

目錄

第一節 前言	2
第二節 引擎的原理	2
壹 四行程汽油引擎	2
貳 四行程柴油引擎	4
參 二行程汽油引擎	5
第三節 農用引擎維修實務	7
壹 汽油引擎使用保養與檢修要領	7
貳 柴油引擎使用保養與檢修要領	12
參 農用引擎進階保養實務	16
第四節 結論	29
第五節 參考文獻	30

第一節 前言

兩年來推動國立宜蘭大學的農業推廣工作，辦理了多場農民農機訓練班，並與農民朋友們有了近距離的接觸，個人也去看了部份農民家中的農機具，在農友家中，這些看似全新卻已經無法發動的小型農機，包括：割草機、噴霧機、中耕機、鏈鋸、香菇鑽穴機等，是農民朋友們的生財工具，也是他們省吃儉用買下來的設備，可是卻因為缺乏保養常識而無法使用、形同廢鐵，實在令人看了心疼。其實，農業機械依用途而不同，其種類亦極繁多。此等機械依其活動之性質可分為原動機(Prime Mover)、作業機與傳遞機等三大類。原動機是一種特定的機械，可將自然界中之各種型式的能轉換為有用的機械能，例如水車、風車、蒸汽機、與內燃機等，均屬原動機；前者將水力及風力轉化為有用之機械能，後二者則將煤及石油轉換為機械能。內燃機俗稱引擎，是進入農業機械領域最重要也是最核心的專業領域，只要引擎能夠發動，農民家中的小型農機就能發揮其效用。因此，本手冊將重點放在單缸引擎的實務探討，除了介紹農用引擎的基本理論知識外，主要是以實做的方式，介紹農用引擎中單缸二行程汽油引擎、單缸四行程汽油引擎以及單缸四程柴油引擎的各部功能及使用保養，期望農民朋友們能依據本手冊的步驟，對自己的農用引擎做簡易的保養以及故障排除。

第二節 引擎的原理

內燃機(Internal Combustion Engine)亦稱引擎(Engine)，其功能在於將燃料中的化學能藉著燃燒，使其轉變為熱能，然後藉著熱力學循環將該項能量轉為機械動力能。以內燃機而言，上述能量型態的轉變均發生在氣缸內部，亦即燃料導入氣缸後使之點火燃燒，隨之藉燃燒後之高溫高壓氣體之膨脹，驅動活塞從而作工輸出機械能。

氣缸為引擎之重要部件，活塞可在氣缸中移動。氣缸有單缸及多缸之分類，一般生物產業農用之割草機、噴霧機、抽水機及耕耘機等均使用單缸；汽車及曳引機則使用多缸，如四缸、六缸及八缸等。後者常安排成直列型、V 型或扁平型，依其空間需求而定；但汽車仍以 V 型者為主。

氣缸內活塞活動的空間稱為燃燒室。當活塞上升至頂點時，空間最小，至底端時空間最大。在最大與最小之間的容積稱為排氣量(Displacement)，通常以 cc 表示，或為立方公分。故若某四缸引擎每缸排氣量為 500cc，則其總排氣量應為 2000cc。3000cc 六缸引擎其排列為 V 型者，常以 3000ccV-6 或 3 公升 V-6 稱之。排氣量因而常做為引擎出力之標準，在相同的條件下，1500cc 引擎之出力約為 3000cc 引擎之半。為增加出力通常可增加氣缸數或加大每缸之排氣量。氣缸中排氣量之最大值與最小值之比則稱為壓縮比(Compression Ratio)。

壹、 四行程汽油引擎

四行程循環(Four-Stroke Cycle)稱為奧圖循環(Otto cycle)者，乃為紀念 Nikolaus Otto 於 1876 年的發明，絕大多數的汽車都使用四行程汽油引擎(Gasoline Engine)，將汽油轉換為機械動力。四行程包括進氣、壓縮、燃燒及排氣等行程，而汽油引擎內部之基本機構則包括活塞、氣缸、

進氣閥、排氣閥及火星塞等元件。圖 1 所示為一台單缸汽油引擎。



圖 1 單缸汽油引擎

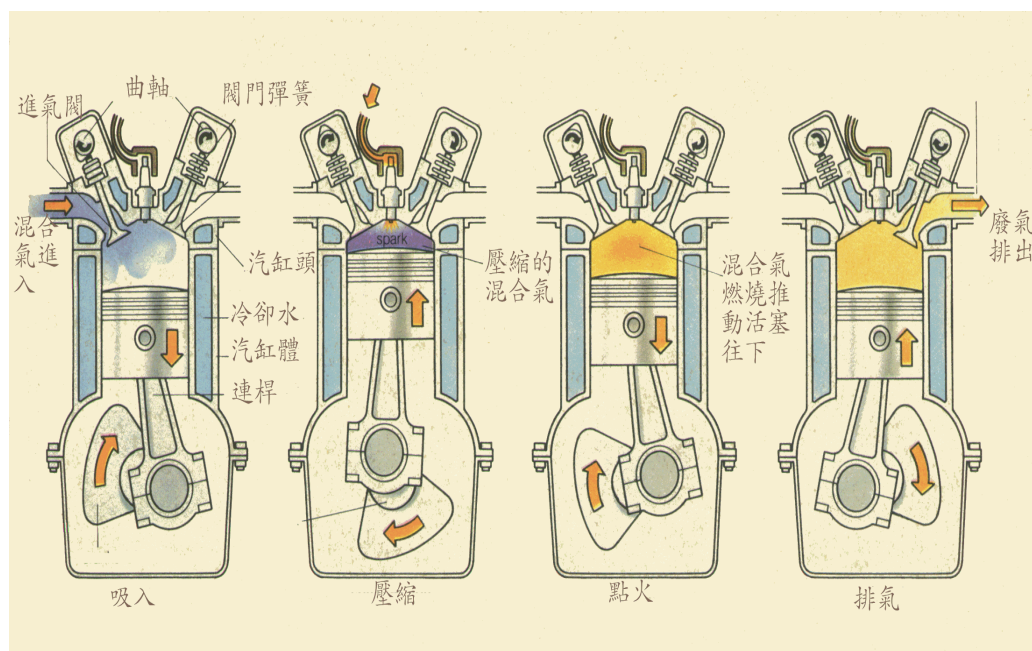


圖 2 四行程奧圖循環動作原理

圖 2 所示為四行程奧圖循環汽油引擎活塞之動作原理，活塞藉連桿連結曲軸。曲軸迴轉的過程中，有下列事件發生：

1. 進氣：活塞由最頂端開始往下，進氣閥打開，氣缸直接自外界吸入汽油與空氣的混合氣，只要一小滴的汽油即可產生動力。
2. 壓縮：活塞自底端往上移動，進氣閥關閉，混合氣被壓縮，壓力及溫度均因而增加。
3. 燃燒：當活塞抵達頂端時，火星塞適時點燃，使壓縮的空氣產生爆炸，活塞受膨脹的氣體往下運動，或稱為動力行程。
4. 排氣：當活塞抵達底端時，排氣閥打開，廢氣受活塞往上推擠排出。

經過上述四個行程，活塞之動作又重複同樣的動作。活塞雖為往復的運動，經過連桿及曲桿，可轉換為迴轉運動。一般汽車普遍使用四行程引擎，因為其效率較高、價格便宜而且容易加油。

貳、 四行程柴油引擎

柴油引擎又稱迪賽爾引擎(Diesel Engine，圖 3)，其作業過程仍為四行程之格局，為德人 Rudolf Diesel 於 1893 年發明。其與汽油四行程主要不同的地方有：

1. 汽油引擎吸入氣缸者為汽油與空氣之混合油氣，利用高壓火星塞點火。柴油引擎吸入者僅為空氣，經壓縮後直噴柴油燃料點火。
2. 汽油引擎之壓縮比為 8:1 至 12:1，柴油則達 14:1 至 25:1，因而後者之熱效率較高。
3. 汽油引擎使用化油器以進行油氣混合、或在進氣口之前利用噴油嘴噴射燃料混合油氣，柴油引擎則採用直噴燃料之方式將柴油直接進入氣缸。



