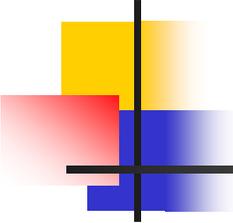


# 汽車原理 I - 引擎原理

---

授課老師: 李振榮老師

日期: 94 年 3 月 1 日



# 簡介

---

- 本章目標

- 學員將學到關於引擎的技術名詞及引擎零件名稱
- 學員將學會汽油引擎與柴油引擎之差異

- 訓練程序

- 準備

- 備妥汽油引擎車輛及柴油引擎車輛，讓學員明瞭引擎結構之差異
- 根據學員手冊的內容使用投影片來說明

- 講課

- 參照下列解說各項目：

6-1 引擎種類

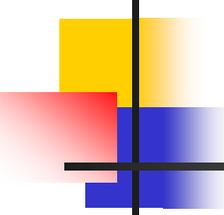
6-4 汽門機構

6-2 引擎規格

6-5 排放控制系統

6-3 汽油引擎之燃燒

6-6 柴油引擎



## 6-1 引擎種類

---

引擎是車輛的一個動力裝置，將油料能量轉變成機械動力。舉例來說，在汽油引擎裡，油及空氣混合後被送入燃燒室壓縮點燃，以產生具高溫高壓的熱能，此熱能作用於活塞將能量轉變成運動的機械動能。

# 6-1 引擎種類

## 6-1 引擎種類

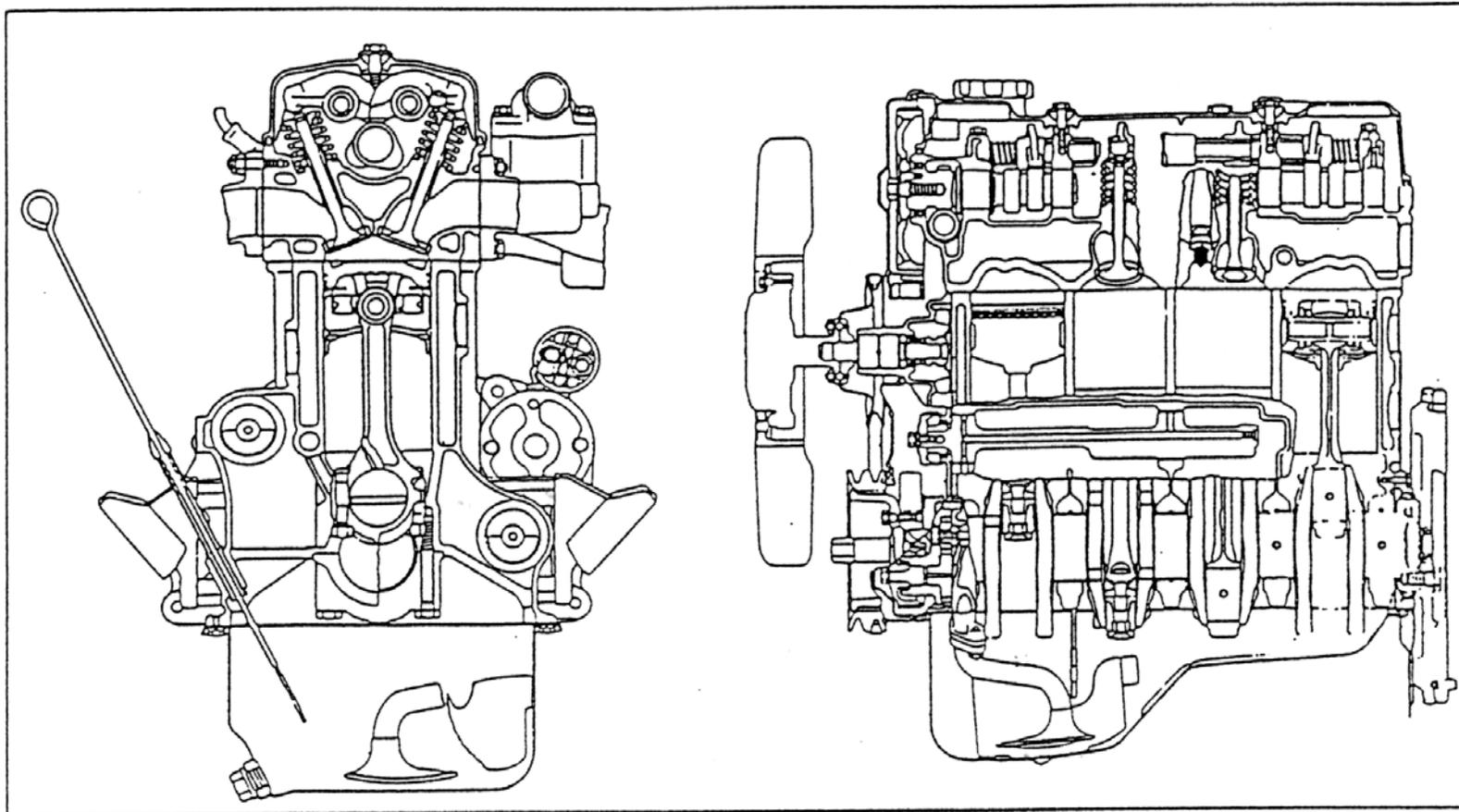


圖 6-1 4G6 引擎剖面圖

## 6-1 引擎種類

### 往復式引擎

指的是活塞作往復(來回)運動的引擎。

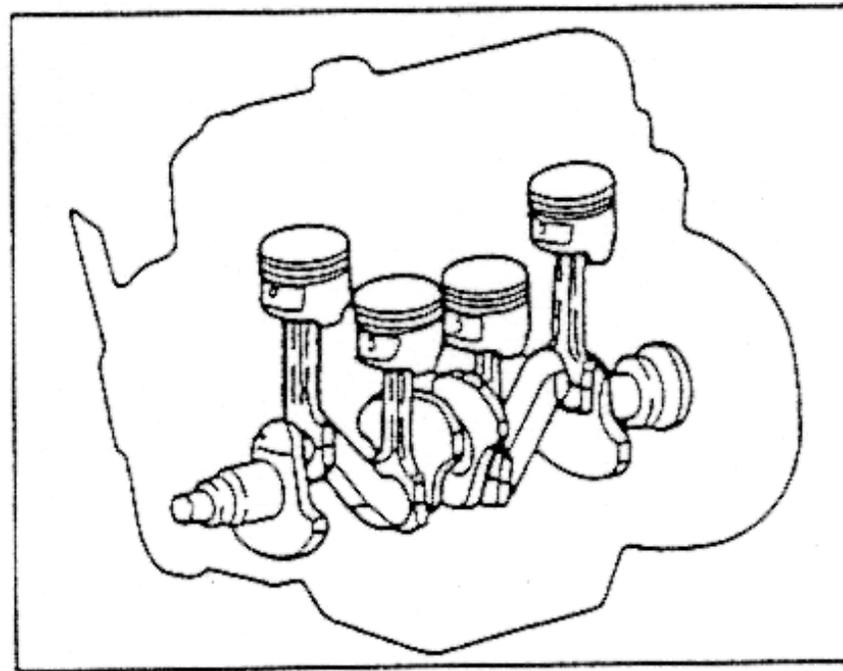
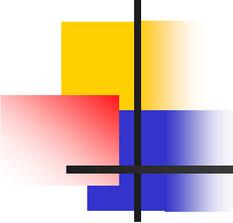


