

全油壓控制有段式自動變速箱與

電子控制有段式自動變速箱之差異

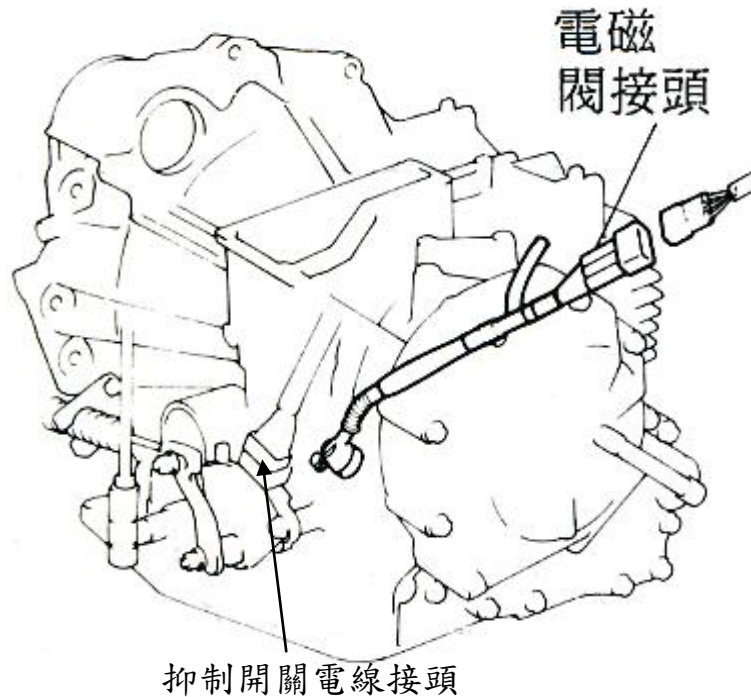
公路總局南部訓練所 戴主修

記得台灣地區在民國 80 年之前，10 輛小客車約有 8 輛為手排車，亦即有離合器踏板。但現今台灣地區剛好相反，亦即 10 輛小客車約有 8 輛為自排車，為何？因為民國 80 年之前的自排車給國人之印象為耗油、起步慢，甚至換檔之抖震很大，一旦發生故障時，檢修困難並且將耗費不少金錢和時間，甚至當時只要自動變速箱發生故障，因為會造成上述種種困擾，所以有很多原本為自排車之車主就寧願再發一筆金錢改為手排車，之所以會如此，是因為當時之自排車大多裝設全油壓控制有段式自動變速箱，而民國 80 年以後很多自排車皆改裝設電子控制有段式自動變速箱，行車使用時，因有許多優點，給駕駛朋友與車主帶來很大方便，故能廣泛流行於台灣地區，現就將全油壓有段式自動變速箱與電子控制有段式自動變速箱之差異，敘述如下：

一、全油壓控制有段式自動變速箱與電子控制有段式自動變速箱的構造差異

(一)外觀構造之差異

全油壓控制有段式自動變速箱與電子控制有段式自動變速箱的外觀構造最明顯之差異為外殼電線之多寡，全油壓控制有段式自動變速箱總成之外殼電線很少，只有連接抑制開關(P/N 開關)插頭上少數幾條電線而已。至於電子控制有段式自動變速箱之外殼電線較多，除了連接至抑制開關之電線外，還有連接到電子控制有段式自動變速箱內部之多條電線，比如輸入軸 RPM 感知器、輸出軸 RPM 感知器，ATF 油溫感知器及各種電磁閥的電線等，如圖一所示。



