

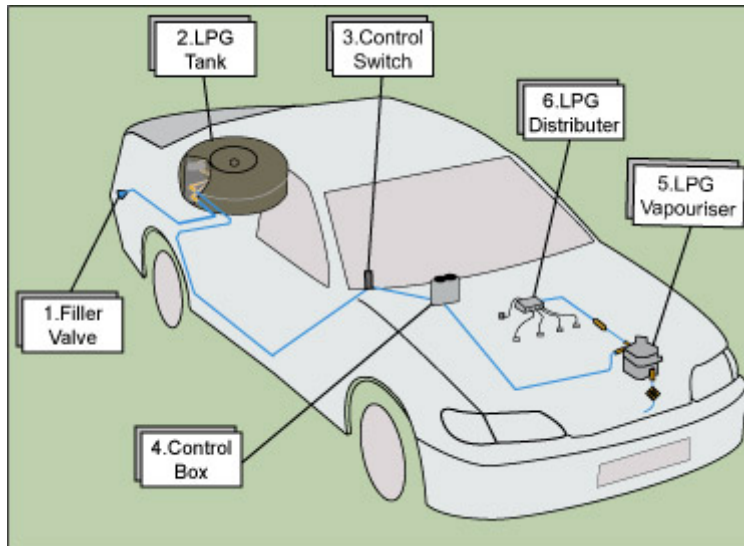
車用電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統

公路總局南部訓練所 戴主修

因為去年油價的節節上漲，漲幅之大是前所未有，許多駕駛朋友們為了降低行車成本，導致台灣地區許多小型汽車出現 LPG 改裝熱潮。目前台灣地區汽車已經裝設 LPG 單燃料或完成 LPG 油氣雙燃料系統改裝之車輛共約有 5 萬輛左右，且大多為電腦控制多點氣態順序噴射系統，而亞洲鄰近國家日本約 30 萬輛，韓國約 210 萬輛，全世界已超過 1000 萬輛，為了確保整體的交通安全與減輕社會大眾對 LPG 汽車的疑慮，衍生而來的問題有 LPG 新車型與相關零件的認證以及使用中車輛的檢驗、管理與保養、檢修，相信汽車監理與訓練機構及汽車業界已經面臨此問題，甚至汽車修護技術的甲級技工執照的術科檢定不久的將來亦很可能會出現相關之考題。

一、車用 LPG 系統的種類

汽車用的 LPG 系統有預混式、單點噴射系統、電腦控制多點連續噴射系統、電腦控制多點氣態順序噴射系統與電腦控制多點液態順序噴射系統等，在台灣地區最近幾年所流行使用的大多為將電腦控制汽油噴射引擎加裝電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統如圖一所示，加裝後該車變為油氣雙燃料系統，可分別切換使用單一汽油或單一 LPG 燃料於引擎的發動運轉。



- 1.加氣接頭
- 2.鋼瓶
- 3.油氣切換開關
- 4.LPG 電腦
- 5.氣化器
- 6.共軌噴氣嘴

圖一 電腦控制 LPG 氣態順序噴射系統

現筆者將有關汽車用電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統的構造簡介及改裝時與使用時應具備之知識，分別詳細描述於後：

二、構造簡介

1.加氣接頭

- (1)加氣接頭也可稱為加氣閥或充填閥，一般裝設在加油口附近或後行李箱內。
- (2)加氣接頭的閥門是屬於常閉閥，加氣時要藉由加氣站的加氣槍強制開啟閥門，以便充填 LPG 於鋼瓶內。
- (3)加氣接頭一般是以 8mm 銅管連接到鋼瓶上面的多口閥總成之灌裝閥。