圖6-2 往復式引擎



## 6-1 引擎種類

引擎運轉順暢需要下列 3 條件，讓學員記下這些條件：

1)適當的壓縮

2)適當的空氣/燃油混合汽

3)適當的點火

1)適當的壓縮

燃燒室裡應有適當的壓力，假若墊片會洩漏，就無法適當地產生壓力。

2)適當的空氣/燃油混合汽

應保持適當的空氣/燃油混合比，燃料的種類及品質也應適當。

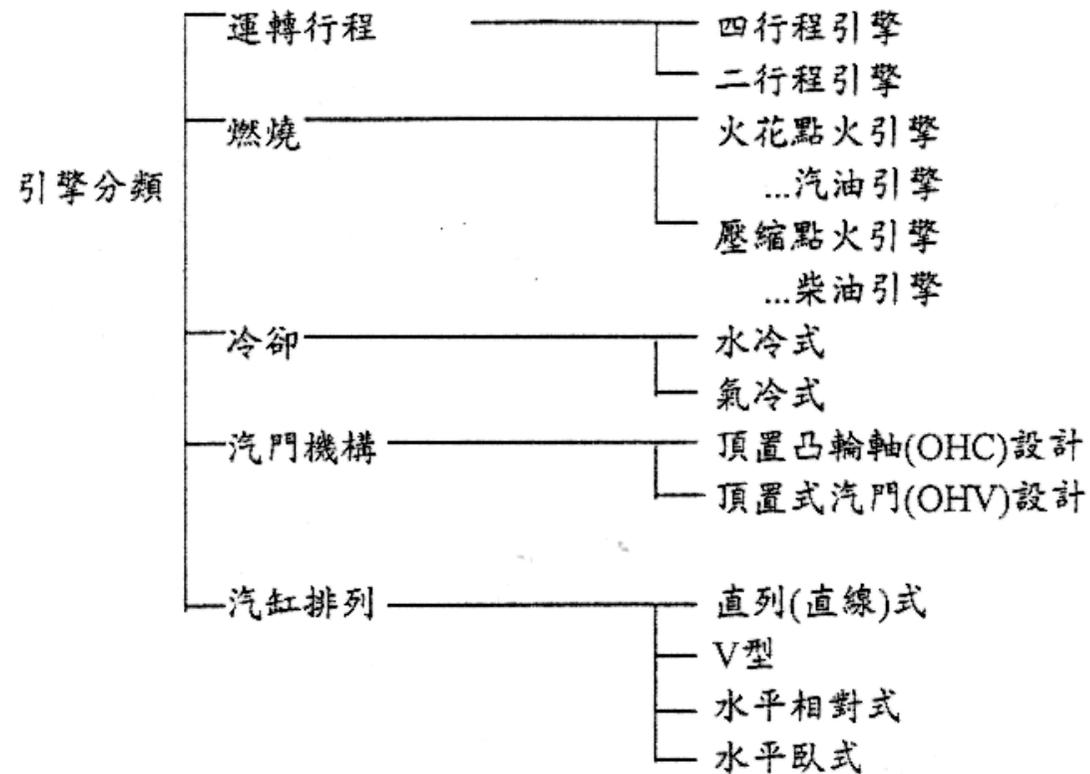
3)適當的點火

應有適當的點火正時及火花強度。

# 6-1 引擎種類

## 引擎分類

引擎一般可分類如下：



# 6-1 引擎種類 – 四行程引擎

在四行程引擎中，引擎的一個熱力循環是經由活塞的四個衝程來完成：

進汽→壓縮→燃燒→排氣

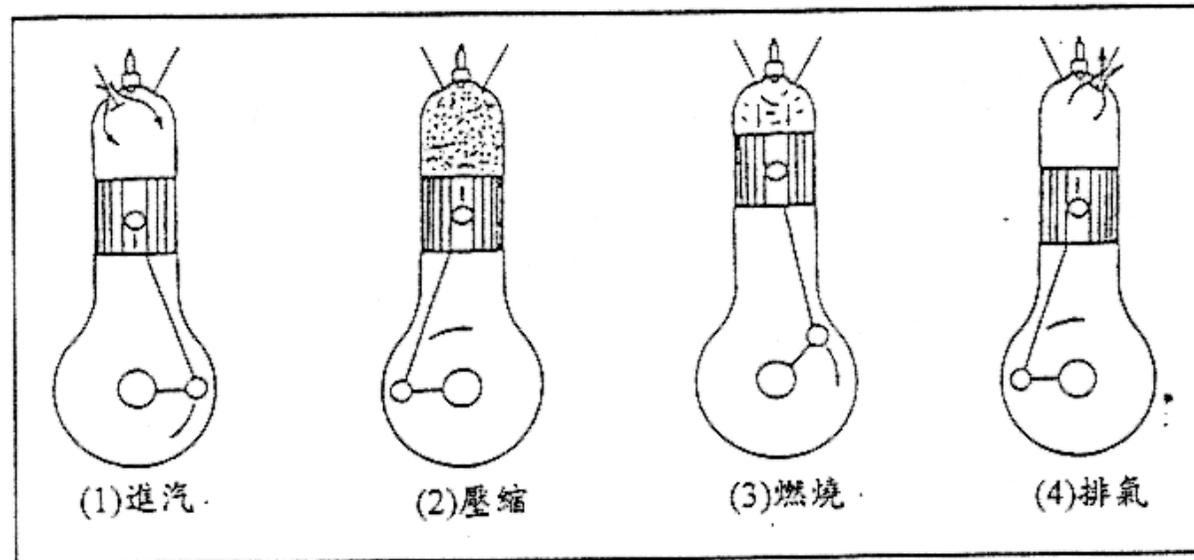
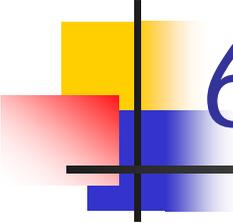


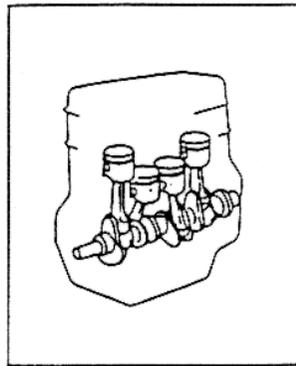
圖6-3 四行程引擎



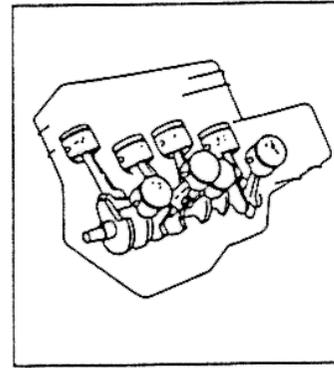
## 6-1 引擎種類 – 二vs.四行程引擎

- 二衝程vs.四衝程循環引擎:
  - 四衝程循環引擎: 完整的循環需要四次活塞衝程 (這四個衝程是：進氣、壓縮、動力、及排氣)。
  - 二衝程引擎: 進氣與壓縮衝程, 以及動力及排氣衝程, 是合併的。這樣活塞每經過兩個衝程, 或曲軸每轉一周, 引擎就產生一次動力衝程。
  - 二行程引擎在構造上是簡單的, 相對地, 它是無效能的而且“髒”的引擎。它比四行程引擎更容易產生污染。同時, 四行程引擎的動力衝程較二行程引擎的動力衝程有力。

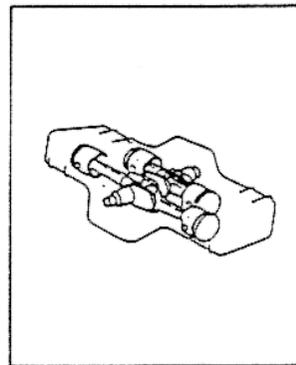
# 6-1 引擎種類 – 汽缸排列方式



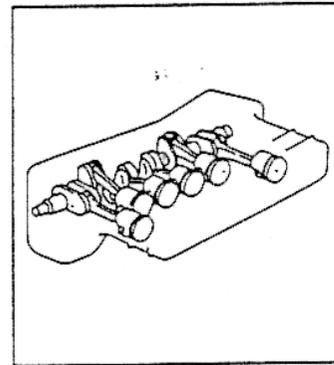
(1)直列式



(2)V型



(3)水平相對式



(4)水平臥式

圖6-4 引擎之汽缸排列方式

## 長行程

在設計上，行程的長度比缸徑長，(若行程的長度比缸徑短，則稱為"短行程"或"過方行程")，眾所皆知長行程的設計在低速範圍可提供較大扭力。

## 過方行程

"方"這個字代表缸徑等於行程的長度，"過方"引擎是說引擎的缸徑大於行程長度，一般也稱為"短行程"。而當缸徑比行程還短時，則稱為長行程引擎。

(1) 缸徑  $\wedge$  行程

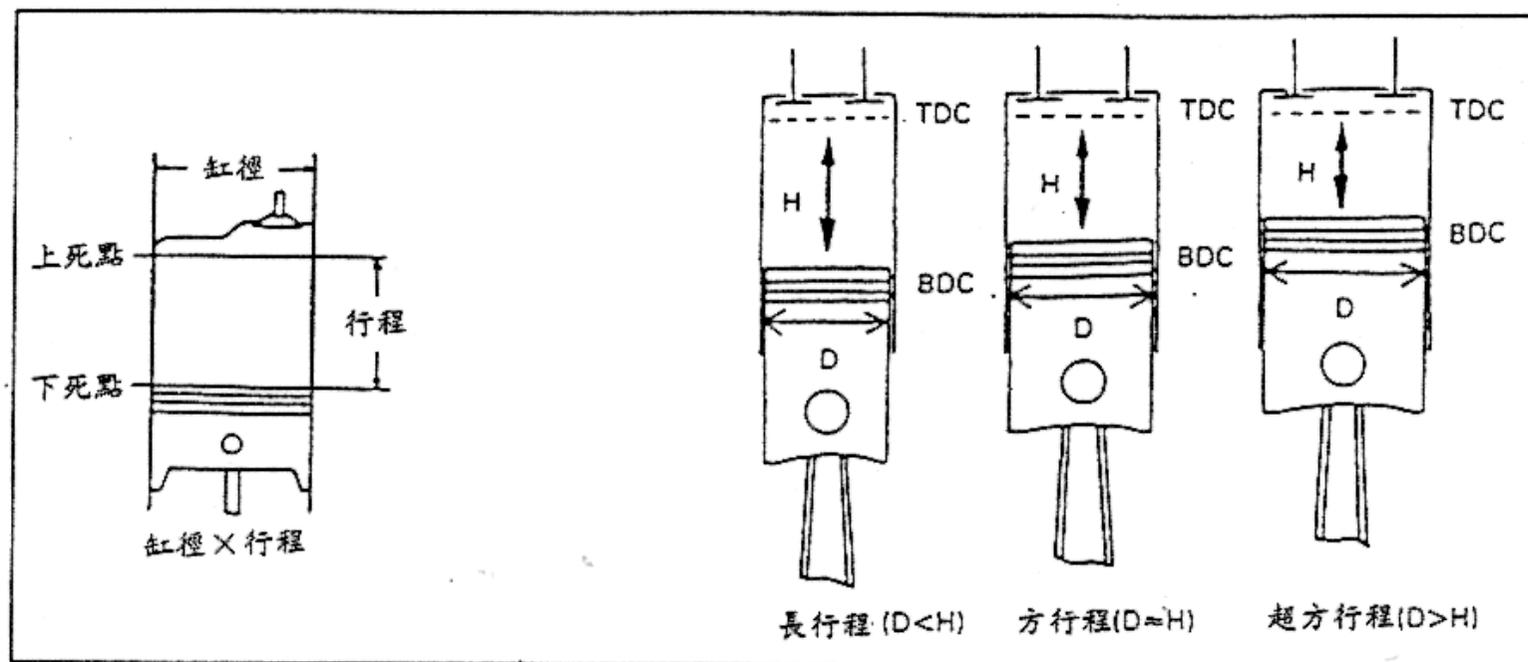
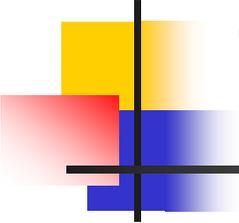


圖6-5 缸徑 × 行程



## 6-2 引擎規格 (二)

---

### (2) 總排氣量

總排氣量 : V [cm<sup>3</sup>]

