

446.71

674-3

書叢小學工

機 燃 內

著 華 振 劉

行發館書印務商

MG
TK4
6

工學小叢書

內 燃 機

劉振華 著

商務印書館發行



3 1774 7261 4

內燃機

自序

民國十三年春，鄙人曾將前教授留法高等工藝預備班時，關於內燃機之講義稿，稍加整理，輯爲「內燃機關」二小冊，歸中華學藝社學藝彙刊中印行。自出版以來，雖已銷至三版，爲數不下五千冊，徒以該班係一年畢業之故，內容過嫌簡略。十七年秋，在本校復任機械系第一班內燃機課程，所採課本，係 R. I. Steeple 所著內燃機原本，於其不足之處，復參考他書，加以補充；並抽暇編譯中文稿，所集材料，雖已近十數萬言，然因不感採用中文課本之需要，故遷延迄今，未得一條理整齊之全稿。今年九月中，忽得商務印書館編譯所來函囑爲編輯內燃機一冊，爲萬有文庫中工學小叢書之一，惟字數因各冊售價劃一之故，與以相當限制，而脫稿期間，又須於本年十一月中，方能不誤印行，遂依據原稿並參考各書，編成此冊。內容多採比較普通及切於實用之材料，對於高中工科及社

會一般之欲研究內燃機者之採用，似較前冊爲稍勝。至專門以上之用本，鄙人仍有志從事，惟脫稿期恐須俟之一二年後也。茲本冊將屆付印之期，謹誌編輯之始末於此。

十九，十一，十一，於東北大學。

劉仙洲謹誌。

例言

- 一 是書程度，可供高級中學工科及高級工業學校教科書之用。
- 二 全書共分九章，約五萬言，插圖凡六十三，如每週教授兩小時，可供一學年之用。
- 三 是書因限於字數，取材多限於實際應用上比較普通之部分，關於各種循環理論上之研究，暫且從略。

四 書中之圖，由金君錫如、曹君國惠二人代繪者居多，謹附此致感。

五 是書所搜集之材料，多出於下列數書：

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| (a) Internal Combustion Engines. | R. L. Streeter. |
| (b) Internal Combustion Engines. | W. L. Lind. |
| (c) Internal Combustion Engines. | W. N. Hogle. |
| (d) Heat Engines. | D. A. Low. |

- (e) Elements of Steam and Gas Power Engineering. A. A. Potter
J. P. Calderwood.
- (f) The Gas Engine. C. P. Peole
- (g) Gas Gasoline and oil Engines. Hiscox—Page.
- (h) Modern Gas Engine and the Gas Producer. A. M. Levin.

六 是書脫稿倉卒，難免錯誤，倘蒙閱者指示，極所歡迎。

著者附識

內燃機

目次

第一章 內燃機之定義與其發展之略史	一
內燃機之定義	一
內燃機發展略史	二
第二章 內燃機之主要循環	八
雷奧泥氣機之循環	八
鄂圖氏循環	一〇
克拉克氏二衝程循環	一三

笛塞耳氏循環·····	一五
三孔二衝程循環之內燃機·····	一七
兩孔二衝程循環之內燃機·····	一九
坎柏爾氏二衝程循環油機·····	二〇
四衝程循環與二衝程循環之比較·····	二二
第三章 內燃機各部構造之概況	
氣缸·····	二六
活塞與漲圈·····	二八
連桿·····	三一
機軸·····	三一
偏突輪軸·····	三一
氣瓣·····	三五

第四章 燃料與燃燒

內燃機所用燃料之種類	三三七
燃燒	三三八
熱值	三三八
碳之燃燒	三三八
氫之燃燒	四〇
碳氫化物之燃燒	四一
空氣	四三
燃燒時所需空氣之容積	四四
波美氏度數	四五
引火點	四六
汽油	四六

燈油	四七
粗油	四七
酒精	四七
瀘質	四九
頁岩油	四九
天然煤氣	五〇
普通煤氣	五〇
焦煤爐煤氣	五一
鼓風爐煤氣	五一
空氣煤氣	五二
水煤氣	五二
混合煤氣	五三

混合煤氣發生爐之兩大類	五三
吸入式發生爐	五四
(甲) 發生爐	五五
(乙) 水封	五六
(丙) 洗滌器	五六
(丁) 儲氣箱	五七
壓入式發生爐	五七

第五章 化油裝置

化油與化油器	六〇
在化油器內空氣與燃料之速度之關係	六一
則尼斯化油器	六五
斯特倫堡氏化油器	六七

(一) 放氣噴射.....六七

(二) 加速油泉.....六九

(三) 輕工設備.....七〇

第六章 點火裝置

點火時刻.....七二

點火方法.....七三

熱管點火.....七四

(一) 移動燈焰之位置 無定時瓣.....七五

(二) 用定時瓣.....七六

電點火與所用電源.....七六

火花隙.....七七

斷續法即低壓法——用電池爲電源.....七七

斷續法或低壓法——用磁石發電機爲電源.....	七八
接觸時間之長短.....	七八
火花飛躍法各重要部分之名稱與作用.....	七九
斷電器與時規.....	七九
(一) 包施斷電器.....	八〇
(二) 轉子接觸時規.....	八〇
分電器.....	八二
火花塞.....	八三
安全火花隙.....	八四
用振動感應圈與電池之火花飛躍法.....	八五
用低壓磁石發電機之火花飛躍法.....	八六
用高壓磁石發電機之火花飛躍法.....	八七

包施氏高壓磁石發電機.....八九

自然點火.....九〇

第七章 均速裝置

內燃機所用之均速方法.....九三

變數法——當吸入衝程時關閉入氣門.....九四

變數法——當吸入衝程時只不開入燃料門.....九四

變量法——用節氣瓣.....九五

變量法——用浮桿.....九五

變量法——用活動偏突輪.....九五

變質法——變燃料與空氣混合之比.....九六

質量同變法.....九六

變時法.....九七

各種均速裝置利弊之比較.....九七

第八章 減熱裝置

減熱之必要.....一〇〇

空氣減熱法.....一〇二

冷水減熱法.....一〇三

活塞之減熱裝置.....一〇四

出氣瓣之減熱裝置.....一〇六

使水復冷法.....一〇六

冷水減熱法所需之水量.....一〇七

第九章 內燃機舉例

克洛勒煤氣機.....一一〇

(一)入氣瓣與均速裝置.....一一二

(二) 點火裝置.....	一一三
(三) 出氣門之構造與其動作.....	一一五
考亭雙擊式煤氣機.....	一一六
歐柴耳郝塞耳煤氣機.....	一一八
和斯比氏與阿克洛易德氏油機.....	一二〇
汽車上之油機.....	一二二
內燃機與蒸汽機合併之發動機.....	一二三

內燃機

第一章 內燃機之定義與其發展之略史

內燃機之定義 內燃機 (Internal combustion engine) 者，燃料在氣缸 (cylinder) 內燃燒或爆炸，將所含之熱能 (heat energy) 直接變為機械能 (mechanical energy) 之熱力機 (heat engine) 也。約分為煤氣機 (gas engines) 與油機 (oil engines) 兩大類。

所有熱力機，無論蒸汽機，內燃機，或熱空氣機 (hot air engine)，亦無論內燃或外燃，皆係將燃料中所蘊蓄之化學能 (chemical energy) 當燃燒時變為熱能，再應用各種熱力機之作用，變為機械能。在蒸汽機，則於此種變化之過程中，別置一鍋爐為一媒介物，燃料燃燒時所生之熱能，先傳於鍋爐之水中，使成蒸汽，蒸汽再帶此能達於氣缸，推動活塞 (Piston)，使發生往復運動。或再由連



桿 (connecting rod) 曲柄 (crank) 等件，易爲機軸之迴轉運動，以傳達機械能於外部。在熱空氣機，燃料燃燒時所生之熱能，亦多經過氣缸壁間接傳達於膨脹之空氣。在內燃機，則燃料之燃燒，即發生於氣缸之中，使化學能變爲熱能，此熱能使燃氣膨脹，推動活塞，即直接變爲機械能。

內燃機發展略史 內燃機自研究時代以迄於今，已約有二百五十年之歷史，茲將其發展之程序，擇要敘述如下：

一六八〇年，荷人海亘史 (Huygens) 氏將火藥少許，置於一大氣缸 (cylinder) 內。氣缸上端，置一活塞。將火藥燃着，借其爆炸之力，使氣缸內之空氣，由一外開氣門排出。俟氣缸內所餘之一部氣體溫度下降，壓力減低，發生部分真空 (partial vacuum)。外部大氣之壓力遂壓迫活塞，使之下行。此種運動，再借繩索滑車等物，即可利用之以起重或作他種工作。

一六九〇年，帕旁 (Denis Papin) 氏曾繼續海亘史氏之試驗，惟氣缸中部分真空之發生，不借火藥之爆炸，而代以蒸汽之凝結。並曾實際應用於排水工作。

此後數十年，人多注意於蒸汽機之研究，內燃機之發展，遂暫歸停止。

一七九一年，英人巴柏 (John Barber) 氏利用由煤或油蒸溜之氣體爲燃料，混以適量之空氣，由唧筒 (pump) 排於氣缸而燃着之。此燃燒氣體之膨脹力，再由氣缸內發出，衝擊於一葉輪 (paddle wheel) 之葉片上，使其輪軸發生迴轉運動。

一七九四年，英人斯特里特 (Robert Street) 氏發明一機，以松節油 (turpentine) 爲燃料。其法係用火熱氣缸之下部，置數滴松節油於其中，使之氣化。上提活塞，吸入一部分空氣，與油氣混合成可燃之混合氣體。迨活塞提至一定之高度，然後用一燈點着之，其爆炸之力遂推活塞上升。活塞上連槓桿之一端，槓桿他端之唧子即因之下降。此機可用以排水。雖製造甚粗，然實爲油機之祖。