2.鋼瓶總成

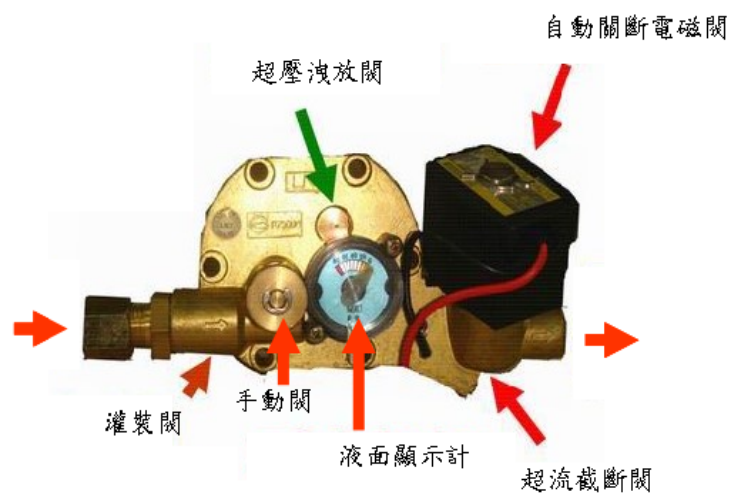
- (1)鋼瓶厚度為 3mm，經耐壓 30bar 以上、氣密、振動、撞擊、焊縫放射性品檢、熱處理及防銹烤漆等多重嚴格測試，符合 CNS13181 之國家標準認證。



圖二 鋼瓶總成

- (2)鋼瓶上面設有氣密室，內部有多口閥總成，如圖二所示。氣密室兩側有接頭，可以連接氣密導管至車身外的下方，用以防止因閥件不良或因鋼瓶內部壓力過高而使 LPG 氣體洩漏至車廂內。

- (3)鋼瓶上面烙印有製造廠商、製造年月日與序號等，汽車改裝時要把這些資料列印在行車執照內。



圖三 多口閥總成

3.多口閥總成

- (1)多口閥總成裝設有灌裝閥、超壓洩放閥、自動關斷電磁閥、超流截斷閥、手動閥、LPG 液面顯示計、超量灌裝防止裝置等如圖三所示。
- (2)灌裝閥裝設在多口閥總成的進氣端，具備有雙重逆止功能，

當加氣管線或加氣接頭受外力或因故損壞時，可以自動防止鋼瓶內的 LPG 外流。

- (3)鋼瓶因受熱或受外力擠壓，導致鋼瓶內部壓力過高時，即會將過高之氣態 LPG 從超壓洩放閥釋放至鋼瓶外部之氣密室內，並排至車身外，當回覆至正常壓力時，關閉超壓洩放閥。
- (4)自動關斷電磁閥裝設在多口閥總成的出氣端，當引擎熄火或將點火開關 OFF 時，自動關斷電磁閥會關閉並自動遮斷 LPG 的供輸，亦即要有引擎 rpm 訊號時此電磁閥才会有電源。
- (5)超流截斷閥的功用是當 LPG 管路或系統零件毀損，而即將造成 LPG 大量外洩時的瞬間，即自動遮斷並關閉多口閥出氣端，防止意外事故的發生。
- (6)超量灌裝防止裝置是裝設在多口閥的內側，亦即安裝後在鋼瓶內，由浮筒控制。此裝置的功用是當 LPG 充填達鋼瓶容量的 80% 時，即自動遮斷 LPG 入口，防止繼續流入鋼瓶內，為受熱膨脹或擠壓，預留 20% 的熱膨脹安全空間。

4.油氣切換開關

油氣切換開關如圖四所示，它是安裝在駕駛室內駕駛朋友用手容易觸及的位置，是用來作汽油或 LPG 的燃料切換，同時也可作液面顯示，以及 LPG 存量不足、壓力不足的異常顯示。



圖四 油氣切換開關

5.LPG 電腦

- (1)油氣雙燃料汽車的原引擎電腦執行引擎的各種情況之運算處理，而 LPG 電腦(如圖五所示)只負責換算，然後使各噴氣嘴噴出適當的氣態 LPG 量，以便使引擎的性能及燃燒都處於最佳化。



圖五 LPG電腦

- (2)各噴氣嘴噴出適當的氣態 LPG 量，一般是根據引擎轉速與原車的汽油噴射引擎各噴油嘴噴油時間，再加上氣化器溫度訊號以及共軌與進汽歧管壓力差訊號，最後再經由 LPG 電腦換算而來。

- (3)目前最新型的電腦可以記錄汽油供油曲線(Fuel Trim)，使調校者容易判斷 LPG 的設定供氣量是否正確，以避免出現 CHECK ENGINE 故障燈亮。