行程 : S [cm]

缸徑 : D [cm]

$$V = \frac{3.14 \times D^2 \times L}{4}$$

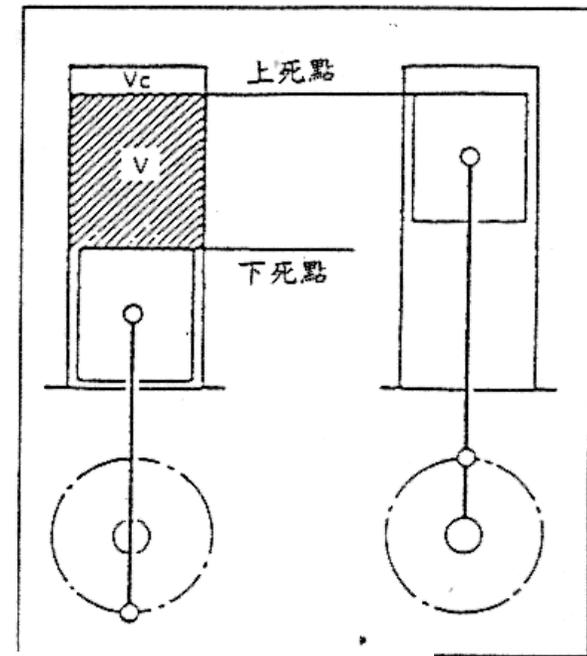
備註

1 cm : 1/100 m

## 6-2 引擎規格 (三)

### (3) 壓縮比

$$\text{壓縮比} = \frac{\text{燃燒室容積}(V_c) + \text{排氣量}(V)}{\text{燃燒室容積}(V_c)}$$



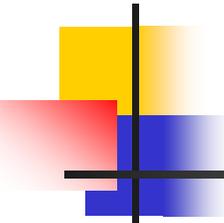
### 6-2(3) 壓縮比



(學員手冊第 52 頁)

汽油引擎的壓縮比大約是 8.0 到 10.0，柴油引擎則是 20.0 到 22.0。當壓縮比提高時，可產生較大功率輸出，但是如果壓縮比提高太多，則汽油引擎會產生爆震。

讓學員明瞭壓縮比與辛烷值的關係。



## 6-2 引擎規格 (四)

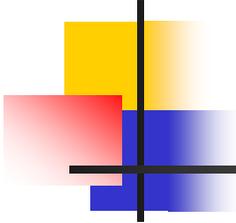
---

### 無鉛高辛烷汽油

辛烷值在 95 到 100 之間不含抗爆劑(四乙基鉛)之汽油。四乙基鉛是用來提高辛烷值與一般無鉛汽油(辛烷值 91 到 92)相較，更能提供較好的抗爆性。

### 辛烷值

這個數值用以表示汽油的抗爆性，汽油辛烷值的測定是將汽油測試結果與異辛烷(辛烷值訂定為 100)及正庚烷(辛烷值訂定為零)混合而成的標準品質燃油進行比較。



## 6-2 引擎規格 (四) (續)

- 研究辛烷值 (ROZ):
  - 是汽油抗爆性的評價指標之一。
  - 在可變壓縮比單缸試驗引擎上, 將實際燃料和標準燃料相對比, 即可確定實際燃料的辛烷值。
  - 標準燃料由異辛烷和正庚烷組成。異辛烷抗爆性好, 定其辛烷值為 100。正庚烷的抗爆性差, 在汽油引擎上易發生爆震, 其辛烷值定為 0。
  - 燃料辛烷值的實際涵義為: 若燃料的辛烷值為90, 則表示該燃料與含異辛烷 90%、正庚烷10%的標準燃料具有相同的抗爆性能。

# 6-3 汽油引擎之燃燒 - 引擎性能

1) 馬力 [ Ps ]

2) 輸出扭力 [ Nm ]

3) 耗油率 [ g/Psh ]

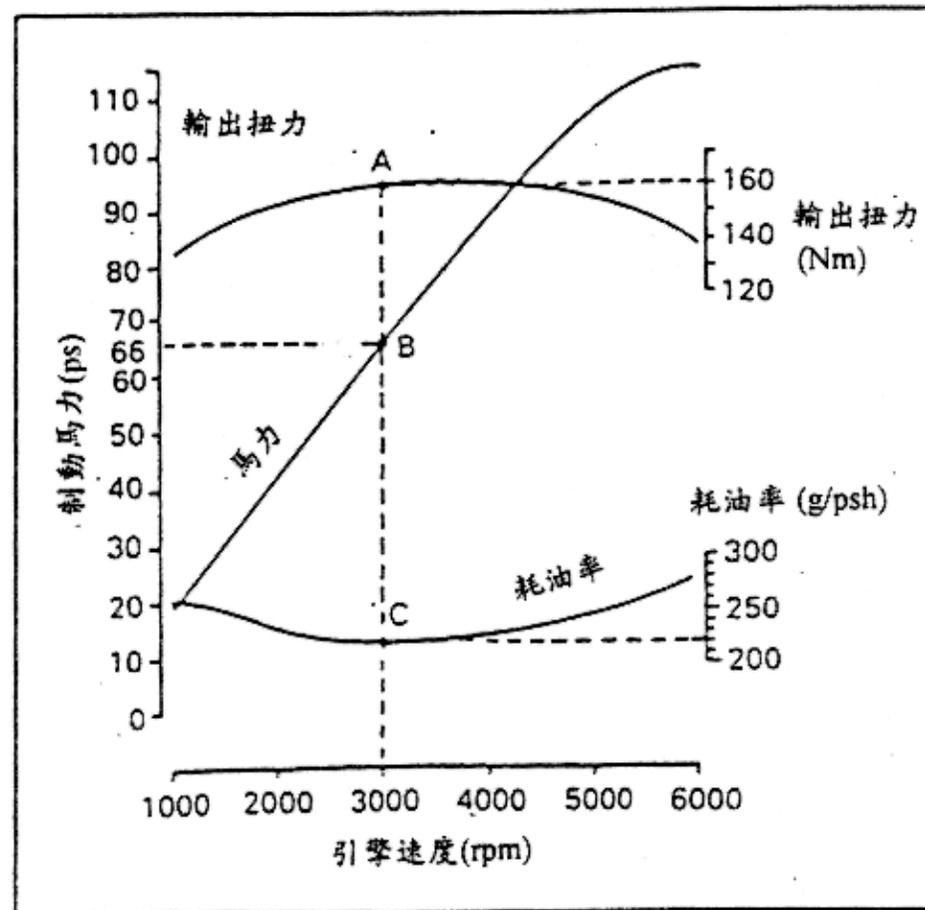
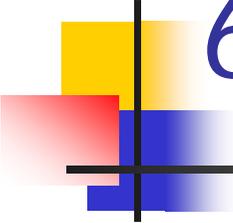


圖 6-7 引擎性能曲線



## 6-3 汽油引擎之燃燒 - 引擎性能

- 引擎轉速對扭力的影響：
  - 在中等速度時，容積效率很高，因為有充足的時間使汽缸「充滿」，也就是說進入的空氣燃料混合氣相當多，致使產生較高之燃燒壓力，因為燃燒壓力高，引擎的扭力也較大。
  - 在高速時，容積效率降低，沒有充份時間讓汽缸充滿空氣燃料混合氣，燃燒所得的壓力也不高，故對活塞的推力降低，致使引擎扭力也降低。
- 引擎轉速對輸出馬力(bhp)的影響：
  - bhp 曲線在低轉速時馬力較小，隨引擎的轉速而增高，直增大到某一值後，其馬力又會降下來。
  - 在高轉速，馬力降低的原因，乃由於扭力的降低及(活塞)摩擦力的升高。

# 6-3 汽油引擎之燃燒 - 引擎性能

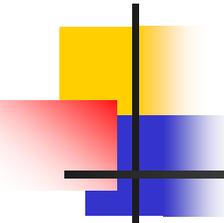
## 引擎性能/輸出功率測試標準

標準		JIS-淨值	DIN	SEA-淨值	SEA-毛值
設備條件		在測試時拔掉排氣管及消音器	設備裝置齊全	設備裝置齊全	測試時拔掉冷卻風扇、排氣管、消音器以及污染控制設備
環境條件	大氣壓力 溫度 濕度或水份 蒸發壓力	760mmHg 20 °C 65%	760mmHg 20 °C	746.2mmHg 29.4 °C 9.6mmHg	
適用國家		日本	歐洲及其他國家， 不包括北美國家	美國 加拿大	澳洲 東南亞 中東 中南美
單位		PS	kW	HP	

單位換算

0.76KW  $\approx$  1HP

1HP  $\approx$  1ps



## 6-3 汽油引擎之燃燒 - 引擎性能

以引擎性能曲線圖說明能產生最大馬力與最大扭力的引擎轉速。

- 引擎馬力以 hp、ps 或 kw 來表示。

若採用淨值測量方式，摩擦損失值就會變大。也就是說，量測同一引擎時，淨值測量方式取得之馬力值比毛值測量方式所取得之值較小。

請注意各個國家對引擎性能/輸出功率之測試方法有所不同，在日本、美國、以及歐洲國家，引擎性能/輸出功率之測試方式分別是 JIS、SAE 以及 DIN，測得之數值，因引擎設備狀況、環境條件等等而有所不同。下列表格說明各種測試標準的概要。