一七九九年，法人勒榜 (Philip Lebon) 氏計畫一機，係用煤氣爲燃料。煤氣與空氣分由兩唧筒壓榨之。混合後，由氣門分配於氣缸內，使燃燒爆炸，推動活塞。唧子與活塞均係雙擊式 (double acting)。點火之方法，則採用電火花 (electric sparks)。

一八二〇年，英人塞西爾 (Reverend W. Ceell) 氏曾有一種計畫，用氫氣與空氣之混合氣體，在氣缸內燃着爆炸，使生部分真空。再由外部大氣之壓力壓迫活塞，使之運動。其原理似與海厄史

氏之原理相同。又此種方法，有時謂之爆炸真空法 (explosion vacuum method)。

一八三八年，英人巴聶特 (William Barnett) 氏始倡壓縮方法 (compression system)，對於近世各種內燃機，關係甚大。即點火以前，先將混合氣體壓縮，使其溫度增高，爆炸力增強。又彼發明火焰點火法 (flame method)，沿用五六十年，直至一八九二年前後，始見廢棄。

一八六〇年，法人勒訥 (Lenoir) 氏始實際製成應用之氣機。自此以前，可稱為皆不出研究試驗時期。故後人多以氣機之發明者歸之勒訥氏。猶之蒸汽機，按歷史言，雖在紀元前一百餘年即有萌芽，中間又經多人之發明改革，然後人總以蒸汽機之發明者歸之瓦特 (James Watt) 氏也。彼之氣機大致與雙擊式之蒸汽機相彷彿。點火方法則採用電氣火花法。惟未用巴聶特氏之壓縮方法，燃料上頗不經濟，似為其缺點耳。

一八六二年，法人波對洛沙 (Beau de Rochas) 氏提出一種工作循環 (working cycle)，理論上熱效率 (thermal efficiency) 頗提高。其所提出之主要條件如下：

(一) 氣缸之容積宜最大，但同時相因而生之氣缸對外冷卻面積則宜最小。(即同大之氣

缸容積，氣缸對外之冷卻面積宜最小。反之，若同大之氣缸對外冷卻面積，氣缸之容積宜最大。）

(二) 在可能範圍內，活塞之速度宜最大。

(三) 在工作衝程 (working stroke) 或動力衝程 (power stroke) 之始，壓力宜高。

(四) 氣體爆炸後，膨脹之範圍宜大。

至活塞在氣缸內應具四種動作，分配於四衝程中。

(一) 第一衝程：活塞由氣缸之一端向外行，將可燃氣體與空氣吸入。

(二) 第二衝程：活塞向回行，壓縮混合氣體。

(三) 第三衝程：起始時將壓縮之混合氣體燃着，發生爆炸與膨脹，推動活塞，發主動力。

(四) 第四衝程：活塞向回行，將已燃之氣體排出。

在第四衝程之後，各種動作完全重複，即合四衝程為一循環，故謂之四衝程循環 (four stroke cycle)。直至現在，尚有大多數內燃機應用之。

一八七八年，德人鄂圖 (Otto) 氏將波對洛沙氏之理論致之實用。此為第一應用較廣之內燃機，並得到英、美、德、法諸國之專利權。

一八七九年，英人克拉克 (D. Clark) 氏又發明一種二衝程循環 (two stroke cycle) 之氣機。將四衝程循環所含之動作，於兩衝程中之。即在四衝程循環，每四衝程有一動力衝程，此則在兩衝程中有一動力衝程。惟製造上於氣缸之外，另備一唧筒。先將可燃氣體與空氣吸入唧筒而微行壓縮之。當活塞動力衝程之末，入氣門開，混合氣體由唧筒內流入氣缸。其他動作，次章再為詳論。此種循環，當鄂圖氏專利權有效時，已被應用。至鄂圖氏專利權期滿後，仿造者日多。此循環因製造上較為複雜之故，採用者遂少。近年來因製造大氣機者日衆，此種循環又漸被採用。因每一迴轉中，即有一動力衝程，則飛輪可小，且全機之運動較穩也。

一八九三年，德人笛塞耳 (R. Diesel) 氏發明一種油機，其熱效率較以前者均高。最著之特點，為只壓縮空氣，使其溫度上升之程度能將動力衝程前段噴入之燃料自行燃着。且在噴入燃料之一段，壓力幾於不變。

一九〇九年，英人漢符理（H. A. Humphrey）氏發明一種內燃唧筒用水柱代替活塞。由氣體燃料爆炸之力，使水柱往復擺動。結果能排水上升。

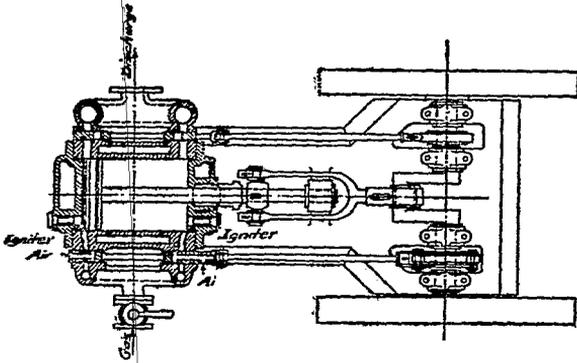
一九二〇年，英人斯替爾（W. J. Stirling）氏計畫一種內燃機與蒸汽機合併之發動機。蓋在各種內燃機，氣缸之周圍多備一種水套以吸收其熱量，所生之熱水多歸無用。然在蒸汽機，則鍋爐內加入之新水，其溫度愈高則燃料愈省。彼根據此種事實，將內燃機與蒸汽機合為一體，故熱效率尤高。

以上所述，為內燃機發展之大概情形。就現今實際應用之內燃機言，大致不出鄂圖氏、克拉克氏及笛塞耳氏三種原理以外。不過為避免專利權之衝突起見，各工廠多小有改良，小有變化。其實就原理言，多大同小異也。至內燃機應用之範圍，則日見擴大，不但飛機、飛艇、汽車等，幾全用內燃機，即陸上工廠及海上輪船，亦多採用也。

第二章 內燃機之主要循環

勒聶氏氣機之循環 勒訥氏氣機，雖已歸廢棄，然因其為第一實際應用之內燃機，在內燃機發展之歷史上占極重要之位置，故再詳述其構造及其工作圖 (Indicator diagram) 如下：

此機之構造，略如第一圖所示，與雙擊式之蒸汽機極相似。氣缸一邊為入氣門，一邊為出氣門。氣缸兩端各備一點火裝置。兩側交替受燃料爆炸之力，使發生往復運動，再由連桿曲柄 (crank) 等件傳達於機軸，使發生迴轉運動。



第一圖 勒聶氏氣機之剖面圖

當每衝程之前半段，空氣與可燃氣體（氫氣或煤氣）由入氣門吸入其混合之量，以適於燃燒爆炸為度。活塞約行至一衝程之中間，入氣門關閉。所有混合氣體遂由電氣火花燃着，壓力驟增。活塞被推而前進。燃氣膨脹，壓力遞減。迨活塞行至氣缸彼端時，出氣門開。活塞回行。餘氣遂由出氣門排出。活塞兩邊各有一入氣門，各有一出氣門，分由兩偏心輪動作之，如圖上所示。

氣缸內壓力之變化，可由此機理想上之工作圖表示之。如第二圖所示，圖中 a b 一部表示向內吸氣之一段，壓力較大氣壓力稍低。b c 一部表示燃料爆炸，壓力驟增。c d 表示燃氣膨脹，壓力遞減。d 表示餘氣被排出，壓力較大氣壓力稍高。活塞彼邊壓力之變化，與此相同。此機因氣體被燃着以前未經壓縮作用，與內燃機之原理不合，故已無採用者。

第二章 內燃機之主要循環

九

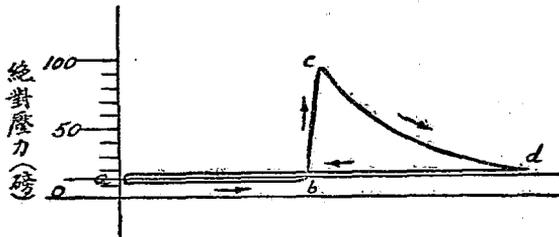
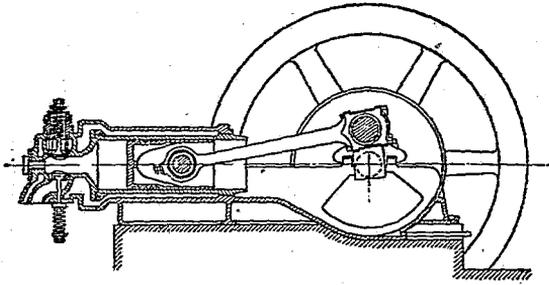


圖 二 第

鄂圖氏循環 (Otto cycle)



鄂圖氏循環 (Otto cycle) 亦稱四衝程循環。係將波對洛沙氏之理論致之實用。其與勒訥氏循環最主要之異點，在混合氣體被燃着以前，先行壓縮之。

鄂圖氏氣機之構造，略如第三圖所示。上部為入氣門，可燃氣體與空氣之混合氣體由此氣門入氣缸之內。其混合之比重亦以適於燃燒爆炸為度。下部為出氣門，已燃燒之餘氣由此門排出。每當機軸迴轉兩週時，兩氣門始各開一次。其開合之動作，係由偏突輪軸 (cam shaft) 或邊軸 (side shaft) 上之偏突輪 (cam) 與彈簧作用之。邊軸每分鐘之迴轉數恆為機軸每分鐘迴轉數之半。