圖 3 單缸柴油引擎

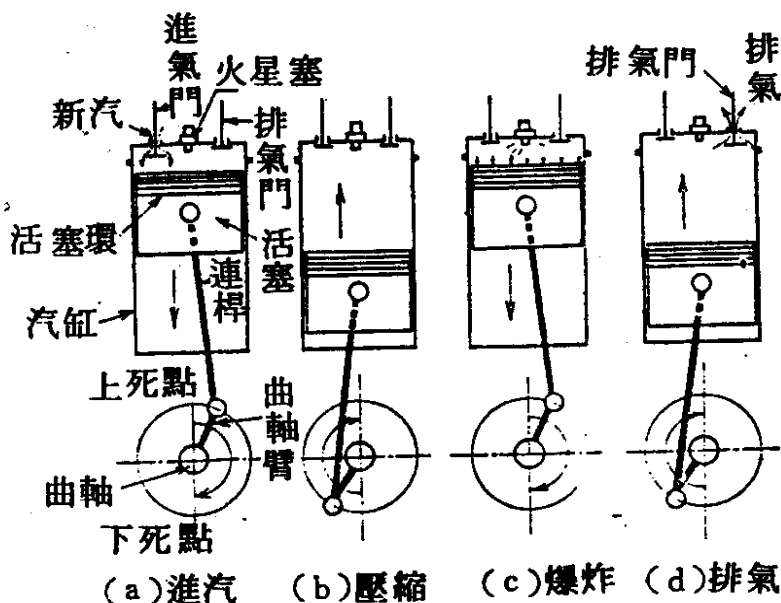


圖 4 迪賽爾引擎的動作原理

圖 4 所示為迪賽爾循環柴油引擎之動作過程，利用噴油嘴取代火星塞，柴油在高壓狀態之下，直接噴入氣缸中，藉受壓縮於氣缸中之高壓與高熱之空氣來點燃柴油。

柴油引擎之燃燒室設計甚為複雜，不同的氣缸空間，其位置可能不同。噴油嘴必須在高壓高熱下仍需能將燃料霧化，並讓霧化燃料能環繞於氣缸內噴灑，使其分佈均勻。

參、 二行程汽油引擎

二行程引擎(Two-Stroke Engine，圖 5)又稱為克拉克引擎，為 Clerk 於 1880 年發明，主要應用於割草機、花園機械、小型遙控飛機等。就曲軸之轉動而言，每轉動一圈即有一次爆炸的動力，其優於四行程者如下：

1. 二行程引擎無氣閥裝置，可簡化機構及減輕重量。
2. 二行程每兩行程可獲得一動力，比四行程中僅一動力較為平均。
3. 二行程可以在任意方位運轉，對有些需有不同方位之應用如鍊鋸等十分有用。由於結構簡單、重量輕，且每兩行程即得一動力，故與四行程相較，其動力/重量比很高。



圖 5 二行程汽油引擎

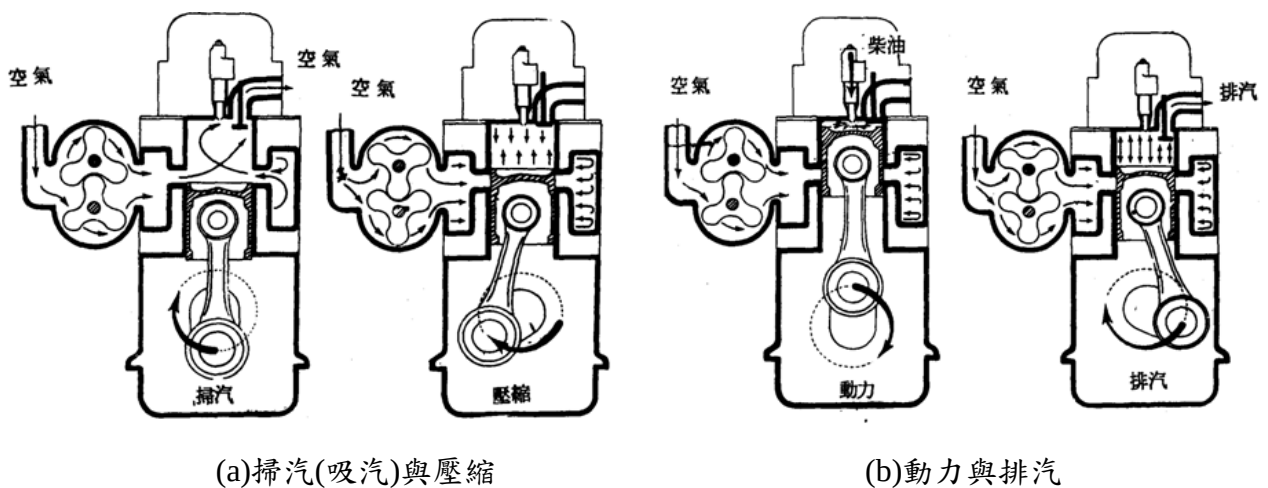


圖 6 二行程汽油引擎

二行程與四行程一樣，具氣缸、活塞、及火星塞，但無進排氣閥門，由活塞的動作位置取代。如圖 6 所示，當活塞在頂端時，混合氣被壓縮，火星塞點火爆炸，活塞被推動往下運動。當活塞將抵達底端前，排氣孔被活塞適時打開，廢氣先因本身之壓力逃離氣缸。此時由於活塞繼續往下推擠，反而壓縮曲軸箱內之混合油氣，當活塞至底端之位置時，活塞又適時打開由曲軸箱進入氣缸之通路，被壓縮之混合油氣因此得以進入氣缸。當活塞繼續往上行進，首先關閉掃氣孔，其次關閉排氣孔，氣缸內之混合氣開始被壓縮。在活塞往上之行程中，由於掃氣孔首先關閉，曲軸箱內開始變為真空，外界混合油氣乃由活瓣閥(Reed valve)進入，充滿整個曲軸箱。當活塞抵達頂點時，油氣被點燃爆炸，開始下一行程。

雖然二行程引擎有動力大、結構簡單、與重量輕之優點，但為何一般汽車或卡車均未見其使用？主要是污染的問題。二行程造成環境污染的原因有二：首先由於機油滲入燃料，部份會引起燃燒。如此會造成或多或少的油煙；磨耗的引擎，其產生之油煙更多，更會污染大氣。其二是其結構之問題：由於掃氣孔與排氣孔甚為接近，故油氣進入氣缸時，有可能自排氣孔逸出。這些新鮮未燃油氣與燃燒後之廢氣混合，對環境之傷害甚大。

第三節 農用引擎維修實務

農用引擎主要分為單缸四行程汽油引擎、單缸二行程汽油引擎以及單缸四程柴油引擎等，一般會發生無法發動的主要因為在長期儲藏不用前的保養動作做得不確實，以及長期不用造成油路阻塞不順暢等原因，使得引擎無法發動。為此，農民常要花一筆經費用請農機行幫忙發動，不僅花錢而且費時，其實引擎若不能發動有其一定的檢查步驟，只要依照順序做檢查，農民是可以很輕鬆地將故障排除。

壹、 汽油引擎使用保養與檢修要領

一、 汽油引擎使用前之檢查：

小型農機幾乎都使用吃汽油的單缸汽油引擎做為動力，但是這種引擎還可以再分成二行程引擎(圖 7)及四行程引擎兩類(圖 8)。



圖 7 二行程汽油引擎



圖 8 四行程汽油引擎

基本上，體積小、重量輕、可以掛在背上、掛在腰上或拿在手上使用的大概都屬於二行程引擎。而那些放在地上或固定在車架上使用的大概都是四行程引擎。話雖如此，還是請各位回家查一查使用手冊上面所記載的引擎種類比較保險。當確定了引擎種類後，就應該照下面的要領做使用前的檢查：

(一) 燃油箱之檢查

1. 一般四行程引擎油箱應加滿 95 或 98 的無鉛汽油，不得使用混合汽油。
2. 二行程引擎油箱要加入混有二行程專用機油之混合汽油，汽油的種類用 92 無

鉛汽油即可，不得加入純汽油在油箱中。汽、機油比例為 25：1，即 25 公升的汽油中應混合 1 公升的機油。調製時使用附有刻劃的調油桶調合比較正確。

3. 存放太久的汽油其輕質部份已揮發，不易著火燃燒，請勿做為引擎燃料。
4. 加油時應避免塵埃及水份滲入，並須經過濾網過濾始得加入油箱。

（二）曲軸箱之檢查

1. 四行程引擎曲軸箱內應加入 30 號機油至機油測尺的上下刻度之間(圖 9)，使用前應檢查機油油量及品質是否符合規定。
2. 二行程引擎因其潤滑用的機油已經混合到汽油中，故曲軸箱內不應再加入機油；若曲軸箱內有留殘油應予排放乾淨。