圖一 電子控制有段式自動變速箱有較多條電線

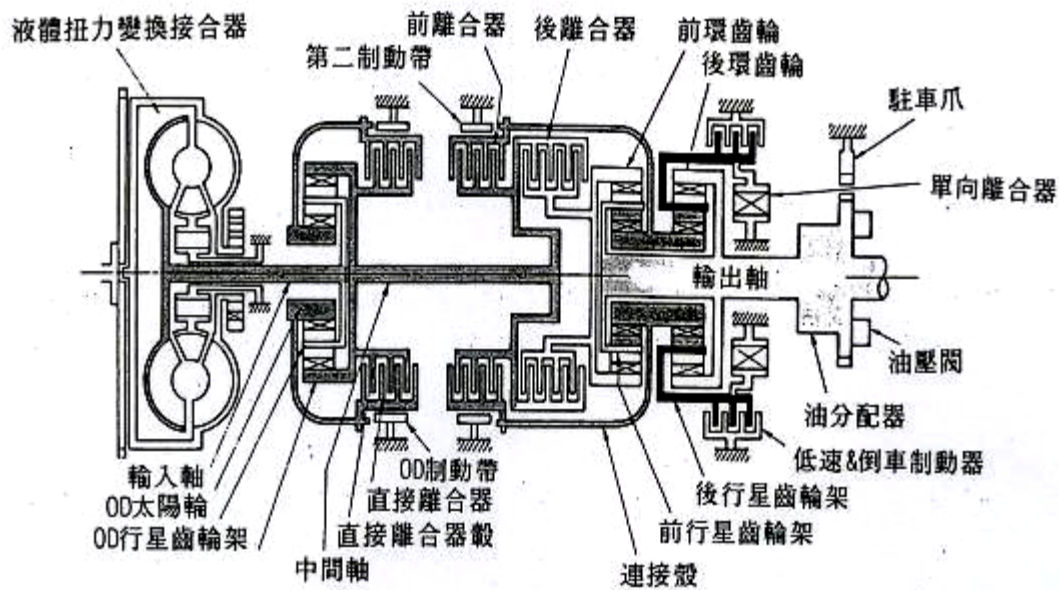
(二)本體構造之差異

全油壓控制有段式自動變速箱與電子控制有段式自動變速箱的內部構造差異最主要為「閥體總成」(Valve body assembly)，外觀上電子控制有段式自動變速箱的閥體總成有多只電磁閥，全油壓控制有段式自動變速箱之閥體總成並無電磁閥之設計，但自動變速箱的輸出軸裝設有感測車速之離心調壓器，故同樣皆為前進檔4檔的全油壓控制有段式自動變速箱與電子控制有段式自動變速箱作比較，則全油壓控制有段式自動變速箱之油壓迴路及相關油壓控制零件較電子控制有段式自動變速箱複雜。至於這兩種自動變速箱的內部其它之零件，如行星齒輪組、單向離合器、各檔離合器組或制動器、制動帶則大同小異，如圖二所示。

二、裝用電子控制有段式自動變速箱的優點：

(一)可以降低自動換檔過程的抖震、提升自動換檔品質

自動變速箱電腦可以根據車輛本身各種相關的感知器訊號，精確地控制自動換檔的時間點和液體扭力變換接合器內部的鎖定離合器之作用時刻，有些廠牌甚至將自動變速箱電腦和引擎電腦連接或是將其整合成一組電腦，其目的是當換檔那一瞬間，會將引擎點火正時延遲或噴油量減少，以便降低引擎扭力、減少自動換檔的抖震，提升自動換檔時的品質與精度。



圖二 自動變速箱液體扭力變換接合器、磨擦元件、行星齒輪組等

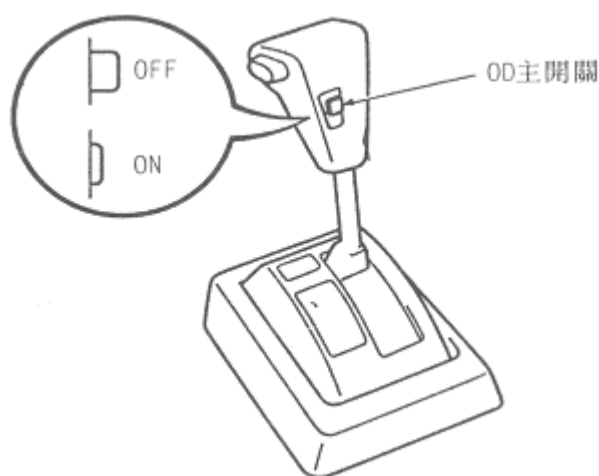
(二)可以減少燃油的消耗

由於自排車上安裝有各種相關且不同的感知器，偵測車輛實際的狀況並發出正確的訊號給自動變速箱電腦，經過運算處理後使自動換檔點的控制達到最佳的時間點，並使液體扭力變換接合器內部的鎖定離合器除了高速時皆能夠鎖定外，於較低的車速範圍也能鎖定，亦即使引擎與自動變速箱輸入軸間的轉速差減到最少。也因如此，自排車如使用電子控制自動變速箱可以使燃油的消耗，能夠經常處於較經濟省油的行車狀態。

(三)以 O/D 檔行車時，可以輕易的操作 O/D 開關，降為 3 檔行車

電子控制式自動變速箱的選擇桿上皆裝有 O/D 檔的變換開關，如圖三所示。當高速行車時，選擇桿置於 D 檔位且自動變速箱處於 4 檔亦即為 O/D 檔之位置，如遇路況不允許或自排車輛本身驅動力不足時，只要輕按「O/D 開關」即可自動降為 3 檔。比如重負載的自排車，以時速約 100 km/hr 情況下行駛於長爬坡道，如國道 1 號「泰安休息站」路段附近或「林口」路段附近，當發現自排車輛 O/D 檔之驅動力不足，車速降至約 70 km/hr 時，只要輕輕按一下「O/D 開關」，使儀表板顯示出 O/D OFF 之字樣，則就會迅速地自動降到 3 檔，增強驅動力並可使車速提升。又如此時駕駛朋友於此路段同樣情況，只採取踩煞車踏板並適當減速的操作方式，使自排車輛自動降檔，但有可能會出現降至 3 檔沒多久又要降到 2 檔

