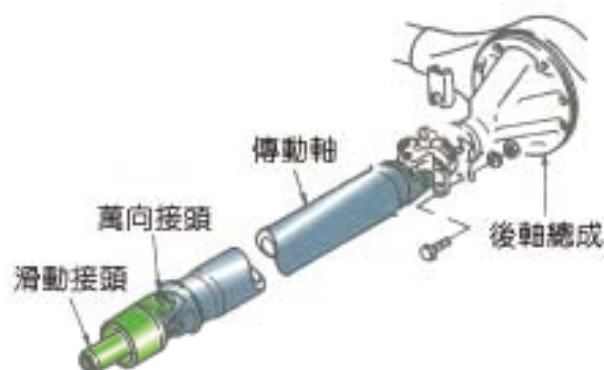


圖 2-106 傳動軸的構造 (NISSAN 修護手冊)

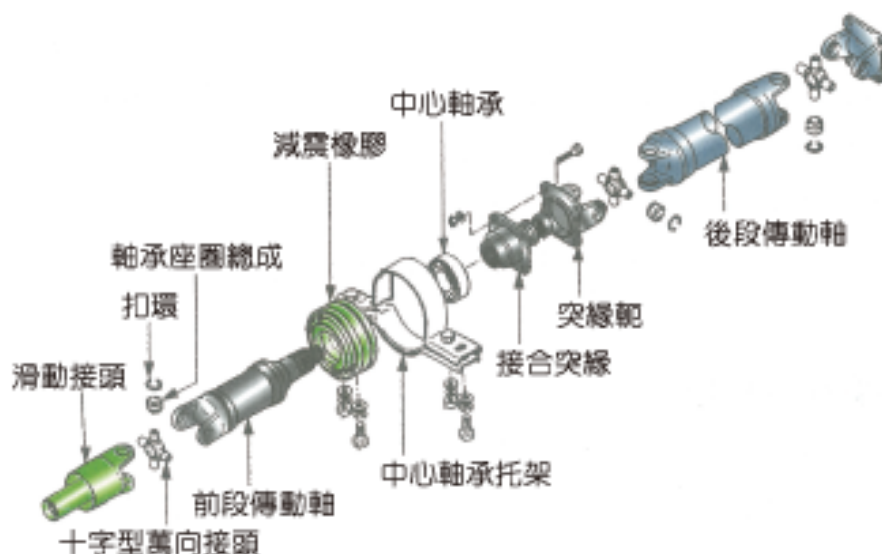


圖 2-107 兩段式傳動軸 (NISSAN 修護手冊)

現代小型車為了提高傳動軸的臨界轉速，減少高速時傳動軸的震動，亦採用兩段式傳動軸，並使用中心軸承及防震橡膠支撐在底盤橫樑上，以防止底盤震動。

3. 驅動軸的構造（參圖 2-108）

驅動軸的內側端連接在差速器的邊齒輪，外側端連接輪轂。兩側萬向接頭均為等速萬向接頭，內側萬向接頭兼滑動接頭作用。



圖 2-108 驅動軸的構造（網路—大陸運輸機械）

萬向接頭

1. 萬向接頭的功用：行駛在凹凸不平路面的車輛，因後軸隨地面的起伏，使傳動線的角度發生變化，故必須裝置萬向接頭。

2. 萬向接頭的種類、構造及作用

(1) 不等速萬向接頭：不等速萬向接頭即主動軸中心延長線與被動軸中心成一交角（ θ ）時，主動軸以等速運轉，而被動軸成不等速運轉，而且交角愈大時，所產生的不等速變化愈大，謂為「不等速萬向接頭」。

① 不等速萬向接頭的種類及構造

(A) 十字軸及軛型

萬向接頭（參圖 2-109）：

(a) 由一個十字軸及二組軛組成，二者之間裝有滾針型軸承或

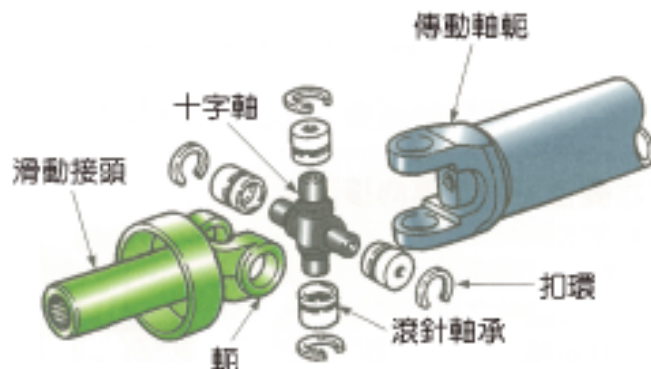


圖 2-109 十字軸及軛型萬向接頭分解圖（自動車工學）

銅套，並以扣環將滾針軸承固定在軛上，使不致脫出。

(b) 此型大都應用在前置引擎後輪驅動（FR）式的車輛。

(B) 球驅動型萬向接頭(參圖 2-110)

：傳動軸的一端為球形軸端，由球頭座的一端插入，再將中心銷插入圓形球頭中，在中心銷之兩端各套入滾針軸承及球形頭端將其全部套入球頭座中，即成為球驅動型萬向接頭

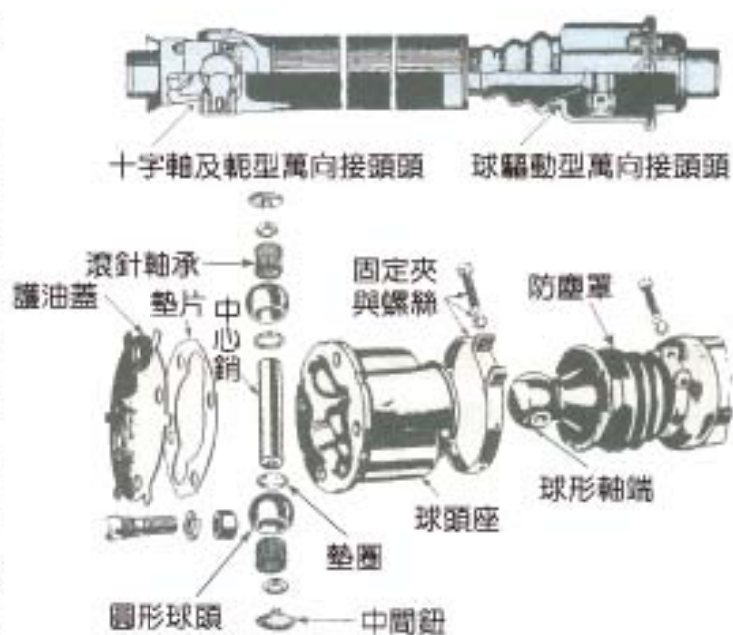


圖 2-110 球驅動型萬向接頭(自動車設計)

。在球頭座中須加入黃油以利潤滑。因為傳動軸之圓形球頭可以在球頭座中伸縮，故此式不必再使用滑動接頭。

(C) 彈性接頭型萬向接頭(參圖 2-111)

(a) 在主動軸與被動軸間以彈性橡膠體連接，以容許主、被動軸之角度變化，並且在傳動時因橡膠的彈性而無噪音，亦不須加油潤滑。

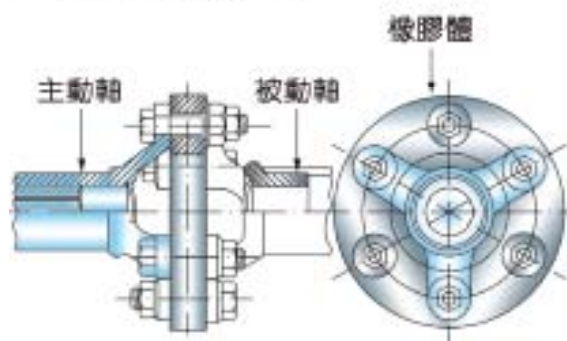


圖 2-111 彈性接頭型萬向接頭(自動車設計)

(b) 因橡膠的強度有限，故僅適用於小馬力的車輛上。

② 不等速萬向接頭的原理

(A) 以十字軸及軛型為例，為主動軸中心延長線與被動軸中心線之交角為 30° 時，主動軸以 1000 rpm 定速運轉(圖中之虛線)，由於十字軸的擺動變化，使被動軸的轉速為不等速運轉(圖中之波浪線)(參圖 2-112)。

(B) 在圖中(A)位置時，被動軸轉速約為 850 rpm；在(B)位置(主動軸旋轉 90°)時被動軸的轉速上升到 1150 rpm；在(C)位置時，被動軸轉速又降至 850 rpm；在(D)、(E)位置亦與(B)、(C)相同，如此當主動軸轉一轉(360°)，被動軸在旋轉 45° 、 135° 、

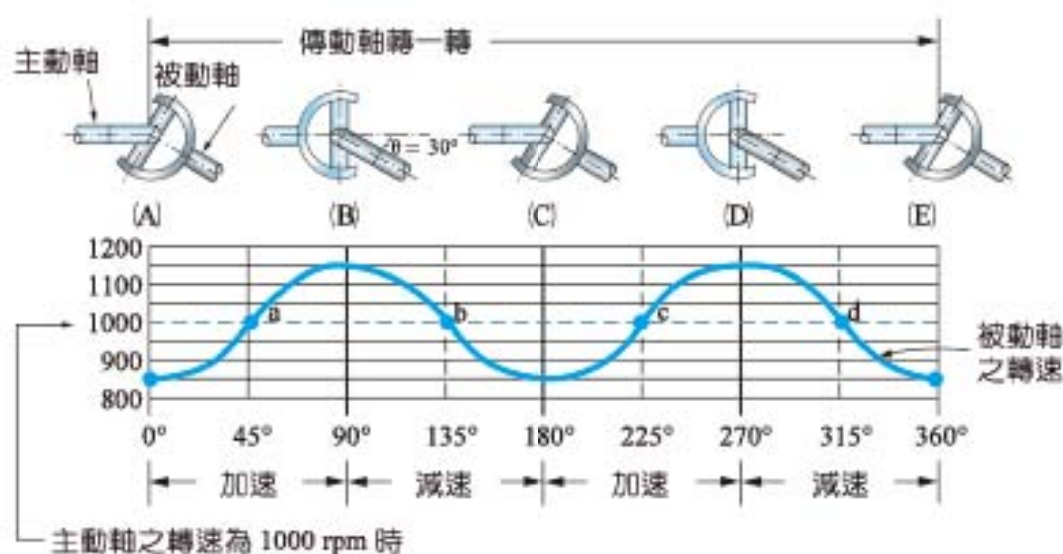


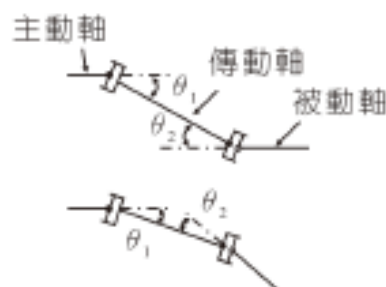
圖 2-112 被動軸每轉 360° 時速度變化情形 (現代汽車底盤)

225°、315° 時成 1000 rpm 運轉，亦即僅有此四個位置時與主動軸同速運轉。

(C) 若將被動軸變為主動，而以波動之不等速狀態運轉時，則主動軸會以定速運轉。因此，不等速萬向接頭欲成等速狀態傳輸動力，最少必須使用兩個萬向接頭，例如傳動軸之兩端必須使用兩個“十字軸及軛型”萬向接頭。而且軸之兩端軛必須在同一平面上，否則波動會更大。

(D) 若主動軸與被動軸之交角愈大時，其運轉之波動狀態愈大，亦即傳動軸之震動愈大。

(E) 傳動軸的兩端皆連結萬向接頭，若欲使主動軸（輸入端）與被動軸（輸出端）等速傳輸，則其兩端交角必須相等，即 $\theta_1 = \theta_2$ (參圖 2-113)。



(2) 等速萬向接頭 (Constant velocity joint, CV)

無論主動軸中心延長線與被動軸中心線之交角如何變化，主動軸與被動軸均以等速傳輸動力者，謂為「等速萬向接頭」。

等速萬向接頭通常應用在 FF 式車輛之驅動軸上。驅動軸之兩端各使用一個等速萬向接頭：內側接頭為適應地面起伏時之驅動軸角度變化，此內側接頭通常兼有滑動接頭之用（適應長度變化）；外側接頭為適應前輪轉向時之驅動軸角度變化。

① 種類及構造

(A) 力士伯型 (rezppa type) 等速萬向接頭 (參圖 2-114)：由鋼球、內球座及外球座所組成。主動軸連接內球座，被動軸連接外球座，內、外球座以鋼球作為傳動接觸點，並得因主、被動軸夾角之變化，而自由移動。

傳動時的動力由主動軸→內球座→鋼球→外球座→被動軸。

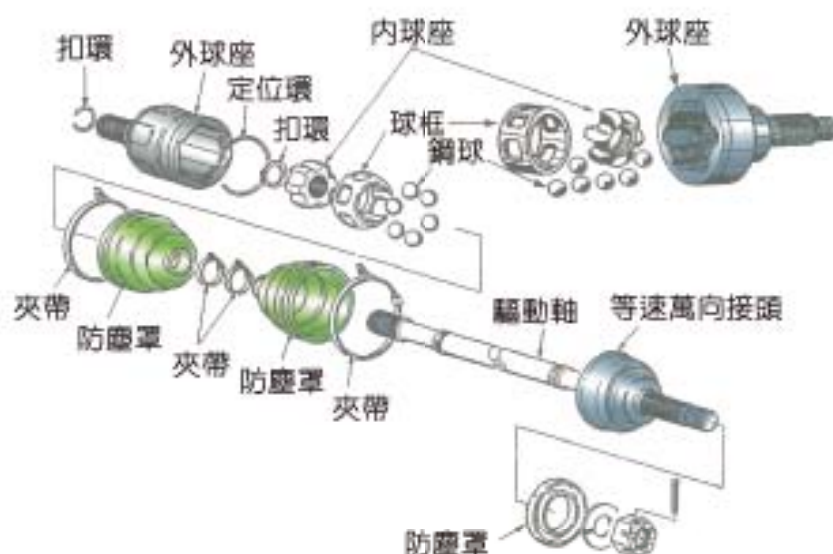


圖 2-114 力士伯型等速萬向接頭 (Automotive mechanics)

(B) 三叉型等速萬向接頭：此式常於 FF 式車輛驅動軸之內側 (差速器側)，驅動軸置於三叉接頭，各接頭分別安裝滾針軸承及鋼球滾子，再置入外球座內，此式接頭傳動角度較小，但在球座內可伸縮移動，具有滑動接頭作用 (參圖 2-115)。

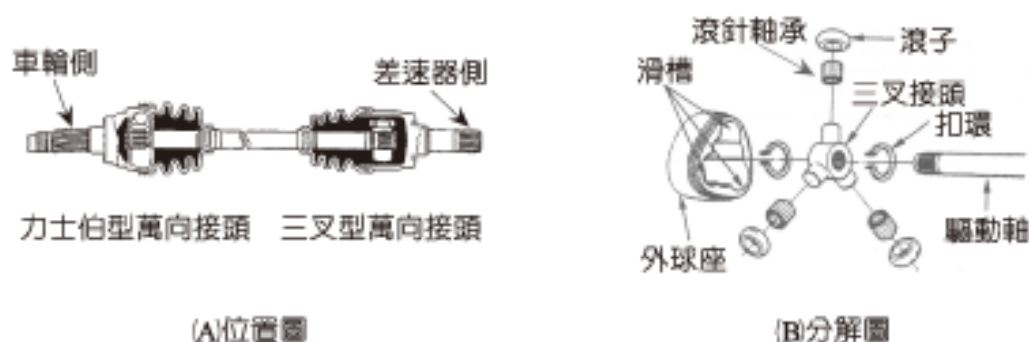


圖 2-115 三叉型等速萬向接頭 (TOYOTA 修護手冊)

(C) 雙偏位型等速萬向接頭：

此式常於FF式車輛驅動軸之內側（差速器側），又稱為內 CV 型萬向接頭，即力士伯型改良而成，將力士伯型之外球座增加長度，作為具備滑動接頭之用（參圖 2-116）。



圖 2-116 雙偏位型等速萬向接頭
(三級自動車シャーシ)

(D) 朋的克司—衛士型 (Bendix-Weiss type) 等速萬向接頭 (參圖 2-117)

(a) 由四個鋼球、二個相對球座、一個中心鋼球及銷等所組成。

(b) 相對球座分別與主、被動軸連接，四個鋼球作為傳動接觸點。

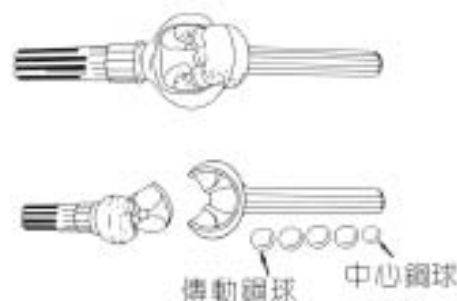


圖 2-117 朋的克司—衛士型等速萬向接頭
(現代汽車底盤)

(E) 瑞克塔型 (Tracta type) 等速萬向接頭 (參圖 2-118)

(a) 由二個軛及二個浮動叉組成。其中二個軛分別與主、被動軸連接，再由二個浮動叉結合成一體，當傳動時浮動叉因沒有固定，可以相互滑動而傳輸動力。

(b) 相當於兩個無形的十字軸萬向接頭連接而作用。

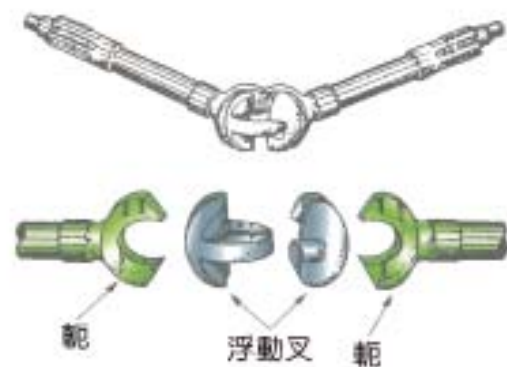


圖 2-118 瑞克塔型等速萬向接頭
(現代汽車底盤)

(F) 雙十字軸及軛型等速萬向接頭 (參圖 2-119)：其構造如同一根兩端為“十字軸及軛型萬



圖 2-119 雙十字軸及軛型等速萬向接頭
(現代汽車底盤)

向接頭”的傳動軸，將中間傳動軸部分縮短至兩個軛相背連接。

因為有兩個十字軸及軛連接傳動，故被動軸可以等速傳動。

- ② 等速原理：欲使萬向接頭兩端的主、被動軸永遠成等速運轉，則必須使主、被動軸的傳動接觸點經常保持在主動軸中心線與被動軸中心線的夾角平分線上即可。例如力士伯型萬向接頭的鋼球經常保持排列在主動軸與被動軸之平分線上，使成等速傳動。

四 滑動接頭

1. 滑動接頭的功用：由於後輪隨地面高低不平產生上下跳動，使傳動軸的長度不斷的在變化，故傳動軸上必須裝置滑動接頭，以利伸縮（參圖 2-120）。

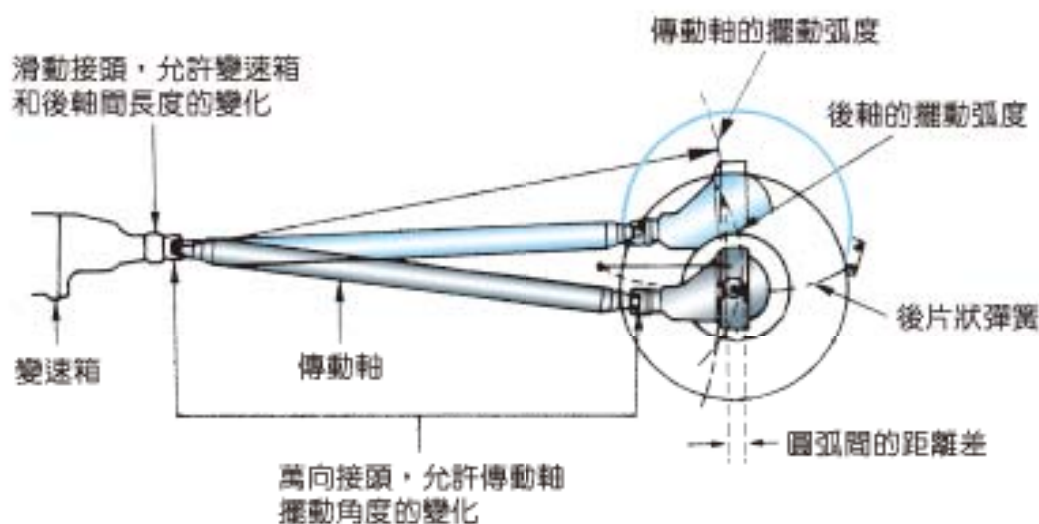


圖 2-120 傳動軸長度的變化（自動車設計）

2. 滑動接頭的構造（參圖 2-121）

- (1) 滑動接頭由一根栓槽軸及栓槽轂所組成，使栓槽軸能在栓槽轂內伸縮。通常小型車的單段式傳動軸其滑動接頭的槽軸即為變速箱的主軸（輸出軸），槽轂則與十字軸及軛型萬向接頭裝接在一起。

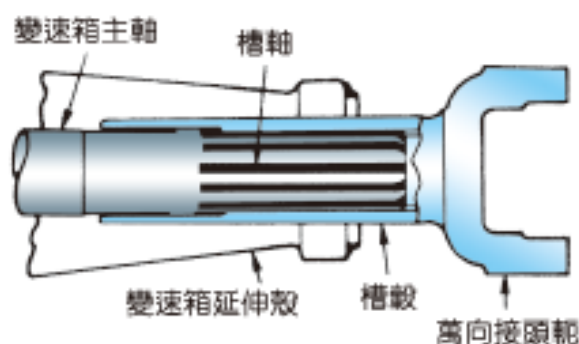


圖 2-121 滑動接頭構造
（三級自動車シャーシ）

- (2) 大型車兩段式傳動軸滑動接頭則接在後段傳動軸的中間，即後段傳動軸可以分離，故在裝回時須注意兩端的軛必須在同一平面，否則會產生震動（參圖 2-122）。

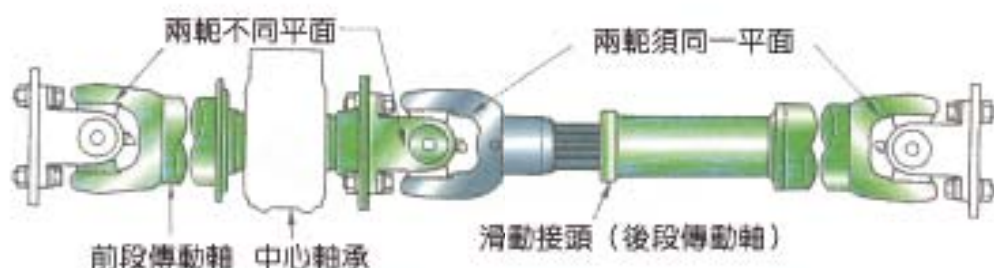


圖 2-122 兩段式傳動軸之兩軸關係 (TOYOTA 修護手冊)

2-3-2 最終減速機構

最終減速機構

前置引擎後輪驅動式 (FR 式) 車輛，引擎動力經過驅動機構後，再傳到最終減速機構，使傳動軸的轉動方向得以改變，以便驅動後輪前進。最終減速機構包括最終減速齒輪、差速器等。而 FF 式車輛其引擎動力經變速箱後經過最終傳動齒輪、差速器及前輪驅動軸傳至車輪 (參圖 2-123)。

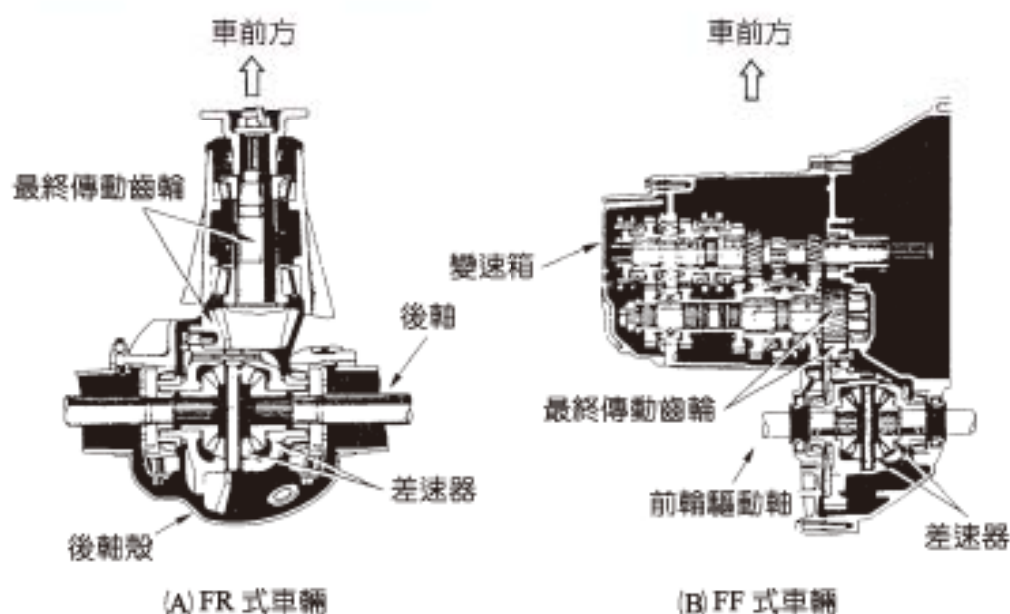


圖 2-123 車軸總成 (FR 式及 FF 式車輛) (CIVIC 修護手冊)

最終減速齒輪

1. 最終減速齒輪的功能

- (1) 最終減速齒輪為傳動系統中最後減速的齒輪，通常由主動的角尺齒輪（或稱驅動小齒輪 Drive pinion gear）及被動的盆形齒輪（或稱環形齒輪 Ring gear）所組成，能將驅動軸的轉速再減速，使扭力增大；並使驅動軸的方向改變 90° 再傳到車軸。

- (2) 最終傳動減速比，即指驅動軸轉速與車軸轉速之比，亦即角尺齒輪轉速除以盆形齒輪轉速，也等於盆形齒輪齒數除以角尺齒輪齒數。通常小型車約為 3~5 : 1，大型車約為 5~11 : 1。

2. 最終驅動齒輪的種類

- (1) 直齒式（或稱正齒輪式）（參圖 2-124 (A)）

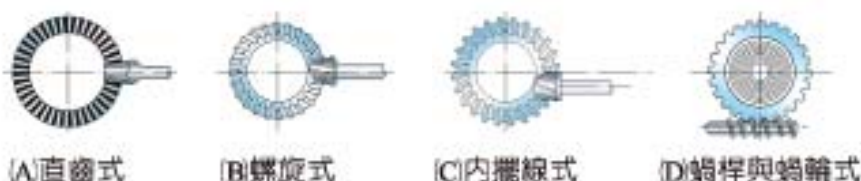


圖 2-124 各型最終驅動齒輪（FR 式車輛使用）（Automotive mechanics）

- ① 角尺齒輪及盆形齒輪均為直齒形，傳動噪音大，易於磨損。
 - ② 角尺齒輪與盆形齒輪的中心線，在同一平面上，使車輛的重心較高；故現今已較少採用。
- (2) 蝸線斜齒輪式（或稱螺旋式齒輪）（參圖 2-124 (B)）
- ① 角尺齒輪及盆形齒輪齒形改為螺旋式，使傳動噪音小，磨損也較小；齒形較長，可負重載。
 - ② 角尺齒輪與盆形齒輪中心線仍在同一平面上，車輛重心仍太高，行駛不穩定，故仍少採用。
- (3) 內擺線式（或稱鞍齒輪）（參圖 2-124 (C)）
- ① 角尺齒輪及盆形齒輪的齒形為內擺線式，傳動噪音小；磨損小；能負重載。
 - ② 角尺齒輪中心線較盆形齒輪中心線為低，故車輛重心低，行駛及轉彎較為平穩。
 - ③ 兩齒輪均浸在潤滑油中，潤滑及冷卻良好，為目前各車種所廣泛採用者。
- (4) 蝸桿與蝸輪式（參圖 2-124 (D)）
- ① 由一根主動的蝸桿及一被動的蝸輪所組成。蝸桿可以製成單線、雙線或三線等數種，使傳動接觸面增加及增大減速比，以傳遞較大之負荷。
 - ② 因蝸桿與蝸輪傳動時，摩擦損耗大又易發熱，傳動效率較差，故較少採用。

2-3-3 差速器

差速器的功用

差速器係當車輛轉彎時，能自動調整驅動軸之內外側車輪的轉速，使轉彎

順利且減少輪胎的磨損。因為轉彎時，內側車輪應較外側車輪的轉速為少，以避免輪胎在地面上產生滑動而磨損。

二 差速器的種類

1. 普通差速器：常用於一般用途車輛。
2. 防滑式差速器：用於特殊用途車輛，如軍用車、工程車及休旅車等。

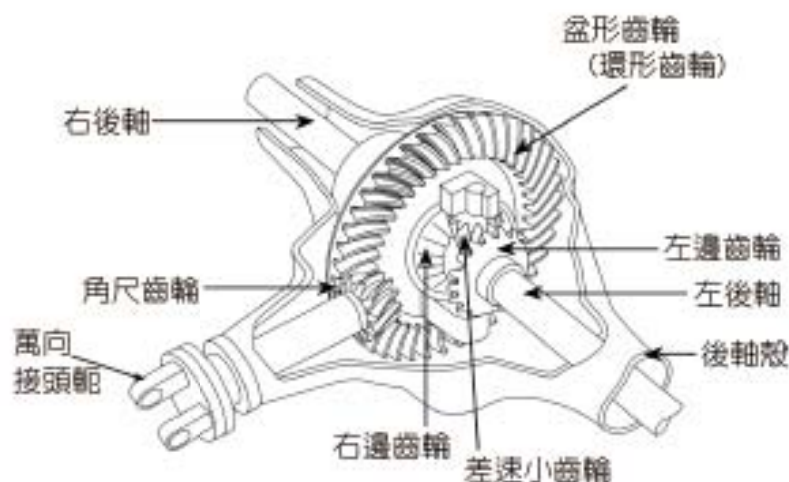
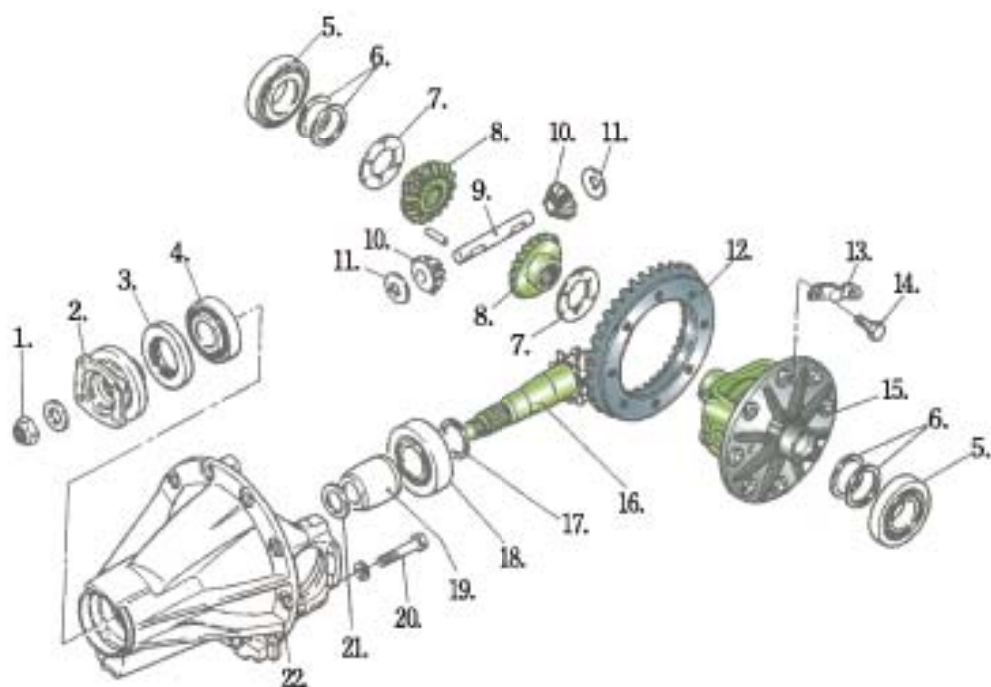


圖 2-125 差速器的構造 (Automotive handbook)

三 差速器的構造

(參圖 2-125、2-126)



- | | | |
|-------------|------------|-----------------|
| 1. 角尺齒輪螺帽 | 9. 差速小齒輪軸 | 16. 角尺齒輪 |
| 2. 傳動軸凸緣接頭 | 10. 差速小齒輪 | 17. 小齒輪高度調整墊片 |
| 3. 油封 | 11. 止推墊片 | 18. 角尺齒輪後軸承 |
| 4. 角尺齒輪前軸承 | 12. 盆形齒輪 | 19. 角尺齒輪預負荷調整隔墊 |
| 5. 差速器邊軸承 | 13. 固定片 | 20. 軸承蓋螺栓 |
| 6. 邊軸承調整填隙片 | 14. 盆形齒輪螺栓 | 21. 角尺齒輪預負荷調整墊片 |
| 7. 止推墊片 | 15. 差速器殼 | 22. 差速器托架 |
| 8. 邊齒輪 | | |

圖 2-126 差速器分解圖 (裕隆 303) (Automotive handbook)

1. 普通差速器由兩個邊齒輪、兩個或四個差速小齒輪、一字或十字型的差速小齒輪軸及差速器殼等所組成。
2. 邊齒輪與車軸以齒槽互相嚙合；差速小齒輪裝在差速小齒輪軸上，可以自由旋轉；差速小齒輪軸以銷子固定於差速器殼上。

四 普通差速器的作用原理

1. 差速齒輪原理（參圖 2-127）

(1) A、B 齒條阻力相同時（參圖 2-127 (A)）

- ① A、B 兩齒條分別與 C 齒輪互相嚙合，D 軸插於 C 輪中央，共同置於一平板上。
- ② 當以 P 力作用於 D 軸，使向右移動 1 m，因 A、B 齒條與平板的阻力相等，故 A、B 兩齒條與 C 齒輪均一起向右移動 1 m，此時 C 齒輪在 D 軸上並無自轉，A、B 齒條無差速作用。

(2) A、B 齒條阻力不同時（參圖 2-127 (B)）

- ① 若將 B 齒條增加阻力使其固定不動，仍以 P 力使 D 軸向右移動 1 m，此時，由於 B 齒條不動，C 齒輪必須在 B 齒條上滾動（即 C 齒輪在 D 軸產生自轉），使 A 齒條向右移動 2 m。
- ② 由上可知：當任何一齒條有阻力時，C 輪使另一齒條即產生差速作用。



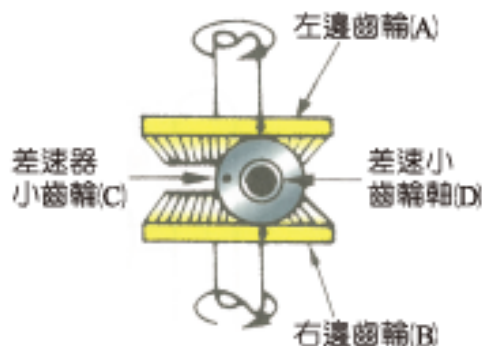
(A) A、B 齒條阻力相同時之作用

(B) B 齒條固定時之作用

圖 2-127 差速齒輪原理（現代汽車底盤）

2. 差速齒輪之應用（參圖 2-128）

- (1) 若將上例中，A、B 齒條製成一斜齒輪，即成為二個「邊齒輪」，C 齒輪亦製成斜形與二個「邊齒輪」嚙合而成為差速小齒輪，D 軸即成為差速小齒輪軸。



(A) 左右邊齒輪阻力相同時

圖 2-128 基本差速原理

（現代汽車底盤）

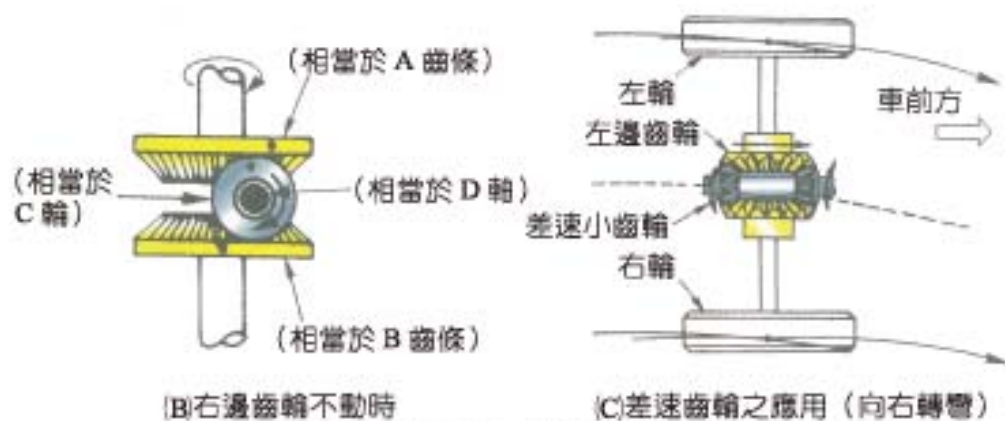


圖 2-128 基本差速原理 (續) (現代汽車底盤)

3. 普通差速器之作用情形

- (1) 車輛直線前進時 (參圖 2-129)：當車輛直線前進時，左右兩車輪與地面的阻力相等，傳動軸以一定的轉速由角尺齒輪經盆形齒輪至差速器殼，差速小齒輪軸使差速小齒輪帶動左右兩個邊齒輪一起回轉而無差速作用，故左右兩車輪以同向同轉速運轉，驅車直線前進。

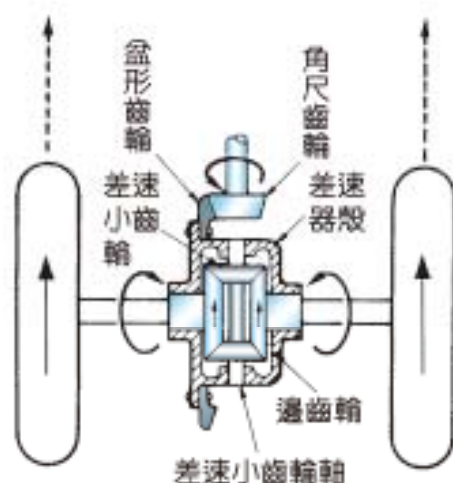


圖 2-129 直線前進時差速器之作用 (自動車設計)

- (2) 車輛向右轉彎時 (參圖 2-130)：當車輛向右轉彎時，由於右車輪阻力較大使轉速較慢，而傳動軸仍以一定的轉速傳給角尺齒輪，使盆形齒輪、差速器殼及差速小齒輪軸仍以定速一起旋轉，此時由於右邊齒輪轉速較慢，使差速小齒輪必須在本身軸上產生自轉，而加快了左邊齒輪，使左車輪的轉速大於右車輪而得以順利轉彎。反之車輛向左轉彎時亦同。

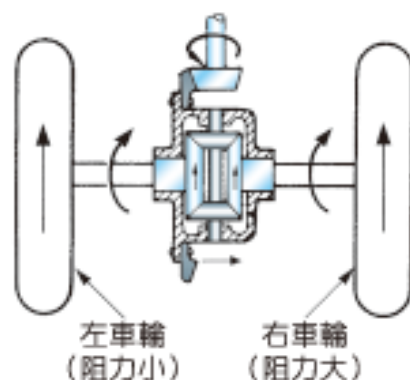


圖 2-130 車輛向右轉時差速器之作用 (自動車設計)

4. 轉彎時差速作用之左右輪轉速關係：設盆形齒輪的轉速為 N ，左車輪的轉速為 N_L ，右車輪的轉速為 N_R 。當直線前進時，盆形齒輪、左車輪及右車輪轉速均相同，即

(1) 直進時：

$$N = N_L = N_R$$

(2) 轉彎時：

$$N_L + N_R = 2N$$

意即左右兩車輪的轉速之和等於盆形齒輪轉速的2倍。若盆形齒輪以一定速度運轉，當轉彎時某一車輪所減少的轉速，會由差速小齒輪轉移至另一車輪上而產生差速作用。

例題 1

某車傳動軸轉速為 600 rpm，角尺齒輪齒數為 16 齒，盆形齒輪齒數為 64 齒，當車輛向左轉時，左輪轉速為 120 rpm，則此時右輪轉速若干？

解： $N_1 = 600 \text{ rpm}$ ， $t_1 = 16$ ， $t_2 = 64$ ， $N_L = 120 \text{ rpm}$ ， 設盆形齒輪轉速 = N_2

$$\text{最終轉速比} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{t_2}{t_1}$$

$$\therefore \frac{600}{N_2} = \frac{64}{16} \quad \therefore N_2 = 150 \text{ (rpm)}$$

$$\therefore N_L + N_R = 2N_2$$

$$120 + N_R = 2 \times 150 \quad \therefore N_R = 180 \text{ (rpm)}$$

五 防滑式差速器 (Limited slip differential, LSD)

1. LSD 之功能：使用普通差速器的車輛，若有一驅動輪陷入泥濘地時，此輪幾乎完全沒有阻力，即以高速運轉打滑，使車輪愈陷愈深，另一輪則因靜止不動而使車輪無法脫離，故裝置「**防滑式差速器**」，**可以使一輪打滑時，將動力傳至另一輪，使之轉動，即可驅車前進。**

2. LSD 之構造

- (1) 左、右邊齒輪環上內外皆有齒槽，內齒槽與車軸連接；外齒槽與多片式離合器片之被動片嚙合；左右差速器殼內側亦各有齒槽與多片式離合器片的主動片相嚙合；由邊齒輪環控制主、被動片的壓緊作用；十字型之差速小齒輪軸以 V 形面軸與差速器殼五角型孔之斜面相連接（參圖 2-131）。

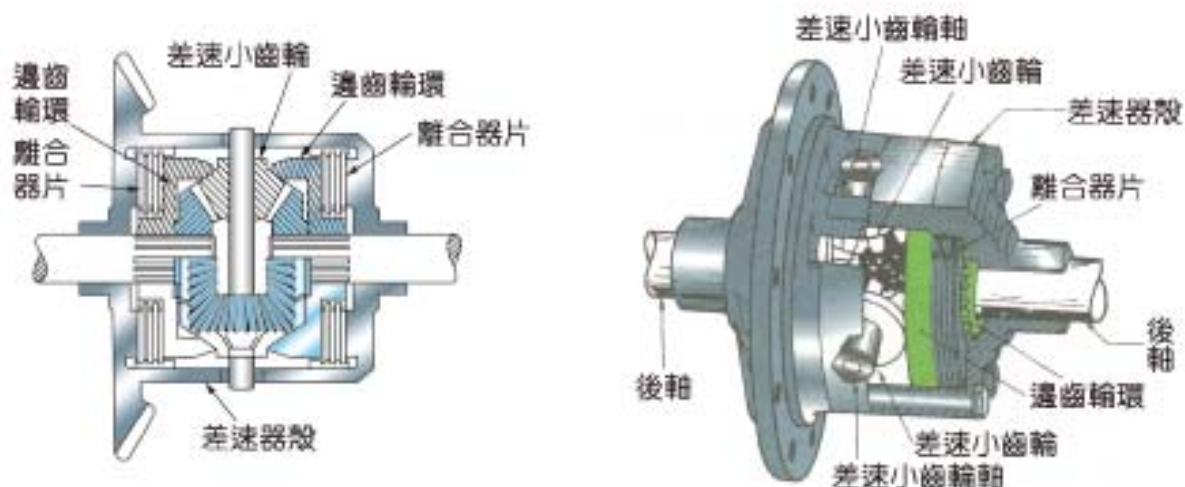


圖 2-131 防滑式差速器構造 (汽車學 2)

- (2) 防滑差速作用 (參圖 2-132)：
當某一輪打滑時，使差速小齒輪軸沿斜面向下移動，即產生一偏移量，即作為邊齒輪環對離合器片之壓力，使邊齒輪轉速接近差速器殼，以防止打滑。

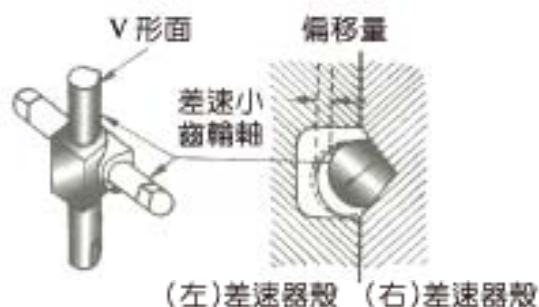


圖 2-132 差速小齒輪軸的構造 (汽車學 2)

3. LSD 之作用情形 (參圖 2-133)

- (1) 無打滑時：正常路況行駛時（無打滑時），差速器的作用與普通差速器完全相同，左右輪分配之扭力相同。
- (2) 一輪打滑時
- ① 左右兩輪之扭力分配不均(打滑車輪扭力小)，超過規定值(約 50 kg-m，360 lbf-ft)時，使差速小齒輪軸延著斜面滑下，向左產生偏移量(參圖 2-133)，此偏移量使多片式離合器的主、被動片接合，使邊齒輪環及邊齒輪與差速器殼因離合器片摩擦而一起回轉。
 - ② 另一根差速小齒輪軸亦同時產生向右移動，使另一輪的邊齒輪也與差速器殼因摩擦而旋轉。
 - ③ 如此，左右兩輪都能轉動，即可脫離泥濘地。

六 行星齒輪式差速器

1. 行星齒輪式差速器因構造簡單，體積小，應用於 FF 式或 RR 式車輛之聯合傳動器最為理想。

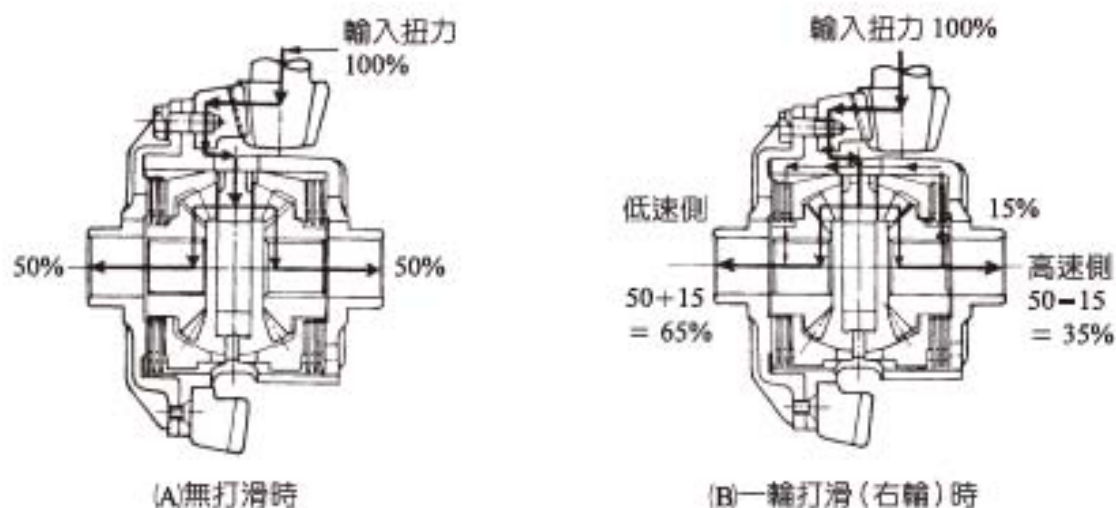


圖 2-133 LSD 之作用情形 (扭力分配) (汽車學 2)

- 行星齒輪組在此之應用，僅作為轉彎時左右車輪之差速作用，並非產生轉速比。
- 行星齒輪式差速器的構造 (參圖 2-134)：環齒輪連接盆形齒輪，太陽齒輪連接右車輪，行星架連接左車輪，並用兩個行星小齒輪置於環輪與太陽齒輪之間。

4. 作用情形

(1) 前進直行時之作用：(參圖 2-135)

- 環齒輪連接盆形齒輪一起以等速順向運轉。
- 直行時，左右輪阻力相同，轉速亦相同，形同行星架與太陽齒輪互相鎖住，成直接傳動狀態，無差速作用。

(2) 轉彎時之作用：(以右轉為例) (參圖 2-136)

- 環齒輪以等速順向運轉。
- 右轉彎時，右輪阻力大而減速，此時行星小齒輪順向旋轉，而外行星小齒輪逆向旋轉，使行星架順向旋轉，加快了左輪轉速。
- 左轉彎時，內外行星小齒輪反向運轉，使太陽齒輪加速旋轉。

- 本田 (HONDA) 汽車所採用的附黏性接頭機構加速防滑行星齒輪式差速器 (Acceleration skid differential, ASD)

(1) ASD 之功用：防止車輪行經泥濘地、雪地或滑濕路面時，若加速行駛，使車輪打滑而失去車輪驅動力甚至影響轉向操控性。

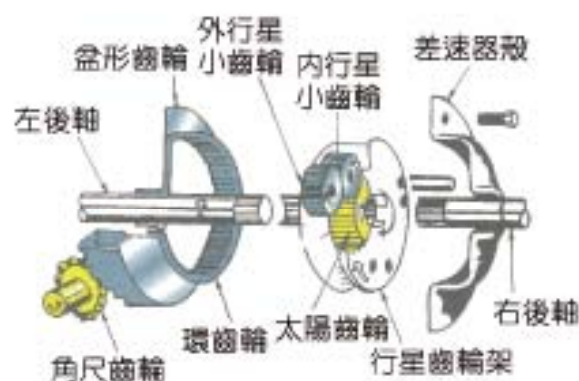


圖 2-134 行星齒輪式差速器 (三級自動車シャーシ)

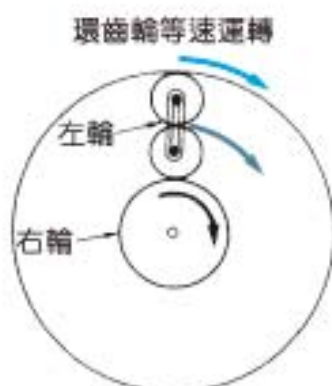


圖 2-135 前進直行時

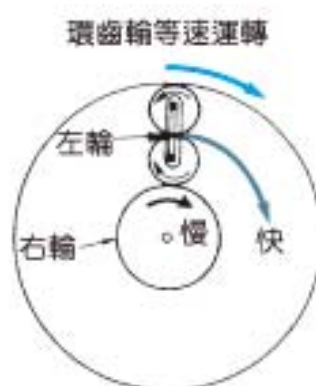


圖 2-136 右轉彎時

(2) ASD 之構造 (參圖 2-137)

- ① 行星齒輪差速器安裝在差速器殼內，其構造及作用同前所述。
- ② 黏性接頭係利用多片式離合器，將箱片裝置於差速器殼，輪轂片裝置於左車軸上，並封入高黏性的矽油。

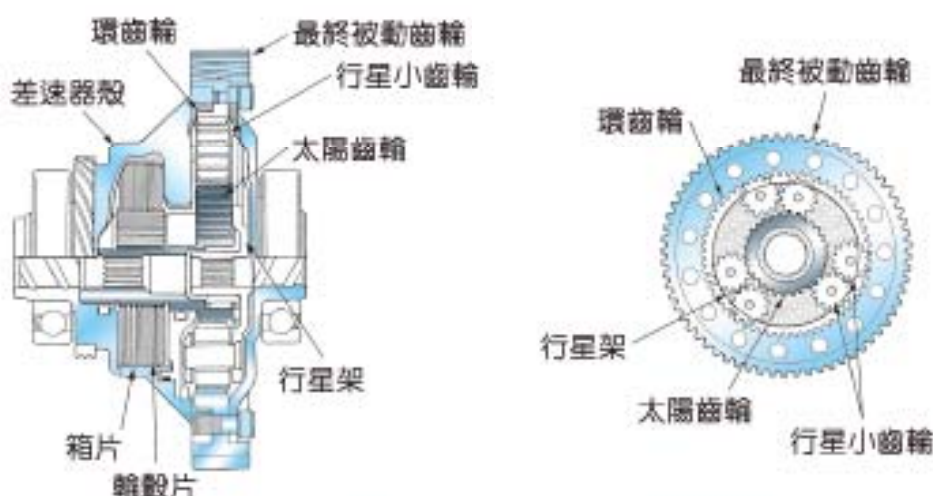


圖 2-137 ASD 之構造 (Honda) (CIVIC 修護手冊)

(3) ASD 之作用

- ① 前進直行時之作用 (參圖 2-138)：在平坦路面直行時，左右輪阻力及轉速相同，行星齒輪組成直接傳動，將左、右輪與差速器殼一起旋轉 (黏性接頭之箱片與輪轂片同速一體旋轉)，左右輪驅動扭力平均分配。

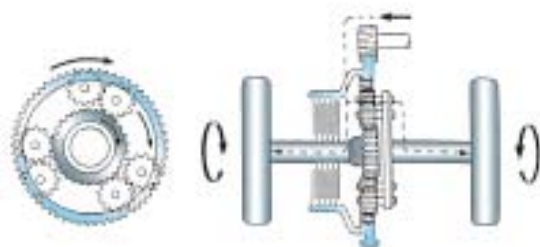


圖 2-138 Honda-ASD 前進直行之作用 (CIVIC 修護手冊)

- ② 一輪空轉打滑時(參圖 2-139)(以左輪為例):當左輪在泥濘或滑濕路面打滑或左右輪之地面摩擦力不等而急加速造成某輪打滑時,將使箱片及輪殼片之轉速相差甚大,高黏性的矽油,即會限制其轉速差而產生防滑作用。

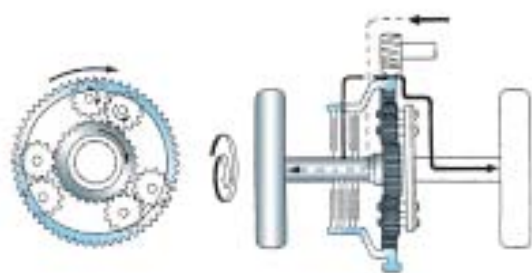


圖 2-139 Honda-ASD 車輪打滑之作用 (CIVIC 修護手冊)

6. 現今高級車輛已改用微電腦控制離合器伺服液壓來防止車輪打滑,並配合 ABS(煞車防鎖系統)、TCS(循跡控制系統)及 ASD(加速防滑系統)將使汽車之行駛操控性及安全性大為提升(參圖 2-140)。

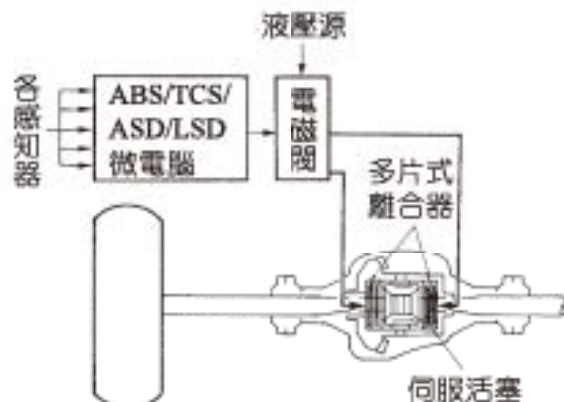


圖 2-140 ABS/TCS/ASD/LSD 控制系統簡圖(三級自動車シャーシ)

第 2-4 節

後軸總成

2-4-1

FR 式的後軸總成

後軸的功用及特性

引擎的動力經最後傳動齒輪及差速器後,經由後軸傳到車輪。後軸除了傳輸扭力外,某些車輛的後軸仍須負擔車重,因此後軸必須有足夠的強度。

二 後軸的種類及構造

1. 半浮式後軸（參圖 2-141）

- (1) 後軸內端以齒槽連接在差速器邊齒輪上，但並未承載差速器的重量（浮離），後軸外端輪殼安裝輪胎，並在後軸與後軸殼之間裝有軸承及油封。
- (2) 汽車的負載經後軸殼（因鋼板彈簧裝置於後軸殼上）、軸承、後軸外端及輪殼至輪胎而著地，故半浮式後軸除了傳輸扭力外，後軸外端仍須負擔車重及載重（荷重）。
- (3) 一般中小型貨車多採用此式。

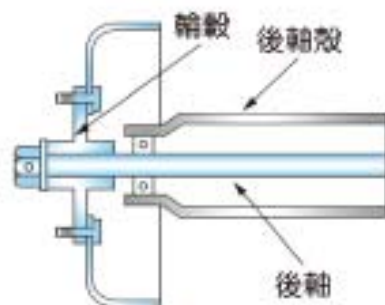


圖 2-141 半浮式後軸
（現代汽車底盤）

2. 3/4 浮式後軸（參圖 2-142）

- (1) 後軸外端的軸承裝在後軸殼與輪殼之間，荷重經後軸殼、軸承的下半部及輪殼至輪胎而著地，故後軸外端僅承載荷重之半，即浮離一半（全軸的 1/4）；後軸內端（全軸的 1/2）亦未承載差速器重量而浮離，故全軸的 3/4 成浮離狀態，謂之「3/4 浮式後軸」。
- (2) 此式多用於貨車上。

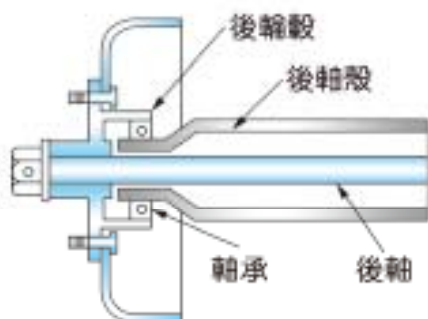


圖 2-142 3/4 浮式後軸
（現代汽車底盤）

3. 全浮式後軸（參圖 2-143）

- (1) 車輪殼以兩個軸承支持在後軸殼上，故車輛的重量及載重量經後軸殼、輪殼至車輪而著地，後軸完全沒有負擔載荷，僅傳輸扭力於車輪，全軸完全未荷重而成浮離狀態，故謂之「全浮式後軸」。
- (2) 此式大多用於大型的客貨車上。

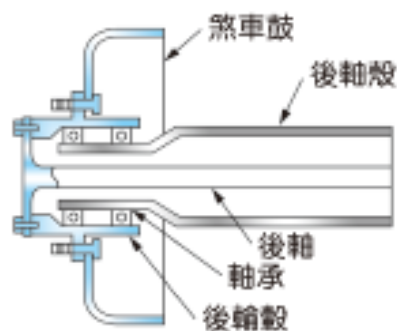


圖 2-143 全浮式後軸
（現代汽車底盤）

4. 擺動式後軸（參圖 2-144）

- (1) 當後輪為獨立懸吊系統時，因差速器及最後傳動齒輪係固定於後車架上，而車輪須隨地面不平而起伏，故須使用「擺動式後軸」。
- (2) 後軸如同一根傳動軸總成，必須有萬向接頭及滑動接頭，以利後軸傳輸動力。

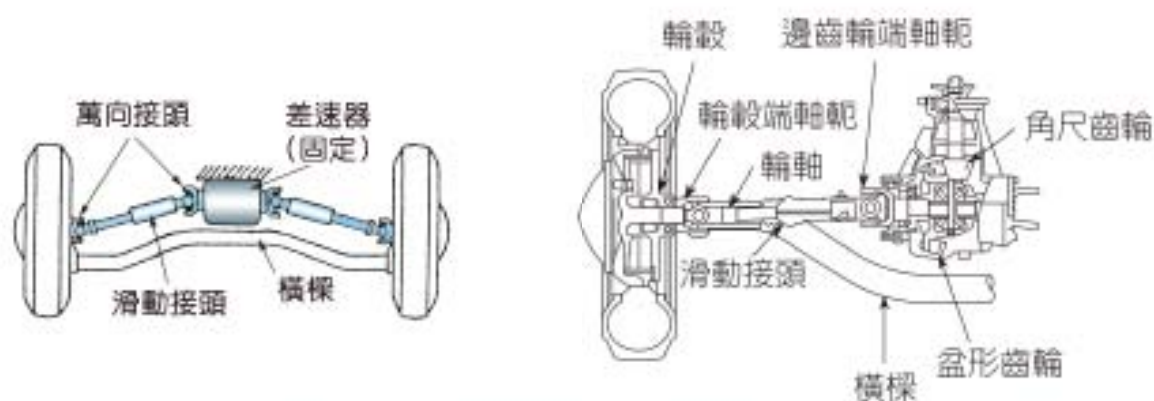


圖 2-144 擺動式後軸構造 (現代汽車底盤)

後軸扭力

1. 當引擎的扭力經傳動系統傳到後輪時，由於後輪的旋轉，使後軸殼產生一種與後輪相反方向的轉動，此時，後軸殼受到一扭轉力矩，稱為「後軸扭力 (或稱後軸殼扭力)」(參圖 2-145)。
2. 在片狀彈簧的後懸吊中，由片狀彈簧來吸收此扭力。在圈狀彈簧的後懸吊中，則由控制臂 (半徑桿) 兩端橡膠襯套來吸收後軸扭力。
3. 作用 (參圖 2-146)

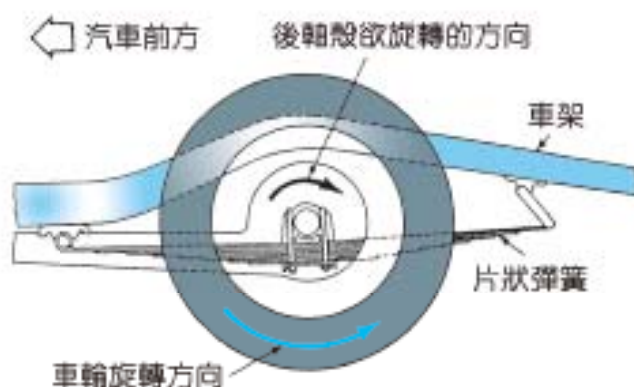


圖 2-145 後軸扭力 (Automotive mechanics)

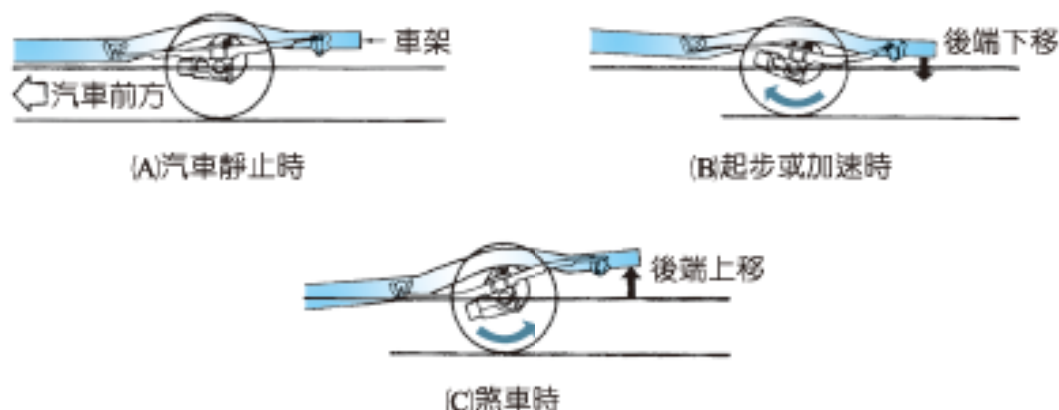


圖 2-146 汽車起步、加速或煞車時，後軸扭力的產生 (Automechanics fundamentals)

四 車輛推進力的傳輸

1. 概述：引擎的動力經傳動軸總成、後軸總成，最後經後軸而使車輪旋轉，為使車架能與車輪一起前進，必須有推進裝置，將車輪前進的推進力傳至車架。其推進力的傳輸方式分為哈其士式、控制臂式及套管式等三種。

2. 種類及作用

(1) 哈其士式 (Hotchiss drive) 推進 (參圖 2-147)

- ① 後軸殼與車架之間用片狀鋼板彈簧連接。
- ② 車輪轉動時，推進力經由車軸、後軸殼及片狀彈簧的前半段再經吊架至車架，使車架與車軸一起前進。



圖 2-147 哈其士式推進 (自動車工學)

- ③ 此式為大型客貨車所常用。

(2) 控制臂式 (或稱半徑桿式) 推進 (參圖 2-148)

- ① 當後輪懸吊使用圈狀彈簧時，因圈狀彈簧無法承受側推力，故必須以控制臂 (或稱半徑桿) 連接。
- ② 車輛前進時，車輪的推進力經控制臂傳到車架上。

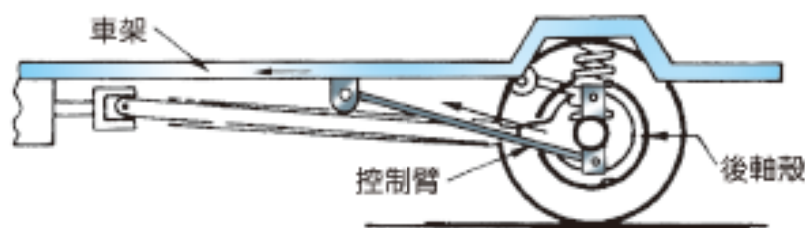


圖 2-148 控制臂式推進 (自動車工學)

(3) 套管式推進 (參圖 2-149)

- ① 應用於後輪懸吊使用圈狀彈簧的車輛。
- ② 在傳動軸之外面套上一根空心的套管，使車輛前進時，推進力由後軸殼、扭管經變速箱傳到車架上。

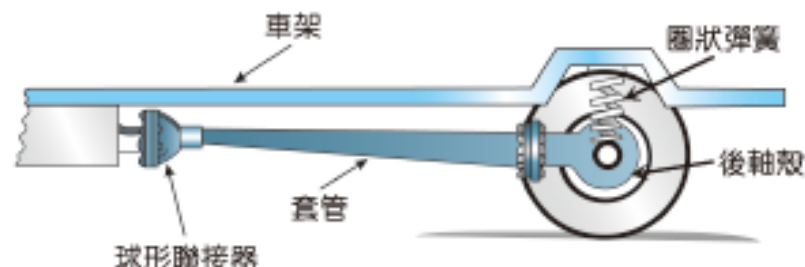


圖 2-149 套管式車輛推進 (自動車工學)

2-4-2 前輪驅動式之車軸總成

一 前輪驅動整體式前軸

此式大多用於大型車整體式懸吊系統並使用全輪驅動者（如軍用大卡車等），前軸必須傳輸扭力於車輪上，又必須負擔前輪轉向，故前軸外端應裝置一等速萬向接頭；大王銷分成上、下二段，分別裝置於前軸殼的球座上（參圖 2-150）。

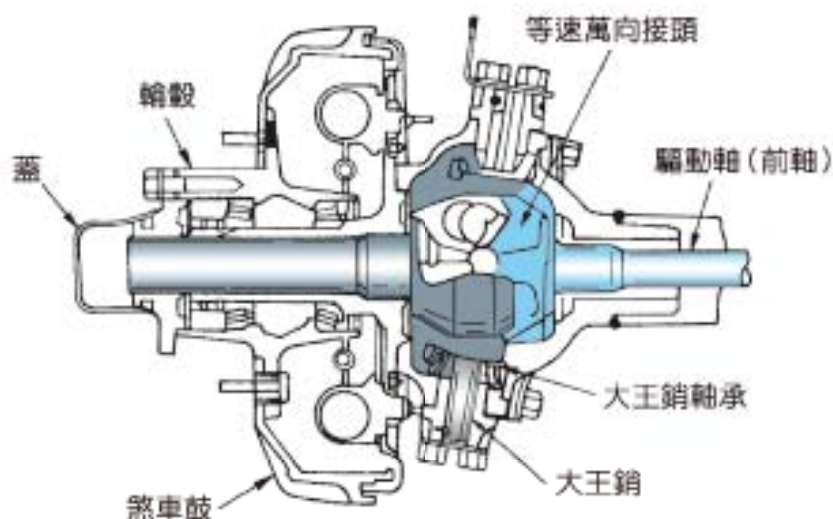


圖 2-150 前輪驅動整體式前軸構造 (Automotive handbook)

二 前輪驅動擺動式前軸

1. 此式前軸配合前輪獨立懸吊系統，前軸除了傳輸扭力外，前軸內端須以一個等速萬向接頭配合車輪之上下起伏；前軸外端亦須以一個等速萬向接頭配合前輪之轉向，故構造較為複雜（參圖 2-151）。

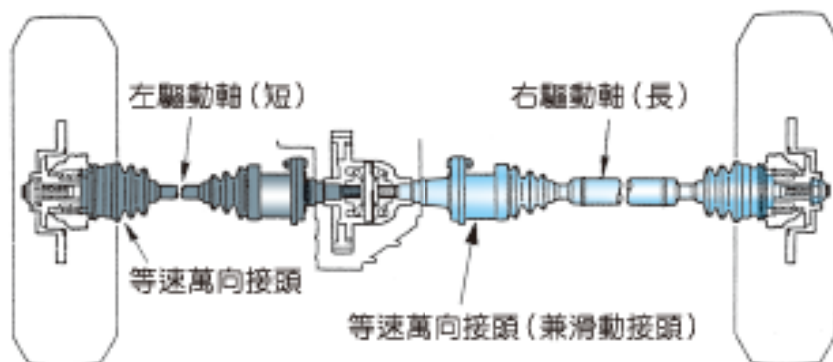


圖 2-151 前輪驅動擺動式前軸構造 (TOYOTA 修護手冊)

2. 前輪驅動擺動式前軸（驅動軸）分為不等長型及等長型（參圖 2-152）。

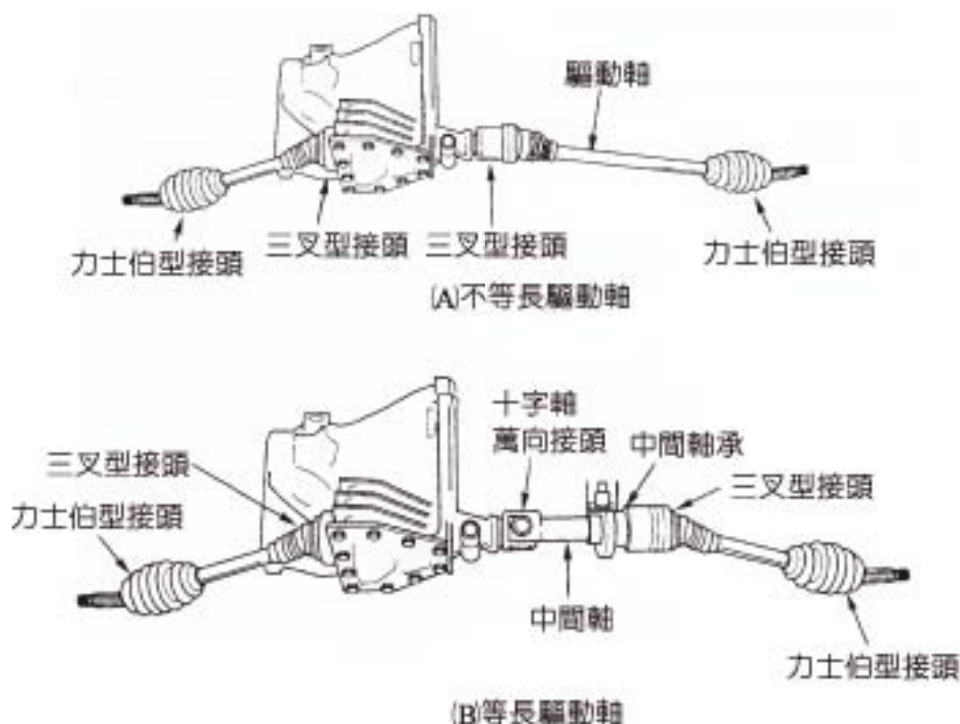


圖 2-152 不等長型及等長型擺動式前軸（TOYOTA 修護手冊）

3. 無論前、後輪驅動，當驅動軸愈長時，愈會產生扭轉震動現象，故須在驅動軸中間加裝扭力減震器（參圖 2-153）。



圖 2-153 扭力減震器的位置（Automechanics fundamentals）

2.4.3 前輪驅動式車輛之後軸

1. 前輪驅動式車輛之後軸，因無須傳輸扭力，故後軸為一根不轉動的軸，稱為「靜軸」，軸上以內外兩個軸承套裝在輪轂上，以容許車輪自由轉動。
2. 參圖 2-154 為拖動臂式後軸，拖動臂作為連結於橫樑與靜軸。

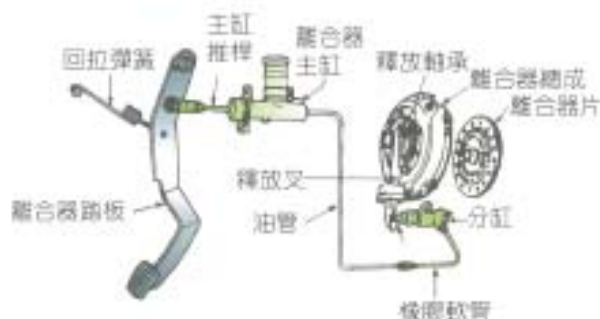


圖 2-154 前輪驅動式後軸（拖動臂式）（Automechanics fundamentals）

習題 2

2-1

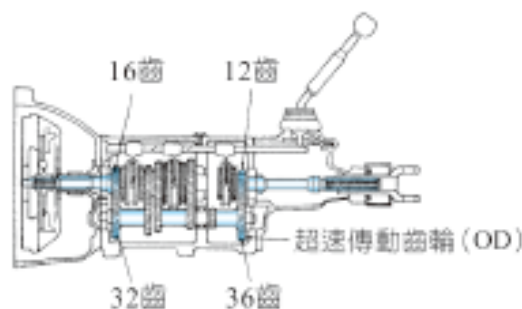
1. 試述離合器的功用？
2. 試述離合器片的構造及特性？
3. 離合器片中的減震彈簧功用為何？
4. 為何離合器踏板必須要有自由行程（空檔）？
5. 如圖所示，請敘述離合器操縱機構的作用流程？



2-2

6. 有一變速箱離合器軸齒輪有 18 齒，副軸驅動齒輪有 32 齒，副軸 2 檔齒輪有 28 齒，主軸之 2 檔齒輪有 22 齒，則該變速箱之 2 檔轉速比為若干？

7. 試述變速箱的功用？
8. 鍵式同步式手動變速箱之調速作用流程為何？
9. 手排變速箱之變速操縱機構為何須裝置定位機構及連鎖機構？
10. 如圖所示，請算出手動超速傳動檔的轉速比？



11. 試述液體接合器、液體扭力變換器及液體扭力變換接合器的構造不同點？
12. 試述鎖定式扭力變換接合器的目的？
13. 試述簡單行星齒輪系的構造及功用？
14. 若簡單行星齒輪中太陽齒輪齒數為 30 齒，行星小齒輪數為 16 齒，請算出環齒輪數為多少？
15. 試述液壓自動變速箱的主要構造，並簡述其功用？
16. 試述手動閥 P、R、N、D、L 之意義及使用情形？
17. 試述自動變速箱之優缺點？

2-3

18. 試述傳動軸應具備那些特性？

19. 不等速萬向接頭及等速萬向接頭依構造不同，可分為那幾種？
20. 傳動軸總成為何須裝置萬向接頭及滑動接頭？
21. 試述差速器的功用及構造？
22. 某車在轉彎時其左輪轉速為 290 rpm，右輪轉速為 210 rpm，則此時之盆形齒輪轉速為若干？轉向何方？
23. 試述後軸的種類及用途？