# 6-3 汽油引擎之燃燒 – 燃燒室

## 1) 燃燒室

當活塞到達上死點時，由活塞頂端及汽缸壁所圍成，位於汽缸頂部的空間，也稱為燃燒空間，由於引擎設計的不同，燃燒室的形狀也會不同。

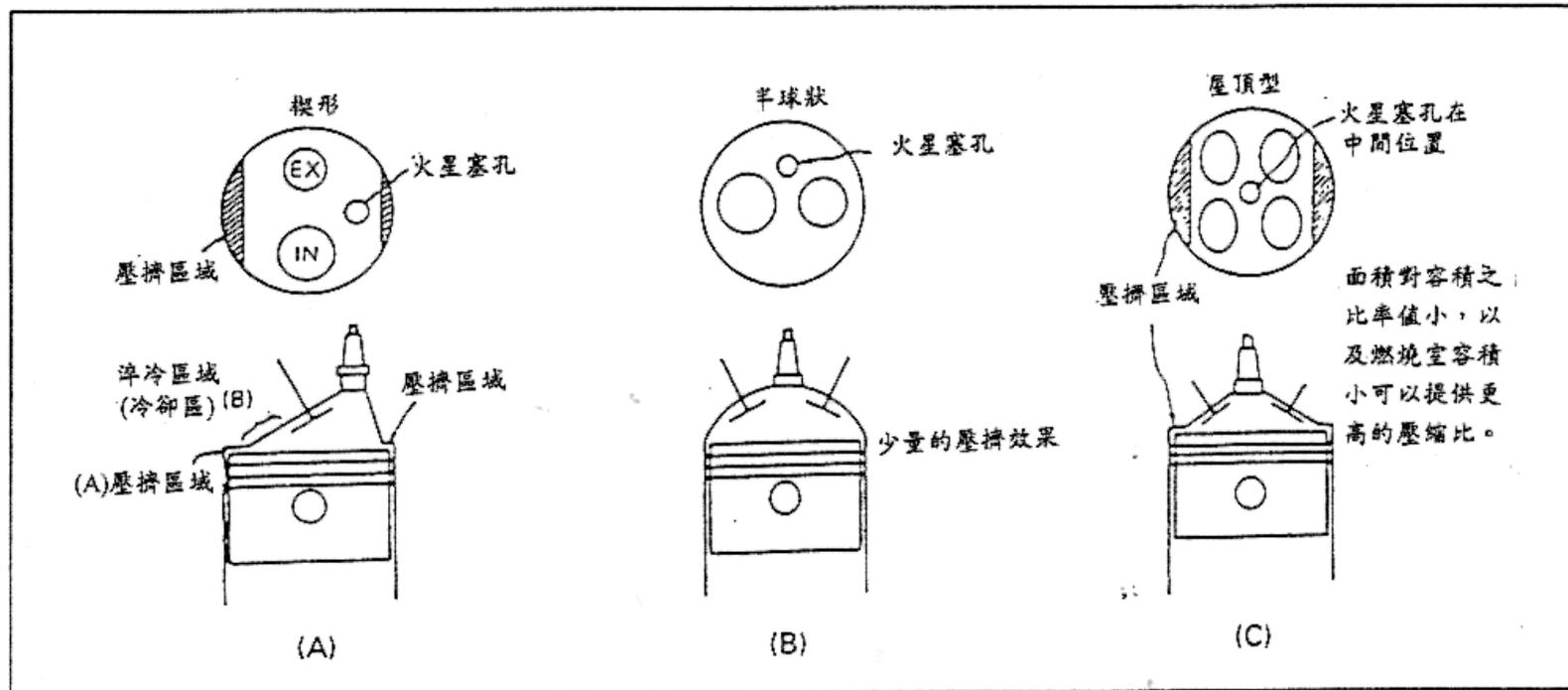
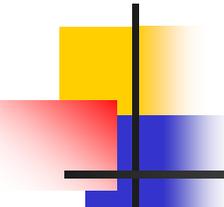


圖 燃燒室的種類



## 6-3 汽油引擎之燃燒 – 燃燒室

### 半球形燃燒室

燃燒室的形狀像圓頂形或半球體，因為相較於容積而言，半球形燃燒室有較小的表面積，且因可將火星塞置於中間的位置，使得火焰擴散距離相等。因此，提高了燃燒的效率，8汽門汽油引擎4G3、4G5即屬此類。

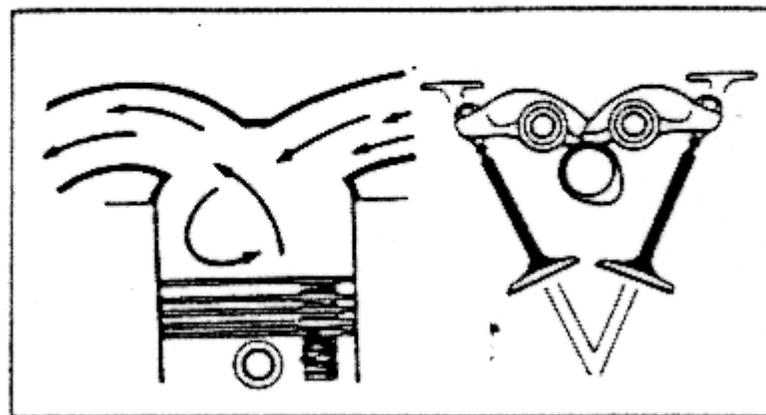
### 屋頂形燃燒室。

三菱4G9-16汽門、4G1-12汽門、以及DOHC引擎採用此類型燃燒室，它的表面積對容積比例很小，表面呈扁平狀便於生產，此種設計的另一個優點即是較大的壓擠(squish)效果增進擾流的作用，已廣泛地被使用於4汽門引擎。

## 6-3 汽油引擎之燃燒 – 汽門排列

### 2) 汽門排列

三菱汽油引擎有交叉流動式之汽門排列，可提供極高的進汽及排氣效率。



# 6-3 汽油引擎之燃燒 – 汽缸壓力

3) 四個活塞行程中引擎汽缸內的壓力。

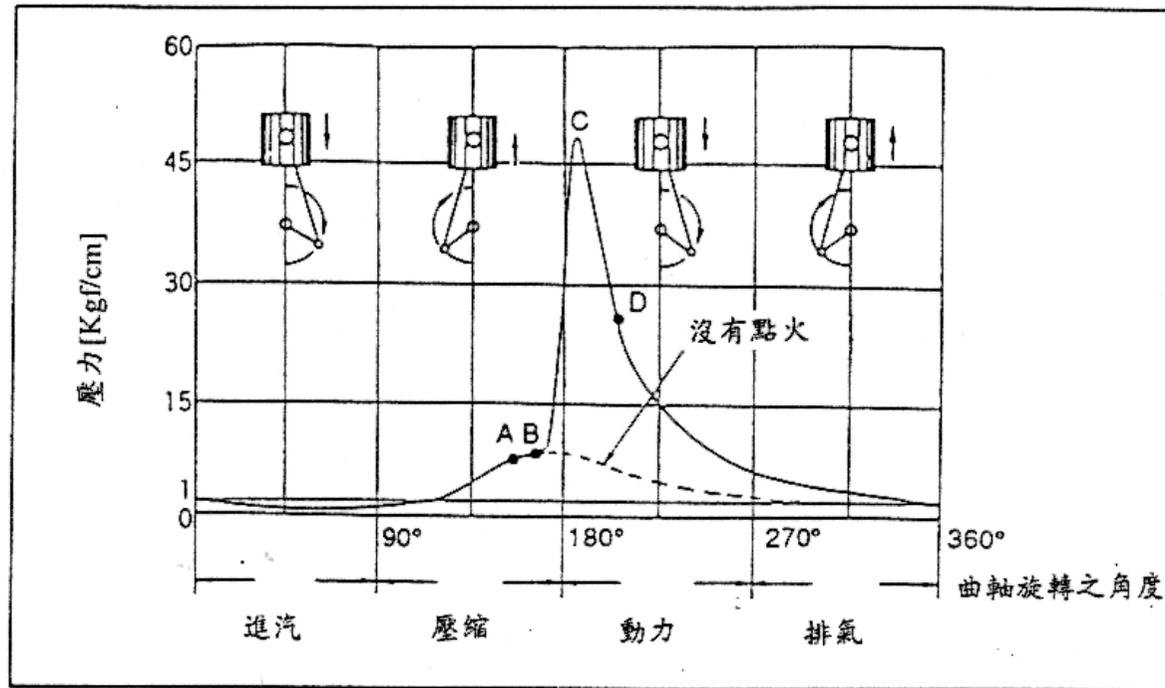


圖 6-9 汽缸壓力圖

在"A"點點火

在"B"點迅速地燃燒，並且在"C"點達到最大壓力，而在"D"點完成燃燒。

## 6-3 汽油引擎之燃燒

### 3) 引擎運轉時之不正常現象：

(學員手冊第 55 頁)

