

# 汽車引擎修護能力本位訓練教材 認識引擎作動原理

編號：SAT-SVB1001

編著者：張珉豪

審稿者：李景峰、黃熒煉

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

## 單元 SAT-SVB1001 學習指引

本單元是汽車引擎動作原理的介紹，在學習本單元時，請你用一顆冷靜清明的心，用心的學習。學成之後對你以後的學習，將可達事半功倍之效。

祝你學習愉快，馬到成功！

## 引言

汽車是人類雙腳的延伸，是人類行動的工具，現代的人類人與人之間的往來頻繁，互動密切，真可謂不可一日無車。

汽車的引擎是汽車的心臟，汽車動力的來源。本單元將為你介紹最常用的四行程及二行程汽油引擎，引領你進入汽車的殿堂。至於其他種類的引擎，因限於篇幅限制，無法一一為你介紹。

## 定義

**熱機**：詳見第 6 頁。

**外燃機**：詳見第 6 頁。

**內燃機**：詳見第 6 頁。

**行程**：詳見第 8 頁。

**排汽量**：詳見第 8 頁。

**燃燒室容積**：詳見第 8 頁。

**壓縮比**：詳見第 8 頁。

**進氣行程**：詳見第 12 頁。

**壓縮行程**：詳見第 12 頁。

**動力行程**：詳見第 13 頁。

**排氣行程**：詳見第 14 頁。

## 學習目標

本單元的學習目標有三個，分別如下

- 一、學員能在二十分鐘內，正確指出引擎基本構造的名稱。並說明其運動原理。
- 二、學員能在五分鐘內，正確無誤的說明四行程引擎的作動原理。
- 三、學員能在五分鐘內，正確無誤的說明二行程引擎的作動原理。

---

如果你認為以上三個學習目標都能夠勝任，請翻到第 23 頁做學後評量。

如果你認為需好好學習以上三個學習目標，請翻到下一頁，開始快樂的學習之旅。

## 學習活動

本單元為原理的介紹，此為引擎修護實作之基礎。

### 本教材的第一個學習目標是

學員能在二十分鐘內，正確指出引擎基本構造的名稱。並說明其運動原理。

---

假如你認為你能夠勝任以上的學習目標，請翻到第 10 頁，直接做學後評量一。  
如果你認為需好好學習以上的學習目標，請翻到下一頁，開始快樂學習。

## 一、引擎的定義：

- 1、熱機：利用物質(燃料)所含的化學能，經由燃燒的過程產生熱能，再將此熱能轉換成機械動力機械稱為熱機。
- 2、熱機可分成以下兩種：
  - (1) 外燃機：燃料在汽缸外燃燒，將水加熱成水蒸汽，再將水蒸汽引導入汽缸中以產生動力的機器稱為外燃機。例如蒸汽機、蒸汽輪機。如圖 1 所示。
  - (2) 內燃機：直接將燃料在汽缸中燃燒，使汽缸中之氣體受熱膨脹，再將此膨脹力量轉變成機械動力的機器稱為內燃機。例如汽油引擎、柴油引擎、瓦斯引擎...等。如圖 2 所示。