今為清晰起見，再就第四圖，說明其所含四衝程之動作：

(甲) 吸入衝程 (suction stroke) 如第四圖 (1) 活塞

第一次向外移動。燃料與空氣之入氣門開。出氣門閉。適量之燃料與空氣被吸入，而混合於氣缸之內。

(乙) 壓縮衝程 (compression stroke) 如第四

圖(2)，活塞第一次向內移動。入氣門與出氣門皆閉。燃料與空氣之混合氣體被壓縮於氣缸一端之餘隙容積 (clearance volume)。

(丙) 動力衝程 (power stroke) 如第四圖(3)，

活塞第二次向外移動。入氣門與出氣門仍閉。起始時燃料與空氣之混合氣體被燃着。壓力立增。活塞被推而前進。

(丁) 排除衝程 (exhaust stroke) 如第四圖(4)，

活塞第二次向內移動。出氣門開。入氣門仍閉。所有已燃

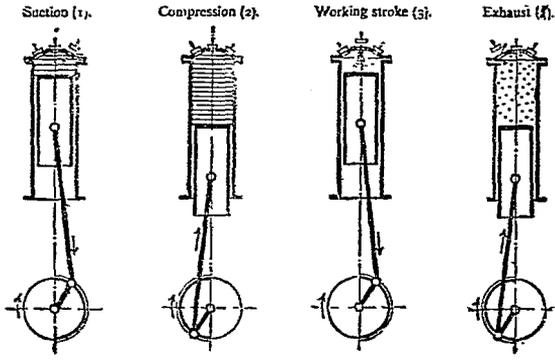
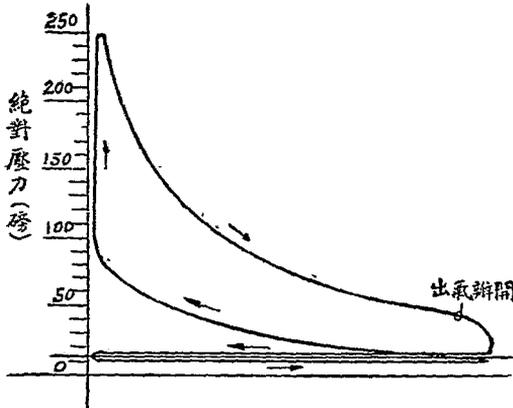


圖 四 第

之氣，遂被排於氣缸之外。



第 五 圖

至活塞再向外移動，則又為吸入衝程。故每四衝程為一循環，或機軸每迴轉兩次即為一循環。氣缸內壓力之變化，可由此機理想上之工作圖表示之，如第五圖所示。

氣缸內所有之動作，可分為五部，由圖中之線代表之，即吸入線 (suction line)，壓縮線 (compression line)，燃燒線 (combustion line)，膨脹線 (expansion line) 及排除線 (exhaust line)。其中除燃燒線在壓縮線之末膨脹線之始，表示燃燒爆炸，壓力驟增外，其餘均大致各占一衝程。吸入線表示之壓力稍較大氣壓力低，因活塞移動甚速，吸入之氣體，不能即時補充其

所讓出之地位故也。壓縮線表示之壓力，則逐漸增高，因同量之氣體容積縮小故也。燃燒線表示之壓力驟增。膨脹線表示之壓力逐漸減低，因同量之氣體容積增大故也。排除線表示之壓力較大，氣壓力稍高，因所有燃氣不能立被排除，難免擁擠故也。

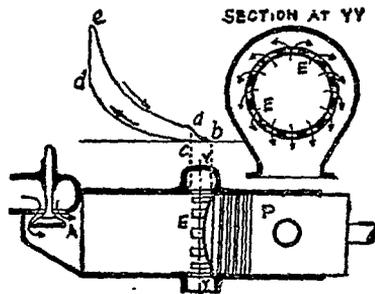
克拉克氏二衝程循環 在克拉克氏二衝程循環 (Clerk two stroke cycle) 係將吸入、壓縮、動力、排除四種動作，包含於兩衝程中。故在四衝程循環，係機軸每迴轉兩次始有一動力衝程，在二衝程循環，則機軸每次迴轉，均有一動力衝程。

採用二衝程循環之內燃機，於氣缸之外，多另備一唧筒，亦有用曲柄箱 (crank case) 代替唧筒者。在氣機則燃料與空氣未入氣缸以前，先在唧筒內壓縮之。在油機，則多先壓縮空氣。近年來採用二衝程循環者，多另備二唧筒，一壓縮燃料，一壓縮空氣。又在各種二衝程循環之內燃機，其出氣孔多在氣缸之周圍而不在一端。當活塞向外移動約至最外端時，出氣孔遂為活塞讓開。

第六圖表示克拉克氏二衝程循環主要部分之構造。A 為入氣門。B 為出氣孔。P 為活塞。餘氣由出氣孔逃出，經過周圍之筒狀部分，再由出氣孔排出。

當活塞向外移動起始讓開出氣孔時，氣缸內餘氣之壓力，為工作圖上 a 點所代表。餘氣起始外出，至活塞行至最外端，出氣孔全開，餘氣幾全行逃出。其壓力為工作圖上 b 點所代表。

在氣機，燃料與空氣之混合氣體壓縮於另備之唧筒內，則當活塞行至最外端時，入氣門 A 始開。在油機，只空氣壓縮於另備之唧筒內，則當活塞起始讓開出氣孔時，入氣門即開。此新來之混合氣體或空氣，壓力較高（因在唧筒內已被壓縮之故。）故推餘氣使之速行外出。當活塞回行，復將出氣孔關閉後，入氣門遂亦關閉。活塞前面之混合氣體或空氣，遂被壓縮。其情形為工作圖上 c d 一線所代表。迨活塞行至最內端（或仍留一小段，）混合氣體遂被燃着，或將油噴入，亦立即燃着，壓力立增。其情形為工作圖上 d e 一段所代表。此後即為動力衝程。至燃氣膨脹至 a 點時，遂完成一循環。



圖六第

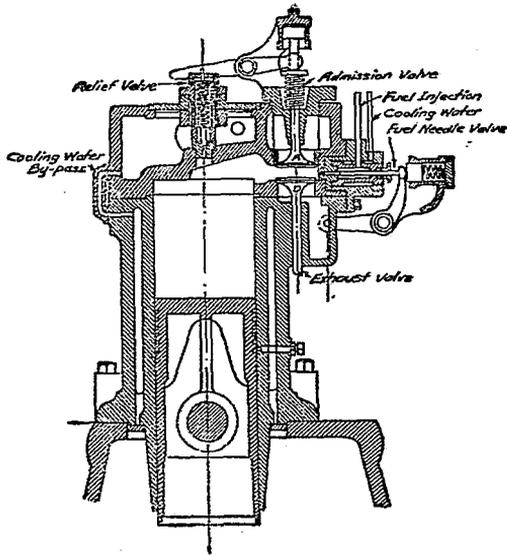


圖 七 第

又用此種循環，有時燃料隨餘氣逃出一小部分，或氣筒內仍留一小部分餘氣。若只壓縮空氣，或燃料與空氣係各在一唧筒壓縮之，使入空氣門先開，入燃料門後開，則隨餘氣逃出者，僅為空氣，故無妨礙。

故無妨礙。

笛塞耳氏循環 笛塞耳氏油

機之構造，略如第七圖所示。共有三氣門。A為入空氣門，O為入油門，D為出氣門。其動作皆源於機軸，由齒輪偏突輪及槓桿等間接傳達而來。入油門具一針狀瓣。應入油時，針狀瓣開，由另備之高壓空氣壓迫燃油，急劇噴入。入油門附近，更有冷水包圍，以防溫度過高。故入油門之上部

有射油及入水兩管。壓迫燃油之空氣，係由附帶之空氣壓榨機得之。其壓力約至每方英寸一一〇

〇磅。應用以前，並在儲氣箱冷卻之。

全循環亦合四衝程。其動作及各氣門之開

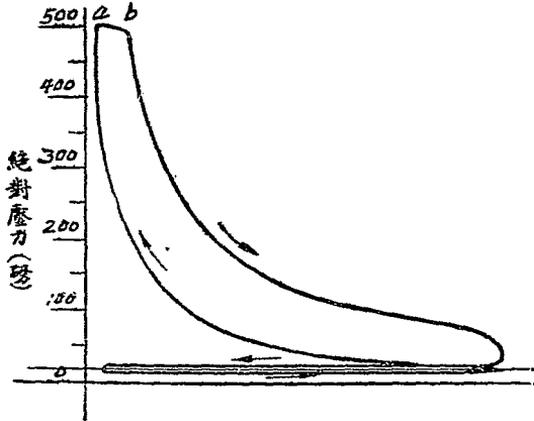
合如下：

(甲) 吸入衝程 活塞第一次向外移動。

入油門及出氣門皆閉。入空氣門開。只空氣被吸入，而存於氣缸之內。其壓力微較大氣壓力低，其情形如第八圖上吸入線所表示。

(乙) 壓縮衝程 活塞第一次向內移動。

各氣門皆閉。吸入之空氣被壓縮。其壓力與溫度均升高。壓力約至每方英寸五〇〇磅。溫度則約至華氏一〇〇〇度上下，足使噴入之燃油，立即



第八圖

燃着。其情形如圖上壓縮線所表示。

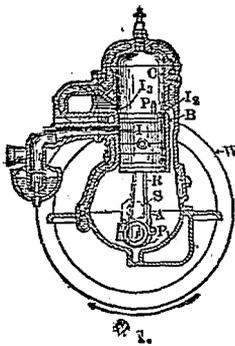
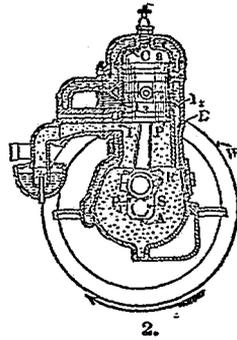
(丙) 動力衝程 活塞第二次向外移動。入空氣門及出氣門仍閉。當活塞回行之前，入油門即開。至活塞回行一段以後，入油門仍閉。當油被高壓之空氣噴入時，飛散為霧狀，一遇高溫之空氣，立即自行燃着。且燃燒之作用，至入油門關閉方止。故在此燃油繼續加入之一段，容積雖增，壓力不甚下落，其情形如圖上 a b 一段所表示。迨燃油被停，活塞再繼續向外移動，則容積增而壓力減。其情形如圖上膨脹線所表示。