讓學員在學員手冊第 7 頁空白處記下每種現象的情況以及發生原因。

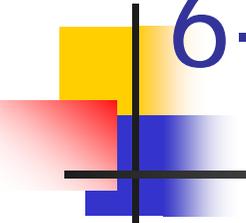
下列項目應簡要地說明

#### 點火／壓縮的不正常現象

- 回火
- 排氣管放砲／後燃
- 續燃
- 爆震
- 爆燃

#### 燃油系統的不正常現象

- 汽阻
- 滲漏



## 6-3 汽油引擎之燃燒

---

### 回火

燃燒的情形從燃燒室被帶回了化油器，當點火正時調整不當時就會發生此種現象。

### 排氣管放砲或後燃

當點火開關關掉後，在消音器產生爆炸或自行點火的情形發生，這是由於混合汽過濃或太稀，排氣管中未燃燒燃油與排氣管中的新鮮空氣接觸而產生爆炸。

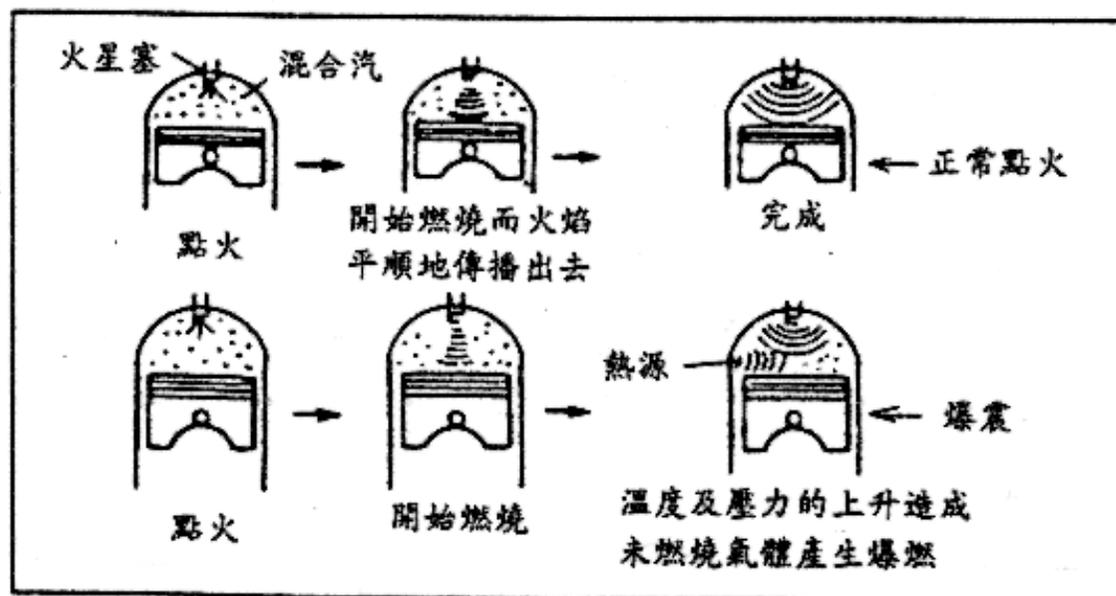
### 續燃

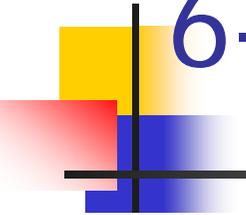
當點火開關關掉後，引擎仍繼續點火燃燒，亦稱作"狄賽爾現象"。這種現象是在點火正時不準或引擎過熱時發生。

## 6-3 汽油引擎之燃燒

### 爆震

當引擎燃燒室的室壁好似被一把小錘快速地撞擊，所發生的敲缸或爆震聲，或引擎故障時亦有此種聲音。在火焰前峰到達前，未燃燒的混合汽瞬間點燃並且爆炸，會形成超音速壓力波撞擊燃燒室室壁而產生敲缸的聲音。過度的爆震是降低輸出功率及引擎過熱的原因之一。但是，最大的動力輸出卻是在只有輕微爆震時獲得。





## 6-3 汽油引擎之燃燒

---

### 爆燃

在正常燃燒的情況時，火焰擴散速率為每秒 10 公尺，但是，當火焰前鋒以音速傳播時就會產生爆燃。這將產生瞬間高壓波以及爆震，有造成零件故障之虞，這較易發生於高壓縮比引擎，當壓縮混合汽的溫度很高時，或使用低辛烷值之燃油就可能發生。

## 6-4 汽門機構 - OHC

OHC

頂置凸輪

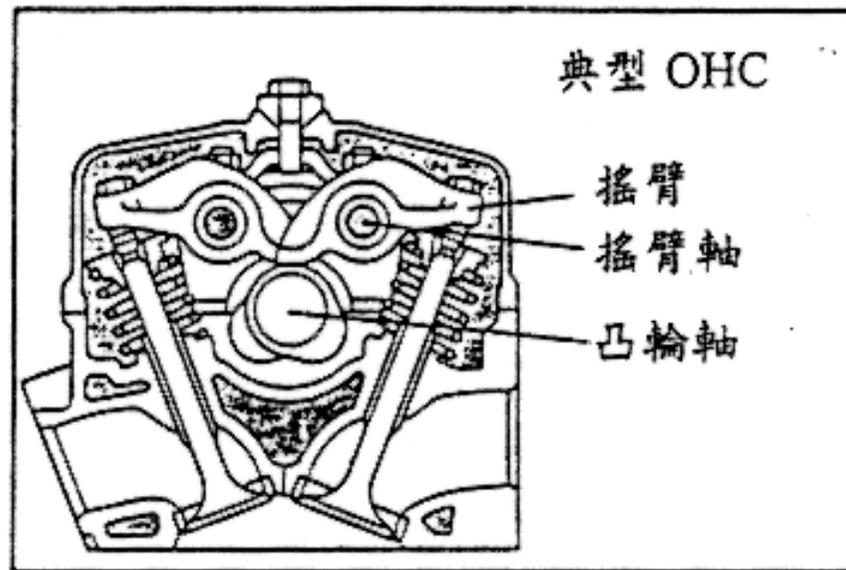


圖 6-10 單頂置凸輪

頂上凸輪軸(OHC)

凸輪軸置於汽缸蓋上方，省掉了推桿因而增加汽門反應特性，提供更佳的高速運轉。

## 6-4 汽門機構 - OHC

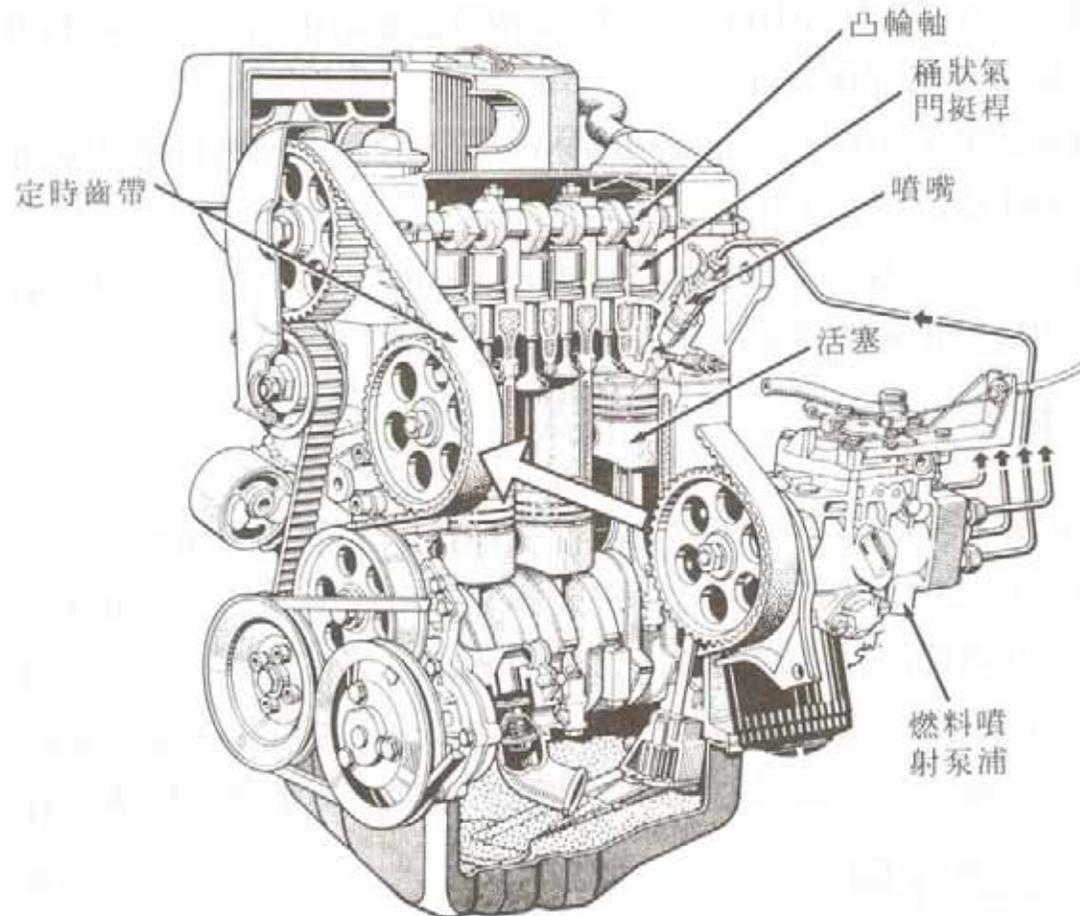
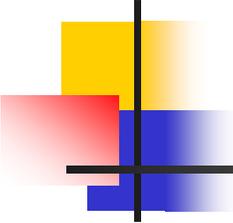


圖 2-46 四汽缸的上置式凸輪軸柴油引擎。這種引擎的基本構造及氣門機件大致和火花點火引擎相同（見圖 2- ）



## 6-4 汽門機構 - OHC

---

- 通常每個汽缸有兩個氣閥，其開和關是藉著閥系的作用
  - 它有一個凸輪軸，位於汽缸頭的頂部。凸輪軸的旋轉是經由一條內有齒的帶和曲軸來帶動。
  - 每一汽缸的凸輪軸有兩個凸輪。一個是進氣閥而另一個是排氣閥。