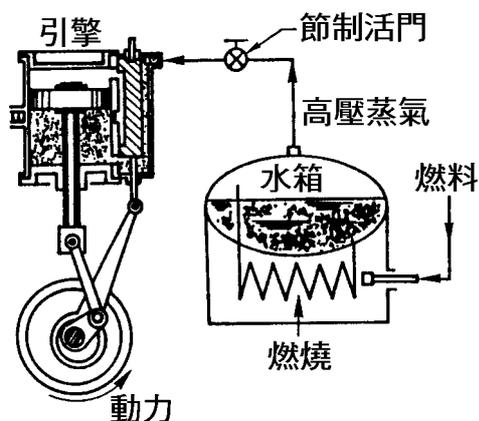


圖1 外燃機

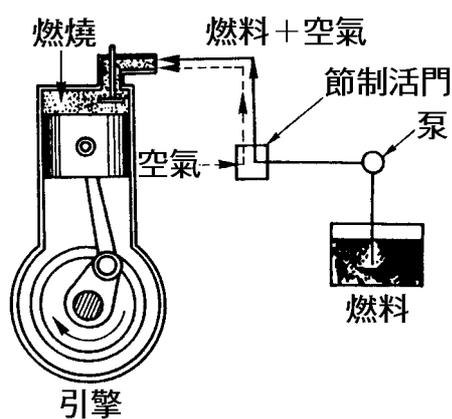


圖2 內燃機

## 二、往復活塞式引擎的基本構造和工作原理：

- 1、四行程引擎的基本構造如圖 3 所示，包含活塞(piston)、汽缸(cylinder)連桿(connecting rod)、曲軸(crank shaft)、飛輪(flywheel)等構成。
- 2、活塞在汽缸中做變速的往復運動，經由連桿將其力量傳給曲軸，使曲軸產生旋轉運動，而曲軸因有飛輪之關係其旋轉運動接近於等速運動。
- 3、活塞與曲軸的運動關係，如圖 4 所示：

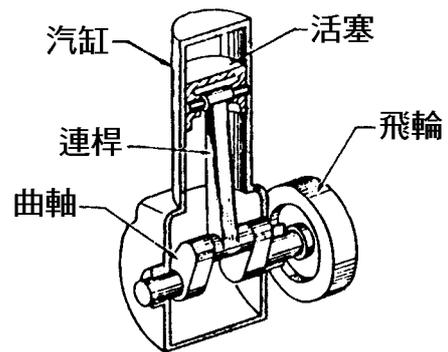
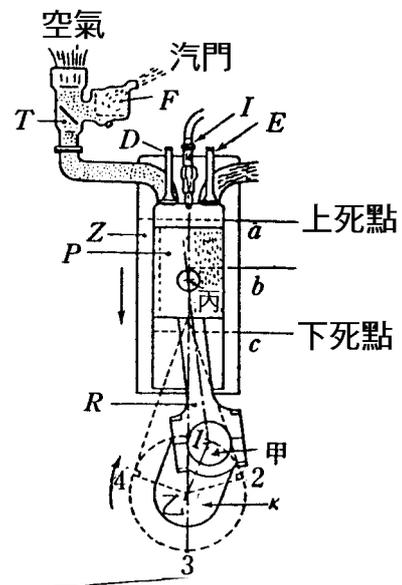


圖 3

- (1) 當曲軸銷(Crank pin)在圖中(1)時，活塞頂在最高點的位置，此位置稱為上死點(Top dead center)。
- (2) 當曲軸以順時針旋轉，也就是曲軸銷從位置(1)以等速向(2)移動，活塞也從上死點向下移動，其速度從上死點的零逐漸加大。
- (3) 當曲軸銷移到(2)的位置時，活塞頂此時移動到(b)點，此時連桿中心線與曲軸臂的中心線互成直角，此時活塞位移速度最大，經過此點活塞再下移時，活塞的位移速度即漸減



- a : 上死點  
 b : 速度最大點  
 c : 下死點  
 甲 : 曲軸銷中心  
 乙 : 曲軸頸中心  
 丙 : 活塞銷中心

圖 4

- (4) 當曲軸旋轉 180 度，即曲軸銷在位置(3)，活塞頂在最低位置(c)點，此位置稱為下死點(Bottom dead center，簡稱 B. D. C)，在下死點時活塞瞬時速度是零。

(5) 當曲軸繼續從位置(3)向位置(4)順時針旋轉時，活塞則從下死點改變運動方向為向上運動，運動速度由零逐漸加大，在位置(4)時，活塞頂上升到(b)點，此時活塞位移速度又為最大，過了這點之後，活塞的位移速度又開始逐漸變小，當曲軸銷回抵位置(1)時，曲軸共旋轉 360 度，活塞頂亦回抵上死點，活塞的瞬時速度又再降為零。