(丁) 排除衝程 活塞第二次向內移動，入空氣門及入油門皆閉。出氣門開（實際上多早開一小部分）。所有已燃之氣體，遂悉被排除。其情形如圖上排除線所示。

三孔二衝程循環之內燃機 二衝程循環之內燃機，其始多於氣缸之外另備一唧筒或兩唧筒。後因求製造上之比較簡單起見，多改用曲柄箱以代唧筒。兩孔二衝程循環之內燃機，two port two cycle engine) 及三孔二衝程循環之內燃機 (three port two cycle engine) 皆其例也。

三孔二衝程循環之內燃機，主要之部分略如第九圖所示。O 為氣缸。P 為活塞。R 為連桿。S 為

機軸。B 爲密閉之曲柄箱。僅由孔 I_2 與化油器 (carburetor) 相通。 I_2 爲入氣孔 (inlet port)。 I_3 爲出



第九圖

氣孔 (exhaust port)。 I_2 之位置較 I_3 稍低，且與曲柄箱相通。 I_3 則與外部之餘氣管相通。活塞上部有一突起部，其作用係使氣體入氣缸後先向上行，不但不致隨餘氣逃出，且有協助排除餘氣之作用。又曲柄箱內之容積愈小，則混合氣體壓縮之程度愈高。

全循環之動作，大致如下：

當活塞向上行，上部已經吸入之混合氣體被壓縮，曲柄箱中壓力減低。迨活塞下緣讓開 I_2 孔時，混合氣體由化油室吸入曲柄箱中。活塞約行至最上端，上部之混合氣體被點着，燃燒膨脹。活塞被推向下。迨將 I_2 孔關閉後，則曲柄箱中吸入之混合氣體遂被壓縮。活塞再向下

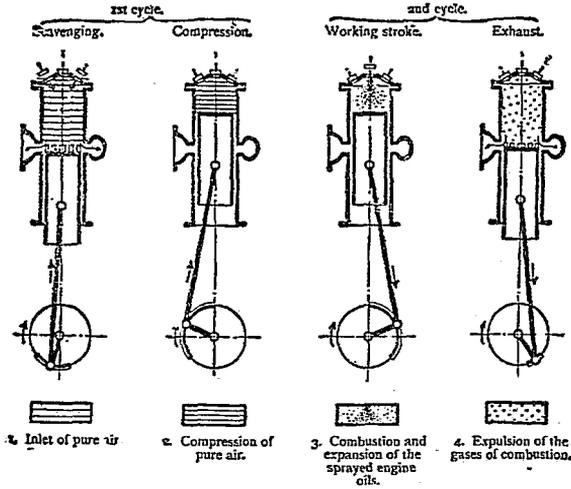


圖 十 第

行。I, I。兩孔相繼而開。混合氣體遂由曲柄箱中入於氣缸之上部。其餘動作與兩孔二衝程循環相同。

兩孔二衝程循環之內燃機 構造大致與三孔者同，只將前者之I, I, 換為一氣門V, 僅向內開，故氣體只被吸入，不能逃出。其循環動作如第十圖所示。

當活塞由最下部起始向上時，如曲柄箱中發生部分真空，壓力降低，混合氣體由化油裝置推開氣門V而入於曲柄箱中。當活塞向下行時，曲柄箱中之容積減小，壓力增高，V門自行關閉。吸入之混

合氣體遂被壓縮。俟活塞約降至最下端時，將出氣孔先行讓開，餘氣外出。再微行下降，又將入氣孔讓開。曲柄箱中已被壓縮之混合氣體遂經過T₁兩處而入於氣缸，先向上行，驅逐殘留之餘氣。俟餘氣逃散略盡，混合氣體亦充滿活塞上部之時，活塞又轉向上行，將I₁兩孔先後關閉。壓縮混合氣體於氣缸之上端。同時亦為曲柄箱中由V門向內吸氣之時。迨活塞達至最上端，混合氣體遂被點着。燃燒膨脹，推動活塞使之下行。此時活塞下部亦正當壓縮新來氣體之時。迨活塞又讓開出氣孔時，餘氣又起始向外逃散。如此繼續進行，循環不已。

在此種構造，曲柄箱即代替克拉克氏氣機中之唧筒。活塞兼有唧子之作用。對於出入兩氣孔言，活塞本身，又兼有氣瓣之作用。

以上兩種二衝程循環，即兩孔二衝程循環與三孔二衝程循環，雖構造上微有不同，理論上與克拉克氏循環毫無差異。其氣缸內所有之各種動作，又大體與鄂圖氏循環相同，即均含有吸入壓縮動力及排除四種動作也。茲再述一種與笛塞耳氏循環相同之二衝程循環如下。

坎柏爾氏二衝程循環油機 (Campbell two-stroke cycle)

即將出氣孔1讓開，餘氣遂由出氣孔而達於周圍繞水之出氣管3。再向下行，活塞又將入氣孔4

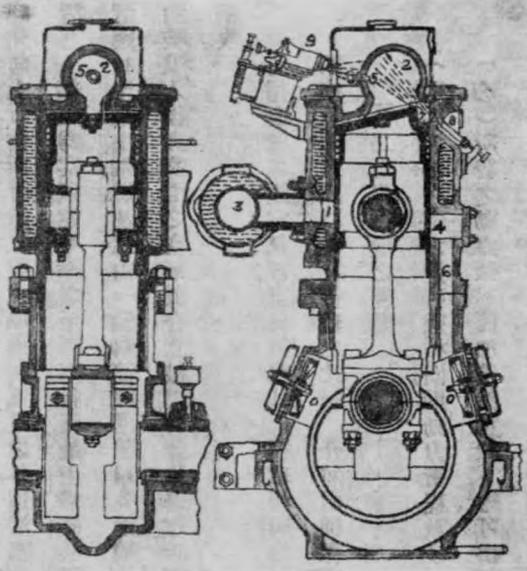


圖 一 十 第

oil engine)之構造，亦係借用曲柄箱爲唧筒，活塞本身爲唧子，略如第十一圖所示。曲柄箱亦極爲嚴密。惟只有向內開之入氣瓣兩個00。當活塞向上行時，曲柄箱中之容積增，壓力減，外部空氣壓開空氣瓣而入於曲柄箱內。當活塞向下行時，曲柄箱內之容積減，空氣遂被壓縮。

再就活塞上部之動作述之。當動力衝程之末，活塞近於最下端時，

讓開。曲柄箱內壓縮之空氣，遂經過通路 6 而達於氣缸。更由活塞上部缺口 7 之作用，空氣入氣缸時先向上行，使所有餘氣盡被驅逐於氣缸之外。迨活塞復向上行，將入空氣孔及出氣孔均關閉時，活塞上部盡為空氣，遂壓縮之。至活塞行至最上端時，其壓力約至每方英寸一八〇磅上下。但不待活塞行至最上端，燃油遂由一油唧筒經過噴口 8 而噴入化油室 2 內。化油室之溫度，常為紅熱，故油被噴入後，與高溫之空氣混合，立被燃着，發生爆炸。活塞遂又下行。俟再讓開出氣孔後，則一切如前矣。

此循環就專壓空氣言，實與笛塞耳氏循環相同，惟壓力較低耳。

四衝程循環與二衝程循環之比較 今將兩種循環之優點及劣點，分述如下：

(一) 二衝程循環之優點。

- (甲) 如每分鐘之迴轉數相同，則動力衝程數多一倍。因之機軸之迴轉力比較均勻。
- (乙) 所發之動力雖不能加倍，然實際上總可增加百分之七十至九十。
- (丙) 若所發之動力相同，倘不計外加之唧筒等，則二衝程循環者較輕。且因迴轉力比較均

勻之故，飛輪之重量，亦可比較減輕。

(丁) 二衝程循環之倒轉裝置 (reversing gear)，如在船舶上所用之內燃機，有時有倒轉之必要，較四衝程循環者簡單。

(戊) 用氣缸壁上之出氣孔代出氣門，亦為一特別優點。

(二) 二衝程循環之劣點。

(甲) 因出氣孔之故，氣缸之有效長度 (effective length) 減短。

(乙) 有時多備氣唧筒及空氣唧筒等件。

(丙) 空氣或混合氣體未入氣缸以前，須先壓縮至每方英寸四磅至五磅之壓力，以便掃除餘氣及加入氣缸，因之失去一部分工作。

(丁) 如每分鐘之迴轉數相同，則入氣門及出氣門等開合之次數加倍，故損傷之程度及無用之聲音亦加倍。

(戊) 用出氣孔代出氣門，燃料往往有逃散一小部分之弊。惟若只壓縮空氣，或空氣門先開

者，此弊可以免除。

(三) 四衝程循環之優點。在比較甲乙丙物之優劣時，甲之優點往往為乙之劣點，甲之劣

點亦往往為乙之優點，蓋若優劣相等或甲乙相比無優劣可言時，則無相對比較之餘地也。茲再列舉之如下：

(甲) 氣缸長度皆為有效長度，即吸入與膨脹時皆全部有效。

(乙) 全機構造，普通比較簡單，因無氣缸以外之唧筒等件故也。

(丙) 空氣或混合氣體，完全在氣缸內壓縮，未入氣缸以前，不消耗工作。

(丁) 每分鐘同一之迴轉數，氣門及其他與氣門相連之各部分，損傷較輕，聲音較小。

(戊) 燃料無逃散之弊。

(四) 四衝程循環之劣點。

(甲) 機軸迴轉力之變化大，即不均勻，因四衝程中始有一動力衝程故也。

(乙) 若所發之總動力相同，則在四衝程循環之動力衝程，其所發之力須約大一倍。故各部

材料均須加強。即全機之重量須加大。

(丙) 飛輪須較重。

(丁) 四衝程循環之倒轉裝置較複雜。

(戊) 各氣門不能用氣孔代替。

總之，在陸地固定之內燃機，馬力數較少及中等馬力數者，多採用四衝程循環，因其構造比較簡單故也。若馬力數甚多者，機軸迴轉力之關係甚大，故採用二衝程循環者日有增進。在船舶上，則全機之重量所占之空間及倒轉裝置等，均比較在陸地關係重大，故採用二衝程循環者為多也。