◆ 第二章 學後評量

Comments

壹、實力測驗

- () 1. 離合器作用時引擎動力傳輸順序是 (A)飛輪→離合器片→壓板→離合器軸 (B)壓板→離合器片→飛輪→離合器軸 (C)離合器片→飛輪→壓板→離合器軸 (D)飛輪→壓板→離合器片→離合器軸。
- () 2. 離合器片減震彈簧的作用是 (A)壓緊飛輪 (B)壓緊壓板 (C)反拉作用 (D)吸收扭震。
- () 3. 目前自動變速箱之車輛所用之離合器大多是 (A)液壓接合器 (B)液體扭力變換器 (C)液體扭力變換接合器 (D)多片式機械離合器。
- () 4. 濕式離合器是指 (A)離合器浸於水中作用 (B)摩擦面塗油脂作用 (C)比乾式濕度大些 (D)離合器浸在油中作用。
- () 5. 離合器壓板通常是 (A)用鋼鐵鍛造 (B)用來令片包著 (C)用鑄鐵鑄造 (D)表面用硬銅包著。
- () 6. 鍵式同步調速裝置的作用程序是 (A)滑套→鍵→銅齒環→齒輪錐 (B)滑套→銅齒環→鍵→齒輪錐 (C)鍵→滑套→銅齒環→齒輪錐 (D)鍵→銅齒環→滑套→齒輪錐。
- () 7. 引擎運轉而變速箱空檔，離合器接合時 (A)主軸空轉 (B)副軸轉動 (C)副軸不轉動 (D)離合器軸不轉動。
- () 8. 普通手動變速箱中惰輪的功用是 (A)使輸出的動力更大 (B)使傳動軸轉動方向相反 (C)使傳動軸獲得更大的減速比 (D)以上均有。
- () 9. 變速箱直接傳動是 (A)主軸→離合器軸 (B)副軸→主軸→離合器軸 (C)離合器軸→主軸，不經副軸 (D)離合器軸→副軸。
- () 10. 84 齒齒輪與 21 齒之齒輪相嚙合，21 齒之齒輪轉 1 圈，84 齒之齒輪轉 (A) 4 圈 (B) 1/4 圈 (C) 1 圈 (D) 3 圈。
- () 11. 引擎必須具備變速箱之主要原因是 (A)引擎熱能變化範圍太小 (B)引擎扭力變化範圍太小 (C)引擎扭力變化範圍太大 (D)引擎轉速太慢，車速無法加快。
- () 12. 離合器軸齒輪與副軸齒輪是 (A)有時接合在一起 (B)經常接合在一起 (C)永久接合在一起 (D)完全不接合在一起。
- () 13. 一般汽車手排變速箱之操縱方式為 (A)晉級式 (B)選擇式 (C)循環式 (D)非循環式。

- () 14. 四前進一後退之同步式齒輪變速箱中使用直齒輪者是 (A) 1 檔齒輪 (B) 2 檔齒輪 (C) R 檔齒輪 (D) 3 檔齒輪。
- () 15. 自動變速箱手控閥之功用是 (A) 使離合器及制動帶作用平穩 (B) 可由駕駛者選擇行駛範圍 (C) 按照引擎需要變更液壓 (D) 配合速度調整液壓。
- () 16. 裝在液壓變速箱內部的離合器是 (A) 液體接合器 (B) 液體扭力變換器 (C) 液體扭力變換接合器 (D) 多片式摩擦離合器。
- () 17. 自動變速箱之液體扭力變換器的構造 (A) 無固定葉輪 (B) 有一組行星齒輪 (C) 有主動葉輪、被動葉輪和不動葉輪 (D) 其大小直徑應與液體接合器不同為防止葉輪磨損，須加注黃油潤滑。
- () 18. 自動變速箱內操作行星齒輪之離合器是 (A) 單片式離合器 (B) 液體扭力變換器 (C) 犬齒接合器 (D) 多片式離合器。
- () 19. 自動變速箱中其構造為一缸筒，內有活塞，其功用為用來操作制動帶者稱為 (A) 調速器 (B) 液壓伺服 (C) 離合器 (D) 調壓器。
- () 20. 駕駛者能隨意將自動變速箱高速檔強迫換低速檔行駛，使車輛獲得較大的加速力的閥機構是 (A) 速控閥 (B) 踢低閥 (C) 手控閥 (D) 調壓閥。
- () 21. 以下所述手動變速箱與自動變速箱之論點，何者不相關連？ (A) 手動變速之離合器與自動變速之接合器相當，同為動力傳輸機構 (B) 手動變速之滑動齒輪與自動變速之行星齒輪相同，同為變速機構 (C) 兩者之操作桿相當，同為排檔桿 (D) 手動變速之同步器與自動變速液壓自動器相當，同為等速調節裝置。
- () 22. 關於自動排檔操縱桿之選擇位置，下列何者有誤？ (A) N 為空檔 (B) R 為倒車時使用 (C) L 為低速時使用 (D) H 為高速時使用。
- () 23. 自動變速箱最容易損壞的配件是 (A) 制動帶和速控器 (B) 制動帶和控制閥 (C) 離合器和速控器 (D) 離合器和制動帶。
- () 24. 自動變速箱中之行星齒輪組是，直接受控制於 (A) 伺服機構 (B) 液壓接合器 (C) 軸控活門 (D) 制動帶或多片式離合器。
- () 25. 液壓自動變速箱之調速器作用力是來自 (A) 輸出軸 (B) 後油泵 (C) 加速踏板 (D) 軸控活門。
- () 26. 液壓自動變速箱中，液壓油路之變化除受調速桿（排檔）之控制外，還受 (A) 加速踏板 (B) 多片式離合器 (C) 制動帶 (D) 行星齒輪 之控制。
- () 27. 下列何者不是自動變速箱的主要構成元件 (A) 液體扭力變換接合器 (B) 釋放叉 (C) 行星齒輪組 (D) 液壓控制系統。

- () 28. ECVT (電磁式無段自動變速) 之無段乃因為 (A) 改變齒數比 (B) 改變帶輪距離 (C) 改變帶輪比 (D) 改變鋼帶總長度。
- () 29. 裝有自動變速箱的車輛，於長途下陡坡行駛時，檔位應選擇在 (A) P (B) R (C) L (D) D 檔。
- () 30. 傳動軸是由 (A) 中空鐵管 (B) 中空銅管 (C) 中空鋼管製成的。
- () 31. 針軸承 (Needle bearing) 常見於傳動軸之 (A) 鋼珠軸承 (B) 滑動接頭 (C) 鋼珠萬向節 (D) 十字萬向接頭。
- () 32. 下列何者屬於不等速萬向接頭 (A) 一字軸型 (B) 球驅動型 (C) 彈性接頭型 (D) 以上均是。
- () 33. 傳動軸常配置於 (A) 變速箱與最終減速裝置之間 (B) 離合器與變速箱之間 (C) 離合器與差速器之間 (D) 引擎與離合器之間。
- () 34. 傳動軸傳輸動力時常因高速之旋轉而生震動，使其產生震動之轉速稱為 (A) 最高轉速 (B) 最低轉速 (C) 臨界轉速 (D) 安全轉速。
- () 35. 傳動軸可以上下擺動但長短 (A) 可以伸縮 (B) 不可伸縮 (C) 不一定 (D) 只能伸縮而長短不能改變。
- () 36. 傳動軸其兩端之萬向節軛 (叉) 必須 (A) 在同一平面上 (B) 相互垂直 (C) 任意位置均可 (D) 依傳動軸長短而定。
- () 37. 全浮式後車軸通常被運用於 (A) 大型客貨車 (B) 輕型車輛 (C) 小客車 (D) 小貨車。
- () 38. 半浮式後軸之外面的軸承是裝在 (A) 後軸上 (B) 後軸殼上 (C) 煞車鼓上 (D) 後軸及後軸殼上均要裝。
- () 39. 獨立式後輪懸吊系統，其後軸均採用 (A) 全浮式 (B) 半浮式 (C) 非浮式 (D) 擺動式。
- () 40. 汽車行駛時，差速器內盆形齒輪轉速為 1000 rpm，已知左輪轉速 500 rpm，則右輪轉速為 (A) 500 (B) 1000 (C) 1500 (D) 2000 rpm。
- () 41. 車輛在直線前進時差速小齒輪係 (A) 僅在差速小齒輪軸上自轉 (B) 僅隨著盆形齒輪轉動而不自轉 (C) 即自轉又隨著盆形齒輪旋轉 (D) 固定不動。
- () 42. 最後傳動總成如裝有防滑系統機構係裝置於 (A) 盆形齒輪 (B) 角尺齒輪 (C) 差速小齒輪 (D) 邊齒輪。
- () 43. 全浮式後軸的軸承是裝在 (A) 後軸上 (B) 煞車鼓上 (C) 後軸殼上 (D) 差速器邊齒輪上。
- () 44. 目前小型車輛使用最多之後軸型式是 (A) 全浮式 (B) 半浮式 (C) 3/4 浮式 (D) 固定式。

- () 45. 目前使用最多之最終傳動齒輪是 (A)直齒式 (B)螺旋式 (C)內擺線式 (D)蝸齒輪式。
- () 46. 傳動軸萬向接頭的功用 (A)增加傳達扭力 (B)減少傳動時的空隙 (C)防止傳動軸擺動 (D)適應各種道路情況，便能順利傳輸動力。
- () 47. 下列那一種型式之後軸其內端不承受車輛的重量 (A)全浮式 (B)半浮式 (C)3/4 浮式 (D)以上均不承受。
- () 48. 普通小客車之最終減速比約為 (A)3~5:1 (B)5~8:1 (C)3~11:1 (D)11~12:1。

貳、丙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 小型車輛目前最廣泛被採用的離合器型式是 (A)圈狀彈簧式 (B)膜片彈簧式 (C)半離心力式 (D)冠狀彈簧式。
- () 2. 膜片式離合器膜片彈簧之功用相當於 (A)圈狀彈簧 (B)釋放桿 (C)壓板彈簧 (D)釋放桿及圈狀彈簧。
- () 3. 離合器片中心周圍的彈簧，其作用為 (A)增加強度 (B)減少磨擦 (C)減少響聲 (D)減震。
- () 4. 離合器的功用是駕駛者按所需的路況，將引擎動力與變速箱 (A)分離 (B)接合 (C)分離及接合 (D)停止 的裝置。
- () 5. 液壓離合器所使用之液壓油是 (A)黃油 (B)煞車油 (C)自動變速箱油 (D)機油。
- () 6. 踩下離合器踏板時，引擎動力沒有傳到那一機件？ (A)飛輪 (B)離合器壓板 (C)離合器片 (D)釋放軸承。
- () 7. 離合器嚮導軸承是裝在 (A)離合器片中心 (B)離合器壓板中心 (C)曲軸中心 (D)變速箱前端。
- () 8. 離合器片自然磨耗時，其踏板之自由行程 (Free Travel) (A)變小 (B)變大 (C)不變 (D)不一定。
- () 9. 液體扭力變換接合器中那一部分為變速箱之輸入部分 (A)Turbine (B)Impeller (C)Stator (D)Fly Wheel。
- () 10. 下列何種機件不屬於離合器之操作機件 (A)釋放槓桿 (B)釋放叉 (C)嚮導軸承 (D)釋放軸承。
- () 11. 離合器作用時引擎動力傳輸順序是 (A)飛輪→壓板→離合器片→離合器軸 (B)飛輪→離合器片→壓板→離合器軸 (C)壓板→離合器片→飛輪→離合器軸 (D)離合器片→飛輪→壓板→離合器軸。
- () 12. 離合器片磨損變薄後，則離合器踏板空檔間隙會 (A)變小 (B)不改變

- (C)變大 (D)可能變小亦可能變大。
- () 13. 未踩下離合器踏板時，一般離合器釋放軸承 (A)隨釋放叉轉動 (B)不轉動 (C)隨離合器軸轉動 (D)隨引擎轉動。
- () 14. 離合器踏板的自由行程過大時 (A)換檔困難 (B)打滑 (C)離合器片易磨損 (D)壓板易磨損。
- () 15. 齒輪系中，齒輪轉速較慢者，意即扭力 (A)較小 (B)不變 (C)較大 (D)無關。
- () 16. 同步式手動變速箱的銅錐環磨損時會造成 (A)異音 (B)失速 (C)跳檔 (D)排檔困難。
- () 17. 一般汽車手動變速箱之操縱方式為 (A)循環式 (B)晉級式 (C)選擇式 (D)非循環式。
- () 18. 引擎動力是由 (A)主軸 (B)副軸 (C)離合器軸 (D)倒檔軸 傳輸到手動變速箱。
- () 19. 為防止手動變速箱在排檔時，同時使兩個檔位齒輪嚙合，其所用之機構為 (A)滑動機構 (B)定位機構 (C)連鎖機構 (D)同步機構。
- () 20. 直接傳動時，變速箱中 (A)副軸仍然轉動 (B)副軸不轉動 (C)主軸不轉動 (D)離合器軸不轉動。
- () 21. 標準型手動變速箱內的軸有 (A)二根 (B)三根 (C)四根 (D)五根。
- () 22. 變速箱排檔桿在空檔而離合器接合時 (A)副軸不轉動 (B)主軸轉動 (C)離合器軸不轉動 (D)副軸轉動。
- () 23. 前進 4 檔之手動變速箱，當速比為 1:1 時，則此時排檔桿位置是 (A)第 1 檔 (B)第 2 檔 (C)第 3 檔 (D)第 4 檔。
- () 24. 手動變速箱以轉數比 1:1 檔位行駛時，變速箱主軸之轉速和 (A)副軸 (B)離合器軸 (C)惰軸 (D)倒車軸 相同。
- () 25. 前進 3 檔標準手動變速箱，其第 2 檔的動力傳遞程序是 (A)驅動齒輪→第 2 檔齒輪→主軸 (B)驅動齒輪→主軸→第 2 檔齒輪 (C)驅動齒輪→第 2 檔齒輪→主軸→輸入軸 (D)驅動齒輪→副軸齒輪→第 2 檔齒輪→主軸。
- () 26. 同步齒輪式手動變速箱，各檔的嚙合作用主要是靠 (A)副軸上的離合小齒輪 (B)同步齒輪與同步齒套接合 (C)犬齒接合器 (D)行星齒輪傳動作用。
- () 27. 手動變速箱中的主動軸為 (A)主軸 (B)離合器軸 (C)副軸 (D)倒檔軸。
- () 28. 護油圈裝上軸之前 (A)應加機油或黃油 (B)應加汽油 (C)應加煤油 (D)不可加油。

- () 29. 液體扭力變換接合器使用於 (A)普通變速箱 (B)手動變速箱 (C)自動變速箱 (D)同步式手動變速箱。
- () 30. 在行星齒輪系中，不包括下列何種齒輪？ (A)環齒輪 (B)太陽齒輪 (C)螺旋齒輪 (D)行星小齒輪。
- () 31. 行星齒輪組在自動變速箱中的功用是 (A)提供適當之齒輪比 (B)產生液壓以作用制動帶及離合器 (C)將引擎與液體接合器連結在一起 (D)變速箱變速時提供緩衝作用。
- () 32. 引擎之轉速為 1500 rpm，液體扭力變換器之被動葉輪之轉速為 900 rpm 則其滑差為 (A) 30% (B) 40% (C) 66% (D) 70%。
- () 33. 自動排檔的汽車，可以起動引擎的選擇位置是在 (A) N 檔 (B) P 檔 (C) N 檔及 P 檔 (D) N、P 及 D 檔。
- () 34. 行星齒輪組之太陽齒輪與行星架鎖在一起時，產生 (A)大減速 (B)小減速 (C)直接傳動 (D)空檔。
- () 35. 行星齒輪組之行星架固定，太陽齒輪主動，環輪被動則產生 (A)倒車減速 (B)直接傳動 (C)倒車加速 (D)空檔。
- () 36. 自動變速箱的手控閥的作用是 (A)配合車速調整液壓 (B)配合引擎需要調整液壓 (C)供駕駛者選擇行駛範圍 (D)使離合器與制動帶作用平穩。
- () 37. 駕駛自動變速箱的車輛，於下長坡行駛時，排檔桿檔位應選擇在 (A) P (B) D (C) N (D) L。
- () 38. 行星齒輪最常被應用於 (A)差速器 (B)自動變速箱 (C)轉向機構 (D)傳動軸。
- () 39. 有一簡單行星齒輪系，太陽輪齒數為 25，環齒輪齒數為 50，若太陽齒輪固定，動力由環齒輪輸入，行星架輸出，則其減比為若干？ (A) 1:1 (B) 1.5:1 (C) 2:1 (D) 2.5:1。
- () 40. 電磁式無段自動變速 (ECVT) 之無段是因為 (A)改變帶輪比 (B)改變鋼帶總長度 (C)改變齒輪比 (D)改變帶輪距離。
- () 41. 一般自動變速箱內的油泵大都是何種型式？ (A)離心式 (B)葉片式 (C)齒輪內接式 (D)往復式。
- () 42. 車輛裝用超速傳動 (Over Drive) 裝置的主要功用 (A)高速行駛時降低引擎轉速以延長引擎使用壽命 (B)超車用 (C)使引擎在任何轉速下傳動軸轉速比引擎快 (D)使引擎轉速增快。
- () 43. FR 式車輛，為配合變速箱與差速器間距離的變化，在傳動軸設計有 (A)萬向接頭 (B)滑動接頭 (C)傳動接頭 (D)中心軸承。

- () 44. 傳動軸上萬向接頭的功用為 (A)配合傳動軸的角度變化 (B)增加傳動軸的扭力 (C)配合傳動軸的長度變化 (D)改變傳動軸之轉動方向。
- () 45. 萬向接頭之十字軸與軸承換新時 (A)只需換十字軸 (B)只需換軸承 (C)任意更換其中一件 (D)兩者同時更換。
- () 46. 傳動軸製成空心的主要目的 (A)轉速較快 (B)比較堅固 (C)能承受較大扭力 (D)容易固定。
- () 47. FR 式車輛之傳動軸通常是裝於下列何者之間 (A)引擎與離合器之間 (B)變速箱與最終減速裝置之間 (C)離合器與變速箱之間 (D)離合器與差速器之間。
- () 48. FF 式車輛每根驅動軸上使用 (A)一個等速萬向接頭 (B)一個不等速萬向接頭 (C)二個等速萬向接頭 (D)二個不等速萬向接頭。
- () 49. FF 式車驅動軸上內側靠近變速箱之萬向接頭為 (A)三角接頭式 (B)球驅動式 (C)十字軸式 (D)軸軛式。
- () 50. 配合後輪上下跳動時之變速箱與差速器之間的距離變化，傳動軸設有 (A)萬向接頭 (B)滑動接頭 (C)傳動接頭 (D)中心軸承。
- () 51. 最後傳動可將傳動方向改變 (A) 90 度 (B) 180 度 (C) 270 度 (D) 360 度。
- () 52. 最終傳動之盆形齒輪為 42 齒，角尺齒輪為 7 齒，其減速比為 (A) 1:1 (B) 6:1 (C) 7:1 (D) 8:1。
- () 53. 使差速器發生差速作用的力量來自 (A)加力箱 (B)差速小齒輪 (C)邊齒輪 (D)車輪。
- () 54. 全浮式後軸的軸承是裝在 (A)後軸上 (B)後軸殼上 (C)煞車鼓上 (D)邊齒輪上。
- () 55. 普通大貨車之後軸 (A)均採用全浮式 (B)均採用半浮式 (C)均採用 3/4 浮式 (D)以上三種均採用。
- () 56. 半浮式後軸車輛，其輪胎螺絲是連接輪胎鋼圈與 (A)煞車鼓及後軸殼 (B)煞車鼓及後軸 (C)煞車鼓及煞車盤 (D)煞車盤與後軸殼。

參、乙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 位於引擎飛輪與離合器壓板間的主要組件為 (A)離合器片 (B)膜片彈簧 (C)離合器釋放叉 (D)離合器釋放軸承。
- () 2. 手動變速箱之離合器片會過快磨損的可能原因為 (A)壓板彈簧彈力過強 (B)液壓油管中有空氣 (C)釋放軸承缺油 (D)離合器踏板自由間隙不足。

- () 3. 車輛起步時，正確操作離合器宜 (A)快踩慢放 (B)慢踩快放 (C)快踩快放 (D)慢踩慢放。
- () 4. 手動變速箱之離合器液壓操縱機構中所使用之油為 (A) SAE-30 號機油 (B)齒輪油 (C)煞車油 (D)液壓油。
- () 5. 手動變速箱之離合器片磨損變薄後會 (A)換檔操作困難 (B)引擎與變速箱動力分離不良 (C)離合器自由踏板間隙變大 (D)離合器踏板自由間隙變小。
- () 6. 有關「液體扭力變換接合器」之敘述，下列何者正確？ (A)由引擎動力驅動的主動葉輪可被稱為泵 (Pump) (B)輸出動力的被動葉輪可被稱為渦輪 (Turbine) (C)不動葉輪 (或稱固定葉輪) 永遠與主動葉輪作反向轉動 (D)不動葉輪 (或稱固定葉輪) 允許與主動葉輪作同向轉動。
- () 7. 有關液體扭力轉換器之敘述，下列何者正確？ (A)轉速比 (被動葉輪/主動葉輪) = 0 時，扭力轉換率最小 (B)液體扭力轉換器在離合點 (接合點) 之後，沒有扭力增值之效果 (C)液體扭力轉換器在離合點 (接合點) 之前，被動葉輪輸出扭力會大於引擎輸入扭力 (D)液體扭力轉換器內之定子不會旋轉。
- () 8. 液體接合器之葉輪中央裝有內管其功用是 (A)使扭力增加 (B)消除液壓所產生渦流並減少動力損失 (C)使油液容，易冷卻 (D)油液流速增快。
- () 9. 液體接合器之主、被動葉輪中的葉片數目不相等，距離亦不同，主要可減少 (A)渦流 (B)干擾 (C)摩擦 (D)共振。
- () 10. 自動變速箱中之液體扭力變換器的構造 下列何者為正確 (A)無固定葉輪 (B)有一組行星齒輪 (C)大小直徑與液體接合，器不同 (D)有主動葉輪，被動葉輪和固定葉輪。
- () 11. 下列有關液體扭力變換器的敘述何者為錯誤？ (A)滑差 100%時扭力比最大 (B)鎖定離合器作用時滑差為 0% (C)無鎖定離合器機構者，傳遞效率最多約達 96% (D)所謂接合點 (couple point) 是指不動葉輪會開始隨著油液方向轉動的位置，其速度比為 1。
- () 12. 在 A/T 扭力轉換器內部之定葉輪 (Stator)，其功用為 (A)降低引擎輸出扭力 (B)功能與離合器類似 (C)增加引擎輸出扭力 (D)防止主、被動葉輪傳動滑差。
- () 13. 車輛引擎必須配備變速箱之主要原因 (A)引擎扭力變化範圍太大 (B)引擎扭力變化範圍太小 (C)引擎馬力變化範圍太大 (D)引擎熱能變

化範圍太大。

- () 14. 手動變速箱之離合器在接合狀態變速箱位於空檔，此時 (A) 主軸轉動 (B) 離合器軸不轉動 (C) 副軸不轉動 (D) 副軸轉動。
- () 15. 手動變速箱之離合器殼下有一孔，其作用除了可做調整離合器釋放槓桿之高度外並可做為 (A) 漏機油用 (B) 通氣用 (C) 清潔用 (D) 潤滑用。
- () 16. 手動變速箱使用下列哪種齒輪可以使換檔容易、扭力傳輸平穩，齒輪不易崩損？ (A) 正齒輪 (B) 螺旋齒輪 (C) 斜齒輪 (D) 內齒輪。
- () 17. 設手動變速箱離合器齒輪 15 齒，副軸齒輪 30 齒，副軸第 1 檔齒輪 14 齒，主軸第 1 檔齒輪 28 齒則主軸減速比 (A) 4 : 1 (B) 3 : 1 (C) 3.5 : 1 (D) 1 : 1。
- () 18. 手動變速箱動力傳送順序 (A) 離合器軸→主軸→副軸→傳動軸 (B) 主軸→副軸→離合器軸→傳動軸 (C) 離合器軸→副軸→傳動軸→主軸 (D) 離合器軸→副軸→主軸→傳動軸。
- () 19. 設 1. 表示離合器軸齒輪，2. 表示主軸，3. 表示主軸 1 檔齒輪，4. 表示惰輪，5. 表示副軸齒輪，6. 表示副軸倒檔齒輪，7. 表示傳動軸，則倒檔時之動力傳動順序為 (A) 1264357 (B) 1564327 (C) 1246537 (D) 1543627。
- () 20. 手動變速箱副軸之止推墊片磨耗時，會影響下列何者？ (A) 縱向間隙 (B) 齒隙 (C) 背隙 (D) 軸向間隙。
- () 21. 手動變速箱為避免使二組齒輪同時嚙合導致齒輪受損，故裝有一組 (A) 定位機構 (B) 同步機構 (C) 連鎖機構 (D) 等速，銅錐體。
- () 22. 直接傳動時，手動變速箱中的副軸 (A) 不轉 (B) 與離合器軸轉動方向相同 (C) 與離合器軸轉動方向相反 (D) 任意轉。
- () 23. 下列何者不是手動變速箱同步器的功用？ (A) 避免換檔時，齒輪撞擊 (B) 利用摩擦，使齒輪及銅錐環以相同速度迴轉 (C) 將檔位齒輪連接於主軸齒殼上 (D) 直接連接換檔滑軌。
- () 24. 手動變速箱之離合器片上有數個螺旋彈簧其目的是 (A) 吸收張力衝擊 (B) 吸收壓力衝擊 (C) 吸收扭轉衝擊 (D) 切離容易。
- () 25. 手動變速之 FR 車輛當排入倒檔時，副軸轉動方向為何？ (A) 與排入前進檔相同 (B) 與排入前進檔相反 (C) 不轉動 (D) 視前進檔位而定。
- () 26. 車輛裝用超速傳動其目的是為了 (A) 超車用 (B) 使引擎轉速更高馬力更大 (C) 使車輛在高速行駛時傳動軸比引擎轉得快 (D) 使引擎在任何轉速時傳動軸比引擎轉得快。

- () 27. 手動變速箱換檔機構，如右圖所示之鋼珠主要目的為何？ (A)換檔時調速作用 (B)防止兩組變速齒輪同時嚙合 (C)防止因震動而產生跳檔 (D)減少排檔桿換檔時產生震動。
- () 28. 行星齒輪系中之太陽齒輪固定，環齒輪主動，行星齒輪架被動，此系統傳動狀態為 (A)大減速 (B)小減速 (C)大加速 (D)直接傳動。
- () 29. 將行星齒輪系之任何兩齒輪鎖在一起，產生 (A)大加速 (B)直接傳動 (C)大減速 (D)小減速。
- () 30. 自動變速箱之變速比產生於下列哪一部分？ (A)液體接合器 (B)控制盒 (C)行星齒輪組 (D)前後泵。
- () 31. 單行星齒輪組之行星齒輪架固定，太陽齒輪主動，環齒輪被動，則產生 (A)直接傳動 (B)倒車加速 (C)倒車減速 (D)空檔。
- () 32. 環齒輪、太陽齒輪、行星小齒輪之齒數分別為 60、40、10，現將行星齒輪架固定，以環齒輪為輸入軸，太陽齒輪為輸出軸，若輸出軸的扭力為 18 kg-m，則輸入軸之扭力為多少 kg-m？ (A) 9 (B) 12 (C) 18 (D) 27。
- () 33. 在自動變速箱中，直接控制制動帶伺服機構液壓的是 (A)調速器或手動控制閥 (B)液壓泵 (C)液壓調節器 (D)液體扭力變換器。
- () 34. 車輛無段變速箱 (CVT) 其改變速比的方式是改變 (A)齒輪的齒數比 (B)帶輪的直徑比 (C)液壓調節量 (D)電磁線圈的通電比。
- () 35. 前輪驅動車輛所使用萬向接頭為何種型式？ (A)十字軸型 (B)耳軸型 (C)等速型 (D)撓性型。
- () 36. 不等速萬向接頭的轉動波動變化由兩個萬向接頭來抵消，因此兩個萬向節端又必須裝置成 (A)互成 90° (B)同一平面 (C)互成 60° (D)互成 45° 。
- () 37. 傳動軸傳輸動力時常因高速之旋轉而生振動，使其產生振動之轉速稱為 (A)最高轉速 (B)最低轉速 (C)臨界轉速 (D)安全轉速。



解答

壹、實力測驗

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. | (D) | 2. | (D) | 3. | (C) | 4. | (D) | 5. | (C) | 6. | (A) | 7. | (B) | 8. | (B) |
| 9. | (C) | 10. | (B) | 11. | (B) | 12. | (C) | 13. | (B) | 14. | (C) | 15. | (B) | 16. | (D) |
| 17. | (C) | 18. | (D) | 19. | (B) | 20. | (B) | 21. | (D) | 22. | (D) | 23. | (D) | 24. | (D) |
| 25. | (A) | 26. | (A) | 27. | (B) | 28. | (C) | 29. | (C) | 30. | (C) | 31. | (D) | 32. | (D) |
| 33. | (A) | 34. | (C) | 35. | (A) | 36. | (A) | 37. | (A) | 38. | (A) | 39. | (D) | 40. | (C) |
| 41. | (B) | 42. | (D) | 43. | (C) | 44. | (B) | 45. | (C) | 46. | (D) | 47. | (D) | 48. | (A) |

貳、丙級題庫 (2016 公告)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. | (B) | 2. | (D) | 3. | (D) | 4. | (C) | 5. | (B) | 6. | (C) | 7. | (C) | 8. | (A) |
| 9. | (A) | 10. | (C) | 11. | (A) | 12. | (A) | 13. | (B) | 14. | (A) | 15. | (C) | 16. | (D) |
| 17. | (C) | 18. | (C) | 19. | (C) | 20. | (A) | 21. | (C) | 22. | (D) | 23. | (D) | 24. | (B) |
| 25. | (D) | 26. | (B) | 27. | (B) | 28. | (A) | 29. | (C) | 30. | (C) | 31. | (A) | 32. | (B) |
| 33. | (C) | 34. | (C) | 35. | (A) | 36. | (C) | 37. | (D) | 38. | (B) | 39. | (B) | 40. | (A) |
| 41. | (C) | 42. | (A) | 43. | (B) | 44. | (A) | 45. | (D) | 46. | (C) | 47. | (B) | 48. | (C) |
| 49. | (A) | 50. | (B) | 51. | (A) | 52. | (B) | 53. | (D) | 54. | (B) | 55. | (A) | 56. | (B) |

參、乙級題庫 (2016 公告)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-------|-----|-----|
| 1. | (A) | 2. | (D) | 3. | (A) | 4. | (C) | 5. | (D) | 6. | (A/B) (D) | 7. | (B/C) | 8. | (B) |
| 9. | (D) | 10. | (D) | 11. | (D) | 12. | (C) | 13. | (B) | 14. | (D) | 15. | (B) | 16. | (C) |
| 17. | (A) | 18. | (D) | 19. | (B) | 20. | (D) | 21. | (C) | 22. | (C) | 23. | (D) | 24. | (C) |
| 25. | (A) | 26. | (C) | 27. | (C) | 28. | (B) | 29. | (B) | 30. | (C) | 31. | (C) | 32. | (D) |
| 33. | (A) | 34. | (B) | 35. | (C) | 36. | (B) | 37. | (C) | | | | | | |

筆記欄

NOTES

3-1-1 懸吊系統之功用

車輛行駛中，由於路面的不平，車輪產生上下跳動，此跳動藉懸吊彈簧的變形而吸收，使車架及車身得以平穩，提高乘坐舒適性及行駛的安全性。

3-1-2 懸吊系統之種類

整體式懸吊系統（參圖 3-1）

1. 整體式懸吊系統係將左右兩輪安裝在一根輪軸上，在輪軸與車架之間以懸吊彈簧連接，此式大多使用在大型車輛。

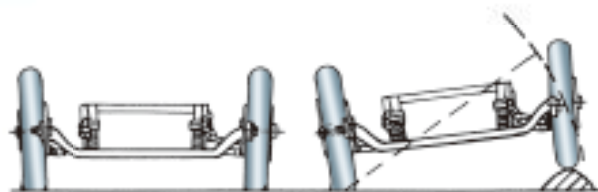


圖 3-1 整體式懸吊系統 (Automechanics fundamentals)

2. 優點
 - (1) 構造簡單，故障少。
 - (2) 強度大，能負重載。
 - (3) 保養修護較容易。
3. 缺點
 - (1) 彈簧彈性強，易顛簸，乘坐舒適性較差。
 - (2) 若一輪跳起，車身易傾斜，高速安定性差。

獨立式懸吊系統（參圖 3-2）

1. 左右車輪分別以懸吊彈簧連接在車架之兩側，能因地面不平而獨立跳動，其車架之平穩性較佳，大多使用在小型車或乘用車（載客用）。
2. 優點
 - (1) 彈性柔軟，乘坐舒適。

- (2) 高速行駛，安定性佳。
3. 缺點
- (1) 構造複雜，成本高。
 - (2) 連接部位多，故障多。
 - (3) 前輪受劇烈衝擊時，定位角度易受影響。

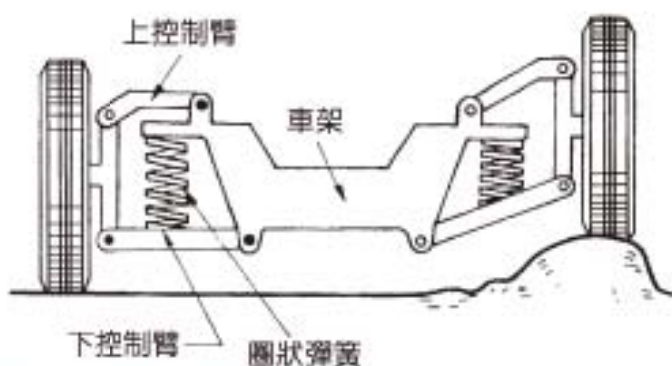


圖 3-2 獨立式懸吊系統 (Automechanics fundamentals)

3-1-3 車架

車架(Frame)又稱大樑，是汽車引擎、傳動系統、轉向系統、懸吊系統及車身等各機件的安裝架，必須承載全身重量；支持起步、煞車及轉向時傾斜的反作用力；承受路面不平的衝擊應力等，故車架必須具有強度大、重量輕的特性。

車架的種類

汽車的車架因車輛的用途、引擎之位置、驅動輪位置及懸吊裝置之不同而有很大的區別，今將之歸列為下列數種：

1. 梯子型車架 (或稱 H 型車架) (參圖 3-3)：梯子型車架由兩支縱向大樑及數支橫樑所組成，用鉚釘或焊接組合，此式構造簡單，強度大，為大型車所常用。
2. X 型車架 (參圖 3-4)：此式兩側的縱樑成 X 型，並以數支橫樑連接，一般用於小型車。
3. 脊椎骨型車架 (參圖 3-5)：此式以一圓形鋼管為中心，再焊接數支橫樑及固定架，因生產不易，較少採用。
4. 平台型車架 (參圖 3-6)：先以縱樑為骨架，再以鋼板連接，形成汽車之底板，此式強度大，不易變形，用於小型車。
5. 桁架型車架 (參圖 3-7)：此式以鋼管焊成桁架型，縱向及橫向的強度大，抗扭性也大，重量輕但生產不易，僅用於跑車。

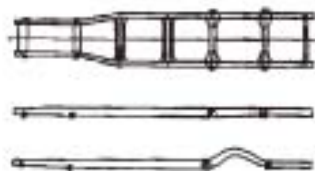


圖 3-3 梯子型車架 (自動車工學)



圖 3-4 X 型車架 (自動車工學)

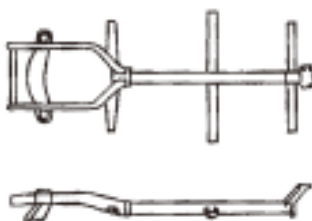


圖 3-5 脊椎骨型車架 (自動車工學)



圖 3-6 平台型車架 (自動車工學)

6. 單體式結構（或整體式車身）（參圖 3-8）

- (1) 此式係無大樑設計，車身及底板全部由鋼板衝壓成型，再以點焊（電阻焊）熔接而成，在底板上安裝引擎、傳動裝置及懸吊裝置的位置須埋入小樑以增加強度。
- (2) 因此式適合大量生產，重量輕，外力能由全部車身分散承受，故為現今小型車所採用。



圖 3-7 桁架型車架（自動車工學）



圖 3-8 單體式結構（整體式車身）（自動車工學）

3-1-4 懸吊彈簧

一 懸吊彈簧的概述

1. 懸吊彈簧位於車架與車軸之間，負擔全車重量並藉其彈性以減少震動，故必須強度大而有良好彈性，以適應各種負荷之變化。
2. 懸吊彈簧之彈性常數係依據車輛之荷重而定，通常小型車或載客用之乘用車為要求乘坐舒適大都採用彈性常數較小（柔軟）的懸吊彈簧，大型車之載重量較高，則大都採用彈性常數較大（硬）的懸吊彈簧。

二 懸吊彈簧的種類

1. 片狀彈簧（或稱鋼板彈簧或板片彈簧）

(1) 片狀彈簧的構造（參圖 3-9）

- ① 由多片長短不同的片狀鋼板重疊而成，其片數因車輛載重而定，依次縮短的鋼板彎曲度漸增，亦即愈短者彎曲度愈大。
- ② 鋼板中心穿孔以中心螺絲固定，並以 2~4 片固定夾（或稱彈簧夾或反彈夾）裝合，此固定夾的功用係當彈簧反彈時，使各片受力平均，防止第一片（主鋼板）因震動過劇而斷裂。

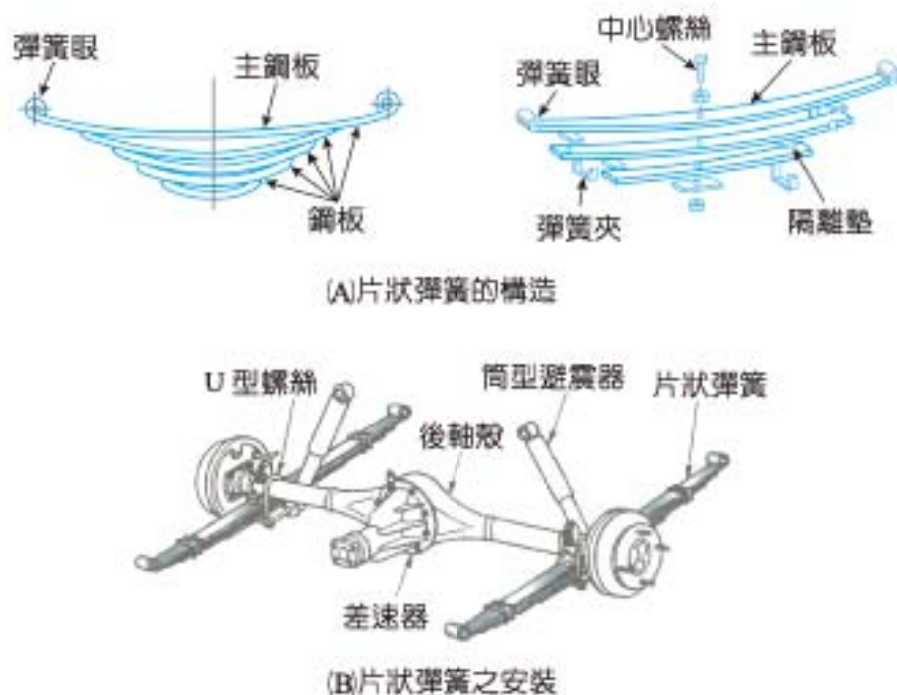


圖 3-9 片狀彈簧 (Automotive mechanics)

- ③ 主鋼板之兩端製成彈簧眼，前端以鋼板銷經吊架連接於車架；後端以吊耳（或稱釣環）連接於車架上，並以 U 形螺絲將片狀彈簧總成固定於車軸上。

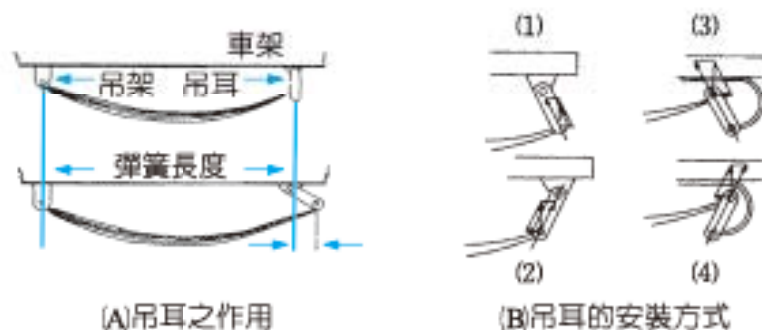


圖 3-10 片狀彈簧變形時之長度變化
(吊耳的作用) (Automotive mechanics)

- (2) 片狀彈簧之彈簧長度會因彈簧受外力變形而改變，故必須使用吊耳，以容許其長度的改變（參圖 3-10 (A)）。吊耳安裝方式有很多種（參考圖 3-10 (B)）。
- (3) 吊耳的種類及構造：吊耳之一端連接於吊架（固定於車架），另一端連接於彈簧眼，並以襯套隔離防止其磨損（參圖 3-11）。

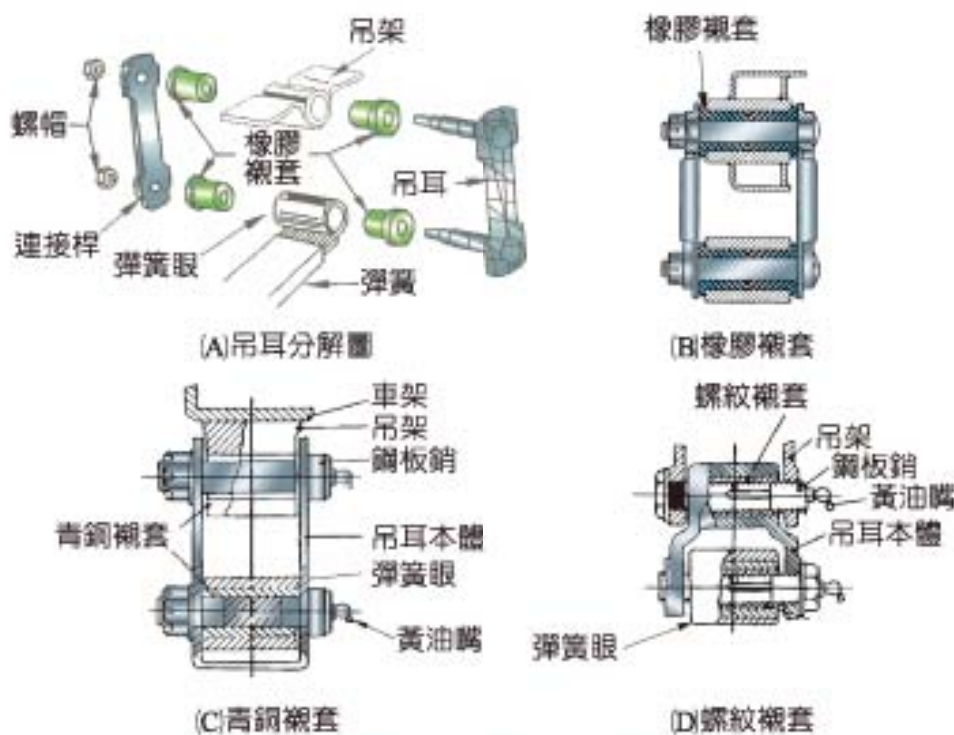


圖 3-11 吊耳及襯套 (汽車之整修與故障排除)

(4) 輔助式(或稱多段式)片狀彈簧 (參圖 3-12、3-13)

① 兩段式片狀彈簧

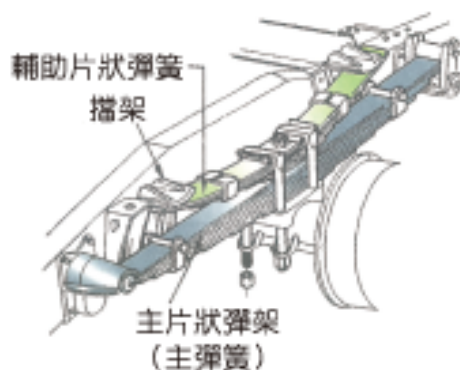


圖 3-12 兩段式片狀彈簧 (汽車學 2)



圖 3-13 多段式片狀彈簧 (自動車設計)

- (A) 某些重型車輛因載重量大，使用兩段式輔助彈簧（或稱副彈簧），以調節其彈簧常數。
- (B) 當車輛輕負荷時僅由位於下方的主彈簧（彈性常數小）負擔，使減震作用良好。
- (C) 車輛重負荷時，使位於上方的副彈簧（彈簧常數大）與車架上的擋架接觸，此時，由主彈簧與副彈簧一起負擔全車重量。

② 多段式片狀彈簧

(參圖 3-14)：
為使彈簧彈性更符合汽車負荷需要，將主片狀彈簧下方增加多片的輔助彈簧，使彈性常數曲線更趨圓滑，以提高減震效果。

$$\text{彈簧常數} = \frac{\text{負荷}}{\text{變形量}}$$

$$C = \frac{W}{L}$$

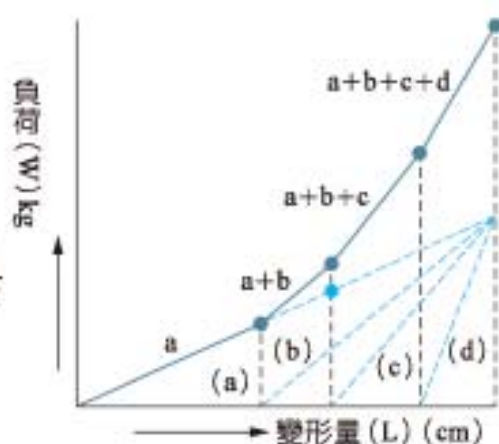


圖 3-14 多段式片狀彈簧之特性 (自動車設計)

(5) 非對稱型片狀彈簧

(參圖 3-15)：非對稱式片狀彈簧，即車輪的安裝位置並不在兩彈簧眼的中心，而是略偏到前段 (圖中 $A < B$)，如此可減少因車輛之驅動及煞車力作用在彈簧上之彎

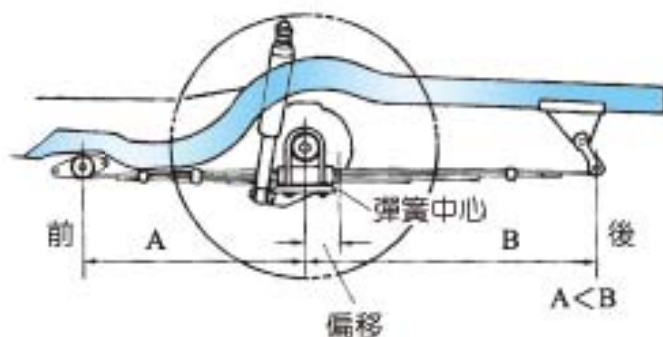


圖 3-15 非對稱型片狀彈簧 (汽車之整修與故障排除)

曲力；並可避免彈簧之震動；並以提高高速行駛時之穩定性。

2. 圈狀彈簧 (或稱螺旋彈簧) (參圖 3-16)

- (1) 圈狀彈簧以彈簧鋼捲成螺旋狀，為目前獨立懸吊系統所常用的彈簧。
- (2) 此式因無法承受側向推力，因此無法傳輸車輛的推進力，故須加裝控制臂 (半徑桿)，推進裝置較為複雜，但因彈性較佳，減震效果較片狀彈簧為優，為轎車所採用。



圖 3-16 圈狀彈簧 (自動車設計)

- (3) 為使圈狀彈簧彈性能隨負荷而變化，有些車輛採用錐形彈簧，即線徑大小不一的排列變化 (參圖 3-17)。

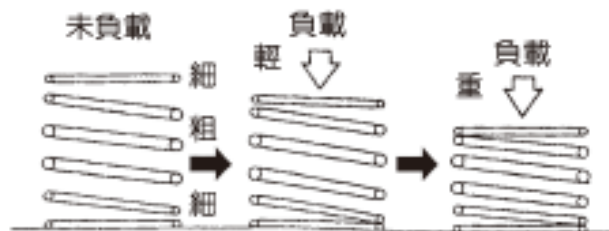


圖 3-17 錐形圈狀彈簧 (自動車設計)

3. 扭桿彈簧 (參圖 3-18)

- (1) 利用撓性鋼桿的彈性，以產生減震作用。扭桿之一端固定於車架上，另一端則連接在轉動臂上。當車輪上下跳動時，扭桿受到扭轉，在彈性限

度內產生緩衝減震作用。

(2) 此式構造簡單，佔位空間小，重量輕，亦為小型車所採用。

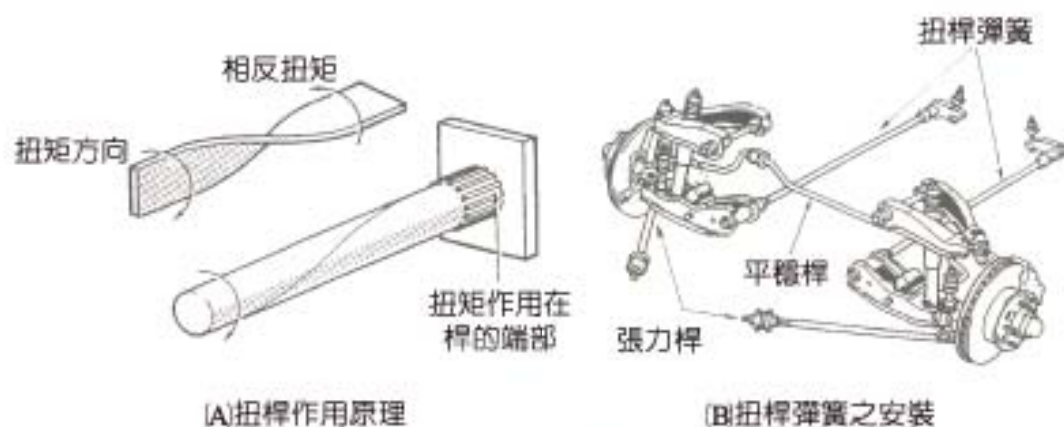


圖 3-18 扭桿彈簧 (Automotive mechanics)

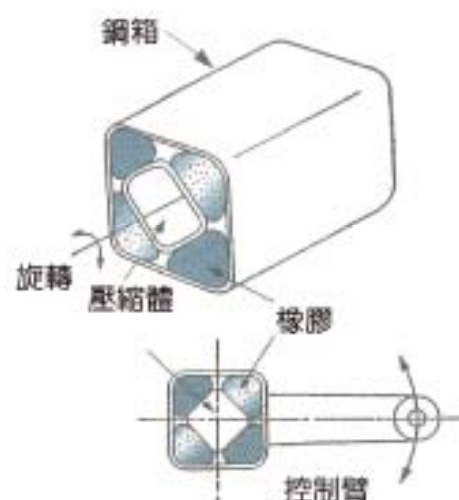


圖 3-19 橡膠彈簧 (三級自動車シャーシ)



圖 3-20 扭桿與圈狀彈簧之複合彈簧 (三級自動車シャーシ)

4. 橡膠彈簧 (參圖 3-19)：橡膠由鋼箱包覆，固定於車架上；橡膠中間以凸輪式壓縮體與上控制臂連接。當車輛跳動時，使橡膠受到壓縮減震。此式因強度有限，僅輕負載的小型車所採用。
5. 複合彈簧 (參圖 3-20、3-21)：複合彈簧即將兩種不同的懸吊彈簧組合使用，猶如兩段式輔助彈簧之作用。
6. 空氣彈簧

(1) 空氣彈簧之構造 (參圖 3-22)：空氣彈簧主要由儲氣箱、平位閥 (或稱為水平活門) 及氣囊 (或稱空氣摺箱) 所組成。平位閥係固定於車架上，以搖臂控制其活門的開閉，並以連接桿與車軸相接。平位閥用以隨車輛負荷大小而自動調節氣囊中的空氣壓力 (重負荷時空氣壓力高，反之亦然)。

(2) 空氣彈簧

- ① 空氣為可壓縮性，彈性佳，氣囊中的空氣壓力，可隨負荷高低自動調節，車身高度即能保持不變。
- ② 此式大多應用於高級大客車上。

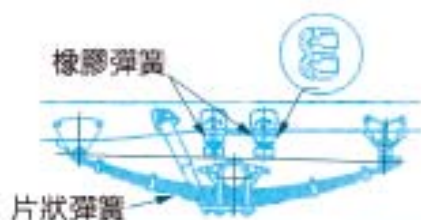


圖 3-21 橡膠與片狀彈簧之複合彈簧
(三級自動車シャーシ)

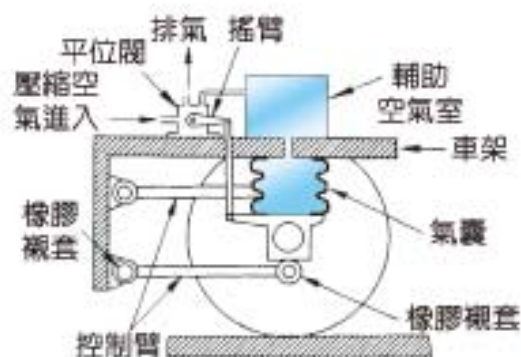
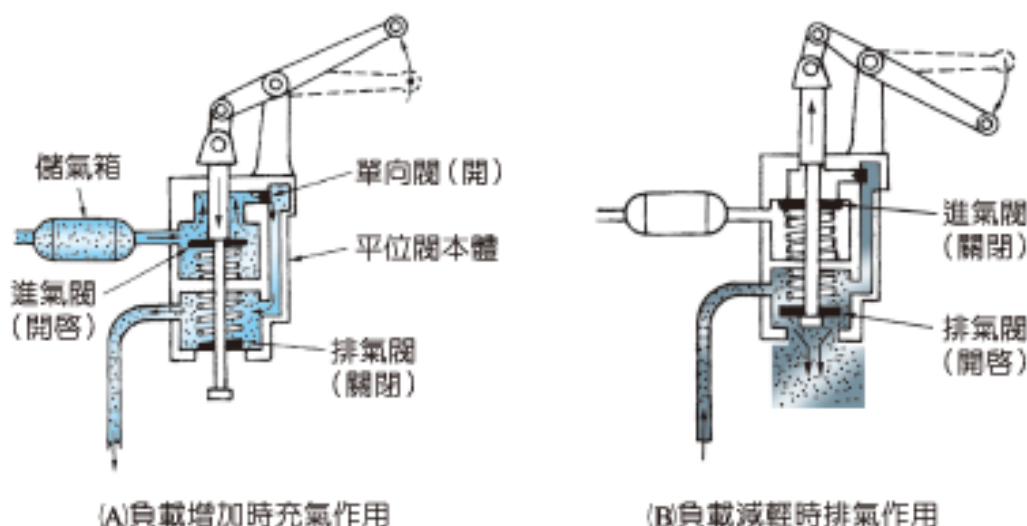


圖 3-22 空氣彈簧 (三級自動車シャーシ)

(3) 空氣彈簧之平位閥的作用 (參圖 3-23)

- ① 當車輛負載增加時：當車輛負載增加，使車架下降時，平位閥本體也下降，搖臂使控制桿將進氣閥打開，儲氣箱內的壓縮空氣經上室、進氣閥、單向閥、下室到氣囊，以增加氣囊內之壓力，使彈性加強，並可使氣囊伸張，以便將車架升高，恢復原來高度。



(A) 負載增加時充氣作用

(B) 負載減輕時排氣作用

圖 3-23 空氣彈簧平位閥之作用 (自動車工學)

- ② 當車輛負載減輕時：當車輛負載減輕，使車架上升時，平位閥之搖動臂上提，使控制桿將排氣閥打開，使氣囊中的氣壓放出，車架下降，

又恢復原來高度。

(4) 空氣彈簧之優、缺點

① 優點

- (A) 氣囊彈性能隨負載而自動調整，彈性良好，乘坐舒適。
- (B) 車身的高度，無論負載的增減，均能保持一定。
- (C) 氣囊具有高頻率的震動絕緣性，能防止噪音。

② 缺點

- (A) 須有複雜的氣壓管路，構造複雜，故障多。
- (B) 若無壓縮空氣，則無法繼續行駛。
- (C) 維護保養費用較高。

3-1-5

避震器的功用

一 避震器的功用

避震器裝在車架與車軸（車輪）之間，用以緩和彈簧因壓縮或復原時所產生的餘震。參圖 3-24 為車輪行進中，過不平路面所引起的車架彈動情形，若裝置避震器即能使車架（車身）趨於平穩。

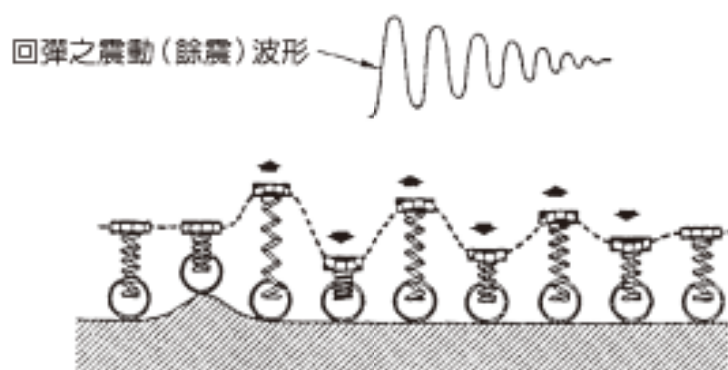


圖 3-24 懸吊彈簧之餘震 (Automechanics fundamentals)

二 避震器原理

1. 避震器的原理係利用液體通過小孔（或彈力較大的單向閥），使液體之流動受阻，阻力愈大者避震效果愈佳，例如：病人打針之注射針筒，欲將藥水通過針尖的小孔，活塞阻力將增大而減緩活塞的移動速度。
2. 避震器之工作流體可為氣體（用在家庭中紗門的自動關門器）及液體，現今車輛大都採用液體（避震器油）為工作流體，亦即液壓式避震器。

避震器的種類

| 大分類 | 小分類 | 說明 | 用途 |
|-----------|----------------|--|--------------------|
| 一、依作用分類 | 1. 單作用式 | 僅在彈簧反彈才發生避震作用。 | 用於彈簧高度（自由長度）較短之車輛。 |
| | 2. 雙作用式 | 在彈簧壓縮及反彈時均有避震作用。 | 用於彈簧長度較長之車輛。 |
| 二、依構造分類 | 1. 筒型（直接作用型） | 為一圓筒型之缸筒，內裝液壓活塞而成活塞桿連接車架，缸筒連接車軸而直接作用。 | 一般用於小型車輛。 |
| | 2. 搖臂活塞型 | 以一搖臂連接凸輪再拉動液壓活塞往復作用。 | 一般用於大型車輛。 |
| | 3. 轉葉型 | 以旋轉的葉片代替活塞，使液體流動，以產生避震效果。 | 用於小型車輛。 |
| 三、依特殊用途分類 | 1. 氣體液壓筒型避震器 | 將氣體（氮氣 N_2 ）充填入筒型避震器之下室，藉以產生冷卻及減少噪音。 | 用於高級車輛。 |
| | 2. 壓縮空氣液壓筒型避震器 | 將液壓筒型避震器改良，以壓縮空氣充入空氣室使避震器長度改變，藉以調整車身高度及水平。 | 用於高級車輛之車身自動水平控制系統。 |
| | 3. 輔助彈簧式避震器 | 在筒型避震器外側套以圈狀彈簧，可藉外筒調整螺帽改變彈簧彈力。 | 用於現今小型車輛。 |
| | 4. 可調式避震器 | 可依負荷及行車路況調整避震能力。 | 用於現今新式小型車輛。 |
| 四、依筒數分類 | 1. 單筒式避震器 | 此式乃筒型避震器內僅有一個外筒，內置液壓活塞。 | 常用於機車。 |
| | 2. 雙筒式避震器 | 此式係在筒型避震器中分設內、外筒，增加儲油空間。 | 用於現今小型車輛。 |

四 單作用式液壓筒型避震器

- 構造（參圖 3-25）：活塞桿上端固定於車架上，並有外罩，防止灰塵及水份進入，下端裝有活塞，活塞之上下各有彈力不同的單向閥；活塞置於內筒中，內筒上端有油封，下端有底閥；內、外筒之間在底部相

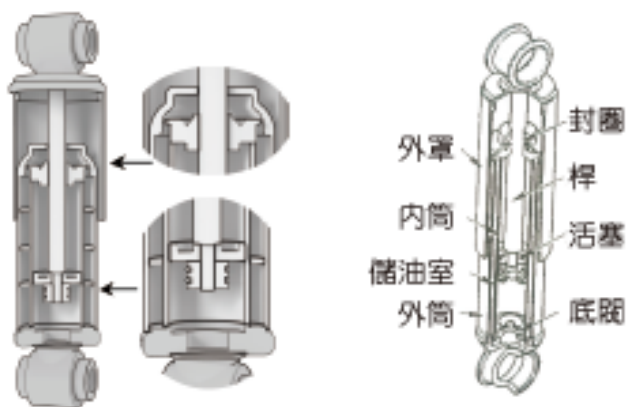
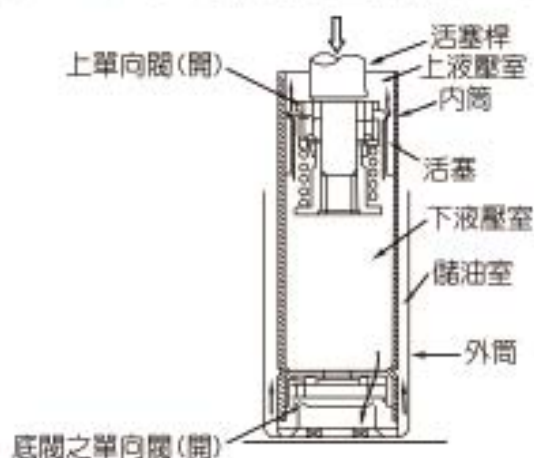


圖 3-25 單作用式筒型避震器（汽車學 2）

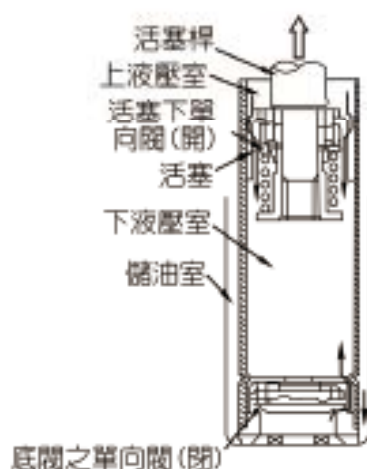
通，作為儲油室，內裝半滿的避震器油，以防止受熱膨脹而溢出及油封損壞；外筒的下端固定於車軸上。

2. 作用

- (1) 彈簧壓縮（避震器縮短）時（參圖 3-26 (A)）：避震器活塞桿向下，下液壓室內的避震器油經活塞之上單向閥（大孔且彈簧彈力小）流至上液壓室，一部分經底閥的單向閥（大孔且彈力小）流回儲油室，因受的阻力小，故減震作用很小。
- (2) 彈簧反彈（避震器伸長）時（參圖 3-26 (B)）：避震器活塞向上，使上液壓室的油經活塞之下單向閥（小孔、彈力大），流回下液壓室；同時，下液壓室也因容積變大，使儲油室的油流經底閥單向閥的小孔流至下液壓室。因油受到很大的阻力，流動緩慢，使避震器慢慢的伸張，故減震作用很大。



(A)彈簧壓縮時



(B)彈簧反彈時

圖 3-26 單作用式筒型避震器之作用(汽車學 2)

五 雙作用式筒型避震器（參圖 3-27）

1. 構造與單作用式筒型避震器大致相同，僅底閥的方向相反，當懸吊彈簧壓縮時，下液壓室的油必須經過底閥的小孔才能流回儲油室，阻力大，故減震作用也很大。
2. 彈簧反彈時如單作用式避震器之作用。

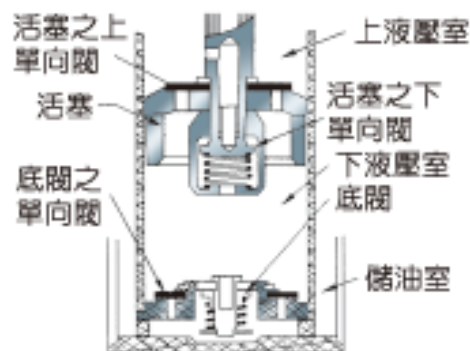


圖 3-27 雙作用筒型避震器之作用（汽車學 2）

六 氣體液壓式筒型避震器

1. 構造（參圖 3-28）：構造如同單作用式筒型避震器，但將底閥改為自由活塞，而自由活塞之下方充入氮氣（ N_2 ）。
2. 作用（參圖 3-29）
 - (1) 當懸吊彈簧壓縮時，下液壓室的油經活塞之單向閥流至上液壓室，同時，下液壓室的液壓使自由活塞往下壓縮氣體，因活塞的單向閥阻力小，故減震作用微弱。
 - (2) 當懸吊彈簧反彈時，上液壓室的油經活塞的小孔，流回下液壓室時，產生很大的阻力，而且自由活塞因氣體的膨脹，使下液壓室的液壓上升，上液壓室的油更不易流至下液壓室，以提高其減震效果。

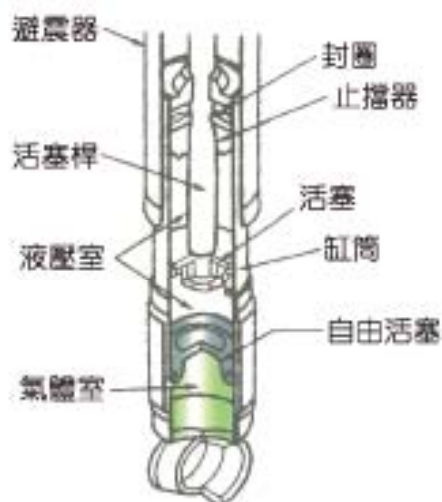


圖 3-28 氣體液壓式筒型液壓避震器
(汽車學 2)

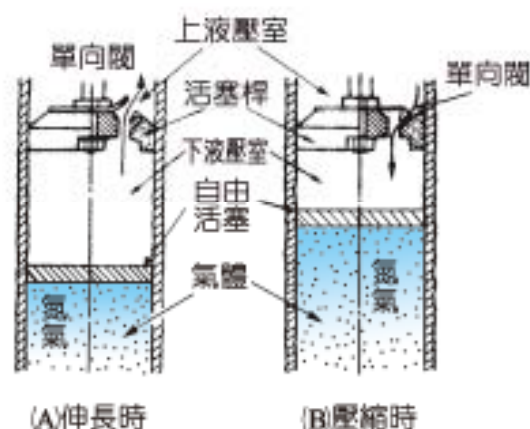


圖 3-29 氣體液壓式筒型避震器之作用
(汽車學 2)

七 壓縮空氣液壓式筒型避震器

1. 功用：壓縮空氣液壓式筒型避震器用以配合車身自動水平控制系統 (Automatic level control) 能隨負荷大小自動調整車身高度。

〔註〕 [自動水平控制系統主要目的是當汽車負載不均 (如後座負載增加)，使車身傾斜 (後座下壓)，頭燈的照射角度改變 (照得太高)，此時利用平位閥控制，將壓縮空氣充入避震器的空氣室，使避震器伸長，車尾上升，以保持車身的水平。]
2. 構造（參圖 3-30）：此式係將單作用式筒型避震器上的外罩與外筒間裝上密封圈，形成一個空氣室，以作為充填壓縮空氣，改變避震器之長度。

3. 作用：

- (1) 當負荷增加，車架下降時（參圖 3-31）：平位閥隨車架下降，搖臂右端經推桿與車軸連接，搖臂左端下移，使進氣閥打開，壓縮空氣經平位閥至避震器之空氣室充氣，使車架上升，回復原始高度。



圖 3-30 壓縮空氣液壓式筒型避震器
(自動車設計)

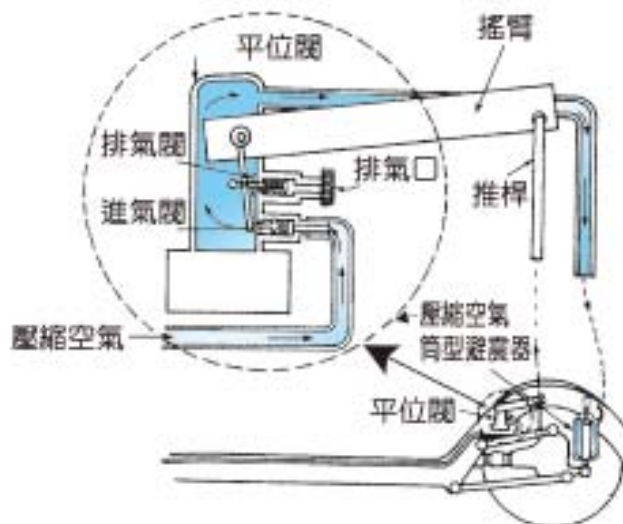


圖 3-31 自動控制水平車架之裝置
(Automechanics fundamentals)

- (2) 當負荷減輕，車架上升時（參圖 3-32）：平位閥隨車架上升，搖臂左端上升而打開排氣閥排氣，使車架下降，回復原始高度。

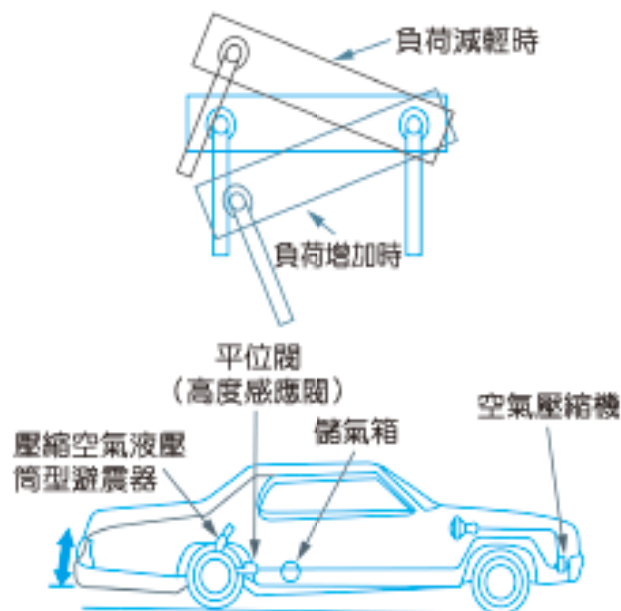


圖 3-32 自動控制水平車架之裝置 (Automechanics fundamentals)

八 搖臂活塞型避震器

1. 安裝位置 (參圖 3-33)

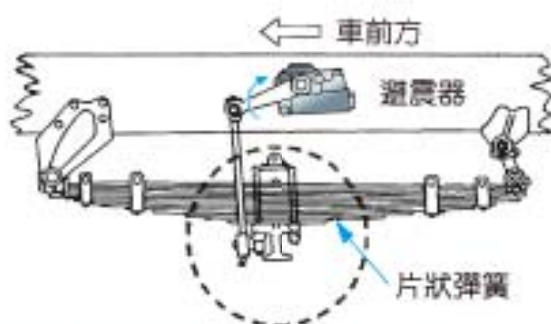


圖 3-33 大型車前懸吊裝置搖臂活塞型避震器之位置 (汽車之整修與故障排除)

2. 作用情形 (參圖 3-34、3-35)

- (1) 懸吊彈簧壓縮時：當懸吊彈簧壓縮時，搖臂向上移動，凸輪順時針回轉，回彈彈簧使活塞向左移動，活塞頭上的進油閥 (大孔、彈力小) 打開，使油很容易進入液壓缸內，阻力小，減震作用小。
- (2) 懸吊彈簧反彈時：當彈簧反彈時，搖臂向下移動，凸輪反轉推動活塞向右，使液壓缸的油經過活塞頭上的出油閥 (小孔) 流回儲油室，產生很大的阻力，減震作用大。

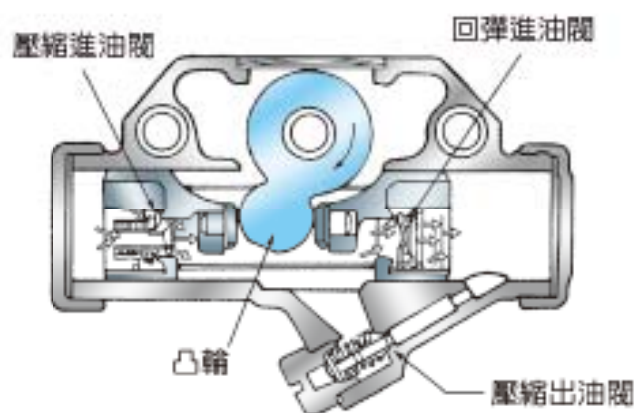


圖 3-34 搖臂活塞型單作用避震器 (彈簧壓縮時) (自動車設計)

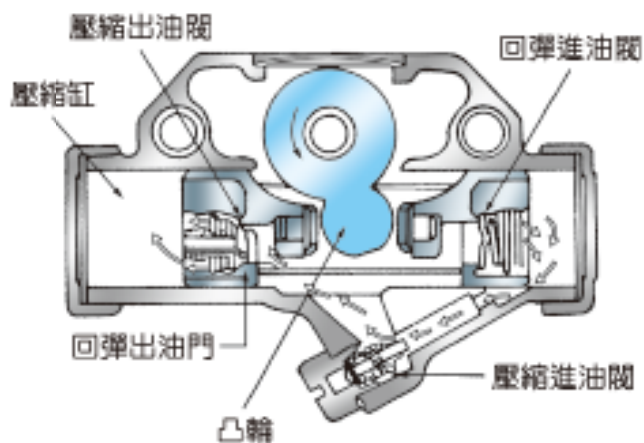


圖 3-35 搖臂活塞型單作用避震器 (彈簧反彈時) (自動車設計)

九 轉葉型避震器

轉葉型避震器（參圖 3-36）係以旋轉葉輪代替活塞，當車輪跳動，經搖臂而使葉輪旋轉時，油室之間的容積會產生變化（一室變大，另一室變小），油即經過球形單向閥及小孔而進出油室，因阻力而產生減震作用。



圖 3-36 轉葉型避震器（自動車工學）

十 輔助彈簧式避震器

在筒型避震器之外側套入圈狀輔助彈簧，以提高負載能力（參圖 3-37）。

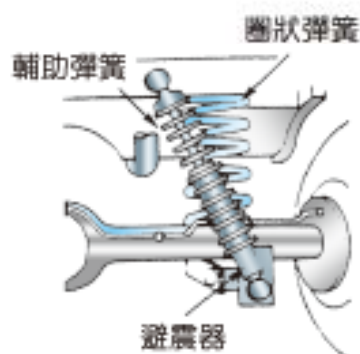


圖 3-37 輔助彈簧式避震器
（三級自動車シャーシ）

十 可調式避震器

可調式避震器即可轉動調整避震器外殼相對之置，以選擇內部油孔大小，來改變避震能力（參圖 3-38）。



圖 3-38 可調式避震器
（Automotive mechanics）

3-1-6 平衡桿

一 平衡桿的功用

凡是獨立懸吊的汽車，當轉彎時，由於離心力會使車身產生傾斜，故必須使用平衡桿（或稱平穩桿），來減少車身的傾斜，並可減少輪胎的跳動。

二 平衡桿的構造及作用：（參圖 3-39）

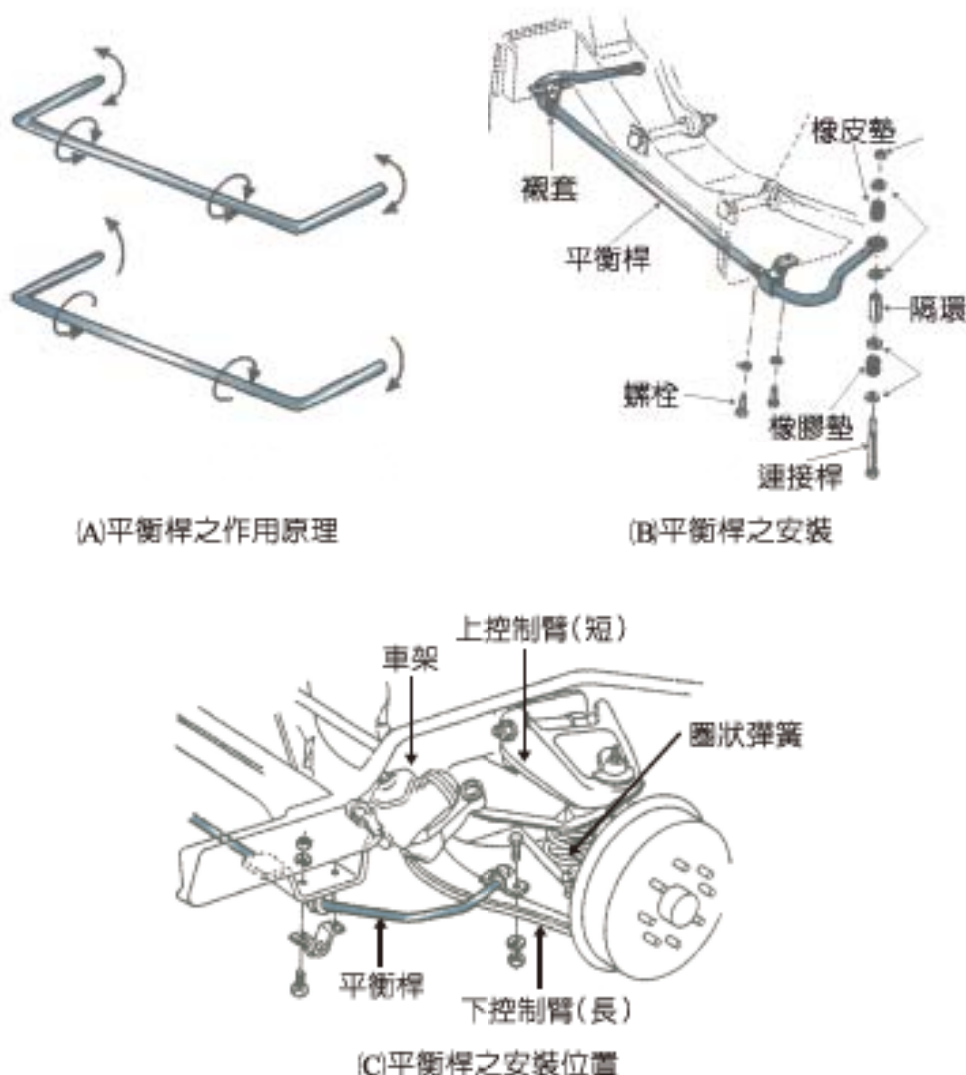


圖 3-39 平衡桿（現代汽車底盤）

1. 平衡桿係一根彎成U型的扭力桿，中間以橡膠襯套固定於橫樑（或車架上），兩端亦以橡膠襯套連接於左右兩側的下控制臂。
2. 當轉彎車身傾斜時，一邊車身上浮，另一邊車身下沉，使扭力桿產生扭轉，故藉其彈性產生反作用力，防止車身傾斜。