圖 9 四行程引擎曲軸箱內應加入 30 號機油至機油測尺的上下刻度之間

（三）空氣濾清器之檢查

1. 空氣濾清器可分成乾、濕兩種。乾式空氣濾清器應常保濾紙或濾綿之清潔，其方法為定期更換濾紙或用空氣噴槍將濾紙由內向外吹去塵埃；濾綿則可用肥皂水加以清洗並予瀝乾後裝回。
2. 濕式空氣濾清器應檢查油盆內是否裝有 30 號機油，並應定期換機油。濾蕊部份可用煤油清洗並加以瀝乾後滴上機油數滴。

（四）冷卻系統之檢查

1. 汽缸及汽缸蓋周圍散熱片應保持清潔，不能有塵土及夾雜草屑以免通風不良。
2. 清理導風罩四周及進風口濾網，以免雜物阻塞空氣之進入造成引擎過熱現象。

（五）機體及各附屬裝置檢查

1. 輕拉起動繩以檢查引擎壓縮狀況是否良好。
2. 檢查各附屬裝置是否固定妥當。
3. 檢查各部份螺絲是否鎖緊，若有鬆脫現象應立即鎖緊。

二、 引擎的起動與溫車：

- （一）打開油箱下方或化油器旁之油杯開關(圖 10)。
- （二）將油門加至約一半處或置於啟動位置。

(三) 關閉阻風門(圖 11)。



圖 10 打開油箱下方或化油器旁之油杯開關



圖 11 關閉阻風門

- (四) 輕拉起動繩轉動引擎數圈，確定引擎能夠順暢運轉後再行起動。
- (五) 拉起動繩時應注意不要拉出太多，以免扯斷繩子或損壞起動裝置。
- (六) 引擎發動後阻風門應徐徐打開，若發現打開阻風門會造成運轉不順，應立即將阻風門關回，稍待片刻等引擎溫熱後再予打開；若引擎已經溫熱，不必關閉阻風門即可嘗試發動。倘若引擎不易發動，可以試著改變阻風位置（例如將關閉的阻風門打開，或將打開的阻風門關閉等）再予發動。
- (七) 引擎起動後不宜立刻令其工作，應給予 3~5 分鐘的低速度運轉時間，使引擎溫度逐漸上升至工作溫度後再加上負荷，以延長使用年限。（此一動作稱為「溫車」或「暖機運轉」）。

三、 使用中的檢查

- (一) 使用時將油門調至適當轉速後加予固定。
- (二) 運轉中應隨時注意引擎的轉速、聲音、排氣、溫度等變化，若有異狀應隨時停止引擎檢查。（註：正常運轉的引擎轉速不會忽高忽低，也沒有雜音或爆裂聲響出現；四行程引擎排氣無煙無色，二行程引擎則有淡淡的白煙由排氣管排出。）

四、 引擎熄火

- (一) 引擎熄火前應卸除負荷並將轉速降低後繼續運轉數分鐘使引擎徐徐冷卻。
- (二) 壓下熄火按鈕或關閉熄火開關使引擎停止運轉。

五、 使用後的保養

- (一) 擦拭引擎外表以保持清潔，同時將容易生鏽部位擦拭機油，活動部位應點油潤滑。
- (二) 四行程引擎每工作 50 小時須定期更換機油，更換時應於引擎工作後趁熱換油，以免金屬屑等雜質沉澱在曲軸箱內不易排出。
- (三) 輕拉起動繩至拉不動處，即將引擎保持在壓縮上死點位置。
- (四) 關閉阻風門及油杯開關。
- (五) 將引擎放置於乾燥通風處。

六、 引擎長期停用前的保存要領

根據經驗，不當的保存方式是造成引擎無法發動的主因，在此特別呼籲各位農友一定要做好引擎長期停用前的保養工作，才可確保下次的起動順利。

- (一) 將燃油箱及化油器內的燃油排放乾淨。
- (二) 如果化油器內殘油不易排出，可在油箱殘油排放後發動引擎運轉至熄火為止。
- (三) 拆下火星塞並由火星塞孔滴入數滴機油(圖 12)，輕拉起動繩數次使汽缸壁、活塞、活塞環等表面形成油膜以防生銹。
- (四) 裝回並鎖緊火星塞，再將曲軸轉到活塞位於壓縮上死點的位置。
- (五) 擦拭引擎外表，並將油漆脫落部份補漆或塗上黃油以免生銹。
- (六) 將引擎用帆布蓋好或裝入紙箱內，放置於通風乾燥處。



圖 12 拆下火星塞並由火星塞孔滴入數滴機油

七、 存放後再啟用的要領

- (一) 以少量汽油加入油箱再由化油器下方漏油螺絲排出，以清洗燃料系統。
- (二) 依引擎種類(四行程或二行程)將適當油料加滿油箱(見使用前的檢查)。
- (三) 輕拉起動繩數次以確定各部位都能順利運轉。
- (四) 打開油杯開關並關閉阻風門。
- (五) 其餘按照前面所述的起動要領發動引擎並試車。

八、 汽油引擎常見的故障及修護要領

(一) 無壓縮：

即拉動起動繩時無明顯之鬆緊變化現象，此故障常發生於長期停用後的引擎。造成此故障原因是停用前未依規定將活塞轉至壓縮上死點位置，導致進、排氣門長期打開，經一段時間後汽門桿生銹而卡死，造成汽門無法上下運動而漏氣(只限四行程引擎才有此問題，二行程引擎沒有氣門)；或因引擎使用時間已久，汽缸過度磨損、壓縮氣洩漏所致。修護方法是拆下搖臂室蓋(圖 13)或汽缸蓋後在汽門桿及汽缸壁四週點油並用膠槌輕敲汽門頂部使其鬆動(圖 14)，再轉動飛輪、重覆上述動作，直到氣門及活塞都能活動自如為止。修護後如果還是沒有壓縮，那就是汽缸壁過度磨損導致壓縮不良所致，如此只能送回工廠進行搪缸。



圖 13 拆下搖臂室蓋



圖 14 用膠槌輕敲汽門頂部使其鬆動

(二) 沒電：

即火星塞無法跳火，此故障發生於火星塞經過長時間使用後正負電極磨損或電極間附著積碳未加清理所致，修護方可將火星塞拆下，清除積碳或是更換新品。鎖回氣缸蓋前先做跳火試驗，即將火星塞套入高壓線後靠在引擎外殼，拉動起動繩觀察正負極間是否有火花跳動(圖 15)，若已有火花跳動則為正常，倘若更新火星塞後仍然無法跳火，可能是點火線圈損壞，應送回工廠更換線圈。

(三) 沒油：

即汽油無法經過化油器進入汽缸內燃燒，修護時應先檢查油箱內有無汽油？化油器內有無汽油？如果上述情況都證實沒問題，則可能是長期存放前未將化油器內殘油排放乾淨，導致汽油變質堵塞化油器內油孔所致。修護方式可拆下化油器進行細部分解並予清理各油孔，清理後各油路螺絲應按規定圈數調整裝回(圖 16)，再行發動。



圖 15 拉起動繩觀察正負極間是否有火花跳動



圖 16 各油路螺絲應按規定圈數調整裝回

(四) 汽油變質：

長期不用的引擎常因油箱及化油器內的汽油變質（即輕質部份揮發、重質部份留存）而不易燃燒。修護的方式是將化油器下方排油螺絲放鬆排出殘油，或拆下浮筒室蓋漏掉殘油(圖 17)，再由加油口加入新鮮汽油（四行程引擎）或混合汽油（二行程引擎），如此常可使引擎恢復正常運轉。