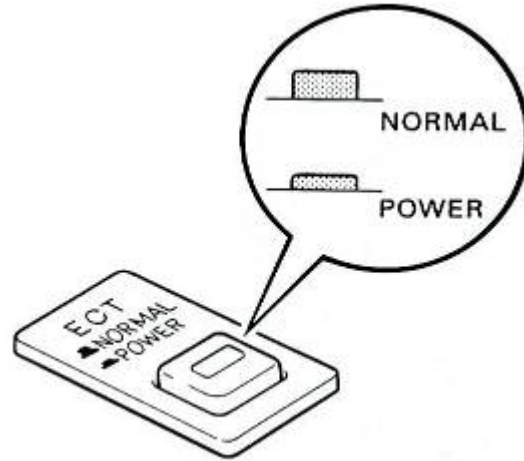
的連續降檔現象，然後再隨車速增加自動再升至 3 檔繼續爬長坡道。駕駛朋友於此同樣情況或許也可採取直接移動選擇桿降至 2 檔檔位的方式操作，雖然也可以使車輛驅動力增強，但此自排車輛一下子從 4 檔改降為 2 檔，因會出現減速比的變化與輸出扭力變化落差皆太大的不良情形，而造成車輛嚴重抖震、乘坐不舒適與引擎噪音過大等不良現象。由上述可知駕駛有 O/D 開關的自排車，只要於適當時刻懂得選擇操作可說方便許多，又比如繼續行車於此路段，如爬坡後需要再高速行駛，則只要輕輕再按一下「O/D 開關」，亦即使儀表板 O/D OFF 之字樣熄滅，則又可很輕易恢復原來之 O/D 檔，亦即 4 檔行駛。



圖三 選擇桿上的 OD 開關

(四) 駕駛朋友可以很輕易選擇驅動的模式

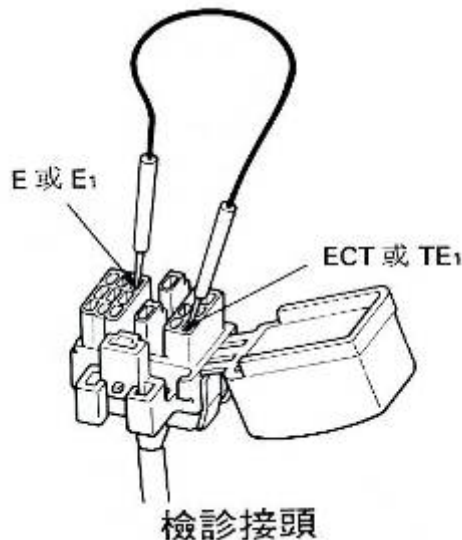
在電子控制自動變速箱選擇桿附近裝設有驅動模式選擇開關，如圖四所示。行車時，駕駛朋友可以視需要選擇適當型式，如選擇 Power 模式(有些廠牌的車輛亦稱為 S 模式)，則行車時之自動換檔點可以延遲，亦即自動換檔的車速可以提高；又行車時，如選擇 Normal 模式(有些廠牌的車輛亦稱為 E 模式)則行車時可以較低車速自動升檔。例如 D₁ 檔升到 D₂ 檔，如選擇 Normal 模式，則假設該自排車會於 20^{km/hr} 自動升 D₂ 檔，如又於同樣情況選擇 Power 模式，則該自排車有可能於 25^{km/hr} 才自動升 D₂ 檔，其他以此類推，也就是說裝設有電子控制自動變速箱之自排車的自動升檔或自動降檔的時間點和鎖定離合器之嚙合或分離的時間點，是可以藉著選擇「驅動模式開關」而改變，如圖四所示。





圖四 電子控制有段式自動變速箱選擇桿附近的驅動模式開關

(五)自動變速箱電腦設計有記憶故障碼與自我診斷功能

行車時自動變速箱的電子控制系統之零件或相關線路如有故障時，電腦內部的記憶體會自動記憶儲存，維修技術人員只要於故障診斷接頭使用適當的電腦診斷儀器或於故障診斷接頭廠家所指定的線接頭間如 TE₁ 與 E₁ 跨接上電線，如圖五所示，即可叫出故障代碼，然後對照相關修護資料，如圖六所示，即可知自動變速箱電腦控制系統的零件或線路之故障，那麼就可以縮短故障診斷時間，也可以提升故障診斷的準確度，提升故障排除的品質與縮短整個修護過程的時間。