5. 氣化器

- (1)氣化器又稱為壓力調節器，如圖六所示，是用來將液態 LPG 轉變為氣態 LPG，同時也可以把 LPG 的壓力調節到約為 1bar 的適當工作壓力。

- (2) 為了將液態 LPG 變為氣態，故要在氣化器本體連接水管至引擎的冷卻系統。

- (3)有些廠牌將電磁關閉閥、濾清器、溫度感知器全部皆和氣化器裝設成一體，反之，亦有些廠牌是分開裝設在氣化器的附近。

- (4)電磁關閉閥能在引擎熄火時或切換至汽油燃料時，切斷至共軌噴氣嘴處的管路，並停止供應 LPG。



圖六 氣化器

6. 共軌噴氣嘴

- (1)改裝時共軌噴氣嘴的安裝位置能盡量靠近原車噴油嘴處，亦即各汽缸進汽門空氣入口附近。

- (2) LPG 噴氣嘴的數量和引擎的汽缸數是一致的，亦即 4 汽缸引擎就須裝設 4 只噴氣嘴，如圖七所示，6 汽缸引擎就須裝設 6 只噴氣嘴。

- (3)各汽缸的噴氣嘴是要接收 LPG 電腦的輸出指令，使在最適當時刻噴出最適量的 LPG，然後使各汽缸的燃燒與輸出性能達到最佳化狀態。



圖七 共軌噴氣嘴

7. LPG 濾清器

- (1)LPG 濾清器一般是裝設在氣化器與共軌噴氣嘴之間，用以過濾氣態 LPG，確保到達噴氣嘴之 LPG 是純淨的，以便延

長噴氣嘴之使用壽命。

(2)濾清器的最大過濾度為 $80\ \mu\text{m}$ ，最大運行壓力為 250Kpa。

8. 壓力感知器

(1)壓力感知器

的功用是感知共軌噴氣嘴處與進氣歧管之壓力差，然後再輸入至 LPG 電腦。

(2)壓力感知器

有一電線插頭，可連接到 LPG 電腦，亦

有另外兩個管路接頭，上面標示有 Pressure 字樣的接頭，要連接一較粗橡膠管路到共軌處，又另一標示有 V 字樣的接頭，則連接另一較細橡膠管路到引擎的進汽歧管，如圖八所示。



圖八 壓力感知器

三、汽車使用電腦控制 LPG 多點順序噴射系統的主要優點:

1. 降低行車成本，提升經濟性。

目前在台灣地區每公升的 LPG 價錢較 95 無鉛汽油少約 5~8 元，較 98 無鉛汽油少約 7~10 元，又據有關資料得知我們台灣地區每公升油氣價差曾經高達 15 元(含環保署補助 2 元)，故可降低行車燃料成本費用 40~60%，提升經濟性。