3. 若兩輪同時跳動，則未發生作用，但一輪遇路面不平而跳動時，則扭力桿的作用可阻止其跳動。

第 3-2 節

整體式、獨立式及其他特殊懸吊系統

3-2-1 整體式懸吊系統

一 整體式前軸

1. 前軸之功用及特性：前軸用以承載汽車前端的重量，並做為轉向機件及懸吊裝置的支架。因為前輪負責轉向，故前軸上的轉向關節必須轉動靈活；車架與前軸間的懸吊裝置(如彈簧等)，將承載重量承載於前軸上，故前軸必須有足夠的強度。

2. 整體式前軸的構造(參圖 3-40)

- (1) 前輪為了減輕重量，常以「T」字型鋼料製成；並利用大王銷(King pin)將轉向節與前軸連接

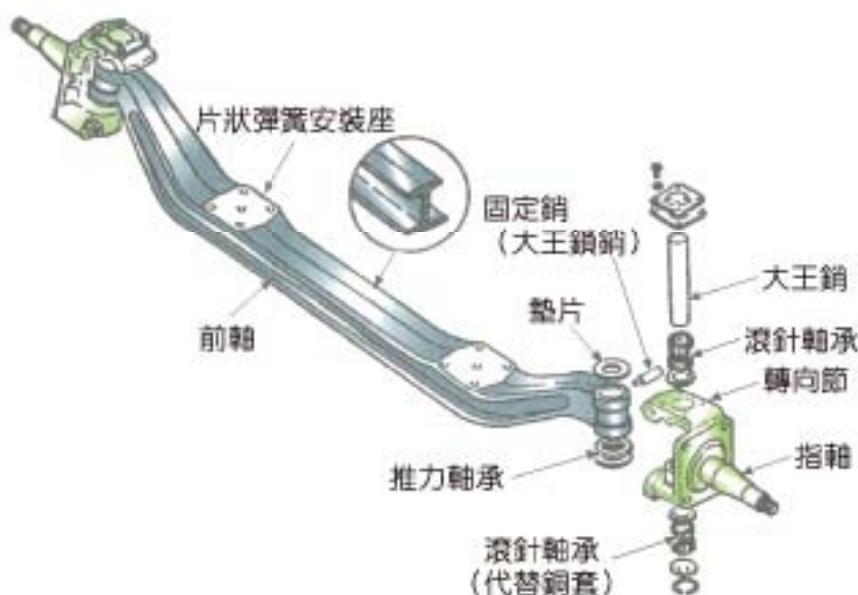


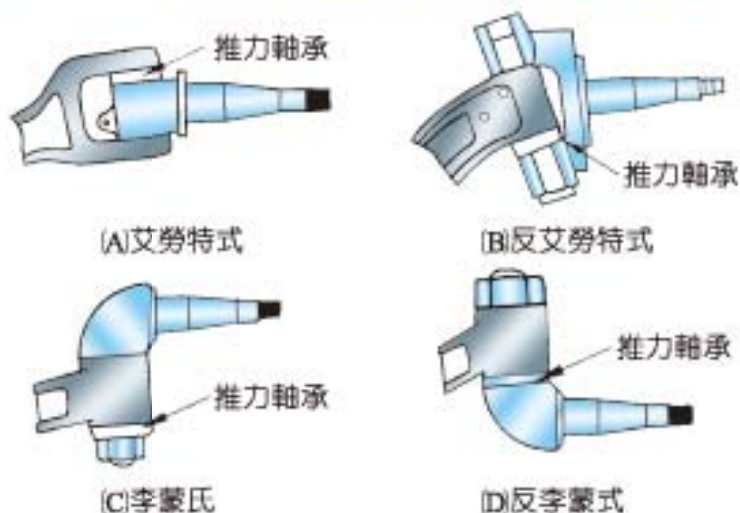
圖 3-40 整體式前軸之構造 (TOYOTA 修護手冊)

，使前輪能以大王銷為中心旋轉，大王銷中心線即稱為「轉向樞軸」；前輪利用輪軸承安裝在轉向節的指軸(或稱心軸)上。

- (2) 整體式前軸因強度大，能負重載，一般都用於大型車輛上。
3. 整體式前軸之大王銷安裝方法
- (1) 艾勞特式 (Elliot type) (參圖 3-41 (A))：前軸端製成叉形，轉向節置於中間，以大王銷連接，並以一固定銷將大王銷固定於前軸上；轉向節內必須裝有銅套，並應注入黃油，以減少大王銷磨損；推力軸承裝在轉向節之上方。
- (2) 反艾勞特式 (Reversed Elliot type) (參圖 3-41 (B))：此式恰與艾勞特式

相反，將轉向節製成叉形，前軸置於中間，以大王銷連接，以固定銷固定大王銷於前軸上；轉向節內有銅套，並應注入黃油，以減少大王銷磨損；推力軸承裝於轉向節之下方，**現今大型車大都採用反艾勞特式前軸。**

- (3) 李蒙氏(Lemoin type) (參圖 3-41 (C))：將轉向節及大王銷製成一體，成L形，由前軸銷孔上方向下插入，銅套裝在前軸銷孔內，推力軸承裝在下方。一般用於農場用的牽引車上。



- (4) 反李蒙式 (Reversed Lemoin type) (參圖 3-41 (D))：此式恰與李蒙式相反，轉向節製成L形，由前軸銷孔下方往上插入，銅套裝在前軸銷孔內，推力軸承仍裝在下方。

圖 3-41 整體式前軸大王銷安裝方法 (現代汽車底盤)

二 整體式懸吊彈簧之種類

1. 片狀彈簧平行式整體懸吊裝置 (參圖 3-42 (A))：將片狀彈簧與車架縱樑平行安裝 (亦即片狀彈簧與車軸互相垂直)，此式大型車採用最廣。
2. 片狀彈簧橫置式整體懸吊裝置 (參圖 3-42 (B))：將片狀彈簧與車架縱樑垂直安裝 (亦即片狀彈簧與車軸互相平行)，此式因裝置結構上較複雜，故較少採用。
3. 圈狀彈簧式整體懸吊裝置 (參圖 3-42 (C))：小型車之整體式後軸，使用圈狀彈簧之懸吊方式較多。
4. 空氣彈簧式整體懸吊裝置 (參圖 3-42 (D))：因為空氣的可壓縮性，將空氣作為彈簧，彈性甚佳，故為大型客車所採用。

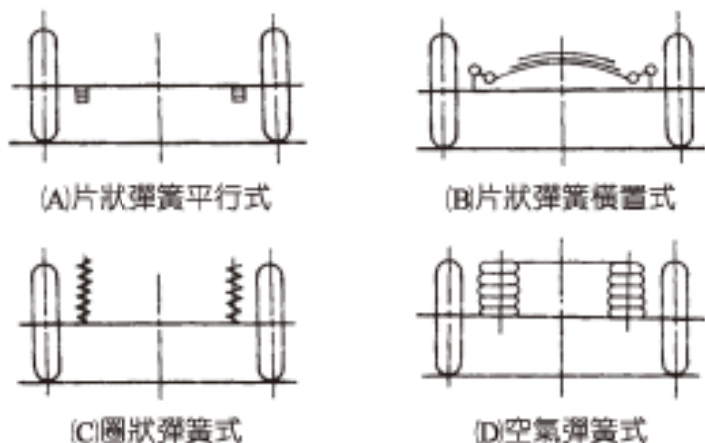


圖 3-42 整體式懸吊之彈簧裝置方法
(Automechanics fundamentals)

三 橫向控制桿（或稱偏斜桿）

後輪懸吊使用圈狀彈簧者，當車子轉彎時，車架的離心力會與車軸產生橫向脫離現象，故必須在一側的車架與另一側的後軸殼間裝置橫向控制桿，以使車架在車輛轉彎時，能保持正常位置（參圖 3-43）。



圖 3-43 橫向控制桿（偏斜桿）（現代汽車底盤）

3-2-2 獨立式懸吊機構

一 獨立式懸吊之前軸

獨立式懸吊係因左右輪能隨地面情況，獨立跳動起伏，故無需使用前軸，但其車輪軸與上下控制臂間之連結，分為「大王銷式」及「球接頭式」兩種，現今小型車前輪獨立懸吊大多採用球接頭式之連結裝置（參圖 3-44）。

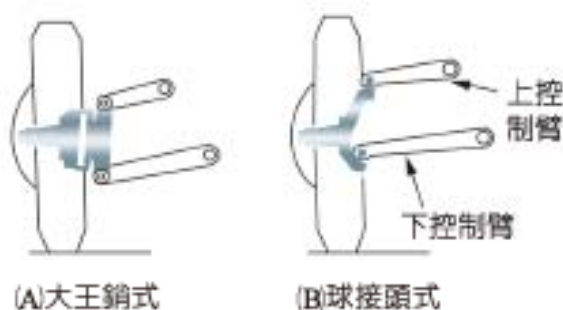


圖 3-44 獨立式懸吊之前輪軸
（三級自動車シャーシ）

二 獨立式懸吊之種類

1. 雙 A 臂式（或稱雞胸骨臂式）獨立懸吊裝置

(1) 雙 A 臂式獨立懸吊之構造（參圖 3-45）。

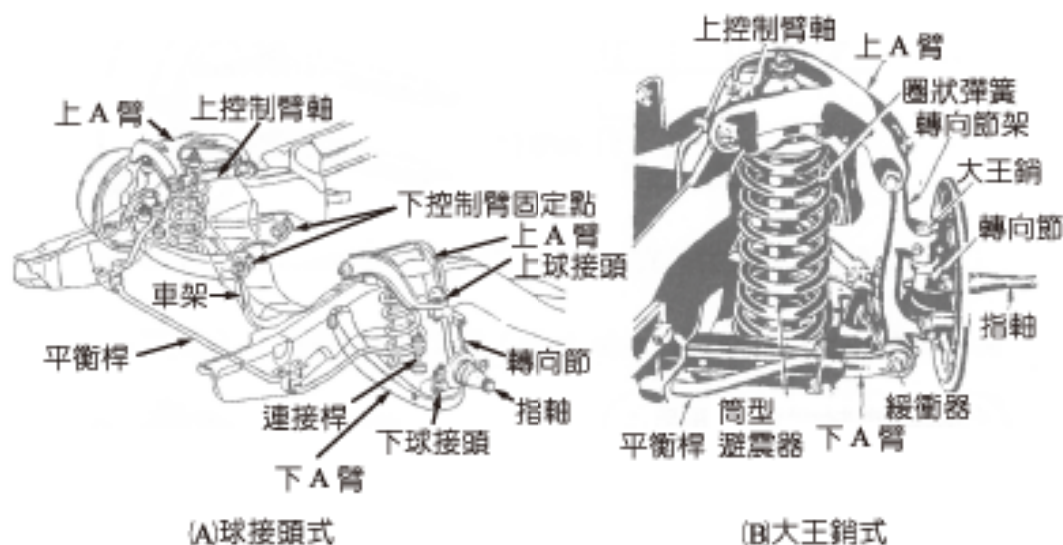


圖 3-45 雙 A 臂式前輪獨立懸吊裝置（Automotive mechanics）

- (2) 雙A臂式獨立懸吊其上、下A臂長短之影響（參圖3-46）：**雙A臂式通常上A臂與下A臂均製成不等長（上A臂短，下A臂長），故又稱為「不等臂式獨立懸吊系統」。**若製成等臂，則當前輪向上跳起時，上、下A臂成為平行四邊形，使前輪向內滑動，造成左右輪距（Tread）改變，輪胎易於磨損。

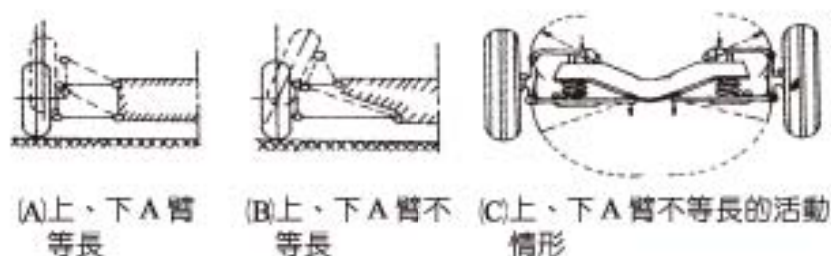


圖 3-46 獨立懸吊之上、下A臂（自動車設計）

2. 拖動臂式（Trailing arm type）獨立懸吊裝置（參圖3-47）：將輪軸或轉向節以單臂或雙臂經扭桿彈簧連接於車架上，當前輪起伏時，經拖動臂傳至扭桿，以吸收跳動。



圖 3-47 拖動臂式獨立懸吊裝置（Automechanics fundamentals）

3. 擺動車軸式（Swing axle type）獨立懸吊裝置（參圖3-48）：**此式常用於FF式或RR式之小型車輛上，輪軸除了傳輸扭力於前輪上，並須支持全車重量及煞車的反作用力，故車軸必須有足夠的強度。為使傳遞推進力於車身，必須使用兩根控制臂。**



圖 3-48 擺動車軸式獨立懸吊裝置（汽車學2）

4. 麥花臣式 (MacPherson type) 獨立懸吊裝置 (參圖 3-49)

- (1) 麥花臣式獨立懸吊又稱為「滑柱式」或「垂直導管式」獨立懸吊，為目前小型車所廣泛採用者。
- (2) 滑柱總成 (含避震器) 下端與轉向節連接，滑柱套管中間有彈簧座，以支撐圈狀彈簧，上端固定於車身上。
- (3) 此式優點為構造簡單，佔位空間小，且後傾角不會因車輪跳動而改變；但是當左右前輪前進受阻力不等時，易形成自動轉向，尤其雨天高速行駛，路面積水時甚為顯著，故駕駛者必須緊握方向盤；且前輪受劇烈衝擊時，滑柱容易造成彎曲為其缺點。

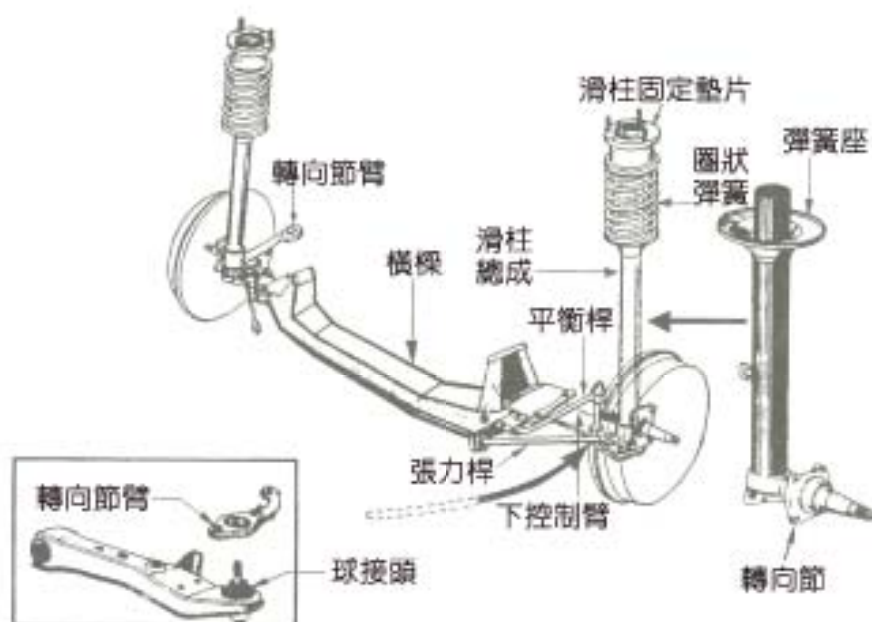


圖 3-49 麥花臣式獨立懸吊裝置 (三級自動車シャーシ)

3-2-3

其他特殊懸吊系統

電子控制式空氣懸吊系統

1. 概述：使用空氣彈簧的懸吊裝置具有優越的負載能力及避震效果，又能自動維持車身一定的高度及水平以提高乘坐舒適性，故現今小型高級車輛已多採用電子控制式空氣懸吊系統 (Electronically controlled air spring suspension system)。
2. 特性：空氣彈簧內之空氣壓力能隨車輛負荷而自動改變，使彈性係數與負荷重量成正比，即輕負荷時空氣壓力低，顯得柔軟而舒適；負重荷增加時，空氣壓力提高以維持一定的負載能力及車身水平高度。

3. 構造

- (1) 此式將筒型避震器與空氣彈簧室合為一體，以取代圈狀彈簧。空氣彈簧室分主空氣室及副空氣室；並設有車身高度感知器（height sensor）及排氣電磁閥（參圖 3-50）。
- (2) 電動式空氣壓縮機由電腦控制而運轉（參圖 3-51）。

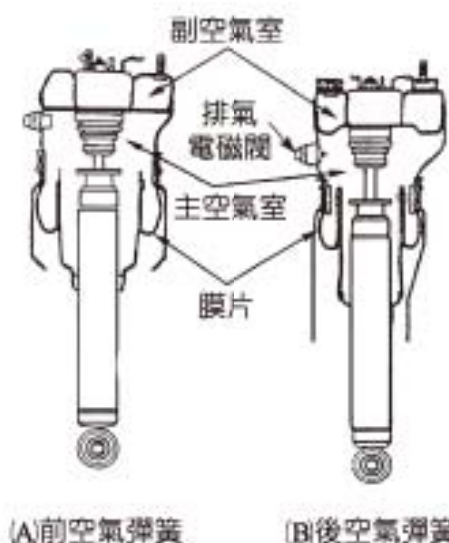


圖 3-50 電子懸吊空氣彈簧的構造 (TOYOTA 修護手冊)

4. 作用

- (1) 當車輛負荷增加時，車身下降超過設定高度時，車身高度感知器將信號傳至電腦，使空氣壓縮機運轉，增加空氣室壓力，使車身回復原來高度，空壓機即停止運轉。
- (2) 當車輛負荷減輕時，車身高度上升超過設定高度時，高度感知器將信號傳至電腦，使排氣電磁閥打開而排氣，車身回復原來高度。

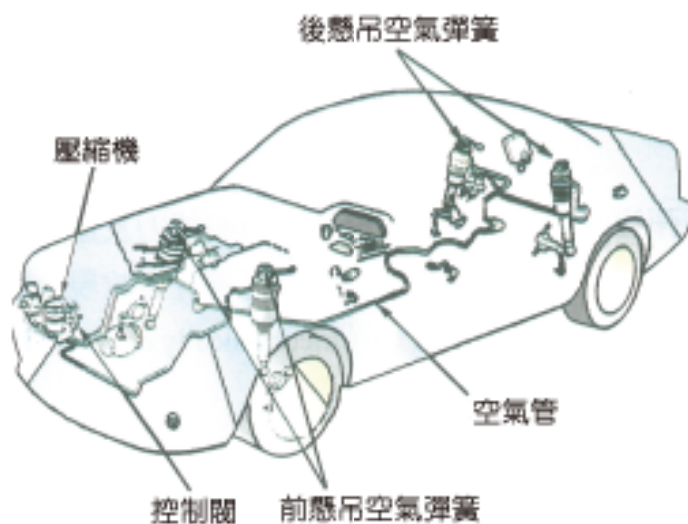


圖 3-51 空氣彈簧的配置 (TOYOTA 修護手冊)

二 數位懸吊系統

1. 概述：數位科技亦使車輛懸吊進入數位時代，傳統的車輛懸吊系統均以提升車輛在行駛高低起伏的顛簸路面、車輛過彎及煞車急停等狀態下的車身穩定性，但是車輛仍會因重心偏移而產生三軸式的搖擺，幌動及顛簸，現今採用數位懸吊系統，引用陀螺儀水平技術，藉角動量守恆的理論，能使車輛在任何不良路面或過彎時，車輛仍能維持與地面間如履平地的平衡關係。
2. 參圖 3-52，為美國「Clearmotion」公司發表的未搭載與搭載數位懸吊實車實地測試。



圖 3-52 未搭載與搭載數位懸吊實車測試比較

3. 數位懸吊系統以主動式水平的概念，能夠以「即時」的快速阻尼變化來控制車輛水平，此系統藉由車身高度及車身水平感知器，加速度感知器等，使電腦控制電子液壓致動器及可變阻尼的避震系統，使行駛中的車輛能維持極佳的平衡。



圖 3-53 數位懸吊系統配置圖

4. 參圖 3-53 為數位懸吊系統配置圖。

習題

3

1. 試述懸吊系統的功用及種類？
2. 獨立式懸吊系統之優缺點有那些？
3. 現代小型車輛大都採用麥花臣式獨立懸吊，其優點何在？
4. 試述避震器之功用？
5. 懸吊系統中平衡桿之功用為何？

◆ 第三章 學後評量

Comments

壹、實力測驗

- () 1. 為維護駕駛安全，防止汽車被從後面追撞時車內人員頸部受到傷害，汽車座椅上應裝有 (A)安全帶 (B)保險桿 (C)安全枕 (D)安全袋。
- () 2. 現今轎車之車架均採用 (A)梯子型車架 (B)平台型車架 (C)X型車架 (D)一體式結構。
- () 3. 現今大型車所採用之大王銷裝置法為 (A)艾勞特式 (B)反艾勞特式 (C)李蒙式 (D)反李蒙氏。
- () 4. 懸吊彈簧之種類很多，而大貨車多採用 (A)圈狀彈簧 (B)扭桿彈簧 (C)空氣彈簧 (D)片狀彈簧。
- () 5. 懸吊彈簧中能隨負載增減而自動調整彈性係數者為 (A)片狀彈簧 (B)扭桿彈簧 (C)空氣彈簧 (D)橡膠彈簧。
- () 6. 空氣彈簧必須靠下列何者能自動調節其空氣壓力，以適應負載的變化？ (A)平位閥 (B)空氣褶箱 (C)車架 (D)單向閥。
- () 7. 下列何種具有較佳的乘坐舒適性？ (A)後輪整體式懸吊 (B)前、後輪均為獨立懸吊 (C)前輪整體式懸吊 (D)前、後輪均為整體式懸吊。
- () 8. 液壓避震器之正確維護為 (A)加油應保持膨脹空隙 (B)保持小量之避震油 (C)經常充滿液壓油 (D)用過之油可再次加入使用。
- () 9. 片狀彈簧固定在車架上的方法是 (A)前端用吊架，後端用吊耳 (B)前端用吊耳，後端用吊架 (C)前、後端均用吊架 (D)前、後端均用吊耳。
- () 10. 雙A臂式獨立懸吊系統通常其上下控制臂的長短是 (A)上下臂一樣長 (B)上臂較長，下臂較短 (C)上臂較短，下臂較長 (D)以上皆非。
- () 11. 獨立式前懸吊最主要之優點為 (A)構造簡單，價格低廉 (B)震動小，乘坐舒適，安全性佳 (C)負載大 (D)以上皆是。
- () 12. 片狀彈簧總成自第一片至最末一片，若拆散後 (A)愈長者愈彎 (B)愈長者愈直 (C)愈短者愈直 (D)彎曲程度一樣。
- () 13. 對懸吊裝置所要求的條件是 (A)車身之搖擺要小 (B)富有吸收路面衝擊之性能 (C)安定性佳 (D)以上皆是。
- () 14. 平衡桿中間套連於車架上兩端則各連於什麼地方？ (A)上控制臂 (B)下控制臂 (C)車架 (D)一端在車架，另一端在下控制臂。
- () 15. 避震器裝置在何處？ (A)車輪與車軸之間 (B)車輪與彈簧之間 (C)車

- 軸與車架之間 (D)車軸與彈簧之間。
- () 16. 大型貨車大多採用 (A)整體式懸吊 (B)獨立式懸吊 (C)前輪獨立懸吊，後輪整體懸吊 (D)後輪獨立懸吊，前輪整體懸吊。
- () 17. 片狀彈簧之彈簧夾的功用是 (A)增強鋼板的彈力 (B)避免彈簧回彈時散開 (C)避免鋼板產生摩擦 (D)彈簧回彈時平均分配回彈之力，使各片受力平均。
- () 18. 有一避震器其伸張與壓縮時均有阻力表示 (A)避震器損壞 (B)單作用式 (C)雙作用式 (D)避震器無油。

貳、丙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 現代大卡車使用最多的車輛推進裝置為 (A)哈其士裝置 (B)扭臂裝置 (C)扭桿式裝置 (D)扭管裝置。
- () 2. 獨立懸吊系統裝有一平衡桿的目的是 (A)維持車身的水平 (B)防止二前輪縱向擺動 (C)使前輪保持向前 (D)防止車身上下跳動。
- () 3. 葉片彈簧，彈簧夾是用於防止彈簧鋼板分離，尤其是 (A)受壓時 (B)回彈時 (C)裝配時 (D)斷裂時。
- () 4. 麥花臣式獨立懸吊系統，一般使用於 (A)小型車 (B)中型車 (C)大型車 (D)各型車均有使用。
- () 5. 在鋼板吊耳的黃油嘴上加注黃油主要是 (A)增加鋼板彈力 (B)減少鋼板磨損 (C)保護吊耳中心銷與鋼板銅套 (D)防止吊耳銹蝕。
- () 6. 一般轎式汽車，最常用之避震器為 (A)輪葉型 (B)蝸輪型 (C)凸輪推動活塞型 (D)液壓雙作用式直接作用型。
- () 7. 片狀彈簧之懸吊系統中，那一片鋼板上有鎖孔以便裝置吊架及吊耳鎖？ (A)第一片 (B)第二片 (C)第三片 (D)第四片。
- () 8. 使車輛在彎道上減少傾斜及減少車輪跳動的是懸吊系統那一個構件？ (A)片狀彈簧 (B)圈狀彈簧 (C)平衡桿 (D)避震器。
- () 9. 以手壓動車身後放開，若車身回彈三次以上，下列何種零件較可能發生故障？ (A)懸吊彈簧 (B)避震器 (C)平衡桿 (D)輪軸軸承。
- () 10. 懸吊系統的避震器裝在 (A)車輪與彈簧間 (B)車輪與車架間 (C)車輪與車輪間 (D)車輪與車軸間。
- () 11. 片狀彈簧各片均有反翹，其反翹程度 (A)各片之反翹均相等 (B)愈短的反翹愈大 (C)愈長的反翹愈大 (D)中間的反翹最大。
- () 12. 片狀彈簧兩邊薄中間厚其主要考量原因為 (A)使中心螺絲易於固定 (B)彎曲力矩大小之不同 (C)方便安裝吊耳 (D)配合避震器。

- () 13. 懸吊系統中，導致扭力桿上張力增大其主要是由於外力之 (A)彎曲力 (B)壓縮力 (C)上下振動力 (D)搖擺扭動力。

參、乙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 下列何者和省油特性較無關？ (A)變速箱之齒輪比 (B)差速器之最終傳動比 (C)懸吊系之彈簧係數 (D)離合器之打滑。
- () 2. 裝置片狀彈簧之車輛為改變其長度，以適應路面上下跳動之情形，在車架部分裝置有 (A)吊架 (B)固定夾 (C)固定板 (D)吊耳。
- () 3. 車輛之後懸吊系統採用片狀彈簧時，其兩端為 (A)前端吊耳，後端固定端 (B)前、後端均使用吊耳 (C)前端為固定端，後端為吊耳 (D)前後端均為固定端。
- () 4. 為使轉彎時維持車身平穩，多數獨立式懸吊系統車輛，必須使用 (A)圈狀彈簧 (B)片狀彈簧 (C)扭桿 (D)平衡桿。
- () 5. 片狀彈簧總成自第一片至最末一片，若拆散後會有何變化？ (A)每前一片鋼板比較次一片的彎曲程度小些 (B)每前一片比較次一片的彎曲程度大些 (C)彎度是一樣大小 (D)鋼板愈短愈彎曲。
- () 6. 較易導致汽車片狀彈簧之鋼板斷裂的可能原因是 (A)潤滑不良 (B)超載 (C)減震器過緊 (D)彈簧掛鉤滑動。
- () 7. 在片狀彈簧總成中，哪一個零件能使鋼板平均受力，並防止鋼板在反彈時造成離位而折斷？ (A)中心螺絲 (B)U型螺絲 (C)吊耳 (D)固定夾。
- () 8. 在片狀彈簧總成中，哪一個零件能防止鋼板作縱向運動？ (A)中心螺絲 (B)U型螺絲 (C)吊耳 (D)固定夾。
- () 9. 在片狀彈簧總成中，主鋼板（長者）其 (A)彈簧係數較大，用於重負荷 (B)彈簧係數較大，用於輕負荷 (C)彈簧係數較小，用於重負荷 (D)彈簧係數較小，用於輕負荷。

第 4-1 節

轉向原理

4-1-1 轉向系統之功用及特性

轉向系統係由駕駛者控制方向盤，使前輪左右轉向，來改變汽車的行駛方向，故轉向系統的控制必須輕巧、靈活及準確，以減輕駕駛者的負擔及行駛的穩定性。

4-1-2 轉向原理

一 轉向方法

1. 第五輪轉向（參圖 4-1）：第五輪轉向係前輪轉彎時，以第五輪為中心旋轉而獲得的轉向，如牛車及聯結車的轉向，不適合一般車輛使用。

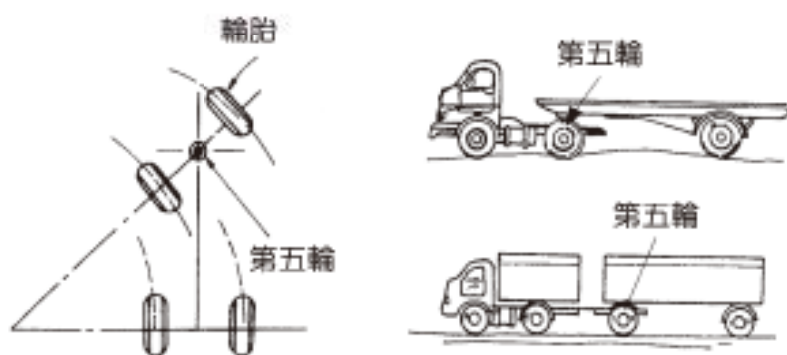


圖 4-1 第五輪轉向（汽車學 2）

2. 阿克曼（Ackerman）轉向（參圖 4-2）

(1) 阿克曼幾何原理

- ① 現今一般汽車的轉向原理係根據阿克曼幾何原理而來的，其利用四連桿機構，即由兩根平行而不等長（AC 及 BD）及兩根等長而不平行（AB 及 CD）的連桿組合而成。

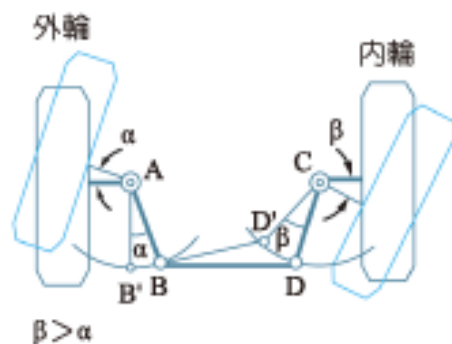


圖 4-2 阿克曼轉向原理（向右轉）（汽車學 2）

- ② 當向右轉時，AB 桿向左移動 α 角時，經 BD 桿使 CD 桿亦向左移動 β

角，此時 $\beta > \alpha$ ，即內側輪轉角大於外側輪角。向左轉亦相同。

(2) 阿克曼轉向原理之應用 (參圖 4-3)

- ① A 點及 C 點即為大王銷位置，稱為「轉向樞軸」，AB 桿及 CD 桿為轉向節臂，BD 桿為橫拉桿。
- ② 車子轉彎時，兩前輪的轉角必不相等 (因內側輪所行經的弧長小於外側輪)，其內輪的轉角必大於外輪。

(3) 轉向瞬時中心、轉向半徑及轉向角度 (參圖 4-4)

- ① 當前輪向左轉時，左右前輪之輪軸中心延長線與後軸中心延長線交叉於一點，此點稱為「轉向瞬時中心」(圖中之 O 點)。
- ② 外側前輪所行經圓弧的半徑 (圖中之 R) 稱為「轉向半徑」。
- ③ 前輪能轉向的最大角度稱為「轉向角度」(參圖中之 θ_1 、 θ_2)。

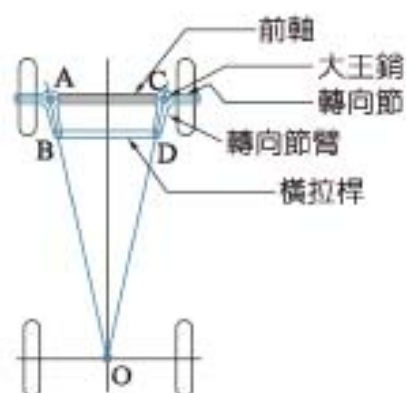


圖 4-3 阿克曼轉向原理之應用 (汽車學 2)



圖 4-4 轉向瞬時中心、轉向半徑及轉向角度 (自動車設計)

第 4-2 節

轉向系統構造及基本零組件

4-2-1

整體式懸吊之轉向系統構造

整體式懸吊轉向系統之作用 (參圖 4-5)：

方向盤→轉向柱→轉向機→畢特門臂→直拉桿→轉向臂→左轉向節臂→橫拉桿→右轉向節臂→轉向節→車輪轉向。



圖 4-5 整體式懸吊之轉向系統 (汽車學 2)

4-2-2

獨立式懸吊之轉向系統構造

構造

獨立式懸吊轉向系統之構造分為：滾球循環螺帽式（RB 式）轉向及齒條與小齒輪式（RP 式）轉向（參圖 4-6）。

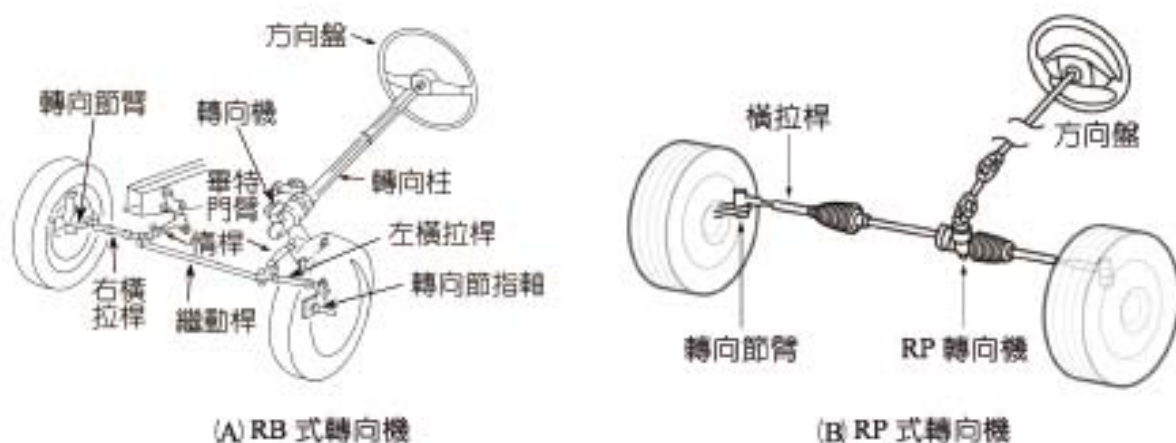


圖 4-6 獨立式前輪懸吊之轉向系統（汽車學 2）

作用流程

1. RB 式：方向盤→轉向柱→RB 式轉向機→畢特門臂→繼動桿→左（右）橫拉桿→左（右）轉向節臂→左（右）轉向節→車輛轉向。
2. RP 式：方向盤→轉向柱→RP 式轉向機→橫拉桿（左或右）→轉向節臂（左或右）→轉向節→車輛轉向。

4-2-3

轉向機構

方向盤（或稱轉向盤）

1. 方向盤的功用及構造（參圖 4-7）：方向盤為轉向系統的原動機件，由駕駛者控制其轉動，以驅動轉向機。現今車輛在方向盤中央裝置安全氣囊，以保護駕駛者。
 - (1) 方向盤由鋼條彎成圓形，再以塑膠或合成樹脂包覆，並成波浪狀，以利把持。
 - (2) 中間並以一字型、Y 型、V 型或 H 型的支架連接。



圖 4-7 方向盤內部構造（CIVIC 修護手冊）

(3) 方向盤直徑約與駕駛者肩膀同寬（約為 40~50 cm），通常大型車用大直徑，小型車用小直徑，現今多採用動力轉向系統，方向盤直徑有逐漸減小的趨勢。

2. 「轉向空檔」之意義及影響（參圖 4-8）：在轉向機構中，各部位均有適當的間隙（如齒隙、潤滑間隙等）存在，使方向盤轉動一個角度時，而前輪尚未轉向，此方向盤的角度，稱為「轉向空檔」（或稱方向盤餘隙）。

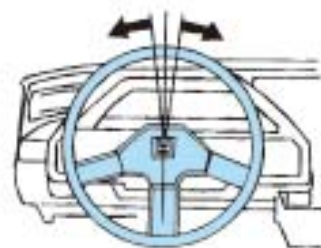


圖 4-8 轉向空檔
(CIVIC 修護手冊)

(1) 若空檔太小，將會使轉向過於靈敏或因輪胎的跳動使方向盤過度的抖動。

(2) 若空檔太大，則轉向不靈敏。

(3) 通常約為方向盤圓周 3~5 cm，可由轉向機齒隙調整螺絲調整之。

二 轉向柱（或稱轉向軸）

1. 轉向柱通常以實心鋼桿製成，上端有齒槽，與方向盤互相嚙合；下端與轉向機的蝸桿接合，以驅動轉向機。
2. 目前很多汽車的轉向柱中裝有滑動接頭及萬向接頭，使長度及角度可調整式（參圖 4-9），除了可隨駕駛者的習慣予以調整外，並可預防因意外事故（撞車）時，轉向柱內移而傷害駕駛者，稱為「可潰式轉向柱」（或稱能量吸收式），其種類繁多。

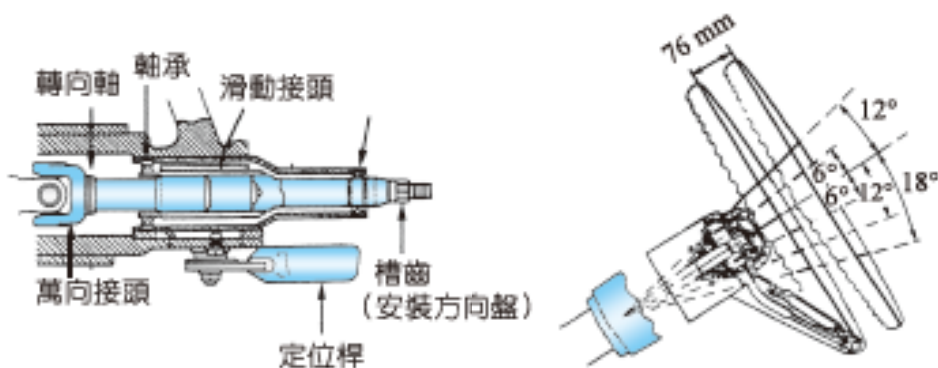


圖 4-9 可調式轉向柱 (Automotive mechanics)

三 轉向機（或稱轉向齒輪箱）

1. 轉向機之功用：轉向機係將方向盤的轉動，改變為畢特門臂（Pitman arm 或稱搖臂）的擺動，並可藉轉向齒輪的減速作用，以減輕方向盤的操作力。

2. 「轉向減速比」的定義及影響

- (1) 「轉向減速比」係指方向盤的轉動量與畢特門臂轉動量之比，通常小型車約為 11~12 : 1，大型車約為 20~24 : 1。
- (2) 轉向減速比若太小則方向盤的操作力大，但轉向靈敏；反之，轉向減速太大時，則方向盤的操作力小，但轉向遲鈍。
- (3) 一般轉向機之扇形齒輪的角度約製成 90°，因畢特門臂裝置於扇形齒輪軸上，故最大的轉動量僅為 90°，若小型車的轉向減速比為 12 : 1，則方向盤的最大轉動量為：轉向減速比 ÷ 4。

$$\begin{aligned} \text{轉向減速比} &= \frac{\text{方向盤轉動量}}{\text{畢特門臂轉動量}} \\ &= \frac{12}{1} = \frac{N}{\frac{90}{360} \text{ (轉)}} \end{aligned}$$

$$\therefore N = 3 \text{ (轉)}$$

亦即前輪從極左轉至極右，方向盤的轉動量約 3 轉。

3. 轉向機的種類及作用

- (1) 不可逆式：所謂「不可逆式」即指控制方向盤可以使前輪轉向，若扳動前輪時，無法使方向盤轉動者，此式用於行駛在不良路面的載重車上，使不致因路面不平時，方向盤抖動太厲害，影響行駛安定性。其型式有「蝸桿與扇形齒輪式」及「螺桿與螺帽」式兩種。

① 蝸桿與扇形齒輪式轉向機（參圖 4-10）：當轉動方向盤時，蝸桿轉動，使扇形齒輪左右擺動，使畢特門臂前後擺動，以帶動轉向連桿產生轉向作用。

② 螺桿與螺帽式轉向機（參圖 4-11）：當轉動方向盤時，轉向柱帶動螺桿轉動，使螺帽上下移動；螺帽上有一圓槽，以便安裝橫軸的搖臂球頭，故螺帽之上下移動使橫軸轉動，帶動畢特門臂擺動，經轉向連桿產生轉向作用。

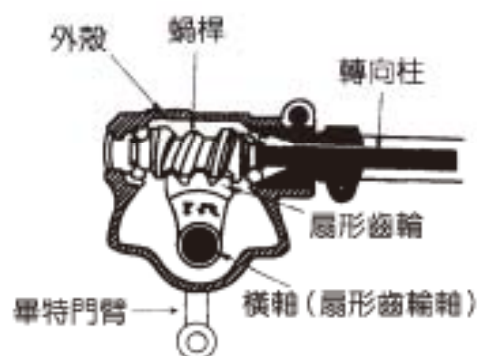


圖 4-10 蝸桿與扇形齒輪式轉向機
(三級自動車シャーシ)

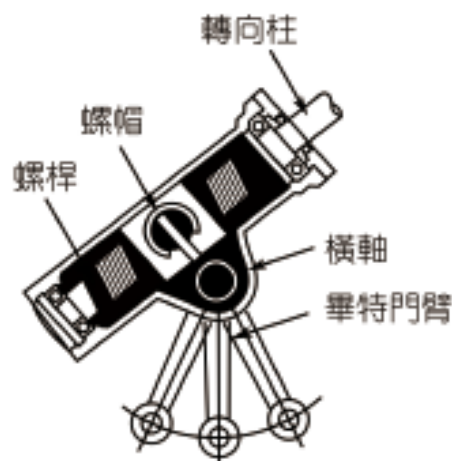


圖 4-11 螺桿與螺帽式轉向機
(三級自動車シャーシ)

- (2) 半可逆式：所謂「半可逆式」即將前輪轉彎一小角度範圍時，再扳動前輪可以使方向盤轉動，超過此範圍即無法帶動方向盤。此式方向盤有小範圍的方向復原性(轉向後放鬆方向盤，能自動回復正前方向，稱為「方向復原性」)，用於經常行駛碎石路面的載重車。其型式有「蝸桿與滾輪式」及「螺桿與凸輪桿式」兩種。

① 蝸桿與滾輪式轉向機 (參圖 4-12)

- (A) 此式蝸桿的設計，兩端直徑較大，中間的直徑較小，使轉向減速比隨轉向角度而改變，稱為「可變轉向減速比」，如此可以使直線前進時轉向不會太靈敏(減速比大)，可避免高速行駛時，稍微轉動方向盤即改變行駛方向。當大轉彎時，即滾輪轉向兩邊，與大直徑的蝸桿嚙合(減速比變小)，使轉向較靈敏，在大轉彎時，方向盤的轉動量不必打太多。
- (B) 蝸桿與滾輪式之作用：以滾輪及滾輪架代替扇形齒輪，而滾輪架即連接於橫軸上；滾輪因蝸桿的轉動而使滾輪架產生左右轉動，經橫軸使畢特門臂擺動，又經轉向連桿產生轉向作用。

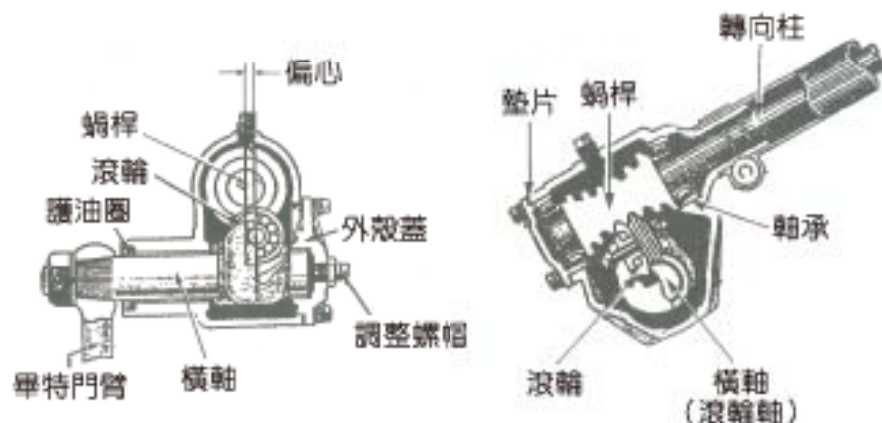


圖 4-12 蝸桿與滾輪式轉向機 (自動車設計)

- ② 螺桿與凸輪桿式轉向機 (參圖 4-13)：當轉動方向盤時，轉向柱帶動螺桿，導銷在槽上移動，使凸輪桿擺動，經橫軸、畢特門臂到轉向連桿，產生轉向作用。



圖 4-13 螺桿與凸輪桿式轉向機 (現代汽車底盤)

- (3) 可逆式：所謂「可逆式」係指方向盤與前輪間可互相帶轉，使方向盤有良好的復原性，目前的車輛大多為可逆式，其型式有「循環滾珠螺帽式」及「齒桿與小齒輪式」兩種。

- ① 循環滾珠螺帽式轉向機 (Recirculation ball worm and nut type, RB 式)
- (A) 構造 (參圖 4-14 (A)、4-14 (B))：主要由蝸桿、轉向螺帽總成、扇形齒輪與橫軸及外殼所組成。
- (B) 作用：轉向螺帽與蝸桿間以兩排滾珠連接，當蝸桿轉動，滾珠在槽內循環而帶動轉向螺帽上下移動，因滾珠的摩擦阻力小，使轉向容易；轉向螺帽之外側有寬度相等的齒槽與上寬下窄的扇形齒輪齒形互相嚙合，因此，若將橫軸沿軸向移動時，可以作為調整齒隙之用；轉向螺帽的上下移動使扇形齒輪轉動，經橫軸、畢特門臂及轉向連桿產生轉向作用。

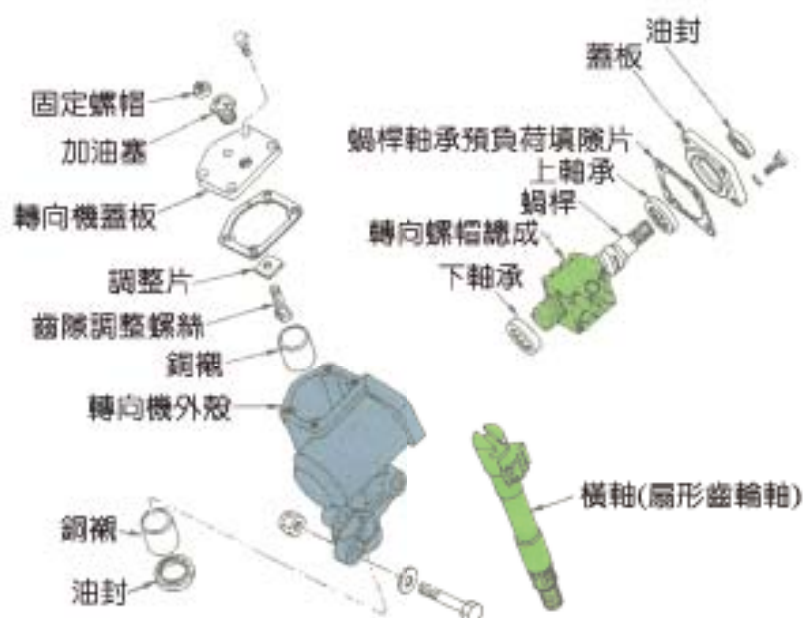


圖 4-14 (A) 循環滾珠螺帽式轉向機的分解構造 (NISSAN 修護手冊)

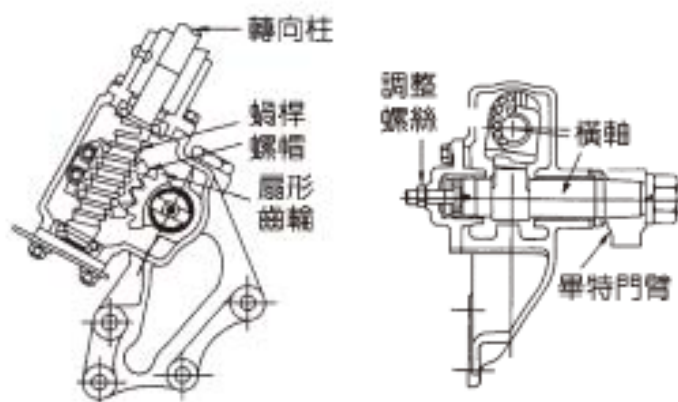


圖 4-14 (B) 循環滾珠螺帽式轉向機的剖面構造 (TOYOTA 修護手冊)

(C) 特殊設計 (可變轉向減速比)

- (a) 固定轉向減速比 (參圖 4-15): 無論汽車直線行駛或轉彎時, 轉向減速比均不改變。使用於裝有「動力轉向」的車輛上。

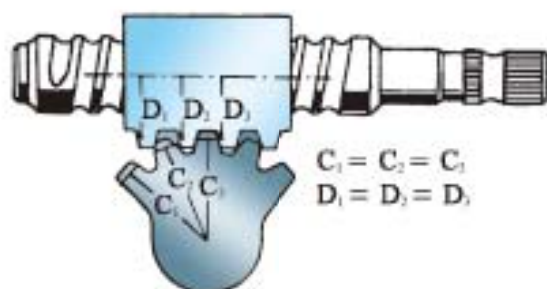
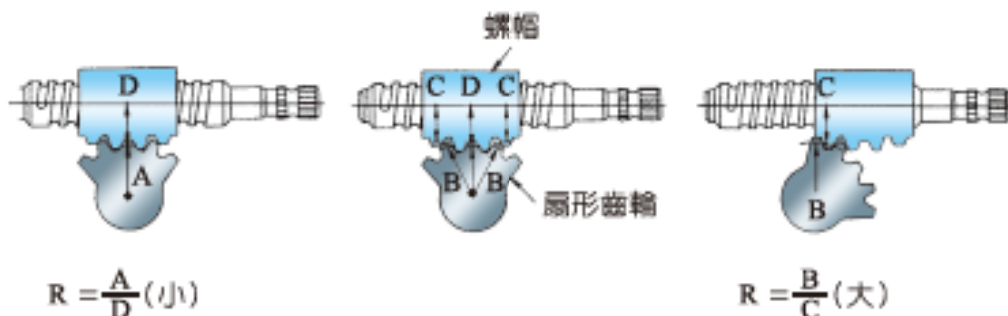


圖 4-15 固定轉向減速比 (TOYOTA 修護手冊)

(b) 可變轉向減速比 (參圖 4-16)

- 直線前進時: 轉向減速比 $R = A/D$, R 值較小, 轉向靈活。
- 極右 (或極左) 轉彎時: 轉向減速比 $R = B/C$, R 值較大, 可以減輕方向盤操作力。
- 常用於無動力輔助之傳統轉向系統。



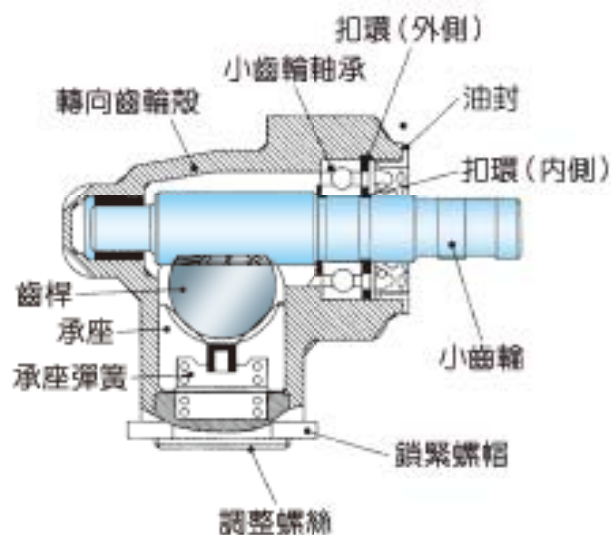
(A) 方向盤直線前進時 $A < B$ $C < D$ (B) 方向盤最大轉向角時

圖 4-16 RB 式轉向機之可變轉向減速比 (TOYOTA 修護手冊)

- ② 齒桿與小齒輪式轉向機 (Rack and pinion type, RP 式) (參圖 4-17): 此式由方向盤驅動的小齒輪及連接橫拉桿的齒桿 (或稱齒條) 所組成, 構造簡單, 故障少, 佔位空間小, 而且容易安裝動力轉向設備, 為目前小型車 (尤其前置引擎前輪驅動式車輛) 所廣泛採用。



(A) RP式轉向機分解圖



(B) RP式轉向機剖面圖

圖 4-17 齒桿與小齒輪式轉向機 (CIVIC 修護手冊)

四 轉向連桿

轉向連桿介於轉向機與轉向節臂之間，包括畢特門臂、直拉桿及橫拉桿。

1. 畢特門臂 (Pitman arm) (或稱搖臂) (參圖 4-18)：「畢特門臂」為設計人 Pitman 而得名，介於轉向機橫軸與直拉桿間（小型車介於轉向機橫軸與繼動桿之間），以鉻鋼鍛製成橢圓形斷面；一端以球接頭與直拉桿連接，另一端以齒槽與橫軸嚙合連接。



圖 4-18 畢特門臂的構造及位置 (CIVIC 修護手冊)

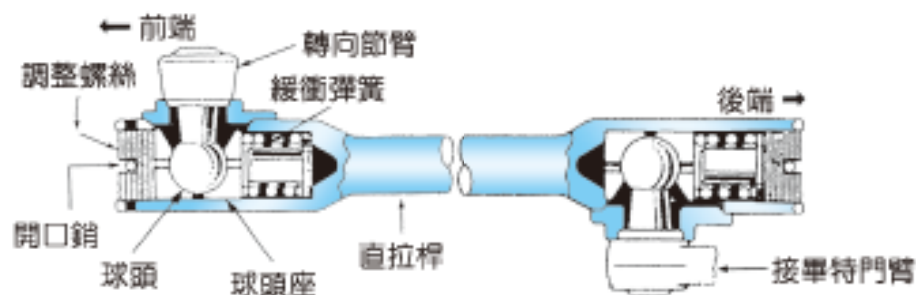
2. 直拉桿 (Drag Link) (參圖 4-19)

直拉桿一端以球頭座與畢特門臂球頭連接，另一端與轉向節臂球頭連接，球頭座內除了兩個半圓的球頭座外，並有減震彈簧及調整螺帽；減震彈簧可以防止前輪的震動反傳至方向盤；調整螺帽可以調整球頭之鬆緊。每一球頭位置皆有黃油嘴及防塵罩，應定期加注滑脂（黃油）潤滑。

3. 橫拉桿 (或稱繫桿)

(1) 大型車用橫拉桿 (參圖 4-20)

- ① 由一根空心軸及兩端的接頭桿所組成；空心軸的兩端分別以左螺牙及右螺牙與接頭桿互相配合，以夾箍用螺帽鎖緊。



(A)直拉桿的構造



(B)球接頭的構造 (橫拉桿)

圖 4-19 直拉桿與球接頭 (汽車學 2)

- ② 當轉動空心軸時，可使兩端的接頭桿同時移出或縮入，以調整前輪定位之前束。

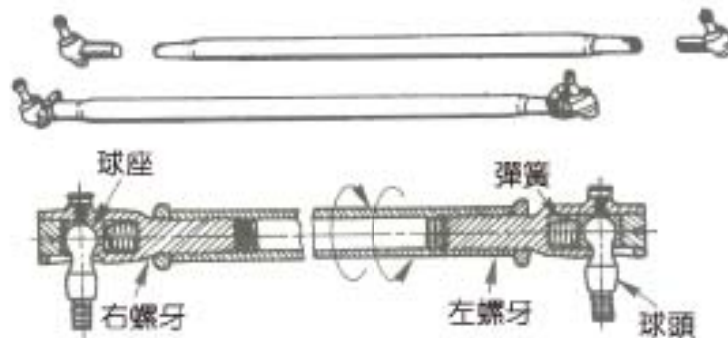


圖 4-20 大型車橫拉桿的構造 (三級自動車シャーシ)

(2) 小型車用橫拉桿 (參圖 4-21)

- ① 小型車用的橫拉桿分左、右橫拉桿並以繼動桿連接；繼動桿一端接舉特門臂，另一端由惰桿支撐於車架上。
- ② 左、右橫拉桿亦作為調整前束之用，但必須同方向同等量調整，否則會影響方向盤輪幅不正。

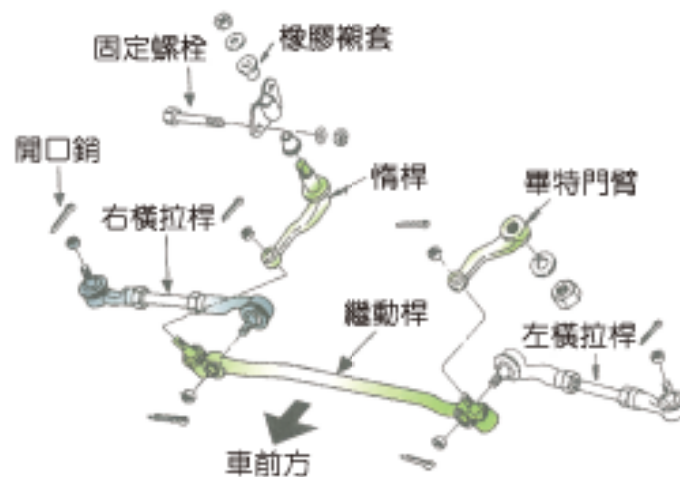


圖 4-21 小型車前輪獨立懸吊之轉向連桿 (NISSAN 修護手冊)

4. 惰桿總成（或稱副機）（參圖 4-22）

- (1) 惰桿以支架固定於轉向機之對側車架上，以橡膠襯套使其靈活轉動。
- (2) 惰桿必須與畢特門臂等長，使縱動桿平行運動，其兩端的橫拉桿才能使左右輪轉向角度相同。



圖 4-22 惰桿總成 (NISSAN 修護手冊)

第 4-3 節

液壓動力輔助轉向系統

4-3-1 動力輔助轉向概述

1. 動力轉向主要功用為減輕方向盤操作力，使轉向輕巧靈活。其原理係以方向盤操縱控制閥，經由控制閥控制動力缸作用，再由動力缸來協助轉向。
2. 動力轉向之動力來源有「液壓式」及「壓縮空氣式」兩種；液壓式動力轉向為目前使用最廣者，壓縮空氣式動力轉向僅用於使用空氣煞車或空氣懸吊的大型車上。

4-3-2 循環滾珠螺帽式 (RB 式) 動力輔助轉向

RB 式動力輔助轉向種類

RB 式液壓動力轉向因轉向機與動力缸位置的不同分為「整體式」（或稱線列式）（轉向機與動力缸裝在一起，成一整體）及「連桿式」（轉向機與動力缸分開，利用連桿使控制閥操縱動力缸）兩種。

整體式液壓動力轉向（參圖 4-23）

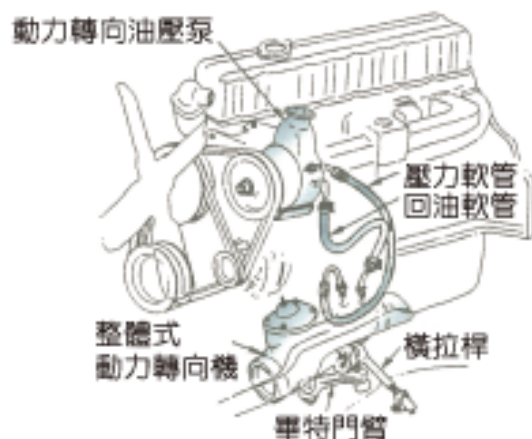


圖 4-23 整體式液壓動力轉向系統 (TOYOTA 修護手冊)

1. 構造

(1) 液壓泵 (參圖 4-24)

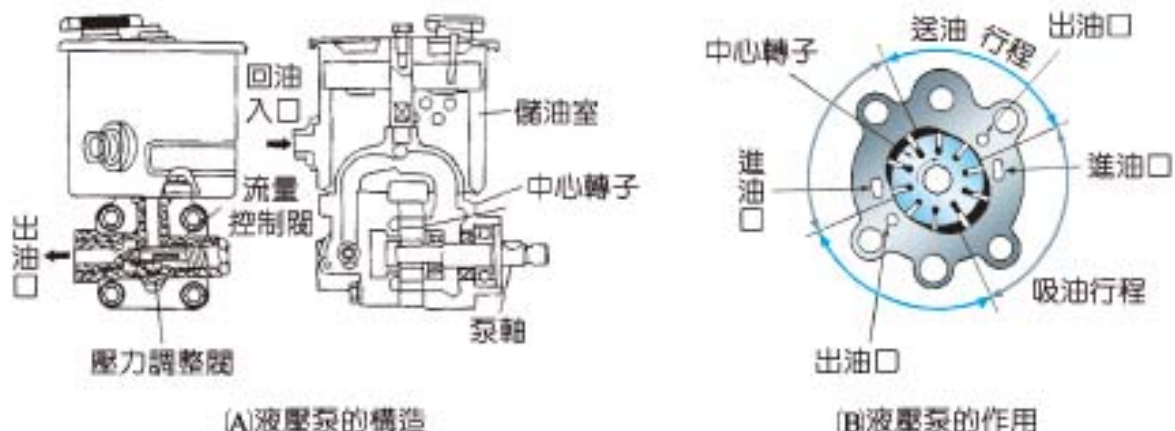


圖 4-24 葉片式液壓泵 (TOYOTA 修護手冊)

- ① 現今車輛有些採用葉片式液壓泵。由曲軸皮帶盤驅動液壓泵的泵軸，使中心轉子轉動，因於離心力的作用，葉板向外抵緊外殼並隨轉子轉動，使容積產生變化，即可送出液壓。
- ② 液壓泵的出油口處有流量控制閥，用以調整油泵的送油量，使引擎低速運轉時充分的供應而在高速時也不過量。並有壓力調整閥，當方向盤打到底或前輪遇阻力過大而無法轉彎時，將液壓降低，使不致損壞油封及油管。
- ③ 通常油道中的液壓約為 7 MPa (約 70 kg/cm², 995 psi)。

(2) 控制閥總成及動力缸 (參圖 4-25)

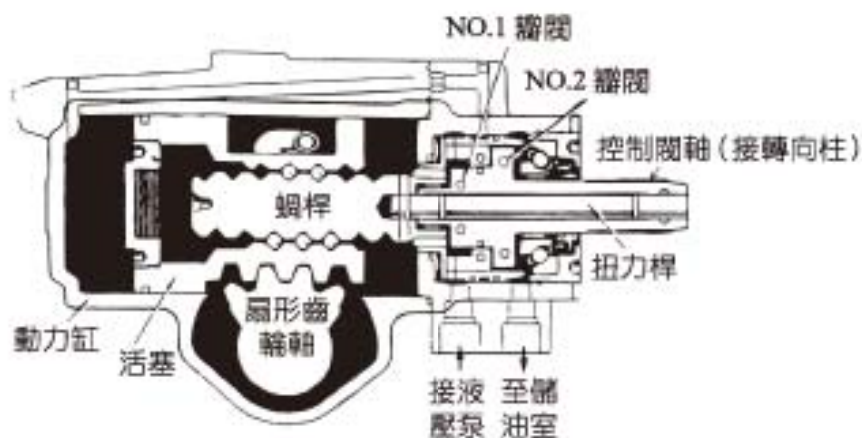


圖 4-25 整體式液壓動力轉向構造圖 (瓣閥式) (TOYOTA 修護手冊)

① 整體式液壓動力轉向係將轉向機與控制閥總成、動力缸併裝成一體，其構造係將循環滾珠螺帽式改良而成；轉向機的轉向螺帽一端製成圓柱型，形成動力活塞而與轉向機外殼形成左、右轉動力缸，各動力缸並有油道與控制閥連通；控制閥總成有一進油口及回油口與液壓泵及儲油室相接。

② 控制閥總成由控制閥軸及兩個瓣閥(NO.1 及 NO.2) 所組成。內部空心以穿過扭力桿，扭力桿左端連接蝸桿，右端連接控制閥軸，並與轉向柱相接，藉方向盤控制其轉動。NO.1 瓣閥控制 V_1 及 V_2 閥門，作為動力缸進油控制；NO.2 瓣閥控制 V_3 及 V_4 閥門，作為動力缸回油控制（參圖 4-26）。

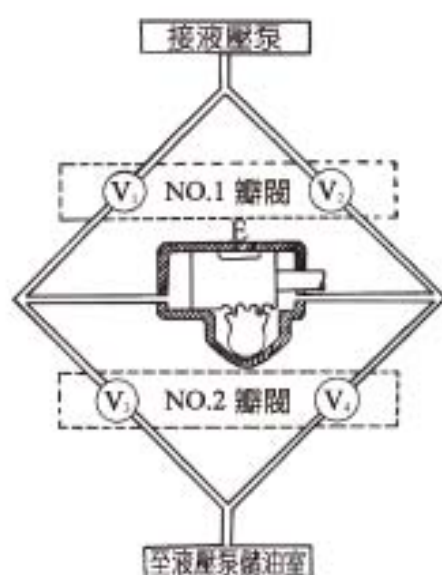


圖 4-26 閥門作動簡圖 (TOYOTA 修護手冊)

③ 扭力桿兩端可以容許小範圍圓周方向的扭動，如此可以使方向盤轉動若干角度才能轉動蝸桿，在此角度範圍內，控制閥總成已能開啟油路，使液壓油流到動力缸而作動轉向。若動力作用失效（如油泵皮帶斷裂）時，轉向柱藉扭力桿將扭力傳達至蝸桿，故仍有轉向作用。

2. 作用情形

- (1) 直線前進時（參圖 4-27 (A)）：若方向盤位於中立位置，NO.1 及 NO.2 瓣閥使 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 閥門均開啟，故液壓泵輸入的液壓油直接流回儲油室，動力缸左、右側液壓相等，動力缸活塞靜止不動。
- (2) 向右轉時（參圖 4-27 (B)）：若方向盤向右轉時，扭力桿右端與控制閥軸向右扭轉若干度，瓣閥亦向右若干角度，此時 NO.1 瓣閥使 V_1 關閉、 V_2 開啟，液壓油流至右轉動力缸，推動活塞產生右轉作用；NO.2 瓣閥使 V_3 開啟、 V_4 關閉，使左轉動力缸的液壓油得以流回儲油室。
- (3) 向左轉時（參圖 4-27 (C)）：方向盤向左轉時，NO.1 瓣閥使 V_1 開啟、 V_2 關閉，液壓油流到左轉動力缸，推動活塞；NO.2 瓣閥使 V_3 關閉、 V_4 開啟，右轉動力缸的液壓油流回儲油室。
- (4) 動力缸活塞即為轉向機螺帽，故轉向機螺帽藉液壓而移動，以帶動扇形齒輪產生轉向動作。

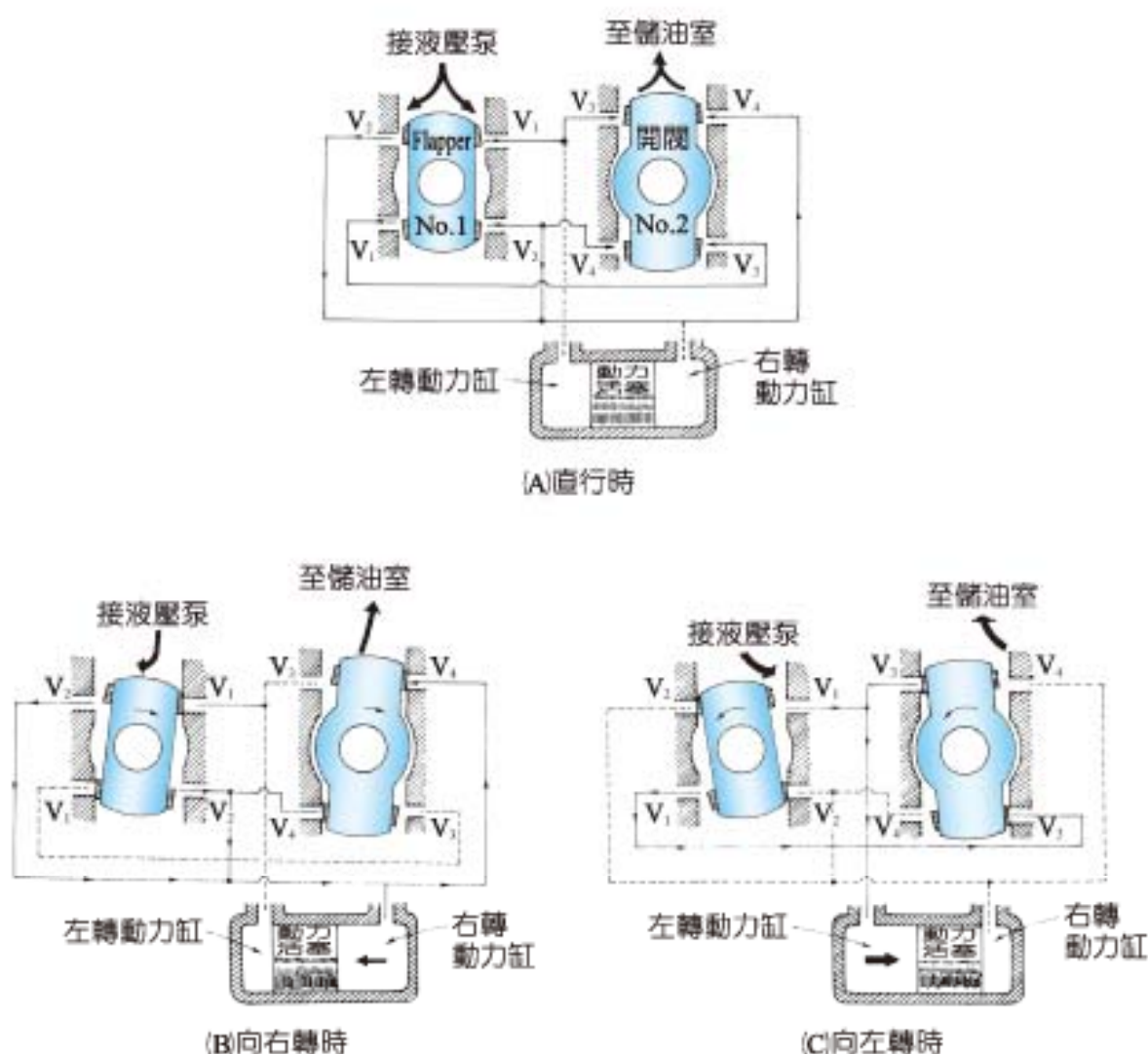


圖 4-27 整體式液壓動力轉向的作用情形（瓣閥式）（TOYOTA 修護手冊）

- (5) 若動力失效（壓力消失）時，當方向盤向左（或向右）轉過一個角度範圍後，由扭力桿仍可帶動蝸桿，再由蝸桿帶動轉向螺帽移動，故仍可控制轉向，但方向盤操作力加重。

☞ 連桿式液壓動力轉向

1. 構造（參圖 4-28）：液壓泵與整體式動力轉向相同；控制閥總成固定在轉向連桿上；動力缸的外殼固定在橫拉桿上，動力缸活塞則由活塞桿固定在車架上。

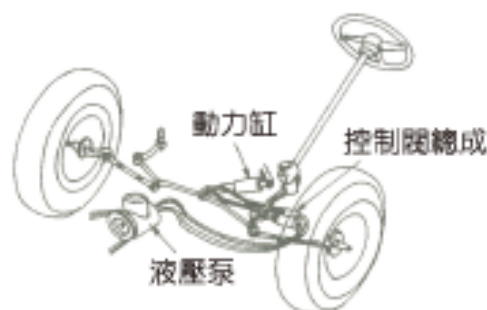


圖 4-28 連桿式液壓動力轉向系統（三級自動車シャーシ）

2. 作用情形

(1) 直線行駛時 (參圖 4-29) :

方向盤未轉動，畢特門臂未搖動，控制閥總成的軸控活門保持在中立位置，液壓分別送至動力缸左右室，因壓力相等，動力缸靜止不動，無轉向動作。

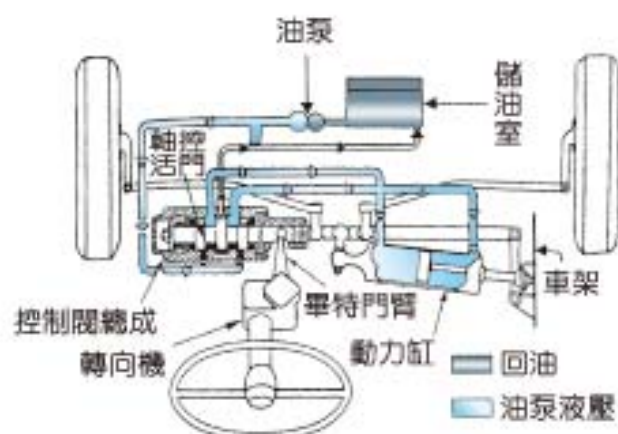


圖 4-29 連桿式液壓動力轉向 (直行時) (汽車學 2)

(2) 向右轉時 (參圖 4-30) :