圖五 利用跨接線於故障診斷接頭上叫出故障碼

代碼	O/D OFF指示燈	檢診結果
—		正常
42	 ON OFF	NO.1速度感知器故障（綜合儀表內） 或線路短路或斷路。
61		NO.2速度感知器故障（在ATM中） ，或線路短路或斷路。
62		NO.1電磁閥斷路、或線路短路或斷路 。
63		NO.2電磁閥斷路或短路、或線路斷路 或短路。
64		NO.3電磁閥斷路或短路、或線路斷路 或短路。

圖六 各種故障碼所代表的不同意義

(六)自動變速箱電腦設計有故障安全防護功能(Fail safe function)

故障安全防護功能為自動變速箱電腦控制系統發生故障時，比如電腦的電源保險絲燒斷或繼電器作用不良或車速感知器故障時，自排車仍然可以3檔起步並繼續行駛，不至於使自排車拋錨於半路上。(註：自排車發生上述故障，雖然可以3檔起步並繼續行駛，但到達目的地後還是要入廠檢修，以避免使自動變速箱內部零件的故障繼續擴大。)

(七)可以使油壓控制閥體總成較精簡

電子控制自動變速箱之閥體總成裝有數只電磁閥，由自動變速箱電腦控制，可以使行車控制有較多元變化，甚至增加駕駛樂趣，且整個閥體總成之零件總數及ATF油道之複雜度皆較全油壓控制自動變速箱來的少與簡單。

(八)自動變速箱電腦設計有特殊功能程式，可以使行車控制更多元化與安全

有些廠牌之自排車由於電腦的特殊設計與考慮行車安全，故設計有斜坡邏輯控制程式與學習記憶控制程式，甚至還有手自排之操作設計，使整個行車控制更多元化與更具有智慧彈性。比如將裝設有全油壓控制自動變速箱之自排車，行駛於連續彎路且下長坡路段，駕駛朋友如將選擇桿排到D檔位時，因此時油門踏板被完全釋放或只被輕踩著，則全油壓式自動變速箱於車速約 35 km/hr 左右就會自動跳到D₄亦即OD檔，那麼駕駛朋友，將會於此情況經常踩煞車踏板減速下坡，導致煞車油過熱或相關的煞車零件溫度過高，使煞車性能衰減，造成行

車安全威脅與困擾，故於此情況下，一定要將選擇桿排到具有引擎煞車效果之 2 檔位與 L 檔位，以促進行車安全。又假如此時將自排車輛更改為裝設有電子控制自動變速箱且其電腦又設計有斜坡邏輯控制與學習記憶控制程式，並將選擇桿排到 D 檔位，行駛於上述同樣的下坡路況，剛開始駕駛朋友只要連續踩踏煞車踏板數次，則此自排車之自動變速箱電腦將會學習記憶並發出控制指令，使自動變速箱自動以具有引擎煞車效果的檔位如 2 檔或 1 檔，行駛於連續彎路且下坡的路段，此情況縱使是駕駛經驗不很豐富之駕駛朋友，亦可很安全地完成任務，這也是手自排車輛的選擇桿為什麼只有 P.R.N.D 檔位，而沒有 2.L 檔位的主要原因之一，如圖七所示。



圖七 手自排車輛的選擇桿與各檔位顯示

三、裝用全油壓控制有段式自動變速箱的缺點：

- (一)自動換檔時的控制品質較差與抖震較大。
- (二)鎖定離合器的嚙合只能在高速檔的範圍，故較耗燃油。
- (三)油壓控制系統的閥體總成較複雜且零件總數較多，故總重量較重，總體積亦較大，故障時分解組合容易發生錯誤且檢修較不易。
- (四)行車時遇上下坡道甚至連續彎路之路況，較需要經驗豐富的駕駛操作技術，且於連續下長坡路段前一定要先排放在有引擎煞車效果的低速檔，如 2 或 L 檔位，以確保安全。
- (五)行車時因無驅動模式選擇開關與 OD 開關或手自排選擇桿，故駕駛操作控制較無樂趣。
- (六)裝用全油壓控制自動變速箱之自排車與裝用電子控制自動變速箱之自排車於同樣情況使用同一段時間後，由於全油壓

自動速箱無自動變速箱內部油壓元件的自然磨損與相關彈簧之彈性疲勞之補償修正，甚至亦無回饋控制之設計，故整個油壓控制有段式自動變速箱所展現之性能較電子控制有段式自動變速箱差。