第三章 內燃機各部構造之概況

氣缸 內燃機之氣缸，多用鑄鐵或鑄鋼製成。在航空機則多用鍛鋼。有立式者，有臥式者。在小內燃機，多用單擊式 (single acting)，氣缸之一端開口，如第十二圖所示。在大內燃機，多用雙擊式，如第十三圖所示，或合併數個單擊式。又雙擊式之氣缸，近年來始多被採用，因在內燃機，壓力溫度均甚高，填料函 (shutting box) 及活塞之減熱裝置等，均不易安置也。

內燃機有一與蒸汽機正相反之點，即在蒸汽機，惟恐氣缸受外部之影響，溫度降低，以致氣缸內之蒸汽，有一部凝結，減低效率，故在氣缸以外用一種汽套 (Steam Jacket) 以煖之。雖消耗一部新蒸汽，

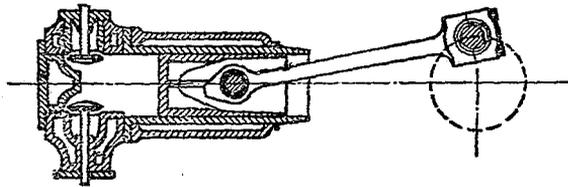
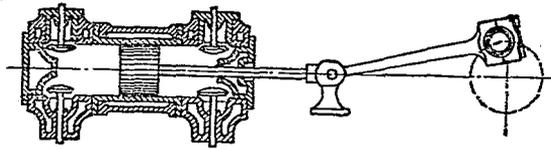


圖 二 十 第



圖三十第

然全體計之，效率實被提高。在內燃機，則氣缸內之溫度失之過高，不但氣瓣等部易受損傷，活塞上之滑油亦易失去效力，故恆設法使之減熱。在小內燃機，多用空氣減熱法 (air cooling system)，即將氣缸外部，附裝多層棱起之環狀板，使與空氣接觸之表面增加，散熱之機會多，即可達此目的。且單擊式之內燃機，氣缸開口之一端，因活塞之出入，恆使空氣在氣缸之一端流通，對於氣缸之減熱，亦頗有助。在較大之內燃機，則恆於氣缸以外，別裝置一水套 (water jacket)，以吸收熱量。

氣缸與水套，普通多係鑄於一處。若溫度較高之內燃機，則由兩部組成較宜，蓋鑄於一處，因內外溫度有時相差太大，有因膨脹不均而致破裂之虞。若由兩部組成，並使一端固定，一端可自由伸縮，則無此危險也。

兩個以上氣缸之內燃機，多係鑄於一處，如汽車上所用之汽油機即其一例。其利益第一，可縮小全機所占之空間；第二，水套簡單。其劣點為一氣缸損傷則全體廢棄。

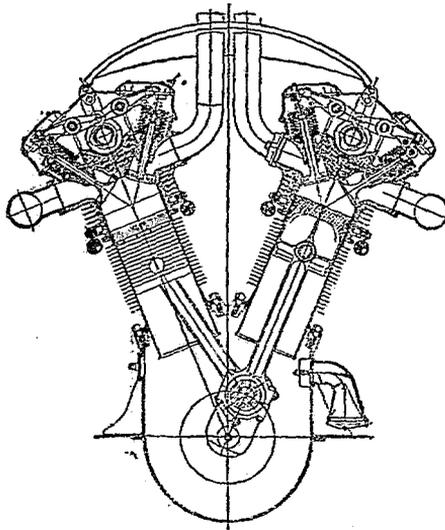
立式氣缸，並排數目，普通不宜超過八個以上（以四個六個者為最多，如汽車上所用者），因八個以上並排則全機失之過長也。若必須增加原動力，則列成兩排，彼此成四十五度至六十度之角度（如飛機上所用者），普通謂之

V式（V-type）發動機。如第十四圖。

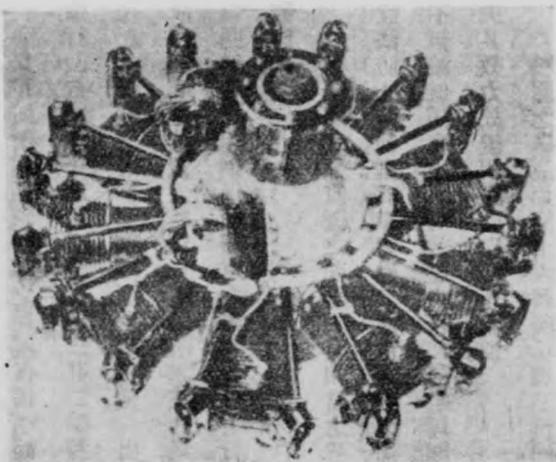
又有一種輻湊於中心者，謂之輻射式（radial type）發動機。如第十五圖。

活塞與漲圈 內燃機之活塞與

蒸汽機之活塞相似，惟長度增加耳。在德國式，活塞之長度，有為其直徑之二又四分之一倍者。在美國式，則普通較短，約為其直徑之一倍半。在內燃機所以增長之故：第一，漲圈之數目較多；第



第十四圖



第五十圖

二、在單擊式之內燃機，活塞尙具有丁頭 (crosshead) 之作用也。在雙擊式之內燃機，因無第二層關係，故多較短。

活塞所用之材料，有用鑄鐵者，有用鑄鋼者，亦有用鋁之合金者。在航空用之內燃機，則純用鋁及鋁之合金。

活塞與氣缸內壁之間，應微有餘隙。第一，備活塞受熱後膨脹。第二，使滑油易生效。第三，減輕磨擦力。其餘隙之大小，按發動機速度之高低與所用材料而定。速度高者應使餘隙稍大，低者可稍小。又鋁之膨脹率較鋼鐵大，故餘隙亦應大。在單擊式之活塞，因內端溫度高，外端溫度低，有將內端製成稍細，外端製成稍粗者，因溫

度既異，膨脹之範圍自有不同也。

又在四衝程循環，活塞之頂端，多係平面，亦有為變更餘隙容積 (clearance volume) 使中間微行凸起或凹下者。但在兩孔或三孔二衝程循環，則活塞之頂端多在入氣孔一邊置一突起部，或使在入氣孔一邊備一凹槽，而頂端則使向出氣孔一邊傾斜。前者，因除突起部外，活塞之頂係平面，故出氣孔之位置宜較高。後者因活塞在入氣孔之一邊較高，故兩氣孔可在同一之高度。至突起部與凹槽之作用，則係使新來之氣體，先向上行，便於掃除餘氣也，又為餘氣易於逃出現見，以用後者較佳。

又活塞與氣缸壁之間，既須有相當之餘隙，若不設法防止漏洩，則高壓之燃氣必由活塞之周圍溢出，不但減低活塞上之有效壓力，且使活塞周圍之滑油失其效力，故恆用漲圈以防止漏洩。

漲圈之構造，如第十六圖所示，與蒸汽機活塞上

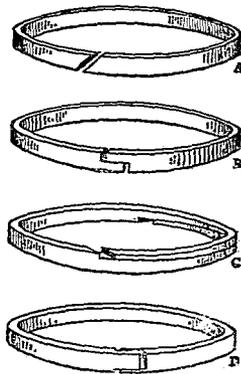


圖 六 十 第

之漲圈完全相同。其外直徑本較氣缸之內直徑大，用力壓入活塞上之槽中，由其彈性，時與氣缸之內壁作嚴密之接觸。其接頭處有用重疊法者，如B。有用斜切法者，如C。用重疊法者結果較佳。其數在鄂圖氏循環，普通多用四個。在笛塞耳氏循環，則多用六個至七個。惟數太多，則增加磨擦力，減低全機之效率。

又在兩孔或三孔二衝程循環之內燃機，如入氣孔與出氣孔沿氣缸周圍之寬度甚大時，宜隔斷為數孔，以防漲圈因彈性之故，伸入孔中，致生危險。

連桿 連桿 (connecting-rod) 為傳達活塞往復運動使變為機軸

迴轉運動之媒介物。普通恆由鍛鋼製成。其小頭較細，套於活塞內之肘桿 (wrist pin) 上。其大頭較粗，多由數部組成，套於曲柄軸針上。為求工作之簡單起見，亦有兩端粗細相等者。其橫剖面有圓者，有長方者。為減輕重量起見，其橫剖面有時用工字形者，或使圓形者中空，如第十七圖所示。又為減輕損

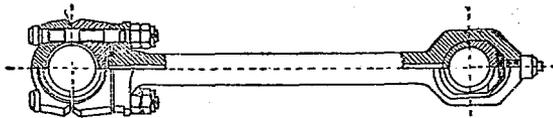


圖 七 十 第

傷起見，兩端與肘桿及軸針接觸之處，多墊以黃銅或其他抵抗磨擦力甚強之合金製成之軸瓦。

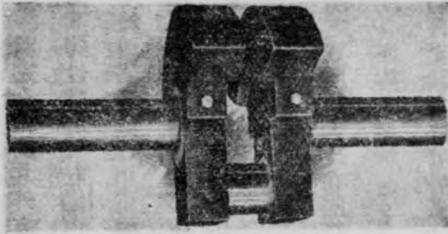
機軸 機軸 (crankshaft) 為全機受力最大之部分，恆由鍛鋼製成。有將機軸曲柄臂 (crank arms)