- 4、行程：上、下死點間的距離，稱為活塞的行程。一個行程等於兩倍的曲軸臂長。活塞位移一個行程，曲軸要旋轉 180 度。如圖 5 所示。
- 5、排汽量(Piston displacement volume)：上死點到下死點之間的汽缸容積俗稱為排汽量。
- 6、燃燒室容積(Combustion chamber volume)：活塞在上死點時，活塞頂面的汽缸容積稱為燃燒室容積又稱為餘隙容積(Clearance space)。
- 7、壓縮比(Compression ratio)：混合汽在汽缸中壓縮前與壓縮後之容積比，也就是汽缸總容積與燃燒室容積之比。

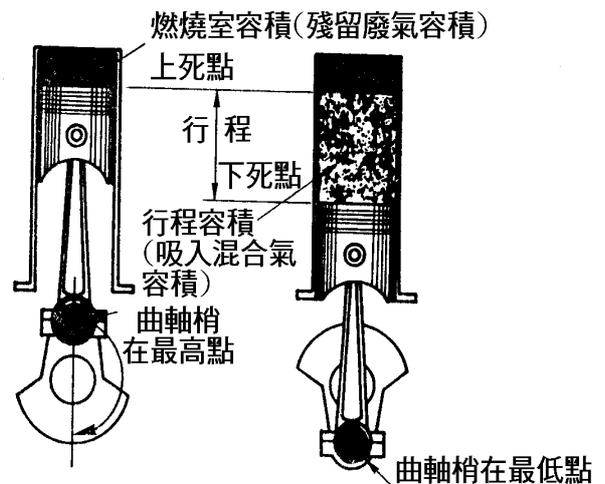


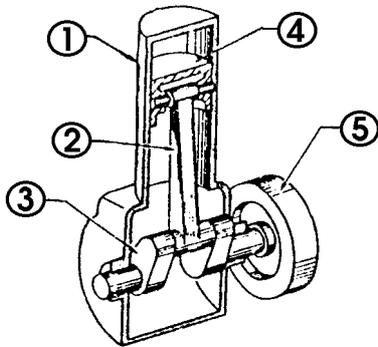
圖5 上、下死點與壓縮比

$$\begin{aligned} \text{壓縮比} &= \frac{\text{汽缸總容積}}{\text{燃燒室容積}} \\ &= \frac{\text{燃燒室容積} + \text{行程容積}}{\text{燃燒室容積}} \end{aligned}$$

以上的部份學會了嗎？如果有問題，請再仔細看一遍或請教老師，絕不可放棄！若沒有問題，請翻到下一頁，向學習評量一挑戰。

### 學習評量一

- 一、在以下的簡圖中，學員不參考任何資料的情況下，能正確無誤的寫出引擎基本構造中的零件名稱。



- (1) \_\_\_\_\_  
 (2) \_\_\_\_\_  
 (3) \_\_\_\_\_  
 (4) \_\_\_\_\_  
 (5) \_\_\_\_\_

- 二、學員能在教師的引導下，能正確無誤的概述引擎活塞與曲軸的運動關係。
- 三、學員不參考任何資料的情況下，能正確無誤的填寫下列各題的空格處。
- 1、上、下死點間的距離，稱之為活塞的 \_\_\_\_\_。
  - 2、上、下死點間的汽缸容積，稱之為 \_\_\_\_\_。
  - 3、活塞在上死點時，活塞頂面的汽缸容積，稱之為 \_\_\_\_\_。
  - 4、上、下死點時，活塞的瞬時速度為 \_\_\_\_\_。
  - 5、活塞在汽缸中做 \_\_\_\_\_ 往復運動。