## 6-4 汽門機構 - OHV

OHV

頂置汽門

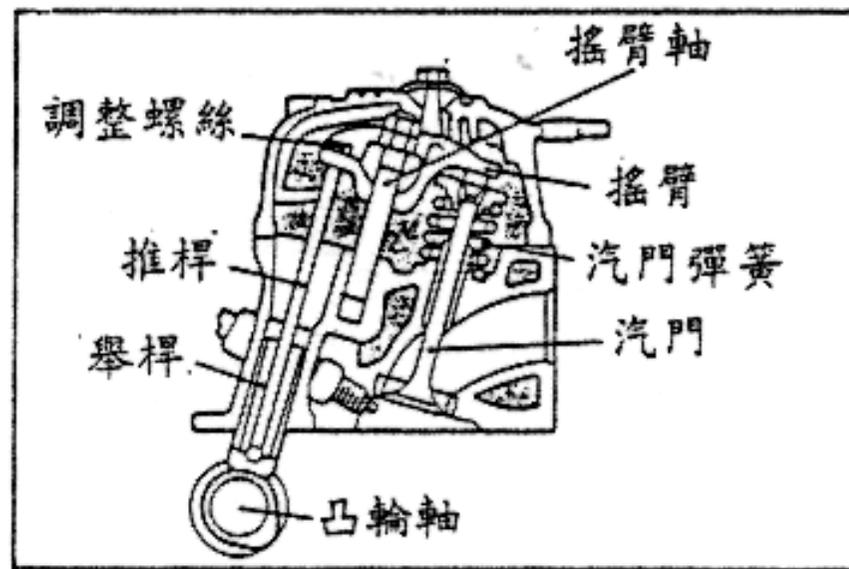
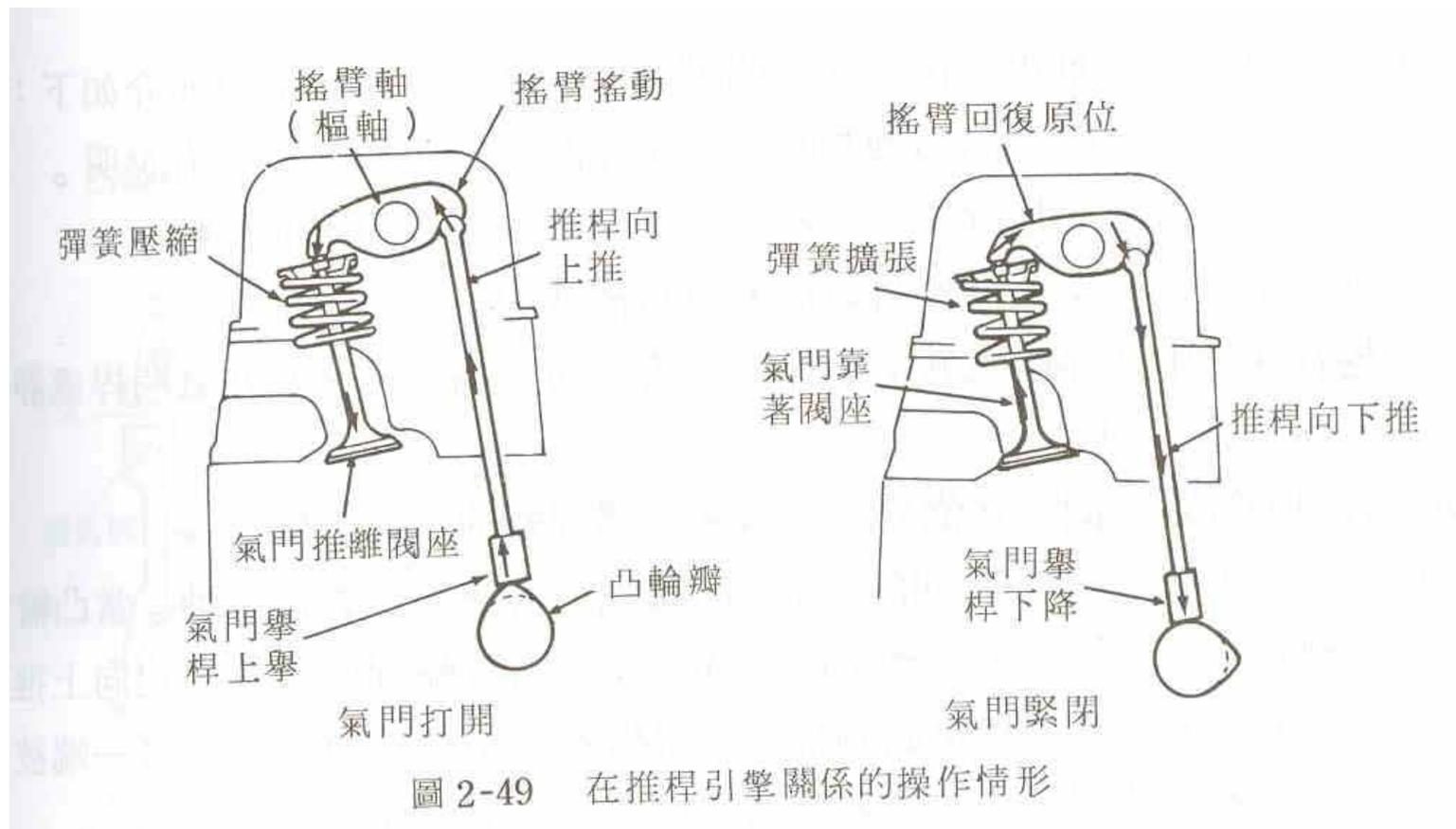


圖 6-11 OHV

### 頂上汽門(OHV)

汽門機構排列，凸輪軸是位於曲軸箱內(或汽缸體)，經由推桿及搖臂將動力傳輸至汽門。

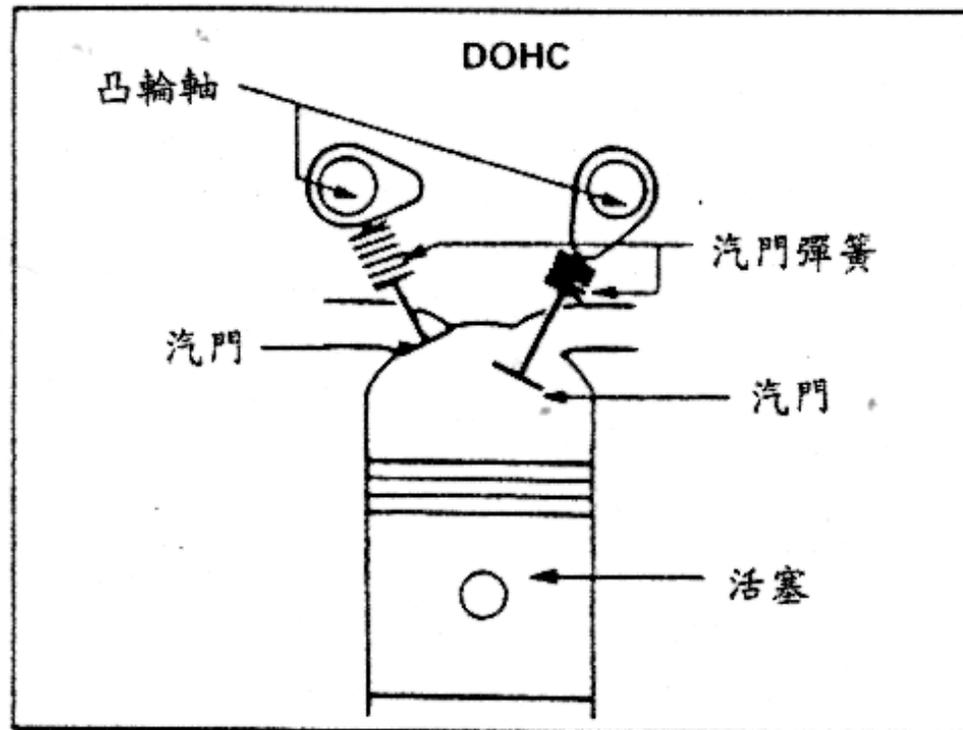
## 6-4 汽門機構 - OHV



## 6-4 汽門機構 - DOHC

### 頂上雙凸輪軸(DOHC)

引擎在汽缸蓋上方置有 2 支凸輪軸就是所謂的"DOHC 引擎"，也可稱為"雙凸輪引擎"。由於這類引擎有一支凸輪軸直接地作動進汽門。另一支凸輪軸則作動排氣門，比起只有單一頂上凸輪軸的設計，可以縮短汽門升程，因此極適宜在高性能引擎上使用。



# 6-4 汽門機構 – DOHC 16汽引擎

## DOHC 16汽引擎

DOHC 四汽缸引擎在每個汽缸體裝置有 4 個汽門(進汽及排氣各 2 個)，此種汽門排列具有下列性能：

- 汽門體積較小，因此重量輕，可全面降低慣性重量及減輕汽門控制元件的摩擦損失，因此在寬廣的速度範圍以至極速，汽門均能迅速反應，提高引擎的最大動力輸出。
- 較多的汽門提供較大的汽門開度，增加高速進汽及排氣的效率，並提供較大的馬力輸出。