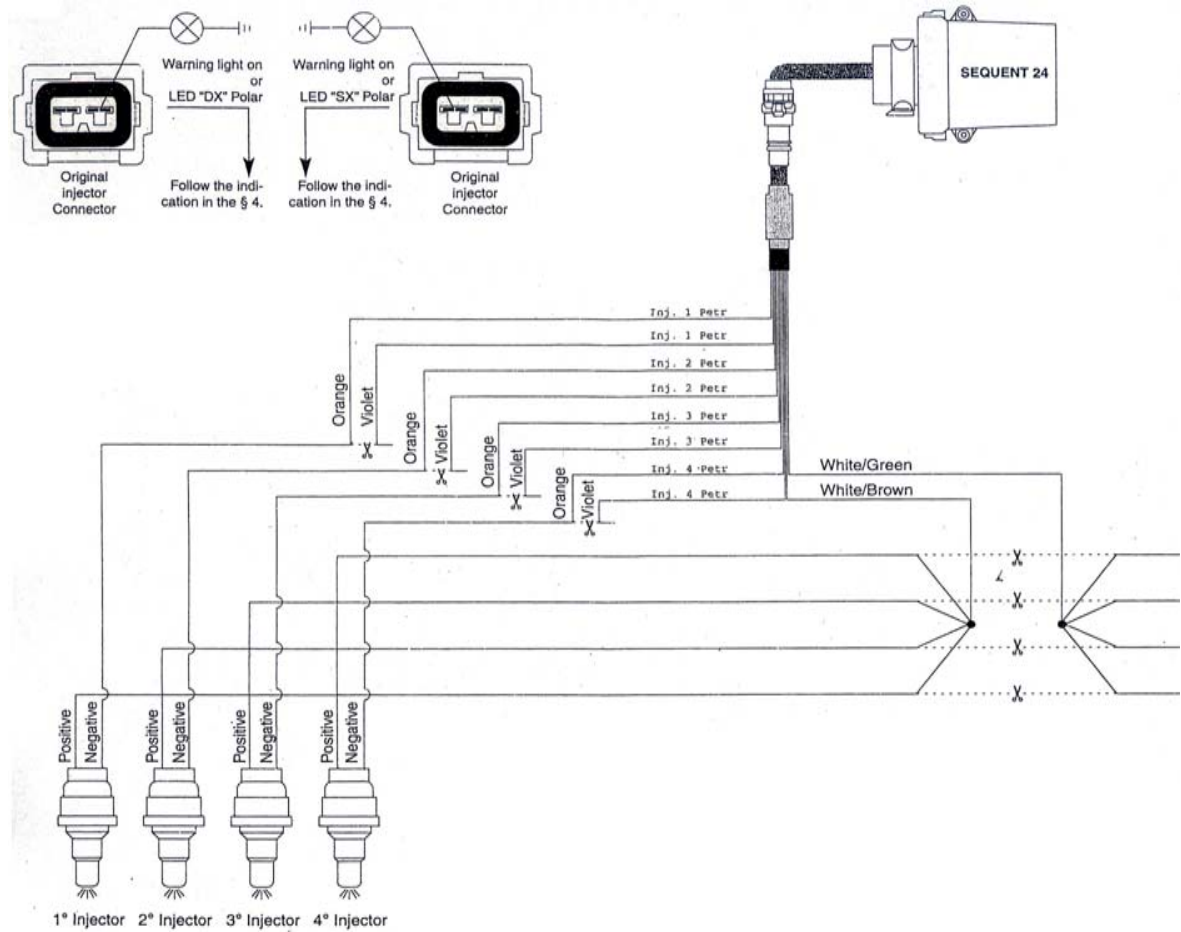
2. 可符合四期污染排放標準，減少 CO、HC、CO₂ 等氣體的排放，達到節能減碳的環保政策。

電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統如與汽油引擎的燃料系統結合變成油氣雙燃料系統，則汽車引擎發動使用燃料為 LPG 時，因 LPG 不需經過霧化、氣化的過程，引擎發動後大致上都能達到完全燃燒的狀態，故排氣中所含有害健康之污染氣體，如 CO、HC 與促進溫室效應的 CO₂ 皆較使用汽油為燃料的引擎少。(註:電腦控制 LPG 多點順序噴射系統只能加裝於電腦控制汽油噴射引擎。)

3. 油氣切換過程為電腦控制逐缸自動切換，不需人工切換，故行車使用時因而順暢無頓挫感且又能兼具便利性。

電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統有一組油氣自動切換開關與 LED 燈顯示裝置和 LPG 專用電腦連線，引擎發動使用者可透過此一裝置的 LED 燈顯示得知引擎發動是使用汽

油或 LPG 燃料類別，甚至亦可顯示鋼瓶內的 LPG 存量，提醒駕駛朋友。改裝時 LPG 系統的電腦所連接出來的各噴氣嘴線路必須與電腦控制汽油引擎的各噴油嘴線路並聯如圖九所示，故 LPG 系統的噴氣嘴之噴氣訊號的混合比補償控制和汽油引擎的噴油嘴之噴油信號的混合比補償控制是同步，又因上述兩種電腦內部程式之設計，使油氣切換過程為逐缸切換，故行車時會較順暢與無頓挫感。