### 學習評量一答案

一、引擎的各部名稱：

(1) 汽缸

(2) 連桿

(3) 曲軸

(4) 活塞

(5) 飛輪

二、請學員參酌本教材評量之。

三、(1) 行程

(2) 排汽量

(3) 燃燒室容積

(4) 零

(5) 變速

---

如果你已順利通過本評量，請翻至下一頁，繼續學習下一個學習目標。

如果你尚未順利通過本評量，再接再勵，請翻到第 6 頁，重新學習，或請教你的老師。

## 本教材的第二個學習目標為

學員能在五分鐘內，正確無誤的說明四行程引擎的作動原理。

---

假如你認為你能夠勝任以上的學習目標，請翻到第 15 頁，直接做學後評量二。  
如果你認為需要好好學習以上的學習目標，請翻到下一頁，開始快樂學習。

一、 活塞在汽缸中移動四個行程，即曲軸旋轉 720 度，完成進汽 → 壓縮 → 動力 → 排汽等四個工作的引擎稱為四行程循環引擎。

二、 進汽行程(Intake stroke)：如圖 6 所示：

1、 活塞從上死點向下移動到下死點，進汽門打開，排汽門關閉，汽缸中產生部份真空將汽油與空氣混合成的混合汽吸入汽缸內。

2、 但在實際上進汽門在上死點前約  $5^{\circ}$  ~  $25^{\circ}$  時已打開，而在下死點後約  $36^{\circ}$  ~  $92^{\circ}$  才完全關閉，這種現象稱為進汽門早開晚關。其目的是為了使充分的混合汽能進入汽缸中，以產生更大的引擎動力。