圖 17 將化油器下方排油螺絲放鬆排出殘油，或拆下浮筒室蓋漏掉殘油

(五) 其他

長期不用的引擎也常發現在排氣管的出口處有土蜂窩阻礙廢氣排放而無法發動引擎。清理的方法很簡單，拿一支螺絲起子戳破土蜂窩倒掉泥土即可。

貳、 農用柴油引擎使用保養與檢修要領

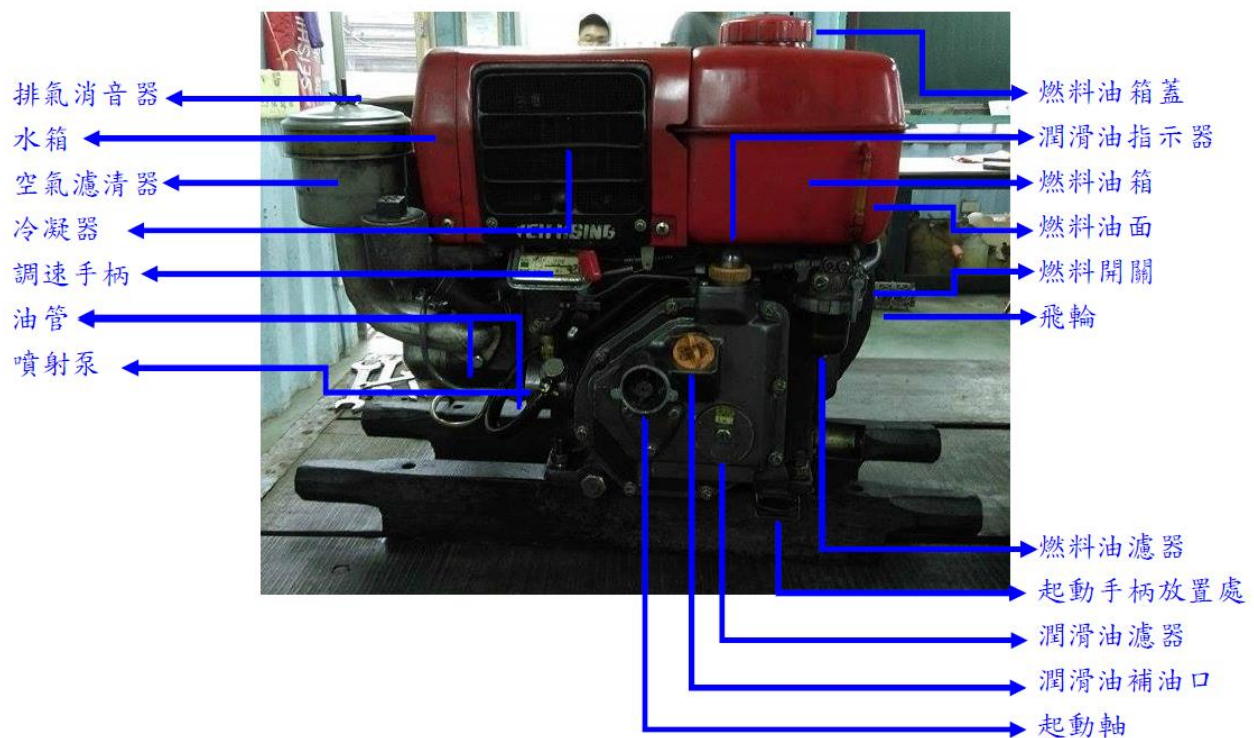


圖 18 柴油引擎各部構造

一、柴油引擎使用前的檢查

新引擎使用前應仔細研讀使用說明書，以瞭解定期保養的時間與項目，同時在新車使用的前 50 個小時內不可以超負荷或超速運轉，如此各部機件才能充份「磨合適配」。此外還須提早更換機油的時間至 30 小時，使加工過程中所產生的金屬屑能儘早清除。柴油引擎各部的構造如圖 18 所示。至於一般的檢查項目包括：

(一) 燃料油

最適合小型柴油引擎使用的燃料油為中油公司生產的高級柴油或超級柴油。使用前儘量將油箱加滿，使用中如果發現油面高度已降至補充線下方則須立即補充，千萬不要等到完全沒油而且引擎熄火後才添加，否則就得進行空氣排除的動作(俗稱漏空氣)。加油時應避免塵埃及水份的侵入，燃油一定要經過加油口的濾油網過濾後才可加入。此外，使用引擎時要將燃油濾清器上方的油杯開關轉到「開」的位置，如此柴油才能順利流入油管。

(二) 冷卻水

大多數的柴油引擎都是採用水冷式冷卻系統，因此水箱內務必添加冷卻水。最好的冷卻水為軟水(註：水中不含礦物質者)，一般則為自來水中加入防銹劑做為冷卻水。檢查冷卻水存量時一定要在引擎冷車的狀態才能實施，否則在引擎熱車的情況下冒然打水箱蓋，往往造成操作者嚴重燙傷。冷卻系統的檢查除了水量夠不夠以外，還須檢查風扇皮帶的緊度是否合於規定，如此才能防止因散熱不良所造成的引擎過熱現象。

(三) 潤滑油

此項檢查包括曲軸箱機油油面高度及機油指示燈作用的情形兩種。前者在確定機油量的多寡，後者則在檢視機油循環是否正常。同時還須檢查機油品質的好壞，如果機油顏色污濁、黏度太稠、太稀等都須要更新機油。使用人最好能夠依照使用手冊的規定定期更換機油，如此才能確保引擎工作之正常。另外，如果發現機油量正常，但是機油指示器不動或不轉，則代表潤滑系統有阻塞或機油泵有問題，應先檢查問題所在並排除故障後方可使用。

(四) 空氣濾清器

目前柴油引擎使用的空氣濾清器分成乾式及濕式兩種，前者以濾紙或海綿過濾空氣中的塵埃，後者則以濾網和機油捕捉空氣中的懸浮粒子，兩者都須要定期清理。乾式空氣濾清器的清理方法是利用高壓空氣由內向外吹掉表面上附著的灰塵，或定期將濾芯換新。濕式空氣濾清器則須清洗濾網並定期將油盆內機油換新，所用的機油號數與曲軸箱機油相同。

(五) 機體及附屬裝置

引擎使用前操作者應對引擎外觀及附屬裝置做一檢視，檢查有無螺絲鬆動、油管是否漏油、水箱有無漏水、護蓋是否脫落、調速裝置能否靈活作用等，務必一切檢查無誤後才可以起動引擎。

二、引擎的起動與溫車

大型農業機械，如曳引機、收穫機等所用的引擎大多為多缸引擎，馬力大、壓縮比高，非用起動馬達則無法起動；但是小型農機如耕耘機、抽水機等使用小型單缸引擎，則可利用起動手柄由人力搖轉發動。正確的起動方法是：左手壓住減壓柄，先慢速迴轉引擎數圈，使潤滑油循環到各部機件。正式起動時油門需加大一些，左手壓住減壓柄，右手將起動手柄向順時針方

向快速旋轉 4~5 圈使飛輪已產生足夠的慣性力後，左手放掉減壓柄，右手順勢再轉一圈，引擎即可發動，同時起動手柄也會自動移出。萬一引擎發生倒轉情形，需立刻關掉油門停止引擎、再重新發動。發動後的引擎不宜立刻加上負荷開始工作，應做 3~5 分鐘的低速運轉，使引擎逐漸達到工作溫度後才可以加快速度並開始作業，此過程稱為「溫車」，或「暖機運轉」。

三、使用中的檢查

引擎運轉中須要觀察機油指示燈(器)是否顯示正常。此外，引擎正常時排氣管排煙無色，如果運轉中發現排氣管持續冒白煙、黑煙甚至淡藍煙時，都是不正常的現象，應送回工廠檢修。運轉中還須注意引擎轉速、聲音、溫度等有無異常現象，如果聽到雜音出現、轉速忽快忽慢、溫度太高等都是不正常的現象，應立刻熄火檢修。

四、引擎停止

工作完畢引擎熄火前應先慢速運轉數分鐘，使機體溫度降低後，再關掉油門停止引擎。緊急狀況(如引擎發生狂車現象等)，可壓住減壓柄不放，使引擎因汽缸壓力洩漏而驟然停止。

五、作業後的保養

引擎使用後如果已達到更換機油時間則需趁熱換油，以免因冷卻後機油中的雜質沉澱在曲軸箱底部不易排出。高山或寒冷地區使用引擎時，為免發生冷卻水結冰現象，可在使用後將汽缸蓋下方排水開關打開，放掉冷卻水，下次使用前再將冷卻水加回。此外，為使引擎容易發動，每次作業後都應將飛輪轉到壓縮位置(即不壓減壓柄時，飛輪轉不動的位置)，如此進排汽門都在關閉狀態，可防止外界潮濕空氣進入汽缸中。