方向盤向右轉時，畢特門臂向左擺動，使軸控活門向左移，油泵的液壓經控制閥總成

送至動力缸左室，動力缸活塞固定於車架，使動力缸外殼及橫拉桿一起向左移，前輪即向右轉向；動力缸右室則回油至油室。

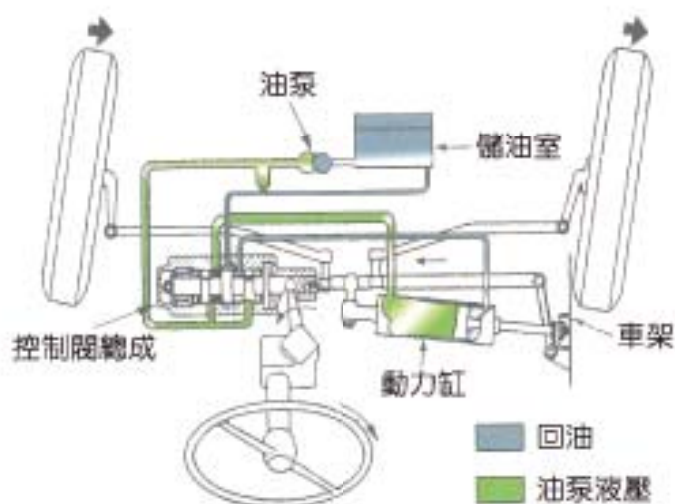


圖 4-30 連桿式液壓動力轉向 (向右轉時) (汽車學 2)

(3) 向左轉時 (參圖 4-31) :

方向盤向左轉時，畢特門臂向右擺動，軸控活門彈簧使軸控活門向右移，油泵的液壓經控制閥總成送到動力缸右室，使動力缸外殼與橫拉桿一起向右移，前輪即向左轉向；動力缸右

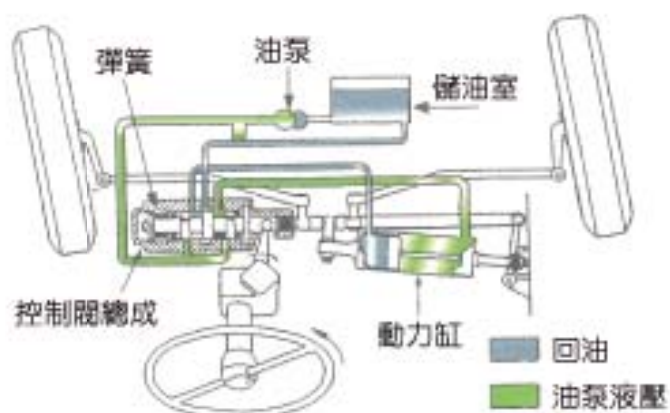


圖 4-31 連桿式液壓動力轉向 (向左轉時) (汽車學 2)

室回油至儲油室。

- (4) 若動力失效（液壓消失時），當轉動方向盤時，直接由畢特門臂推動橫拉桿，仍可產生轉向動作，但操作加重。

4-3-3 齒桿與小齒輪式（RP式）動力轉向

概述

現今 FF 式小型車輛，均採用齒桿與小齒輪式動力轉向，其構造係將控制閥組裝置於轉向柱與小齒輪之間，藉轉向柱的左、右轉動，改變液壓泵液壓流至左、右轉動力缸，使動力液壓推動齒桿上的活塞移動，產生輔助轉向作用（參圖 4-32）。

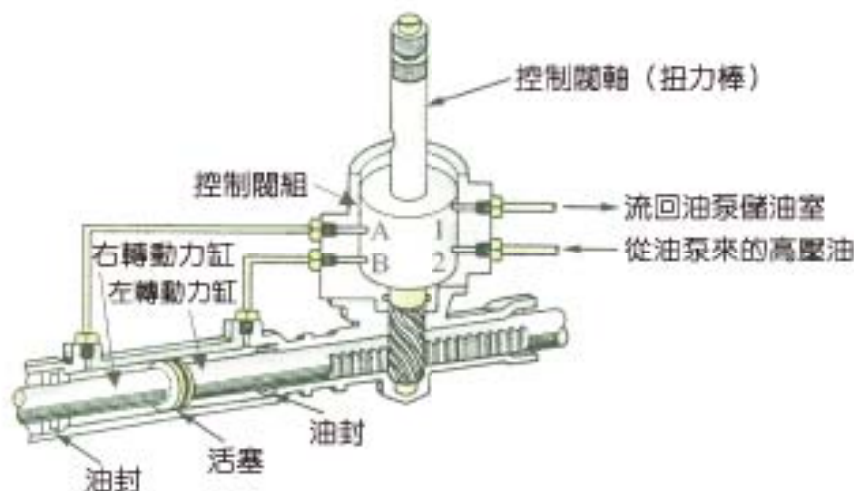


圖 4-32 齒桿與小齒輪式（RP 式）動力轉向（Automechanics fundamentals）

作用

1. 當車輛直線前進時，控制閥組使液壓泵送來的液壓油直接流回儲油室，左、右轉動力缸均無液壓。
2. 當方向盤向左轉時，控制閥組使油路 2⇒B 相通，1⇒A 相通，液壓油送到左轉動力缸，而右轉動力缸可由回油管回油至儲油室。
3. 當方向盤向右轉時，控制閥組使油路 2⇒A 相通，1⇒B 相通，液壓送到右轉動力缸，而左轉動力缸可回油至儲油室。
4. 當動力失效時，控制閥軸旋轉超過控制角度，由內置短銷直接驅動小齒輪而仍可控制轉向作動以策安全。

4-3-4

電子控制液壓式車速感應動力轉向

概述

1. 此式係將 RP 式動力轉向機械控制的控制閥組，改由電腦控制電磁閥以改變左右轉動力缸的油路液壓（參圖 4-33）。
2. 電腦根據車速感知器（VSS）及方向盤轉向角度感知器的信號，控制安裝在控制閥組上的左、右轉向的進油電磁閥及回油電磁閥，以改變液壓路徑。

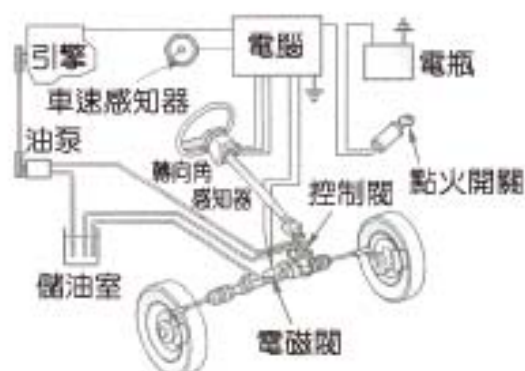


圖 4-33 電子控制液壓式車速感應動力轉向 (Automotive mechanics)

作用

1. 無論汽車左轉或右轉，當方向盤轉角感知器偵測出右轉信號時，電腦即打開右轉進油電磁閥，使液壓流至右轉動力缸；電腦亦同時打開左轉回油電磁閥，使液壓油流回儲油室。方向盤左轉時亦如此。
2. 當車速低於 30 km/h 以下時，電腦控制電磁閥，使限流孔開啟量最大，液壓升高，以減輕方向盤操作力；車速逐漸增高時，電磁閥使限流孔開啟量逐漸變小，液壓降低，使方向盤操作力增加。
因高速行駛時若方向盤太輕將易造成轉向動量過大而失控，再者，高速行駛時之轉向角度亦不大之故。

4-3-5

壓縮空氣動力轉向 (參圖 4-34)

壓縮空氣動力轉向用於重型車輛（使用壓縮空氣煞車或空氣懸吊者），利用儲氣箱的壓縮空氣為動力，由動力缸協助控制橫拉桿，減輕方向盤的操作力，其控制方式及作用原理類似連桿式液壓轉向系統。

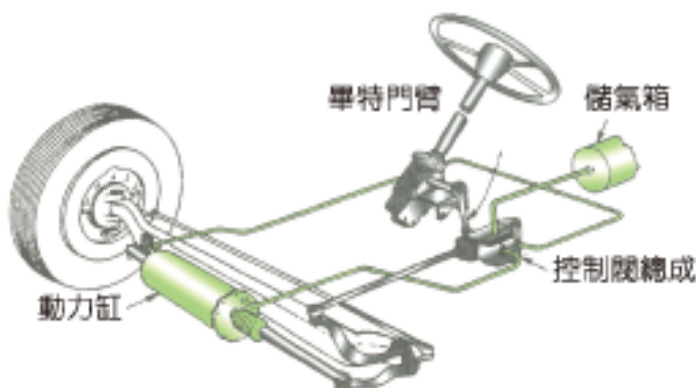


圖 4-34 壓縮空氣動力轉向系統 (現代汽車底盤)

第 4-4 節

後輪轉向系統及四輪轉向系統

4-4-1

後輪轉向系統

概述

1. 雖然後輪轉向可以縮短轉向半徑（參圖 4-35），但是後輪轉向在高速行駛時將會產生車輛迂迴的不穩定現象，故後輪轉向適合使用在低速行走及載重量較大的車輛上，如堆高機等。

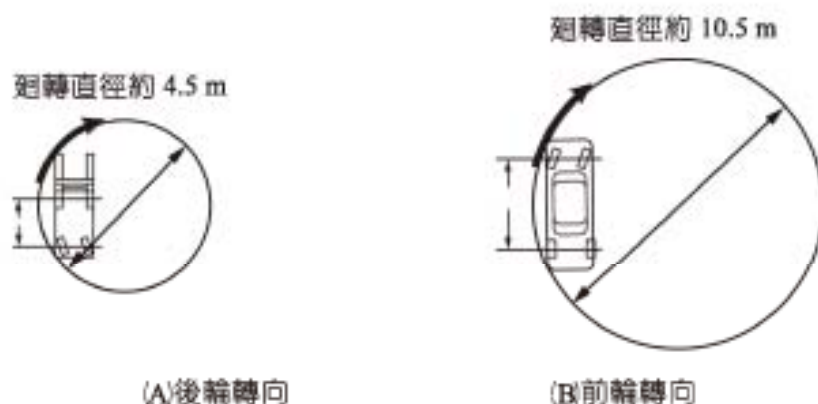
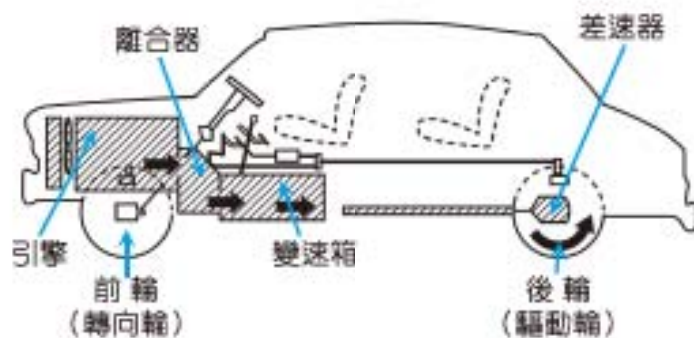


圖 4-35 前輪與後輪轉向比較（網路-維基百科）

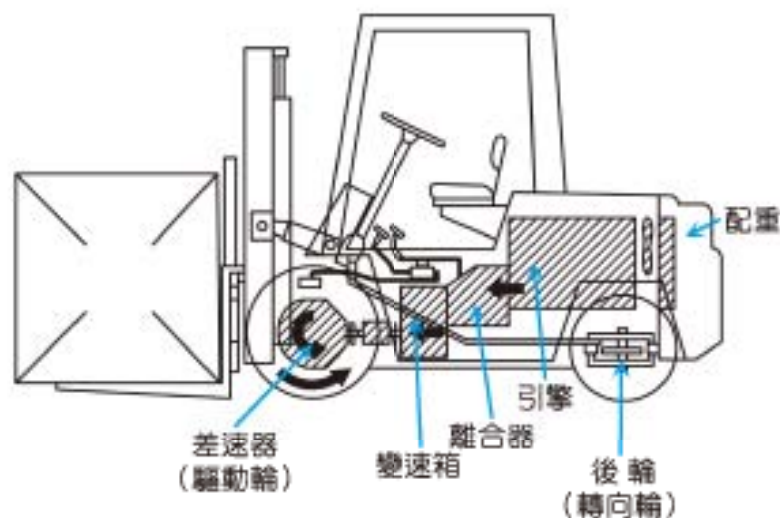
2. 後輪轉向系統通常應用在堆高機上，因為堆高機頂舉重物時，前輪（大直徑車輪）承載大部分的重量，造成轉向困難，並使轉向機件易於磨損，故大都採用後輪（小直徑車輪）轉向較易於控制行進方向。

後輪轉向的基本原理

1. 後輪轉向的基本原理及構造大致與前輪轉向相同，由方向盤、轉向機及轉向連桿等所組成。
2. 後輪轉向的轉向力傳遞距離較遠，由前方駕駛室的方向盤帶動轉向機，再經直拉桿傳至後輪處的橫拉桿，而使後輪轉向。參圖 4-36 為前、後輪轉向之比較。
3. 為減輕方向盤之操作力，早期堆高機採用液壓輔助動力轉向，而現在電動堆高機已改為全液壓式轉向系統或配合電動馬達輔助動力轉向。



(A)汽車的前輪轉向



(B)堆高機の後輪轉向

圖 4-36 前後輪轉向比較 (網路-維基百科)

4-4-2

四輪轉向 (4WS)



四輪轉向之功用及特性

1. 汽車之轉向半徑愈短，轉向性能愈佳，不僅可作小轉彎或便於路邊停車，而且在行進中變換車道，可減小車身搖擺，增進行車穩定性及安全。
2. 車輛行進在彎道（過彎）時，車輛重心會因為離心力而使產生側向力，此側向力的大小會依車重、車速、重心位置、驅動輪位置及轉向角度的不同而變化，此側向力會使車輛在彎道上產生轉向不足、轉向過度及中性轉向的現象（參圖 4-37）。

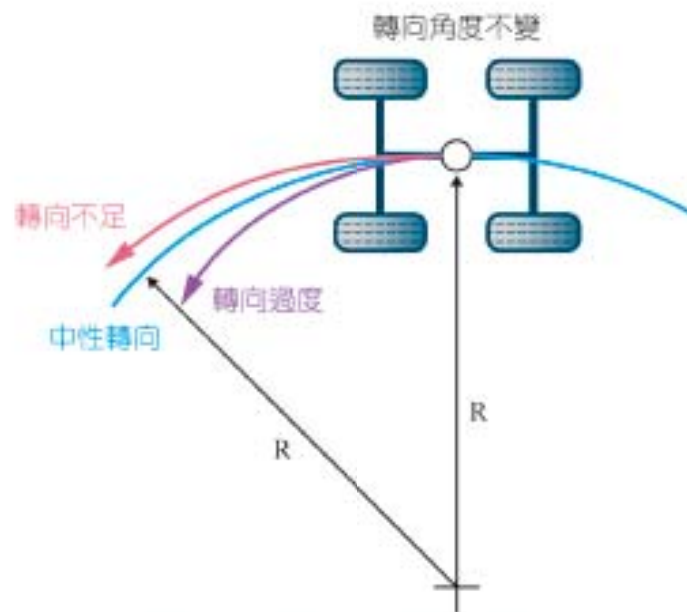


圖 4-37 轉向不足與轉向過度

3. 四輪轉向有同相位及逆相位（或稱反相位）兩種，在車輛不同車速下，由電腦操控相位的變化。
4. 參圖 4-38，(A)為四輪同相位轉彎時所產生轉向不足的趨勢；(B)圖為四輪逆相位轉彎時所產生轉向過度的趨勢。

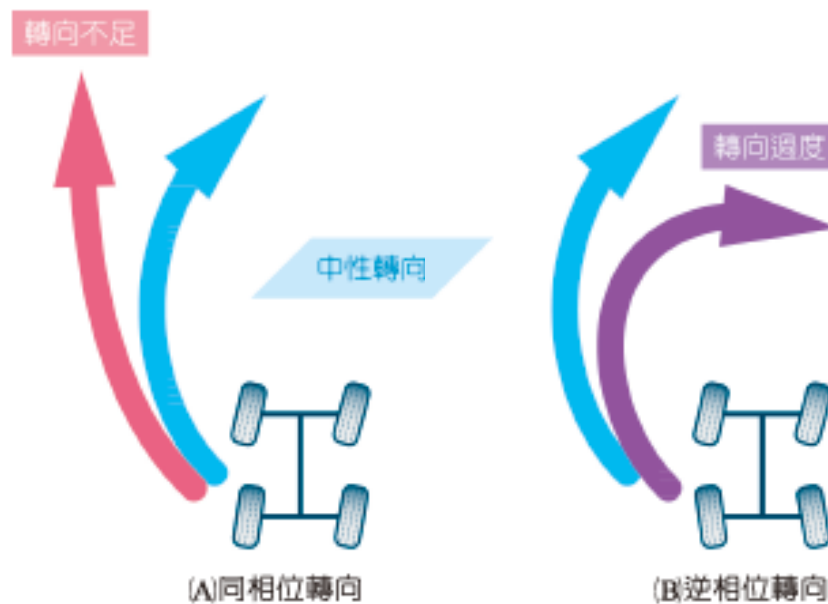


圖 4-38 不同相位轉向之轉向差異

二 四輪轉向 (4WS) 與兩輪轉向 (2WS) 之比較

1. 「過彎路徑」及「方向盤旋轉方向」比較 (參圖 4-39)。
2. 「變換車道路徑」及「方向盤旋轉方向」比較 (參圖 4-40)。

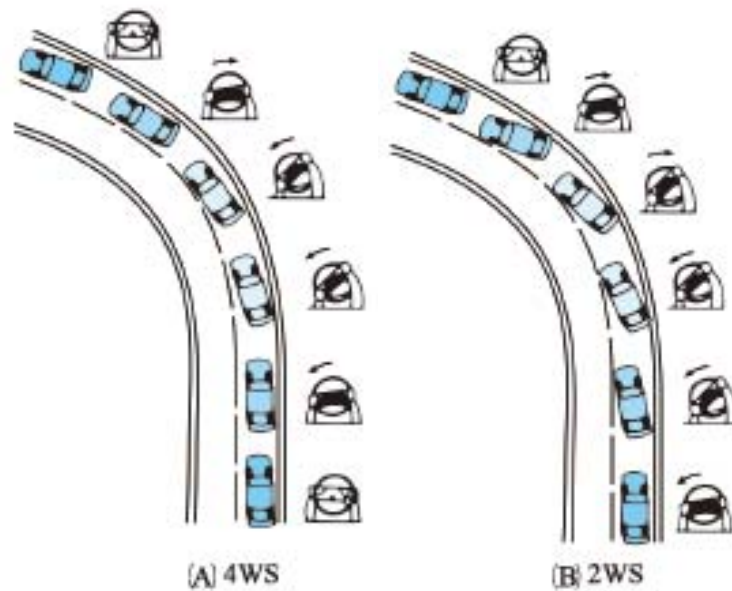


圖 4-39 4WS 及 2WS 過彎路徑比較 (Automechanics fundamentals)

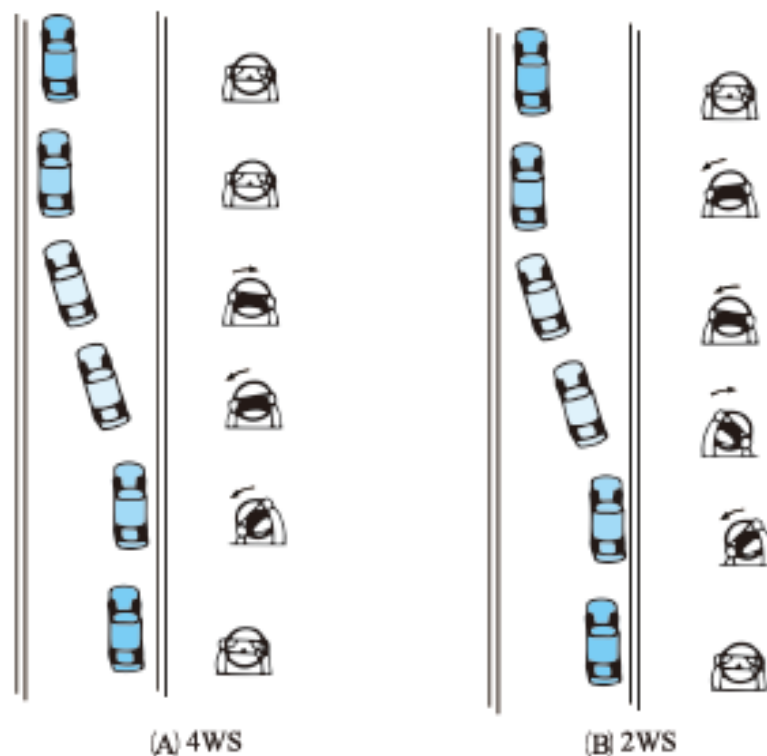


圖 4-40 4WS 及 2WS 之變換車道路徑比較 (Automechanics fundamentals)

3. 「180°轉向路徑」比較（參圖 4-41）。
4. 「S 形彎道路徑」比較（參圖 4-42）。

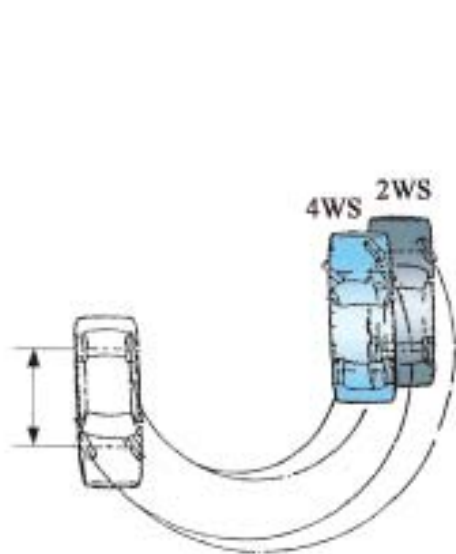


圖 4-41 4WS 及 2WS 之 180° 轉向路徑之比較
(Automechanics fundamentals)

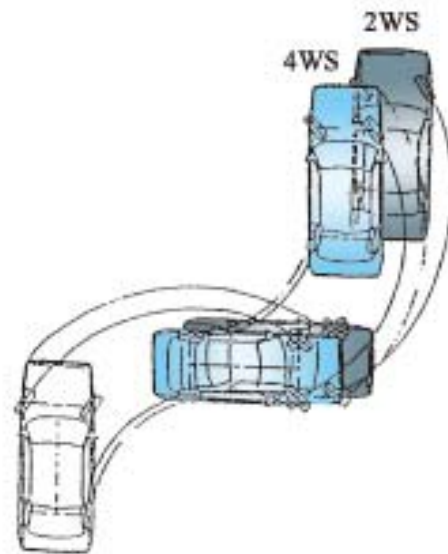


圖 4-42 4WS 及 2WS 之 S 形彎道路徑比較
(Automechanics fundamentals)

5. 4WS 在直角彎道上之前、後輪轉向作動情形（參圖 4-43）。

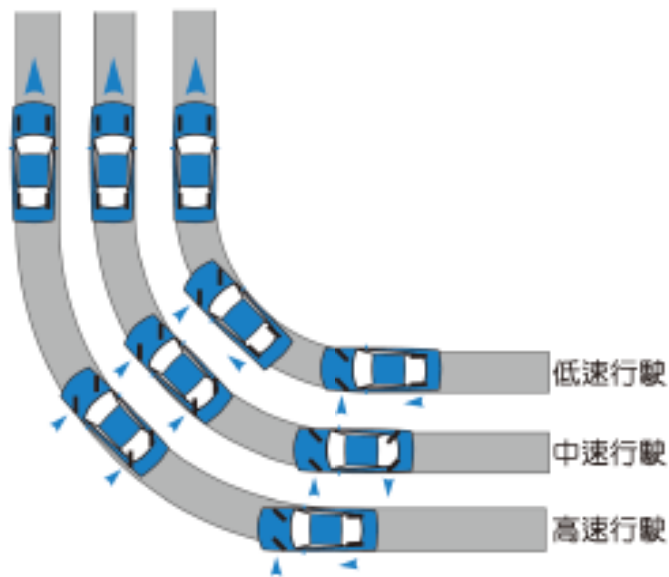


圖 4-43 4WS 之前、後輪轉向差異 (NISSAN 修護手冊)

以日產（Hicas 型）電子控制式四輪轉向簡介其工作原理

1. 方向盤旋轉角度與前後輪轉向相位及角度並不一致，依各廠家之設計而不同（參圖 4-44）。








| 方向盤 車速 | 轉 彎 時 | | 直線前進時 |
|-----------|--|--|---|
| | 方向盤快速旋轉 | 方向盤緩慢旋轉 | |
| 高速行駛時 |  |  |  |
| 中低速行駛時 |  |  |  |
| 極低速行駛時 |  | | |

圖 4-44 日產 Hicas 型 4WS 之前後輪轉向動作（NISSAN 修護手冊）

2. 作用原理（參圖 4-45）

- (1) 前輪為液壓式動力轉向，構造與兩輪轉向相同。
- (2) 後輪為「第五輪轉向」，利用左右兩側的動力缸，以液壓控制其「異向作動」（左動力缸伸長，右動力缸縮短），使後輪產生轉向。

- (3) 電腦控制器根據車速感知器（VSS）及轉向角度感知器的信號來控制電磁閥，改變後輪左右動力缸之液壓作動路徑（後輪左轉向時，左動力缸進油而使長度伸長，右動力缸回油而長度縮短），以操縱後輪轉向。

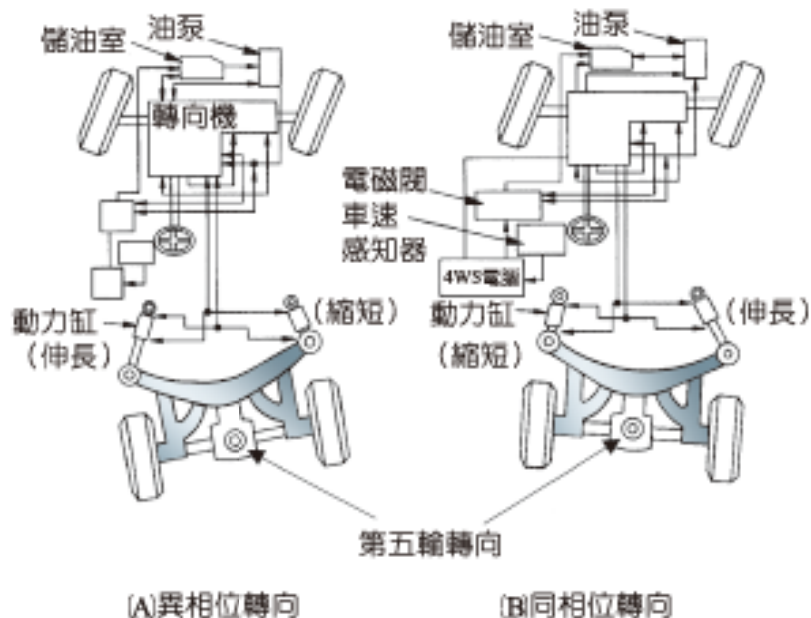


圖 4-45 日產 Hicas 型 4WS 之基本作用（NISSAN 修護手冊）

- (4) 當剛轉動方向盤時，後輪會先與前輪的轉向呈相反方向，之後再回到同方向（相位反轉控制），其中也包含可因應車速去控制後輪反轉時間的延遲控制機能。
- (5) 慢速轉動方向盤時以及正常行進狀態下，只會呈現與方向盤的轉角同方向。當快速轉動方向盤時，則會因應方向盤的轉向速度，在開始操作方向盤時，先呈現逆相位，再即刻反轉為同相位，呈現固定的轉角。
前輪向右轉時，後輪之同相位及逆相位作動（參圖 4-45）。

第 4-5 節

車輪定位

4.5.1 車輪定位概述

1. 車輪定位（Wheel alignment）（或稱四輪定位）包括「前輪定位」及「後輪定位」兩種。
2. 前輪定位
 - (1) 汽車的前輪除了負擔車輛前部的重量外，尚須負責轉向，因此，為使轉向能達到操縱容易、方向穩定、行駛安定及行車安全等要求，前輪的懸吊及轉向系各機件的安裝均應互相配合，故須有前輪定位（或稱前輪校正）。
 - (2) 所謂「前輪定位」即指前輪、前軸、大王銷及轉向系各機件間，在裝置時應保持一定的相關位置，使汽車能獲得方向的穩定性，行駛的安定性，轉向操縱容易及輪胎的正常轉動，以確保行車安全及延長各機件的使用壽命。
 - (3) 前輪定位的項目包括「前輪外傾角」、「大王銷內傾角」、「大王銷後傾角」、「前輪前束」及「轉向時前展」等五項。
3. 後輪定位
 - (1) 現今大、小客車均用四輪獨立懸吊，後輪會因地面之不平而各自跳動，為延長輪胎之使用壽命及增進行駛的穩定性，後輪必須有「後輪定位」。
 - (2) 後輪定位的項目包括「後輪外傾角」及「後輪前束」等兩項。

4.5.2 前輪定位各項的定義及功用

一 外傾角（Camber）

1. 外傾角（Camber）的定義（參圖 4-46）


- (1) 所謂「外傾角」即指左右二前輪向外傾斜的角度，亦即由汽車前方看，前輪胎面中心線與地面垂直線所夾之角度，通常約為 $\pm 0.5^\circ \sim \pm 2^\circ$ 。
- (2) 若胎面中心線向車外傾斜者，稱為「正外傾角」；向車內傾斜者，稱為「負外傾角」。

2. 外傾角 (Camber) 的功用

- (1) 使車輛的重量適當地作用在軸承及指軸上。
- (2) 抵消前軸及懸吊系機件因負重或磨損而產生的變形。
- (3) 配合拱形路面，能保持車輪與地面垂直，以避免輪胎偏磨耗。
- (4) 配合大王銷內傾角，使胎面中心線與大王銷中心線的交點接近地面，可以使方向盤操作容易。



圖 4-46 外傾角
(現代汽車底盤)

 **內傾角 (King pin inclination, KPI)**
(或稱大王銷傾斜角或轉向軸傾斜角
Steering axle inclination, SAI)

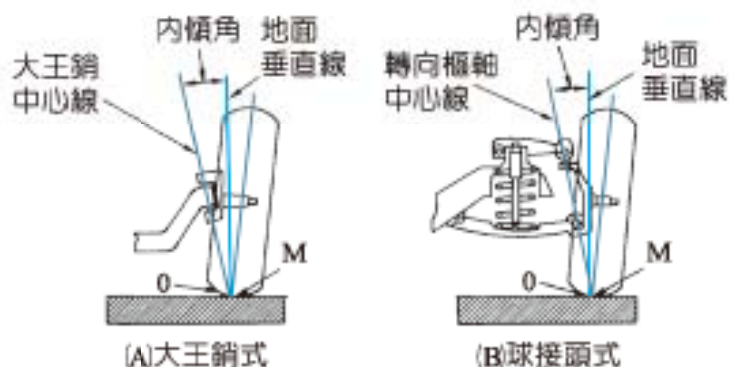


圖 4-47 內傾角 (KPI 或 SAI) (汽車學 2)

1. KPI 的定義(參圖 4-47)

- (1) 所謂「內傾角」係指大王銷(或轉向樞軸)中心線向車輛中心方向傾斜的角度，亦即由車前方向後看，大王銷中心線與地面垂直所夾的角度。通常約為 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。
- (2) 整體式前輪懸吊以大王銷中心線之傾斜角度為 KPI；獨立式懸吊則以上、下球接頭中心連線之傾斜角為 SAI。

2. KPI 的功用

- (1) 使車子轉向後，能自動回復正前方向。
- (2) 減少大王銷及銅套所受的作用力，以減少其磨損。
- (3) 減輕轉向操作力。
- (4) 與外傾角配合，使轉向容易，並可減少輪胎磨損。

3. KPI 在轉向後能自動回正之原理（參圖 4-48）：以圓紙板（代表輪胎）與鉛筆（代表大王銷）作實驗，會發現轉彎時，圓紙板

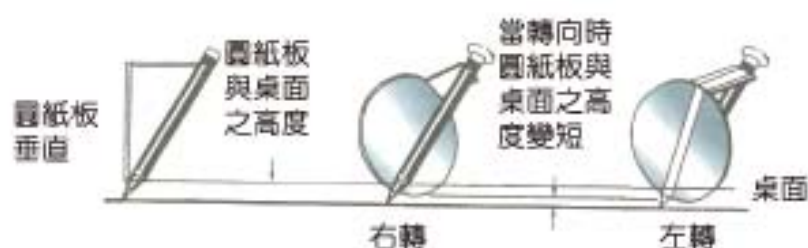


圖 4-48 內傾角自動回復的作用（汽車學 2）

會接近桌面，實際上汽車車輪並無法下降至地面下，而使車架上升，當手放鬆方向盤時，車重能使車輪回復正前方。

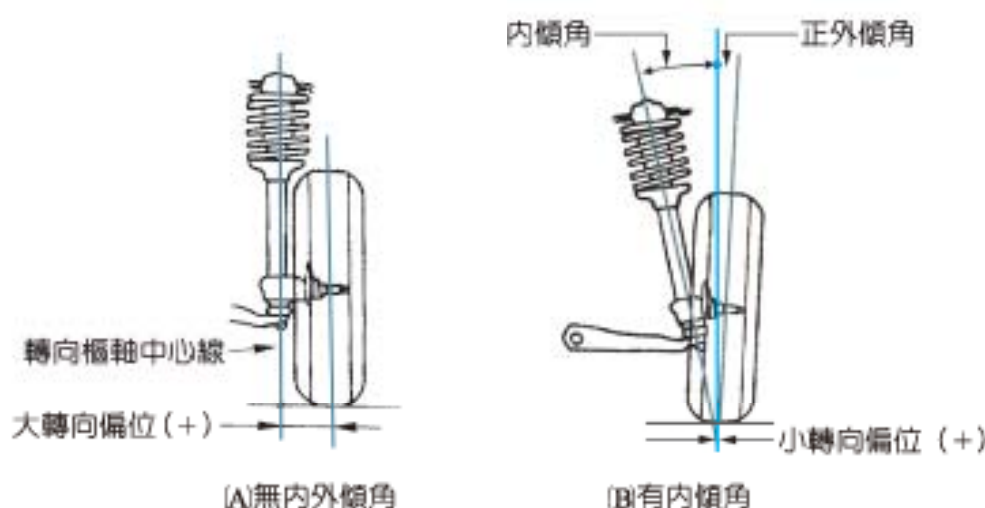


圖 4-49 KPI 能使轉向靈活（三級自動車シャーシ）

4. 包容角 (Included angle) (參圖 4-50)

(1) 內傾角與外傾角之和，稱為「包容角」，左右側的包容角應該相等，否則易形成偏向。

(2) 包容角之頂點與地面之位置會影響轉向性能：

① 頂點剛好在地面：包容角頂點刚好在地面，成圓錐體轉動，轉向極為靈活，但缺點是無法穩定前輪方向（參圖 4-50）。

② 頂點在地面之上方：輪胎著地點在內，轉向樞軸中心線與地面相交的引導點在外，推進力使輪胎前進時，會使輪胎有內滾的趨勢（參圖 4-51 (A)）。

③ 頂點在地面之下方：目前大部分車輛均用此式，使轉向輕巧，且輪胎不易磨損。此式著地點在外，引導點在內，故輪胎轉動時有外滾的趨勢（參圖 4-51 (B)）。

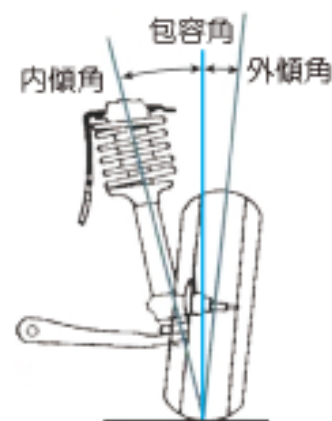
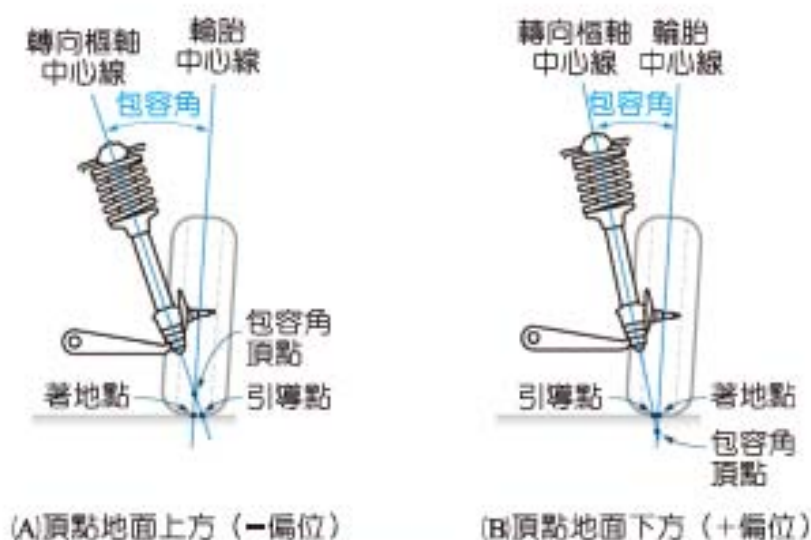


圖 4-50 包容角
(自動車設計)



(A)頂點地面上方 (-偏位) (B)頂點地面下方 (+偏位)

圖 4-51 包容角頂點與轉向性能之關係 (自動車設計)

後傾角 (Caster)

1. Caster 的定義 (參圖 4-52)

- (1) 所謂「後傾角」係指大王銷向車後方傾斜的角度，意即由車側面看，大王銷中心線與地面垂直線所夾的角度。
- (2) 若向後方傾斜者為「正後傾角」，向前方傾斜者為「負後傾角」，通常約為 $-1^{\circ} \sim +3^{\circ}$ 。

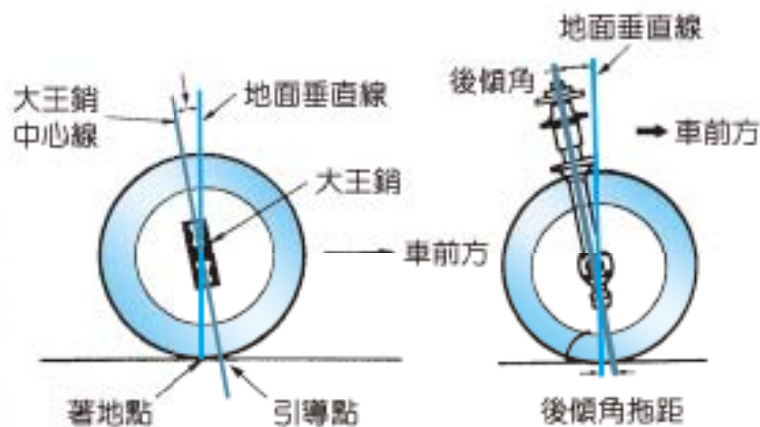


圖 4-52 後傾角 (汽車學 2)

2. 後傾角 (Caster) 的功用

(1) 維持汽車直線行駛

· 引導點在前，著

地點在後，如同桌椅的萬向活動腳，或腳踏車前輪因有後傾角的作用，可以放開把手，仍能直線行駛 (參圖 4-53)。

(2) 汽車轉彎後，使前輪容易回正 (Easy return)。

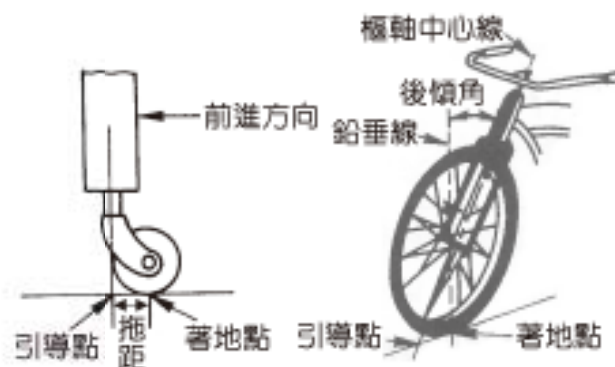


圖 4-53 後傾角的作用 (汽車學 2)

3. 正、負後傾角的影響（以右轉為例）

- (1) 右輪右轉時：以圓紙板代表輪胎，鉛筆代表大王銷；當向右轉動時筆芯升高，即表示右邊大王銷（車架）上升（參圖 4-54）。
- (2) 左輪右轉時：當向右轉轉筆芯時，圓紙板升高，實際上輪胎是永遠著地的，此即表示左邊大王銷（車架）下降（參圖 4-55）。



圖 4-54 右輪右轉的作用（汽車學 2）

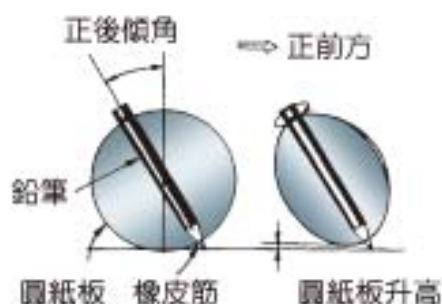


圖 4-55 左轉右輪的作用（汽車學 2）

- (3) 如上所述，車子向右轉時，車身因離心力已有向左翻滾的趨勢，現又將右邊車架升高，左邊車架降低，更易引起翻車，尤以高速行駛轉彎時最為危險。
- (4) 現代車輛，採用「負後傾角」來防止轉彎時汽車翻覆，負後傾角的作用：右轉時，會使左邊車架升高，右邊車架下降，以抵消車身向左翻滾，故較不會翻車。

四 前束 (Toe-in)

1. Toe-in 的定義（參圖 4-56）：所謂「前束」係指兩前輪前端的距離較後端為小，亦即俯視前輪，左右兩輪前、後方胎面中心距離之差。通常約為 2~5 mm (1/16~1/8 in)。
2. Toe-in 的功用
 - (1) 抵消前輪因外傾角所產生的外滾作用，使前輪能正直行駛，減少輪胎磨損。
 - (2) 抵消轉向連桿各機件因磨損而產生的外滾。
3. Toe-in 的調整：改變橫拉桿的長度，即可校正前束，此項為目前廠家所允許的定位調整項目。

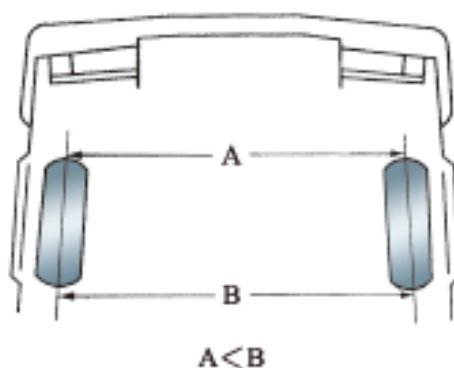


圖 4-56 前束 ($B-A$ = 前束值)
(自動車設計)

五 轉向時前展 (Toe-out on turn)

1. 轉向時前展的定義 (參圖 4-57) :

所謂「轉向時前展」係指前輪轉彎時，內輪的轉向角度必須大於外輪的轉向角度，亦即轉彎時，內外前輪轉向角度之差 (根據阿克曼轉向幾何原理即可獲得轉向時前展)。

2. 轉向時前展的功用

- (1) 使兩前輪能以轉向中心為圓心，順利轉彎。
- (2) 車輛轉彎時，使兩前輪不會產生滑動而減少輪胎壽命。

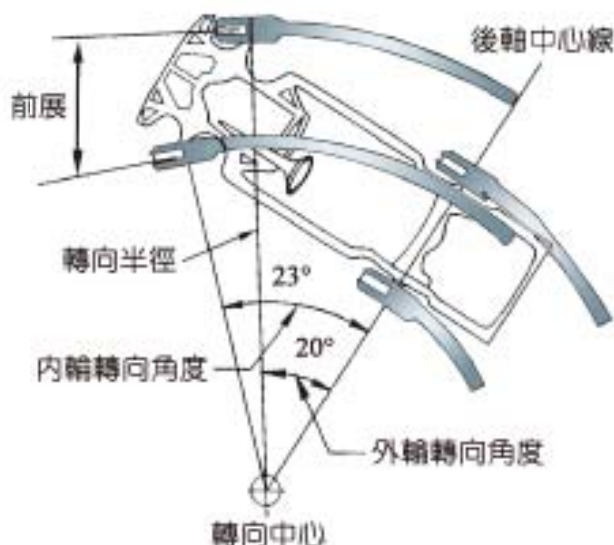
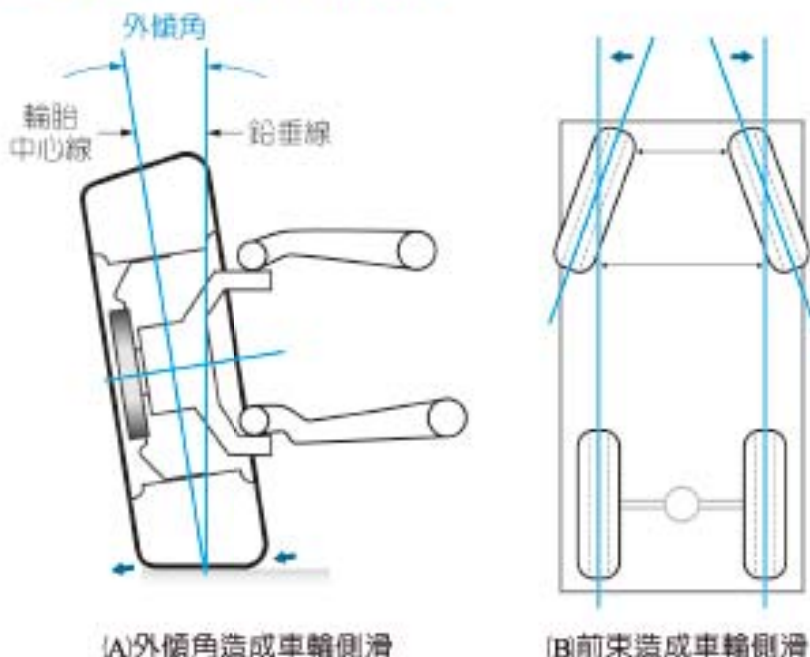


圖 4-57 轉向時前展 (自動車設計)

六 側滑 (Side slip)

1. 所謂「側滑」係指車輛直線前進方向與車輪的胎面中心線，所夾的角度，通常不得超過 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 。
2. 「側滑值」係以車輛直線行駛 1 km 處，與前輪滾動方向所偏移的距離 (公尺數) 來表示，通常不得超過 3~5 m/km。若側滑值太大時將引起輪胎異常磨損，我國公路交通法規規定不得超過 ± 5 m/km。

3. 側滑值常因前束、外傾角及後傾角等調整不當所引起，故公路監理處 (所) 在檢驗車輛時，僅測量側滑值即可，但側滑值不正確時，不可僅調整前束來修正，應同時檢測外傾角及後傾角 (參圖 4-58)。



(A) 外傾角造成車輪側滑

(B) 前束造成車輪側滑

圖 4-58 外傾角及前束所造成的車輪側滑

七 軸距差與推力角

1. 軸距差

- (1) 所謂軸距即指前、後輪軸中心線的距離，分為左軸距及右軸距，而且左右軸距均應相等。
- (2) 若汽車因發生撞擊過劇而產生車架變形時，將會形成軸距差（參圖 4-59）。行駛中放鬆方向盤即會產生偏向短軸距側，而無法直線行駛。

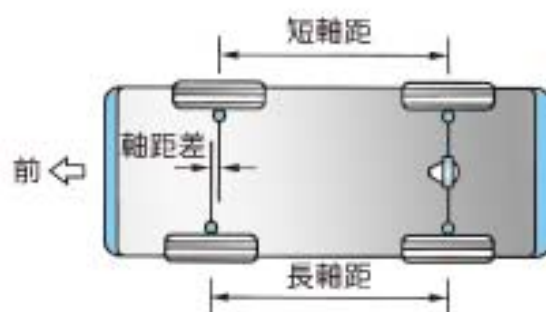


圖 4-59 軸距差 (Automechanics fundamentals)

2. 推力角 (Thrust angle)

- (1) FR 式車輛直線前進時，前、後輪軸之中點垂直線應與車輛中心線重合，若後輪軸中垂線（稱為推力線）與車輛中心線有偏角時，稱為「推力角」（參圖 4-60）。
- (2) 推力角在車輛行進中會產生偏向及輪胎異常磨損，若後輪為整體式懸吊車輛會偏向推力角之反側，即推力角在車輛中心線之左側，車輛會偏向右側。若為獨立式懸吊車輛，兩後輪分別出現推力角不相等時，會偏向推力角較小的一側。
- (3) 推力角的產生：若後輪為整體懸吊者大多為懸吊機件磨損或安裝不當、底盤受損或後軸位置失準所致；若後輪為獨立式懸吊者除上述原因之外，後輪之前束左右調整不均亦為主因，因此調整後輪前束時，左右輪應等量調整。

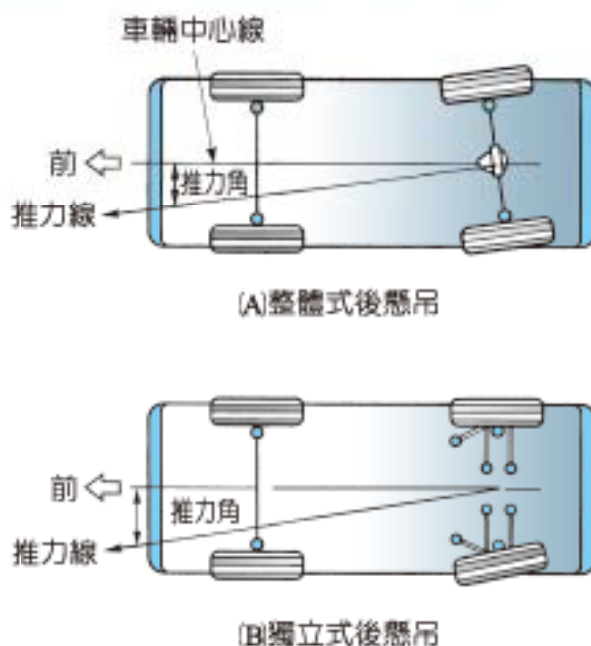


圖 4-60 推力角 (Automechanics fundamentals)

4-5-3

影響車輪定位的因素

車輪定位係前輪轉向樞軸（大王銷）及輪胎各種角度的關係，因此從事車輪校正工作時應注意下列各項因素，才不致影響精確度：



1. 地面應平坦。
2. 車輛不可有負載。
3. 輪胎氣壓及花紋深度應合乎規定。
4. 煞車間隙應正常。
5. 轉向系各機件應正常（如轉向齒輪、轉向連桿及球接頭等）。
6. 懸吊系各機件應正常（如大王銷、銅套、輪軸承、底盤彈簧及避震器等）。
7. 車架應無變形。

習題

4

1. 何謂轉向瞬時中心及轉向半徑？
2. 何謂轉向空檔？太大或太小有何影響？
3. 何謂可逆式轉向機構？又分為那幾種？
4. 四輪轉向之功用為何？
5. 何謂車輪校正？包括那些項目，簡述其意義？
6. 試述後傾角的功用？
7. 試述內傾角的功用？
8. 車輪校正工作前應注意那些事項？

◆ 第四章 學後評量

Comments

壹、實力測驗

- () 1. 方向盤之空轉角度若超過規定值應如何調整？ (A)調整蝸桿與軸承之端間隙 (B)調整扇形齒輪軸與鋼套之間隙 (C)調整蝸桿與扇形齒輪之齒隙 (D)調整直拉桿之球接頭。
- () 2. 畢特門臂又稱搖臂或游臂，是連接在 (A)轉向節與橫拉桿之間 (B)直拉桿與扭力桿之間 (C)轉向齒輪軸與轉向連桿之間 (D)惰桿與縱動桿之間。
- () 3. 前輪大王銷後傾角的主要目的是 (A)使轉向容易 (B)使輪胎不易磨損 (C)使車重平均分配在車輛指軸上 (D)使車輛保持正前方向行駛。
- () 4. 某車轉向減速比為 16：1，則方向盤的最大轉動量為 (A)3 轉 (B)4 轉 (C)5 轉 (D)6 轉。
- () 5. 前輪校正要項中哪一項的主要效果是抵消車輪向外旋轉之作用，前輪能向前行駛，減少輪胎之損壞？ (A)前束 (B)外傾角 (C)內傾角 (D)傾角。
- () 6. 一般車輛轉向節上的前輪軸承 (A)內軸承比外軸承小 (B)內軸承比軸承大 (C)內外軸承一樣大小 (D)只有一個軸承。
- () 7. 一般車輛的轉向幾何之轉向瞬時中心其位置 (A)四輪的垂線交於點此點隨轉角而不同 (B)四輪的垂線交於一點此點必在車輛的重心 (C)四輪的垂線交於一點此點必在前軸的中心延長線上 (D)四輪的垂線交於一點，此點必在後軸的中心延長線上。
- () 8. 轉向機減速比是 (A)方向機桿齒數/扇形齒輪齒數 (B)方向盤旋轉角度/轉向節旋轉角度 (C)方向機桿齒數/轉向節旋轉角度 (D)方向盤旋轉角度/畢特門臂旋轉角度。
- () 9. 循環滾珠螺帽式轉向機屬於 (A)可逆式 (B)不可逆式 (C)半可逆式 (D)以上皆非。
- () 10. 現代高速車子為減少車子高速轉彎時之離心力，使車子不易翻車多採用 (A)正內傾角 (B)負內傾角 (C)正後傾角 (D)負後傾角。
- () 11. 下列何種型式之轉向齒輪其方向復原性最佳？ (A)蝸桿與扇形齒輪式 (B)蝸桿與搖臂式 (C)蝸桿與滾輪式 (D)齒桿與小齒輪式。
- () 12. 當動力轉向之動力消失時，對轉向動作之影響為 (A)轉向完全失效

- (B)仍有轉向，轉力加重 (C)仍有轉向，轉力仍很輕 (D)以上皆非。
- () 13. 前輪校正五大要項中如不合規定會引致輪胎加速磨損者為 (A)前束及內傾 (B)外傾及後傾 (C)前束及外傾 (D)內傾及後傾。

貳、丙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 自車輛前面視之，大王銷(King Pin)向內傾斜與垂直線之交角，英文為 (A) Caster (B) Camber (C) King Pin Inclination (D) Toe-in。
- () 2. 齒桿與小齒輪式之轉向機廣泛使用於 (A)小型車 (B)貨車 (C)大客車 (D)各型汽車。
- () 3. 能使前輪保持向前直行的是前輪定位中 (A)外傾角 (B)後傾角 (C)轉向角 (D)前束 的功用。
- () 4. 包容角指的是 (A)外傾角和大王銷內傾角 (B)外傾角和後傾角 (C)內傾角和後傾角 (D)大王銷內傾角和後傾角 之和。
- () 5. 車輛在轉彎時 (A)內輪的轉角比外輪大 (B)外輪的轉角比內輪大 (C)兩輪的轉角都一樣 (D)轉角不能確定。
- () 6. 右圖所示 A 角為 (A)內傾角 (B)後傾角 (C)外傾角 (D)包容角。
- () 7. 從車前看大王銷中心線與鉛垂線之夾角為 (A)外傾角 (B)後傾角 (C)內傾角 (D)後傾角或內傾角。
- () 8. 調整橫拉桿可改變 (A)外傾角 (B)後傾角 (C)內傾角 (D)前束。
- () 9. 動力轉向油泵通常由 (A)V 型皮帶 (B)發電機軸 (C)壓縮機軸 (D)方向軸 驅動。
- () 10. 轉向節角度與何者有密切的關係？ (A)前束 (B)後傾角 (C)輪胎外傾角 (D)前展。
- () 11. 迴轉半徑是指汽車轉彎時，瞬時中心至 (A)前內側輪中心線 (B)前外側輪中心線 (C)前軸中心線 (D)汽車中心 之距離。
- () 12. 一般方向盤自由間隙應在 (A) 0 mm (B) 35 mm (C) 75 mm (D) 100 mm 以下。
- () 13. 一般小型車多使用何種動力轉向？ (A)氣壓 (B)真空或大氣壓 (C)液壓 (D)電動或磁力。
- () 14. 車輛轉彎時，內外輪胎角度之差稱為 (A)前束 (B)前趨角 (C)後傾角 (D)轉向前展。
- () 15. 兩前輪輪胎中心線之距離在後側測量值大於前側測量值時，稱為 (A)



後傾角 (B)內傾角 (C)前束 (D)外傾角。

- () 16. 前輪轉向是採用何種原理設計？ (A)阿克曼原理 (B)巴斯卡原理 (C)第五輪原理 (D)阿基米德原理。
- () 17. 車速感應型動力轉向系統中，當車速低時轉動方向盤，較車速高時轉動方向盤所產生的壓力 (A)相同 (B)較大 (C)較小 (D)不一定。

參、乙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 轉向搖臂 (Pitman arm) 是連結在 (A)橫拉桿與直拉桿之間 (B)直拉桿與轉向機齒輪軸之間 (C)轉向節臂與直拉桿之間 (D)直拉桿與扭力桿之間。
- () 2. 轉向齒輪減速比加大，所需轉向力就小，會使轉向動作 (A)加快 (B)減慢 (C)不變 (D)轉向角增大。
- () 3. 液壓式動力轉向裝置之液壓泵由下列哪一項零件所驅動？ (A)引擎 (B)方向盤 (C)轉向拉桿 (D)轉向搖臂。
- () 4. 連桿式分離型動力轉向機是將 (A)動力缸與直拉桿組合 (B)控制閥與橫拉桿組合 (C)動力缸和控制閥與轉向齒輪箱組合 (D)控制閥組合於直拉桿內，動力缸活塞桿與橫拉桿連結。
- () 5. 加大輪距和軸距時 (A)轉向半徑變大 (B)高速時容易震動 (C)較省油 (D)轉向半徑變小。
- () 6. 一般機械式轉向齒輪須加下列何種潤滑油？ (A) SAE 30 齒輪油 (B) SAE 90 齒輪油 (C) SAE 50 齒輪油 (D)自動變速箱油。
- () 7. 機械式可變轉向比系統 (variable-ratio steering system) 係依據下列何者改變轉向比？ (A)車速 (B)路面情況 (C)車重 (D)轉向角度。
- () 8. 當後懸吊負載加重時，下列前輪定位角度何者會產生變化？ (A)Caster (B)Camber (C)Toe-in (D)SAI (Steering Axis Inclination)。
- () 9. 影響迴轉半徑最大的因素為 (A)輪距 (B)軸距 (C)胎寬 (D)方向機。
- () 10. 車輛於正常路面，當行駛某一特定車速時方向盤會左右晃動，故障原因是由於 (A)煞車碟盤變形 (B)輪胎平衡不良 (C)前束不正確 (D)後傾角不正確。
- () 11. 一般車輛前輪後傾角的主要目的是 (A)易轉向 (B)保持車輛正前行駛 (C)輪胎不易磨耗 (D)胎面全面著地。
- () 12. 下列哪一組車輪定位項目的配合可以使轉向輕巧，減少轉向操作力？ (A)後傾角與內傾角 (B)外傾角與前束 (C)外傾角與後傾角 (D)內傾角與外傾角。

- ()13. 下列何者會影響外傾角？ (A)橫拉桿球接頭磨損 (B)前輪軸承鬆動
(C)輪胎磨損 (D)前束不正確。

解答

壹、實力測驗

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
| 1. | (C) | 2. | (C) | 3. | (D) | 4. | (B) | 5. | (A) | 6. | (B) | 7. | (D) | 8. | (D) |
| 9. | (A) | 10. | (D) | 11. | (D) | 12. | (B) | 13. | (C) | | | | | | |

貳、丙級題庫 (2016 公告)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. | (C) | 2. | (A) | 3. | (B) | 4. | (A) | 5. | (A) | 6. | (C) | 7. | (C) | 8. | (D) |
| 9. | (A) | 10. | (C) | 11. | (B) | 12. | (B) | 13. | (C) | 14. | (D) | 15. | (C) | 16. | (A) |
| 17. | (B) | | | | | | | | | | | | | | |

參、乙級題庫 (2016 公告)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|
| 1. | (B) | 2. | (B) | 3. | (A) | 4. | (D) | 5. | (A) | 6. | (B) | 7. | (D) | 8. | (A) |
| 9. | (B) | 10. | (B) | 11. | (B) | 12. | (D) | 13. | (B) | | | | | | |

筆記欄

NOTES

5-1-1

概述

1. 車輪總成由輪圈（金屬部分）及輪胎（橡膠部分）所組成（參圖 5-1）。
2. 車輪總成為汽車之著地位置，須負擔全車重量，由車輪總成的滾動傳輸驅動力、傳輸煞車力及吸收路面的震動等任務，故車輪總成必須有足夠的強度、適當的彈性與地面間有足夠的摩擦力及耐磨性等特性。



圖 5-1 車輪總成（汽車學 2）

5-1-2

輪圈

一 輪圈的構造（參圖 5-2）

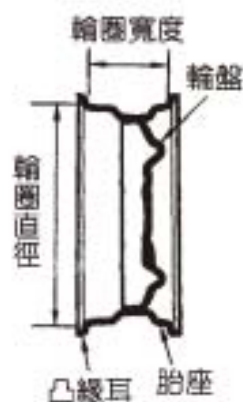
輪圈由輪盤及胎座所組合，通常鋼質輪圈以焊接而成，而鋁合金輪圈有鑄造及鍛造兩種。

二 輪圈的種類

1. 依材料分類

- (1) 鋼質輪圈（俗稱鋼圈）：以鋼板製成的車輪，強度大，重量亦大，適用於載重車輛，如貨車、重型貨車等。
- (2) 鋁合金輪圈：以鋁合金鑄造而成，重量輕以提高加速性能；傳熱性良好以幫助冷卻煞車鼓；

但因缺乏彈性且強度小，容易因劇烈的衝擊而破損，故現今鋁合金輪圈改以鍛造而成，係將鋁材加熱再以極大的力量沖壓，再經精密加工，進

圖 5-2 輪圈的構造
（現代汽車底盤）

行輪輻的造型雕刻，如此鍛造鋁圈機械强度高而耐衝擊、安全性高、重量更減輕及外型多樣而美觀，大多使用在乘用車，如：轎車、大巴士。

2. 依輪盤形狀分類

- (1) 鋼絲型輪盤（參圖 5-3）：在胎座與輪轂之間以鋼絲連接而成，鋼絲車輪重量輕，且有良好的彈性，煞車鼓的冷卻容易，但因不易清潔、強度小及不能裝用併胎，故現僅用於機車上。
- (2) 圓盤型輪盤（參圖 5-4）
 - ① 此式為現今車輛所廣泛採用，輪盤係以 4.5~6.0 mm 的厚鋼板衝壓成圓盤形，中間衝有數孔，以利煞車鼓的冷卻。
 - ② 輪盤以電焊或鉚釘與胎座固定成一體，此式生產容易，成本低，強度大且拆裝容易。



圖 5-3 鋼絲型輪盤（三級自動車シャーシ） 圖 5-4 圓盤型輪盤（三級自動車シャーシ）

- (3) 輻射型輪盤（參圖 5-5）：在輪緣與輪轂之間以鋁合金壓鑄成之輻狀形的輪輻相連接，此式強度大，煞車鼓冷卻容易，常用於轎跑車。

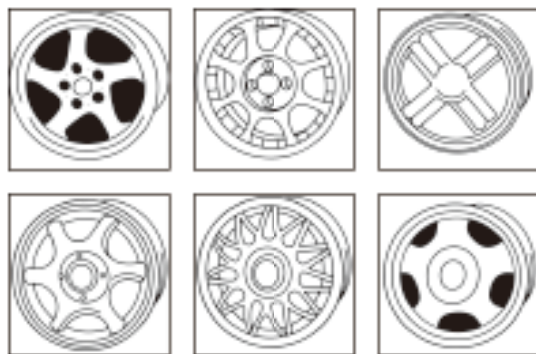


圖 5-5 輻射型輪盤（汽車學 2）

5-1.3 胎座

胎座（或稱輪緣）用以安裝輪胎，使輪圈與輪胎一體旋轉，其種類如下：

1. 分離式胎座（參圖 5-6）：以鋼板將輪緣的一半與輪盤一次衝壓成形，再將兩半以螺絲予以組合。此式構造簡單，成本低，但不適合應用在現今無內胎車輪使用。
2. 落心式胎座（或稱深座式）（參圖 5-7）：以鋼板衝壓而成，中間部分下凹，以便輪胎的拆裝。現為一般小型車所常用。
3. 安全落心式胎座（參圖 5-8）：係將落心式改良而成，係在輪胎的胎唇座內側有一凸起的安全凸緣，使輪胎在漏氣後仍能保持原位。
4. 半落心式胎座（或稱深底式）（參圖 5-9）：輪緣中間稍微下凹，一側有邊環用以固定輪胎，並利於輪胎拆裝，多用於貨車上。
5. 平底式胎座（或稱平座式）（參圖 5-10）：輪緣中間均為平底，一側有邊環，因輪緣與內胎接觸面積大，為避免與內胎間的摩擦及鏽蝕，通常以襯帶予以隔離（參圖 5-11）。

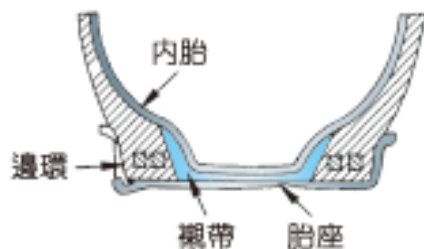


圖 5-11 襯帶安裝位置（汽車學 2）



圖 5-6 分離式胎座（汽車學 2）

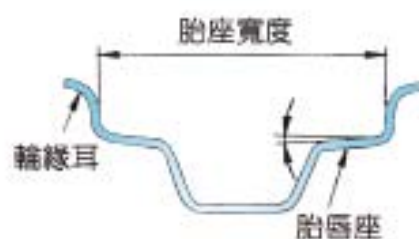


圖 5-7 落心式胎座（汽車學 2）

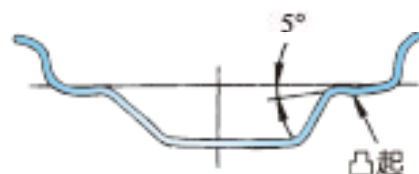


圖 5-8 安全落心式胎座（汽車學 2）

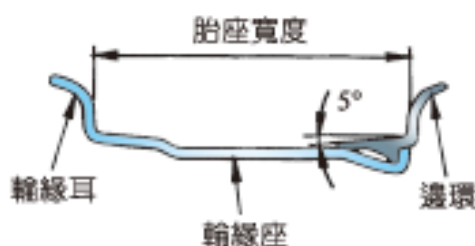


圖 5-9 半落心式胎座（汽車學 2）

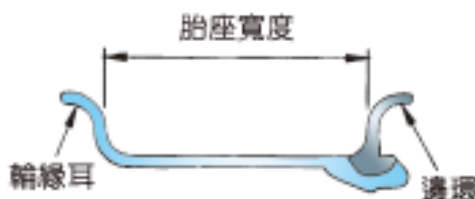


圖 5-10 平座式胎座（汽車學 2）

6. 無內胎式胎座（參圖 5-12）：其形狀略似落心式胎座，惟胎座處有 15° 的傾斜，使外胎裝上後能貼緊胎座而不漏氣，為現代小型車所採用。



圖 5-12 無內胎式胎座（汽車學 2）

5.1.4 輪轂

1. 輪轂（Wheel hub）用以安裝車輪及煞車鼓（或煞車圓盤）。通常以鑄鋼製成，內部中空，其內外側有軸承座，以安裝輪軸承，並容納軸承黃油以利潤滑。
2. 參圖 5-13 為前輪轂的構造，裝置於轉向節的指軸上（見 P.126 圖 3-47），內軸承較外軸承大，並有調整螺帽及開口（或固定蓋），作為調整輪轂的端間隙（軸向間隙）之用。最外面裝有輪轂蓋，防止灰塵或水分浸入。

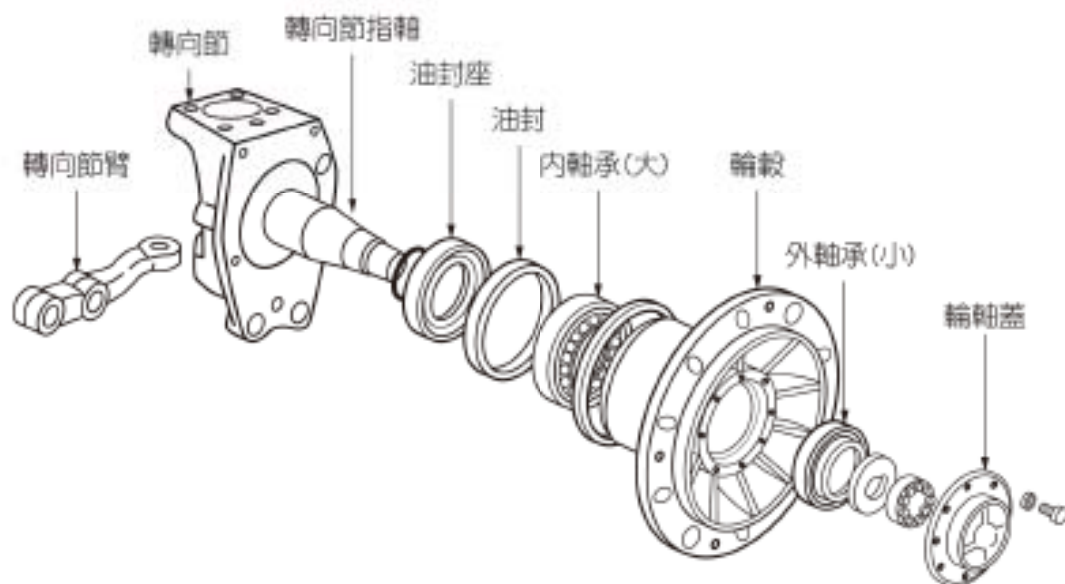
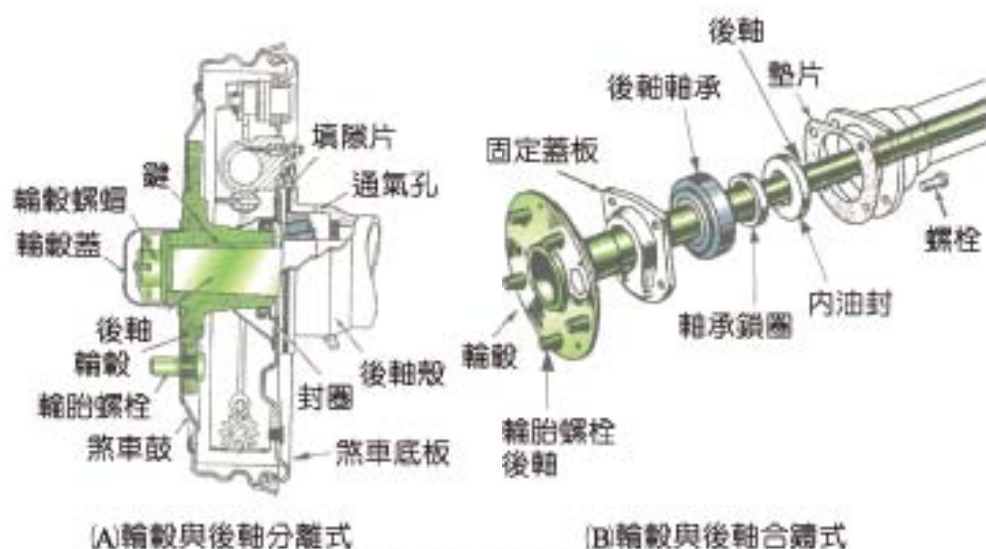


圖 5-13 前輪輪轂（NISSAN 修護手冊）

3. 參圖 5-14，為小型車半浮式後輪轂的構造，輪轂與後軸有用鍵及螺帽固定者，亦有將輪轂與軸合鑄成一體。輪轂外端安裝煞車鼓及車輪。



(A) 輪殼與後軸分離式

(B) 輪殼與後軸合鑄式

圖 5-14 半浮式後輪殼的構造 (Automotive mechanics)

5-1-5 輪胎

一 輪胎的概述

輪胎介於輪圈與地面之間，作為吸收路面不平所產生的震動及承載全車重量之用，並使與地面間產生足夠的貼地驅動力。

二 輪胎的構造

輪胎由胎面、斷層、彈性層、線層及胎唇等組成（參圖 5-15）。

1. 胎面

- (1) 胎面為輪胎與地面接觸的部分，作為保護內部線層及貼地之用，以具有極佳耐磨性及彈性的人造橡膠或天然橡膠，經硫化過程製成。橡膠加以硫化之目的係提高橡膠的機械性能，如扯斷強度、彈性、可塑性、撓曲性、耐溫度變化性及耐油類的腐蝕性等。

- (2) 胎面為適應路面狀況及用途，以產生足夠的驅動力及散熱性，將胎面製成各種不同的花紋（參圖 5-16）。

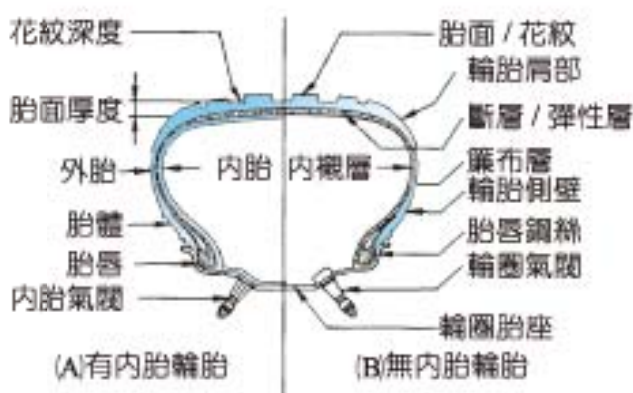
圖 5-15 輪胎的構造（有內胎及無內胎）
(自動車工學)



圖 5-16 輪胎胎面各種花紋 (自動車設計)

(3) 胎面上花紋的功用：增加散熱面積；提高胎面的貼地性；促進排水效果。

(4) 有向花紋胎面在安裝時須注意其花紋方向，否則會產生反效果，吸水而形成胎面水浮現象 (Hydroplaning) (參圖 5-17)。

2. 斷層：斷層係以 2~4 層較疏的編織布，以斜方向排列於胎面與線層之間，用以緩和路面的衝擊，並可保護線層以避免胎面磨損時受到傷害。

3. 彈性層：以柔軟的橡皮製成，用以聯結斷層及線層，並可作為吸收振動用。

4. 線層 (或稱簾布層) (參圖 5-18)：線層是輪胎最重要的部分，以數層的棉紗、尼龍 (Nylon)、聚酯 (Polyester) 或鋼絲製成，為輪胎的骨架，用以抵抗輪胎內壓力及支持車重，其線層數依車輛的負載而定，通常小型車為 2~6 層，大型車為 6~14 層。

(安裝正確) (安裝錯誤)

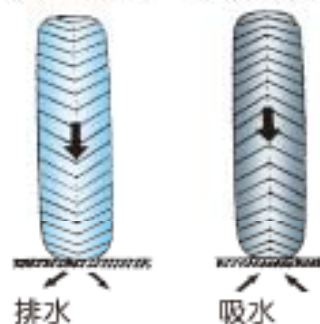


圖 5-17 有向花紋胎面之作用及安裝方向 (自動車設計)



(A) 2 線層 (輕負荷用)



(B) 4 線層 (重負荷用)

圖 5-18 不同的線層 (TOYOTA 修護手冊)

5. 胎唇 (參圖 5-19)：胎唇為輪胎與胎座接觸的部分，內部包以數根鋼絲，以增加其抗張強度，外部包以保護層。

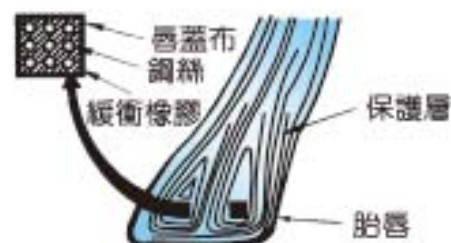


圖 5-19 胎唇構造 (現代汽車底盤)