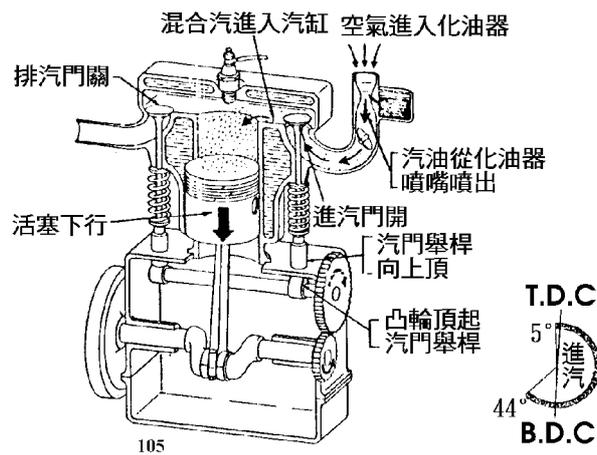


圖 6

三、 壓縮行程(Compression stroke)：如圖 7 所示

1、 進、排汽門都關閉的情形下，活塞從下死點向上移動到上死點，將汽缸中的混合汽予以壓縮。

2、 但在實際上，因進汽門晚關及排汽門早開的緣故，所以實際壓縮作用是在進汽門完全關閉時，才開始，直到排汽門打開之瞬間結束。

3、 壓縮的目的可使混合汽混合得更均勻，並提高混合汽溫度，使其容易燃燒，獲得較大的動力。

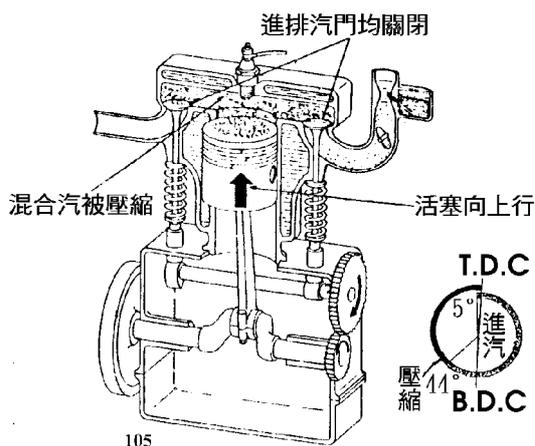
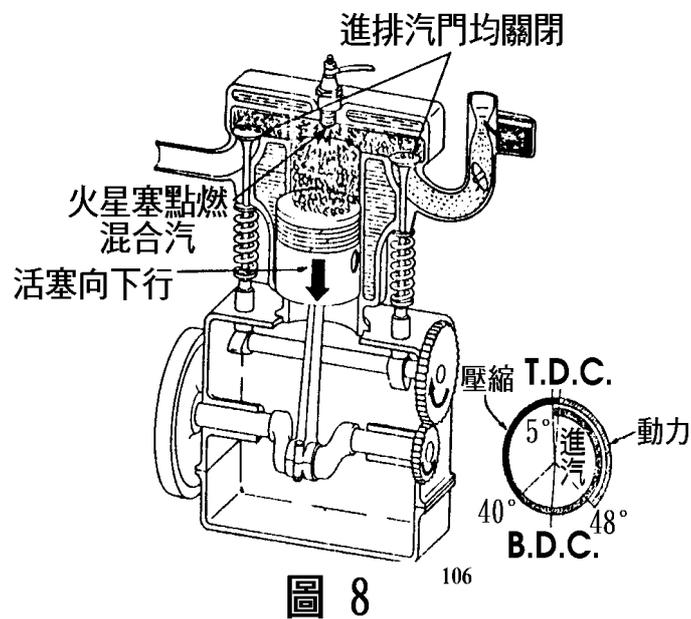


圖 7

四、動力行程(Power stroke)：如圖 8 所示

- 1、進汽門和排汽門都關閉，壓縮後的混合汽被火星塞的跳火點燃，汽缸壓力迅速增大，將活塞從上死點推至下死點，產生動力。
- 2、火星塞在上死點前將混合汽點燃，但真正有效的動力行程，是從上死點剛下行開始。且因實際上排汽門在下死點前就已早開，所以真正動力行程。在排汽門打開時，就已結束。



五、排汽行程(Exhaust stroke)：如圖 9 所示

- 1、 活塞自下死點向上行至上死點，進汽門關閉，排汽門打開，汽缸中已燃燒過的廢汽經由排汽門被排出汽缸。
- 2、 實際上排汽門在動力行程內活塞抵下死點前約  $37^{\circ}$  ~  $70^{\circ}$  時開始開啟，且在活塞行抵上死點後約  $5^{\circ}$  ~  $42^{\circ}$  才完全關閉，此現象稱為排汽門的早開晚關。其目的是為了使廢汽排放的更乾淨，以利下次進汽更充足，獲取更大的動力。