六、定期保養

為保持引擎的最佳使用狀況，每日及一定期間的定期保養應確實為之。保養的項目及實施方式應依照使用手冊的規定，而一般性的原則如下：

(一)每日保養

1. 燃料油的檢查與補充。
2. 潤滑油的檢查與補充。
3. 冷卻水的檢查與補充，
4. 引擎外部的清潔。

(二)每 100 小時保養

1. 更換曲軸箱機油，並清潔機油濾清器。
2. 清潔空氣濾清器(濕式空氣濾清器需換油)。
3. 拆下燃油箱下方的放油螺絲，將沉澱於油箱底部的水份及污物排除。
4. 冷卻系統風扇皮帶緊度調整。適當的緊度為用手指壓下皮帶的中央時約有 15~20mm 的伸縮量。
5. 各重要部位螺絲重新鎖緊。例如：汽缸蓋螺絲，進排氣管螺絲、皮帶輪螺絲等。

(三)每 300 小時保養：

1. 調整進、排氣門間隙，務必使氣門腳和搖臂之間有 0.2~0.3mm 的間隙。
2. 清洗油箱內部並更換機油濾清器濾芯。
3. 運轉中觀察排氣顏色，排氣管如有濃煙持續出現，應送回工廠檢查噴油嘴及氣缸壁磨損情形。
4. 拆下汽缸蓋清除燃燒室內積碳。

(四)每 600 小時保養：

柴油引擎使用 600 小時後應將其送回原廠或服務中心詳細檢修。必要時實施更換汽缸套、曲軸軸承片等大修工作。

七、長期存放前的保養要領

柴油引擎常因長時間存放後便無法再發動，此乃因存放前未做好保存工作，致使潮溼空氣進入汽缸，造成缸壁生鏽，氣門卡死等現象。因此長期存放前必須：

1. 更換曲軸箱內潤滑油。
2. 燃油箱內加滿柴油（可防箱壁生鏽），並將油杯開關轉到「關」的位置。
3. 由進氣管滴入數滴機油並旋轉飛輪數圈，使機油在汽門、汽缸壁、活塞環等處形成保護油膜。
4. 將飛輪轉到壓縮上死點位置（即不壓下減壓柄飛輪便無法轉動之位置），觀察飛輪上的記號與油箱上的箭頭須一致，如此進、排氣門完全關閉，確保外界潮溼空氣無法進入汽缸內。
5. 將引擎外表擦拭乾淨薄塗機油，放置於通風乾燥處。

八、引擎常見的故障及修護方法：

(一) 無壓縮：

1. 當旋轉引擎時汽缸壓力無明顯的鬆緊變化或減壓柄未壓下時起動手柄仍能旋轉數圈，此為氣門卡死現象。修護方法為拆下引擎前端的搖臂室蓋，找出卡死的氣門，滴上機油，再用膠槌敲打氣門頂部使其鬆動。鬆動後再點機油、邊轉飛輪邊敲氣門使氣門與座圈之間恢復密合，如此壓縮現象便可逐漸產生。
2. 如果引擎因長年使用以致造成壓縮不良的現象，可能是汽缸壁、活塞環等零件過度磨損所致，此種故障尚可由排氣管冒出的白煙或淡藍煙如予証實。有此故障發生時，須將引擎分解，更新汽缸套、活塞、活塞環等零件，技術上較為困難，應請農機行或服務中心人員代為修護。

(二) 沒油聲：

起動引擎時，如果油杯開關已開油門已加油，則搖轉起動手柄時，應該可以聽到「匹利！匹利！」的燃料噴射聲音。如果無此聲音出現，代表沒燃料進入汽缸內，引擎無法發動。發生此故障時應檢查油箱內有無燃料、油箱下方的油杯開關是否打開、油門是否已經加油等，如果這些問題都証實無誤，那麼可以確定燃料系統發生故障。最簡單的修護方式是重做空氣排除的動作。其順序為：打開油杯開關、放鬆油杯上方右邊的小螺絲至杯內充滿燃油為止，鎖回螺絲，再打開油杯上方左邊的小螺絲至低壓油管內的空氣全部排出，並且有油自小螺絲流出為止，鎖回螺絲。再來就是放鬆噴射泵上方的空氣排除螺絲至有油流出為止。接著放鬆出油閥螺絲，搖轉起動手柄至有油自出油閥噴出(高壓油管要先拿掉)；最後則將高壓油管裝回，放鬆噴油嘴側的接頭螺絲，用起動手柄搖轉至有油流出該接頭（油門要記得加油）、鎖回高壓管。如此空氣排除手續全部完成，油路系統中沒有空氣存在，引擎應可以發動。萬一做完此動作後，仍然沒有聽到「匹利！匹利！」的噴油聲，可能就是噴射泵或噴油嘴故障，必須回廠維修。

(三) 其他：

引擎轉速如果不穩定，排氣聲音忽大忽小，是調速器故障的現象，應送修。排氣管長

時間排出黑煙，是噴油嘴故障的現象，也應送修。如果排氣管排出白煙或淡藍煙則是汽缸壁過度磨損，導致機油被吸入燃燒室燃燒的後果，應進行更換汽缸套等工作。此外，運轉中的引擎如果聽到清脆的金屬敲擊聲，則是代表噴油時間不對，應請廠商調整。馬力嚴重不足、運轉無力可能是多重故障的現象，應請廠商仔細檢查修護。

參、 農用引擎進階保養實務

農用汽油引擎的進階保養，重點在化油器的拆解。了解化油器的原理及故障排除，可以解決大部分的問題。

一、化油器原理

化油器的原理(圖 19)是應用文氏管原理設計，化油器本體中有一根連到引擎進氣門(孔)的管子所構成。這根管子的內部是文氏管的形狀，在文氏管較窄的部分會有汽油的噴嘴，所以當氣流通過文氏管(孔徑變窄處)產生負壓，加速引擎吸進的空氣，產生文氏管效應將管中的燃油吸出、霧化和空氣相混合，在文氏管的另一端有著蝶形閥或稱節流閥，由一片可以旋轉的圓形片狀物，可以控制氣流流量，而氣流的流量就決定了進入引擎油氣的多寡，從而控制引擎的出力和速度。

文氏管(venturi)是運用白努力原理和連續方程式的裝置。當一管路的截面積縮小時，此時管路內的流體為了滿足連續方程式，所以流速會上升而壓力則會因為白努力原理而下降。而固定文氏管在化油器的文氏管部分，因為壓力下降所以會將燃料吸到氣流中。

所以，農用汽油引擎的化油器原理即利用文氏管中空氣流動產生的壓力變化，把汽油吸上來。在引擎的進氣行程中(吸入混合氣的期間)，因活塞往下降的時候，燃燒室內的壓力也就跟著下降(產生低於大氣壓力的負壓)，於是空氣就順著化油器的吸入管，經過進氣歧管，汽門流入燃燒室內，並使汽油和空氣的混合氣成為霧狀，經火星塞點火產生動力。