# 6-4 汽門機構 – 汽門正時

## (2) 汽門正時

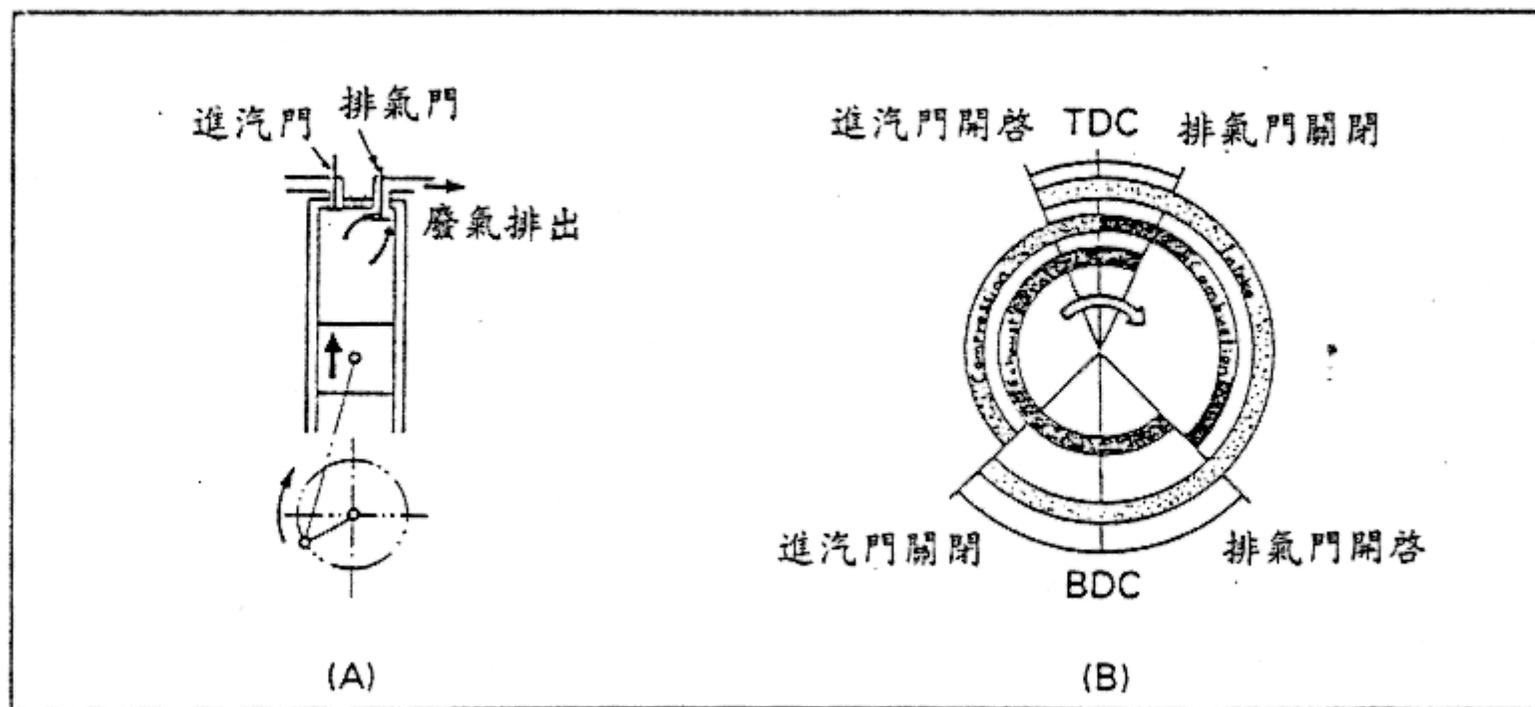


圖 6-13 四行程引擎的汽門正時圖

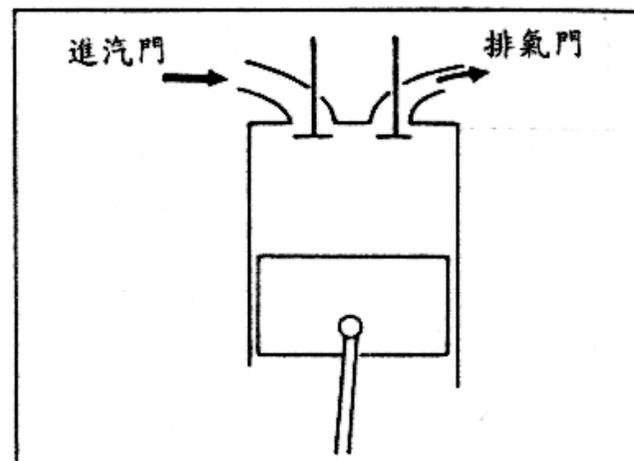
## 6-4 汽門機構

### 汽門正時

就是在引擎曲軸轉動時，各個汽門(進汽及排氣)關閉及打開的時間。汽門的開關是由轉動的凸輪軸所控制，而凸輪軸則由曲軸驅動的正時皮帶或鏈條所帶動。

### 汽門重疊

同一汽缸的進汽門及排氣門同時打開時之情況。汽門重疊時是利用進汽及排氣的慣性力量來改善進汽及排氣效率。



## 6-5 排放控制系統

汽車會排放出下列三種有害氣體：

CO(一氧化碳)

HC(碳氫化合物)

NO<sub>x</sub>(氮氧化合物)

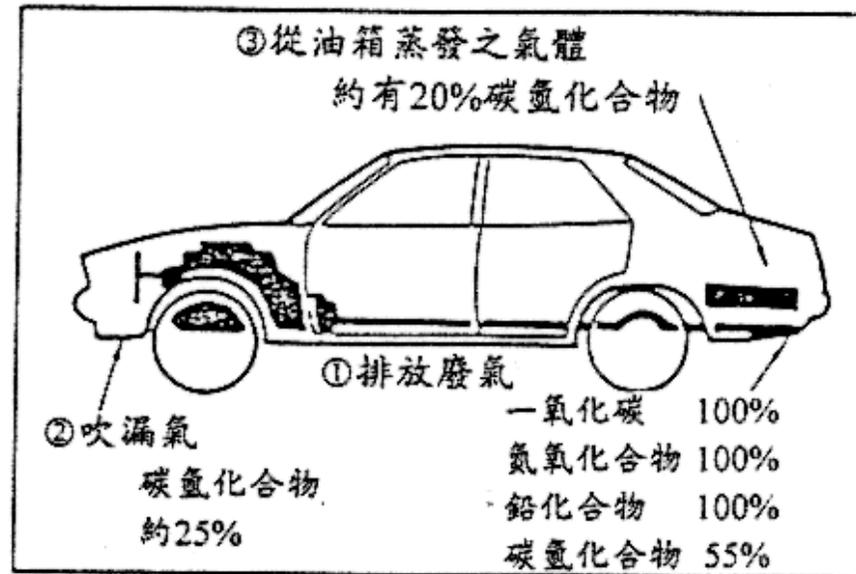
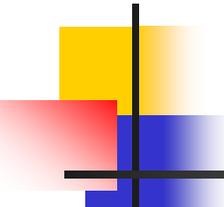


圖 6-14 有害成份的排放位置及比率



## 6-5 排放控制系統

---

### 一氧化碳(CO)

是一種無色無味的廢氣，幾乎與空氣同重，並且很難在水中溶解，含有巨毒。假若在大氣中的一氧化碳含量上升，其將會具高度毒性並對人類將造成極度的危險。當引擎燃燒不完全時會排放出一氧化碳，吸入人體時，會與血液中的血紅素結合形成一氧化碳血紅蛋白，阻礙血液正常的帶氧功能。

## 6-5 排放控制系統

### 氮氧化合物(NO<sub>x</sub>)

氮與氧在高溫下結合所產生之化合物，當溫度達到 1800 至 2000 °C 時便會迅速地增加，引擎燃燒所產生之高熱亦同。當燃燒溫度到達 2000 °C 時就會產生 NO<sub>x</sub>。NO<sub>x</sub> 的來源包括車輛排出的廢氣及化學工廠排放之廢氣。NO<sub>x</sub> 是光化學煙霧的主要來源，特別要提到的是 NO<sub>x</sub> 對人體會產生下列的不良影響。

大氣中 NO <sub>x</sub> 含量(ppm)	徵候
0~3	沒有
3~5	辛辣的味道
10~20	輕微的刺鼻味、眼睛輕微地不適
20~30	強烈的刺鼻味、眼睛產生巨痛
30~50	咳嗽、頭痛、覺得暈眩
50~100	嚴重咳嗽、頭痛、暈眩
100~200	肺水腫
200~300	嚴重的肺病
300~700	致命的疾病

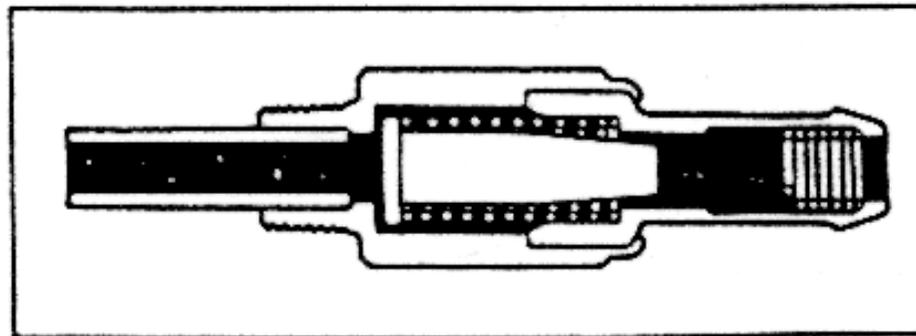
## 6-5 排放控制系統

### 吹漏氣

壓縮的空氣燃油混合汽或是燃燒後之廢氣，從燃燒室經過活塞環進入曲軸箱，大部份是殘留廢氣與未燃燒燃油(HC)的混合，目前所有的車輛都必須裝置曲軸箱強制通風系統，這樣吹漏氣就可再次被吸進燃燒室燃燒。

### 積極式曲軸箱通風(PCV)閥

裝置在搖臂室蓋，PCV 閥可將吹漏氣送入進汽歧管。該閥是由進汽歧管真空所操控。



## 6-5 排放控制系統

- PCV系統

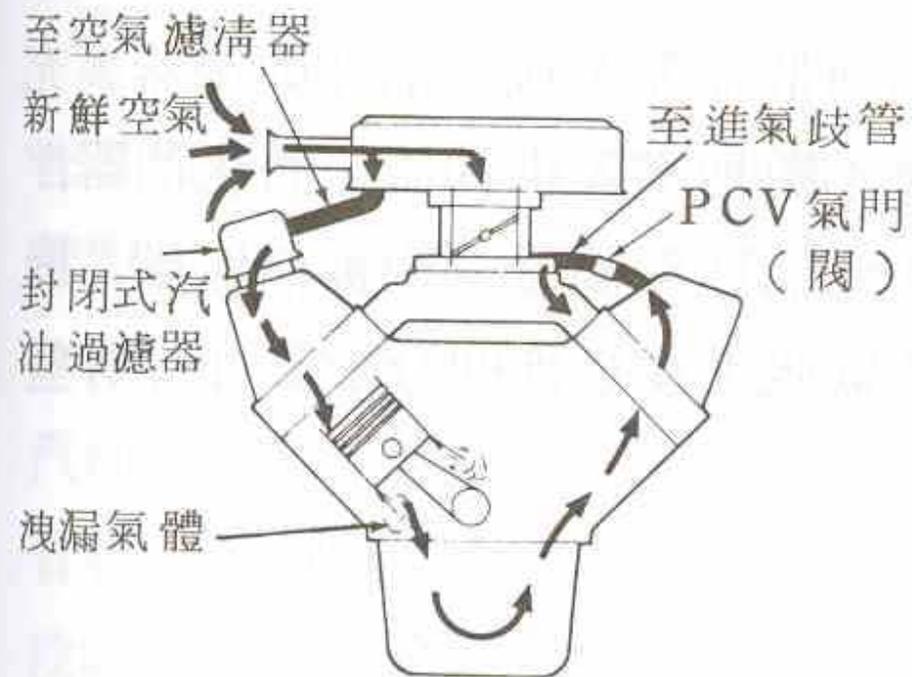


圖 3-153 V型引擎上典型的封閉式 PCV 系統

## 6-5 排放控制系統

### 廢氣再循環系統(EGR)

廢氣再循環是減少廢氣中 NO<sub>x</sub> 的一種方法。在極高的燃燒室溫度下，空氣中的氮與氧混合而形成 NO<sub>x</sub>。EGR 系統將排氣歧管裡一部份的廢氣送至進汽歧管使與空氣燃油混合汽混合，這樣會降低燃燒速度，因而降低燃燒的最高溫度，並且減少廢氣中 NO<sub>x</sub> 的含量。