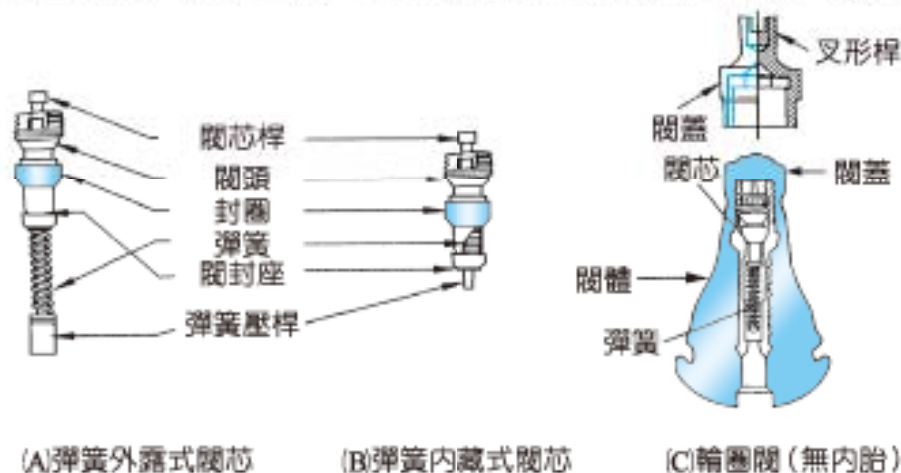
5-1-6 內胎及氣閥

內胎

內胎 (Tube) 係以氣密性及耐穿性非常良好的人造橡膠或天然橡膠製成圓管形，其上附有一個氣閥 (Tube valve)，以便充氣。內胎與外胎配合，以承載重量及吸收路面震動。

氣閥的構造及種類 (參圖 5-20)

輪胎氣閥的構造係以彈簧壓緊閥封座使之密封不漏氣，打氣時須壓下閥芯桿，使閥封座打開，得以充氣；並以閥蓋端之叉形桿作為氣閥的拆裝工具。



(A) 彈簧外露式閥芯 (B) 彈簧內藏式閥芯 (C) 輪圈閥 (無內胎)

圖 5-20 氣閥與閥蓋之構造 (三級自動車シャーン)

5-1-7 輪胎氣壓

1. 輪胎氣壓依車輪負荷及輪胎型式而定。通常小型車約 200~250 kPa (約 2.0~2.5 kg/cm², 28~35 psi)，大型車約為 600~700 kPa (約 6~7 kg/cm², 85~100 psi)。

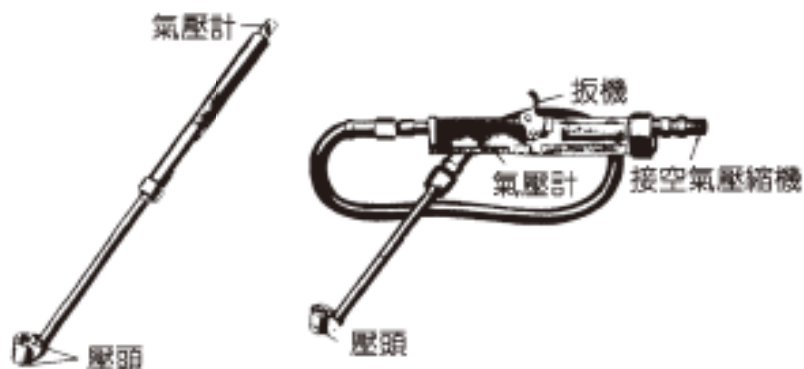


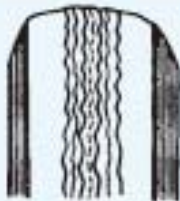






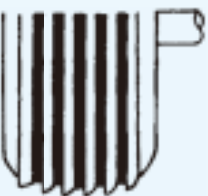
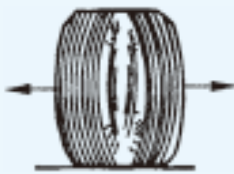
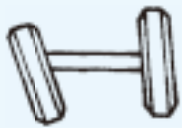
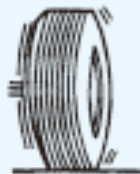
圖 5-21 輪胎氣壓計 (自動車設計)

2. 參圖 5-21，為各種不同的氣壓計，用以測量輪胎的充氣程度，避免輪胎氣壓過高或過低。

5-1-8 輪胎的磨損原因

由表 5-1 所示，由胎面的磨損情形，可以判斷其原因，根據其原因加以改正，以延長輪胎使用壽命。

表 5-1 胎面磨損之故障判斷及處理方法

| | | | |
|------|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 |
| 磨損情形 | 胎面兩側磨損  | 胎面中間磨損  | 胎面單邊磨損  |
| 故障原因 | 充氣不足  | 充氣過高  | 外傾角不正確  |
| 處理方法 | 調整適當氣壓 | | 調整外傾角 |
| 磨損情形 | 4 鋸齒狀（羽毛狀）磨損 | | 5 不規則磨損磨掉一塊 |
| | 齒尖向內  | 齒尖向外  |  |
| 故障原因 | 前束過大  | 轉向前展不正確  | 輪胎平衡不良或 多種原因形成  |
| 處理方法 | 調整前束 | 調整轉向前展 | 輪胎平衡試驗 |

第 5-2 節

輪胎種類與規格

5-2-1 輪胎種類

一 依有無內胎分類

1. 有內胎輪胎（參前圖 5-15 (A)）：係在普通輪胎的內側裝一內胎，以便充氣來增加彈性及承載車重，現為大型車及貨車所常用。
2. 無內胎輪胎（參圖 5-22）：輪胎的內部無裝置內胎，係在輪胎內部加一層氣密性及耐穿性非常好的生膠而成的內襯，並在胎座上裝置氣閥，以便打氣之用。

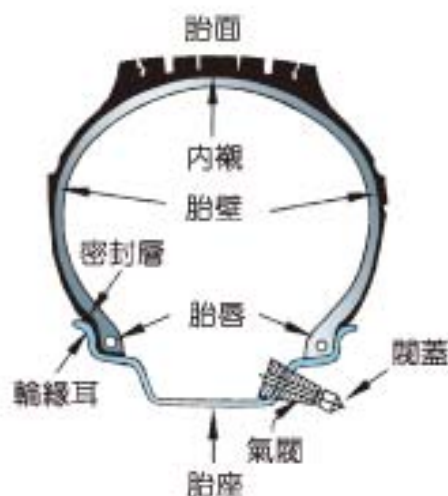


圖 5-22 無內胎輪胎
(三級自動車シャーシ)

二 依充氣程度分類

1. 低壓胎：凡輪胎內充氣的壓力在 250 kPa（約 2.5 kg/cm², 35 psi）以下者，稱為「低壓胎」，因充氣壓力低，彈性佳，小型車均屬此式。
2. 高壓胎：凡輪胎內充氣的壓力在 250 kPa（約 2.5 kg/cm², 35 psi）以上者，稱為「高壓胎」，因充氣壓力高，能負重載，但減震效果較差，大型車多屬此式。

三 依線層的結構不同分類

1. 交叉層輪胎（Bias tire 或稱斜交層輪胎或子午線輪胎）（參圖 5-23）：交叉層輪胎係將線層的方向與胎面中心線成一夾角交叉重疊組合而成，且有足夠的彈性及強度，適合貨車上所使用。



圖 5-23 交叉層輪胎
(Automechanics fundamentals)

2. 徑向層輪胎 (Radial Tire 或稱輻射層輪胎) (參圖 5-24)

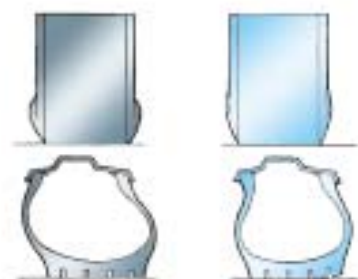
(1) 徑向層輪胎係將線層的方向與胎面中心線成 90° 排列重疊而成，亦即線層的方向均向著輪胎的半徑方向，故稱為「徑向層」(Radial)，此式為德國人米奇林 (Michilinen) 所發明。

(2) 徑向層輪胎具有下列優點

- ① 特殊設計的花紋，具有良好的散熱性及排水性，故胎面貼地良好。
- ② 輪胎變形時，線層間的摩擦作用小，溫度不易升高。
- ③ 多採用無內胎設計，彈性極佳，乘坐舒適。
- ④ 滾動阻力小，故燃料消耗率少。
- ⑤ 轉彎時，輪胎橫向變形，胎面一樣貼地，不易產生滑胎現象 (參圖 5-25)。



圖 5-24 徑向層輪胎
(Automechanics fundamentals)



(A) 徑向層輪胎 (B) 交叉層輪胎

圖 5-25 輪胎貼地性比較
(三級自動車シャーシ)

四 特殊輪胎

1. 備胎：汽車行駛中輪胎難免會被鐵釘或尖銳硬物刺破或爆胎，因此每部車上均置有備胎，以應不時之需，而備胎的直徑規格應與原車胎相同。

- (1) 原車輪胎：與另四個輪胎型式完全相同 (此備胎僅能作為臨時替用胎，因徑向層輪胎不可左右側對調使用)。
- (2) 無氣型備胎：此式為實心橡膠製成，體積小重量輕為其優點。
- (3) 輕巧型備胎：略似機車輪胎，體積小佔位空間小，但行駛速率不得超過 80 km/h ，行駛里程約 $1600 \sim 4800 \text{ km}$ 。

2. 雪地輪胎

車輪行駛於雪地除使用輪胎鏈外，尚有雪地專用輪胎，其胎面花紋粗大且深厚，以提高其抓地力，亦可使用於泥濘地 (參圖 5-26)。



圖 5-26 雪地輪胎 (自動車工學)

3. 冰地輪胎（或稱防滑輪胎）

略似雪地輪胎，另在胎面兩側安裝防滑金屬長釘，可牢固抓住結冰路面，以增加抓地力防止打滑（參圖 5-27）。

4. 自封型輪胎（俗稱免補輪胎）

將密封劑灌入無內胎輪胎內，形成內襯表面；若刺入鐵釘或硬物時密封劑會包覆鐵釘而不漏氣，鐵釘拔除時，密封劑亦能自動封住輪胎傷口。

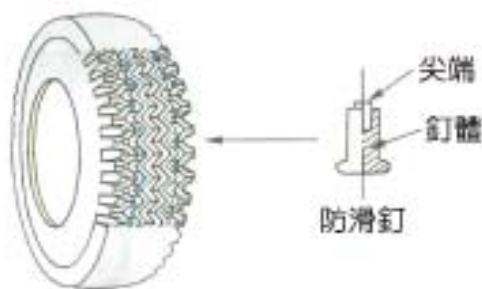


圖 5-27 防滑輪胎（自動車工學）

5-2-2 輪胎規格

1. 通常在輪胎的側壁上均註記有關「輪胎結構」、「尺寸規格」、「胎壓及負荷」、「生產日期」或其他特殊的意義，以作為更換輪胎的參考（參圖 5-28）。

2. 生產日期說明：在 DOT 字樣之後，有烙印之四位數代表生產日期。前二位數代表「生產週別」；後二位數代表「生產年份」；為西元年份之末二位數。如「3102」為 2002 年第 31 週生產。



圖 5-28 輪胎側壁之各項標記（自動車工學）

交叉層輪胎標記（參圖 5-29）

例如「7.00-14-4PR」，式中 7.00 表示輪胎寬度為 7 吋；14 表示輪緣外徑（相當於輪胎內徑）為 14 吋；4PR 表示相當於 4 層（Ply）線層的強度，實際上並沒有 4 層。R 即 Rating（相當於...）之意。

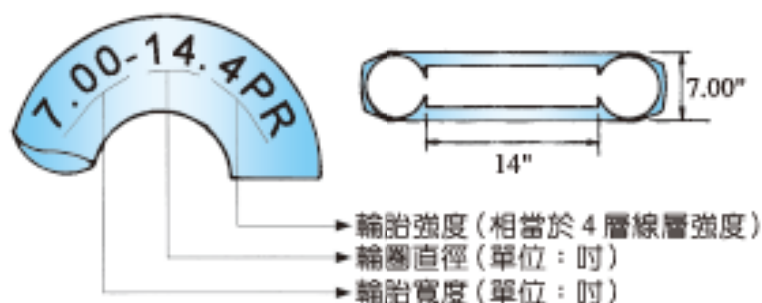


圖 5-29 交叉層輪胎標記意義（自動車工學）

徑向層輪胎標記

例題 1

「185/70 SR 14」：(參圖 5-30)

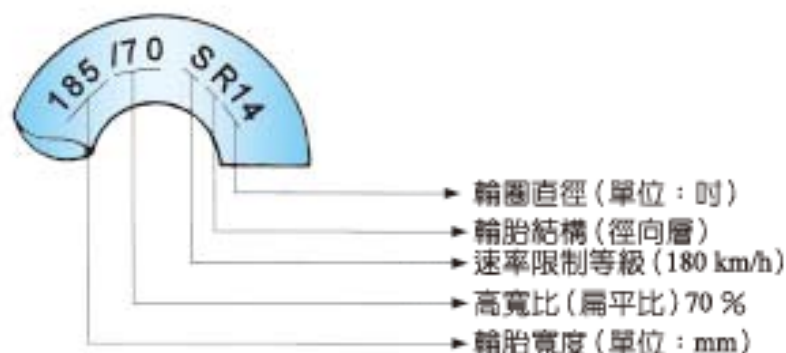


圖 5-30 徑向層輪胎標記意義(1)

意義說明：185 表示標準氣壓下的「輪胎寬度」為 185 mm；70 表示輪胎斷面的「高寬比」(或稱扁平比)為 70 % (參圖 5-31)；S 表示輪胎的「車速限制等級」，不得超過 180 km/h，其他等級如表 5-2 所示；R 表示「徑向層」(Radial)；14 表示「輪圈直徑」(或輪胎內徑)為 14 吋。

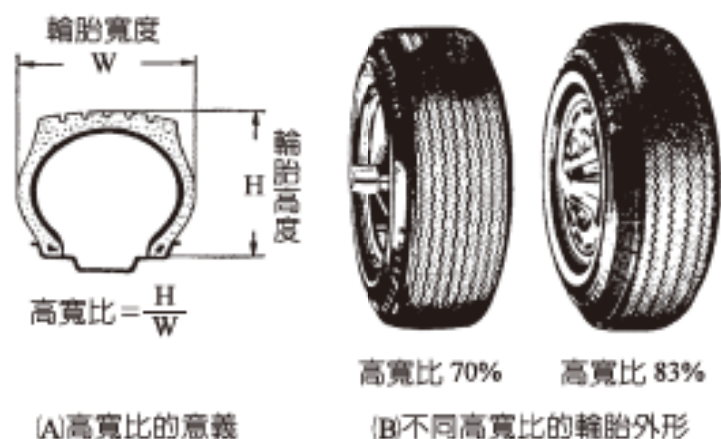


圖 5-31 輪胎的高寬比 (自動車工學)

表 5-2 輪胎車速限制等級對照表

| 胎 別 | 英 文 字 母 | 最 大 速 率 限 制 |
|-------------|---------|--------------------------|
| 夏 季 | L | 120 km/h (75 mph) |
| | M | 130 km/h (81 mph) |
| | N | 140 km/h (87 mph) |
| | P | 150 km/h (93 mph) |
| | Q | 160 km/h (99 mph) |
| | R | 170 km/h (106 mph) |
| 季 胎 | S | 180 km/h (112 mph) |
| | T | 190 km/h (118 mph) |
| | U | 200 km/h (124 mph) |
| | H | 210 km/h (130 mph) |
| | V | 240 km/h (150 mph) |
| | VR | 210 km/h 以上 (130 mph 以上) |
| 胎 | W | 270 km/h (168 mph) |
| | Y | 300 km/h (192 mph) |
| | Z | 240 km/h (150 mph) |
| | ZR | 240 km/h 以上 (150 mph 以上) |
| 冬 季 胎 | QM+S | 160 km/h 以上 (99 mph 以上) |
| | TM+S | 190 km/h 以上 (118 mph 以上) |
| | HM+S | 210 km/h 以上 (130 mph 以上) |

例題 2

「205/60 R 15 89 H」：(參圖 5-32)

意義說明：205 表示標準氣壓下之輪胎寬度 205 mm；60 表示高寬比(60%)；R 表示輪胎結構(徑向層)；15 表示輪圈直徑(15 吋)；89 表示載重指數(LI) (查表才知其容許載重量 580 kg，見表 5-3)；H 表示車速限制等級。

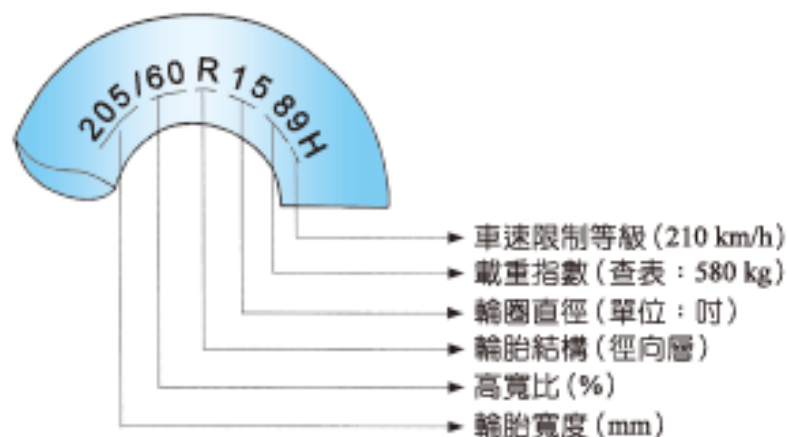


圖 5-32 徑向層輪胎標記意義(2)

表 5-3 輪胎載重指數 (LI) 及負載能力對照表

| 負載標示號碼 | 負 載 | | 負載標示號碼 | 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 | 1984 |
| 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 | | | |

例題 3

「P 215/65HR15」：(參圖 5-33)

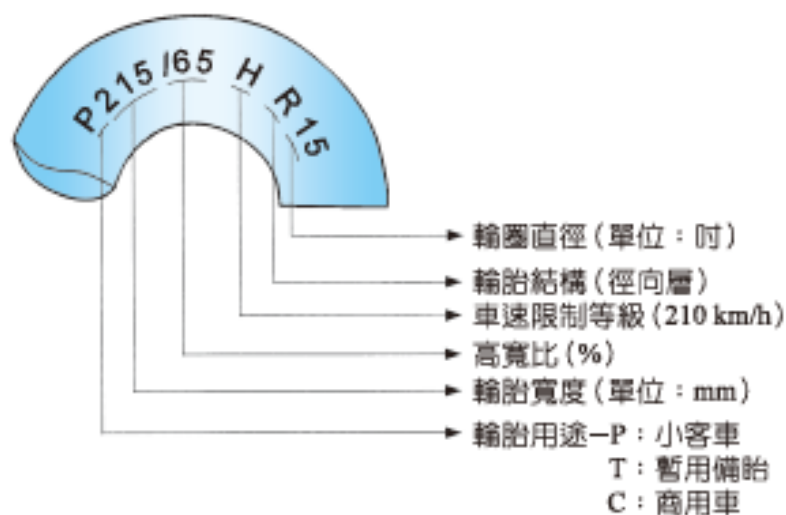


圖 5-33 徑向層輪胎標記意義(3)

④ 輪胎外徑計算（參圖 5-34）：

輪胎外徑（D）為輪胎斷面高度（H）的 2 倍加上輪圈直徑（d）。

$$D = 2H + d$$

例題 4

某輪胎規格為 185/70 SR14，其
外徑為：
 $D = 185 \times 0.7 \times 2 + 14 \times 25.4 = 614.6$
 (mm)
 或 $D = 185 / 25.4 \times 0.7 \times 2 + 14 =$
 24.19 (in)

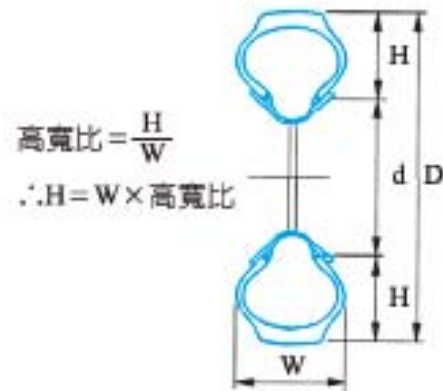


圖 5-34 輪胎直徑

其他特殊意義的標記

1. 平衡記號：胎側上有一黃色圓點漆，此示此處之重量較輕，故在安裝時須將氣閥對正此記號（參圖 5-35）。
2. 生產日期之記號：如 DOT×××× ×××× 2118，「DOT」為 Department of transportation 之縮寫，運輸局之意，即美國運輸局核定規範；「×××× ××××」為英文字或阿拉伯數字組合，為廠家代號及廠家自訂編號；「2118」為生產日期，末 2 碼代表年份（2018 年），前 2 碼代表週別（第 21 週，約 5 月份）。
3. 輪胎結構及材料之記號：如 Tread 5 plies (2 steel+2 polyester+1 nylon) side wall 2 plies (2 polyester) 表示胎面有 5 層線，由 2 層鋼絲、2 層聚酯及 1 層尼龍線所組成；胎壁側為 2 層聚酯。
4. 輪胎最大荷重及最大胎壓之記號：如 Max. load 635 kg (1400 lbs)、Max. pressure 240 kPa (35 psi) 表示每個輪胎最大荷重不得超過 635 kg；最大胎壓不得超過 35 psi。
5. 胎面耐磨程度、防滑程度及耐熱程度之記號。
如 Tread wear 250..... 表示耐磨程度



圖 5-35 輪胎之平衡記號
（現代汽車底盤）

Traction A 表示輪胎防滑能力

Temperature A 表示耐熱程度

Tread wear 250 表示胎面耐磨程度代號 250，(參表 5-4) 可行駛里程為 80,000 km；Traction A 表示輪胎防滑能力 (或稱牽引力性能) 為 A 級 (A 最佳、B 次之、C 再次之)；Temperature A 表示耐熱程度為 A 級 (A 最優、B 次之、C 再次之)。

6. 將殊用途之記號：如 M/S 或 M+S 表示該輪胎適用於泥濘地 (Mud) 或雪地 (Snow)。

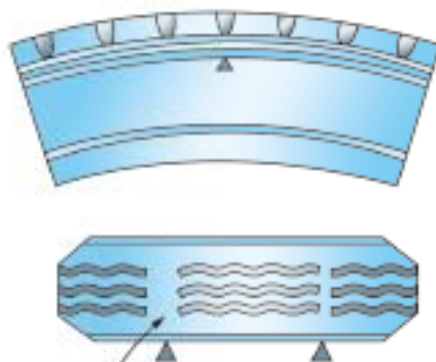
表 5-4 胎面耐磨程度代號與耐用里程對照表

| 胎面耐磨程度代號 | 胎面耐用里程 |
|----------|----------------------------|
| 100 | 32,000 km (20,000 miles) |
| 150 | 48,000 km (30,000 miles) |
| 200 | 64,000 km (40,000 miles) |
| 250 | 80,000 km (50,000 miles) |
| 300 | 96,000 km (60,000 miles) |
| 400 | 129,000 km (80,000 miles) |
| 500 | 161,000 km (100,000 miles) |

7. 胎面磨損警告記號：在輪胎胎肩上有「△」記號 (參圖 5-36)。

(1) 當胎面花紋有中斷現象，表示應更換新輪胎。

(2) 依交通法規規定，胎面花紋深度不得小於 1.6 mm。



花紋中斷，表示應更換輪胎

圖 5-36 胎面磨耗記號 (NISSAN 修護手冊)

第 5-3 節

車輪平衡

5-3-1

車輪平衡 (Wheel balance)

一 靜平衡 (Static balance)

1. 當車輪上各點的地心引力相等時，該車輪即為「靜平衡狀態」，亦即將車輪置於摩擦阻力相當小的軸上，其在任何位置均能靜止。當靜平衡不良時，輪胎會上下跳動（參圖 5-37）。
2. 靜平衡不良時：若車輪靜平衡不良時，即某一點較重（A 點），當轉動時會使軸成弧形彎曲，而使車輪造成有上下跳動的趨勢。

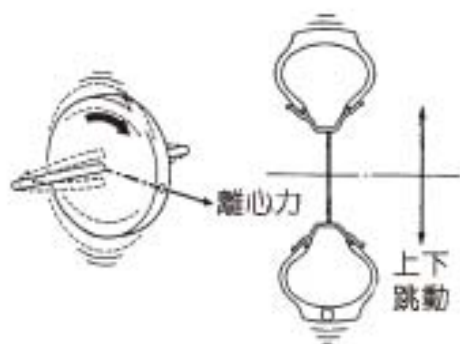


圖 5-37 靜平衡不良之影響

二 動平衡 (Dynamic balance)

1. 當車輪轉動時，車輪上各點的離心力均相等時，該輪即為「動平衡狀態」。若動平衡不良，將會造成左右擺動（參圖 5-38）。
2. 動平衡不良時：若車輪動平衡不良時，即車輪的對角側較重（A、B 點），則車輪轉動時，會使輪軸成 S 形彎曲，而造成車輪有左右擺動的趨勢。

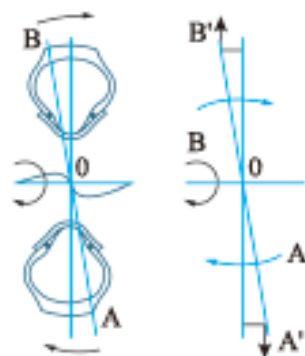


圖 5-38 動平衡不良之影響

三 車胎平衡機 (參圖 5-39)

1. 當輪胎不平衡時，汽車行駛中方向盤會有抖動現象，必須以輪胎平衡機作檢測，即可得知「失衡位置」及「失衡重量」，再將鉛塊配重（失衡重量）固定在平衡機所指定的位置（失衡位置），而得到平衡。
2. 作輪胎平衡測試時，須先作靜平衡再作動平衡，故靜平衡亦稱為「第一次平衡」，動平衡亦稱為「第二次平衡」。

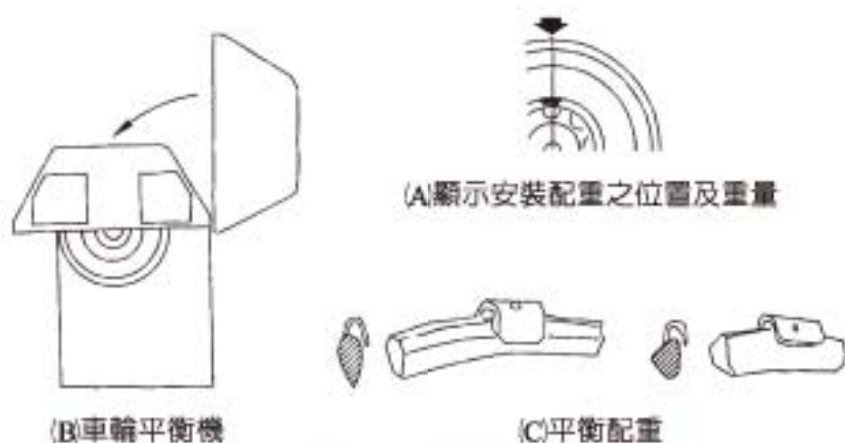


圖 5-39 車輪平衡機及平衡配重（自動車設計）

5-3-2 輪胎換位

一 輪胎換位之概述

輪胎會因車輛的負載不均，或地面的傾斜使四個輪胎產生磨損不均的現象，因此輪胎必須定期（約每行駛 8,000 km）換位一次，以延長輪胎使用壽命。

二 換位的方法

交叉層輪胎與徑向層輪胎不同（參圖 5-40），切記徑向層輪胎不可左右換位，否則車輪的線層或網絲層將會斷裂而損壞。

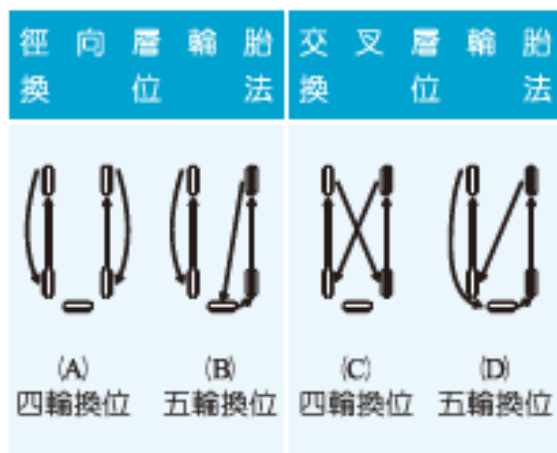


圖 5-40 輪胎換位

5-3-3 車輪總成之安裝

車輪總成組裝完成後，裝配於輪轂上（參圖 5-41），必須注意螺帽鎖緊扭力（小型車約 80~100 N·m（約 8~10 kg·m, 58~72 lbf·ft））、螺帽方向（錐面朝向車輪）及螺帽鎖緊順序（依對稱方式，分數次依次上緊）（參圖 5-42）。

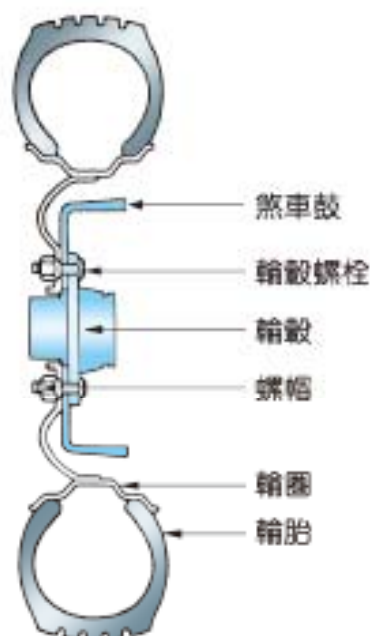


圖 5-41 車輪總成之安裝
(NISSAN 修護手冊)

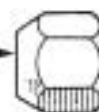
鋁合金車輪使用



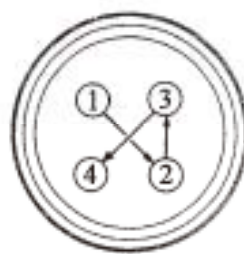
鋼質車輪使用



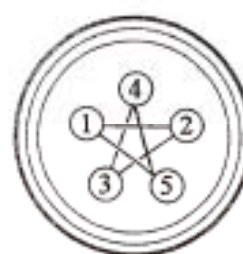
錐面朝向車輪



(A) 車輪螺帽之方向



四個車輪螺帽



五個車輪螺帽

(B) 車輪螺帽鎖緊順序

圖 5-42 車輪螺帽及鎖緊順序
(NISSAN 修護手冊)

習題 5

1. 試述鋁合金輪圈之優缺點？
2. 何謂「交叉層輪胎」及「徑向層輪胎」？
3. 試述徑向層輪胎之優點？
4. 解釋下列輪胎標記中各項（下方劃橫線者）之意義？
 - (1) 7.00-14 4PR
 - (2) 185/70 S R14 86
5. 算出 215/50 R16 89 H 之輪胎直徑？

◆ 第五章 學後評量

Comments

壹、實力測驗

- () 1. 採用鋁合金輪圈之主要優點為何？ (A)美觀實用 (B)堅固耐用 (C)重量輕、散熱性佳 (D)具有彈性。
- () 2. 輪胎結構中，其承載車重及吸收路面的主要部分是 (A)胎面 (B)淺層 (C)胎層 (D)斷層。
- () 3. 輪胎之胎面必須要有何特性？ (A)排水性佳 (B)散熱性佳 (C)貼地性佳 (D)以是皆是。
- () 4. 輪胎在雨天車輛行進中，與水浮現象有關的因素為 (A)胎面花紋種類 (B)淺層的層數 (C)車輪的平衡性 (D)淺層的結構。
- () 5. 小客車的輪胎氣壓大約為多少 kg/cm^2 ？ (A) $0.8 \sim 1.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (B) $3.2 \sim 4.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (C) $2.0 \sim 2.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (D) $6.0 \sim 7.0 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 。
- () 6. 層面中央磨損較嚴重，其原因為何？ (A)胎壓太底 (B)胎壓太多 (C)動平衡不良 (D)靜平衡不良。
- () 7. 輪胎胎壁上的生產日期標記為「4218」，則該輪胎的生產年份是 (A) 1942 年 (B) 1918 年 (C) 1921 年 (D) 2018 年。
- () 8. 輪胎規格中 PR (Ply rating) 是表示 (A)線層數 (B)相當線層數 (C)厚度 (D)車速限制。
- () 9. 車輛行駛於碎石路面時，最好裝用 (A)大花紋胎 (B)小花紋胎 (C)大小花紋不拘 (D)平面花紋。
- () 10. 無內胎輪胎即在輪胎內部沒有內胎其氣關係 (A)裝在胎層處 (B)裝在輪圈上 (C)裝在鋼盤上 (D)不需要氣閥。

貳、丙級題庫 (2016 公告)

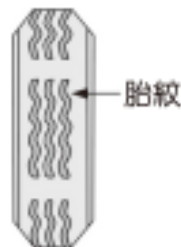
- () 1. 輻射輪胎上標示為 155SR13，則此輪胎內徑為 (A) 155 mm (B) 155 in (C) 13 mm (D) 13 in。
- () 2. 影響輪胎使用壽命最大的因素 (A)低速行駛 (B)高速行駛 (C)胎壓過低或過高 (D)後傾角不正確。
- () 3. 輪胎 6.00-12-4P 其識別說明為： (A)輪胎內徑—輪胎寬度—線層數 (B)輪胎內徑—線層數—輪胎寬度 (C)線層數—輪胎內徑—輪胎寬度 (D)輪胎寬度—輪胎內徑—線層數。

- () 4. 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 cm (D)輪胎寬度為 13 cm。
- () 5. 輪胎靜平衡不良時，汽車行駛會 (A)左右擺動 (B)斜向運動 (C)沒有影響 (D)上下震動。
- () 6. 車輪胎面中央部分磨損較嚴重，其可能之原因為 (A)胎壓過高 (B)胎壓過低 (C)與胎壓無關 (D)懸吊系統故障。
- () 7. 有一輪胎其尺寸為 215/70VR14，其中 V 係表示輪胎之 (A)輪胎尺碼 (B)速率限制 (C)高度與寬度之比 (D)線層數。
- () 8. 某輪胎的胎壓 32 psi，換算成公制為 (A) 2.0 kg/cm² (B) 2.25 kg/cm² (C) 3.1 kg/cm² (D) 2.5 kg/cm²。
- () 9. 一般輪胎的胎紋深度，剩下多少必須更換新胎 (A) 3.5 mm (B) 2.0 mm (C) 1.6 mm (D) 1.2 mm。
- () 10. 一輪胎胎壓為 2.4 kg/cm² (1 kg = 2.2 lb, 1 in = 2.5 cm) 將其換算為英制單位，其值為 (A) 23 psi (B) 30 psi (C) 33 psi (D) 38 psi。

參、乙級題庫 (2016 公告)


- () 1. 在輪胎的構造中，用於抵抗胎內氣壓的是 (A)胎面 (B)彈性層 (C)線層 (D)斷層。
- () 2. 一般輪胎尺寸表示中例如 7.50-20-8ply，其中"ply"表示 (A)輪胎寬度 (B)輪胎厚度 (C)線層層數 (D)橡膠層層數。
- () 3. 輪胎規格 175HR-14 其中 H 表示 (A)輪胎負荷容量 (B)輪胎構造 (C)速度符號 (D)輪胎強度。
- () 4. 汽車輪胎上標列數字，如一條輪胎末尾三個數字是 249 代表是 (A) 2002 年第 49 週生產的輪胎 (B) 2004 年第 9 週生產的輪胎 (C) 2009 年第 24 週生產的輪胎 (D) 1999 年第 42 週生產的輪胎。
- () 5. 輪胎斷面寬度相同，有關輪胎扁平比之敘述下列何者正確？ (A)扁平比越大，抓地力越好 (B)扁平比越小，高速時穩定性越好 (C)扁平比 80 的輪胎比扁平比 70 的輪胎更扁 (D)扁平比越大，路面變化反應更為敏感。
- () 6. 車胎胎面產生鋸齒形的邊緣磨損時，其最可能原因為 (A)前束或前展不當 (B)外傾角不當 (C)車胎尺寸不對 (D)後傾角不當。
- () 7. 當兩前輪胎同時不正常磨耗其最主要原因是 (A)後傾角左右不平均 (B)內傾角過大 (C)車輪不平衡 (D)前束不正確。
- () 8. 以手掌向引擎端摸前輪胎面，有刺毛現象，則表示何者不正常？ (A)

- 後傾角 (B)前束 (C)內傾角 (D)外傾角。
- () 9. 車輪重量不平衡會引起車輪 (A)上下跳動 (B)左右擺動 (C)上下跳動與左右擺動 (D)不易轉動。
- () 10. 技師甲說：降低高寬比，輪胎胎面就顯得越寬；技師乙說：高寬比是輪胎的截面高度與截面寬度之比，下列何者正確？ (A)技師甲 (B)技師乙 (C)兩者均對 (D)兩者均不對。
- () 11. 下列哪一項不會影響車身高度？ (A)輪胎胎壓不足 (B)懸吊彈簧太弱 (C)保險桿脫落 (D)負荷太重。
- () 12. 通常車輛輪胎胎面之磨耗極限，胎紋深度應在多少以上？ (A) 0.6 mm (B) 1.0 mm (C) 1.6 mm (D) 2.0 mm。
- () 13. 有關四輪定位目的之敘述，下列何者為錯誤？ (A)提昇轉向所需之力量 (B)提昇行駛穩定性 (C)提昇駕駛舒適性 (D)提供輪胎轉向後自動回正之力量。
- () 14. 哪一種鋼圈可以提高舒適性？ (A)鋼合金 (B)鋼絲 (C)鋁合金 (D)鑄鐵。
- () 15. 輪胎氣壓過高會使 (A)煞車單邊 (B)轉向困難 (C)輪胎兩邊磨損 (D)行駛易跳動。
- () 16. 輪胎面產生鋸齒狀之磨痕時，其可能原因 (A)外傾角調整不當 (B)後傾角調整不當 (C)內傾角調整不當 (D)前束調整不當。
- () 17. 如圖所示之輪胎胎紋，下列敘述何者正確？ (A)胎紋正常 (B)輪胎磨耗至極限記號，須予以更新 (C)輪胎長期過度充氣 (D)前束不正確。




6-1-1

煞車系統功用、特性、制動原理及種類

 煞車系統的功用

1. 汽車在行駛中，欲使其減速、停止或停駐中的車輛不致產生移動的制動裝置，稱為「煞車」(Brake)。
2. 現代汽車性能不斷的精進，使行車速度增快，載重量也提高，汽車行駛時的動能也增大，因此必須有一套設計精良，性能優越的煞車系統，使車輛能在最短時間內及最短距離下停止，以確保行車安全。

 煞車系統的特性

1. 適當的煞車力，以縮短煞車距離及時間。
2. 操作輕巧靈活，以減輕駕駛者的疲勞。
3. 各輪煞車力必須依照各輪荷重進行分配，使煞車平穩可靠。
4. 經久耐用，以減少故障發生。
5. 檢查、調整及修護容易，以降低維護費用。

 煞車系統的制動原理

1. 行進中的車輛均具有動能 ($KE = \frac{1}{2} MV^2$)，此動能與車子的質量 (M) 大小及車速的平方 (V^2) 成正比。
2. 制動原理即利用摩擦作用將動能消失轉換成熱能，再消散於大氣中。故車輛停止後，煞車機構 (如煞車鼓或煞車圓盤等) 均會產生高溫。

四 煞車系統的種類

| 種類 | 說明 | 用途 |
|-----------|--|-----------------------------------|
| 1. 機械式煞車 | 利用槓桿原理，產生倍力作用。 | 機車、駐車煞車（手煞車）等。 |
| 2. 液壓式煞車 | 利用液體不可壓縮性及巴斯噶（Pascal's principle）原理，以減輕踏板踩力。 | 大多數中、小型客貨車所常用。 |
| 3. 壓縮空氣煞車 | 利用儲存的壓縮空氣，推動凸輪旋轉，煞車蹄片張開產生制動作用。 | 聯結車使用最廣泛。 |
| 4. 引擎煞車 | 利用引擎運轉時之阻力以減緩行車速率，此時離合器必須在接合狀態，變速箱於低速檔，效果最佳。 | 下長坡時使用，以防止煞車油因長時間煞車生熱而產生氣阻，致煞車失靈。 |
| 5. 排氣煞車 | 利用排氣歧管設置檔門以遮斷排氣，增加引擎煞車作用。 | 僅能應用於柴油汽車。 |
| 6. 動力煞車 | 利用進氣歧管真空或壓縮空氣所產生的機械動力，以增大制動力的裝置來減輕駕駛者之踏板操作力。 | 現今大部分車輛均採用之。 |

6-1-2 液壓原理及應用

凡是液體均遵循著兩大特性：一為液體不可壓縮性，二為巴斯噶原理。

一 液體不可壓縮性（或稱剛性）（參圖 6-1）

氣體可因受壓縮而體積變小，壓力升高。而液體無論受任何外力壓縮時，壓力升高但其體積仍保持不變。

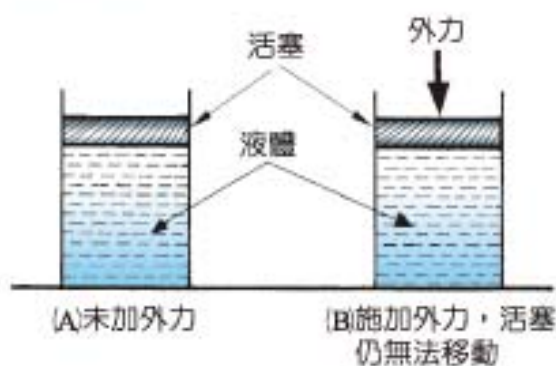


圖 6-1 液體的不可壓縮性

二 巴斯噶原理 (Pascal's principle)

- 「巴斯噶原理」即在一裝有液體之密閉容器中，某一部分受到壓力時，其容器內壁任何一點之單位面積所受到的壓力均相同（參圖 6-2）。設活塞的面積為 25 cm^2 ，活塞上受 100 N 的外力時，其單位面積的壓力為 $100 \div 25 = 4 \text{ N/cm}^2 = 40 \text{ kPa}$ ，即各壓力錶均指示 40 kPa 。

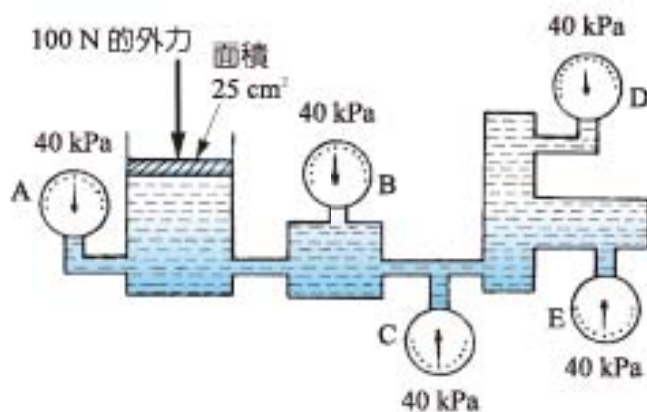


圖 6-2 巴斯噶原理

2. 根據巴斯噶原理，在兩個直徑不同，裝有液體的圓筒形容器中，各置一能密合的活塞，並以連通管連接，使成一密閉的連通裝置（參圖 6-3）。

若在面積 A 的活塞上加外力為 P，則面積 B 的活塞會產生 F 的力量，則根據巴斯噶原理：

$$\frac{P}{A} = \frac{F}{B}$$

$$\begin{aligned} \therefore F &= P \times \frac{B}{A} \\ &= 300 \times \frac{25}{5} \\ &= 1500 \text{ (N)} \end{aligned}$$

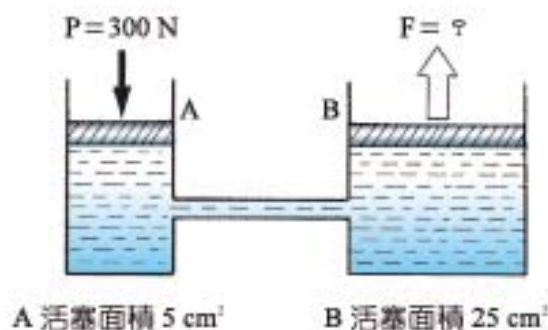


圖 6-3 巴斯噶原理之應用

3. 由圖例可知，利用液體傳輸動力時，可以變更活塞的面積，將小的力量改變為大的力量，即活塞面積的變大倍數，即為外力之增大倍數。
4. 現今一般車輛大多採用液壓煞車，即根據此原理，以較小的力量控制煞車踏板，即可改變為較大的力量，來控制煞車作用。為液壓頂車機（千斤頂）亦利用此原理而作用的。

例題 1

某車煞車主缸推桿推力為 300 N，主缸活塞直徑為 20 mm，當踩煞車時煞車油經油管送至直徑為 30 mm 之煞車分缸，則此時煞車蹄片所受之推力多少 N？

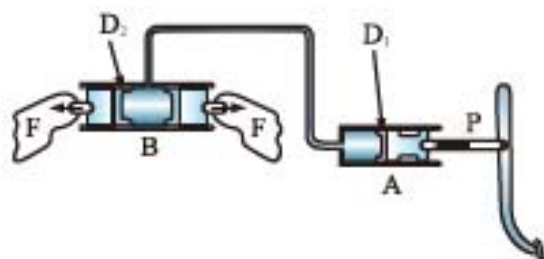
解： $P = 300 \text{ N}$ $D_1 = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$ $D_2 = 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$

$$\frac{P}{A} = \frac{F}{B} \quad \therefore \frac{P}{\frac{\pi}{4} \cdot D_1^2} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot D_2^2}$$

$$\frac{300}{2^2} = \frac{F}{3^2} \quad \left(\frac{\pi}{4} \text{ 已約分}\right) \quad \therefore F = 675 \text{ (N)}$$

註 圓的面積：

$$\begin{aligned} A &= \pi r^2 \\ &= \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \\ &= \pi \cdot \frac{D^2}{4} \\ &= \frac{\pi}{4} D^2 \end{aligned}$$



6-1-3

煞車距離與煞車效果的關係

煞車距離：

- 「煞車距離」即汽車行駛中，駕駛者發現狀況意識到須採用煞車，右腳從加速踏板換至煞車踏板，採取煞車動作，直至車輛停止時所經過的距離（參圖 6-4）。

- 煞車距離 = 空走距離 + 實制動距離

(1) 空走距離

① 反應時間：從駕駛者看到狀況，傳至大腦，研

判需要踩煞車的時間，稱為「反應時間」，通常約為 0.3~0.5 S。此段時間的長短，因性別、年齡、視線及氣候等而異。

② 換踏時間：由大腦指揮右腳從加速踏板移到煞車踏板的時間，稱為「換踏時間」，通常約 0.15~0.25 S。此段時間的長短，因煞車踏板高度、加速踏板與煞車踏板的距離而異。

③ 踏下時間：從開始踩下煞車踏板至煞車開始作用的時間，稱為「踏下

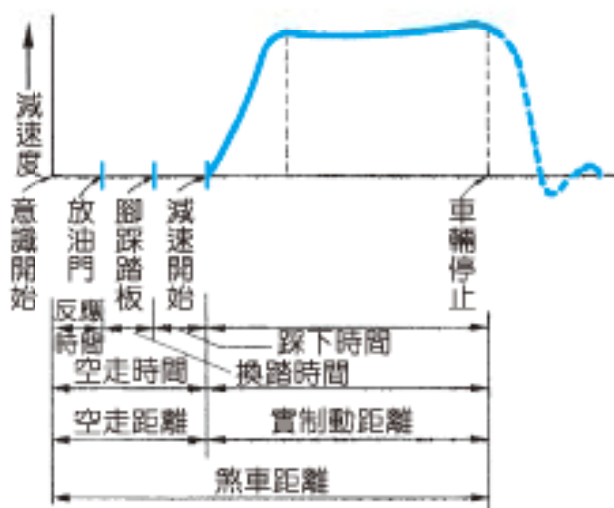


圖 6-4 煞車時間與煞車距離

時間」，通常約為 0.05~0.15 S。此段時間因煞車踏板空檔、煞車間隙的大小而異。

- ④ 反應時間+換踏時間+踏下時間=空走時間。在空走時間內，車輛行走的距離稱為「空走距離」。
- ⑤ 空走距離=剛踩煞車踏板時之速度×空走時間

(2) 實制動距離

- ① 從踩下煞車踏板產生煞車作用開始，至車輪完全停止所需的時間，稱為「實制動時間」，此段時間因煞車種類、煞車來令片與煞車鼓摩擦力等之不同而異。
- ② 實制動時間內車輛所經過的距離稱為「實制動距離」。

二 制動力 (F_b)

制動力（或稱煞車力）即指煞車來令片與煞車鼓之間的摩擦力 ($F_b = \mu_1 \cdot P$)，此制動力會因煞車作用力 P （煞車來令片對煞車鼓之作用力）、煞車來令片與煞車鼓之摩擦係數 (μ_1) 而異。

三 輪胎與地面之摩擦力（簡稱胎地摩擦力）(F_w)

胎地摩擦力為輪胎承受車輛之重量 (W) 與胎地摩擦係數 (μ_2) 之乘積 ($F_w = \mu_2 \cdot W$)。胎地摩擦係數會因胎面橡膠材質、花紋種類及深度、路面材質與路面乾濕（水、油或冰）等而異。

四 制動力 (F_b) 與煞車效果之關係（參圖 6-5）

1. 平時減速煞車

時：制動力小於胎地摩擦力 ($F_b < F_w$)。

2. 緊急煞車時：制

動力大於胎地摩擦力 ($F_b > F_w$)

，此時車輪將被

鎖死而產生車輛滑行、擺尾及方向失控等，故應予避免。

3. 理想煞車時：制動力等於胎地摩擦力 ($F_b = F_w$)，此為最佳煞車效果。因此，當踩煞車時，重心向車前移動，將會減輕後輪之胎地摩擦力而容易造成後輪鎖死擺尾現象（煞車油路中的比例閥即為後輪防鎖死裝置）。



圖 6-5 制動力、胎地摩擦力與煞車效果的關係（現代汽車底盤）

6-1-4 煞車油

一 煞車油的特性

- 液壓煞車系統中所用之液壓油稱為「煞車油」(Brake fluid)，因為煞車系統零件中有許多橡膠製品(如皮碗、橡膠耐壓軟管等)，均易受礦物油的浸蝕、膨脹及軟化失去彈性等弊害，故煞車油應為非礦物油。
- 良好的煞車油應具有下列之特性
 - 無酸性、無鹼性。對煞車零件不產生鏽蝕。
 - 對橡皮無腐蝕作用。防止皮碗膨脹而卡住不靈活。
 - 具潤滑性。以減少皮碗及活塞之磨損。
 - 化學性安定。不產生沈澱物，以免阻塞油道及油孔。
 - 沸點要高。防止產生氣阻(Vapor lock)，以免煞車失靈。

二 煞車油的成分(組成)

煞車油的主要成分有潤滑劑、稀釋劑及添加劑等。

- 潤滑劑
 - 煞車油潤滑劑主要用來提供煞車主缸、分缸與活塞的良好潤滑效果。
 - 常用的潤滑劑早期使用蓖麻油及其衍生物，現今煞車油採用聚丙二醇(PPG)化合物。因其具有較高VI值〔註1〕，穩定性與潤滑效果良好，對橡膠皮碗不會造成損壞。

註1 VI (Viscosity index) 值為表示潤滑油脂黏度與溫度之影響關係，VI 值愈低者黏度受溫度影響較大；反之 VI 值愈高者黏度受影響較低。一般礦物油(Mineral oil)VI 值約在 80~110 之間，合成性油脂 VI 值都較高，約 110~150，煞車油之潤滑劑大都採用合成油。
- 稀釋劑
 - 上述之潤滑劑在低溫時黏度較大，為使煞車油在寒冷氣候不影響煞車能力，煞車油中通常須加有稀釋劑以降低其黏度。
 - 良好的稀釋劑須具備有高沸點、低流動點及低黏度等性能。
 - 常用的有乙醇、乙二醇及乙二醇之醚類化合物。
- 添加劑：煞車油中常用之添加劑有抗腐蝕添加劑及抗氧化添加劑等。以防止煞車系統金屬成份之腐蝕，提高煞車油抗氧化能力。

煞車油的規範

1. 煞車油的規範有美國汽車工程學會 (SAE) 所訂定的 SAE J1703F 及 SAE J1703 等，及美國聯邦車輛安全標準規範 (Federal motor vehicle safety standard 116) 所訂定的 DOT 3、DOT 4 及 DOT 5，目前各汽車製造廠指定須使用 DOT 3 以上。

(DOT 之全文為 Department of transportation 運輸局之意)

2. 下表為各類煞車油之最低沸點標準

| 規 範 機 構 | 美國汽車工程學會 (SAE) 標準 | | 美國聯邦車輛安全標準 | | |
|-------------------------|-------------------|-----------|------------|-------|-------|
| | SAE J1703F | SAE J1703 | DOT 3 | DOT 4 | DOT 5 |
| 分 類 | | | | | |
| 最低沸點 (ERBP 值) | 205℃ | 205℃ | 205℃ | 230℃ | 260℃ |
| 濕式沸點 (Wet ERBP 值) (註 2) | — | 140℃ | 140℃ | 155℃ | 180℃ |

- 註 2** 濕式沸點，據試驗統計煞車油使用一年後其水份含量約在 3~5% 間。而煞車油若含有水份將導致沸點下降，所以在 SAE 及 DOT 煞車油規範中要求加入 3% 水份再量測其沸點，即為「濕式沸點」，用來評估煞車油中是否會因含水份而使煞車油沸點太低，影響煞車之安全性。

第 6-2 節

鼓式煞車及碟式煞車系統

6-2-1 鼓式煞車系統

- 鼓式煞車系統的作用 (參圖 6-6)

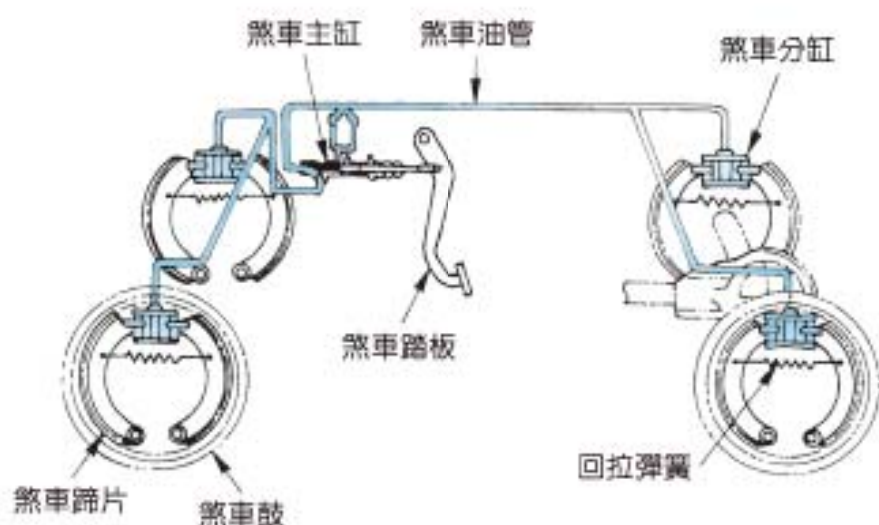


圖 6-6 鼓式液壓煞車系統（三級自動車シャーシ）

1. 煞車踏板踩下時：煞車踏板踩下時，煞車主缸將煞車油壓出，經煞車油管送至各煞車分缸，使分缸內的活塞向外移動，經推桿將煞車蹄片壓緊隨車輪一起旋轉的煞車鼓，因摩擦作用，使煞車鼓減速或停止轉動，即產生煞車作用。
2. 煞車踏板放鬆時：煞車踏板放鬆，煞車踏板回拉彈簧將煞車踏板拉回原位，煞車蹄片回拉彈簧亦將煞車蹄片拉回，使分缸內的煞車油流回煞車主缸，煞車即告消失。

液壓煞車各機件的構造

1. 煞車踏板

- (1) 煞車踏板是煞車系統的原動機件，駕駛者以右腳操縱煞車作用。煞車踏板因支點位置不同分為「掛式」及「立式」兩種（參圖 6-7、6-8）。

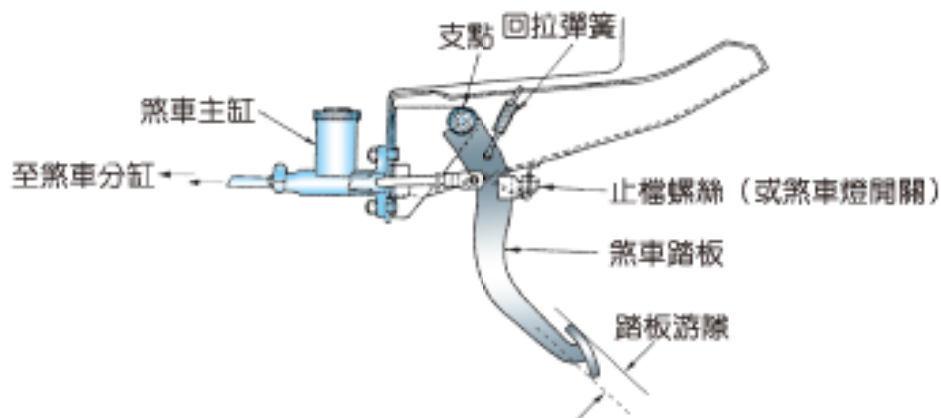


圖 6-7 掛式煞車踏板（ブレーキ）

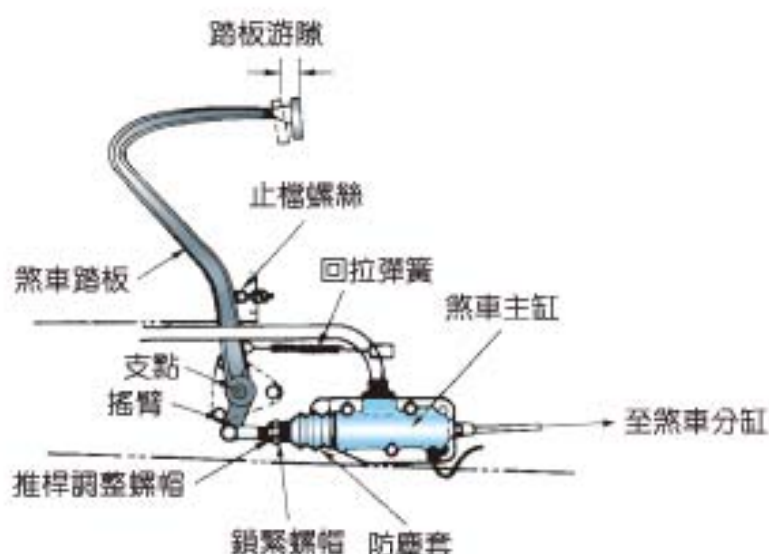


圖 6-8 立式煞車踏板 (ブレーキ)

2. 煞車踏板之行程意義 (參圖 6-9)

- (1) 煞車踏板高度 (自由高度) (h)：回拉彈簧將煞車踏板拉至最高點時之最大高度。
- (2) 自由間隙 (或稱游隙) (a)：係煞車踏板踩下使主缸 (總泵) 推桿抵觸主缸活塞 (未移動) 時之煞車踏板移動量，約為 1~5 mm，此間隙若為 0 將會造成分缸無法回油，而四輪咬死。
- (3) 煞車踏板全行程 (s)：係指煞車踏板之最大移動量，即煞車踏板高度減去底板間隙。
- (4) 煞車底板間隙 (或稱踏下後高度) (d)：係煞車踏板踩到最低時，煞車踏板之剩餘高度。此間隙不得為 0，否則將導致煞車失靈。

| | |
|------------------------|------------|
| 煞車踏板高度 "h" (自由高度) | 143~149 mm |
| 在煞車踏板襯墊處之 自由間隙 "a" | 1~5 mm |
| 在煞車踏板處之全 行程 "s" | 73~79 mm |
| 煞車底板間隙 (踩下 後高度) "d" | 大於 70 mm |

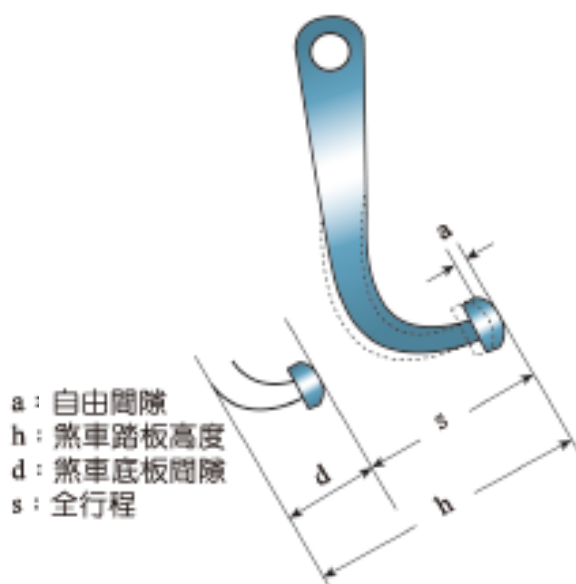


圖 6-9 煞車踏板行程意義 (NISSAN 修護手冊)

3. 煞車主缸 (Master cylinder) (或稱煞車總泵)

- (1) 煞車主缸的功用：煞車主缸係藉煞車踏板的作用，以產生液壓分送到煞車分缸，使煞車蹄片張開，產生煞車作用。
- (2) 煞車主缸的構造 (參圖 6-10)：煞車主缸的種類繁多，因而構造亦都不同，惟作用原理均相同。
 - ① 本體：煞車主缸本體的材料由鋁合金或鑄鐵鑄成，通常小型車用鋁合金，大型車用鑄鐵製成。

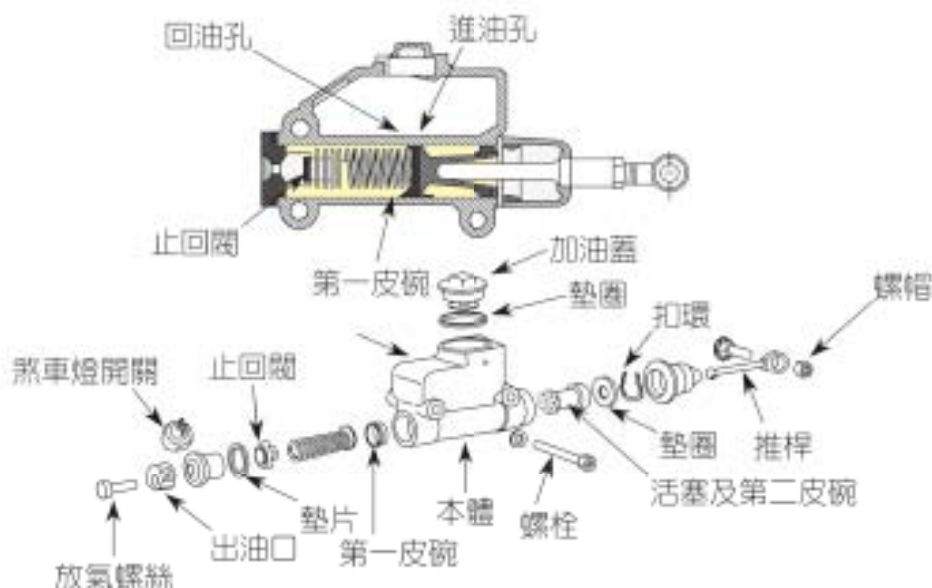


圖 6-10 煞車主缸的構造 (Automotive mechanics)

- ② 儲油室：儲存煞車油之用，儲油室上有“Max”之上限及“Min”之下限記號，應隨時保持至 Max 位置。
- ③ 活塞 (參圖 6-11)：活塞為鋁合金製成，後端裝置第二皮碗，前端裝置梅花形鋼片及第一皮碗，中間凹下以便儲存煞車油，當踩兩腳煞車 (連續踩兩次煞車) 時，煞車油可以經活塞前端的小孔，通過梅花形鋼片及皮碗，向前補充，使煞車力增強。
- ④ 皮碗：以橡皮製成，裝配時直徑較大者應朝液壓方向，並不可與礦物油 (機油、黃油及汽油等) 接觸，否則會腐蝕及膨脹。
- ⑤ 進油孔：進油孔位於主缸活塞第一皮碗之後方，孔徑較大，使煞車油經此孔流入主缸活塞中部，以作為兩腳煞車之備用油。

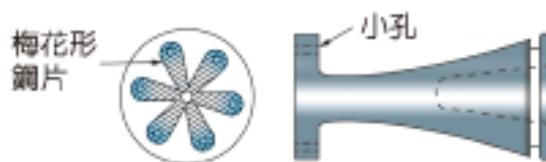


圖 6-11 煞車主缸活塞 (自動車設計)

- ⑥ **回油孔**：回油孔位於第一皮碗之前方，孔徑較小。能讓煞車放鬆或煞車油受熱膨脹時，煞車油經此孔流回儲油室，並能使煞車油因溫度降低收縮或煞車油漏失須補充時，得由此孔進入主缸內，以保持油路中充滿煞車油。
- ⑦ **止回閥**（或稱防止門）：係裝在煞車主缸之出油口處，受止回閥彈簧之壓力抵緊出油口。
- (A) 作用情形：參圖 6-12。
- 當煞車作用時，液壓推開中間單向閥送至分缸。
 - 當煞車踏板放鬆時，分缸的煞車液壓力克服活塞彈簧將止回閥推離止回閥座，煞車油即從止回閥及座的空隙流回儲油室。
 - 當液壓下降至止回閥彈簧彈力時，止回閥即告關閉，因此油管內能保持一定的液壓。

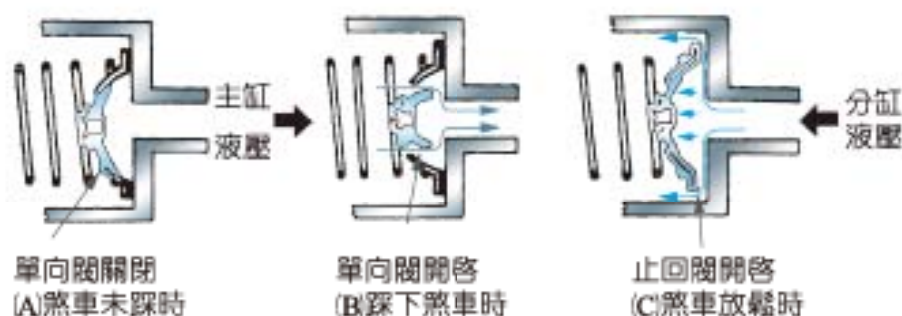


圖 6-12 止回閥的作用（自動車設計）

(B) **主缸止回閥之功用**：

- 使煞車油路中的液壓（殘壓）稍大於大氣壓力，以防止空氣滲入油路中。
- 煞車油路中保持有殘壓，使下次踩煞車時，較為靈敏有力。
- 分缸內有殘壓，使皮碗緊壓缸壁，以防止分缸漏油。

(3) **煞車主缸的作用情形**

- 煞車踏板踩下時（參圖 6-13）：煞車踏板踩下時，推桿克服活塞彈簧之彈力將活塞向左推動，當第一皮碗越過回油孔後，煞車油被壓經止回閥送到分缸，使煞車蹄片外張，煞車來令片與煞車鼓摩擦而產生煞車作用。
- 煞車踏板放鬆時（參圖 6-14）：煞車踏板放鬆，主缸活塞受彈簧及殘壓之力推回原位，回油孔打開；分缸內的煞車油受蹄片回拉彈簧之力，經回油孔流回主缸儲油室。

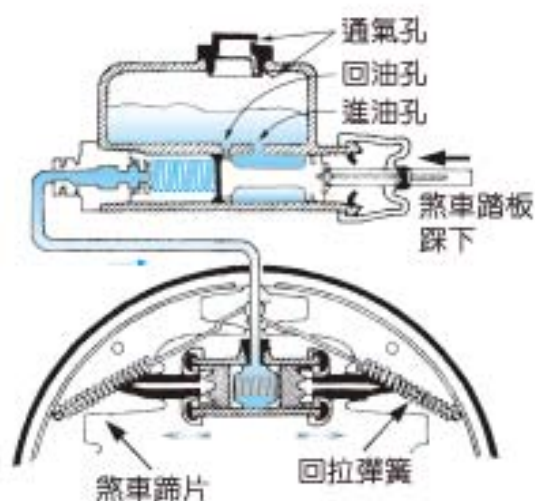


圖 6-13 煞車踏板踩下時
(Automotive handbook)

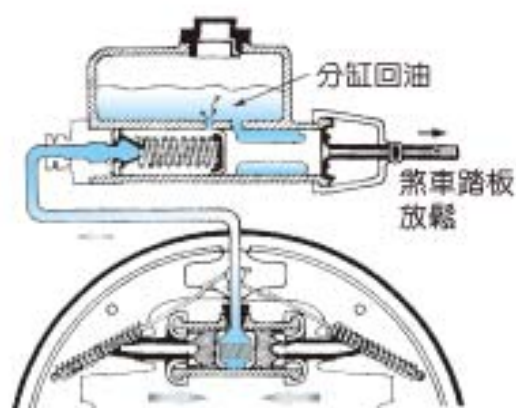


圖 6-14 煞車踏板放鬆時
(Automotive handbook)

(4) 兩腳煞車時主缸之作用(參圖 6-15)

① 為使煞車效果更佳更穩定，或當踩下第一腳煞車後感覺煞車力不足時，可以利用兩腳煞車以補充煞車油。

② 當踩下第一腳煞車後，主缸活塞之第一皮碗已越過回油孔，此時迅速放鬆煞車踏板，活塞隨即後退使活塞前方產生真空，皮碗因而收縮，儲存在活塞中間的煞車油即經活塞前端的小孔、梅花形鋼片再越過皮碗，補充至活塞前方，煞車踏板再度踩下時，便有充足的煞車油產生更強而有力的煞車作用。

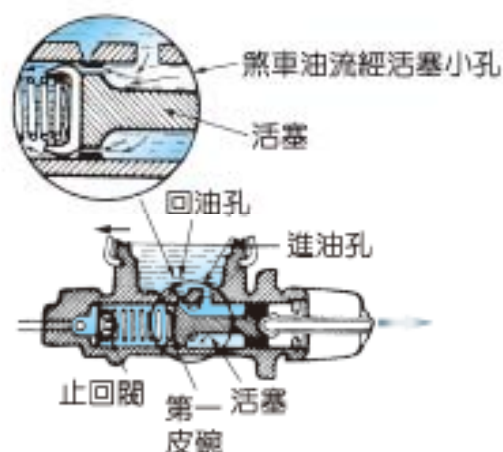


圖 6-15 兩腳煞車的作用
(Automotive handbook)

4. 煞車油管

(1) 煞車油管介於煞車主缸及各輪分缸之間，用以輸導煞車油，故必須能耐高壓，

約 5~7 MPa

(約 50~70

kg/cm², 700

~1000 psi

)。通常均

以無縫鋼管

製成，端口

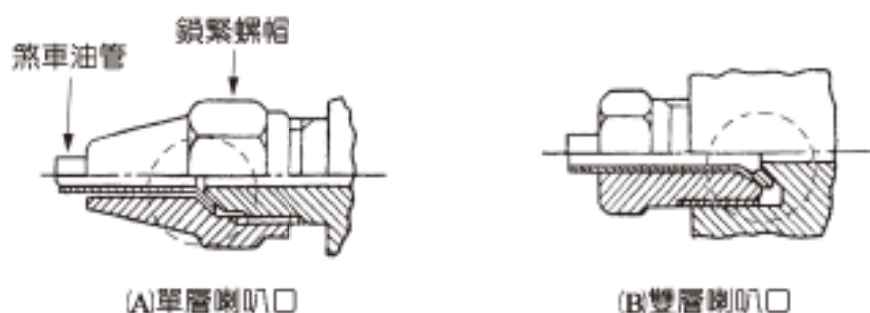


圖 6-16 煞車油管接頭喇叭口 (三級自動車シャーシ)

為使不漏油，均壓成單層或雙層喇叭口（參圖 6-16）。

- (2) 車架與車輪間因路面的不平及載重的影響，位置經常在變化，故車架與各輪分缸間必須使用一組撓性且耐高壓的合成橡膠軟管，外層包以尼龍編織物，以提高耐壓強度（參圖 6-17）。



圖 6-17 煞車軟管 (ブレーキ)

5. 煞車分缸 (或稱輪缸或分泵)

(1) 煞車分缸之構造 (參圖 6-18)

- ① 分缸本體以鋁合金或鑄鐵製成。
- ② 兩皮碗之間的彈簧使皮碗貼緊於活塞上。
- ③ 推桿為傳遞活塞之推力於煞車蹄片，使蹄片張開。
- ④ 防塵罩用以防止灰塵及水分進入缸內。
- ⑤ 放氣螺絲用以放除分缸及油路中的空氣。



圖 6-18 煞車分缸之構造 (自動車工學)

(2) 煞車分缸之種類：包括單作用式、雙作用式及級式三種。

- ① 單作用式(或稱單活塞式)分缸 (參圖 6-19)：分缸內僅有一只活塞及皮碗，作用時活塞與分缸體產生相反之作用力，分別推動煞車蹄片，故分缸體為浮動式 (以插片固定於煞車底板上)。
- ② 雙作用式(或稱雙活塞式)分缸 (參圖 6-20)：分缸內雙

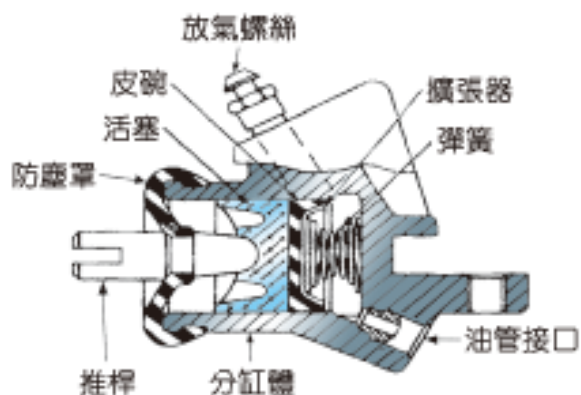


圖 6-19 單作用式分缸 (自動車工學)

活塞及雙皮碗，作用時活塞分別推動煞車蹄片，故分缸體必須緊固於煞車底板。

③ 級式分缸（直徑不同分缸）（參圖 6-21）

(A) 用於鎖跟式輪煞車裝置。

(B) 大直徑活塞推力較大，朝後蹄片（因該片無自動煞緊作用），小直徑朝向前蹄片，使前後來令片磨損平均。

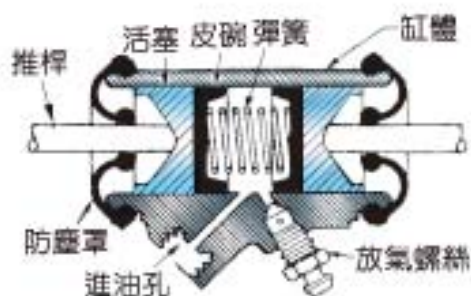


圖 6-20 雙作用式分缸（自動車工學）

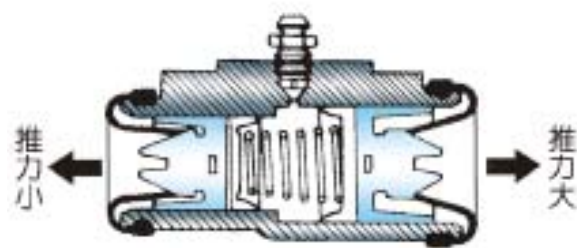


圖 6-21 級式分缸（自動車工學）

6. 煞車鼓：煞車鼓與車輪裝在輪轂上一起迴轉，當煞車蹄片張開時，煞車來令片與煞車鼓內側產生摩擦，使車輪減速。

(1) 煞車鼓之特性：具有足夠的強度、重量要輕、摩擦係數要高、耐磨、散熱性佳、平衡要良好且須為正圓形等特性。

(2) 煞車鼓之種類：依材料不同分為鑄鐵、鋼板及不同金屬之組合式煞車鼓。

① 「鑄鐵」煞車鼓（參圖 6-22）：

因鑄鐵強度大，變形小、摩擦係數高且耐磨（鑄鐵中含有石墨之故），鑄造時可鑄以肋條或散熱片，為目前汽車上所廣泛採用。

② 「鋼板」煞車鼓（參圖 6-23）：以鋼板沖壓成形，生產容易，成本低，但因摩擦係數小，厚度較薄，易變形，且無散熱片，為某些小型車上所採用。

③ 「鑄鐵與鋼板」組合式煞車鼓（參圖 6-24）：以鋼板作鼓底，以鑄鐵作鼓環，故兼具二者之優點，堅固

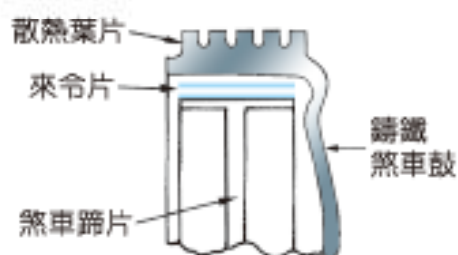


圖 6-22 鑄鐵煞車鼓
(Automotive mechanics)