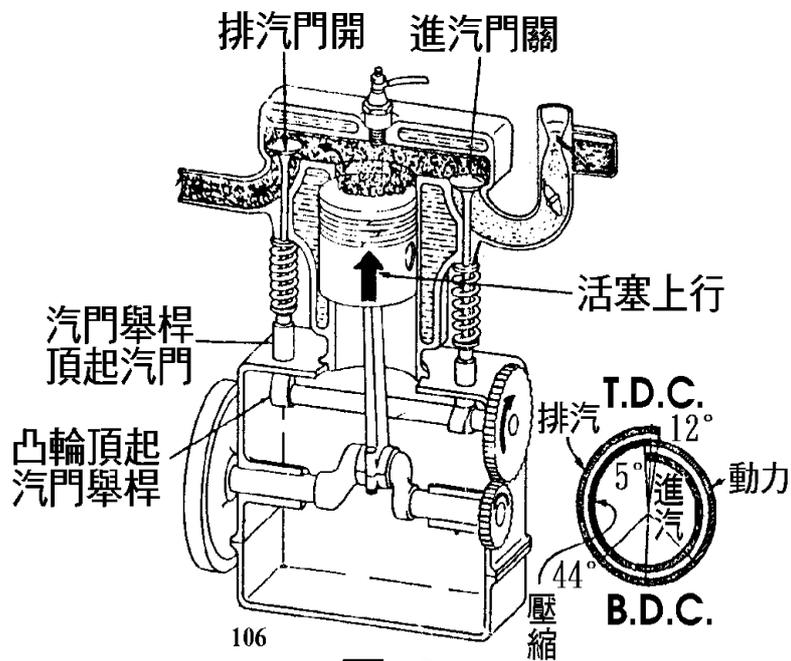


圖 9

## 學習評量二

一、學員能在不參考任何資料的情況下，正確無誤的分辨下列的敘述是否正確，正確的在前方( )內打○，錯誤的敘述則在前方( )內打×。

- 1、( ) 四行程循環引擎，即是曲軸轉四轉各汽缸都產生一次動力的引擎。
- 2、( ) 進汽門開得越早，關的越晚，都能增加進汽量，沒有不良的缺點。
- 3、( ) 實際引擎的進汽行程是指曲軸轉 180 度，活塞由上死點移到下死點的距離。
- 4、( ) 真正有效的動力行程是壓縮上死點到排汽門開始開啟，曲軸旋轉過的度數。
- 5、( ) 排汽門早開晚關的目的是為了使排汽更乾淨。

二、學員能在不參考任何資料的情況下，正確無誤的填寫下列空格處。

- 1、引擎循環的四個步驟為 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- 2、進汽門早開晚關的目的為 \_\_\_\_\_。
- 3、將混合汽壓縮可使混合汽混合更均勻，溫度 \_\_\_\_\_，容易燃燒，獲得的動力。

## 學習評量二答案

### 一、是非題

- 1、(×)    2、(×)    3、(○)    4、(○)    5、(○)

### 二、填充題

- 1、 進汽、壓縮、動力、排汽  
2、 使進汽更充足  
3、 提高、較大

### 本教材的第三個學習目標為

學員能在五分鐘內，正確無誤的說明二行程引擎的作動原理。

---

假如你認為你能夠勝任以上的學習目標，請翻到第 21 頁，直接做學習評量三。  
如果你認為需要好好學習以上的學習目標，請翻到下一頁，開始快樂學習。

- 一、 活塞在汽缸中移動二個行程，即曲軸旋轉一轉(360°)就可完成進汽、壓縮動力、排汽等一次循環的引擎，稱為二行程循環引擎(two stroke cycle engine)。
- 二、 因活塞只上下二次行程必須完成進汽、壓縮、動力、排汽四項工作，故沒有獨立的進汽行程和排汽行程，必須靠進入汽缸之新鮮混合汽將燃燒過之廢氣排除，此動作稱為掃汽作用。
- 三、 二行程汽油引擎因混合汽需利用曲軸箱預先壓縮後再進入汽缸中，故曲軸箱內不能裝機油，曲軸、連桿、活塞等機件之潤滑，須靠混在汽油中之機油來達成，故潤滑效果較差，只適用於小型引擎。

四、 現以圖 10 所示之引擎來介紹其工作原理。

1、 進汽形態：分為二個階段完成。

- (1) 從活塞由下死點上行將掃汽口封閉時起，至活塞行抵上死點止，因活塞向上移動曲軸箱容積增大，產生真空，單向進汽門打開，混合汽進入曲軸箱中。

- (2) 活塞從上死點下行時，單向進汽門關閉，曲軸箱容積變小，其內部的混合汽被壓縮，當活塞將掃汽口開放時起，混合汽便從曲軸箱中經掃汽口進入汽缸中，直到活塞行抵下死點再轉而上行，再將掃汽口封閉為止，完成進汽形態。