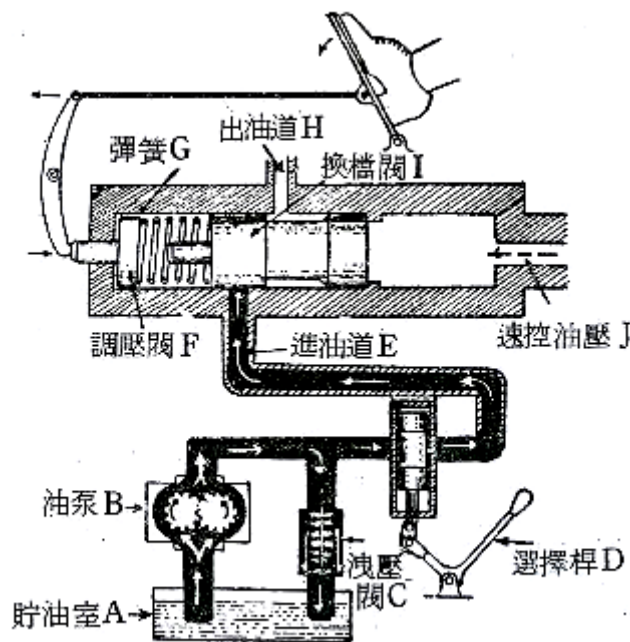
(七)故障時無自我診斷裝置，檢診較困難。

(八)發生故障時，無故障安全防護功能(Fail safe function)。

四、自動換檔控制的差異：

(一)全油壓控制有段式自動變速箱的自動換檔控制

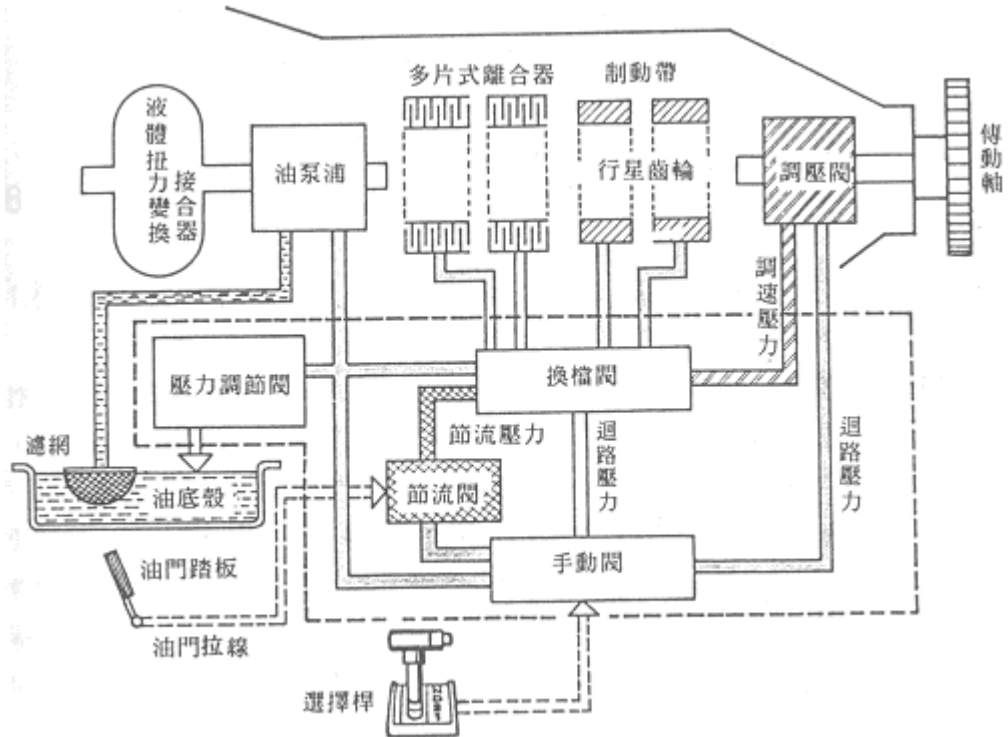
全油壓控制有段式自動變速箱的自動換檔是由閥體總成根據車速和引擎負荷來控制，亦即由裝設在自動變速箱輸出軸的離心調速器(又稱速控閥)隨車速快慢所產生的「離心調壓或速控油壓」與裝設在節氣門搖臂和自動變速箱閥體總成內節流閥間之鋼索所控制的「節流油壓」來完成自動換檔動作，如圖八所示。