圖九 將各缸噴氣嘴線路與原車各噴油嘴線路並聯

4. 電腦控制 LPG 多點氣態噴射系統如加裝在裝設有車上診斷 (OBD-II) 系統的電腦控制汽油引擎，是具有相容性。

改裝時如同上述第三項將各噴氣嘴線路與電腦控制汽油引擎的各噴油嘴線路並聯，且 LPG 系統的噴氣嘴之噴氣訊號的混合比補償控制和汽油引擎的噴油嘴之噴油信號的混合比補償控制是同步，又加上各自電腦內部程式之設計，故此種電腦控制 LPG 多點氣態噴射系統可和原先電腦控制汽油引擎相容，使組合而成的雙燃料系統之引擎於各種狀況發動運轉，能圓滑順暢無頓挫感。

5.LPG 辛烷值較汽油高，抗爆性較佳。

丙烷的辛烷值為 100~110，丁烷約為 90，混合後可直接使用於 9.5 以上的高壓縮比引擎，不易產生爆震。如改裝使用於非電腦控制點火系統的引擎時，要將點火正時適當提前才可節省燃料消耗及增大馬力，又如改裝使用於電腦控制點火系統的汽油引擎時，因點火正時是由電腦隨著引擎各種狀態的變化而自動控制與修正，則不需作人工調整。

6.免用燃油泵浦，可減少車重與檢修等之困擾。

LPG 因蒸氣壓力較汽油高(20°C 時的蒸氣壓力:丙烷 8kg/cm²，丁烷為 2kg/cm²，汽油接近於 0 kg/cm²)，故利用本身的蒸氣壓力即可將 LPG 從鋼瓶自動壓送到氣化器，使整個 LPG 系統免用燃油泵浦，可減少車重與檢修等困擾。

7.較不污染引擎曲軸箱內之機油。

車用 LPG 未含其它添加劑，較不會污染引擎機油，可延長機油的更換里程及提高引擎使用壽命。

8.改裝後使用之雙燃料汽車之各種駕駛性能和改裝前幾乎不變，可媲美以汽油為燃料之汽油車，亦即比民國八十年代所改裝使用之預混式 LPG 系統優異許多。

將原先電腦控制汽油車之引擎改裝電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統後，據筆者親自從台中開回高雄，試車操作結果發現引擎的輸出扭力與馬力所導致車輛之各種駕駛性能的變化差異，結果幾乎是一樣，無明顯差異。又加上事後一兩個月之追蹤調查亦無明顯差異，之所以如此，如以汽車構造原理角度分析探討，如同上述第 3 項所述的線路改裝情形是可認同接受的。

9.LPG 燃料的含硫量很低，汽車引擎使用後可降低排氣管與觸媒轉換器的損耗。

汽車引擎使用 LPG 當燃料，排放的廢氣有 CO₂、CO、HC、H₂O、N₂、NO_x 等，因 LPG 的含硫量(S)很低，故形成硫酸(H₂SO₄)的量亦很低，可降低排氣管與觸媒轉換器的腐蝕損耗。

10.LPG 系統的零組件與相關的安裝檢驗，皆須經過有關法規嚴格約束與 ARTC 認證，且安裝後的使用又需經過汽車監理單位之檢驗，故 LPG 汽車的使用是具有安全性。

各廠商所開發的 LPG 系統之各品牌零組件與安裝後的車型是否符合安全規定？目前在台灣地區皆須經過車輛測試中心(簡稱 ARTC)嚴格認證，他們是根據經濟部標準檢驗局所制定的 CNS13181 與 CNS12916 標準法規來執行認證的業

務，使 LPG 系統的各個零件皆在安全標準值以上，加上改裝廠的專業與汽車監理單位的檢驗，如再加上駕駛朋友的配合，安全性可說是很高的，縱使發生使用中車輛行車時出現嚴重漏氣燃燒，亦不會使火焰傳遞到鋼瓶內部，因鋼瓶內部壓力是大於 LPG 系統的管路壓力，且還有安裝於鋼瓶上面的多口閥總成的超壓洩放閥、超流截斷閥、自動關斷電磁閥、手動閥等以及防止 LPG 氣體洩漏至車廂的氣密室、氣密用的導氣波浪管等多重安全裝置。唯一較危險的工作情況是拆除鋼瓶氣密室的多口閥，是不可隨興而拆，一定要將鋼瓶內的 LPG 使用將罄，才可開始拆除。拆除時除了嚴禁菸火外，旁邊還要有人準備滅火設備，以備有危險狀況的不時之需。