及曲柄軸針皆鍛於一處，再由各種工作機使之成形者。亦有為便於修理與工作起見，而由

數部組成者。

為抵消曲柄所生之離心力使機軸迴轉時不致發生擺動與震盪起見，多於曲柄反對之方向裝置一種均衡重量 (balancing weight)，如第十八圖所示。若多數氣缸同時推動一機軸，使各曲柄所成之角度互相錯開，自相均衡，有時亦可不用均衡重量。此種均衡問題，在本身有運動之發動機如汽車、機車、輪船等，較固定於地面之發動機為重要，而在飛行機上之發動機，則更為重要也。

偏突輪軸 內燃機各氣瓣之開閉，多係利用彈簧之彈力。其開啓則多係利用偏突輪 (cam) 裝置作用各氣門偏突輪之軸，謂



第 十 八 圖

在飛行機，偏突輪軸多置於氣缸頂部，其動作係用兩對斜齒輪及一中桿間接由機軸傳來。偏突輪對於氣瓣之動作，多用直槓桿或曲槓桿傳達，如第十九圖及第二十圖，或中間再隔一凸桿 (tappet rod)。

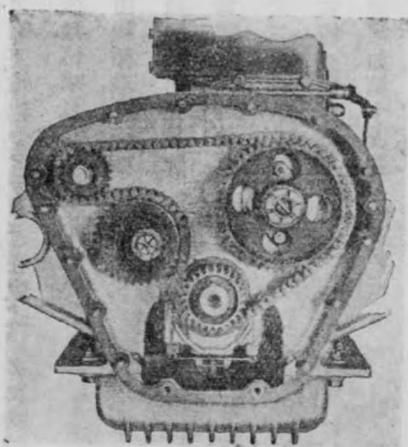


圖 十 二 第

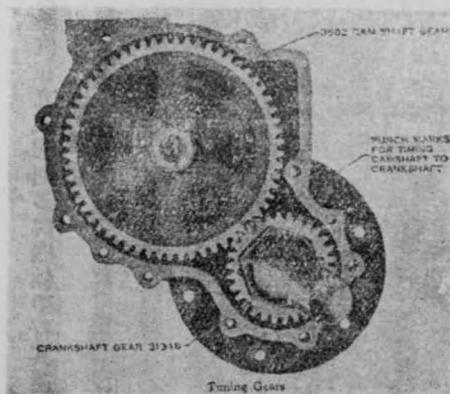
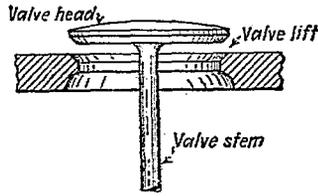


圖 一 十 二 第



第 二 十 二 圖

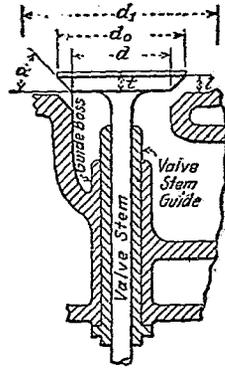
入氣瓣與出氣瓣，有時用一雙偏突輪 (double cam) 作用同一之槓桿開啓之。在小內燃機，入氣瓣之開啓，有時採用吸開式 (suction type)，卽入氣瓣之關閉，利用一甚細之彈簧。當吸入衝程時，氣缸內之壓力甚低。外部大氣之壓力卽將氣瓣壓開，不再借用偏突輪之力。氣瓣 內燃機之氣瓣 (valve) 之作用，與蒸汽機之氣瓣相同。卽在一定之時間，使燃料，或空氣，或燃料與空氣之混合氣體入於氣缸之中，或在一定之時間，使已燃之餘氣由氣缸內逃出。

最初與蒸汽機相同，亦係採用滑動氣瓣 (slide valve)。後因內燃機之壓力過高，始改用提動氣瓣 (lift valve)。間亦有少數用筒狀氣瓣者 (cylindrical valve)。

入氣瓣多用堅韌之鋼製成。出氣瓣因常有溫度甚高之燃氣經過，故多用鍊之合金製成，以其抗熱之性較強也。

提動式之氣瓣多爲蘑菇形 (mushroom type)，如第二十二圖。其與氣瓣座 (valve seat) 接

觸之處，有扁平者，有傾斜一定之角度者，如第二十三圖。平者可使較薄，重量較輕，宜於吸開式；惟比較不易嚴密，易於洩氣。傾斜一定之角度者，當壓迫於氣瓣座時，有尖劈之作用，易將燃氣集聚之不潔物質研去，故比較易於嚴密。



圖三十二第

第四章 燃料與燃燒

內燃機所用燃料之種類 內燃機所用之燃料，可分爲氣體液體與固體三大類。氣體燃料可直接在氣缸內燃燒，故就內燃機言，最爲簡單。液體燃料則須用氣缸以外之特別裝置或氣缸一端之附屬裝置，使之先蒸發或噴射爲氣體，然後方能在氣缸內燃燒。至固體燃料，更不能直接在氣缸內燃燒。將煤末噴射於氣缸而直接加以燃燒，及用火藥爲燃料等，雖有人加以試驗，終未成功，蓋固體燃料直接在氣缸內燃燒，其最大缺點爲灰分及殘餘部分之遺留，此問題不能解決，則直接用固體燃料於內燃機，直無成功之可能也。故固體燃料之用於內燃機，非在機器本身以外另備一爐，將固體燃料蒸溜爲氣體再經洗滌清潔而後用不可。即嚴格言之，內燃機所用之燃料，可謂只有液體與氣體兩大類也。

液體燃料中，最重要者，有汽油 (gasoline)，燈油 (kerosene)，粗油 (crude oil)，即重油 (heavy

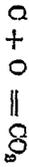
oil), 酒精 (alcohol) 等。氣體燃料中, 最重要者, 有天然煤氣 (natural gas), 普通煤氣 (coal gas), 鼓風爐煤氣 (blast furnace gas), 焦煤鑿煤氣 (coke oven gas), 及混合煤氣 (producer gas) 等。

燃燒 燃料中多含氫炭及碳氫化合物等質, 此等原質或化合物, 與空氣中之氧相遇, 至一定之溫度, 則起一種化學變化而變為各質之氧化物。此種化學變化如進行急劇有光與熱隨之發生時, 名曰燃燒 (combustion)。

熱值 凡單位質量或單位重量之某物質或某種燃料, 當燃燒時所發生之全熱量, 謂之某物質或某種燃料之熱值 (heating value 或 calorific value) 或發熱量。

碳之燃燒 碳之燃燒, 有完全燃燒與不完全燃燒兩種。燃燒完全時, 係將碳燃燒成二氧化碳 (CO_2)。燃燒不完全時, 係將碳燃燒成一氧化碳 (CO)。

燃燒完全時之化學方程式為:



$$12 + 32 = 44$$

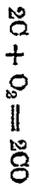
即按重量言，碳一二分與氧三二分相化合，成爲二氧化碳四四分。

$$\text{或 } 1 + \frac{32}{12} = \frac{44}{12}, \text{ 即碳一磅當燃燒完全時，需氧氣 } \frac{32}{12} \text{ 磅，即二} \cdot \text{六六磅，燒成二氧化碳 } \frac{44}{12}$$

磅，即三·六六磅。

所生之熱量爲一四六〇〇英熱單位，即碳之熱值爲一四六〇〇英熱單位也。

燃燒不完全時之化學方程式爲：



$$24 + 32 = 56$$

$$\text{或 } 1 + \frac{32}{24} = \frac{56}{24}, \text{ 即碳一磅當燃燒不完全時，需氧氣 } \frac{32}{24} \text{ 即一} \cdot \text{三三磅，燒成一氧化碳 } \frac{56}{24}$$

磅，即一·三三磅。

所生之熱量爲四三八〇英熱單位。

少發之熱量 14600 - 4380 = 10220 英熱單位。如將燃成之 CO 排於空間，則完全耗散。如再燃

燒之，則仍能發出，即 CO 每一磅仍能發出 $\frac{10220}{2.33} = 4380$ 英熱單位。其方程式如下：



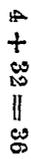
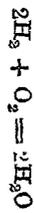
$56 + 32 = 88$ 即 CO 一磅當燃燒成 CO_2 時，需氧氣 $\frac{32}{56}$ 磅即 〇・五七二磅。

在 CO 一磅中，有碳 $\frac{12}{28}$ 磅。此一部分之碳，需氧氣 〇・五七二磅燃燒之。故碳每一磅所需者

為氧氣 $0.572 \div \frac{12}{28} = 0.572 \times \frac{28}{12} = 1.33$ 磅。

即直接燃燒完全時與分兩步燃燒時，所需之氧氣相同。

氫之燃燒 氫燃燒時，方程式為



或 $1 + 8 = 9$ 即氫氣一磅與氧氣八磅化合而成九磅之水。

如使蒸汽經過燒至白熱之煤，則可得相反之作用，即蒸汽分解為氫與氧。此氧氣再與煤中之碳相化合而成 CO 。其方程式如下：



$$18 + 12 = 28 + 2$$

或 $1 + \frac{12}{18} = \frac{28}{18} + \frac{2}{18}$ 即蒸汽一磅與碳 $\frac{12}{18}$ 磅，即 0·六六七磅化合而成一·五五六磅之 CO 與 0·一一一磅之氫也。