(2)EGR(廢氣再循環)

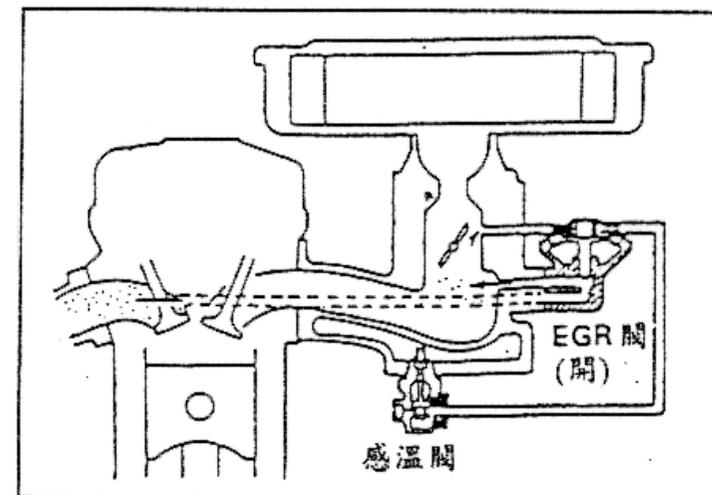


圖 6-16 EGR

## 6-5 排放控制系統

下列排放控制設備可以降低有害物質/污染成份之排放，EGR系統之設計是用以減少NO<sub>x</sub>廢氣，而觸媒轉換器則是用以減少CO和HC廢氣。

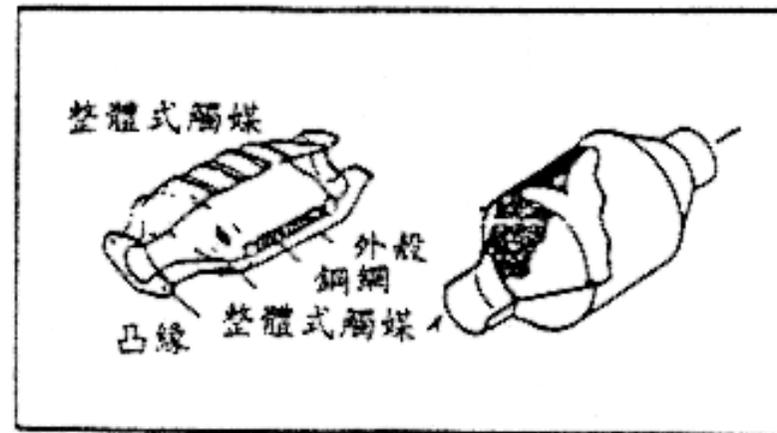


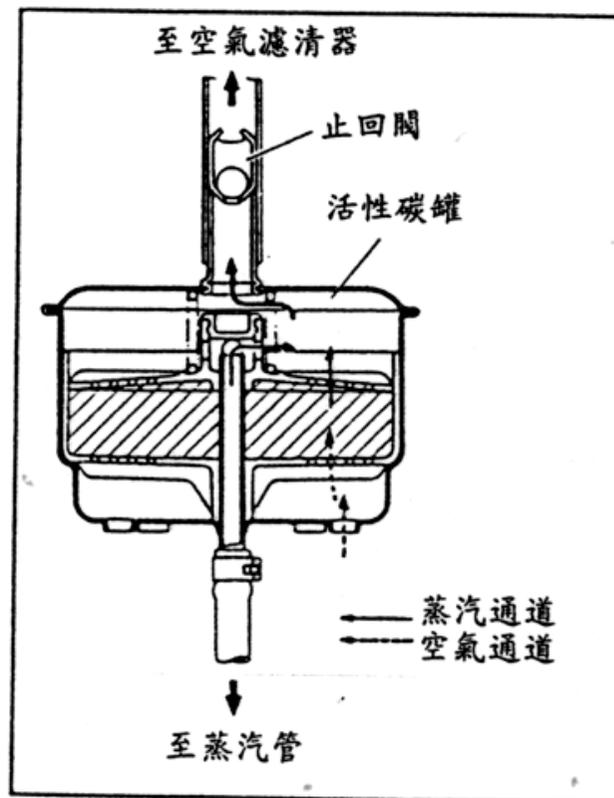
圖 6-17 觸媒轉換器

觸媒轉換器：將廢氣中HC和CO轉化成H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>

## 6-5 排放控制系統

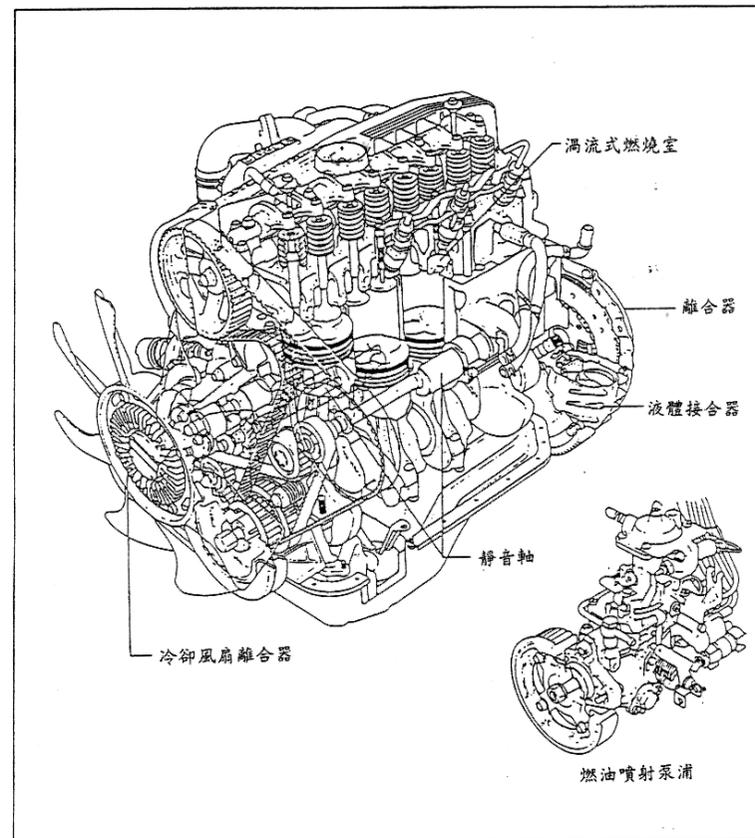
### 活性碳罐

是用於標準型燃油蒸發控制系統中的一個零件，可以暫時收集油箱蒸發的油氣(主要為 HC)。碳罐裝滿了活性碳，用來吸收引擎停止運轉時產生的油氣，當引擎起動時，油氣會隨著空氣經由空氣濾清器被吸入燃燒室燃燒。



## 6-6 柴油引擎

在柴油引擎裡，空氣因壓縮而加熱，而霧化之燃油被噴入燃燒室，因空氣壓縮之高熱而形成自燃，所產生之壓力作用到活塞上再經由連桿轉動曲軸以傳輸動力。



## 6-6 柴油引擎

### 汽油與柴油引擎之比較

項目	柴油引擎	汽油引擎
壓縮比	15-22	6-10
壓縮壓力	高	低
燃燒室結構	複雜	簡單
混合汽之形成	壓縮後燃油霧狀噴射	汽化之燃油及空氣在壓縮前混合
點火方式	由壓縮熱自燃	由火星塞點火
供油方式	噴射泵浦及噴油嘴	化油器(燃油泵、噴油嘴)
輸出控制方式	控制噴油量	以節汽門控制空氣/燃油比
運轉時之振動及噪音	成比例	小

## 6-6 柴油引擎

### 渦流式燃燒室

具有預燃室及將噴油嘴安裝在適當位置之設計，提高空氣與燃油的渦流效果可以使得燃燒更完全。

此類燃燒室具有下列特徵：

- 1) 允許高速運轉。
- 2) 各種引擎轉速下都可運轉順暢。

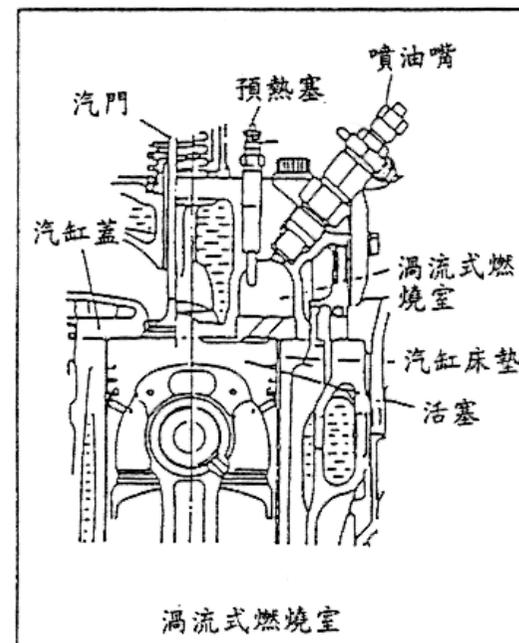


圖 6-15 4D56 之渦流式燃燒室