11.分散能源使用

目前台灣地區約有 5 萬輛油氣雙燃料汽車，每年約使用 4.15 億公升 LPG，如有一天發展到 15 萬輛油氣雙燃料汽車，則一年用氣量將超過 12.5 億公升，那麼將可減少對汽油之依賴度，有效因應國際油價高漲之衝擊。

12.與預混式 LPG 燃料系統比較，即使發生回火故障也較不會損壞原車零件。

因為電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統的噴氣嘴是裝設在進汽門空氣入口附近，越靠近汽油噴嘴越佳，故當使用 LPG 系統使引擎持續發動，縱使發生回火故障時，因進氣歧管內只有少量的 LPG，也不會損壞原車零件，如空氣流量感知器等零件。

13.全電腦控制較無機械調校之困擾。

電腦控制 LPG 多點氣態順序噴射系統所組成之引擎在各種狀況發動運轉的混合比變化與怠速皆為電腦控制，又加上電腦控制點火系統的點火正時是隨引擎各種運轉情況而自動調整，故較無機械調校之困擾。

三、汽車使用電腦控制 LPG 多點順序噴射系統的主要缺點：

1. 改裝 LPG 時，此系統的零件成本較高，安全要求較嚴苛。

如同上述優點的第 10 項內容介紹，LPG 系統的安全要求較嚴苛，且它又加入了一些電腦控制的新零件，故零件成本較高。

2. 安裝維修人員需經汽車及電腦專業訓練。

整個安裝作業要考慮到安全與是否會影響到原車上其他原有汽車零件的作用，改裝後還要用 PC 電腦進行不同負載點的混合比修正、汽油切換到 LPG 的 rpm 臨界點設定、汽油切換 LPG 的時間延遲等電腦程式的參數修改作業，最後才可

使油氣雙燃料系統的引擎於各種情況皆能正常運作，由以上所述 LPG 系統的改裝作業師父，還是需要具備汽車與電腦專業技術。

3. 因加氣站設立不普遍，加氣不方便。

目前整個台灣地區合法加氣站約有二十五座左右，且全台北地區就佔有約十一座，其餘才分佈在其他縣市，可說改裝 LPG 系統的車輛要加氣就較不方便，故要推廣此種 LPG 系統的改裝業務就比較艱困。

4. LPG 鋼瓶一般是裝設於行李箱內，導致行李箱空間減少，並增加車重。

LPG 系統所使用的鋼瓶一般有橢圓型和輪胎型，目前大多使用橢圓型裝設於行李箱內，導致行李箱空間減少，並增加車重。至於輪胎型目前好像還未通過認證程序，它是裝設在行李箱備胎處，它的好處是較不佔用空間，但缺點是備胎無法隨車攜帶或需要擺放在車上其他地方，反而增加困擾。

5. 使用 LPG 燃料的引擎輸出馬力較使用汽油燃料時小。

LPG 燃料因密度較汽油低，單位容積的發熱量較少，故使用 LPG 燃料的引擎輸出馬力較使用汽油燃料時稍小，但一般的駕駛朋友於平坦路面較無此感覺。

6. 改裝後發現有少部分廠牌之引擎的汽門或汽門座較易磨損。

改裝後會發生上述不良結果，是因為汽門或汽門座零件未經硬化處理以及 LPG 燃料無潤滑功能。

7. 到加氣站添加 LPG 燃料時較不方便。

到加氣站加氣時，駕駛朋友一定要將後行李箱蓋掀開，並將引擎熄火，發火開關的鑰匙拔出交給加氣人員，以策安全。

四、LPG 系統的改裝作業程序

使用中車輛如要改裝 LPG 系統，其正常程序如下：(1)要經過有符合規定之 LPG 改裝廠與受訓合格之 LPG 技術人員按照標準的作業程序(簡稱 SOP)，實施 LPG 系統的改裝作業，至於所改裝之車型與所使用之零件，當然都要經過合法認證。(2)改裝作業完成時，使用汽油燃料將該改裝車輛開至公路監理單位去檢驗，檢驗合格後，並更換註記有已改裝 LPG 字樣、鋼瓶製造商、年份、製造號碼等的行車執照。(3)憑已更換的行車執照，才可將車輛開到合法的 LPG 加氣站加氣，加氣時要遵守加氣規定，比如引擎一定要熄火且點火開關的鑰匙要交給加氣人員，置放 LPG 鋼瓶的行李箱一定要開啟，且只能加到鋼瓶容量的 80% 等。(4)然後再將該改裝車開回改裝廠，引擎發動並使用 LPG 燃料與 PC 電腦、專用電腦軟體、連結線，進行引擎調整工作後才算完