當氫燃燒成水時，如溫度為華氏三十二度，則每一磅之氫可發生六二一〇〇英熱單位，此即氫之熱值也。

當水分解為氫與氧時，每得一磅之氫，亦須六二一〇〇英熱單位，以供給之。

又因分解九磅之水方能得一磅之氫，故分解一磅之水，須用熱量 $\frac{62100}{9}$ 即六九〇〇英熱單位。

碳氫化物之燃燒 內燃機所用之燃料，如天然燃氣、普通煤氣及混合煤氣等，多含有碳氫化物 (hydrocarbons)，其主要者如下：

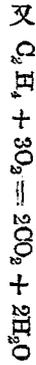
甲烷或沼氣 (methane or marsh Gas) 化學式為 CH_4

次乙烷氣 (ethylene or olefiant Gas) 化學式爲 C_2H_4 。
 此種碳氫化合物當燃燒時均成爲 CO_2 及 H_2O 其方程式如下：



$$16 + 96 = 44 + 36$$

即 C_2H_4 一磅與氧氣 $\frac{64}{16}$ 磅即四磅化合而成二·七五磅之 CO_2 及二·二五磅之水。所發之熱量爲二四〇〇〇英熱單位。此即 C_2H_4 之熱值也。



$$28 + 96 = 88 + 36$$

即 C_2H_4 一磅與氧氣 $\frac{96}{28}$ 磅即三·四二磅化合而成三·一四磅之 CO_2 及一·二八磅之水。所發之熱量爲二一五〇〇英熱單位。此即 C_2H_4 之熱值也。

又任意之一種碳氫化合物當燃燒時所需之氧氣均可用下列公式表出之。

$$2.667C + 8H$$

式中 O 爲所含碳之成分，H 爲所含氫之成分。

空氣 在各種內燃機，燃料燃燒所需之氧氣，均係取之於空氣。因空氣只含一部分氧氣，故各種燃料燃燒時，需用空氣之量，仍須再有一步計算。

空氣除極少量之數種氣體以外，可視爲由氧氣、氮氣混合而成。其成分之比例如下：

	按重量計	按容積計
氧	0.213	0.211
氮	0.777	0.779
合計	1.000	1.000

如一種燃料燃燒時，已知所需氧氣之重量，則所需空氣之重量，極易計算。例如完全燃燒碳質一磅，需用氧氣二·六七磅。因按重量計，空氣含氧氣百分之二十三，故能供給此一部分氧氣之空氣重量，必爲 $\frac{2.67}{0.23}$ 磅，即 11·六磅。

完全燃燒氫氣一磅，需用氧氣八磅，故能供給此一部分氧氣之空氣重量，必為 $\frac{8}{0.23}$ 磅，即三
四·八磅。

如含碳百分之七十五分及氫百分之二十五分之沼氣一磅完全燃燒，所需之空氣重量必為
($0.75 \times 11.6 + 0.25 \times 34.8$) 磅，即一七·四磅。

又如據分析之結果，燃料中已含有氧氣一部分，則此氧氣一部分須視爲已與其中之氫氣一部分
化合，故須由理論上需氧之量中減出之。

設 H 爲燃料每一磅中所含氫之成分

O 爲燃料每一磅中所含氧之成分

O 爲燃料每一磅中所含氧之成分

則此種燃料每一磅所需空氣之重量爲

$$A = 11.6C + 34.8 \left(H - \frac{O}{8} \right) \text{磅。}$$

燃燒時所需空氣之容積 在溫度爲華氏三十二度及壓力爲一氣壓時，空氣一磅之容積爲

一二·三九立方英尺。在溫度為華氏六十二度時，此容積為一三·一四立方英尺。當某種燃料燃燒時所需空氣之重量算出後，則所需空氣在華氏三十二度時應有之容積，用一二·三九乘之，即得；在華氏六十二度時應有之容積，用一三·一四乘之，即得。

例如碳質一磅完全燃燒成 CO_2 ，需用空氣一一·六磅。則在華氏三十二度與一氣壓時，此一部分之空氣須占 $11.6 \times 12.39 \parallel 143.7$ 立方英尺；在華氏六十二度與一氣壓時，此一部分之空氣須占 $11.6 + 13.14 \parallel 152.4$ 立方英尺。

波美氏度數 (波美氏度數 (Degrees Baumé)) 係商業上表示液體比重或密度之程度者。內燃機所用之液體燃料，每以此表示其比重之大小。惟此種度數有一種不便之處，即比重愈大者，度數愈小，比重愈小者，度數愈大。較水輕之液體，其比重與波美氏度數之關係，可按下列公式求之：

$$\text{比重} \parallel \frac{140}{130 + B}, \quad \text{式中 } B \text{ 代表波美氏度數。}$$

例如某種油之波美氏度數為三〇度，

$$\text{則其比重} \parallel \frac{140}{130 + 30} = \frac{140}{160} = 0.875。$$

引火點 一種液體燃料之引火點 (Flash point)，即在此種液體之表面附近能使其蒸汽 (Vapour) 燃着，但不能繼續燃着，只是瞬時發火之最低溫度。此種溫度能表示液體蒸發之程度如何。引火點高者，其蒸發之程度遲；引火點低者，其蒸發之程度速。即在同一壓力與溫度之下，比較難於氣化或比較易於氣化也。

汽油 汽油為內燃機液體燃料中之最要重者。不但飛機汽車，非用此為燃料不可；即工廠中馬力數較小之發動機亦有以汽油為燃料者。由石油鑛 (petroleum) 直接蒸餾而得者為量不多（只約全量百分之十上下），故商用汽油，多攙有由較重之油用高溫度高壓力使之分解而成之汽油，因之其品質至不一律。比重由 0.75 至 0.65，即波美氏五十七度至八十五度。每加倫 (gallon) 之重量約由六·二磅至五·二磅。平均熱值約為一九〇〇英熱單位。引火點約由華氏十度至二十度。由引火點之性質察之，可知此種油蒸發極易，且最易點火。故保存及運輸時，均須特加注意。蓋一有暴露之處，則附近之蒸汽即極易發生火險也。其平均成分約為碳，八三·五%；氫，一五·五%；氮，氧，硫等，一·〇%。

燈油 燈油之產量較汽油多，而內燃機之用此作燃料者則較用汽油者少。比重由〇・八二至〇・七八，即波美氏四十一度至四十九度。每加倫之重量約由六・八四磅至六・五三磅。平均熱值約爲一八五〇〇英熱單位。引火點約由華氏七十度至一百五十度。故蒸發較難，保存及運輸不似汽油之危險。凡汽油機俟起動以後氣缸之溫度已高時，多能用燈油爲燃料繼續工作。其平均成分約爲碳，八四・五%；氫，一五・五%。

粗油 粗油一名重油，得自汽油與燈油提取後之殘餘部分。多用於笛塞耳氏及半笛塞耳氏油機。其比重由〇・九六至〇・九二，即波美氏十六度至二十二度。每加倫之重量約由八磅至七・七磅。平均熱值約爲一八〇〇〇英熱單位。引火點約爲華氏二百十八度。所含之碳氫較少，氮氧及硫較多。又因此種油甚難化氣之故，燃燒時非燃燒其蒸氣，只係用壓力噴射於氣缸之餘隙容積中，且油質愈重者，噴射之質點愈細。在笛塞耳氏油機，此極細之質點一遇高壓及高溫之空氣，立被燃着。在半笛塞耳氏油機，則因壓縮之程度較低，溫度亦較低，故須賴熱罐以助之。

酒精 酒精即醇，種類甚多。用作內燃機之燃料者，普通有兩種：一爲乙醇 (ethyl alcohol)，即

穀類酒精 (grain alcohol) 其分子式為 C_2H_6O ，多由穀類作成。二為甲醇 (methyl alcohol) 卽木材酒精 (wood alcohol) 其分子式為 CH_4O ，多由木材或甘蔗廢渣等作成。在華氏六十二度時，二者比重均約為 〇·八。

純淨乙醇，每磅之熱值約為 一六〇〇〇 英熱單位。純淨甲醇，每磅之熱值約為 一三〇〇〇 英熱單位。市面上所售者多混和 一〇% 至 四〇% 之水和 一四% 之酒精，熱值為 一三七〇〇 英熱單位及 一一〇〇〇 英熱單位。

為防備人飲用工業酒精起見，每混以有毒或惡味之物質，使之變性。按美國法律，每一百容積之乙醇，須混以十容積之甲醇及半容積之氮困 (pyridine C_5H_5N)，謂之變性酒精 (Denatured alcohol)。又有將變性酒精，再加以燐質 (benzol) 而成為一種混合液體者，謂之碳化酒精 (carbureted alcohol)。此兩種酒精之成分及熱值如下：

	變性酒精	碳化酒精 (含燐質 5%)
碳	四三·七〇%	六九·〇〇%

氫	一一·四〇%	九·五〇%
氧	三〇·三〇%	一四·六〇%
水	一四·六〇%	九·〇〇%
熱值	一〇六三〇英熱單位	一四一八〇英熱單位

輪質 輪質為製造焦煤時之一種副產物。自身可用為燃料，或與酒精混合成一種碳化酒精，再用為燃料。其化學分子式為 $C_{10}H_{16}$ ，比重為 0.88 。每磅之熱值約為 $17,200$ 英熱單位。此種油用於汽油機，倘壓縮衝程之壓力較用汽油時高 10% 至 15% ，則所得結果極佳。若與酒精混合，則壓力更無須提高。且氣缸內無碳質殘餘，熱效率較高，均為其特殊之優點。如用 50% 與汽油混合，則用於高壓縮 (high compression) 之飛行機上，不致有因壓力及溫度過高，發生先期自燃之弊。

頁岩油 頁岩油 (shale oil) 係取自含油之頁岩。將頁岩置於立式爐中熱至約華氏九百度，

油即被分解蒸餾而出。再凝結而清潔之，即得。其比重約爲 0.86 至 0.89 ，可用於特別設計之油機。

天然煤氣 天然煤氣爲一種極適於燃燒之氣體。用作內燃機之燃料，結果極佳。其成分及熱值因產地及開掘之年限微有不同，平均每立方英尺之熱值，約爲 900 至 1000 英熱單位。成分中以沼氣（ CH_4 ）及氫爲最大部分。

在產此種氣體之地域，向下掘約半英里，至一種碎石岩層，即得到此種氣體。存於砂粒及碎石塊之微隙中。由其膨漲及擴散之性質，即升至地面。再由氣管引至他處，以備應用。在美國，用煤氣之城市，約有一半係用天然煤氣。全國公用之煤氣，此種氣體幾占七五%。惟產量日少，大有供不應求之勢，將來能否繼續，殊有問題也。