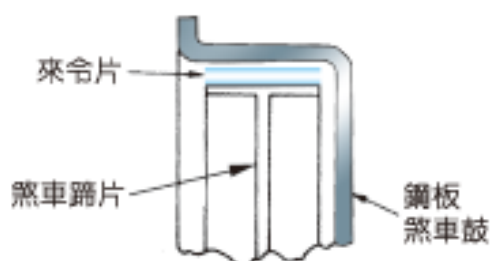


圖 6-23 鋼板煞車鼓
(Automotive mechanics)

而耐用。

- ④ 「鑄鐵與鋁」組合式煞車鼓（參圖 6-25）：以鑄鐵作鼓環內襯，鋁作煞車鼓外殼，以減輕重量及增加散熱效果，為一理想的煞車鼓，用於高級小轎車。

- ⑤ 「鋼板與特種金屬」組合式煞車鼓（參圖 6-26）：以鋼板製成煞車鼓之外殼，鼓環內襯以特種耐磨合金，以提高耐磨性並具極大的摩擦係數，價格昂貴是其缺點。

- (3) 煞車鼓的散熱：煞車鼓因為煞車來令片之摩擦而產生高溫，此高溫須設法使之冷卻，否則易引起煞車來令片燒焦硬化而減低摩擦係數，或使分缸內煞車油產生氣阻（煞車油受熱而氣化），使煞車力減弱甚或失靈，故煞車鼓必須散熱，其散熱方法有：

- ① 在煞車鼓外面製成肋條或散熱片，以增加散熱面積（參圖 6-27）。
- ② 在輪胎鋼圈上製有葉片，以鼓動氣流吹向煞車鼓，幫助冷卻。
- ③ 在煞車鼓外圍套有數根圈狀彈簧，除能增加強度外，並能提高散熱作用。
- ④ 大型車亦有裝儲水箱，備有冷卻水，由駕駛者控制

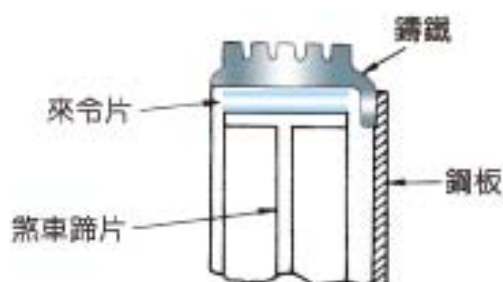


圖 6-24 鑄鐵及鋼板組合式煞車鼓
(Automotive mechanics)

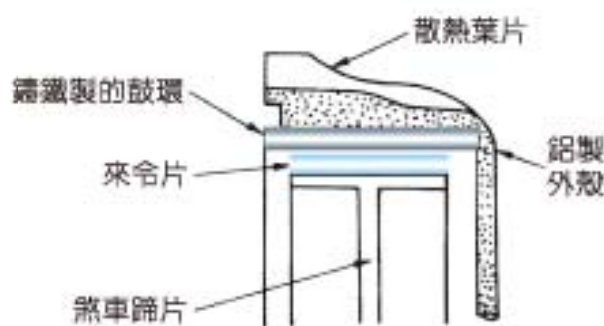


圖 6-25 鑄鐵及鋁組合式煞車鼓
(Automotive mechanics)

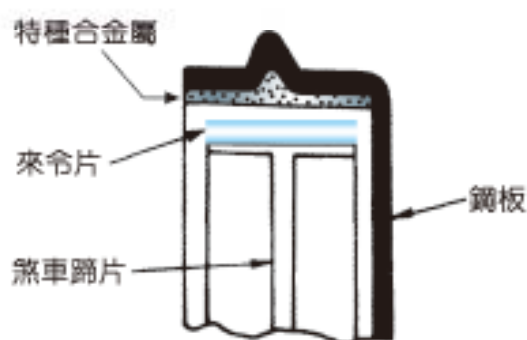


圖 6-26 鋼板與特種金屬組合式煞車鼓
(Automotive mechanics)

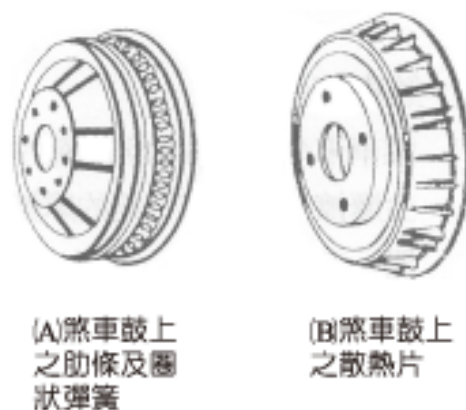


圖 6-27 煞車鼓的散熱 (自動車設計)

開關打開，使冷卻水由煞車鼓旁之噴嘴噴出，直接冷卻煞車鼓。

7. 煞車蹄片 (參圖 6-28)

- (1) 煞車蹄片承受分缸推桿的推力外張，以壓緊煞車鼓，故強度要大，其斷面常製成 T 型或雙 T 型。
- (2) 通常大型車用鑄鐵鑄成；小型車用鋁合金鑄成或用鋼板熔接而成。

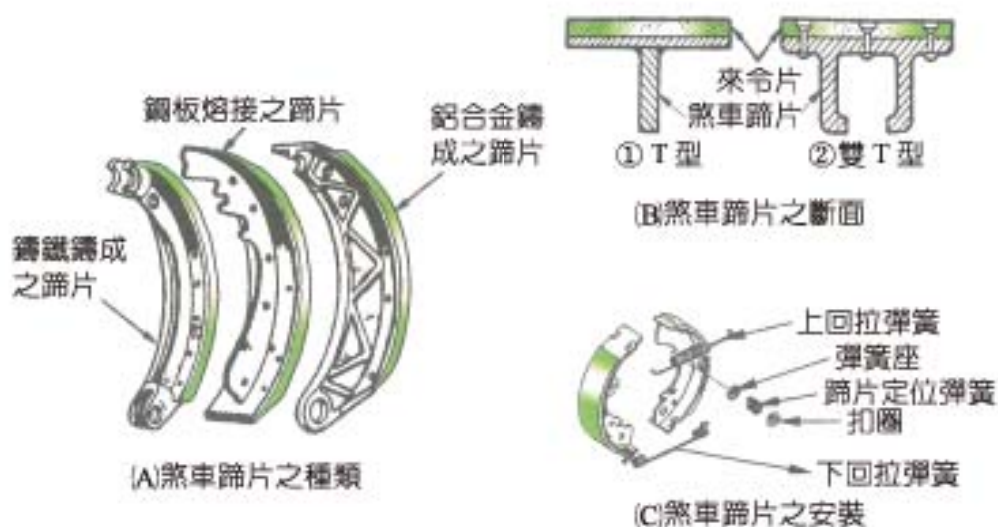


圖 6-28 煞車蹄片 (汽車學 2)

8. 煞車來令片

- (1) 煞車來令片裝置於煞車蹄片之外側，煞車作用時與煞車鼓接觸產生摩擦，故須有足夠的摩擦係數，並應耐磨及耐高溫。通常由樹脂、石棉、橡膠、黃銅、鉛、鋅、鋁、焦煤及木炭等用編織法、模製法或乾壓法製成。現因石棉會致癌，故有改用碳粉或金屬陶瓷來令片製成者。

- (2) 煞車來令片與煞車蹄片之接合方法有「鉚合法」或「栓合法」及「膠合法」。

- ① 鉚合法或栓合法煞車來令片 (參圖 6-29)

(A) 用鉚釘或螺栓將來令片與蹄片接合在一起。

(B) 一般用於大型車上。

- ② 膠合法煞車來令片 (參圖 6-30)

(A) 用特種膠合劑，將來令片黏貼在蹄片上。

(B) 一般用於小型車上。

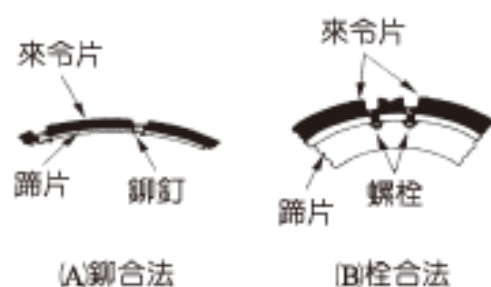


圖 6-29 鉚釘或螺栓接合之煞車來令片



圖 6-30 使用膠合之煞車來令片 (汽車學 2)

9. 煞車底板（參圖 6-31）：煞車底板通常以鋼板衝壓而成，作為煞車分缸及煞車蹄片的安裝架。煞車底板係用螺栓固定於後軸殼或前輪轉向節上，承受煞車之反作用力。

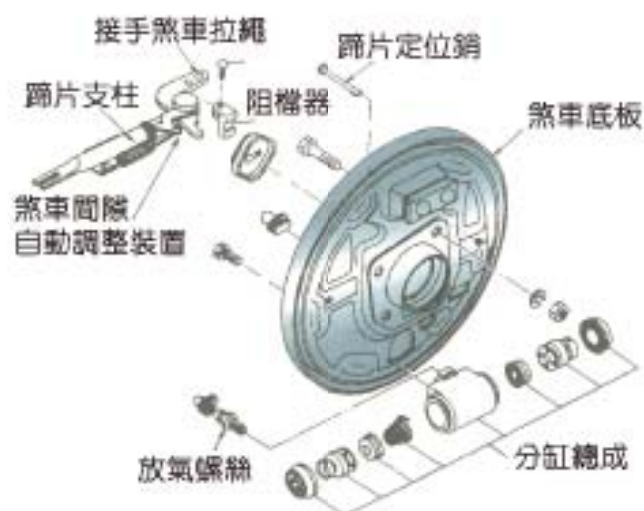


圖 6-31 煞車底板（汽車學 2）

☰ 煞車蹄片與煞車鼓的自動煞緊作用

1. 自動煞緊作用的定義

- (1) 若煞車蹄片外張的方向與煞車鼓旋轉方向相同時，因煞車來令片與煞車鼓的摩擦力使蹄片產生向外壓緊煞車鼓之力，此力使煞車力大為提高，此種作用稱為「自動煞緊作用」（參圖 6-32）。

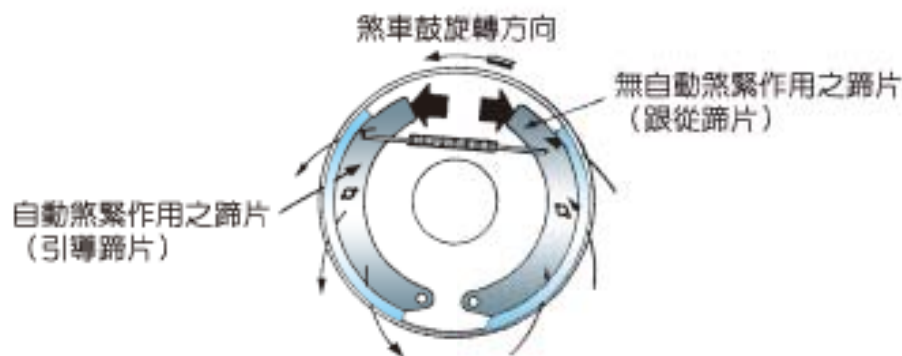


圖 6-32 自動煞緊作用（ブレーキ）

- (2) 自動煞緊作用因煞車蹄片安裝方式而異，蹄片安裝方法分為引導跟從式、雙引導式、雙伺服式及複動雙引導式等

① 引導跟從式蹄片安裝法

(參圖 6-33)：車輛前

進時，僅前蹄片有自動煞緊作用；後退時亦僅後蹄片有自動煞緊作用。

② 雙引導式蹄片安裝法(僅前進時，兩片才有自動煞緊作用)(參圖 6-34)

(A) 鎖跟式：各蹄片之一端以錨銷固定於煞車底板；另一端則連接分缸推桿。

(B) 浮動式：各蹄片之一端浮接在分缸背面，以分缸背面作支點；另一端連接分缸推桿。

(C) 連桿式：各蹄片之一端以連片連接於錨銷上，另一端連接分缸推桿。

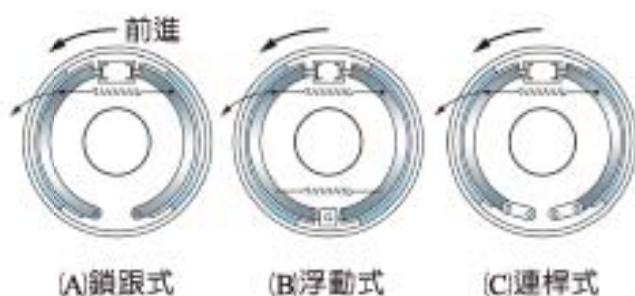


圖 6-33 引導跟從式安裝法 (ブレーキ)

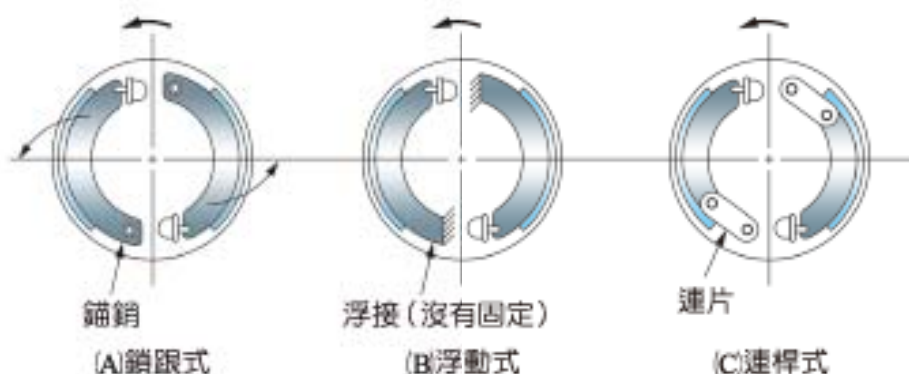


圖 6-34 雙引導式蹄片安裝法 (ブレーキ)

③ 雙伺服 (Double servo 亦稱為本的士式 Bendix) 蹄片安裝法 (單分缸)

(前進及倒車時，兩片均有自動煞緊作用)(參圖 6-35)：當煞車鼓反時針方向旋轉(車輛前進)時，前蹄片因受煞車鼓摩擦而向下移，經煞車間隙調整器傳至後蹄片之下端，使後蹄片也因煞車鼓之摩擦而向上移，至抵住錨銷為止，此時，前、後兩蹄片之外張方向均與煞車鼓方向相同，故兩蹄片均有自動煞緊作用；反之，倒車時亦同。

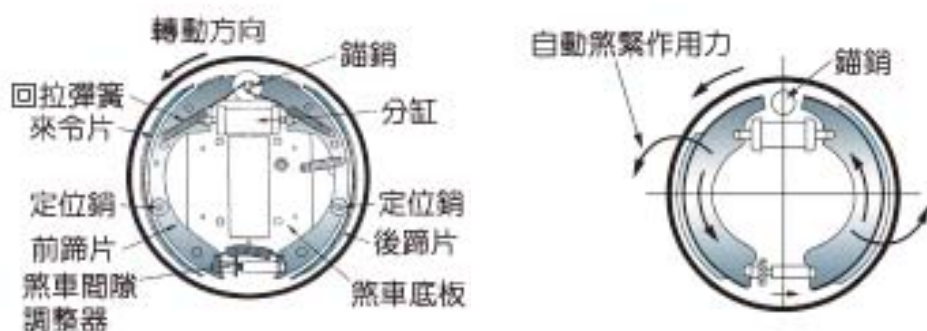


圖 6-35 雙何服輪煞車的構造 (ブレーキ)

④ 複動雙引導式蹄片安裝法(雙分缸)(參圖 6-36)

(A) 兩個分缸分別裝置於煞車底板上、下端，並以四個錨銷作為支點。

(B) 當煞車鼓反時針旋轉時，踩下煞車，前蹄片以下錨銷為支點，後蹄片以上錨銷為支點，同時向外張開，因與煞車鼓方向相同，故均有自動煞緊作用；反之，倒車時亦同。

(C) 多用於大型車上。



圖 6-36 複動雙引導式蹄片安裝法 (ブレーキ)

四 鼓式煞車間隙之調整

1. 煞車間隙調整之重要性：煞車踏板尚未踩下前，煞車來令片與煞車鼓之間隙，稱為「煞車間隙」。而煞車來令片因使用日久磨損時，會使煞車間隙變大，導致煞車踏板全行程（作用行程）變大，煞車距離延長，影響行車安全，故煞車間隙必須定期加以檢查及調整。

2. 煞車間隙之調整方法：包括手動調整式及自動調整式

(1) 手動調整式：有凸輪式、錐形式及棘輪式三種。

① 凸輪式煞車間隙調整(參圖 6-37)

(A) 此式為引導跟從浮動式之煞車裝置。

(B) 旋轉煞車底板上之凸輪分別調

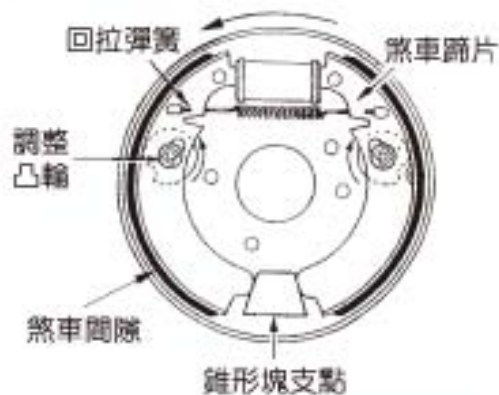


圖 6-37 凸輪式煞車間隙調整裝置 (ブレーキ)

整前後蹄片之煞車間隙。

② 錐形式煞車間隙調整 (參圖 6-38)

(A) 此式為引導跟從鎖跟式之煞車裝置。

(B) 由煞車底板背面旋轉調整螺絲，使錐形體推出煞車蹄片，以改變煞車間隙。

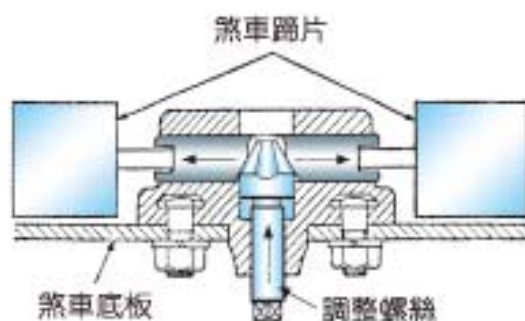


圖 6-38 錐形式煞車間隙調整裝置 (自動車設計)

③ 棘輪式煞車間隙調整 (參圖 6-39)

(A) 此式為雙伺服式之煞車裝置。

(B) 用螺絲起子或特殊調整手具，由煞車底板背面調整孔插入，撬動調整輪，以改變煞車間隙。



圖 6-39 棘輪式煞車間隙調整裝置 (三級自動車シャーシ)

(2) 自動調整式：煞車間隙自動調整分為「腳煞車自動調整式」及「駐車煞車自動調整式」兩種。

① 腳煞車自動調整式：(以本的士式為例)

(A) 構造 (參圖 6-40、6-41)：

(a) 在後蹄片上加裝一調整臂、拉繩、調整臂彈簧及蹄片上之導繩板組合而成。

(b) 拉繩的上端固定於錨銷，下端鈎住調整臂。

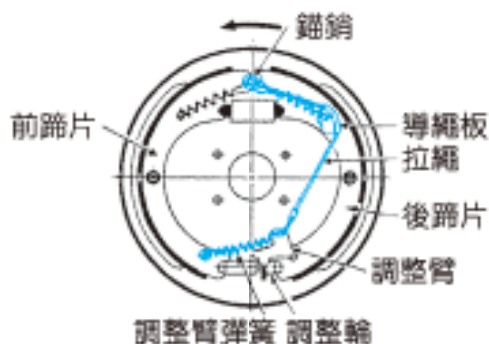


圖 6-40 本的士式自動調整間隙之構造 (Automotive mechanics)

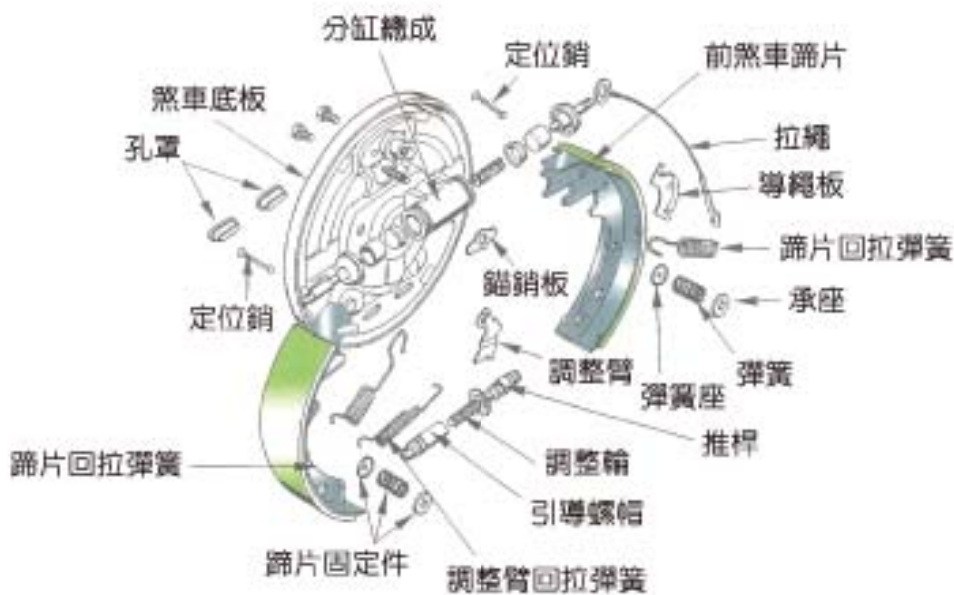


圖 6-41 本式的士式腳煞車間隙自動調整分解圖 (Automotive mechanics)

(B) 作用情形 (參圖 6-42) :

- (a) 當煞車作用時，蹄片外張，導板亦隨著蹄片而外移，使拉繩在導繩板中滑動而拉起調整臂，若煞車間隙很大，則調整臂上提的高度超過調整輪一齒的高度。
- (b) 當煞車踏板放鬆時，調整臂彈簧使調整臂歸位而撥動調整輪轉動一齒的角度；如此，使螺桿與引導螺帽外伸，煞車間隙即變小。

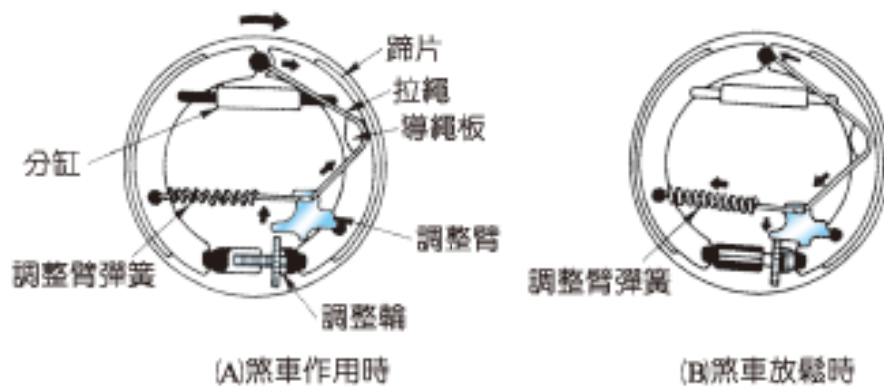
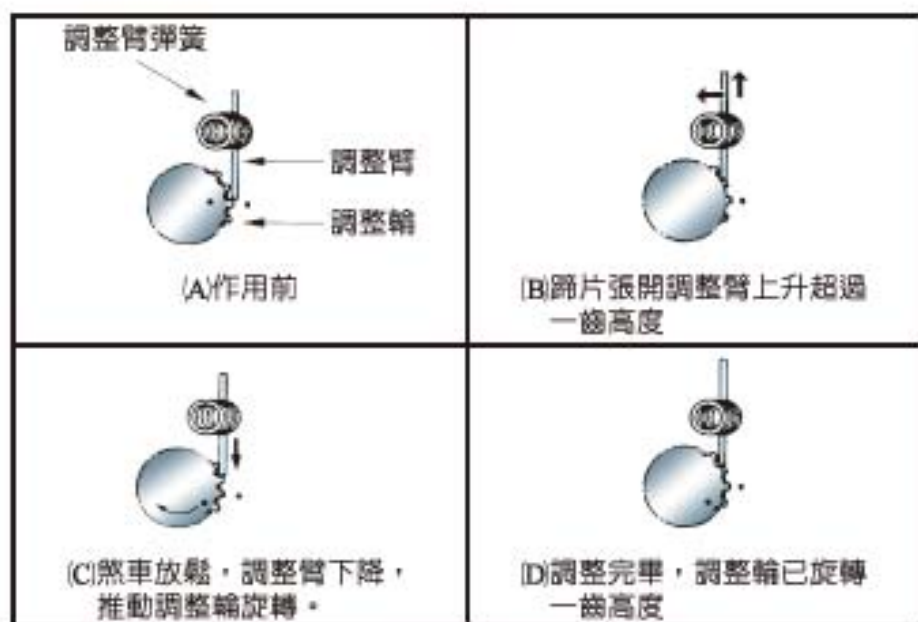


圖 6-42 自動調整間隙裝置之作用 (Automotive mechanics)



(C)自動間隙調整之步驟

圖 6-42 自動調整間隙裝置之作用 (Automotive mechanics)

(3) 駐車煞車自動調整式 (參圖 6-43)

- ① 當拉起駐車煞車拉桿時，除了後輪蹄片外張外（詳見 P.223 駐車煞車），調整臂也一起移動，若煞車間隙很大，調整臂的移動量也大，如超過一齒高度，放鬆駐車煞車時，調整臂即自動撥動一齒，使煞車間隙變小。
- ② 此式為目前小型車所常用。

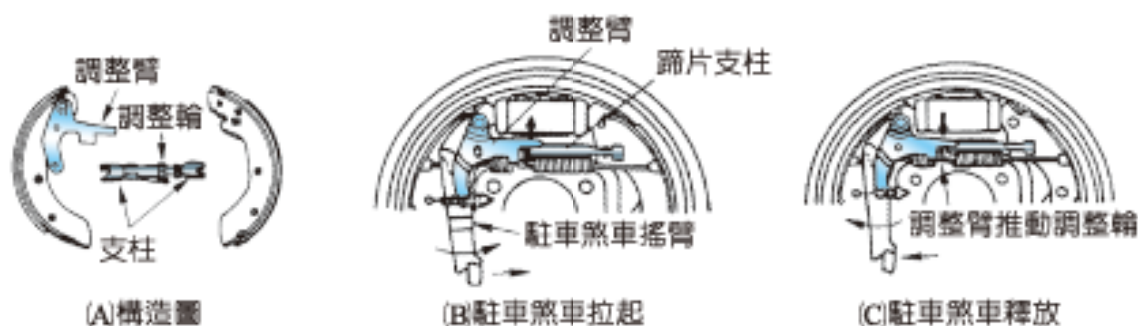


圖 6-43 駐車煞車自動調整間隙裝置 (自動車工學)

6-2-2

碟式煞車系統



碟式煞車系統概述

碟式煞車系統之操作機構，即產生液壓力之基本構件與鼓式煞車相同，如：煞車踏板、煞車主缸、煞車油管及煞車分缸等。

二 碟式煞車原理

1. 概述：「碟式煞車」又稱為「圓盤式煞車」，其利用外縮原理，將隨車輪旋轉中的圓盤夾緊產生煞車作用。

2. 碟式煞車基本原理（參圖 6-44）

(1) 煞車圓盤隨車輪一起旋轉，當踩下煞車踏板時，煞車主缸的煞車油進入分缸，使活塞向中間移動而夾緊圓盤，使圓盤減速產生車輪的煞車作用。

(2) 煞車踏板放鬆時，液壓消失，活塞退回原位，煞車來令片鬆離圓盤，煞車放鬆。

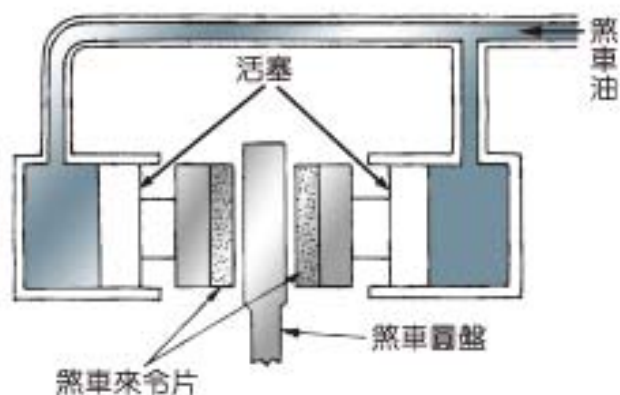


圖 6-44 碟式液壓煞車作用原理 (ブレーキ)

三 碟式煞車的構造

碟式煞車的構造係由煞車圓盤、煞車底板、鉗夾、煞車來令片、分缸及活塞等所組成（參圖 6-45）。

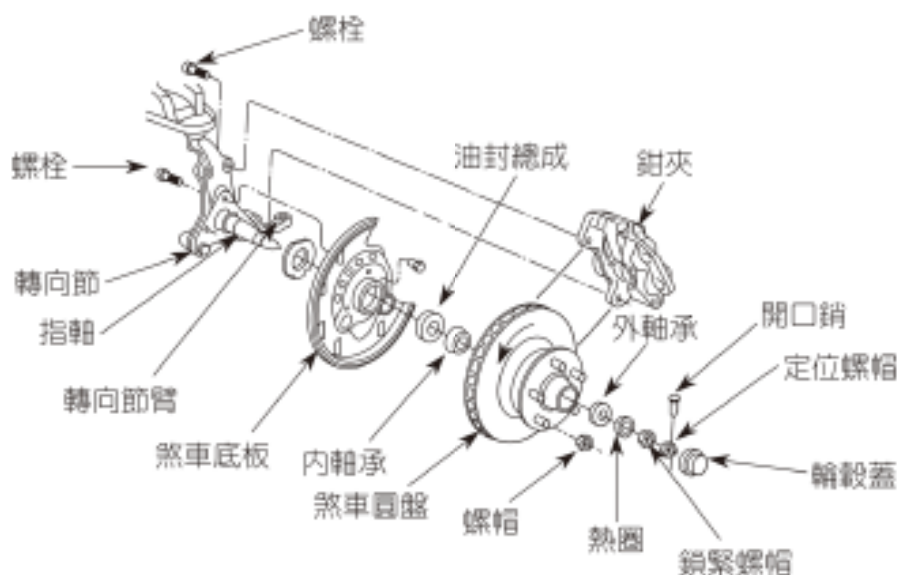


圖 6-45 碟式煞車總成之構造 (NISSAN 修護手冊)

1. 煞車圓盤（或稱煞車碟）（參圖 6-46）

煞車圓盤裝在輪殼上，與車輪共同旋轉，通常以鑄鐵鑄成，中間製成空心並有葉片，轉動時鼓動氣流，幫助散熱。

2. 鉗夾體 (參圖 6-47)

由鑄鐵鑄成，固定於轉向節上。煞車作用時，承受液壓及煞車來令片的反作用力。

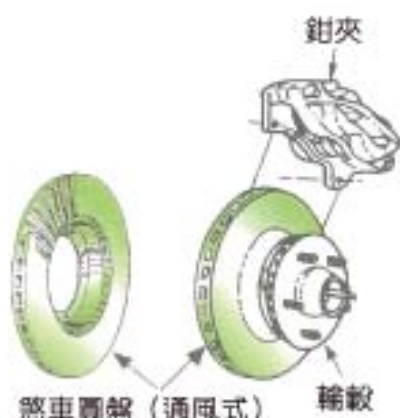


圖 6-46 煞車圓盤 (ブレーキ)



圖 6-47 鉗夾體 (ブレーキ)

3. 分缸及活塞 (參圖 6-48)

- (1) 分缸及活塞裝在鉗夾體內，接受煞車主缸送來的液壓，以推動活塞，將煞車來令片夾緊圓盤，產生煞車作用。
- (2) 缸體上裝有橡皮封圈，與活塞產生密封不漏油，並可作為自動調整煞車間隙之用。
- (3) 防塵罩用以防止灰塵、泥沙及水分進入。

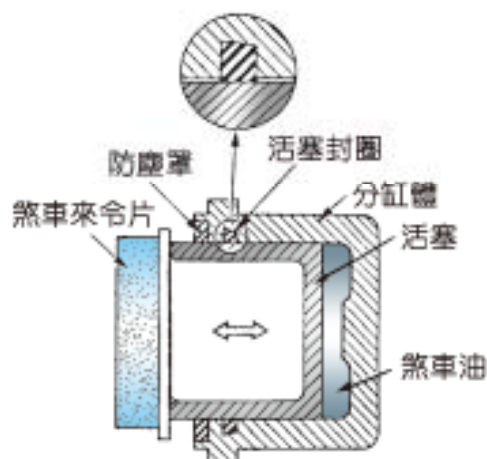
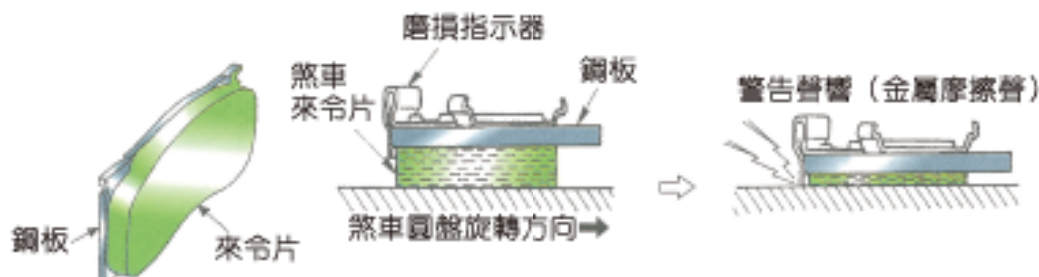


圖 6-48 分缸及活塞 (自動車工學)

4. 煞車來令片 (或稱煞車襯) (參圖 6-49)

煞車來令片裝置於活塞之外側，為鋼板表面黏附一層厚約 10 mm 的煞車來令片材料而成，其來令片材料以石棉為主，但現今為預防石棉致癌，已改用碳粉材料或金屬陶瓷材料。



(A) 煞車來令片構造 (B) 煞車來令片新品時之作用 (C) 煞車來令片磨損時之警告作用

圖 6-49 碟式煞車之煞車來令片 (自動車設計)

四 碟式煞車的種類

碟式煞車的種類，依鉗夾的安裝方式可分為：

1. 固定鉗夾式（參圖 6-50 (A)）：鉗夾固定於轉向節上，鉗夾之兩側各裝有分缸及活塞，兩分缸共同連接於煞車油路中。當踩下煞車時，兩活塞向中間夾緊圓盤而產生煞車作用。

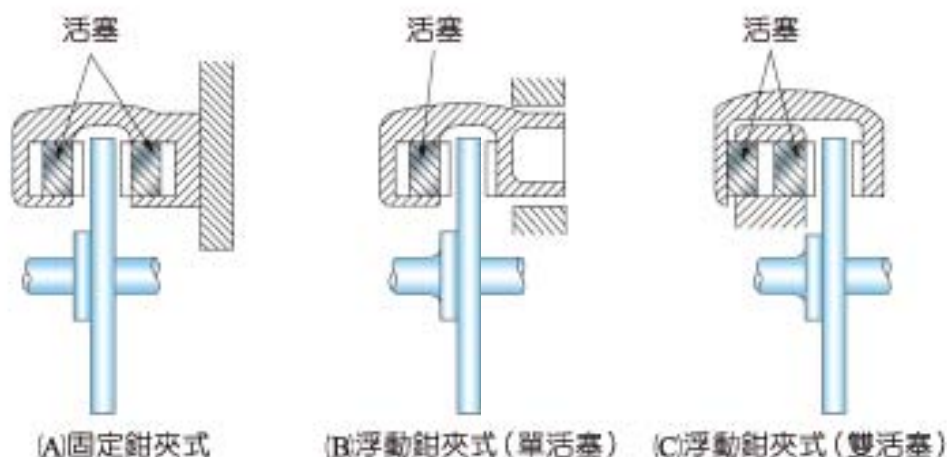


圖 6-50 碟式煞車之種類（三級自動車シャーシ）

2. 浮動鉗夾式（參圖 6-50 (B)、(C)）：浮動鉗夾式分為單活塞及雙活塞式，鉗夾並未固定而是浮接在轉向節上。當煞車作用時，液壓推動活塞向外移動；分缸體亦受液壓之作用而與活塞相反方向移動，使鉗夾也一起移動而夾緊圓盤，產生煞車作用。

五 碟式煞車的煞車間隙自動調整裝置

1. 鼓式煞車之煞車間隙會因煞車來令片的磨損而自然變大，必須依賴複雜的自動調整裝置，才能保持一定的煞車間隙。碟式煞車則大多不必加裝其他裝置，直接利用活塞封圈的彈性作用即能隨時保持一定的煞車間隙。

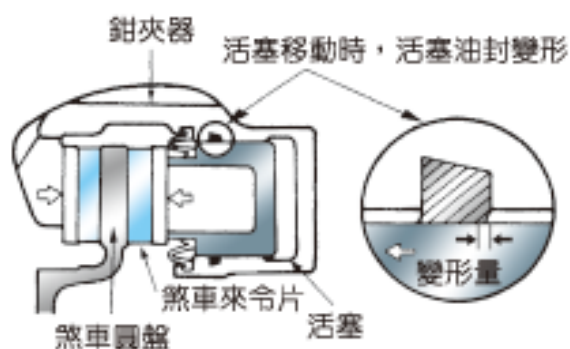


圖 6-51 煞車踏板踩下時之作用（三級自動車シャーシ）

2. 碟式煞車之煞車間隙自動調整之作用
 - (1) 煞車踏板踩下時（參圖 6-51）：

活塞受液壓的推力而移動時，使裝在缸體上的橡皮封圈變形，但仍與活塞表面密合而不漏油。

- (2) 煞車踏板放鬆時（參圖 6-52）：
液壓消失，橡皮封圈利用其彈性自動恢復原狀，將活塞拉回，活塞被拉回的行程即為封圈的變形量，故煞車間隙才能保持不變，而且左右輪煞車間隙亦會相同。
- (3) 煞車來令片磨損時（參圖 6-53）

- ① 煞車來令片磨損，將使煞車間隙變大，故踩下兩腳煞車時，活塞的移動量超過封圈的變形量，將活塞在封圈上滑動一段距離。
- ② 煞車放鬆後，封圈又恢復原狀，使煞車間隙又保持不變。

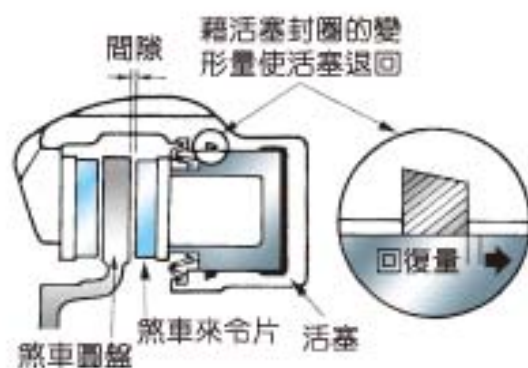


圖 6-52 煞車踏板放鬆時之作用
(三級自動車シャーシ)

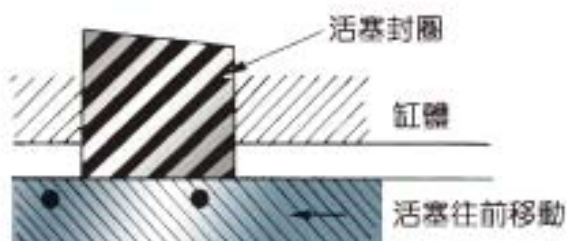


圖 6-53 煞車來令片磨損時之作用
(三級自動車シャーシ)

六 碟式液壓煞車之優缺點

1. 優點

- (1) 煞車圓盤兩面皆暴露於空氣中，散熱良好。
- (2) 不必調整煞車間隙，維護容易。
- (3) 左右輪煞車間隙相同，煞車時之方向性較佳。
- (4) 長時間連續使用煞車，煞車力不會衰減（鼓式煞車的煞車鼓直徑變大，煞車力顯著衰減）。
- (5) 構造簡單，煞車來令片的更換也容易。

2. 缺點

- (1) 無自動煞緊作用，故必須使用大直徑的分缸來提供煞車力。
- (2) 圓盤暴露於空氣中，常會因汽車涉水時，圓盤潮濕，暫時會減低煞車力，但此現象當圓盤乾燥後即可恢復正常。

6-2-3

安全煞車裝置

一 雙迴路液壓煞車系統之概述

1. 普通液壓煞車由一個煞車主缸直接供給四輪分缸的液壓，若某一輪分缸漏

油或油管斷裂，將造成四輪皆無煞車作用，故現今車輛為確保行車安全，均已採用雙迴路液壓煞車系統。

2. 雙迴路液壓煞車系統：係將四輪分成「前後輪式迴路」及「交叉式迴路」（或稱 X 迴路）（參圖 6-54）。前後輪式迴路多應用在 FR 式車輛，交叉式迴路多用於 FF 式車輛。雙迴路液壓煞車當任何一個迴路發生漏油時，另一迴路仍有煞車作用，以提高行車安全。

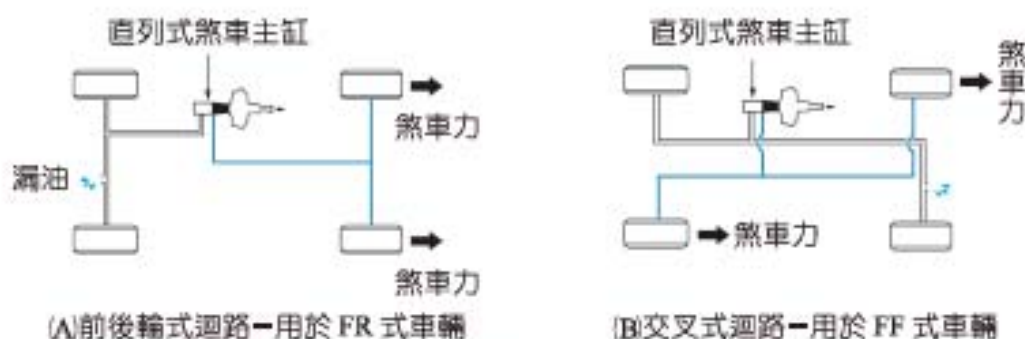


圖 6-54 雙迴路煞車系統（前後輪式及交叉式）（三級自動車シャーシ）

雙迴路液壓煞車型式

1. 並列式煞車主缸（參圖 6-55）：將兩個普通煞車主缸並列，共同由一煞車踏板控制，各煞車主缸分別連接獨立的煞車迴路，此式佔位空間太大，煞車踏板踩力也大，已不採用。



圖 6-55 並列式煞車主缸（現代汽車底盤）

2. 串列式煞車主缸（或稱雙活塞式煞車主缸）（參圖 6-56）

(1) 正常作用時（參圖 6-57）

- ① 煞車踏板踩下時，推桿推動第一活塞，第一活塞與第二活塞間（後室）的煞車油被壓出，經止回閥送到前輪分缸。
- ② 此液壓及彈簧力亦推動第二活塞，使第二活塞亦將前室的煞車油經止回閥壓至後輪分缸，產生煞車作用。

- ③ 煞車踏板放鬆時，兩個彈簧將兩活塞推回原位，分缸的液壓消失，煞車放鬆。

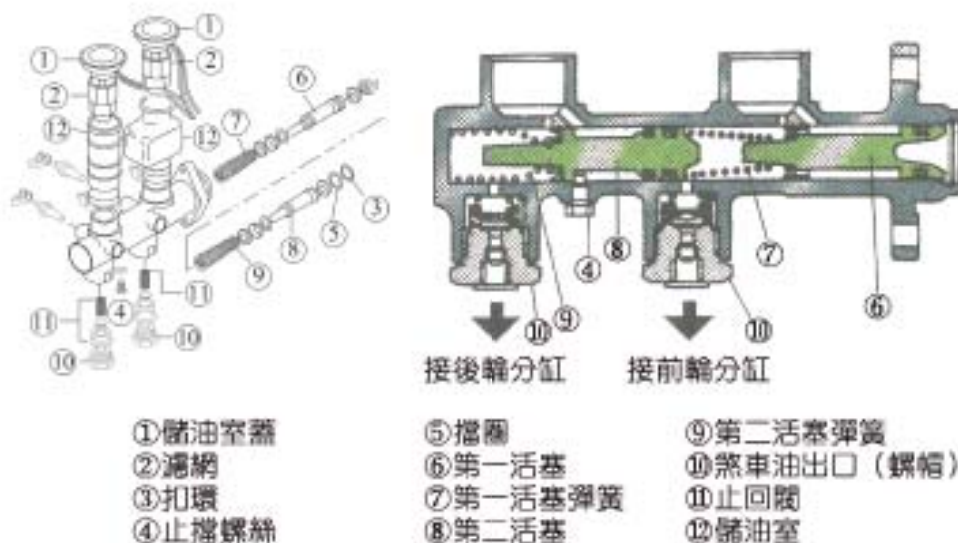


圖 6-56 串列式煞車主缸 (NISSAN 修護手冊)

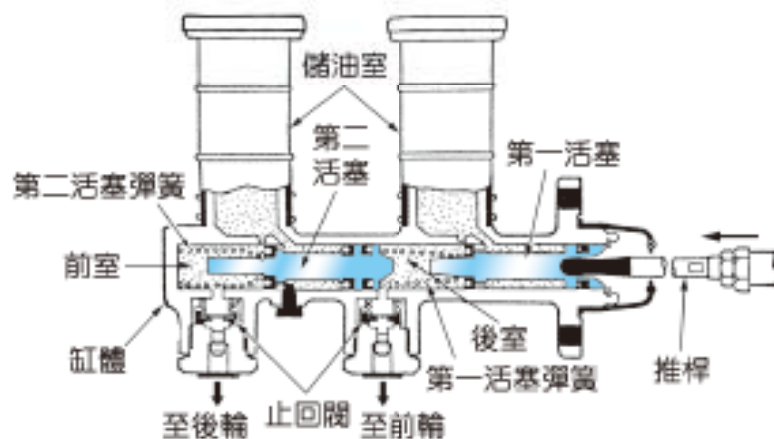


圖 6-57 串列式煞車主缸之正常作用 (NISSAN 修護手冊)

(2) 前輪迴路漏油時 (參圖 6-58)

：煞車踏板踩下時，第一活塞向前移動，因前輪漏油，使後室無液壓；第一活塞前端直接推動第二活塞，使前室煞車油仍能送至後輪分缸，後輪仍有煞車作用。

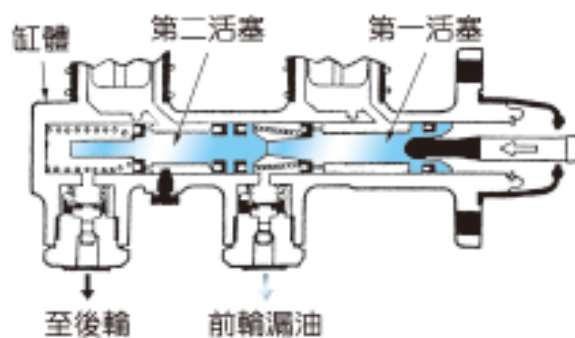


圖 6-58 前輪迴路漏油時
(NISSAN 修護手冊)

(3) 後輪迴路漏油時 (參圖 6-59)

：煞車踏板踩下時，第一活塞向前移動，因後輪漏油，使前室無液壓；第二活塞繼續向前，其前端抵住缸體，使第一活塞與後室間仍能產生液壓，送至前輪分缸，前輪仍有煞車作用。

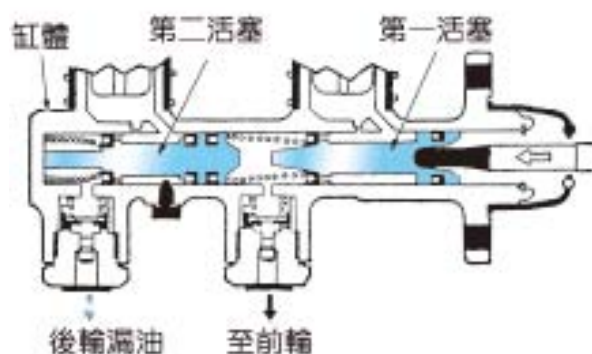


圖 6-59 後輪迴路漏油時
(NISSAN 修護手冊)

迴路故障警示裝置(壓差開關) (參圖 6-60)

1. 當某迴路漏油，煞車失效時，警告駕駛者減速或停車，以防止意外事故發生。
2. 平衡活塞兩側之彈力及液壓相同時，靜止不動，開關接點 (OFF) 斷路。
3. 若某迴路漏油時，平衡活塞兩側壓差不同而移動，使開關接點 (ON) 導通，以控制警告燈或蜂鳴器示警。

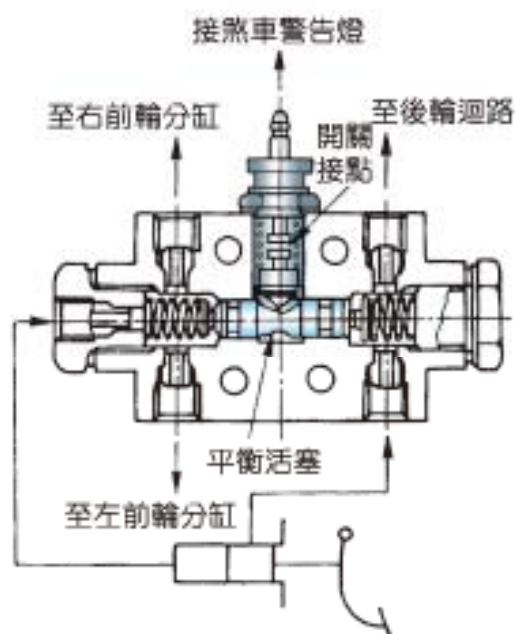


圖 6-60 煞車迴路故障警告燈之壓差開關
(CIVIC 修護手冊)

第 6-3 節

駐車煞車系統

6-3-1

傳統駐車煞車系統

一 駐車煞車概述

駐車煞車 (Parking brake) (通常稱為手煞車，因大多以手拉作用之故) 係一種機械式煞車，其功用是當車輛停駐時，防止車輛滑行；並可在上坡停車再起步時，代替腳煞車，使右腳得以控制加速踏板起步。

二 駐車煞車種類及用途

1. 駐車煞車分為「中間制動式」(又稱傳動軸制動式)及「後輪制動式」兩種。中間制動式大多用於大型車輛，後輪制動式大多用於小型車輛。
2. 駐車煞車之操作有「手拉式」及「足踏式」兩種，現今有少數車輛之駐車煞車採用足踏式，其作用原理與手拉式駐車相同，惟駐車踏板(在煞車踏板左上方的小踏板)踩下時為駐車作用，再踩一下則為釋放作用(或拉起釋放桿)。

三 駐車煞車之作用

1. 中間制動式駐車煞車(參圖 6-61)：在變速箱主軸或傳動軸上裝有煞車鼓，煞車鼓外圍繞著制動帶(或內側安裝煞車蹄片)，當駐車煞車拉桿拉起時，利用凸輪的旋轉，使制動帶束緊煞車鼓(或頂開煞車蹄片，煞住煞車鼓)，傳動軸因而被固定，使車輛無法移動。

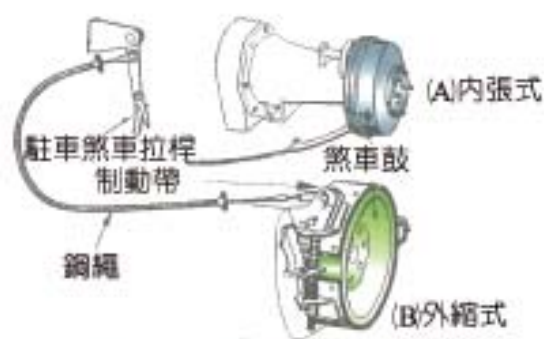


圖 6-61 中間制動式駐車煞車 (ブレーキ)

2. 後輪制動式駐車煞車(參圖 6-62)：
 - (1) 當駐車拉桿拉起時，經鋼繩拉動駐車煞車搖臂經蹄片支柱使兩蹄片外張而煞車。
 - (2) 駐車拉桿放鬆時，須按下釋放鈕或轉動拉桿，使棘輪分離，駐車煞車方能放鬆。
 - (3) 後輪制動式駐車煞車亦可作用在碟式煞車。

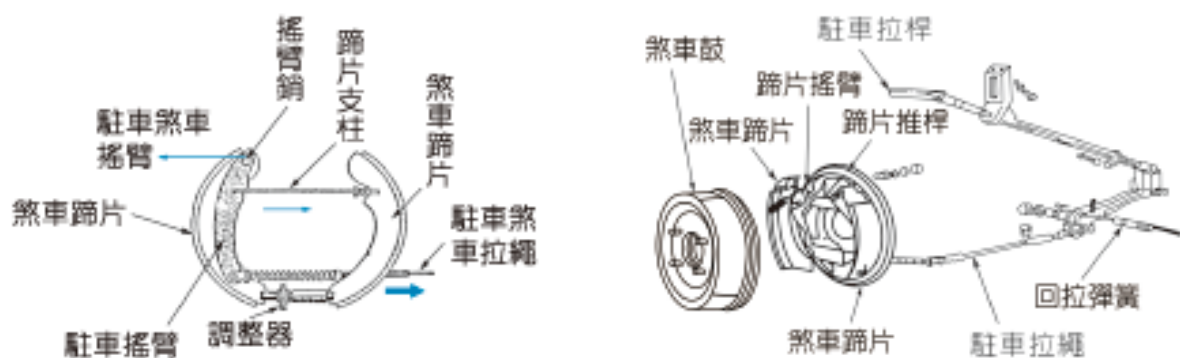


圖 6-62 後輪制動式駐車煞車(鼓式煞車)(現代汽車底盤)

3. 駐車煞車拉桿定位裝置(參圖 6-63)：在駐車煞車拉桿處都有棘輪裝置，使駐車煞車拉起後，能予以固定，當欲放鬆駐車桿時，必須按下釋放鈕，

使棘輪分離，煞車方能放鬆。



圖 6-63 駐車煞車拉桿定位裝置 (TOYOTA 修護手冊)

4. 駐車拉桿鬆緊度及調整 (參圖 6-64)

- (1) 駐車拉桿以 20 kg 力量拉起，大約 7~8 響（棘輪響聲）為正常鬆緊度。
- (2) 若太鬆或太緊可在汽車底盤下方，由後拉線調整器調整之。

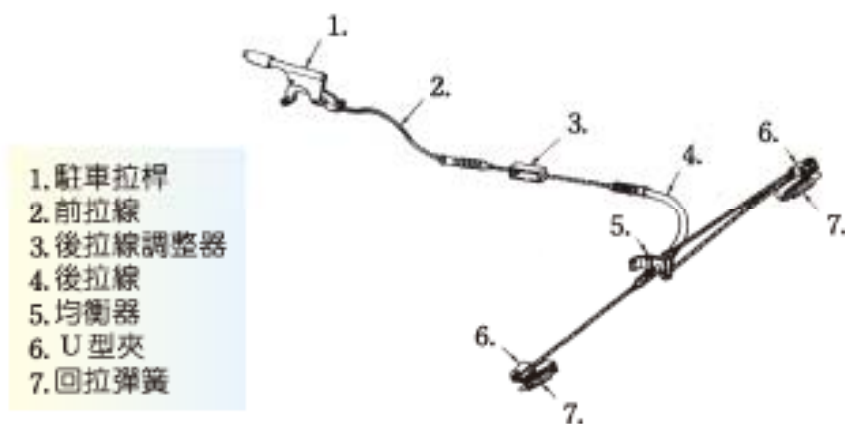


圖 6-64 駐車拉桿調整器 (NISSAN 修護手冊)

6-3-2

電子駐車制動系統

概述

1. 電子駐車制動系統 (Electronic Parking Brake, EPB) 為目前新車所採用，取代傳統機械式的手煞車（駐車煞車）作用。只須在車內安裝一個駐車按鈕，操作簡單省力，並可以增加車輛內部空間（參圖 6-65）。
2. 駐車系統能將車輛停駐於原地不動，以



圖 6-65 電子駐車煞車按鈕
(網路-繼科技)

- 防止駕駛人離車後而自動滑行造成意外事故發生。
3. 傳統駐車系統大都採用機械操作（手拉式或足踏式），若車輛停駐在上坡路段欲重新起步時，必須依賴駕駛者熟練的技巧，靈活操作加速踏板（油門）、離合器踏板（手排車）及煞車踏板，方能迅速有效的操控車輛上坡起步。
 4. 若採用電子駐車系統，車輛在上坡起步時，EPB-ECU電腦接收到節氣門位置感知器（油門）及輪速感知器等信號，確認車輛即將起步，立即釋放EPB的作用，使車輛平穩而有效的上坡起步，此亦稱為「上坡輔助系統（Hill-Start Assist Control, HAC）」。
 5. 電子駐車制動系統（EPB）的作用原理
 - (1) 鋼索牽引式 EPB：採用電動馬達牽引駐車鋼索而產生駐車作用（參圖 6-66）。
 - (2) 鉗夾整合式 EPB：在碟式煞車鉗夾上增加一個馬達經減速齒輪將馬達扭力變大，操作副鉗夾產生駐車作用（參圖 6-67）。



圖 6-66 鋼索牽引式 EPB 配置圖
(網路-龐科技)



圖 6-67 鉗夾整合式 EPB 系統
(網路-龐科技)

第 6-4 節

防鎖死煞車系統及其他煞車系統

6.4.1

防鎖死煞車系統

車輪防鎖死煞車系統

1. 概述：行進中的車輛若緊急煞車時，煞車力大於胎地摩擦力 ($F_b > F_w$)，會使車輪鎖死而使輪胎與地面的滾動摩擦變成滑動摩擦，將造成煞車距離延長及轉向失去控制（無法操縱方向）等危險。若能以「點放」式踩放煞車踏板，使 $F_b = F_w$ ，則將能維持良好的煞車及轉向性能。

用人為方式（點放式）控制煞車會因人或機械因素影響而無法精確地控制，故現今車輛都採用微電腦控制「防鎖死煞車系統」（Anti-lock brake system, ABS），能在緊急煞車或滑濕路面煞車時，控制煞車液壓（增壓、定壓及減壓）以防止車輪鎖死（參圖 6-68）。

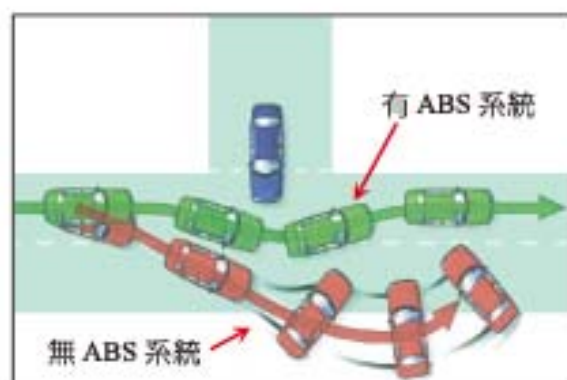


圖 6-68 ABS 之作用比較
(NISSAN 修護手冊)

2. 防鎖死煞車系統（ABS）的功用

- (1) 縮短煞車距離。
- (2) 維持方向操控性。
- (3) 避免輪胎偏磨耗。
- (4) 減少駕駛者恐慌。
- (5) 增進行車安全性。

3. 車輪打滑率（slip 或稱滑動率、滑移率）

- (1) 汽車之行進速率（ V_s ）即指車身對地面的實際速率，平時在前進時實際車速應等於理論車速（或稱輪速）（即輪胎周長乘以輪胎轉速， $W_s = L \times N_2$ ），車輪在地面上為滾動狀態。若緊急煞車時，汽車仍在滑行（ $V_s \neq 0$ ），而車輪已被鎖死（ $W_s = 0$ ），車輪與地面為滑動狀態。
- (2) 車輪打滑率即指車速與輪速之差，再除以車速，即：

$$\text{車輪打滑率 } S (\%) = \frac{\text{車速} - \text{輪速}}{\text{車速}} \times 100 \% = \frac{V_s - W_s}{V_s} \times 100 \%$$

- (3) 汽車正常行進中 $S = 0 \%$ ；車輪被鎖死時 $S = 100 \%$ ；最理想的打滑率 $S = 10 \sim 30 \%$ 。
- (4) 車輪打滑率 S 與煞車力係數（ μ ）的關係（參圖 6-69）
 - ① 當 S 在 $10 \sim 30 \%$ 之間時，煞車力係數（ μ ）幾乎在最大值。
 - ② 煞車力係數係指輪胎與地面間的抓地力，又分為制動力係數（ μ_a ）及橫向力係數（ μ_r ）。
 - ③ 當 $S = 100 \%$ 時，橫向力係數最低，故轉彎時不可重踩煞車，否則車輪鎖死，將使汽車拋出車道。

4. 電腦控制 ABS 之基本原理

- (1) 電腦根據車速感知器及輪速感知器的信號，以每秒 $12 \sim 15$ 次的頻率（ $f = 12 \sim 15 \text{ Hz}$ ）控制串接在煞車主缸與分缸之間的進油電磁閥及回油電磁閥，以改變煞車液壓（增壓、定壓及減壓），使車輪打滑率維持在 $10 \sim 30 \%$ 之間。

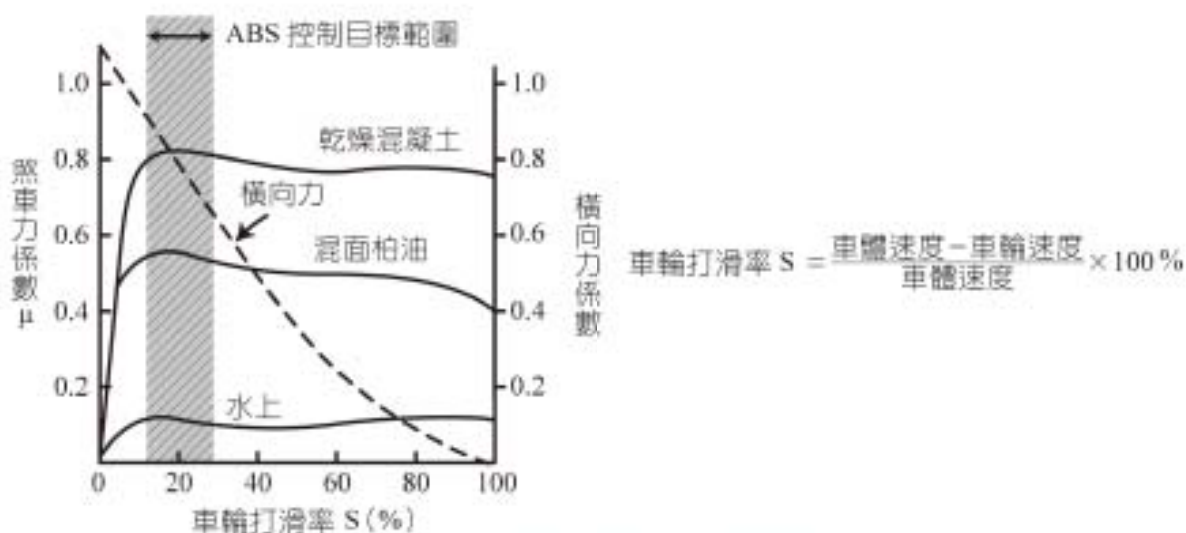


圖 6-69 車輪與路面間之滑動關係

(2) ABS 之基本作用

① 增壓時之作用（參圖 6-70）

(A) 若踩煞車時之車輪打滑率小於 10% 以下時，電腦將使進油電磁閥開啟 (ON)，回油電磁閥關閉 (OFF)。

(B) 煞車主缸液壓得以進入分缸，產生煞車作用，使車輛減速。

② 定壓時之作用（參圖 6-71）

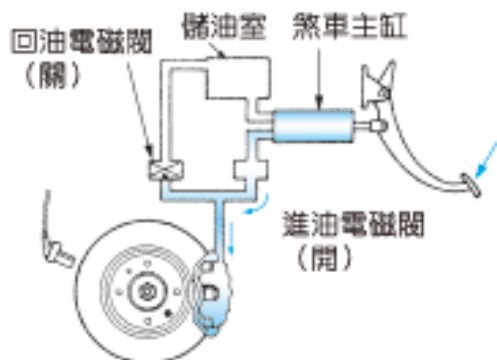


圖 6-70 ABS 增壓控制 (ブレーキ)

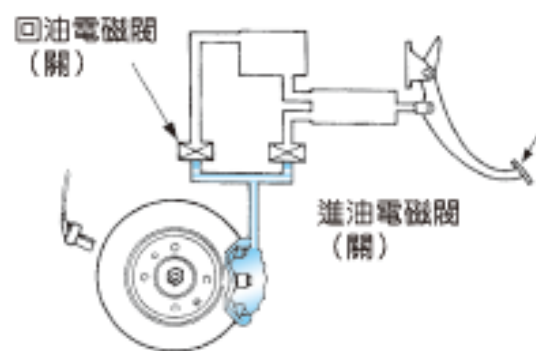


圖 6-71 ABS 之定壓控制 (ブレーキ)

若車輪打滑率在 10~30% 之間時，電腦使進、回油電磁閥均保持在關閉 (OFF)，以維持最佳效果之煞車作用。

③ 減壓時之作用（參圖 6-72）

(A) 若車輪打滑率大於 30% 以上時，電腦將使進油電磁閥關閉 (OFF)，回油電磁閥開啟 (ON)，使分缸液壓降低，防止車輪鎖死。

(B) 當打滑率下降至 30% 以下時，即執行定壓作用；低於 10% 以下時

即又執行增壓作用，如此以 12~15 Hz 之頻率控制煞車液壓。

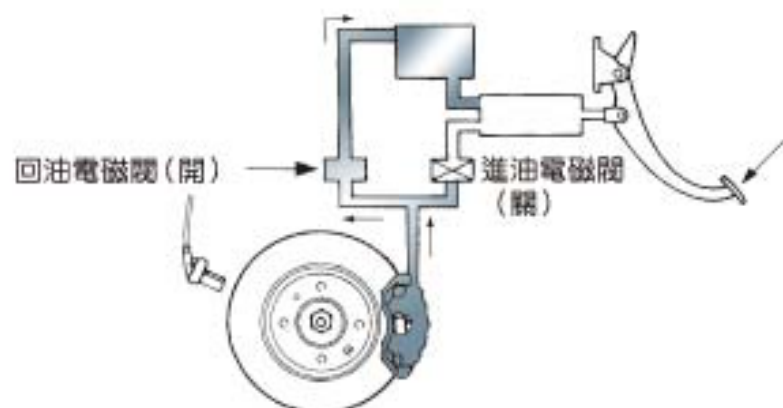


圖 6-72 ABS 之減壓控制 (ブレーキ)

5. ABS 之種類

(1) 依構造分類

- ① 整體式 ABS (Teves-ATE)：ATE 式 ABS 為整體式構造，將煞車主缸、蓄壓器及液壓控制閥裝置為一體。利用黑色圓球狀的蓄壓器儲蓄高壓煞車油，提供後輪煞車作用及主缸輔助煞車裝置之作用（參圖 6-73）。此式因體積大，佔用引擎室空間，現已較少採用。

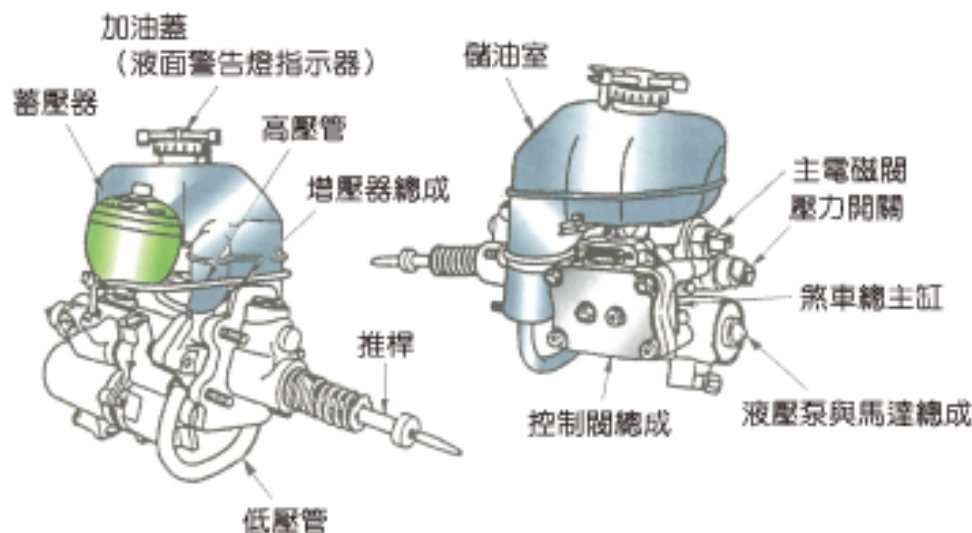


圖 6-73 Teves-ATE 式 ABS 液壓總成 (Automotive mechanics)

- ② 分離式 ABS (波細 Bosch)：將傳統煞車系統加裝液壓控制閥及電腦控制電路而成此式，為現今車輛所常用（參圖 6-74）。

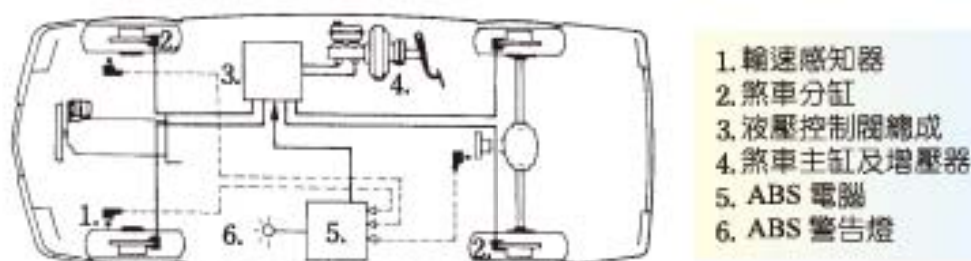


圖 6-74 分離式 ABS (波細 Bosch) (Automotive handbook)

(2) 依控制迴路分類

- ① 三控制迴路：將左前輪、右前輪及後輪各成一迴路控制者，如 ATE 式等。
- ② 四控制迴路：將四輪均成一獨立之迴路控制者，為現今車輛最廣泛使用者。若車輛採用循跡控制系統 (TCS) 必須配合四控制迴路之 ABS，才能藉由各輪獨立控制車輪的打滑。

二 分離式 ABS 系統

1. 概述

分離式 ABS 系統為目前大部分廠家所採用，優點是構造簡單，佔位空間小，易於維護及保養。

2. NISSAN ABS 系統

- (1) 參圖 6-75 為 NISSAN ABS 系統之流程圖，在煞車主缸與煞車分缸之間安裝「煞車液壓控制裝置 (電磁閥總成)」，由電腦 (ECU) 接收輪速感知器 (WSS) 及車速感知器 (VSS) 的信號，控制煞車分缸液壓以防止車輪鎖死。

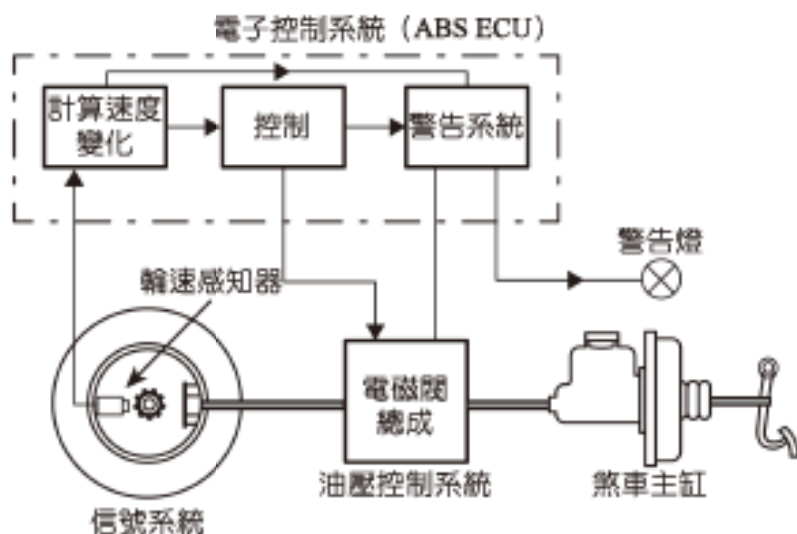


圖 6-75 NISSAN ABS 作用流程圖 (NISSAN 修護手冊)

(2) 作用原理

- ① 增壓作用時 (參圖 6-76)：

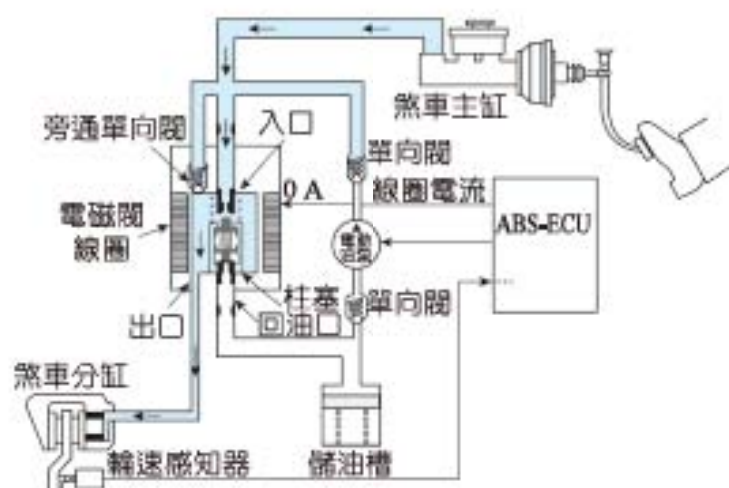


圖 6-76 NISSAN ABS 作用圖 (ABS 增壓作用)

當踩下煞車踏板而車輪未鎖死時，ABS-ECU 沒有電流 (0 A) 通至電磁閥，電磁閥不作用，此時電磁閥總成內的柱塞位於底部，進油口開啟而回油口關閉，煞車主缸送來的煞車液壓直達煞車分缸，即煞車油壓可以升高而產生煞車，為正常的車輛減速作用。

② 維持液壓時 (參圖 6-77)：

當踩下煞車，車輪的打滑率在 10%~30% 之間時，ABS 開始作「維持液壓」作用，即 ABS-ECU 輸出大約 2 A 電流至電磁閥總成，使柱塞位於中間位置，此時進油口及回油口均關閉，煞車分缸液壓無法增加，故能維持最佳打滑率。

③ 減壓作用 (防鎖死) 時 (參圖 6-78)：

當重踩煞車踏板使車輪被鎖死時，ABS-ECU 輸出大約 5 A 的大電流至電磁閥總成，使柱塞上升至最高點，進油口仍然關閉而回油口打開，此時煞車分缸液壓回流至儲油槽儲存，車輪不致於鎖死。此時 ABS-ECU 亦同時起動電動油泵將儲油槽內的煞車油送回至主缸儲油室。

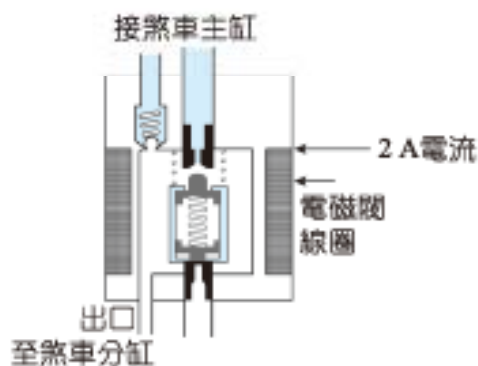


圖 6-77 ABS 電磁閥在維持液壓時之作用 (NISSAN 修護手冊)