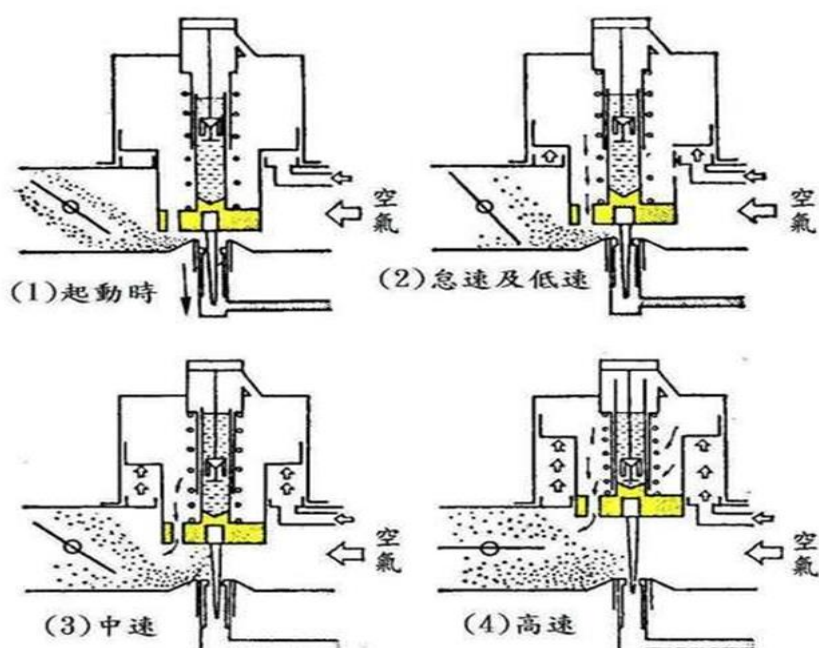


圖 19 化油器作用圖

二、單缸二行程汽油引擎化油器之拆解

單缸二行程汽油引擎化油器之拆解的實作步驟分述如下：

1. 首先先將化油器上之保護蓋螺絲卸除並移除保護蓋，注意阻風門開關會卡到護蓋，需要從某個角度轉出，露出空濾棉護蓋(圖 20)。



圖 20 二行程汽油引擎各部構造

2. 將空氣濾棉護蓋拆下後確認空氣濾棉有無風化，若風化須購入濾綿並替換(圖 21)。



圖 21 空氣濾清器

3. 使用六角板手將螺絲卸除，卸除後即可取下阻風門與化油器，須注意化油器與引擎本體上有一墊片(圖 22)，若有損壞也要加以更換。



圖 22 取下空氣濾清器

4. 將油管自化油器卸除（圖 23，黑色為進油，白色為出油）。



圖 23 將油管自化油器卸除。

5. 以十字螺絲起子將膜片式汽油泵化油器下面的四顆螺絲卸除，即可卸下油杯與膜片。圖 24 中，最右圖之膜片式汽油泵膜片於按壓時會使化油器能保持相對真空之狀態，使之能將汽油吸入化油器中。因此，須注意膜片有無老化，若老化時可能導致氣密不足使化油器發生無法吸油之情形(圖 24)。



圖 24 膜片式汽油泵化油器連續拆解圖

6. 檢視圖 25 之彈簧有無異狀，此彈簧的功能為控制汽油進出之用。



圖 25 檢視彈簧有無異狀

7. 檢查無誤後，將化油器與阻風門組裝回引擎本體，並將油管接回後按壓油杯下方，檢查是否能正常吸油。檢查方法為按壓至油管有油流出，表示化油器內正常進油。如此即完成化油器之保養及故障排除。接著測試引擎能否發動，將阻風門關閉後拉動引擎拉繩並發動，若不行則重新檢查墊片氣密與螺絲鬆緊有無異常(圖 26)。



圖 26 按壓油杯下方檢查進出油是否正常

8. 若確定化油器正常但引擎仍然無法發動，先檢查拉繩時是否有壓縮與火星塞是否跳火，若皆正常可將油門開大一點，但須注意不能開太大，否則會造成油氣將火星塞打濕而難以點火發動，若有打濕現象，須以抹布將火星塞清潔後重新安裝回汽缸。

三、單缸四行程汽油引擎化油器之拆解

單缸四行程汽油引擎化油器之拆解的步驟，分述如下：

1. 首先先將化油器上之空氣濾清器螺絲卸除並移除空氣濾清器，須注意空氣濾清器內有機油，應小心防止外漏。之後使用 T 型扳手或梅花扳手將進氣管上之螺絲卸下，露出化油器(圖 27、28)。



圖 27 拆下空氣濾清器



圖 28 拆下化油器

2. 如圖 29，將化油器上之油門卸下後，將化油器總承放置於鐵盒內。



圖 29 化油器總承

3. 使用六角板手或 T 型板手對化油器進行拆解，首先將油杯卸下(圖 30)，須注意內部殘餘汽油。油杯卸下後露出浮筒(圖 31)。



圖 30 拆解化油器上蓋



圖 31 化油器浮筒室

4. 如圖 32 所示，浮筒透過一根金屬桿固定於化油器本體，使用尖嘴鉗將其挑起以便取下浮筒。拆解時須注意浮筒上有一小三角針，負責控制汽油進出，須慎防掉落(圖 33)。



圖 32 浮筒的拆解



圖 33 吊在浮筒上之小型金屬柱

5. 以一字起子將主噴油嘴固定螺絲卸除後，再將內部之針型噴嘴轉出(圖 34，35)。



圖 34 以一字起子將主噴油嘴卸除



圖 35 將內部之針型噴嘴轉出

6. 如圖 36 及 37，以化油器清潔噴劑對各部件進行清潔，特別是針孔噴嘴處須檢查針孔是否有堵塞情形，若有堵塞情形將導致引擎難以發動。



圖 36 清潔主油嘴



圖 37 以化油器清潔噴劑對化油器進行清潔

7. 清潔並檢查管路無堵塞情形後開始將各部件組合，須注意組合時力道避免過大，以免造成崩牙問題。
8. 將化油器、進氣管與空氣濾清器組合回引擎本體，將風門關閉、油門半開後輕拉引擎拉繩至壓縮位（最緊處）後，大力拉動拉繩發動引擎。

四、單缸四行程柴油引擎燃油噴射泵拆解

(一)德凱式噴射泵構造及作用原理

本手冊介紹德凱式噴射泵，德凱式噴射泵係改變燃油回油量大小來控制引擎轉速之一種裝置，泵之柱塞為圓柱體，並無斜槽，柱塞每一行程之送油量固定，噴油量的多寡是利用調節針瓣開關程度控制回油量。若調節針瓣緊閉無回油時，則噴油量最大；若調節針瓣稍微開起，柱塞內部仍燃油由回油管流回，這樣模式噴油量就會較少；若調節針瓣開最大，全部燃油自回油管流回，無油自出油閥壓出，引擎熄火或無法發動。

(二)噴射泵的構造

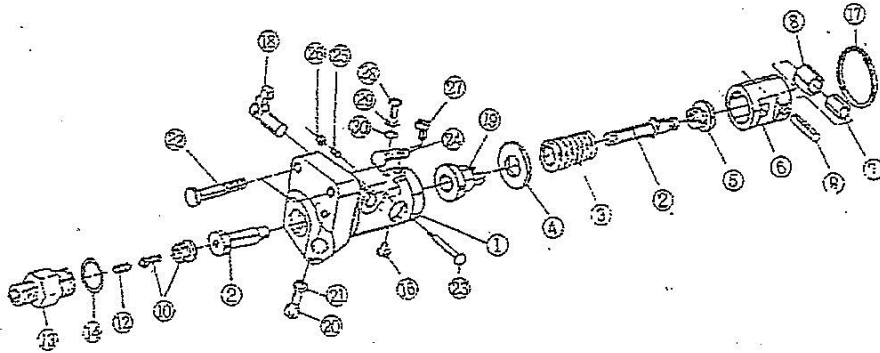
1. 柱塞與柱塞襯——壓送高壓油之泵。
2. 凸輪軸、舉桿、柱塞彈簧與彈簧座——驅動柱塞之機構。
3. 齒桿、齒環與控制套——控制燃料噴射之機構(波希式)。
4. 噴射泵調整螺絲及調整撥叉、調節頂針、調節頂針彈簧、調整桿及調整桿固定螺座控制燃料噴射之機構(德凱式)。
5. 出油閥、出油閥鋼珠、出油閥彈簧、出油閥固定螺座——可防止噴射管中之高壓油倒流以保持殘壓及使噴射截斷迅速，防止噴油嘴滴油。

(三)作用原理

1. 柱塞在最低點時，柴油進入壓力室，柱塞直至關閉回油孔，開始噴射，而當斜槽與回油孔相通時，噴油結束。
2. 噴油量控制：移動齒桿可使控制套及柱塞左右轉動，而改變控制槽與油孔關係位置，改變噴油量。
3. 可由挺桿調整螺絲改變高度而使油泵柱塞升程改變。

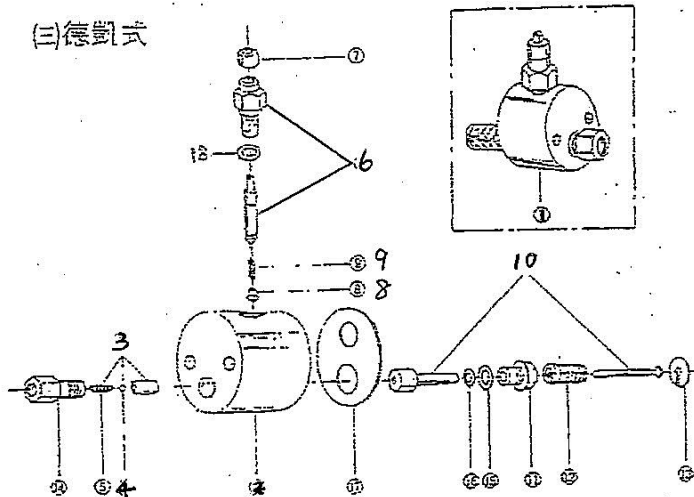
噴射泵分解圖

(二)波希式(野馬牌)