成整個改裝作業。

五、修理車身板噴時應注意事項

- (1)當 LPG 車輛要進行車身烤漆時溫度不可超過 90°C，鋼瓶內的 LPG 存量決不可高於 80%，其它板金工作的處理與汽油車是相同的。
- (2)如需將鋼瓶拆離車身，則須先將氣密室內的多口閥總成上之手動閥鎖緊後，再緩緩旋鬆多口閥左右側之 LPG 進出銅管接頭，並待該銅管內的 LPG 完全排洩完畢後，再完全拆下銅管接頭，搬離鋼瓶。(註:拆下銅管接頭時要注意安全)
- (3)板金工作完成後則須按先前所述(1)(2)項之相反程序裝回鋼瓶總成及銅管接頭，並一定要經專業人員使用檢測儀器與工具安全檢查後，才可繼續使用該車的 LPG 系統。

六、LPG 系統的保養

- (1)改裝後為使本系統的作用持續處於最佳化的作用狀態，一定要作好最初的 1000 公里保養、檢查甚至調整。
- (2)爾後的 5000 公里、20000 公里、40000 公里、60000 公里.....等，亦請按照廠家規定，作好本系統的各零件之安全檢查、保養與調整，甚至 LPG 濾清器的更換。

七、改裝後常見問題及解決方法

(一)故障症狀：引擎使用汽油當燃料時怠速正常，但轉換為 LPG 當燃料時怠速抖動較嚴重。

- 可能故障原因:
- 1.點火正時不準確或點火系統機件衰損老化，高壓電的跳火較微弱，因為引擎使用 LPG 當燃料時，所需的跳火電壓較高。
 - 2.節氣門與 ISC 閥附近可能有積碳。
 - 3.上述的故障症狀如再檢查排氣情況，發現排氣聲浪較不穩定，甚至排氣壓力較高時，可能為汽門腳間隙太小。
 - 4.LPG 系統的氣化器內部彈簧疲乏彈力改變，LPG 輸出壓力不符廠家規定。
 - 5.某些汽缸的噴氣嘴不良。

解決方法:

- 1.詳細檢查點火系統如點火正時的各種轉速之動態變化情形及各缸高壓線、各缸火星塞、分電盤蓋、分火頭、發火線圈等，必要時要用示波器檢查點火波形並分析故障，並更換相關零件，如皆正常，請繼續檢查下述 2.3.項。

- 2.檢查並清潔節氣門與 ISC 閥附近的積碳。
- 3.檢查汽門腳間隙，必要時要遵照廠家規定調整。

4.使用專門軟體與 PC 電腦並調整氣化器上面中央內六腳螺絲改變混合比，使引擎能正常運轉。

5.更換噴氣嘴。

(二)故障症狀:引擎使用 LPG 系統時，引擎故障警告燈亮。

可能故障原因: 混合比過稀

解決方法:使用專用軟體與 PC 電腦重新調校 LPG 之供應曲線，使空燃比恢復正常即可。

參考資料

- 一、汽車新式裝備 全國工商出版社 吳啟明 編著
- 二、油氣雙燃料車推廣計畫講義 行政院環保署 莊訓城編著
- 三、液化石油氣汽車改裝及檢驗人員訓練班講義 公路總局北訓所
- 四、油氣雙燃料系統車主使用手冊 運寶雙燃料裝配廠 王榮哲編著
- 五、BRC 油氣雙燃料線路改裝資料 元太雙燃料裝配廠
- 六、97 年加強推動使用油氣雙燃料車系列座談會講義 環保署主辦
- 七、電腦網路 LPG 相關資料。