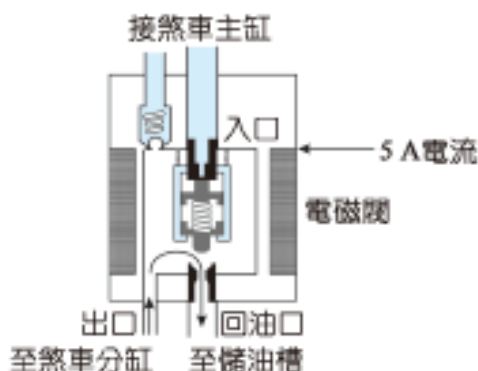


圖 6-78 ABS 電磁閥在減壓時之作用 (NISSAN 修護手冊)

④ 煞車解除作用時（參圖 6-79）：

當煞車踏板放鬆時，煞車主缸液壓降低，而 ABS-ECU 即回復至 0 A 輸出，柱塞位於最下方，進油口開啟，分缸的液壓即可由進油口流回煞車主缸儲油室，解除煞車作用。

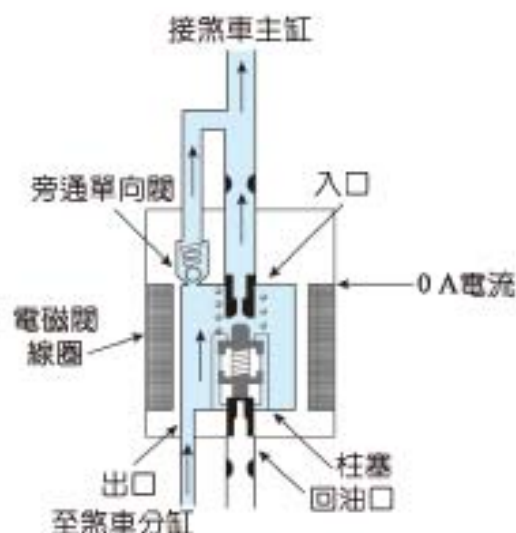


圖 6-79 ABS 電磁閥在煞車踏板放鬆時之作用（NISSAN 修護手冊）

6-4-2 其他煞車系統

一 動力煞車裝置概述

1. 近代車輛之行車速度及載重都大為提

高，使車輛行進時的動能增加（ $KE = \frac{1}{2} MV^2$ ，即動能 = $\frac{1}{2} \times$ 汽車質量 \times 車速的平方），因此要獲得良好的煞車效果，必須有足夠的煞車力，使能在最短時間將車輛減速或停止。

2. 提高煞車力的方法有：

- (1) 縮小煞車主缸直徑，以提高單位面積之壓力，但此法將會使踏板踩下之行程變長，而延長了煞車距離，較不理想。
- (2) 增大煞車分缸直徑，以增大煞車蹄片（或煞車來令片）之作用力，但此法將使蹄片移動量不夠，而延長煞車距離，亦較不理想。
- (3) 增大煞車主缸推桿之推力，以提高單位面積壓力，此法可藉助動力缸之倍力作用而獲得，而且不必改變煞車踏板槓桿比、踏下行程、煞車主缸及分缸直徑，為最理想的一種動力輔助煞車裝置。如現今所廣泛採用的煞車主缸輔助增壓器即是。

3. 相關知識：動力缸原理及應用

(1) 動力缸之作用原理

- ① 若將壓力為 10 kg/cm^2 的氣壓或液壓輸入動力缸左側（參圖 6-80），活塞面積設為 50 cm^2 ，此時活塞即能產生 500 kg 的作用力。

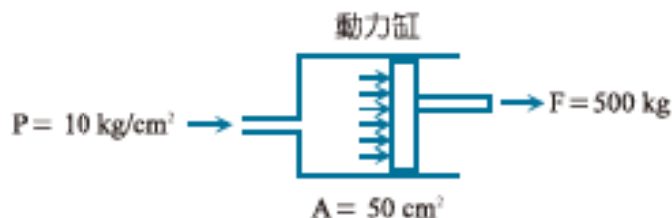


圖 6-80 動力缸的作用

$$F = P \times A$$

$$= 10 \text{ kg/cm}^2 \times 50 \text{ cm}^2 = 500 \text{ kg}$$

動力缸之動力源可來自氣壓、真空及液壓等。

② 空氣具有可塑性，故氣壓可來自空氣壓縮機，將空氣壓入儲氣箱（或稱貯氣筒）中儲存應用，如空氣煞車系統。液壓則因為液體有不可壓縮的剛性，必須利用液壓泵來建立液壓，如液壓煞車系統。

③ 真空動力缸的作用原理：若動力缸內活塞兩側分別為大氣及真空時，大氣與真空所形成的壓力差能使活塞產生作用力（參圖 6-81）。

(A) 當前後室皆為大氣時，兩側無壓力差存在（ $P_0 = P_1$ ），活塞靜止不動。

(B) 當引擎發動後，前室即為真空狀態，與後室形成壓力差（ $P_0 > P_1$ ），此時活塞將向右移動產生推力。

(C) 若將煞車主缸裝置於動力缸之右側，即成為「真空輔助煞車增壓器」。

(D) 動力缸活塞推桿推力的大小，依真空的強弱及動力缸面積來決定。

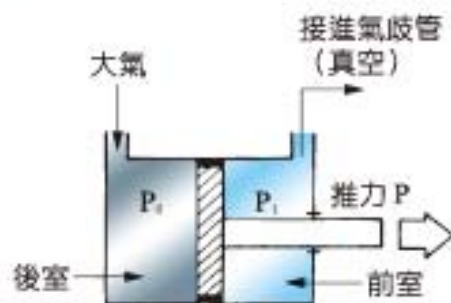


圖 6-81 真空動力缸之作用

例題 1

某動力缸之活塞直徑為 20 cm，真空側之真空度為 50 cm-Hg，則此時動力缸活塞產生的推力為多少 kg？

解：動力缸活塞面積 $= \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3.14 \times 20^2}{4} = 314 \text{ (cm}^2\text{)}$

動力缸前後室壓力差 $= 0.013 \text{ kg/cm}^2 \times 50 \text{ cm-Hg} = 0.65 \text{ kg/cm}^2$

動力缸活塞推力 $= 0.65 \text{ kg/cm}^2 \times 314 \text{ cm}^2 = 204.1 \text{ kg}$

註

(1) 1 大氣壓力 $= 76 \text{ cm-Hg} = 1 \text{ kg/cm}^2$ ， $\therefore 1 \text{ cm-Hg} = 0.013 \text{ kg/cm}^2$

(2) 真空度即為壓力差，因為真空度（50 cm-Hg）表示動力缸中前室的壓力被減少了 50 cm-Hg 的壓力，亦即與後室（大氣壓力）相差 50 cm-Hg 的壓力。而每減少 1 cm-Hg 即為 0.013 kg/cm² 的壓力，故前後室壓力差為 $0.013 \times 50 = 0.65 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 。

二 煞車主缸輔助增壓器

1. 真空輔助煞車增壓器

- (1) 真空輔助煞車增壓器為直接式增壓裝置，係利用真空輔助動力缸來協助煞車主缸推桿推力的裝置。如現今一般小型車所採用者（參圖 6-82）。

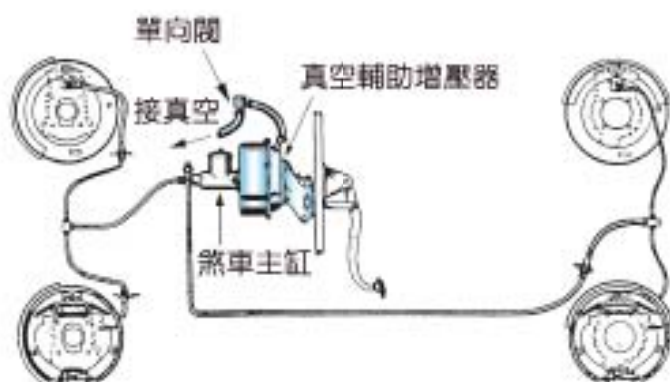


圖 6-82 真空輔助增壓煞車系統 (TOYOTA 修護手冊)

- (2) 真空輔助煞車增壓器分為「真空浮懸式」及「大氣浮懸式」兩種。
- ① 當引擎發動中，未踩煞車時，動力缸的前、後室皆為真空者，稱為「真空浮懸式」，此式因真空管路中加裝一個單向閥，故在引擎突然無故熄火時，仍有一、二次的動力輔助作用，為現今車輛所採用。
 - ② 若動力缸的前、後室皆為大氣者，稱為「大氣浮懸式」，此式現已淘汰不用。
- (3) 真空浮懸式真空輔助煞車增壓器的構造及作用
- ① 控制閥總成的構造：控制閥為一同心圓的橡皮製成，內圓週邊與閥柱塞構成「大氣閥」，外圓週邊與動力缸活塞之閥座構成「真空閥」。
 - ② 作用情形
 - (A) 煞車踏板未踩時（參圖 6-83）：真空閥開啟，大氣閥關閉，前、後室相通，皆為真空，故無壓力差，錐形彈簧將動力缸活塞退到底（最右側）。
 - (B) 煞車踏板踩下時（參圖 6-84）：真空閥關閉，大氣閥打開，前室仍為真空，而大氣壓力進入後室，故壓力差使動力缸活塞向左移動而推動煞車主缸活塞，產生較大的液壓。
 - (C) 煞車踏板放鬆時：真空閥開啟，大氣閥關閉，前、後室又相通，使進入後室的空氣，被吸入汽缸中，壓力差消失，動力缸活塞受錐形彈簧之力退回原位（最右側）。

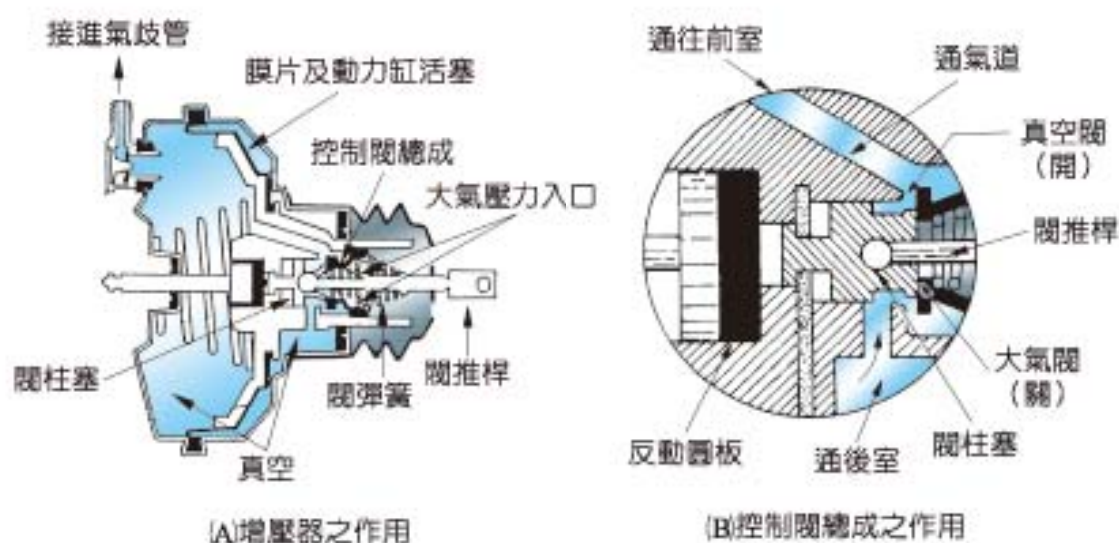


圖 6-83 引擎發動中，未踩煞車時之作用 (NISSAN 修護手冊)

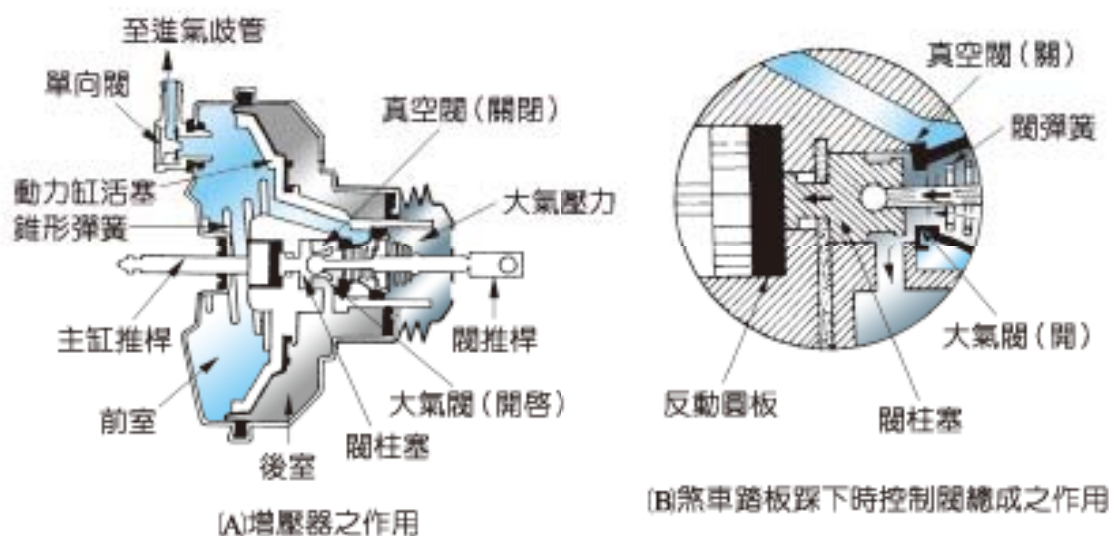


圖 6-84 引擎發動中，煞車踏板踩下時之作用 (NISSAN 修護手冊)

- (D) 煞車踏板踩下一半，減速時(參圖 6-85)：煞車踏板踩下一半就停止不動，剛開始真空閥與大氣閥之動作與煞車踏板踩下時相同，惟當動力缸活塞前進時，使大氣閥與真空閥均維持關閉狀態，維持前、後室之壓力差與彈簧彈力平衡，活塞即靜止不動，煞車液壓不再增加，保持減速作用。
- (E) 若動力失效時，閥推桿亦經閥柱塞、反動圓板及主缸推桿而使主缸仍能送出液壓，產生煞車作用，惟無動力輔助，煞車踏板踩力加重，方能煞住車輛。

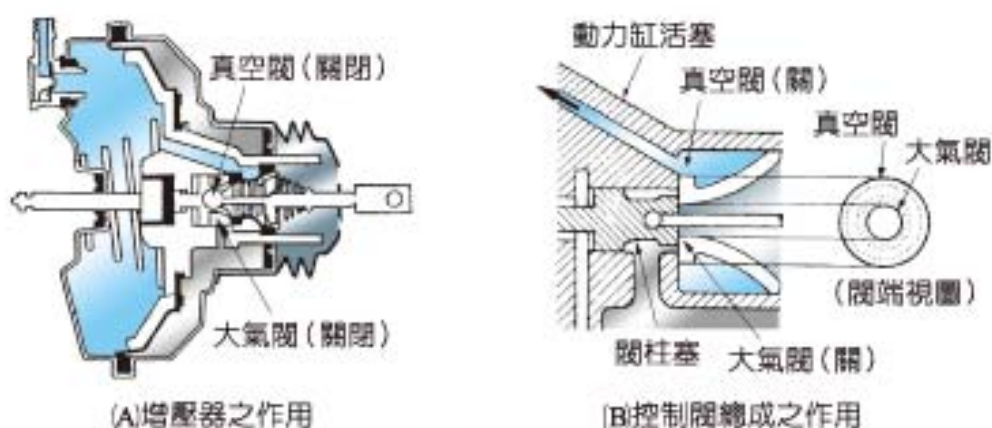


圖 6-85 煞車踏板踩一半（減速作用）時控制閥總成之作用（NISSAN 修護手冊）

真空液壓煞車增壓器

1. 概述

- (1) 真空液壓煞車增壓器為一間接式增壓裝置，即在煞車主缸與煞車分缸中間串接一個液壓缸（或稱奴缸），作為產生高壓煞車液壓力的裝置。而液壓缸係裝置於動力缸上

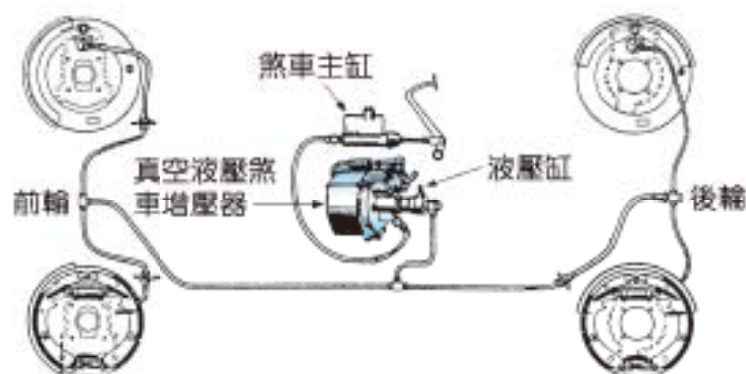


圖 6-86 真空液壓煞車增壓器（NISSAN 修護手冊）

，藉動力缸的活塞推力來推動液壓缸活塞，以產生較高的煞車液壓。

- (2) 動力缸上之控制閥總成的開閉動作係由煞車主缸所產生的液壓來操縱（參圖 6-86）。

2. 真空液壓煞車增壓器的構造（參圖 6-87）

- (1) 增壓器由動力缸、液壓缸（或稱奴缸）及控制閥總成所組成。
- (2) 動力缸：內有活塞、錐形彈簧，作為推動液壓缸活塞之用。
- (3) 液壓缸：內有液壓缸活塞，作為產生高壓煞車油之用。
- (4) 控制閥總成：內有真空閥、大氣閥及控制閥柱塞所組成，作為控制動力缸前、後室真空與大氣的變化，使動力缸產生動力。

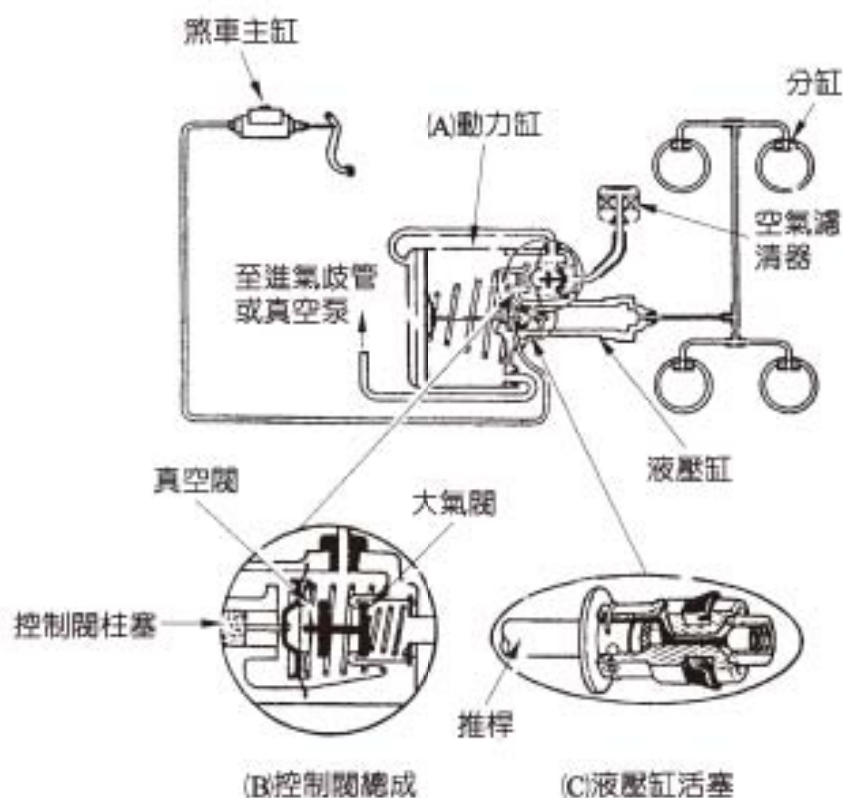
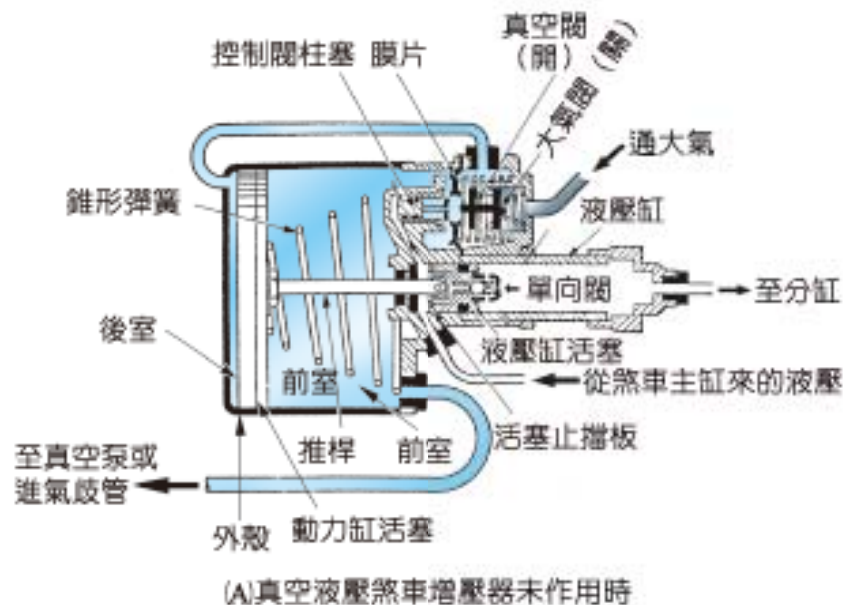
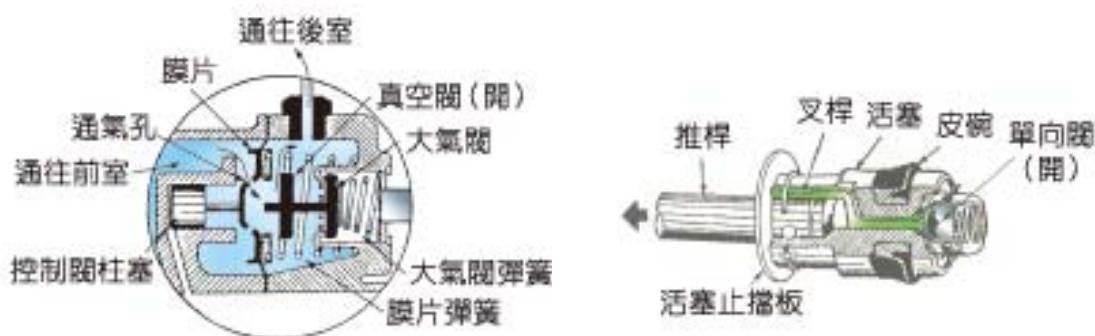


圖 6-87 真空液壓煞車增壓器構造及配置 (自動車設計)

3. 真空液壓煞車增壓器的作用

(1) 煞車踏板未踩時 (參圖 6-88)





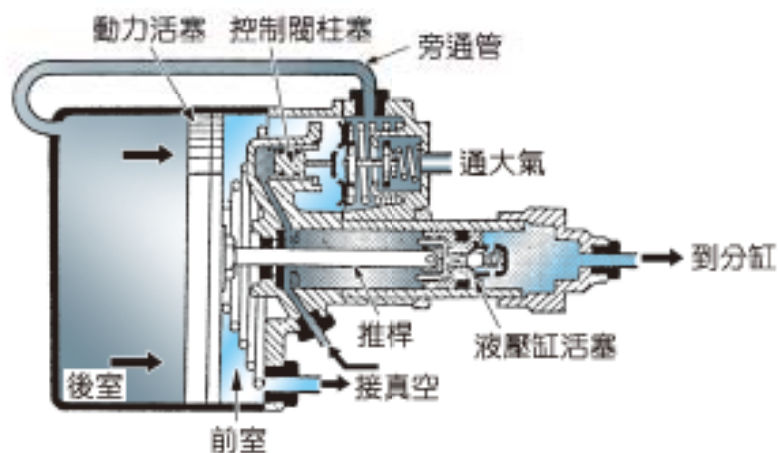
(B) 控制閥總成之作用

(C) 液壓缸活塞之作用

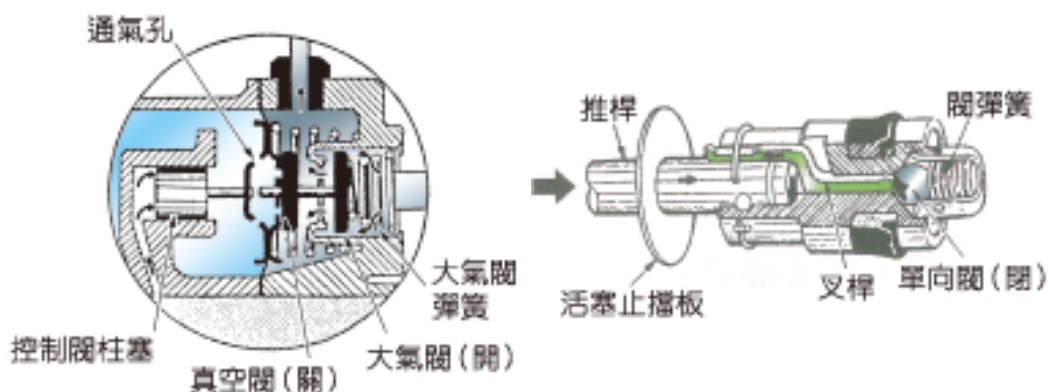
圖 6-88 煞車踏板未踩時真空液壓煞車增壓器的作用 (自動車設計)

煞車主缸沒有液壓送出，控制閥柱塞受膜片彈簧之力退到最底（左側），此時，真空閥打開，大氣閥關閉，進氣歧管的真空經前室、膜片中的空氣孔及通管到後室，因此前、後室皆為真空，錐形彈簧將動力缸活塞退到最左邊位置，此時液壓缸活塞亦退至最左邊，活塞叉桿抵住止擋板將活塞單向閥頂開，液壓缸之前、後室相通，使主缸油路與分缸相通。

(2) 煞車踏板踩下時 (參圖 6-89)



(A) 真空液壓煞車增壓器作用時



(B) 控制閥總成之作用

(C) 液壓缸活塞之作用

圖 6-89 煞車踏板踏下時真空增壓煞車的作用 (自動車設計)

煞車踏板踩下，主缸的煞車油使控制閥柱塞及膜片向右移動，真空閥關閉，大氣閥打開。大氣壓力經大氣閥、旁通管進入動力缸後室，將動力缸活塞及液壓缸活塞向右移動，叉桿離開止擋板，液壓缸即可產生極大的煞車液壓，送至分缸產生煞車作用。

- (3) 煞車踏板放鬆時：煞車主缸液壓消失，控制閥及膜片退回，大氣閥先關閉，真空閥再打開，進入動力缸後室的空氣被吸入進氣歧管內，兩室皆為真空而無壓力差，錐形彈簧將動力缸活塞及液壓缸活塞退回至最左邊，液壓缸活塞單向閥被打開，分缸的煞車油經單向閥流回煞車主缸儲油室，煞車即放鬆。
- (4) 煞車踏板踩下一半，減速時：煞車踏板踩下一半就停止不動時，剛開始控制閥（大氣閥及真空閥）的動作與煞車踏板踩下時相同，動力缸活塞推液壓缸活塞向前，液壓缸前室之液壓送至分缸。但是因液壓缸後室容積變大，此時主缸未再送出液壓，因此大氣閥及真空閥均成關閉狀態，大氣無法繼續進入動力缸後室，動力缸前、後室的壓力差與錐形彈簧成平衡，保持活塞靜止不動。故動力缸及液壓缸活塞的移動量均與煞車踏板互相配合，使車輛作減速作用。
- (5) 若動力失效時（如引擎熄火進氣歧管無真空存在），動力缸活塞無作用，液壓缸活塞單向閥打開著，煞車主缸的煞車油仍能經單向閥進入分缸，產生煞車作用，惟煞車踏板踩力加重。

四 引擎煞車

- (1) 汽車在長時間連續使用主煞車後，煞車鼓因摩擦而溫度升高，使煞車分缸內的煞車油產生氣阻，或煞車來令片燒壞而摩擦係數降低，終至煞車失靈。故在汽車滑行或下坡時，可利用引擎煞車（Engine brake）來減輕主煞車所造成的不良後果。
- (2) 「引擎煞車」係利用引擎運轉時所產生的阻力（如進氣、壓縮、排氣及各部位摩擦阻力之總和），來減少車輪的轉速，亦即利用車輪來帶動引擎回轉，使車速減慢。
- (3) 採用引擎煞車時，應將變速箱置於低速檔，離合器踏板及加速踏板均放鬆，讓車輛滑行。而且引擎不可關掉點火開關，因為進入汽缸中的混合氣未經燃燒，將會使廢氣中的有毒氣體（HC）增加，並會造成觸媒轉換器的損壞。

五 排氣煞車

1. 柴油引擎因沒有節氣門（使用真空調速器者除外），故引擎煞車效果較差，通常在排氣管中裝置一作用閥，在汽車滑行或下坡時，可關閉作用閥使引擎之排氣阻力增大，可以產生較大的減速效果。
2. 排氣煞車可分為「手動式」及「自動式」兩種。手動式排氣煞車構造較簡單，由方向盤旁的開關，可隨需要控制其排氣煞車作用的強弱。
3. 自動式排氣煞車之作用情形（參圖 6-90）。
 - (1) 當車輛滑行速度超過 15 km/h 以上時，車速開關接通電磁線圈①；放鬆加速踏板（加速開關接通），並稍踩煞車踏板（煞車開關也接通），此時，電磁線圈②使接點導通，故電瓶的電流流入電磁閥，使其真空通道打開，伺服活塞向左移動，將作用閥關閉，產生排氣煞車作用。
 - (2) 若為壓縮空氣控制者，伺服活塞之彈簧位於左側，其他作用同上。

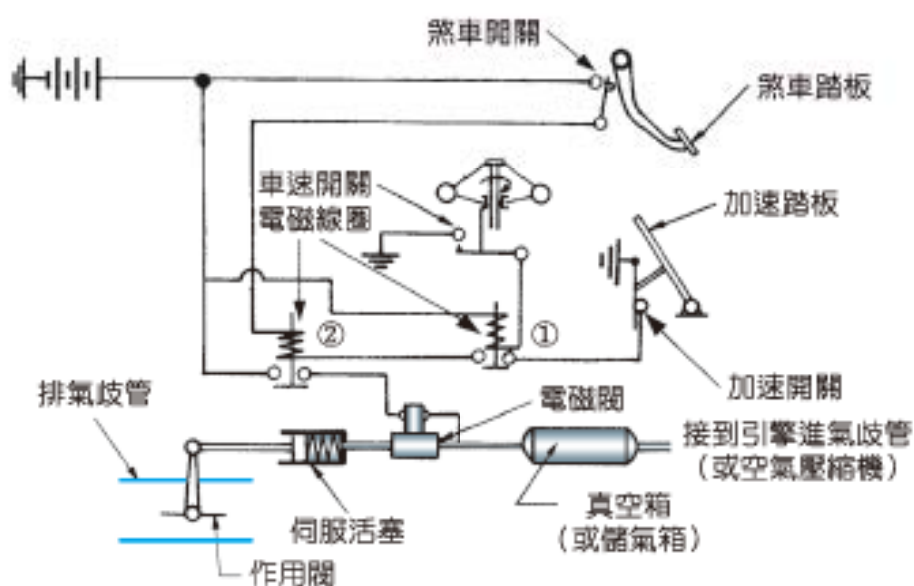


圖 6-90 排氣煞車自動控制系統（自動車設計）

六 空氣煞車

1. 空氣煞車系統之概述
 - (1) 利用真空與大氣的壓力差所產生的動力作用，其動力的大小隨真空及動力缸面積而變化，然因引擎發動中進氣歧管的真空極限值一定，約為 45~55 cm-Hg (17~21 in-Hg) 水銀柱高。若須要更大的動力來適應重型車輛（如聯結車等）產生強大煞車作用，必須採用直徑相當大的動力缸；而且重型車輛行駛中產生的動能，在煞車時易使煞車油產生氣阻及煞車來

令片燒壞、硬化；又聯結車的拖車部分，煞車油管的連接不易，每拆卸一次即須重新放除油路中的空氣，甚為麻煩，此為利用真空產生動力的缺點。

(2) 現今的重型車輛都採用空氣煞車，以獲得強大的制動力，並可在曳引車與聯結車拆卸或聯結時，煞車管路容易連接。

(3) 空氣煞車原理係藉空氣的可塑性，利用空氣壓縮機將空氣儲存於儲氣箱，壓力大約

700~1000

kPa (約 7~10

kg/cm², 100~

140 psi)，再

將高壓空氣轉

變為強大的機

械力，以控制

煞車作用 (參

圖 6-91)。

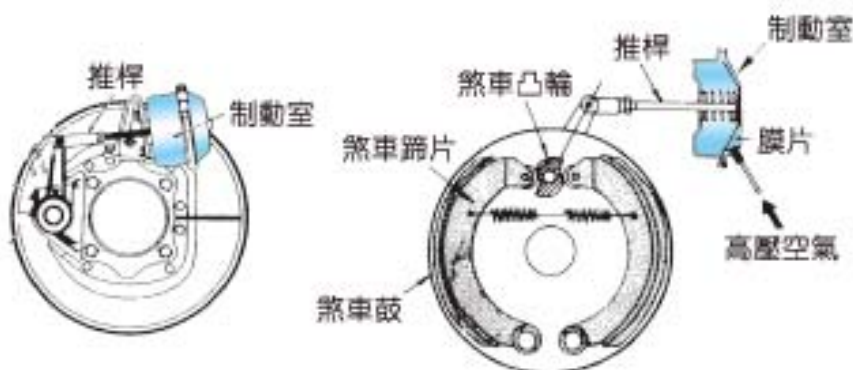


圖 6-91 空氣煞車之基本原理 (制動室之作用) (自動車工學)

2. 空氣煞車的配管及作用

(1) 空氣煞車的配管 (參圖 6-92)

(2) 空氣煞車各組件之功能

① 空氣壓縮機 (空壓機) 由引擎曲軸驅動運轉，將空氣壓入儲氣箱中。

② 儲氣箱：分為濕儲氣箱 (或稱第一儲氣箱) 及乾儲氣箱 (第二儲氣箱)，兩箱串聯連接。空壓機將空氣壓入濕儲氣箱，以沈澱空氣中的水份，故必須定期排放儲氣箱下方的放水塞。

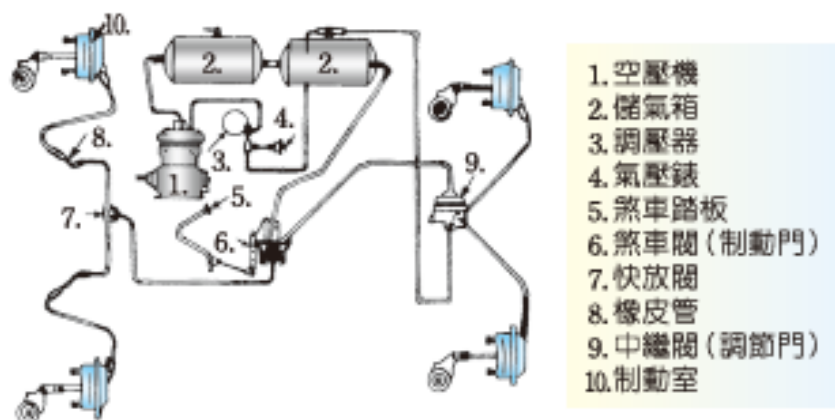


圖 6-92 壓縮空氣煞車的配管 (單迴路煞車) (現代汽車底盤)

- ③ 調壓閥（或稱限壓器）：連接在儲氣箱與空壓機之間，用以限制儲氣箱中之空氣壓力，大約 75 kPa（約 7.5 kg/cm², 110 psi）。當壓力超過規定值時使空氣回流至空壓機使進氣單向閥開啟而無法打氣，空壓機成空轉狀態。
 - ④ 安全閥：裝在儲氣箱上，用以保護儲氣箱使不致壓力過高而損壞。當空氣壓力超過規定值，大約 85 kPa（約 8.5 kg/cm², 120 psi）時，將空氣釋放在大氣中。
 - ⑤ 低壓警告器：當儲氣箱中空氣壓力低於規定值，大約 45 kPa（約 4.5 kg/cm², 65 psi）時，使警報器作響或警告燈示警，提醒駕駛者不得閃動汽車，否則將無煞車。
 - ⑥ 煞車閥（或稱制動門）：由煞車踏板控制儲氣箱的空氣流至前、後輪制動室，以產生煞車作用。
 - ⑦ 快放閥（或稱速釋閥）：裝在前輪煞車管路中，當煞車踏板放鬆時，由排氣孔排放空氣，使煞車快速放鬆。
 - ⑧ 中繼閥（或稱調節門）：裝在後輪煞車管路中，當踩煞車時使儲氣箱空氣直接送至後輪制動室而不經過煞車閥，如此，可以加速後輪煞車作用（有如繼電器作用，以小的空氣流量控制大的空氣流量）。
 - ⑨ 制動室：裝在各輪煞車底板後方，接收來自快放閥或中繼閥的壓縮空氣使膜片移動，推動凸輪使煞車蹄片擴張而煞車。
- (3) 空氣煞車之作用
- ① 煞車踏板踩下時
 - (A) 煞車踏板踩下時，煞車閥（或稱制動門）打開，儲氣箱的壓縮空氣經煞車閥分別送至前輪快放閥及後輪中繼閥。
 - (B) 壓縮空氣經前輪快放閥後又分送至左右輪的制動室，使制動室控制煞車凸輪旋轉，蹄片張開，前輪產生煞車作用。
 - (C) 壓縮空氣經煞車閥至後輪中繼閥，將其打開，使儲氣箱的壓縮空氣直接經中繼閥再分送至左右輪的制動室，轉動煞車凸輪，後輪產生煞車作用。
 - (D) 因為後輪制動室距儲氣箱較遠，空氣管路長，若經煞車閥再經中繼閥到制動室時，管道阻力將使後輪煞車遲緩而且空氣壓力會降低，故送到後輪制動室的空氣直接由儲氣箱供給。
 - ② 煞車踏板放鬆時
 - (A) 煞車踏板放鬆時，煞車閥的排氣孔打開，前輪快放閥與煞車閥之間的管路氣壓由煞車閥排氣孔排出，氣壓消失，隨即快放閥的排

氣孔也打開，使左右前輪制動室的壓縮空氣由此排出，前輪煞車放鬆。

- (B) 後輪中繼閥與制動室之間的管路氣壓也由煞車閥的排氣孔排出，氣壓消失，壓縮空氣（儲氣箱接來）的進氣孔關閉，中繼閥的排氣孔打開，左右後輪制動室的空氣由此排出，後輪煞車放鬆。

七 雙迴路空氣煞車

1. 概述：若單迴路空氣煞車之任一處空氣管路洩漏，將會造成無法煞車狀態，為顧及行車安全，現今重型車輛均採用雙迴路空氣煞車。

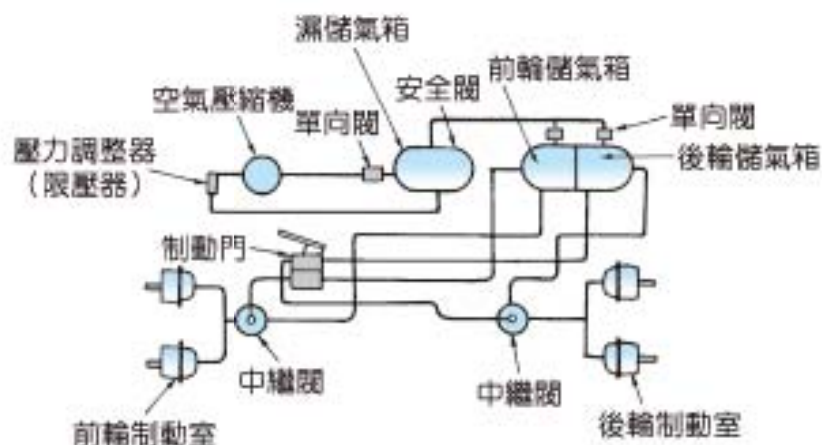


圖 6-93 雙迴路空氣煞車系統 (汽車學 2)

2. 構造及作用 (參圖 6-93)
 - (1) 構造上與單迴路空氣煞車略有不同
 - ① 儲氣箱分隔為前、後兩室，並分別以單向閥連接空氣壓縮機。
 - ② 前、後輪迴路分別採用中繼閥與前、後輪制動室相連接（前輪不採用快放閥）。
 - ③ 煞車閥分為上、下兩室。上室控制後輪迴路；下室控制前輪迴路（因後輪迴路距儲氣箱較遠之故）。
 - (2) 當煞車踏板踩下時：煞車閥將儲氣箱之壓縮空氣分別通往前、後中繼閥，中繼閥即將高壓空氣直接經旁通管送至前、後輪制動室，使輪煞車之凸輪旋轉，擴張煞車蹄片，產生煞車作用。
 - (3) 煞車踏板放鬆時：煞車閥之排氣孔打開，放除控制管路內之壓力，前、後輪迴路之中繼閥立即排氣，使制動室內降為大氣壓力，煞車作用消失。
3. 空氣煞車系統的優缺點
 - (1) 優點
 - ① 制動力大。
 - ② 無煞車油凝固、氣阻及漏油之慮。
 - ③ 與拖車連結時，空氣管路之連接與分離容易。

(2) 缺點

- ① 配件多，構造複雜，成本高。
- ② 空氣壓縮機消耗引擎動力。
- ③ 因空氣之可壓性（Compressibility），煞車動作較遲緩，故須使用較高之空氣壓力。
- ④ 煞車放鬆時，有排氣噪音。

習題

6

1. 試述煞車系統應具備之特性？
2. 何謂煞車距離？
3. 良好的煞車油應具備那些特性？又美國聯邦車輛安全標準如何分類？
4. 何謂煞車踏板游隙？若游隙太小，有何弊害？
5. 試述煞車主缸止回閥（防止門）的功用？
6. 試述煞車鼓的散熱方法？
7. 煞車來令片的材料為何？
8. 何謂自動煞緊作用？
9. 為何須使用雙迴路煞車系統？
10. 後輪煞車油路中，為何須裝置比例閥？
11. 試述碟式煞車系統的基本原理？
12. 試述碟式煞車間隙如何自動調整？
13. 試述碟式煞車系統的優缺點？
14. 何謂真空浮懸式及大氣浮懸式動力輔助增壓煞車？
15. 試述駐車煞車的功用及種類為何？
16. 何謂引擎煞車？
17. 何謂排氣煞車？
18. 何謂防鎖死煞車系統（ABS）？有何功用？
19. 試述 ABS 煞車系統之基本原理？
20. 為何重型車輛（聯結車等）大多採用空氣煞車系統？
21. 空氣煞車系統有何優、缺點？

◆ 第六章 學後評量

Comments

壹、實力測驗

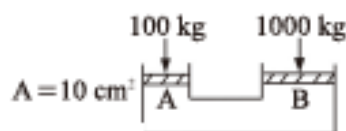
- () 1. 液壓煞車原理係根據 (A)巴斯噶原理 (B)液體不可壓縮性 (C)摩擦作用使動能消失 (D)以上皆是。
- () 2. 液壓式煞車系統內之油管中 (A)必須排除所有之空氣 (B)必須留存適當之空氣 (C)必須留存較多之空氣 (D)不可充滿煞車油。
- () 3. 液壓煞車的踏板游隙如果太小，則煞車主缸中 (A)進油孔 (B)回油孔 (C)調節門 (D)防止門 會被阻塞。
- () 4. 煞車主缸的活塞退回到定位時 (A)回油孔開，進油孔閉 (B)回油孔閉，進油孔開 (C)回油孔開，進油孔開 (D)回油孔閉，進油孔閉。
- () 5. 當煞車踏板快速放鬆再快速踩下作兩腳煞車時，更多的煞車油是流經何處而到皮碗前面補充的？ (A)回油孔 (B)進油孔 (C)活塞上的小孔 (D)防止門。
- () 6. 現今車輛煞車鼓大多採用 (A)鑄鐵 (B)鋼板 (C)鋁合金 (D)鋼板與鑄鐵合鑄而成。
- () 7. 煞車油路中常滲入空氣，其原因是 (A)油管內生鏽 (B)主缸皮碗發脹 (C)回油孔阻塞 (D)主缸防止門損壞。
- () 8. 沸點低的煞車油，在溫度高時 (A)煞車容易咬死 (B)煞車不靈 (C)煞車作用更佳 (D)以上皆非。
- () 9. 通常機械式制動裝置是使用在 (A)引擎煞車 (B)常用煞車 (C)駐車煞車 (D)輔助煞車。
- () 10. 要求煞車來令片之性能是 (A)耐磨 (B)摩擦係數大 (C)耐高溫 (D)以上皆是。
- () 11. 碟式煞車之活塞封圈 (Seal) 的功用是 (A)保持液壓，防止漏油 (B)能使活塞退回 (C)可自動調整煞車來令片 (襯) 與煞車盤之間隙 (D)以上均有。
- () 12. 液壓煞車系統中主缸直徑應較分缸直徑為 (A)大 (B)小 (C)一樣大 (D)以上皆可。
- () 13. 使用碟式煞車之汽車，若來令片磨薄則煞車來令片與煞車碟之間隙會 (A)變大 (B)變小 (C)不變 (D)以上皆非。
- () 14. 排氣煞車作用效果較高的是裝在 (A)LPG引擎 (B)汽油引擎 (C)柴油

引擎 (D)噴射引擎 之車輛。

貳、丙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 鎖跟式煞車蹄片 (A)僅在車輛前進時 (B)僅在車輛後退時 (C)前進後退時 (D)猛然踩下煞車時會發生自動鎖緊之作用。
- () 2. 煞車管路中比例閥 (Proportional Valve) 之主要功用為 (A)防止後輪先煞住 (B)增大前輪煞車力 (C)使後輪較早煞住 (D)防止煞車單邊。
- () 3. 真空液壓煞車當引擎在發動中踩下煞車一半時，大氣門是 (A)完全開 (B)先開啟後關閉 (C)完全關 (D)先關閉後開啟。
- () 4. 防止空氣滲入煞車管路是煞車主缸中的 (A)回油孔 (B)進油孔 (C)防止門或稱調節門 (D)第二皮碗作用。
- () 5. 煞車主缸中第一皮碗之作用為 (A)防止漏油 (B)壓油 (C)固定位置用 (D)保持殘壓。
- () 6. 本笛士 (Bendix) 式的煞車蹄片在車輛前進時，發生自動煞緊作用的是 (A)前煞車蹄片 (B)後煞車蹄片 (C)前後煞車蹄片均無 (D)前後煞車蹄片均有。
- () 7. 汽油車真空輔助煞車增壓器之真空來自 (A)排氣歧管 (B)進氣歧管 (C)文氏管 (D)真空泵。
- () 8. 一般轎車駐車煞車通常是採用 (A)液壓 (B)氣壓 (C)真空 (D)機械制動裝置。
- () 9. 如果是某一個車輪咬死，可能的故障在 (A)主缸 (B)煞車踏板 (C)真空泵 (D)分缸。
- () 10. 雙迴路煞車系統中，如一後輪漏油則 (A)其他各輪還有煞車作用 (B)僅兩輪有煞車作用 (C)四輪均沒有煞車作用 (D)四輪均有煞車作用。
- () 11. 煞車踏板放鬆後，煞車油能由分缸回流是靠 (A)蹄片間的回拉彈簧 (B)分缸內的彈簧 (C)慣性 (D)踏板的回拉彈簧。
- () 12. 當煞車釋放，主缸內的活塞退回至完全釋放位置，此時第一皮碗位於 (A)回油孔與進油孔之間 (B)進油孔後面 (C)回油孔前面 (D)防止門前面。
- () 13. 下長坡連續使用煞車，發生煞車失靈，最可能的原因為： (A)總泵皮碗發熱脹死 (B)分泵皮碗發熱脹死 (C)煞車來令片磨損間隙變大 (D)煞車管路發生氣阻。
- () 14. 一般煞車油 (A)可以以酒精長期取代 (B)不會沸騰 (C)不同廠牌，不可混合使用 (D)不會侵蝕油漆表面。

- () 15. 煞車油製造之原料為 (A)煤油 (B)蒸餾水 (C)稀硫酸 (D)蓖麻子油及酒精。
- () 16. 液壓煞車系統中應經常保持下列哪一狀況為最正確？ (A) 1/2 的油量 (B)儲油室滿油狀態 (C)適當的空氣 (D)適當的油量。
- () 17. 煞車油量警告燈的開關是裝置於何處？ (A)煞車總泵上 (B)煞車分泵上 (C)煞車踏板上 (D)與煞車燈電路串聯。
- () 18. 碟式煞車中，煞車來令片和煞車圓盤的間隙調整，是靠 (A)煞車踏板的回拉彈簧 (B)主缸內主彈簧 (C)主缸內煞車皮碗彈力 (D)分缸活塞的油封回彈力。
- () 19. 液壓煞車系統之總泵活塞與推桿之間若無間隙會產生 (A)煞車咬住 (B)煞車踏板反彈 (C)沒有煞車 (D)煞車單邊。
- () 20. 一般小型車兩前輪與兩後輪之煞車制動力大小的分配為 (A)一樣大 (B)前輪較大 (C)後輪較大 (D)無法分配。
- () 21. 碟式液壓煞車，當煞車片磨耗時，在煞車系統中不受影響者為 (A)煞車踏板高度 (B)分泵活塞行程 (C)煞車片與煞車盤間隙 (D)煞車圓盤。
- () 22. 煞車分缸中的皮碗容易翻轉，其最可能之原因為 (A)油路內有空氣 (B)煞車力量太大 (C)回拉彈簧折斷 (D)煞車油過多。
- () 23. 排氣煞車之作用閥裝置於 (A)排氣管前端 (B)排氣管中間 (C)排氣管尾端 (D)消音器。
- () 24. 「DOT 4」為下列那一種油品之規範？ (A)機油 (B)黃油 (C)煞車油 (D)自動變速箱油。
- () 25. 如圖(一)所示之液壓系統則活塞 B 之面積為 (A) 5 (B) 10 (C) 50 (D) 100 cm^2 。
- () 26. 如圖(二) A、B、C、D 中，表示煞車踏板高度的是 (A) C (B) D (C) A (D) B。



圖(一)



圖(二)

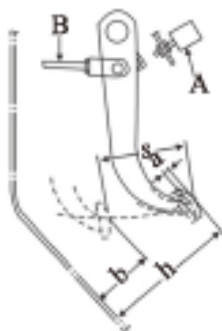
參、乙級題庫 (2016 公告)

- () 1. 車輛液壓鼓式煞車系統煞車踏板鬆後 造成煞車分缸煞車油流回主缸 是由於 (A)分缸活塞彈簧力量 (B)輪煞車蹄，片回拉彈簧力量 (C)煞車踏板回拉彈簧力量 (D)煞車主缸活塞彈簧力量。
- () 2. 液壓煞車系統之安全閥功用為 (A)防止後輪鎖死 (B)防止前輪鎖死 (C)關閉通往洩漏之油路 (D)防止液壓過高管路破裂。
- () 3. 車輛液壓煞車系統裝置串列型 (又稱雙活塞型) 煞車主缸的目的 (A)使煞車力量加倍 (B)前後輪不必使用煞車分缸 (C)使煞車形成二組獨立液壓系統 (D)使前後輪煞車作用結合一起。
- () 4. 一般小型車之煞車力 (A)前輪比後輪大 (B)後輪比前輪大 (C)前後輪相同 (D)各廠家設計不同。
- () 5. 下列有關煞車系統之敘述何者錯誤？ (A)空氣煞車系統儲氣箱的壓力達規定值後，空氣壓縮機空轉不再壓氣 (B)雙迴路液壓煞車總泵內有五個皮碗，其中第三個皮碗的凹口向後 (C)一般小型車的前輪分泵比後輪的分泵為大 (D)碟式煞車的來令片磨損後，其煞車踏板的自由行程會變大。
- () 6. 車輛裝置煞車比例閥 (Proportional valve) 的功用 (A)防止後輪提早鎖住 (B)防止前輪提早鎖住 (C)使後輪分泵煞車力大於前輪分泵煞車力 (D)提昇煞車力。
- () 7. 碟式煞車之活塞油封除密封作用外，尚有何種功能？ (A)自動煞緊 (B)自動調整煞車來令片間隙 (C)使活塞保持定位 (D)使活塞作用順暢。
- () 8. 碟式煞車其煞車片與碟盤是利用下列何者作用保持適當之間隙？ (A)回拉彈簧 (B)液壓 (C)分缸活塞油封 (D)分缸活塞。
- () 9. 裝有真空增壓煞車器之液壓煞車車輛，引擎未發動，不踩下煞車踏板則控制閥組之 (A)空氣閥開，真空閥關 (B)空氣閥關，真空閥開 (C)空氣閥與真空閥都開 (D)空氣閥與真空閥都關。
- () 10. 車輛排氣煞車之作用閥裝置於 (A)排氣歧管端 (B)排氣管 (C)排氣尾管 (D)消音器。
- () 11. 車輛液壓煞車系統之前後輪煞車會咬住，可能原因為 (A)煞車鼓失圓 (B)煞車主缸煞車油不足 (C)煞車來令片有油污 (D)煞車主缸活塞推桿間隙過小。
- () 12. 車輛液壓煞車主缸的回油孔阻塞時，會使 (A)煞車不靈 (B)前後輪煞車咬住 (C)煞車踏板過低 (D)煞車踏板踩踏力量較大。

- () 13. 車輛液壓煞車踏板自由間隙太小，會阻塞煞車主缸之 (A)進油孔 (B)通氣孔 (C)回油孔 (D)逆止閥。
- () 14. 真空液壓煞車之汽車在引擎未發動時，踩下煞車踏板一半，再發動引擎，若煞車踏板往下吸則 (A)分泵漏油 (B)真空閥漏氣 (C)大氣閥漏氣 (D)正常現象。
- () 15. 一般汽車駐車煞車的煞車力不可以低於車重的 (A) 50% (B) 30% (C) 40% (D) 16%。
- () 16. 空氣煞車系統由引擎帶動空氣壓縮機產生壓縮空氣 (A)直接作用煞車鼓而煞車 (B)直接推動分泵活塞 (C)推動總泵活塞 (D)作用於制動室膜片推動輪煞車凸輪擴張蹄片壓緊煞車鼓。
- () 17. 空氣煞車系統之調節閥 (Regulator valve) 裝置的功用是 (A)加速後輪的煞車作用 (B)防止儲氣箱壓力過高 (C)防止儲氣箱壓力過低 (D)調節空氣壓縮機壓縮空氣輸出量。
- () 18. 空氣煞車系統，如果空氣壓力過低時，警告駕駛人停車或用低速檔慢行之警告裝置是 (A)制動閥 (B)低壓指示器 (C)快放閥 (D)調節閥。
- () 19. 空氣煞車系統的快放閥 (Quick Release Valve) 通常裝置於 (A)通至後輪制動室管路上 (B)通至空氣壓縮機管路上 (C)通至調節閥管路上 (D)通至前輪制動室管路上。
- () 20. 空氣煞車裝置車輛煞車放鬆太慢的可能原因為 (A)煞車鼓不圓 (B)制動閥排氣口阻塞 (C)蹄片凸輪磨損 (D)煞車來令片有油污。
- () 21. 空氣煞車系統中的限壓器上面二根管子是接到哪裡？ (A)空壓機和儲氣箱 (B)制動門和制動室 (C)空壓機及快放門 (D)儲氣箱和制動門。
- () 22. Parking Brake 的中文意思是 (A)腳煞車 (B)停車 (C)公用煞車 (D)駐車煞車。
- () 23. 清洗煞車系統各零件時，宜使用 (A)汽油 (B)香蕉水 (C)酒精 (D)煤油。
- () 24. 車輛在連續煞車後產生高溫時，踩煞車時踏板會變軟 (煞車失靈) 現象，但在停車隔日後煞車效果又逐漸恢復，可能原因為 (A)煞車油管漏油 (B)主缸油面過高 (C)煞車油含有水份 (D)來令片磨損。
- () 25. 有關煞車的敘述，下列何者錯誤？ (A)煞車油吸收水分後其沸點變低 (B)氣阻 (vapor lock) 現象係因熱造成煞車油內產生氣泡使煞車性能惡化 (C)退化 (fade) 現象係因熱造成來令片表面摩擦係數變小使煞車性能惡化 (D)沸點高之煞車油容易發生汽鎖 (vapor lock) 現象。
- () 26. 車輛裝置 ABS 的主要功能為何？ (A)減少車輛的有效煞車距離 (B)

減少煞車失誤 (C)在煞車期間避免車輪鎖住，維持車輛方向操控性
(D)可以避免煞車時車頭下沉並延遲車輪鎖住。

- () 27. 有關煞車性能之敘述，下列何者為正確？ (A)汽車在濕滑路面行駛，車輪較易產生鎖死現象 (B)煞車時之理想滑移率應在 30~50%間 (C)煞車時之滑移率若達 100%時，表示車輪被鎖死 (D)車輪被鎖死時，煞車效果會降低。
- () 28. 有關煞車性能之敘述，下列何者正確？ (A)滑移率達 100%時，其煞車力最大 (B)滑移率達 100%時，其車輪之橫向轉向力幾乎為零 (C)滑移率達 0%時，其車輪之橫向轉向力最大 (D)滑移率達 10~20%時，其制動效果最佳。
- () 29. 當車速為 30 km/h 輪速為 27 km/h 則其輪胎滑動率為 (A) 10% (B) 20% (C) 30% (D) 40%。
- () 30. 裝有動力輔助煞車裝置之車輛，其動力缸面伸出的推桿距離若太短，可能會造成 (A)煞車咬死 (B)煞車無法放開 (C)煞車踏板反彈 (D)煞車力不足。
- () 31. 使用低沸點煞車油，在溫度升高產生氣阻現象時 (A)煞車咬住 (B)煞車時容易煞停 (C)煞車踏板踩踏阻力變軟 (D)煞車效能衰退。
- () 32. 如圖(一)所示為煞車踏板之示意圖，圖中 S 代表下列哪一項？ (A)煞車踏板作用行程 (B)煞車踏板高度 (C)踩下高度 (D)自由游隙。
- () 33. 如圖(二)所示碟式煞車系統的煞車來令片 (brake pad) 磨損指示器，當煞車片磨損過度時，其警示訊號為： (A)指示器與煞車圓盤的摩擦聲 (B)煞車踏板震動 (C)儀錶板警告燈 (D)閃光訊號。



圖(一)



圖(二)

第 7-1 節

車身穩定系統 (ESC)

概述

車身穩定系統或稱電子車身動態穩定系統、電子穩定控制系統 (Electronic Stability Control, ESC 或 Electronic Stability Program, ESP 或 Vehicle Seability control, VSC)，該系統旨在提升車輛行駛中的方向穩定性及精確的操控性。

基本作用原理

1. 當車輛在高速左彎時，有時會因為車輛重心或驅動輪位置不同而產生轉向過度或轉向不足現象，使車輛產生側滑，故在轉向過度時，電腦會增加右前輪煞車液壓使車身產生轉向力矩，以修正車輛方向；若在轉向不足時，電腦即



圖 7-1 車身穩定系統 ESC 之作用
(NISSAN 修護手冊)

會增加左後輪煞車力，以穩定行駛方向 (參圖 7-1)。

2. ESC 系統通常結合電子煞車力分配系統 (EBD)、防鎖死煞車系統 (ABS)、循跡控制系統 (TCS) 及煞車輔助系統 (BAS) 而作用 (參圖 7-2)，共同的感知器為方向盤轉向角度感知器、節氣門位置感知器、輪速感知器、車速感知器、重心感知器及煞車踏板踩力感知器等。

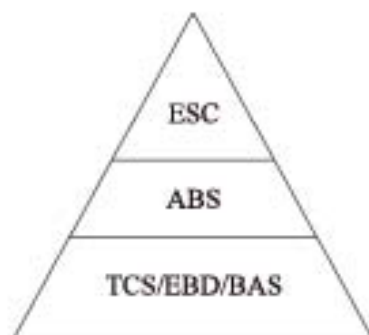


圖 7-2 ESC 系統之整合

3. ESC 系統整合中，EBD 系統可以使車輛在直行煞車或彎道煞車時，因重心偏移，而防止後輪先鎖死；ABS 系統可以根據車輪打滑率而適當控制各輪煞車液壓；TCS 系統可以在濕滑、碎石及雪地等不良地形起步、行駛或加速時，預防輪胎產生打滑現象。

第 7-2 節

電動輔助轉向系統

7-2-1

電子液壓輔助轉向系統 (EHPAS)

一 概述

傳統的動力輔助轉向系統大都採用液壓動力輔助，即利用引擎驅動液壓泵產生液壓，如此易消耗引擎的動力輸出，而且車輛在直線行駛未使用方向盤時，液壓泵仍繼續在消耗引擎動力，故將油泵壓改為電動馬達驅動，僅使用方向盤時液壓泵才會作用，稱為「電子液壓動力輔助轉向系統」(Electronic Hydraulic Power Assistance System, EHPAS)。

二 基本作用原理

1. 當向左或向右轉動方向盤時，由轉向角度感知器、車速感知器等信號，傳送至電腦（轉向ECU），當車速慢時輪胎阻力較大，此時電腦即控制馬達高速回轉，提供較高液壓力，當車速較快時，即停止馬達轉動，此時未產生轉向助力作用，以防止車輛高速行駛時誤觸方向盤而產生車向偏離車道的危險，此系統亦稱為「車速感應式輔助轉向系統」。

2. 參圖 7-3 為 EHPAS 的配置圖。當轉動方向盤時 ECU 接受轉向角度信號及車速信號，控制驅動馬達正轉或反轉，使油泵內的雙迴路液壓系統分別使轉向動力缸進油與回油，動力活塞的移動協助推動轉向連桿而轉向。若動力輔助轉向系統故障失效時，仍可轉動方向盤，經轉向柱直接驅動轉向小齒輪控制轉向，但轉向力道須較大。

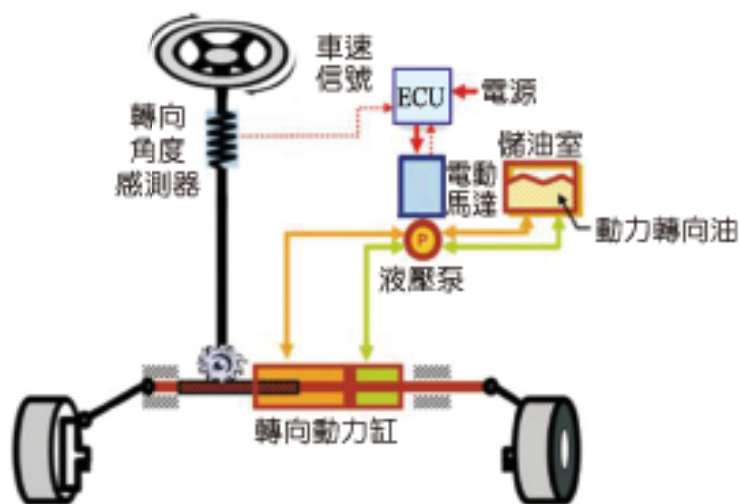


圖 7-3 電子液壓輔助轉向系統 (EHPAS)
(車輛研究測試中心)

7-2-2

電子控制馬達式動力輔助轉向系統

一 概述

現今車輛車身設計均採用外型流線以降低風阻，並且儘可能的縮減引擎室空間，故轉向系統的構件力求精減，係將液壓輔助的動力轉向改為馬達式直接驅動轉向連桿，可以省去液壓泵、油管、控制閥總成及動力缸等複雜的機件。

二 基本構造及作用

- 參圖 7-4 為馬達式動力輔助轉向的基本構造，此式係在「小齒輪與齒條式轉向機 (RP 式)」中的齒條增加一段螺旋蝸桿，並在蝸桿與套上一個滾珠螺帽，與馬達內的電樞相連接；馬達電樞製成中空，以容許齒條穿過；馬達磁場線圈固定在轉向機外殼內。

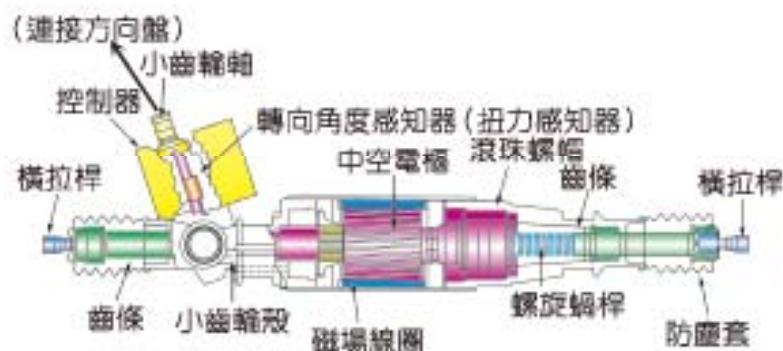


圖 7-4 電子控制馬達式動力輔助轉向裝置的構造 (汽車學 2)

- 當轉動方向盤時，位於轉向柱下方的方向盤轉向角度感知器（或稱轉角感知器）與車速感知器信號傳送至電腦 (ECU)，ECU 再驅動馬達中空電樞正轉或反轉，使滾珠螺帽連動轉向齒條的螺旋蝸桿產生轉向作用。
- 此系統亦屬車速感應式動力輔助轉向，即在車速超過額定值（約 60 km/hr）時，電腦自動切斷輔助作用，以防車輛行進中因不小心觸動方向盤而偏離車道之危險。
- 另一種電子控制馬達式動力輔助轉向系統係在轉向柱中加裝減速齒輪，外接馬達驅動，由電腦直接控制，參圖 7-5，此式構造簡單，佔用空間少為其優點。

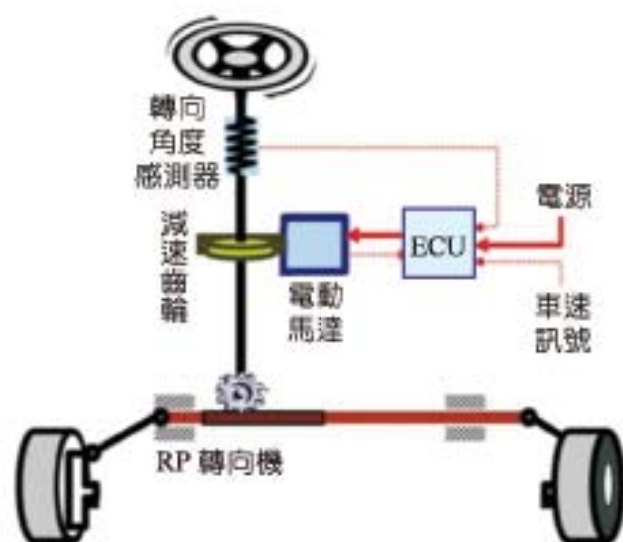


圖 7-5 電子控制輔助轉向系統 (車輛研究測試中心)

第 7-3 節

其他底盤電控系統

7-3-1

氣囊

概述

1. 氣囊或稱輔助性防護系統 (Supplemental restraint system, SRS)，為被動性安全防護裝置之一。

2. 為提高車內乘員之安全防護，現今車輛均在方向盤中心 (或乘客座前方儀錶板上) 裝置氣囊，當車輛受到劇烈的撞擊時，氣囊自動迅速膨脹，以保護車內乘員，不致撞及車內硬物或拋出車外。氣囊係輔助性的束縛防護作用，必

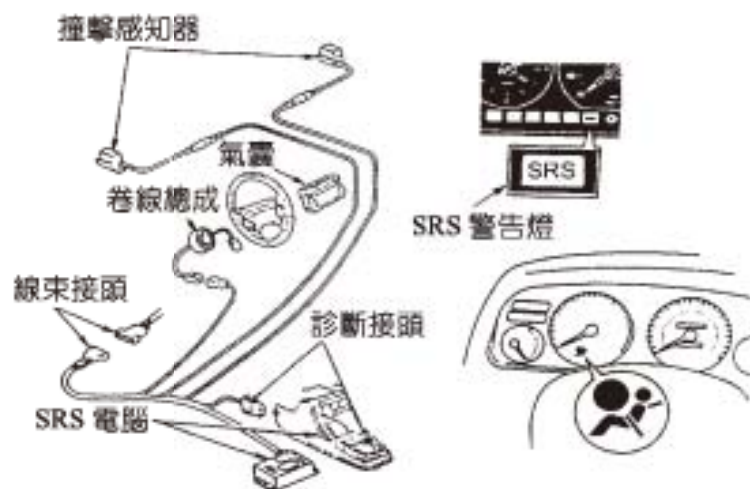


圖 7-6 SRS 組件配置圖及警告燈 (CIVIC 修護手冊)

須配合「安全帶」才能發揮其安全效果，否則車輛在撞擊時氣囊瞬間快速地向車後方向膨脹的力道很強，若未繫安全帶，車內人員的向前慣性衝擊，將造成嚴重傷害。

二 氣囊之組件配置（參圖 7-6）

1. 在車內裝設數個氣囊（依車種而定），而方向盤中央的氣囊為標準配備，以保護駕駛員的安全；撞擊感知器分別裝設於引擎室內（大約在左、右前輪葉子板附近）。
2. 儀錶板上設有 SRS 警告燈，亮起時表示 SRS 系統無法作用，必須進廠維修，以維護其正常作用，確保安全。
3. 在每次打開點火開關時，SRS 燈會亮起，大約 3~5 s 後，即自動熄滅，此乃 SRS 電腦在執行自我診斷功能，即自動檢測撞擊感知器的好壞，線路是否鬆脫、氣囊觸發元件是否故障，方向盤中心滑動彈簧、氣囊組件、車速感知器及加速度感知器是否良好等。

三 氣囊之作用（以 Honda Accord 雅哥為例）

1. 發生撞擊時（開始）（參圖 7-7(A)）：當車速高於 30 km/h 或相對車速度超過 60 km/h 產生撞擊，撞擊感知器將撞擊信號傳至電腦。
2. 膨脹器發生作用（約 0.015 s）（參圖 7-7(B)）：電腦使點火器通電而產生高熱，將氮氣（ N_2 ）發生劑點燃爆炸而產生高壓氮氣，使氣囊迅速充氣膨脹。
3. 排出氣體（約 0.045 s）（參圖 7-7(C)）：氣囊膨脹後，氮氣立即從下方排氣孔（兩個）迅速自動排出，以減低對駕駛者臉部的傷害。
4. 結束（約 0.095 s）（參圖 7-7(D)）：氣囊繼續排氣，至無壓力為止。



圖 7-7 SRS 之作用過程（以 50 km/h 固定壁作正面撞擊）（CIVIC 修護手冊）

7-3-2

循跡控制系統 (TCS 系統)

概述

1. 循跡控制系統 (Traction Control System, TCS) 亦稱為驅動力控制系統，是一種主動性防護配備，即在未踩下煞車踏板之前，若車輪有打滑現象就能自動採取防護措施，而 ABS 是一種被動性的防護配備，必須在踏煞車後，車輪有鎖死狀態下才能發揮防鎖死作用。
2. 車輛在行駛中，當驅動輪行經滑濕路面（如泥濘、雪地、冰地、積水或油漬等）或左右驅動輪與地面摩擦力差異甚大時（如一輪行經碎石或油漬路面），車輪會產生打滑，再經差速器的差速作用，會使車輛擺尾甚或車身打轉造成嚴重後果。
3. 若車輛在行進中轉彎時，輪胎與地面間會產生兩種力量，一為沿著胎面中心方向的驅動力，另一為轉彎時沿著輪軸中心方向的向心力，此兩種力的合力即為輪胎轉向力 (Cornering force) (參圖 7-8)；輪胎與地面之摩擦力有一定的界限，若輪胎轉向力大於此界限將會造成輪胎打滑，尤其滑濕彎道過彎時，易失控而肇禍。
4. 循跡控制系統 (TCS) 係利用電腦根據車輛行駛中的車速、未煞車時各驅動輪之輪速及方向盤轉動量等因素判斷，若有驅動輪打滑時，即單獨控制該輪煞車分缸液壓 (或其他控制方法)，以防止其打滑，確保行車安全。
5. TCS 亦即驅動輪驅動力控制系統，無論在任何路面在車輛起步、加速、等速行進或轉彎時，均可防止驅動輪打滑，以維持方向之穩定性、操控性及延長輪胎的使用壽命。

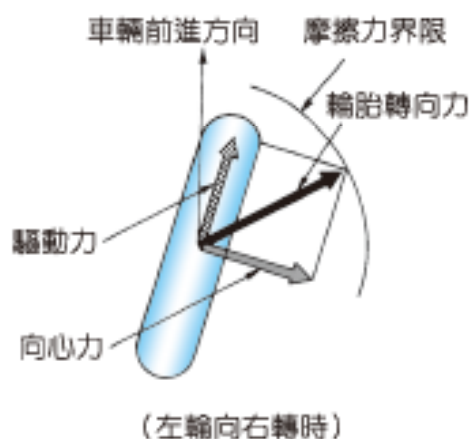


圖 7-8 轉彎時輪胎與地面間之轉向力 (自動車設計)

TCS 之控制方法 (依廠家不同而異)

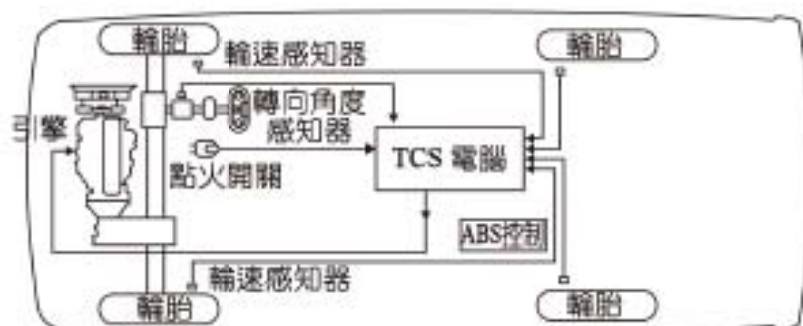
1. 控制驅動輪之煞車分缸液壓。此法使用最普遍，並可配合 ABS 操作。
2. 控制引擎輸出扭力。即由電腦控制引擎燃料噴射量、點火時間及節氣門開度 (電子油門者) 等方法，以降低引擎扭力，使車輪驅動扭力降低而不打滑 (如本田 Honda 汽車所採用)。

三 工作原理

1. TCS 系統依廠家不同，其操作方式有異，現今車輛均採用四迴路的 ABS 系統，若配合 TCS 使車輛在任何行駛狀況及路況，更能提升行車安全（參圖 7-9）。

2. 在方向盤下方的轉向軸上安裝「轉向角度感知器」，使 TCS-ECU 能根據方向盤角度及車

速，計算出車輪應有的轉速，再與輪速感知器相較之下，藉 ABS 系統分別控制煞車分缸液壓，以精確防止起步、急加速及急速過轉時所產生的車輪打滑現象。



(B) TCS/ABS 配置圖

圖 7-9 TCS/ABS 的作用 (HONDA 修護手冊)

四 以本田 (Honda) 汽車公司所採用之 TCS 為例

1. TCS 各主要構件之配置位置（參圖 7-10）。

2. Honda 汽車為 FF 式車輛，前輪為驅動輪，後輪為被動車輪（無驅動力）。

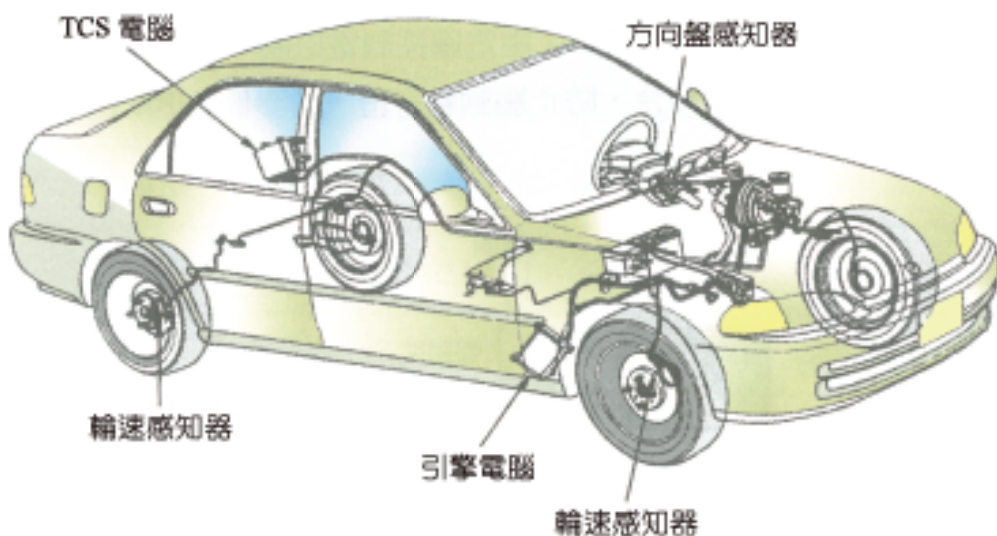


圖 7-10 TCS 組件之配置 (三級自動車シャーシ)