- | | | | |
|------------|-------------|--------------|-------------|
| 1. 燃料噴射泵本體 | 8. 導桿滾輪(外) | 17. 導桿之固定鎖扣環 | 24. 噴射限制板 |
| 2. 柱塞及柱塞筒 | 9. 導桿滾輪銷 | 18. 齒 桿 | 25. 噴射限制用彈簧 |
| 3. 柱塞彈簧 | 10. 出油閥及座 | 19. 齒 環 | 26. 固定螺母 |
| 4. 柱塞彈簧上座 | 12. 出油閥彈簧 | 20. 放空氣螺絲 | 27. 限制栓調整螺絲 |
| 5. 柱塞彈簧下座 | 13. 出油閥固定螺座 | 21. 墊 圈 | 28. 固定螺絲 |
| 6. 導 桿 | 14. 墊 圈 | 22. 固定螺絲 | 29. 彈簧墊片 |
| 7. 導桿滾輪(內) | 16. 導桿之固定鎖 | 23. 噴射限制軸 | 30. 平墊片 |

(三)德凱式



- | | | |
|-----------|----------|----------------|
| 1. 燃料油泵總成 | 3. 出油閥 | 5. 出油閥彈簧 |
| 2. 燃料油泵體 | 4. 出油閥鋼珠 | 6. 調整桿固定螺座及調整桿 |
| | | 7. 防塵蓋 |
| | | 8. 調整頂針 |
| | | 9. 調整頂針彈簧 |
| | | 10. 柱塞及柱塞筒 |
| | | 11. 柱塞標固定螺座 |
| | | 12. 柱塞彈簧 |
| | | 13. 柱塞彈簧抵住片 |
| | | 14. 出油閥固定螺座 |
| | | 15. 固定螺座封帶 |
| | | 16. 柱塞固定螺座墊圈 |
| | | 17. 燃料油泵體封帶 |
| | | 18. 調整桿固定螺座封帶 |