圖八 全油壓控制有段式自動變速箱的自動換檔作用

自排車輛從引擎原地運轉開始經起步、低速、中速到高速等各種情況，「速控油壓與節流油壓」這兩種油壓訊號皆同時作用，如圖八所示，進而控制各檔的 ATF 進油道 E 之油壓與各換檔閥 I，並於最適當時機從出油道 H 輸出 ATF 以便操控各檔的多片式離合器或制動器或制動帶，使各行星齒輪組的太陽輪、行星齒輪架、環齒輪於適當時機發生

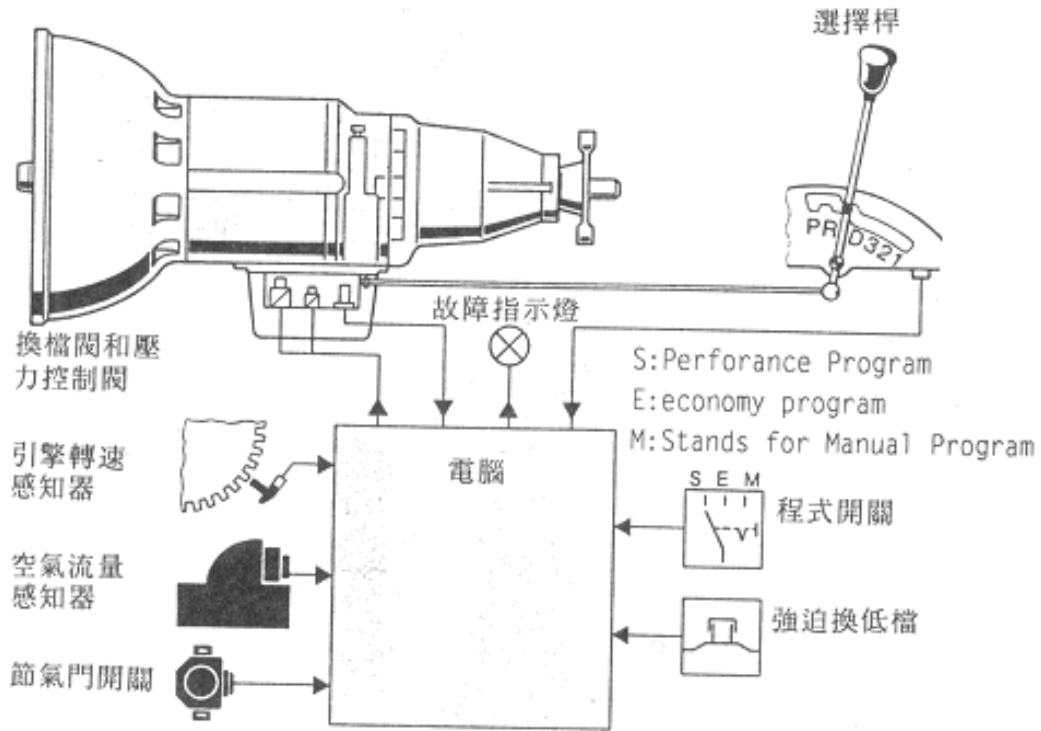
主動、被動、固定等變化，以便完成各檔齒輪比與各自動換檔的變化，如圖九所示。



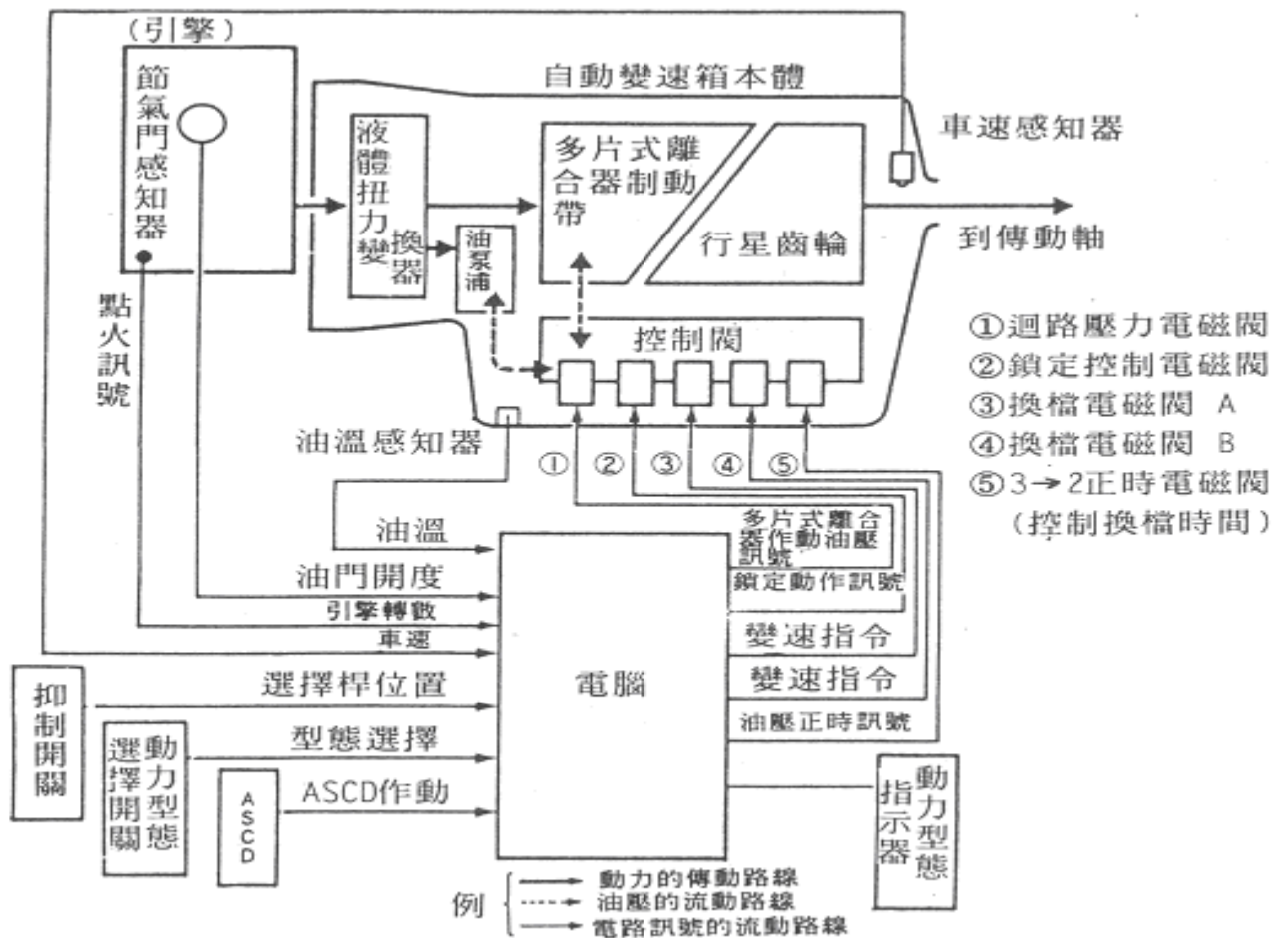
圖九 全油壓式自動變速箱自動換檔控制架構

(二)電子控制自動變速箱的自動換檔控制

電子控制有段式自動變速箱的自動換檔主要是由「車速感知器」(簡稱 VSS)感知自排車的車速訊號和引擎「節氣門位置感知器」(簡稱 TPS)感知引擎的負荷訊號再加上 ATF 溫度感知器、引擎轉速感知器、空氣流量感知器、驅動模式選擇開關、O/D 開關、P/N 開關(選擇桿位置)、煞車燈開關等訊號輸入到自動變速箱的電腦，經過電腦運算處理後於最適當時機輸出訊號到各換檔有關的電磁閥與鎖定離合器電磁控制閥，進而控制各檔的 ATF 油道之油壓與各換檔電磁閥，並於適當時機操控各檔的多片式離合器或制動器或制動帶，使各行星齒輪組的太陽輪、行星齒輪架、環齒輪於適當時機發生主動、被動、固定等變化來完成各檔齒輪比與各自動換檔的變化，如圖十、十一所示。



圖十 電子控制有段式自動變速箱的電子控制系統(一)