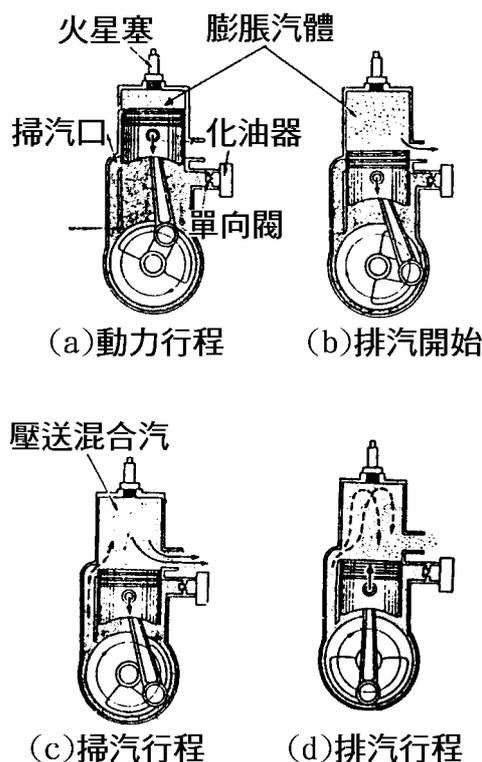


圖10

3、壓縮形態：當活塞由下死點上行將掃汽口及排汽口封閉後，到活塞行抵上死點時為止，汽缸中的混合汽完成壓縮形態。在此同時，曲軸箱中則同時進行進汽形態的第一階段。

4、動力形態：活塞將到上死點附近時，火星塞跳火點燃混合汽，將活塞從上死點向下推動，直到活塞將排汽口打開為止。

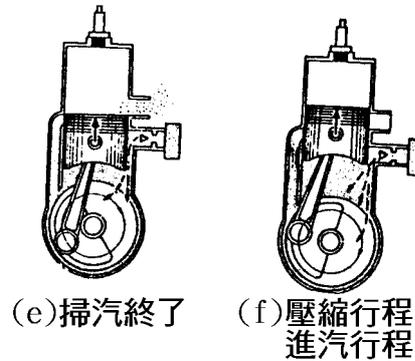


圖10

5、排汽形態：分為二個階段完成。

(1) 活塞下行，排汽口已開而掃汽口未開期間，汽缸內的壓力比大氣壓力高，廢汽從汽缸中自動經排汽口排出。

(2) 活塞繼續下行，掃汽口開放時，新鮮混合汽進入汽缸中，將廢汽清掃出汽缸外。

五、二行程汽油引擎與四行程汽油引擎比較時，其優缺點如下：

優點：

- (1) 構造簡單，價格便宜。
- (2) 重量較輕，體積較小。
- (3) 動力次數多，引擎運轉較平穩。

缺點：

- (1) 耗油率較大。
- (2) 潤滑係靠燃料中混入機油，故潤滑困難。
- (3) 進汽不充份，廢汽排不乾淨，故平均有效壓力較低。
- (4) 最高轉速較低，重負荷運轉之耐久性較差。
- (5) 進排汽口溫差大，汽缸易變形。
- (6) 起動較困難。
- (7) 排汽聲較大。

### 學習評量三

- 一、學員能在不參考任何資料的情況下，能正確無誤的分辨下列的敘述是否正確。
- 1、 ( ) 在二行程引擎中，活塞上下一次，即活塞移動二個行程即完成一次循環的引擎。
  - 2、 ( ) 二行程引擎的動力次數比四行程引擎的動力次數多，故適合使用在大型引擎。
  - 3、 ( ) 二行程汽油引擎，曲軸箱中無法裝機油，故潤滑功能較差。
  - 4、 ( ) 二行程汽油引擎廢汽之排除，全部都由活塞壓出汽缸外。
  - 5、 ( ) 二行程汽油引擎的排汽口比掃汽口高。
- 二、學員能在不參考任何資料的情況下，能正確無誤的填寫下列各題的空格處。
- 1、 二行程汽油引擎的進汽口比排汽口為 \_\_\_\_\_。
  - 2、 二行程汽油引擎構造上主要的缺點為 \_\_\_\_\_ 與 \_\_\_\_\_。
  - 3、 二行程汽油引擎的進汽形態分成兩個階段，第一次在 \_\_\_\_\_ 進行，第二次在 \_\_\_\_\_ 中進行。