圖 37 燃油噴射泵分解圖

(四)拆解步驟

1. 以十字螺絲起子將前飾板拆除(圖 38)，露出燃油噴射幫浦本體(圖 39)。



圖 38 以十字螺絲起子將前飾板拆除



圖 39 高壓幫浦本體

2. 以 19 號梅花板手將油管自高壓幫浦本體上卸除(圖 40)，須將引擎右上角之油杯開關關閉，防止柴油外洩。



圖 40 以 19 號梅花板手將油管自燃油幫浦本體上卸除

3. 將油管卸下後，將油杯開關打開，漏一點柴油至四方盒中作為清潔之用(圖 41)。



圖 41 一點柴油至梯形盒中作為清潔之用

4. 使用 17 號開口板手與 10 號 T 型板手將高壓油管與油們偏心螺絲等高壓幫浦周邊零件卸下（圖 42）。

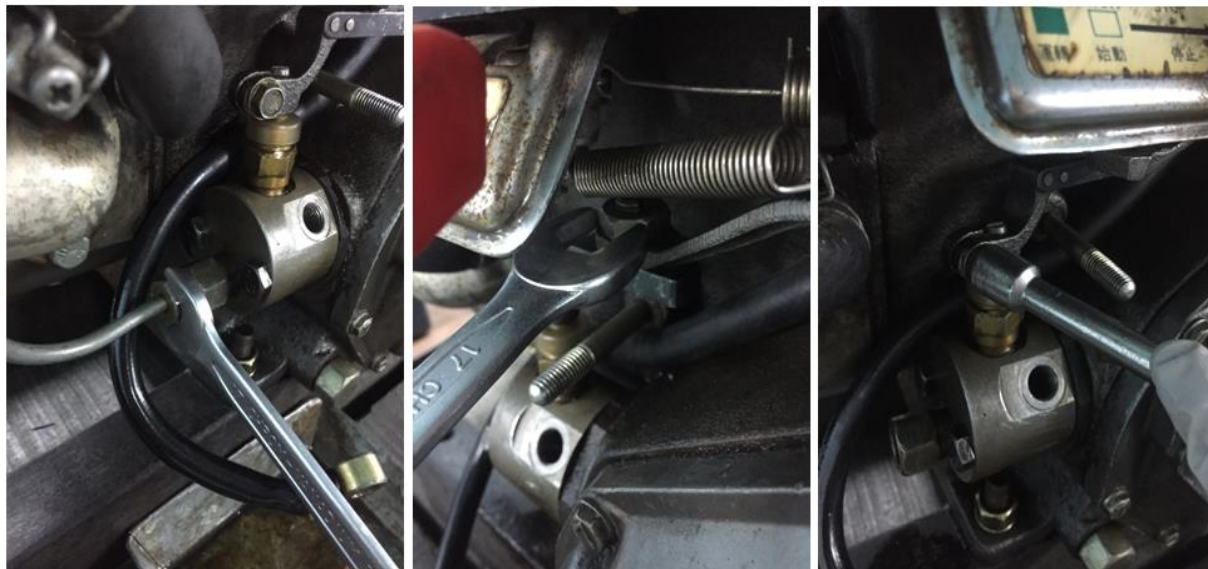


圖 42 將高壓油管與油們偏心螺絲等高壓幫浦周邊零件卸下

5. 使用 19 號開口板手將調整桿固定螺座、調節頂針等零件轉鬆後卸下，注意調整頂針和內部彈簧及頂針須慎防彈出（圖 43）。

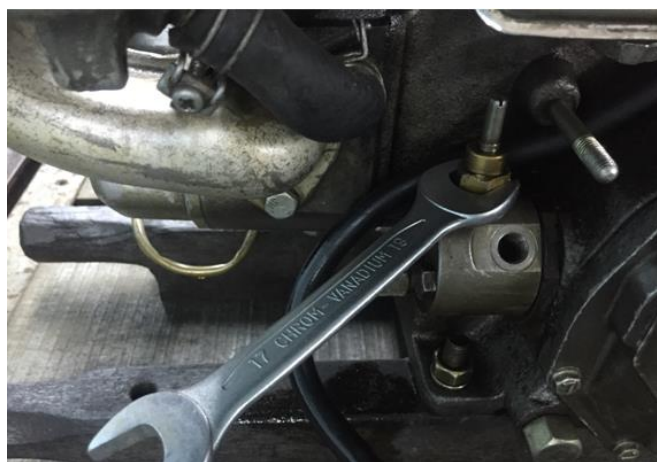


圖 43 使用 19 號板手將調整桿固定螺座卸下

6. 使用 13 號 T 型板手將燃油噴射幫浦本體兩邊螺絲卸下，將其上之柱塞彈簧與柱塞卸除後反裝回引擎本體，以 19 號梅花板手將柱塞螺絲轉下(圖 44)。

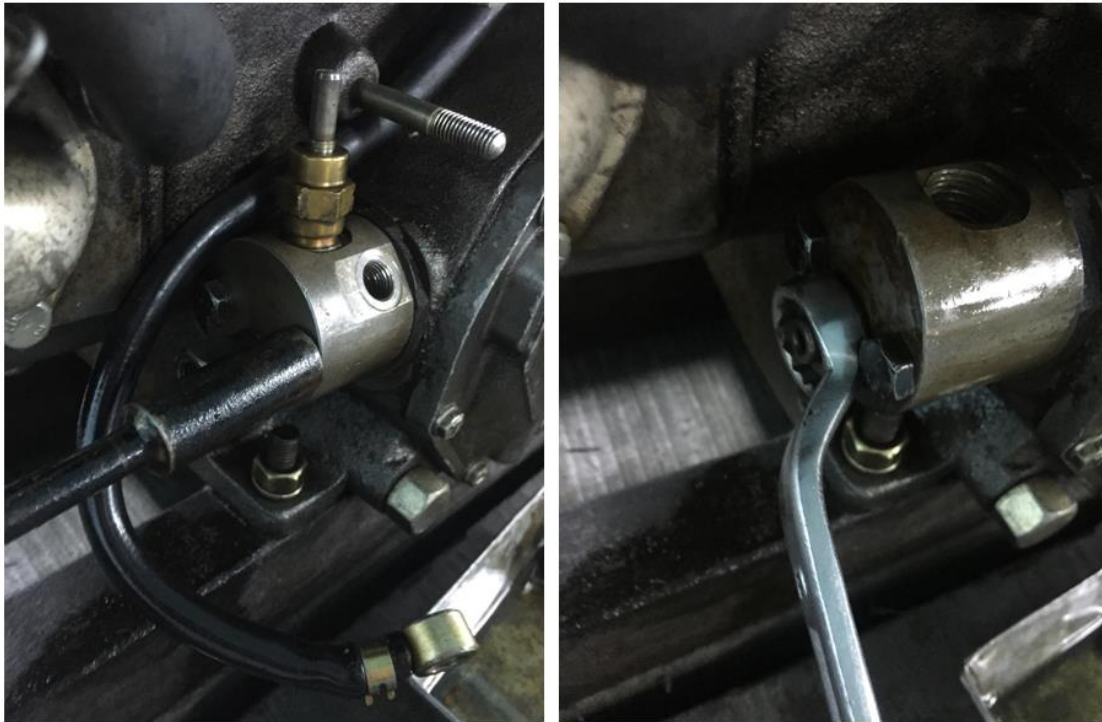


圖 44 燃油噴射泵本體分解



圖 45 燃油噴射泵本體分解後的零件圖

7. 燃油噴射泵全零件(圖 45)。
8. 將零件以柴油清潔過後依順序組回，注意鬆緊度，過鬆易造成柴油回油導致無法加壓，過緊

則易造成螺絲滑牙或崩牙，約轉到不能轉之後稍微用力壓一下即可。

9. 將所有部件安裝回去之後開始排氣，高壓幫浦內若含有空氣會造成高壓幫浦無法壓縮柴油與供油，因此需進行排氣動作。首先將油管裝回高壓幫浦上略為轉上，將四方盒放至於高壓幫浦下方後打開油杯開關，使柴油流入高壓幫浦內並擠出內部空氣，此時會看到油管與高壓幫浦間有氣泡冒出，待氣泡冒完後將油管用力鎖緊。
10. 油管端鎖緊後以 19 號板手將調整桿固定螺座轉鬆，將油門內空氣排出，轉鬆時會看到氣泡自螺牙間排出，待空氣排淨後將固定螺座轉回，須注意內部調節頂針有確實對準頂針孔，為防止頂針鎖死造成油門無法關閉導致狂車，可先將調整桿上部轉鬆，待調整桿固定螺座轉緊後再行轉緊調整桿。
11. 以 19 號梅花板手將出油閥固定螺座轉鬆，同時打開油杯開關，確認柴油有流出後再將出油閥固定螺座鎖緊。
12. 保持油門開啟（轉緊）的位置，開始已啟動手柄轉動柴油引擎上之飛輪，確認其柱塞有正常運作（恰...恰...恰...的聲音），若沒有需要重新檢查高壓幫浦是否正常組裝。
13. 若有聲音，可將調整潑叉裝回，將偏心螺絲裝回，須注意偏心螺絲其方向須朝外。調整潑叉與調整桿固定螺絲鎖上前須將油門控制面半開後輕輕推回一點，並將調整潑叉上之固定螺絲鎖緊，之後於油門開啟與關閉測試轉動起動手柄時高壓幫浦是否有聲（注意：若關閉時仍有聲則表示油門處於恆開狀態，此時發動會產生狂車且無法關閉的情形，切勿發動。）
14. 若油門開閉設定無誤後，可將高壓油管裝回，將出油閥固定螺座端鎖緊，高壓油管連接噴油嘴端則保持接合（未鎖緊，排氣用），將油門打開，開始旋轉飛輪，轉至高壓油管噴油嘴端的氣泡消失開始有柴油滴出（每次壓縮約出現一滴柴油）後鎖緊高壓油管。
15. 確認一切無誤後可發動。

五、狂車處理方式

一般汽油引擎發動有三要素，必須油、壓縮和電力，柴油引擎則僅需油和壓縮，因此當供油無法停止時會造成引擎無法停機的情形，更甚者會讓轉速無限制的上升，此狀況稱之為狂車，此時需要立刻將高壓油管卸除停止對引擎之供油藉此達到停機的效果，在起動引擎時若對於剛組裝回之燃油噴射泵有疑慮時可以準備一隻 17 號開口板手隨時將油管解壓之用。

如圖 46，狂車時將板手至於此處後往上板開，此時空氣會進入高壓油管内使其無法供油，間接使引擎無法繼續運轉，以達到熄火的目的，屆時需重新調整油門之設定再行發動。



圖 46 柴油引擎狂車時的緊急處理

第四節 結論

近幾年本系受命參與農業推廣工作並負責小型農機訓練班的教育訓練工作，能夠為青年農民朋友略盡一份棉薄之力，宜蘭大學生物資源學院農業推廣委員會及生物機電工程學系都覺得很有意義。青年農民家中看似全新卻已經無法發動的小型農機，包括：割草機、噴霧機、中耕機、鏈鋸、香菇鑽穴機等，或是到訓練班來學技術，或是利用上課的空檔將農機帶到研習會場請老師們幫他們修理。這些機具是農民們的生財工具，也是他們省吃儉用買下來的設備。可是卻因為缺乏一些些的保養常識而無法使用、形同廢鐵。因此在小型農機使用保養班上一再的向農友宣導如何使用和保養自己的農機，也獲得熱烈的迴響。但是還有更多的農友可能是因為工作繁忙無法親臨會場參加研習。因此，本技術手冊記錄研習班實習課的上課內容，提供給那些無法來現場參加研習的農民做為參考。而上面所提到的多種小型農機和本文標題所揭槓的農用引擎究竟有什麼關係？原來這些小型農機都裝設有以燃燒汽油或柴油做為動力的引擎，故障的現象也都是清一色的「引擎無法發動」。所以能夠把這些引擎搞定，大概作業機的所有問題都可以迎刃而解。本文並不以某一廠牌的引擎做為撰文的標的，而是以所有的農用引擎都會碰到的問題做為討論的重點，詳細介紹它們正確使用、保養及維修方面的要領。但願各位農民朋友們閱讀之後能夠將這些知識運用到家中的小型作業機上，將它們維持在隨時都可以上場拚命的顛峰狀態，讓它們真正成為您的生財工具。

第五節 參考文獻

1. 大川工業。2012。二衝程引擎。網址：<http://www.tasan6.com>，上網日期：2012/09/03。
2. 陳貽倫。2010。農業動力。南山堂出版社。
3. 馮丁樹。2003。生物產業機械。網址：
<http://140.112.94.11/~dsfon/biomachine/biomachinery.htm>，上網日期：2012/08/23。
4. 馮丁樹。2008。台灣農業機械概論。網址：<http://taiwan-agbook.blogspot.tw>，上網日期：2012/08/22。
5. 汪國禎。2001。汽車學(三)柴油引擎篇。1-11。臺南：復文書局。
6. 吳啟明。2001。生質柴油燃料對直噴式柴油引擎性能及排放之研究。碩士論文。台北：國立台北科技大學車輛工程研究所。
7. 陳芃。2004。購車族的新選擇—漫談柴油車。二月能源報導目錄:27。
8. 賴瑞明。2003。直噴式柴油引擎燃料噴射壓力對生質柴油混合燃料影響之研究(一)生質柴油+煤油。碩士論文。台北：國立台北科技大學車輛工程所。
9. Fairbanks, C. and John, W., 2000, "The Diesel Engine's Challenge in the New Millennium", Diesel Engine Emission Reduction Workshop, 6: 20-24.
10. Heywood, J.B., 1989, "Internal Combustion Engine Fundamentals", USA: McGraw Hill, Inc.
11. Hsu C., 2004, "The Study of DI Diesel Engine Performance and Emission in Blended Fuel Adding Light Naphtha in Bio-diesel", a Dissertation of Master of Science, University of Otago, New Zealand.
12. Kieser, R. D., 1988, "Diesel Engines: Future Trends", Automotive Engineering, 96: 39-46.
13. Winterbone, D. E., 1983, "Design and Development Trends in Medium-Speed Diesel Engine to the 2000 AD", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Power and Process Engineering, 197: 287-296.