3. 作用 (參圖 7-11)

- (1) 加速時打滑控制：若行車輛行進中，驅動輪轉速與被動車輪轉速相差超過設定值時，TCS 電腦判定驅動輪產生打滑現象，隨即將信號傳送至引擎電腦 (ECU)，使噴油量減少，引擎輸出扭力降低，防止打滑。

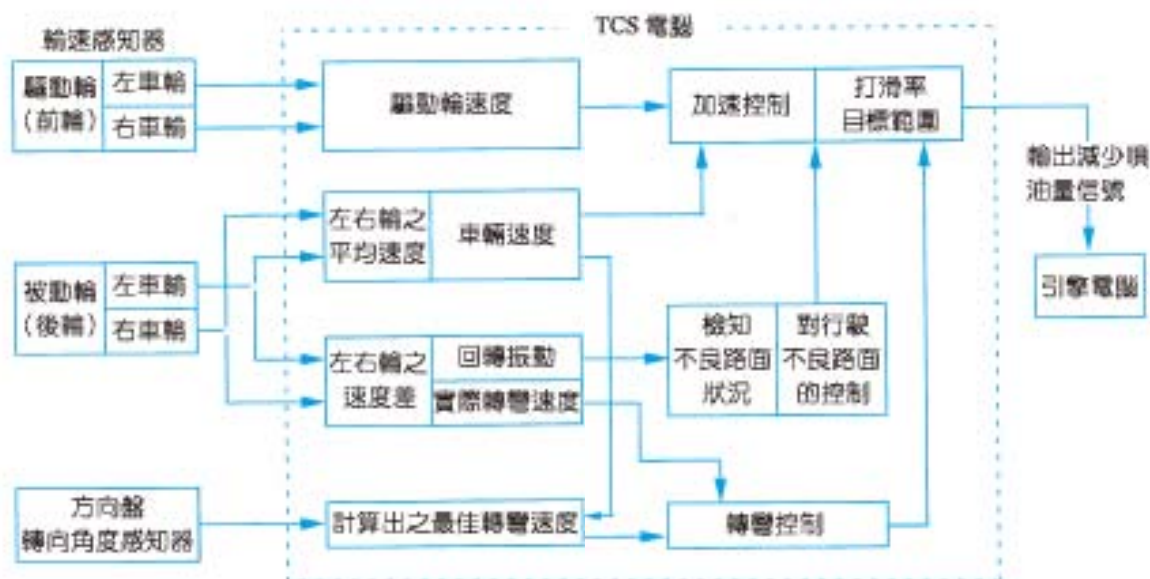


圖 7-11 TCS 之作用流程 (三級自動車シャーシ)

- (2) 轉彎時打滑控制：若車輛轉彎時，驅動輪左右轉速差超過由方向盤轉角感知器所測轉向角度時，TCS 電腦輸出降低引擎扭力信號予引擎電腦 (ECU)。
- (3) 不良路面打滑時控制：若行經不良路面而有左右輪驅動力不均呈打滑現象時，TCS 電腦亦輸出降低引擎扭力信號予引擎電腦 (ECU)。

7-3-3

煞車輔助系統 (BAS)

概述

1. 煞車輔助系統 (Brake Assist System, BAS) 為車輛主動安全配備之一。
2. 傳統煞車系統在緊急煞車時踏板踩力的大小，會因人 (男、女、老及少) 而異，容易造成煞車踏板踩力不足而拖延停車時間，而導致事故發生。

作用原理 (參圖 7-12)

配置 BAS 系統的車輛在行駛中，緊急煞車時，煞車「踏板行程感知器」會偵測到煞車踏板的踩下動作太快，此信號傳送至電腦，電腦程式直覺駕駛者施行緊急煞車，此時 BAS 系統即自動提升煞車液壓，以迅速產生較大的煞車力，使車輛能有最佳制動效果，以提高行車安全。

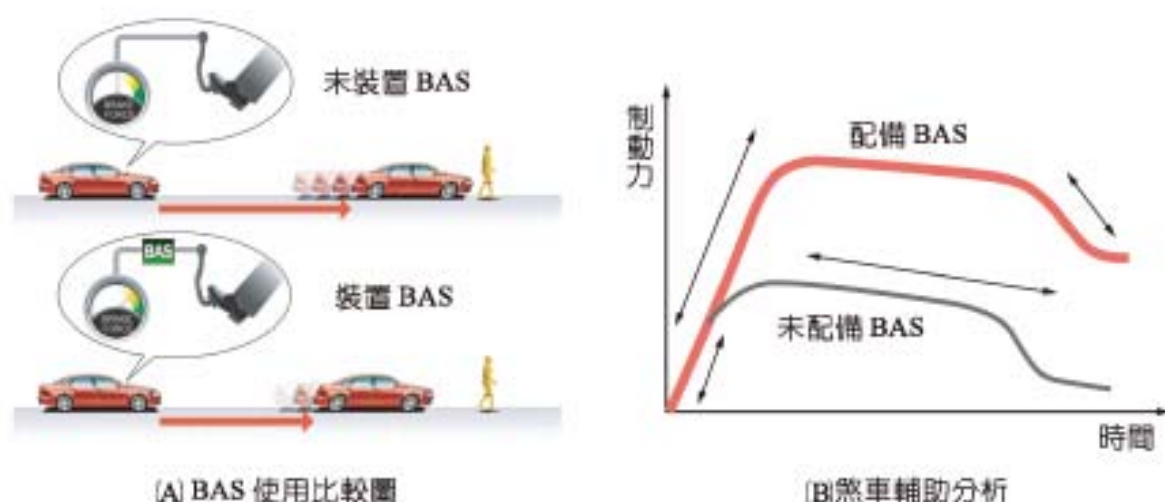


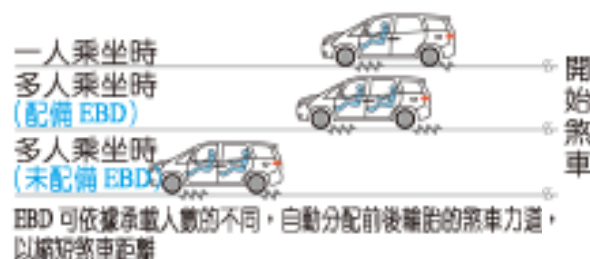
圖 7-12 BAS 的作用 (TOYOTA 修護手冊)

7-3-4

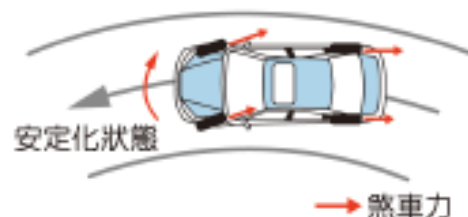
電子煞車力分配系統 (EBD)

概述

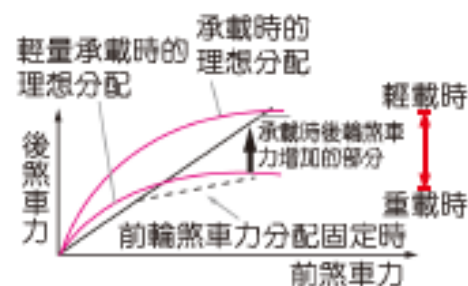
1. 電子煞車力分配 (Electronic Brake force Distribution, EBD) 系統，為汽車主動安全防護項目之一。惟必須併隨 ABS 系統而作用。
2. 傳統的煞車系統，在煞車作用時煞車主缸送到四輪分缸的液壓均相同 (巴斯噶原理)，但因路面狀況 (滑濕、碎石及乾燥) 不同或車輛在煞車減速作用時、轉彎時或負重增加時均會產生重心偏移，輪胎與地面間的摩擦力亦會不同，故各輪煞車力必須隨上述因素而作適當調整，以穩定行車方向與安全 (參圖 7-13)。



(A) EBD 使用比較圖



(a) 左右制動力分配控制



(b) 前後制動力分配控制

(B) EBD 之制動力分配

圖 7-13 EBD 之控制 (TOYOTA 修護手冊)

二 基本原理

1. 電子煞車力分配系統（EBD）必須結合防鎖死煞車系統（ABS），並優先於 ABS 的作用。
2. EBD 系統即 ABS 的控制電腦（ECU）中增加一個控制模組，此模組在緊急煞車或車輛負載所產生的重心轉移時，依據各輪轉速感知器、重力 G 感知器、方向盤轉動量及車身水平感知器等，精確計算以分別控制各輪的煞車液壓，使各輪之煞車力能隨狀況適當調整，減少 ABS 作用時的鎖死現象。

7-3-5 煞車優先系統(Brake Override System, BOS)

一 概述

當同時誤踩加速踏板（電子式油門）及煞車踏板時或車輛定速（巡航）行駛踩下煞車踏板時，電腦（ECU）會以煞車作用為優先而停止煞車以外的任何操作，以確保行車安全。

二 作用原理

電腦內整合了加速器踏板行程感知器、煞車燈開關及定速巡航系統信號，在任二者信號同時出現時，自動解除煞車以外的各項信號作用，以維持煞車優先的原則。

7-3-6 胎壓偵測警告系統

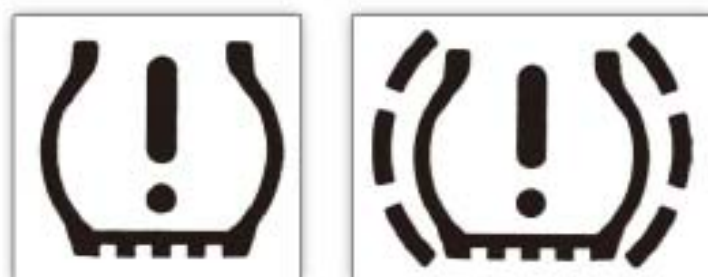
一 概述

輪胎是車輛與地面的接觸點，車輛行進中的安全性，除了輪胎胎體強度、胎面花紋種類及深度以外，輪胎氣壓（胎壓）也是安全重要的一環。故現今的車輛均安裝了，「胎壓偵測警告系統」（Tire Pressure Monitoring System, TPMS）。

二 TPMS 的種類

1. 輪速感測警告系統

此系統無胎壓數值提示，僅由各輪的輪速感知器偵測的輪速差異，超過額定轉速時，（如胎壓較低時，輪胎有效半徑變短，使輪胎轉速變快），由電腦控制車內儀錶上的胎壓警告燈亮起，此時必須進廠維修或檢查各輪胎壓並予充氣（參圖 7-14）。



(A)胎壓不平常指示 (B)系統故障(偵測器故障)指示

圖 7-14 胎壓警告燈指示意義

2. 輪胎氣壓偵測警告系統

胎壓警告系統都採用藍牙傳輸胎壓信號，故稱為無線胎壓警告系統，分為無線胎內偵測及無線胎外偵測式兩種：

- (1) 胎內偵測式係將胎壓偵測器安裝於輪胎內側，此式偵測器較不易受雨水浸入或外力撞擊而損壞，但安裝及更換電池時相當耗時，安裝後均須重新作「輪胎平衡測試，以達輪胎運轉平穩」(參圖 7-15)。



(A)胎壓指示器



(B)輪圈上的胎壓偵測器

圖 7-15 胎內偵測式 TPMS

- (2) 胎外偵測式是將胎壓偵測器安裝在輪胎氣嘴上，安裝操作方便，但易受外力撞擊雨水侵入而損壞(但大都內附防水封圈)，而且易使輪胎失去平衡，故安裝後須再做輪胎平衡測試(參圖 7-16)。

胎壓警告系統當內置電池沒電、偵測器故障或胎壓異常時均會以圖示，燈號閃爍，並發出尖銳聲響示警。



(A)胎壓偵測器



(B)胎壓指示器(裝置於點煙器插座)



(C)胎壓偵測器之拆裝

圖 7-16 胎外偵測式 TPMS

習題


7

1. 試述車身穩定系統的基本作用原理？
2. 何謂車速感應式動力轉向系統？
3. 為何氣囊必須搭配安全帶才能發揮安全效果？
4. 循跡控制系統的控制方法有哪幾種？
5. 為何現代車輛均裝設胎壓警告系統？
6. 寫出下列各系統之英文及名稱。
 - (1) ESC
 - (2) SRS
 - (3) TCS
 - (4) BAS
 - (5) EBD
 - (6) BOS

◆ 第七章 學後評量

Comments

壹、實力測驗

- () 1. 能使車輛在行進中提升方向穩定性及操控性的是 (A) SRS (B) ABS (C) ESC (D) BOS。
- () 2. 轉向角度感知器之安裝位置為 (A) 方向盤 (B) 轉向柱 (C) 轉向連桿 (D) 車輪。
- () 3. 車速感應式動力轉向系統主要的目的是 (A) 車輛在高速行駛時將失去動力輔助作用 (B) 車輛在低速行駛時將失去動力輔助作用 (C) 在任何時機均有動力輔助作用 (D) 能增加轉向角度，以利轉彎。
- () 4. 當車輛行進在滑濕路面的直線或彎道上時，能自動調整車輛轉速，以防車輪打滑而失控的系統是 (A) ABS (B) BAS (C) BOS (D) TCS。
- () 5. 一部車輛若在高速公路高速行駛，並開啟定速巡航系統，此時踩下煞車踏板能自動解除定速的是 (A) TCS (B) BAS (C) BOS (D) ABS。
- () 6. 車內儀錶上的  燈亮起時表示 (A) ABS 失去作用 (B) 輪胎氣壓過低 (C) 輪胎過熱 (D) 胎壓太高。

解答

壹、實力測驗

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|--|--|--|--|
| 1. | (C) | 2. | (B) | 3. | (A) | 4. | (D) | 5. | (C) | 6. | (B) | | | | |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|--|--|--|--|

筆記欄

NOTES

8-1.1

航空器起落架

概述

1. 起落架是飛機重量的支撐架，結構上必須具有高鋼性、耐衝擊的特性。當飛機在跑道上行走時必須能吸收路面不平所產生的機身跳動；在飛機降落時要能吸收飛機俯衝時的衝擊力，並且必須能在短時間內能平穩而有效著地並停駐飛機。
2. 起落架有鼻輪及主輪。鼻輪承載重量較輕（大約為飛機重量的 10 %），主要是作為飛機在地面滑行的方向導引，但是沒有煞車作用。主輪承載重量較重（大約為飛機重量的 90 %）並具有煞車制動作用。

起落架的功用

1. 飛機著地時，承載機身、乘客或貨物的重量。
2. 吸收飛機在跑道上滑行、起飛與降落時的衝擊力及減少飛機震動。
3. 舒適而穩定的在最短時間內煞停飛機。

起落架的種類

1. 前三點式起落架（參圖 8-1）：

(1) 前三點式起落架係三點成正三角型排列、前方鼻輪一點及後方主輪兩點組成，飛機的重心位於主輪的稍前位置。

(2) 此式起落架能使機頭及機

尾幾乎與地面平行，飛機駕駛員的視線寬廣，起飛及著地時較容易看清楚跑道路線，助跑方向穩定，安全性較高。



圖 8-1 前三點式起落架（航空器概論）

2. 後三點式起落架 (參圖 8-2) :



圖 8-2 後三點式起落架 (航空器概論)

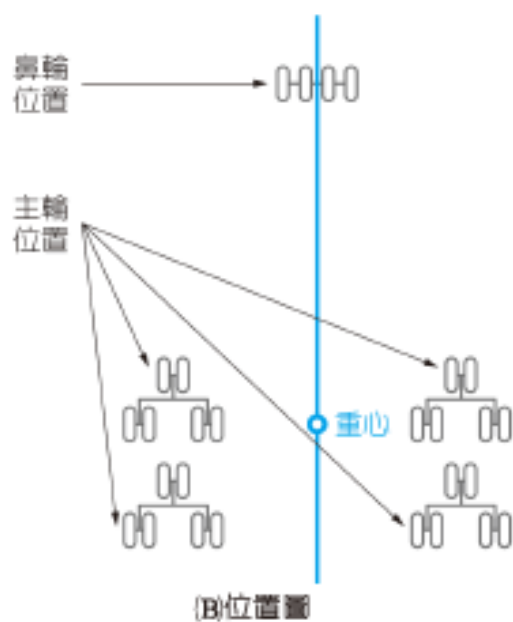
- (1) 早期的飛機都採用此式起落架，三點呈倒三角排列，即前方兩點為主輪、鼻輪在後，飛機重心位於主輪稍後方位置。
- (2) 此式起落架在地面上時，飛機頭高尾低，駕駛者在駕駛艙內視野是仰望天空，起飛時無法直視地面，必須以左右蛇行，利用側向窗戶來觀看地面，以修正直行方向，起飛危險性較高，故不再使用。

3. 多支柱式起落架 (參圖 8-3) :

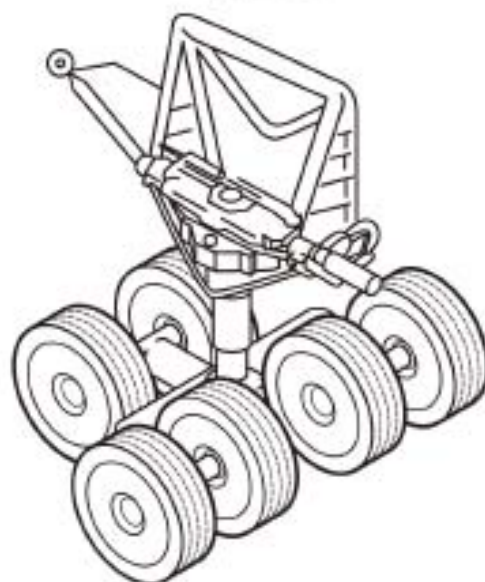
此式起落架略似前三點式起落架，除了前方的鼻輪起落架外，另增加三組或更多組的主輪起落架。多支柱式起落架可以分散主輪負荷，減低起落架對跑道的壓力，增加起降時的安全性。各輪並有煞車系統，更增加安全，大都應用在大型客機上，如波音 747、c-5A 軍用運輸機。



(A)外型圖



(B)位置圖



(C)構造圖

圖 8-3 多支柱式起落架 (網路-每日頭條)

4. 自行車式起落架（參圖 8-4）：

- (1) 此式起落架係在機身前後端分別佈置了主輪，平均分配了飛機的重量，故重心位於前後主輪的中點。並且在左右機翼下方也佈置了輔助輪（輔輪），以承載機翼重量。

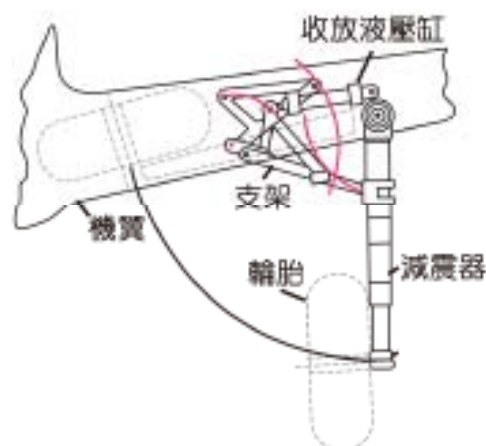


圖 8-4 自行車式起落架（網路—每日頭條）

- (2) 參圖 8-5 為 B52 轟炸機，機翼輔助輪收起時是收回機翼之內，以增大機身內部空間，作為空載武器彈藥之用。並且機身下方的前、後主輪可以有左、右各 20° 的轉角，以利側風時，飛機可以「蟹行」起降，提高側風起降的安全性。



(A) B52 轟炸機



(B) 機翼輔助輪之構造

圖 8-5 起落架之收放（航空器概論）

5. 浮筒式起落架（參圖 8-6）：

此式起落架應用在水陸兩棲飛機上，機腹下方分別附掛有左右兩側的浮筒，以利降落水面；浮筒下方設置有機輪，以便降落於陸地，平時機輪收納於浮筒內；浮筒的尾部設置有控制方向的尾舵。



圖 8-6 浮筒式起落架（航空器概論）

8-1-2 起落架附屬構件

一 減震器

1. 減震器用來吸收飛機行駛在起伏不平的跑道及飛機降落時的強大衝擊力，以提高機身穩定性。
2. 每一組起落架均需裝置減震器。
3. 大部分的減震器都採用氣體液壓雙筒型減震器（參圖 8-7）。內部設有氣壓室內部充填氮氣（ N_2 ），並有自由活塞、液壓活塞及內、外液壓缸等。
4. 當減震器壓縮時，內部自由活塞先壓縮氣壓室內的氮氣，產生緩衝作用，而氣體被壓縮至最小體積，再行壓縮液壓缸內的減震器油，此時液壓升高並流經液壓活塞上的小孔流至活塞上方，以產生阻尼作用；當減震器伸長時，液壓缸內的減震器油，再經活塞上小孔回流至下方，如此反覆作用（雙作用）以達減震效果。

二 鼻輪

1. 鼻輪除了承載飛機的部分重量（大約 10%）並附有轉向器，以操縱地面滑行時的行進方向。
2. 在地面滑行時，飛機駕駛員用腳踩蹬左右控制舵，經鋼索連桿使轉盤旋轉即可控制轉向。

三 煞車

1. 飛機的煞車分為單碟式（用於小型飛機）及多碟式（多用於大型飛機）。
2. 單碟式煞車類似汽車的碟式煞車系統，將煞車圓盤固定於飛機輪轂上，與輪胎一起旋轉，當煞車作用時，煞車主缸將液壓油壓至鉗夾內的分缸，分缸活塞使煞車來令片壓緊圓盤產生制動。
3. 多碟式（或稱複碟式、多片式）煞車包括轉動碟與固定碟，轉動碟安裝在輪轂內側，而外側有槽狀的碟轂與附有內齒槽的多片圓盤形來令片（或稱轉子）相嵌合而成，而固定碟是固定在起落架支柱下方，碟轂內側呈齒槽

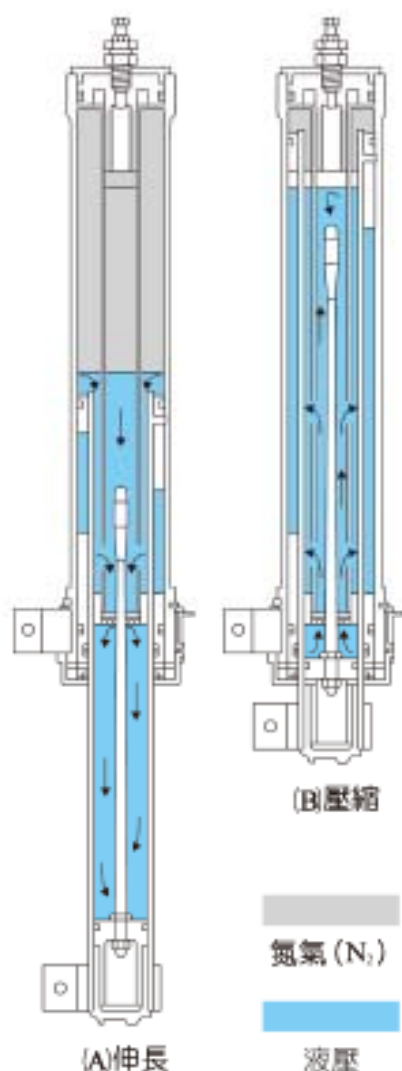


圖 8-7 氣體液壓雙筒型減震器
(網路-每日頭條)

狀，以嵌入多片煞車圓盤（或稱定子）（參圖 8-8）。

4. 安裝時最外兩側為固定碟（圓盤定子），再與旋轉碟（來令片轉子）交錯重疊，故固定碟恆比轉動碟多一片。
5. 當煞車作用，煞車液壓使鉗夾活塞推動固定碟而夾緊轉動碟產生制動作用。
6. 現今飛機煞車亦採用電腦控制防鎖死系統（ABS），以避免飛機在緊急煞車時或滑濕路面造成機輪鎖死而發生意外事故。
7. 飛機煞車系統亦設有駐車（手煞車）裝置，使飛機能停駐於原地。

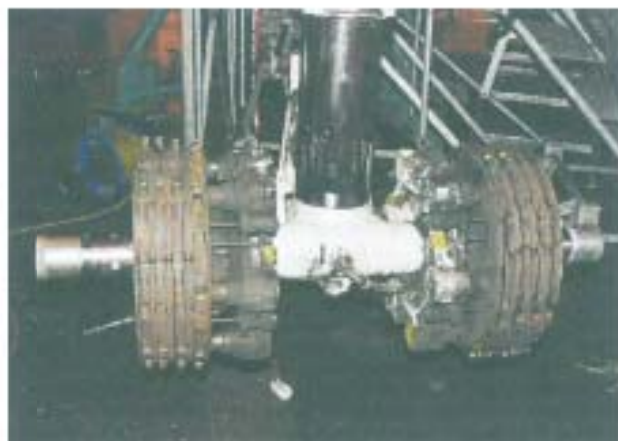


圖 8-8 多碟式煞車裝置（航空器概論）

四 輪胎

1. 飛機輪胎結構大致與車輛輪胎相似，惟安全強度、胎面抓地力及彈性均須加強，以提高飛機降落時的安全性。
2. 大部分飛機輪胎均採用輻射式多層鋼絲結構的無內胎輪胎。胎內充灌氮氣（ N_2 ），氮氣在高溫下不易膨脹，並可增加柔軟度。
3. 輪胎、胎面寬度較一般車輛輪胎為寬，並採用縱向胎紋（或稱直胎紋）以利雨天排水及散熱（參圖 8-9）。
4. 飛機胎壓：鼻輪大約 1.2~1.3 MPa（約 12~13 kg/cm^2 ，170~185 psi），主輪大約 1.4~1.5 MPa（約 14~15 kg/cm^2 ，200~215 psi）。



圖 8-9 飛機縱向胎紋（航空器概論）

第 8-2 節

產業動力機械底盤原理

8.2.1 堆高機底盤

一 概述

1. 堆高機的底盤結構與一般車輛相似，包括傳動系統、轉向系統、煞車系統、懸吊系統及車輪等（參圖 8-10）。

2. 堆高機作為舉升搬運重物，故各系統之結構強度較一般車輛為大。

二 各系統原理

1. 傳動系統

- (1) 堆高機的引擎置於後軸稍前方位置，驅動輪在前方，成為反向傳動方式，即後置引擎前輪驅動。
- (2) 包括離合器、變速箱、傳動軸及差速器等與一般車輛的傳動系統作用原理，完全相同，僅大小規格有所不同。參圖 8-11 為堆高機傳動軸。

2. 轉向系統

- (1) 堆高機為後輪轉向控制，故駕駛室內方向盤的操作力必須經過轉向連桿傳遞至後方的轉向節，使後輪轉向。
- (2) 現今堆高機轉向亦採用動力輔助轉向系統，有液壓式動力輔助轉向系統及電動式動力輔助轉向系統等。

3. 煞車系統

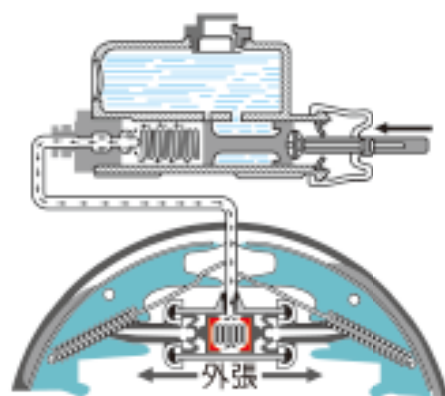
堆高機大都採用鼓式煞車（參圖 8-12）。其作用原理與一般車輛相同，由煞車踏板、煞車主缸、煞車分缸、煞車蹄片（含來令片）及煞車油管等組合而成。



圖 8-10 堆高機底盤（網路-每日頭條）



圖 8-11 堆高機傳動軸（網路-大陸運輸機械）



(A) 鼓式煞車作用圖



(B) 組裝圖

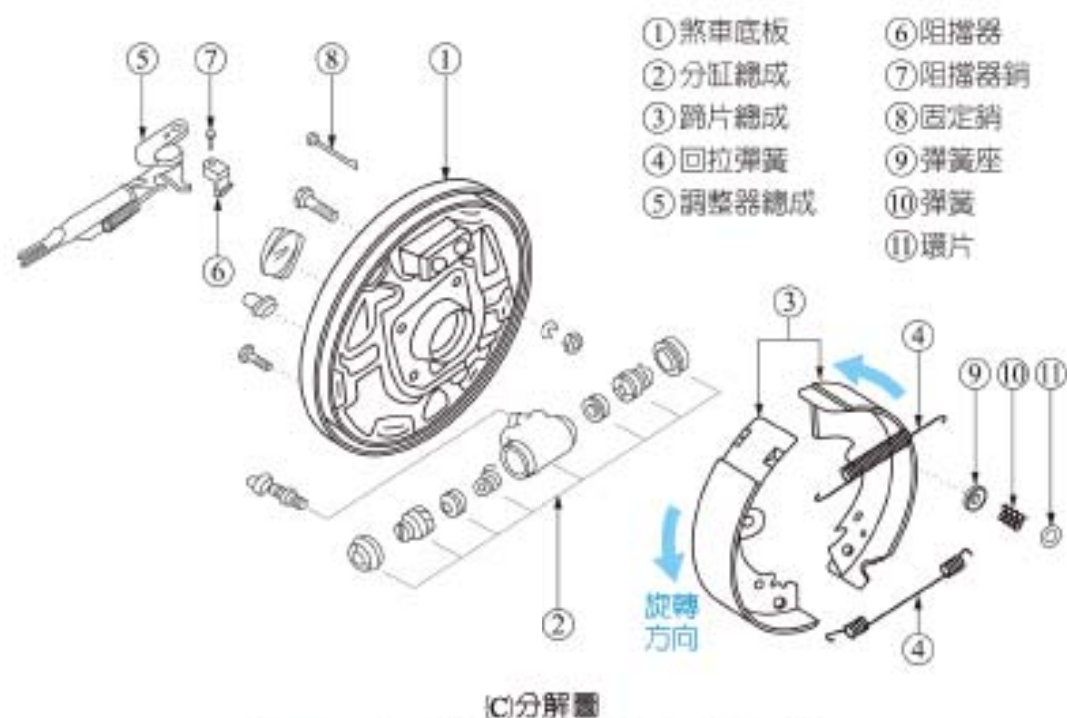


圖 8-12 堆高機鼓式煞車（網路—每日頭條）

4. 車輪

重型堆高機的车輪常使用交叉層、橫向花紋之高壓胎，胎面厚度較厚而且耐磨，以利承重時轉向（參圖 8-13）。輕型堆高機則有採用實心胎者。



(A) 充氣式橫向花紋輪胎



(B) 實心式橫向花紋輪胎

圖 8-13 堆高機車輪

8-2-2

農耕機底盤

概述

農耕機可作多用途功能，如附掛鬆土器、堆土器及貨架車等，是農作與農產品運輸的最佳幫手，以減少人力負擔（參圖 8-14）。



(A) 農耕機外觀

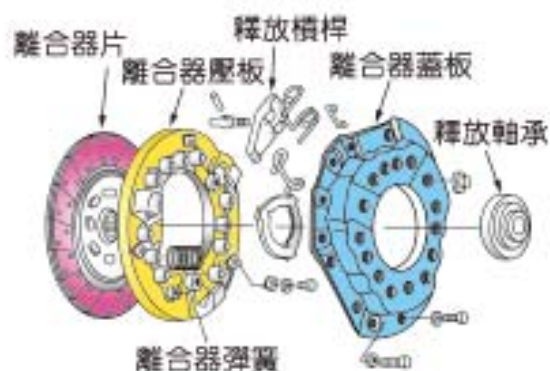
(B) 鬆土器

(C) 堆土器

圖 8-14 農耕機 (網路-維基百科)

二 農耕機底盤

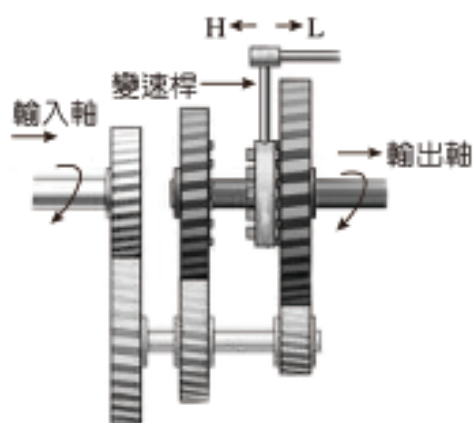
1. 農耕機底盤甚為簡單，包括離合器、變速箱、轉向與差速器、煞車及駐車、輪胎等。
2. 農耕機離合器與變速箱 (參圖 8-15)：



(A) 圓狀彈簧離合器



(B) 變速箱外型



(C) 作用原理圖

圖 8-15 農耕機離合器與變速箱 (網路-維基百科)

離合器為乾單片式摩擦型，其作用是由手拉桿經鋼索操控其分離與接合；而變速箱為兩前進檔 (H、L) 一倒檔 (R) (減速比為 $H: 14.8/1$ ， $L: 22/1$ ， $R: 25.9/1$) 及空檔 (N) 的機械式齒輪減速作用。

3. 轉向與差速器

農耕機的轉向係利用左右輪分別煞車，再由差速器的差速作用，使另一輪的轉速提高，產生轉向，例如：左輪煞車 (減速)，右輪會加速，產生左轉作用。

4. 輪胎

農耕機行駛於泥濘地，必須使用「有向胎面」的交叉層輪胎（參圖 8-16）。

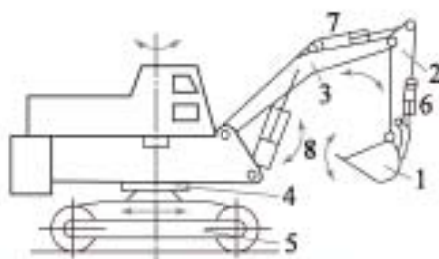
8-2-3 挖土機

概述

挖土機的底盤主要包括行走機構、駕駛台、回轉機構及行走轉向機構等（參圖 8-17）。

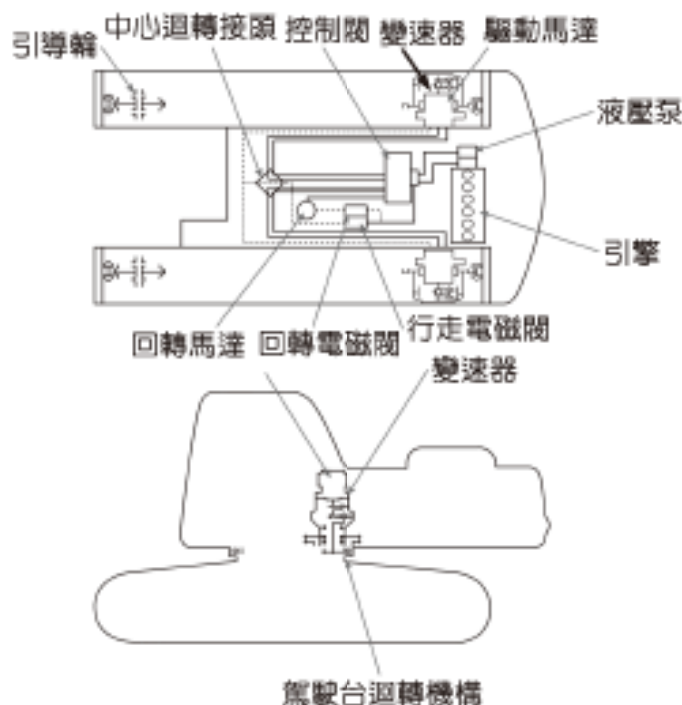


圖 8-16 農耕機輪胎



- 1- 鏟斗；2- 斗桿；3- 動臂；4- 回轉機構
5- 行走機構；6- 鏟斗液壓缸；7- 斗桿液壓缸；
8- 動臂液壓缸

(A) 構造圖



(B) 配置圖

圖 8-17 挖土機構造（網路-維基百科）

行走機構

行走機構分為履帶式及輪胎式（參圖 8-18），其動力係來自柴油引擎驅動的液壓泵產生高壓油，經由液壓馬達產生迴轉動力。此迴轉動力經過減速齒輪增大扭力後，驅動履帶主動輪（或輪軸）。

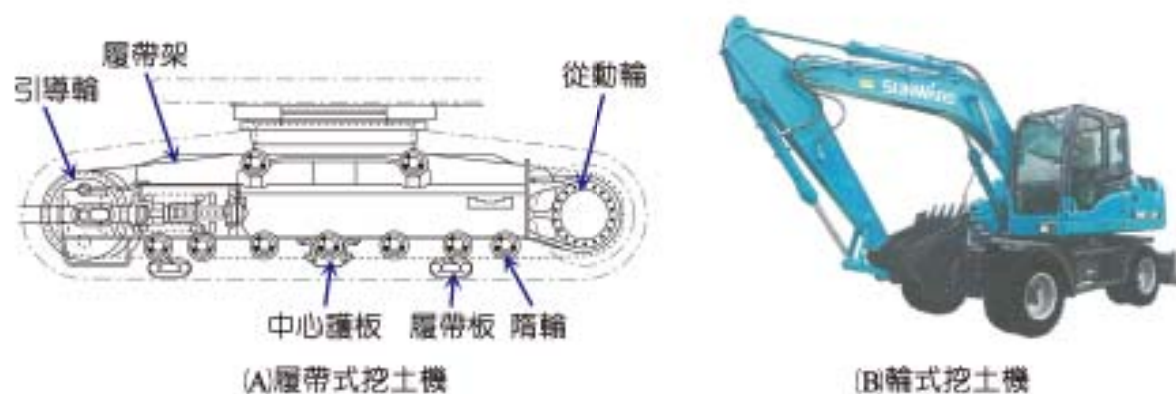


圖 8-18 挖土機行走機構（網路-維基百科）

駕駛台迴轉機構

1. 駕駛台作為駕駛員操控挖土機工作的空間，除了控制拉桿操作鏟斗運作外，尚須控制駕駛台迴轉。
2. 駕駛台迴轉機構係在駕駛台下部安裝液壓馬達及驅動齒輪，驅動齒輪內接於固定在機體的大齒環，故扳動駕駛台迴轉控制桿即可改變液壓馬達的液壓進出方向而產生左右迴轉（參圖 8-19）。

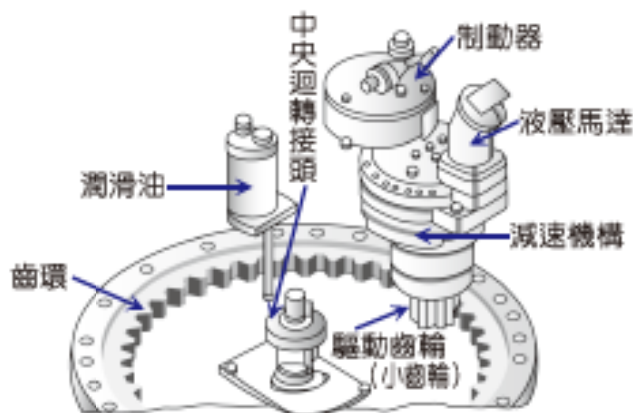


圖 8-19 駕駛台（回轉機構）（網路-維基百科）

3. 行走轉向機構

- (1) 挖土機行進中改變方向係利用左、右輪的液壓行走馬達，產生不同轉速，即可改變行進方向。
- (2) 駕駛員扳動方向控制桿時，觸控開關分別使電磁閥改變液壓馬達的轉速，例如左輪液壓馬達轉速增快，右輪轉速度減慢，即可控制挖土機向右轉；若左輪與右輪液壓馬達相反方向迴轉即可控制原地轉向。

第 8-3 節

軌道車輛底盤

8-3-1 軌道車輛概述

1. 軌道車輛係指必須行駛在一定路線的鐵路運輸車輛，如火車、輕軌列車、高速鐵路列車等（參圖 8-20）。



圖 8-20 軌道列車（鐵道的科學）

2. 軌道車輛底盤包括車輪、轉向架、懸吊及煞車裝置。

3. 軌道必須是兩條絕對的平行輪軌，然在過彎時，內側與外側的弧長並不相等（參圖 8-21），故在車輪及轉向架上必須有特殊的裝置，以利列車能順利過彎；又軌道會因為列車負

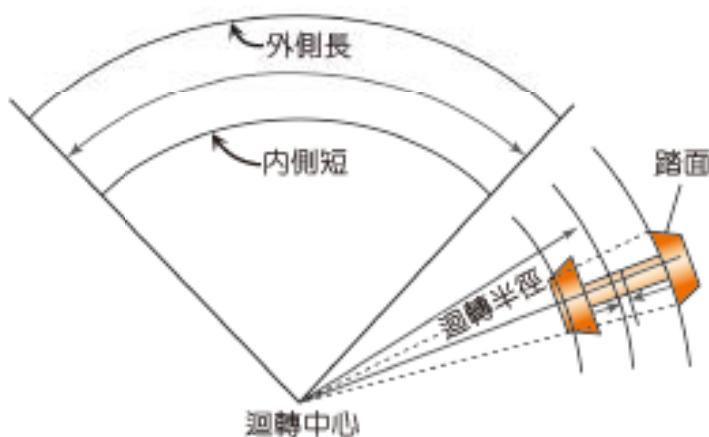


圖 8-21 彎道上內、外不等長車軌（鐵道的科學）

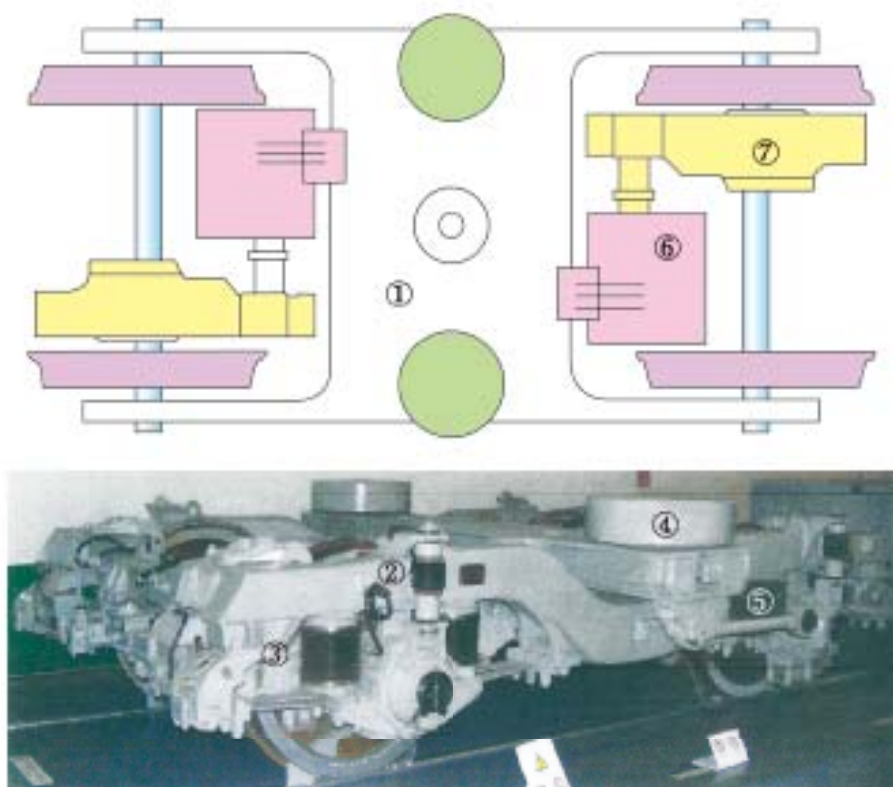
載不均、地面鬆軟而造成高低起伏的不平現象，故須有懸吊裝置來提高乘坐的舒適性及安全性。

8-3-2 轉向架

概述

1. 列車的車箱為一定長度的直線車體，而此直線車體在彎道上行走時，必須仰賴轉向架的結構，使各輪軸中心線與彎道弧度的半徑共同交會於一點，即輪軸成徑向，如此才能使列車順利過彎。

2. 轉向架是由車輪組（含輪軸與車輪）、電動機（馬達）、最終齒輪、初級懸吊裝置、煞車裝置及轉向架框（或稱架台）所組成（參圖 8-22）。



①轉向架框 ②減震器 ③初級懸掛 ④次級懸掛 ⑤扭力桿 ⑥驅動馬達 ⑦最終齒輪

圖 8-22 轉向架總成（鐵道技術綜合百科）

轉向架的種類

1. 徑向式轉向架（參圖 8-23）：

此式係在轉向架的架框內放置四個彈簧。轉彎時，轉向架隨彎道弧度而旋轉，此時即可由彈簧的變形自動調整軸心為徑向而順利過彎。

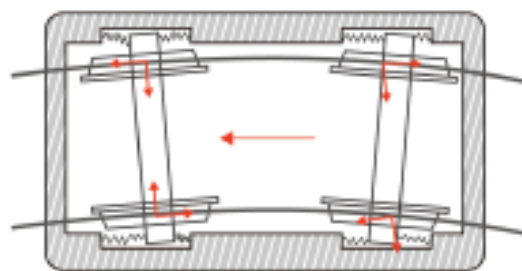


圖 8-23 徑向式轉向架（鐵道的科學）

2. 斜對角式轉向架（參圖 8-24）：

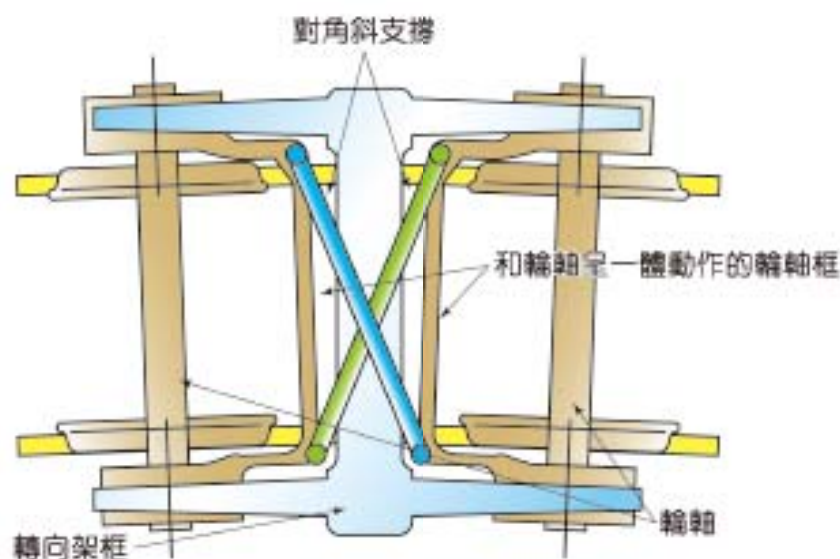


圖 8-24 斜對角式（鐵道科學完全探索）

此式係以兩支連桿交叉連結於左右輪軸框上，如此，能使在彎道上的外側軸距（軸與軸中心線距離）大於內側軸距而能順利過彎。

8-3.3

車輪

一 概述

車輪為鋼製的圓輪，分為動輪與從輪，動輪內側上設有齒輪，作為馬達驅動之用；從輪為沒有動力的車輪，而機車頭的從輪則稱為「導輪」（參圖 8-25）。



圖 8-25 車輪組（鐵道科學完全探索）

二 車輪的特殊設計

1. 車輪由輪緣及踏面組成。輪緣即車輪邊緣凸起的部分，以防止車輪滾出軌道；踏面即車輪與軌道的接觸面。
2. 車輪的踏面必須為斜錐面，在彎道處的兩條軌道中，內側弧長小於外側弧長，但左右車輪固接於輪軸而有相同的轉速，此時為克服不同弧長而採用外側直徑小於內側直徑的斜錐踏面，有如紙杯形狀（參圖 8-26）。

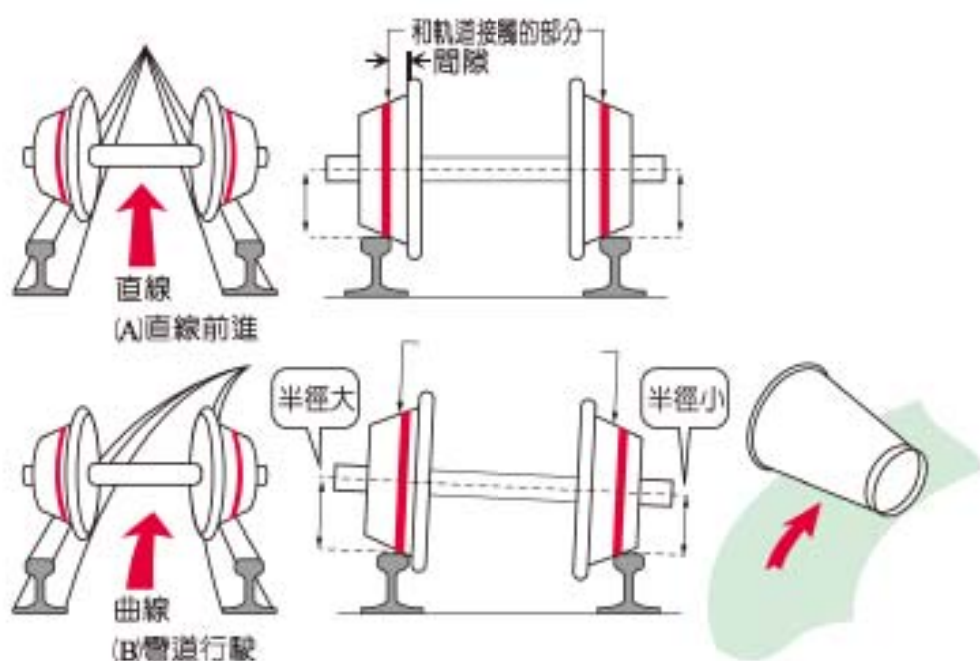


圖 8-26 軌道與車輪（鐵道科學完全探索）

- 當直線行駛時，左右輪在中間位置與軌道接觸，輪緣與軌道之間自動保持適當間隙，以預防產生摩擦，甚至爬軌翻覆。
- 當在彎道行駛時，由於列車離心力而使車身偏向外側（如向左轉彎時，車身偏向右側），此時，內側輪以小直徑踏面行駛，而外側以大直徑踏面行駛，如此，即可以抵消內外側的弧長差距。

8-3-4 懸吊裝置

一 概述

軌道車輛的懸吊裝置分為初級（一級）懸吊及次級（二級）懸吊。初級懸吊介於輪軸與轉向架之間，而次級懸吊介於轉向架與車箱之間。

二 作用

- 初級懸吊除了承載列車全部重量外，當能吸收軌道高低起伏所產生的震動，以減緩車箱搖晃。載客列車大都使用圈狀彈簧，載貨列車大都採用片狀彈簧，初級懸吊構造較簡單（參圖 8-27）。

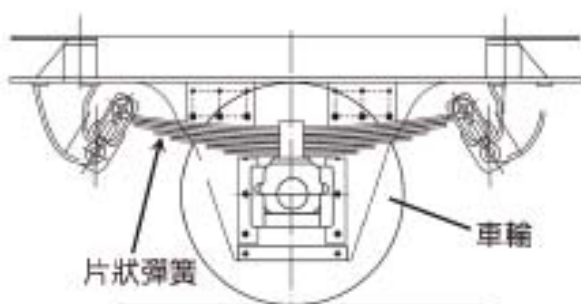


圖 8-27 載貨列車之片狀彈簧懸吊（鐵道的科學）

2. 載客列車之次級懸吊大都採用氣壓式懸吊（或稱氣墊式懸吊），除了軟柔、彈性佳、隔絕震動及噪音外，尚能自動調整車箱水

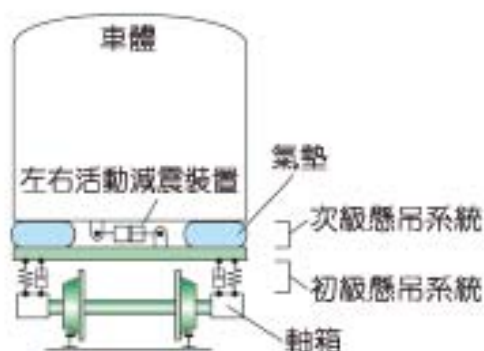
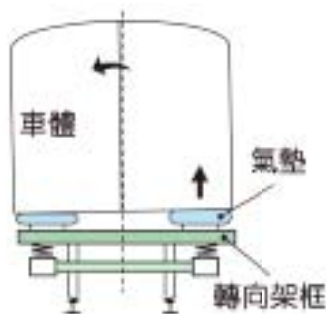


圖 8-28 氣墊式次級懸吊（鐵道的科學）

平，以利車站月台高度與列車一致，方便旅客上下車（參圖 8-28）。

3. 在列車過彎時，除了路面軌道內低外高的傾斜（角度有限）以外，尚須依賴次級懸吊自動調整車箱的傾斜以彌補軌道傾斜度的不足，尤其在高速行駛過彎時更須增加車箱傾斜度。
4. 參圖 8-29，為列車在彎道上，由次級懸吊增加外側氣囊彈簧內空氣壓力，以提升車箱高度。



圖 8-29 過彎時自動調整高度及水平（鐵道的科學）

8-3-5

煞車裝置

概述

1. 軌道列車所承載旅客或貨物的重量較重，並具在高速行駛後所產生的慣性動能（KE）也相當大，煞車裝置必須能在短時間內將此慣性動能消耗而轉換為熱能或電能。
2. 列車上各節車箱的煞車性能亦須一致，以避免車箱之間產生「拉扯」現象。
3. 軌道列車的煞車裝置分為踏面煞車、碟式煞車、再生式煞車及渦電流煞車等。

踏面煞車

1. 踏面煞車係利用車輪踏面作為摩擦面，採用氣壓式動力缸使煞車蹄片抵住車輪踏面摩擦而制動（參圖 8-30）。

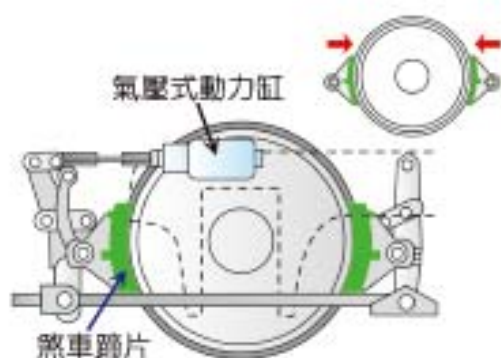


圖 8-30 踏面煞車（鐵道的科學）

2. 駕駛室內的煞車手柄開關，平時位於「Release」（釋放）位置，壓縮空氣經煞車管送到三通閥，此時三通閥內的活塞向左移動，使氣壓式動力缸與大氣相通，無煞車作用。
3. 若駕駛員將煞車手柄開關扳到「Brake」（制動）時，煞車管內的壓縮空氣放出，此時輔助空氣箱的壓縮空氣進入三通閥，使活塞向右移動，關閉出口並開啟入口，壓縮空氣進入氣壓式動力缸，推動煞車蹄片壓緊車輪踏面，產生煞車作用（參圖 8-31）。
4. 輔助空氣箱的目的是當主空氣箱的管路有洩漏或斷裂時，可以將列車自動停駐，故也可以作為「駐車」（Park）的作用。
5. 現今列車有採用電控氣壓制動系統（參圖 8-32），駕駛員扳動煞車開關，以電磁閥操控電

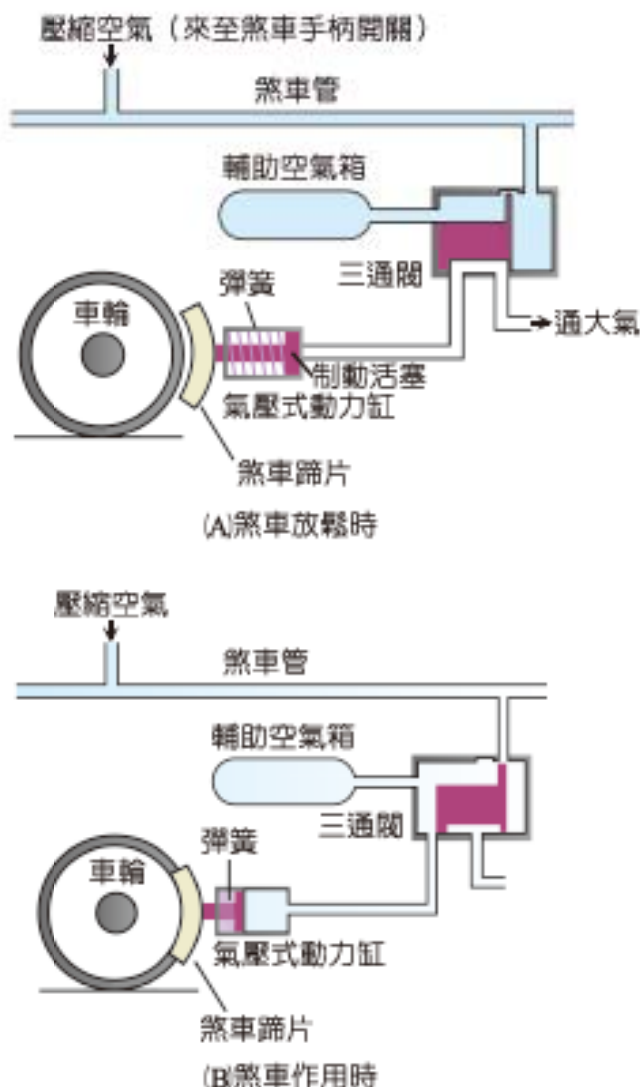


圖 8-31 踏面煞車作用圖（鐵道的科學）

磁式三通閥，如此可以使各列車同時產生煞車作用，減少各列車之間的拉扯現象。

三 碟式煞車（或稱圓盤式煞車）

1. 踏面式煞車會因為制動時摩擦造成車輪磨損與發熱，易

釀災禍，故採用碟式煞車，將煞車碟固定於輪軸上，煞車碟兩側設有煞車來令片及鉗夾（參圖 8-33）。

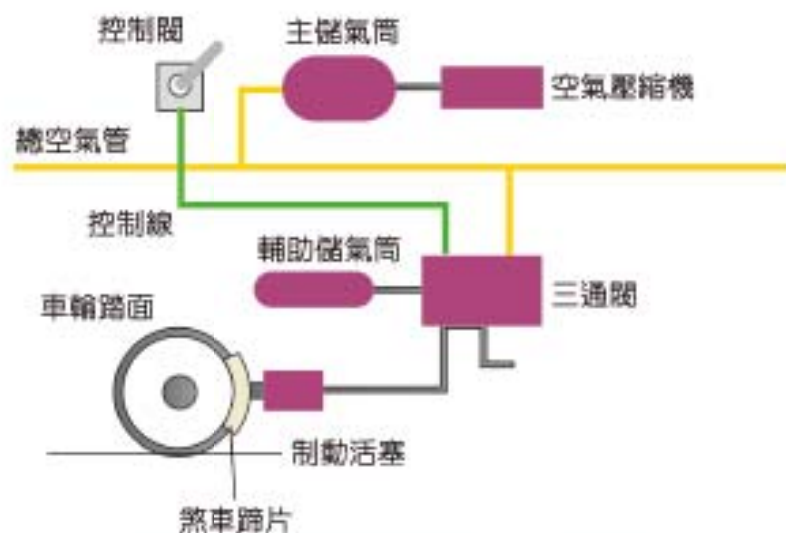
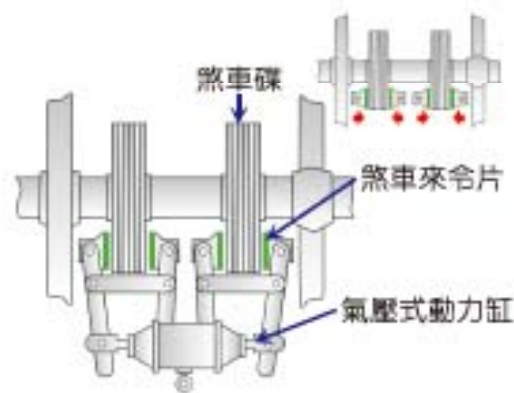


圖 8-32 電控氣壓制動系統（鐵道的科學）



(A)實體圖



(B)構造圖

圖 8-33 碟式煞車（鐵道科學完全探索）

2. 當駕駛員扳動煞車開關時，使三通閥上的電磁閥通電，將輔助空氣箱內的壓縮空氣導入氣壓式動力缸，經連桿搖臂使煞車來令片夾緊圓盤而產生煞車作用。

四 再生煞車

電氣化列車係依賴架空電纜提供馬達電力，驅車前進。當煞車作用時，將馬達轉換為發電機，使其將列車行進的慣性動能轉換為電能，再經控制裝置處理後送回架線再利用，稱為「再生煞車」（參圖 8-34）。

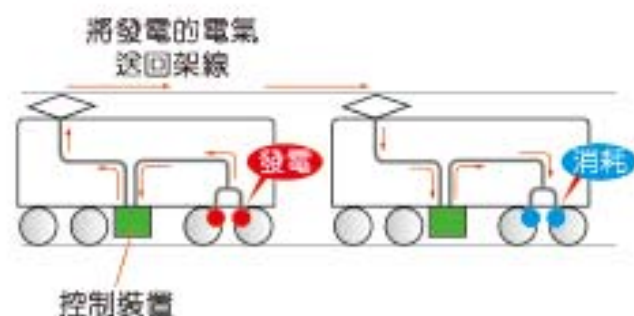


圖 8-34 再生煞車 (鐵道技術綜合百科)

五 渦電流煞車

1. 渦電流煞車是使用在沒有馬達驅動的列車 (或稱無動力列車) 上。
2. 渦電流煞車是一種沒有摩擦作用的煞車裝置，在輪軸上裝有制動鋼碟，隨軸同步運轉，鋼碟側設有電磁鐵 (參圖 8-35)。

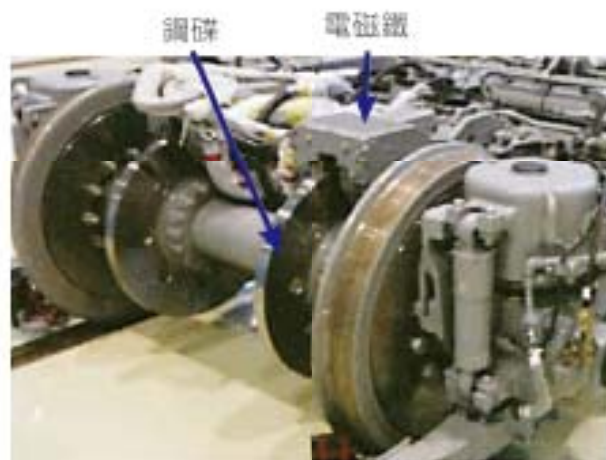


圖 8-35 渦電流煞車 (鐵道技術綜合百科)

3. 當煞車作用時，將電磁鐵通電 (依電流大小來決定煞車力)，產生穿過鋼碟的磁場，根據冷次定理 (Lenz's Law)，鋼碟會產生渦電流，並形成反向扭力，以抵消其前進扭力，即達制動效果。

習題

8

1. 飛機起落架必須具備哪些功用？
2. 試述飛機輪胎的特性與構造？
3. 農耕機如何控制其轉向？
4. 軌道列車為何須採用轉向架？
5. 軌道車輛的車輪有何特殊設計？
6. 何謂軌道車輛的「再生煞車」？
7. 軌道列車的渦電流煞車之作用為何？

◆ 第八章 學後評量

Comments

壹、實力測驗

- () 1. 飛機起落架上的鼻輪承載重量約為總重的多少？ (A) 10% (B) 30% (C) 50% (D) 90%。
- () 2. 現今載客運輸飛機大多採用何種起落架？ (A) 後三點式 (B) 前三點式 (C) 浮筒式 (D) 多支栓式。
- () 3. 飛機輪胎採用何種胎面花紋以利排水？ (A) 光滑胎面 (B) 橫向花紋 (C) 縱向花紋 (D) 縱橫紋。
- () 4. 堆高機採用何種引擎配置及驅動方式？ (A) FR 式 (B) RR 式 (C) RF 式 (D) FF 式。
- () 5. 挖土機的引擎是作為何種用途？ (A) 驅動挖土機前進及後退的動力 (B) 作為操控鏟斗的動力 (C) 作為操控履帶迴轉的動力 (D) 作為驅動液壓泵之動力。
- () 6. 下列何種車輛屬於軌道車輛？ (A) 高鐵列車 (B) 大客車 (C) 大貨車 (D) 挖土機。
- () 7. 軌道車輛的車輪的踏面大多採用 (A) 圓柱形 (B) 圓錐形 (C) 圓球形 (D) 空心圓筒形。

解答

壹、實力測驗

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|--|--|
| 1. | (A) | 2. | (B) | 3. | (C) | 4. | (C) | 5. | (D) | 6. | (A) | 7. | (B) | | |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|--|--|

中英對照

A

- 氣囊 (Air bag)
- 自動變速箱 (Automatic transmission, AT)
- 自動變速箱油 (Automatic transmission fluid, ATF)
- 行星齒輪式差速器 (Acceleration skid differential, ASD)
- 自動水平控制系統 (Automatic level control)
- 阿克曼 (Ackerman)
- 防鎖死煞車系統 (Anti-lock brake system, ABS)

B

- 朋的克司-衛士型 (Bendix-weiss type)
- 車身 (Body)
- 保險桿 (Bumper)
- 交文層輪胎 (Bias tire)
- 煞車 (Brake)
- 煞車油 (Brake fluid)
- 本的士式 (Bendix)
- 波細 (Bosch)
- 煞車輔助系統 (Brake Assist System, BAS)
- 煞車優先系統 (Brake Override System, BOS)

C

- 無段變速箱 (Continuously Variable Transmission, CVT)
- 離合器踏板自由行程 (Clutch free travel)
- 離合器軸 (Clutch shaft)
- 副軸 (Counter shaft)
- 等速萬向接頭 (Constant velocity joint, CV)
- 外傾角 (Camber)
- 後傾角 (Caster)
- 可壓性 (Compressibility)
- 轉向力 (Cornering force)

D

驅動小齒輪 (Drive pinion gear)
運輸局 (Department of transportation, DOT)
直拉桿 (Drag Link)
動平衡 (Dynamic balance)
雙伺服 (Double servo)

E

艾勞特式 (Elliot type)
電子控制式空氣懸吊系統 (Electronically controlled air spring suspension system)
容易回正 (Easy return)
電子駐車制動系統 (Electronic Parking Brake, EPB)
引擎煞車 (Engine brake)
電子穩定控制系統 (Electronic Stability Control, ESC 或 Electronic Stability Program, ESP 或 Vehicle Seability control, VSC)
電子液壓動力輔助轉向系統 (Electronic Hydraulic Power Assistance System, EHPAS)
電子煞車力分配 (Electronic Brake force Distribution, EBD)

F

摩擦式離合器 (Frictional clutch)
液體式離合器 (Fluid clutch)
液體接合器 (Fluid coupling)
液體扭力變換器 (Fluid torque converter)
液體扭力變換接合器 (Fluid torque converter coupler)
車架 (Frame)

G

齒輪 (Gears)

H

油壓操縱式 (Hydraulic control type)
哈其士式 (Hotchiss drive)
高度感知器 (height sensor)
水浮現象 (Hydroplaning)
上坡輔助系統 (Hill-Start Assist Control, HAC)

I

包容角 (Included angle)

K

大王銷 (King pin)

內傾角 (King pin inclination, KPI)

L

鎖定式 (Lock-up)

防滑式差速器 (Limited slip differential, LSD)

李蒙氏 (Lemoin type)

M

電磁式離合器 (Magnetic clutch)

機械操縱式 (Mechanical control type)

主軸 (Main shaft)

麥花臣式 (MacPherson type)

米奇林 (Michilinen)

泥濘地 (Mud)

礦物油 (Mineral oil)

煞車主缸 (Master cylinder)

N

尼龍 (Nylon)

O

超速傳動機構 (Over drive mechanism, OD)

單向離合器 (One way clutch)

P

停駐 (Park)

巴斯噶原理 (Pascal' s principle)

畢特門臂 (Pitman arm)

聚酯 (Polyester)

駐車煞車 (Parking brake)

R

力士伯型 (Rezppa type)

環形齒輪 (Ring gear)

反艾勞特式 (Reversed Elliot type)

反李蒙式 (Reversed Lemoin type)

循環滾珠螺帽式轉向機 (Recirculation ball worm and nut type, RB 式)

齒桿與小齒輪式轉向機 (Rack and pinion type, RP 式)

徑向層輪胎 (Radial Tire)

徑向層 (Radial)

S

固定葉輪 (Stator)

伺服 (Servo)

擺動車軸式 (Swing axle type)

轉向軸傾斜角 (Steering axle inclination, SAI)

側滑 (Side slip)

雪地 (Snow)

靜平衡 (Static balance)

打滑率 (slip)

稱輔助性防護系統 (Supplemental restraint system, SRS)

T

瑞克塔型 (Tracta type)

拖動臂式 (Trailing arm type)

前束 (Toe-in)

轉向時前展 (Toe-out on turn)

推力角 (Thrust angle)

內胎 (Tube)

氣閥 (Tube valve)

循跡控制系統 (Traction Control System, TCS)

胎壓偵測警告系統 (Tire Pressure Monitoring System, TPMS)

V

氣阻 (Vapor lock)

黏度指數 (Viscosity index)

W

車輪定位 (Wheel alignment)

輪殼 (Wheel hub)

車輪平衡 (Wheel balance)

參考書籍

1. 汪國禎。汽車學(一)底盤篇。台灣：復文。
2. 汪國禎。汽車底盤標竿。台灣：鳳凰城圖書。
3. 汪國禎。圖解汽車保養及檢修。台灣：南台圖書。
4. 汪國禎。汽車之整修及故障排除。台灣：南台圖書。
5. 李炮塗、汪國禎。內燃機。台灣：復文。
6. 吳啟明。汽車新式裝備。台灣：全國工商出版社圖書。
7. 黃靖雄。現代汽車底盤。台灣：正工。
8. 賴瑞海。汽車學(II)底盤篇。台灣：全華。
9. 毛嘉聖。航空器概論。台灣：勁國·台科大。
10. 編輯群。TOYOTA 修護手冊。台灣：和泰汽車。
11. 編輯群。CIVIC 修護手冊。台灣：三陽工業。
12. 編輯群。HONDA 修護手冊。台灣：本田工業。
13. 編輯群。NISSAN 修護手冊。台灣：裕隆汽車。
14. 小田 柿浩三。自動車設計。日本：日本自動車技術會。
15. 小林勝。AT 車の構造と整備。日本：山海堂。
16. 大須賀和美。自動車整備士試験問題上解説< 3 級シャーシ>。日本：大同。
17. 川邊謙一。鐵道的科學。日本：晨星。
18. 石神 輝男。AT 車のすべて。日本：自動車工學。
19. 官本幸昌。日本鐵道科學安全探索。日本：瑞昇文化。
20. 青木和彦。プレーキ。日本：山海堂。
21. 蕭潔恒。鐵道技術總合百科。日本：貿騰發賣。
22. 鐵道日本社株式會社。自動車工學('96、'97、'98、'99、2000)。日本：朝倉。
23. Martin W. Stockel。Auto Mechanics Fundamentals。美國：Goodheart-Willcox。
24. Robert Bosch。Automotive Handbook 2nd edition。德國：WILEY。
25. William H. Crouse。Automotive Mechanics 8th edition。美國：Mcgraw-hill。
26. William H. Crouse & Anglin。Automotive Mechanics。美國：Mcgraw-hill。
27. 網路-維基百科。<https://zh.wikipedia.org/wiki/>。美國。
28. 網路-癮科技。<https://www.cool3c.com/>。台灣。
29. 網路-線上汽車。<https://www.auto-online.com.tw/>。台灣。

30. 網路—U-Car。 <https://www.u-car.com.tw/>。台灣。
31. 網路—國王車訊。 <https://www.kingautos.net>。台灣。
32. 網路—愛卡汽車網百科。 <http://www.xcar.com.cn>。中國。
33. 網路—車輛研究測試中心。 <https://www.artc.org.tw/>。台灣。
34. 網路—中新網。 <http://www.chinanews.com/>。中國。
35. 網路—昵圖網。 <https://huaban.com/from/nipic.com/>。中國。
36. 網路—96 讀書網。 <https://www.96go.com/>。中國。
37. 網路—大陸運輸機械。 <https://www.ttnet.net/>。中國。

國家圖書館出版品預行編目資料

底盤原理 / 汪國禎編著. -- 初版. --
臺南市：復文圖書，2019.10

面：公分
技術型高級中等學校動力機械群
ISBN 978-986-5928-96-4 (平裝)

1.汽車底盤 2.機械動力學

447.151

108016411

技術型高級中等學校
動力機械群

底盤原理 (全1冊)

汪國禎 編著

審定字號：技審字第108303號



發行人 / 吳佳勳 出版社 / 復文圖書有限公司 地址 / 台南市林森路二段63號2樓

E-mail / fuhwen.book@msa.hinet.net · fuwen.sales@gmail.com 網址 / www.fwbook.com.tw

劃撥帳號 / 31561190

戶名 / 復文圖書有限公司

電話 / 06-3132755.3135219.2370003

傳真 / 06-3134544.2386937

出版日期 / 二〇一九年十月審定初版發行

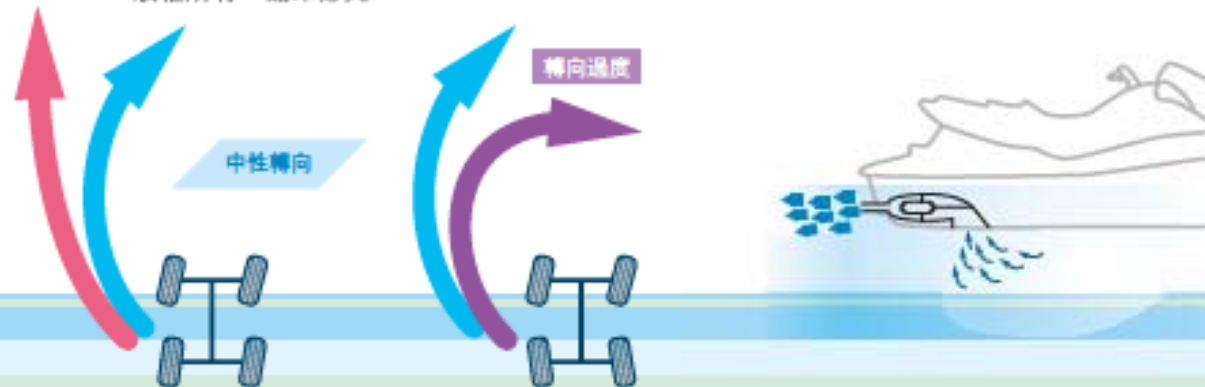
書號 / P304

FU WEN BOOKS CO., LTD.

#63, Lin-Sen Road, Sec. 2, Tainan 70142 TAIWAN

轉向不足

版權所有·翻印必究





the 1990s, the number of people in the world who are illiterate has increased from 400 million to 600 million.

It is not only the number of illiterate people that has increased, but also the number of illiterate children. In 1990, 100 million children were illiterate. In 1995, the number of illiterate children had increased to 120 million. In 2000, the number of illiterate children had increased to 140 million. In 2005, the number of illiterate children had increased to 160 million. In 2010, the number of illiterate children had increased to 180 million.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

the 1990s, the number of people in the world who are illiterate has increased from 400 million to 600 million.

It is not only the number of illiterate people that has increased, but also the number of illiterate children. In 1990, 100 million children were illiterate. In 1995, the number of illiterate children had increased to 120 million. In 2000, the number of illiterate children had increased to 140 million. In 2005, the number of illiterate children had increased to 160 million. In 2010, the number of illiterate children had increased to 180 million.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

The number of illiterate children in the world is increasing rapidly. This is a serious problem because illiterate children are at a disadvantage in school and in life. They are often unable to read and write, which makes it difficult for them to learn and to find work. They are also more likely to be poor and to live in poor conditions.

FU WEN BOOKS CO., LTD.