### 學習評量三答案

#### 一、是非題：

- 1、(○)      2、(×)      3、(○)      4、(×)      5、(○)

#### 二、填充題：

- 1、低
- 2、進排汽不充分、潤滑效果不良
- 3、曲軸箱、汽缸

## 學後評量

### 一、是非題

- 1、 ( ) 燃料直接在汽缸內燃燒而產生動力者，稱為內燃機。
- 2、 ( ) 四行程或二行程引擎，凡曲軸旋轉一轉，各缸都會產生動力一次。
- 3、 ( ) 活塞在行程中之中點其位移速度最大。
- 4、 ( ) 活塞行程等於兩倍之曲軸臂長。
- 5、 ( ) 同一排汽量，四行程引擎的動力比二行程引擎的動力多。
- 6、 ( ) 內燃機之燃燒室容積即為活塞位移容積。
- 7、 ( ) 四行程汽油引擎在進汽行程時，進汽門和排汽門都打開，活塞由上死點向下移動到下死點。
- 8、 ( ) 二行程汽油引擎當活塞上行時，混合汽是自進汽口被吸入汽缸中。
- 9、 ( ) 二行程汽油引擎利用預壓後，新鮮的混合汽將燃燒後的廢汽排出，稱為掃汽作用。
- 10、 ( ) 混合汽在汽缸中壓縮前與壓縮後之容積比，稱為壓縮比。

### 二、單選題

- 1、 ( ) 何謂熱機？(1) 由機械能變為熱能 (2) 由熱能變為化學能 (3) 由化學能變為熱能 (4) 由熱能變為機械能。
- 2、 ( ) 活塞在上、下死點為變換運動方向之點，在此二點之瞬時速度為(1) 最大 (2) 最小 (3) 零 (4) 不一定。
- 3、 ( ) 活塞行程大小等於 (1) 連桿之長度 (2) 活塞之高度 (3) 曲軸柄半徑 (4) 曲軸柄直徑。
- 4、 ( ) 壓縮比為 10 : 1 的單缸引擎，其活塞位移容積為 900c. c，則燃燒室容積為若干？ (1) 1000c. c (2) 900c. c (3) 100c. c (4) 90c. c
- 5、 ( ) 曲軸之運動是屬於 (1) 簡諧運動 (2) 等速運動 (3) 等加速運動 (4) 不等速運動。

- 6、 ( ) 四汽缸的四行程引擎，曲軸每轉兩轉產生 (1) 一次動力 (2) 二次動力 (3) 三次動力 (4) 四次動力。
- 7、 ( ) 四行程汽油引擎，動力型態之終止係在 (1) 活塞在下死點時 (2) 活塞上行時 (3) 進汽門開啟時 (4) 排汽門開啟時。
- 8、 ( ) 有一四缸四行程引擎，若進汽門早開  $25^\circ$ ，晚關  $36^\circ$ ，排汽門早開  $40^\circ$ ，晚關  $48^\circ$ ，則 (1) 進汽行程有  $140^\circ$  (2) 壓縮行程有  $144^\circ$  (3) 動力行程有  $241^\circ$  (4) 排汽行程有  $260^\circ$
- 9、 ( ) 二行程引擎比四行程引擎 (1) 耗燃油量小 (2) 耗潤滑油量小 (3) 單位馬力的引擎重量較輕 (4) 比較容易發動。
- 10、 ( ) 下列有關二行程汽油引擎之敘述何者有誤？ (1) 掃汽口應較排汽口為低 (2) 其進汽形態可分曲軸箱及汽缸進汽兩個形態 (3) 壓縮行程與進汽行程幾乎同時發生 (4) 排汽型態亦如四行程引擎一樣區分為四階段。

## 參考書目

- |        |           |        |
|--------|-----------|--------|
| 一、全友書局 | 現代汽車原理(上) | 黃靖雄 編著 |
| 二、成龍書局 | 汽油引擎總複習   | 李清忠 編著 |