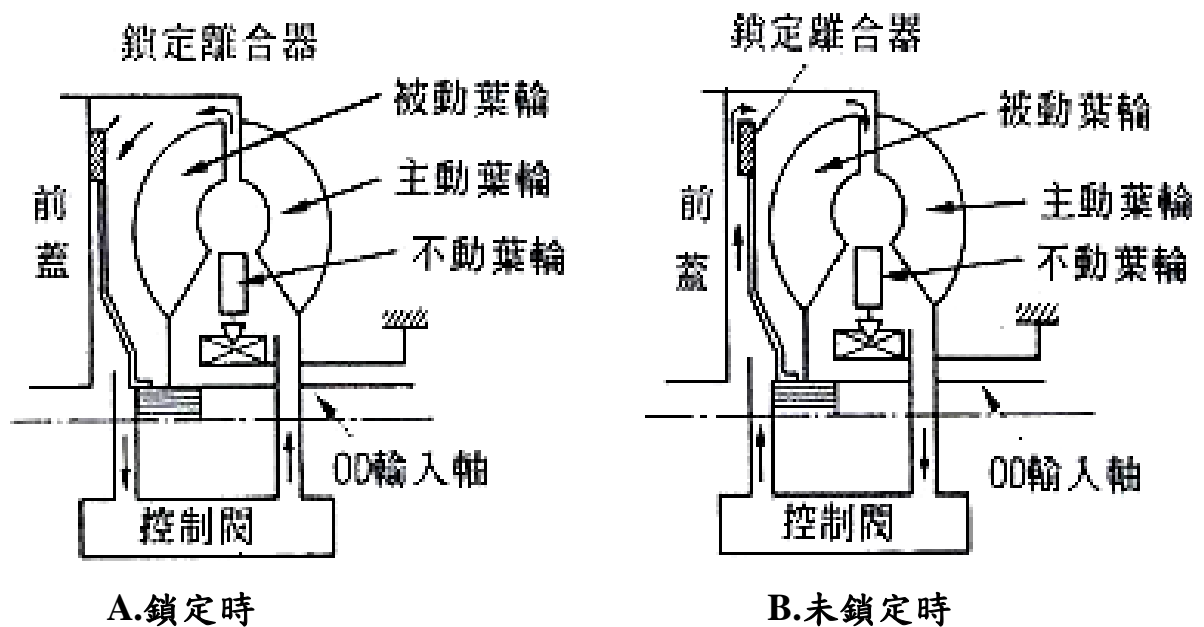
圖十一 電子控制有段式自動變速箱的電子控制系統(二)

五、液體扭力變換离合器內部鎖定离合器的控制差異：

(一)全油壓控制有段式自動變速箱之液體扭力變換离合器內部的鎖定离合器控制作用原理：

1.未鎖定时

當自排車輛以低速行駛時，經鎖定离合器控制閥控制之 ATF 高壓油(扭力變換离合器油壓)先流經鎖定离合器左方，再流到液體扭力變換离合器的葉輪。因此，鎖定离合器被往右推離前蓋板，鎖定离合器因而不作動，如圖十二 B 所示，其動力傳遞路徑為：引擎→驅動板(飛輪)→前蓋板→主動葉輪→被動葉輪→被動葉輪殼→自動變速箱輸入軸。



圖十二 液體扭力變換离合器內部鎖定离合器的作用

2.鎖定时

當自排車輛以中、高速行駛時(時速約 50 km/hr 以上)，經由鎖定离合器控制閥控制之 ATF 高壓油會流入液體扭力變換离合器內部的各葉輪後，再流到鎖定离合器的右方並把鎖定离合器活塞向左推動，使鎖定离合器活塞上之离合器片貼緊於液體扭力變換离合器之前蓋板上，此時鎖定离合器便與前蓋板同步轉動，如圖十二 A 所示，其動力傳遞路徑為：引擎→驅動板(飛輪)→前蓋板→鎖定离合器→被動葉輪殼→自動變速箱輸入軸。

(二)電子控制有段式自動變速箱之液體扭力變換离合器內部之鎖

定離合器的控制作用原理：

- 1.鎖定離合器的主要控制零件有：鎖定離合器控制電磁閥、鎖定離合器 ATF 壓力控制閥，於液體扭力變換接合器內部的鎖定離合器及相關之 ATF 油道。
- 2.車輛行駛中，自動變速箱電腦於適當時刻輸出 ON、OFF 或 PWM 之 Duty Ratio 訊號予鎖定離合器的控制電磁閥，使 ATF 之油道受到適當的改變，結果可以造成鎖定離合器發生嚙合或分離之作用。

每一輛自排車的動力傳輸系統(Powertrain System)除了引擎外，還必須要有自動變速箱與差速器總成，目前台灣地區大專以上學校機械或車輛有關工程系組皆把研究重心擺在引擎方面，甚至工業技術研究院與車輛測試中心等研發機關亦很少有單位部門進行上述重要汽車傳動零件的研發，筆者在此非常期盼我們台灣地區有更多優秀科技理工人才與現場汽車維修技術人才投入此項研究，尤其是「電子控制有段式自動變速箱的研究」，並能密切配合汽車修護界與汽車教育界有豐富自動變速箱理論與實務經驗之專家學者，則台灣地區之機械工程與車輛工程將能繼續蓬勃發展，成果將是指日可待。

參考資料

1. **Automotive Handbook BOSCH 5th Edition**
2. **自動變速箱理論 黃靖雄 賴瑞海 編著**
3. **自動變速箱 吳啟明 編著**
4. **TOYOTA 訓練資料**
5. **Mitsubishi 修護手冊與訓練資料**
6. **寶獅(PEUGEOT) 修護資料**
7. **自動變速箱油壓控制系統之參數辨識與故障診斷之研究**
崑山科技大學碩士論文
鄒忠全博士、吳向宸博士指導、戴主修、陳銘人研究