普通煤氣 普通煤氣亦名發光煤氣（*illuminating gas*），將富於揮發性物質之煤，密閉於筒狀蒸餾器中，由外面熱之，不使內部與空氣接觸，揮發性物質即被蒸餾而出。餘者爲焦煤。發出之氣體，經清潔洗刷，將煤膠（*coal tar*），阿摩尼亞及硫化氫等取出，即成普通煤氣。由氣管通至各地，以

備應用。其熱值約爲每立方英尺六〇〇英熱單位。用於燃燈及烹飪者較多。因價值較昂，用於氣機者較少。惟於下列三種情形時仍用之：

(一) 氣機甚小，不便自帶一煤氣發生爐 (gas producer) 者。

(二) 不用之時間長，然用時則甚急之氣機，如用以排水救火之氣機。

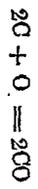
(三) 已有煤氣發生爐，因備不時之需，如修理、清潔試驗等等，無妨同時與城市之煤氣管相連，以便偶然暫時用之。

焦煤爐煤氣 製造焦煤之工業，在一九〇〇年以前，多用蜂房式爐 (beehive coke-oven) 所出之氣體，除在爐中燃燒一部份外，餘皆逃散於空中。後多用一種副產爐 (by-product oven)。法係將煤密閉於多數立式之室中（多由火磚築成），外部周圍，用高溫之火焰燒之，不使與空氣接觸。揮發性物質，被蒸餾而出。先與冷水管之外面接觸，大部分之煤膏 (coal tar) 凝結而出。此氣體再與水接觸，所含之阿摩尼亞溶解於水。提煉之，可得純阿摩尼亞，或使與稀硫酸相遇，而變爲硫酸銨 (ammonium sulphate)，可作肥料。所餘氣體，再經清潔，即可用作內燃機之燃料。其熱值每立方英

尺約由五〇〇英熱單位至六〇〇英熱單位。

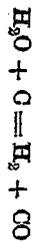
鼓風爐煤氣 鼓風爐煤氣係化煉生鐵之鼓風爐中燃燒焦煤所出之氣體，經清潔洗滌而得。可用於鍋爐及內燃機。其熱值約為每立方英尺一〇〇英熱單位。因所含之氫較少，故熱值特低。普通每出生鐵一噸，可得一二〇〇〇至一八〇〇〇立方英尺之鼓風爐煤氣。若用於鄂圖氏循環之氣機，加較高之壓縮，其熱效率亦甚佳。

空氣煤氣 空氣煤氣 (Air Gas) 之製法，係使空氣經過紅熱之煤，因之空氣中之氧與過量之煤相遇，起不完全之燃燒，發生一氧化炭而得。其反應式為：



此種煤氣之主要成分為 CO。每立方英尺之熱值為一二〇英熱單位。因此種煤氣之熱值甚低，且製造時每磅一磅必有四三八〇英熱單位之熱量隨之發生，歸於無用，故無專用此種煤氣者。

水煤氣 水煤氣 (Water Gas) 之製法，係使蒸汽經過紅熱之煤，因之水所含之氫氧二質分解為二。氫質游離。氧與過量之碳相過，發生一氧化炭。此二種氣體均能燃燒，其反應式為：



因 H_2 與 CO 皆為可燃氣體，故水煤氣之熱值較高，每立方英尺約為三五〇英熱單位。

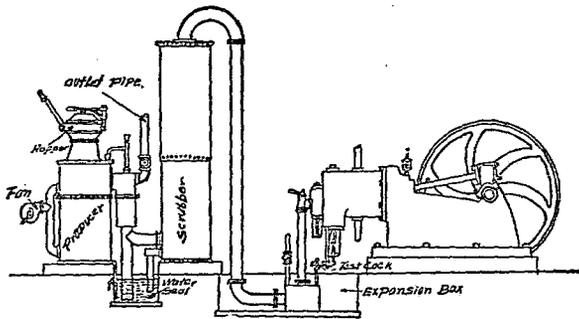
惟所有化學變化，係一種吸熱變化，每用磅一磅即須吸收四三六六英熱單位之熱量，方能成其作用，致使爐之溫度漸漸減低，故現亦無單獨製造者。

混合煤氣 混合煤氣（此種煤氣，有依英文直譯曰發生爐煤氣者。但此名詞頗不適宜，故今依其性質，稱為混合煤氣）之製法，係合空氣煤氣與水煤氣而為一，使空氣與蒸汽同時經過紅熱之煤，且調節其加入之量，務使製造空氣煤氣時所發生之熱量，適等於製造水煤氣時所須吸收之熱量。其化學變化亦兼有兩種作用。所成分約為一氧化碳，三九·九〇%；氫，一七·〇〇%；氮，四三·一〇%。理論上之熱值，每立方英尺為一九五·六英熱單位。實際上因燃料之種類及所用發生爐之種類不同，其成分及熱值往往不同，而 CO_2 、 O_2 及 CH_4 等氣體，亦往往存在。熱值多在每立方英尺一四〇英熱單位上下。

混合煤氣發生爐之兩大類 混合煤氣發生爐，可分為兩大類：其一係由氣機當吸入衝程時，

由發生爐向氣缸吸氣，使出口處之壓力降低，因之發生爐入口處即有空氣與蒸汽加入。其內部之壓力較大氣之壓力低。此種煤氣發生爐，謂之吸入式煤氣發生爐 (injection producer)。其二係將空氣及蒸汽進口處之壓力增高，即將空氣排入爐中，使內部之壓力較大氣壓力高。此種煤氣發生爐，謂之壓入式煤氣發生爐 (pressure producer)。排入空氣，多係用壓力較高之蒸汽排入之。因所用之蒸汽，其壓力須在每方英寸四〇磅左右，故須另備一鍋爐。又在壓入式爐，因氣機之擔負量 (load)，難免有變化，發生之量未必與需用之量相當，故須另備一儲氣室，茲再分述之於後：

吸入式發生爐 吸入式發生爐之裝置，大致如第二十四圖所示。與氣機緊接連之一部為儲氣箱 (reservoir)



五 四

圖 四 十 二 第

box) 左連洗刷器 (scrubber)。洗刷器之左即連發生爐。洗刷器與發生爐之連管，有一管上出。當初生時開此管，使所有煙氣逃於空間。生後再關閉之。茲再分部略述之如下：

(甲) 發生爐 發生爐之外部係用鋼板或鑄鐵所製之圓筒。內鑲火磚一層。火磚與鋼板之間，填砂一層者，以保持其溫度亦有中空者。下部為爐條。爐條之下為灰池。其上則滿裝以煤。在氣機之吸入衝程中，空氣與蒸汽由爐條下部吸入。爐中之煤，大致可分為三層。最下一層名燃燒層 (combustion zone)，其溫度約為華氏二〇〇〇度。碳質幾發生完全燃燒而為 CO_2 。再上為還原層 (reduction zone)，其溫度約為華氏一八〇〇度。所有 CO_2 與過量紅熱之煤相遇，還原而為 CO 。最上為蒸餾層 (distillation zone)，其溫度約由華氏七〇〇度至一三〇〇度。煤中所含揮發性物質，在此層被蒸發而散出，與所有氣體由上部右邊之管而出。爐之上部，有一漏斗形之頂，上有一蓋。其與爐相連之處復有一門，可用手由外部開合之。當裝煤時，只開上部之蓋，將煤裝於漏斗 (hopper) 中。合蓋後方開下部之門，使煤入於爐中，總期不使空氣由上部吸入。蒸汽之蒸發器 (vaporer) 式樣變化甚多，有置於爐上部之周圍者；有置於出管上部之周圍者；亦有繞於火磚外

部與鋼鐵圓筒內部之空間者。均使與爐條下部相通。常被吸時，即協同一部空氣而入。

(乙) 水封 各式發生爐多於洗刷器與發生爐之間，設一水封 (Water seal)。其目的：(一) 使熱氣經過以減低其溫度。(二) 使能溶解於水之物質溶解於水。(三) 當氣機停止時，不使業經清潔之氣體反回，致萬一發生爆炸；且即使萬一發生爆炸，亦只將水壓開，不致損傷他部。若所用之煤為無煙煤或焦煤時，前兩層不甚重要，且有洗刷器專充冷卻及清潔之用，故只用以封閉回行之通路即氣機停止時始用之。

(丙) 洗滌器 洗滌器有冷卻及清潔兩種作用。外部係一大圓筒。下部由一爐排或一有孔隔壁隔為兩部。上部滿裝焦煤塊或其他多孔之物，其大小以二英寸半至三英寸半為最適宜。上端置一噴水裝置，繼續向下噴水。熱氣由下向上行，冷水由上向下行。焦煤廣大之表面及冷水，均可吸收熱氣及不潔之物質。且水經過焦煤時，更可隨時加以洗滌，然後再落至下部，或由一廢水管流出，或歸入水封中，再行流出。

焦煤在上部者，塊宜稍大，因氣體在此處溫度比較尚高，容積比較尚大，宜使通路稍寬，免致窒

塞也。

(丁) 儲氣箱 儲氣箱位於洗滌器與氣機之間，常存有一定容積之氣，以減輕發生爐受氣機吸入衝程之影響。蓋就經驗言，如空氣經過發生爐之速度過高，則所生之 O_2 較多或未及發生反應作用而成爲 O_3 ，即已出發生爐以外。在吸入衝程時，如使吸入之作用直接及於發生爐，此種弊病，實所難免。且在其他衝程時，氣機既不吸氣，因之發生爐之作用，尤不完全。欲使發生爐內部之作用，趨於均勻，趨於完全，則須置一儲氣箱，常存儲一部分氣體。當吸入衝程時，由儲氣箱內之氣供給之。然後因儲氣箱內壓力減低，其影響遂漸及於發生爐。

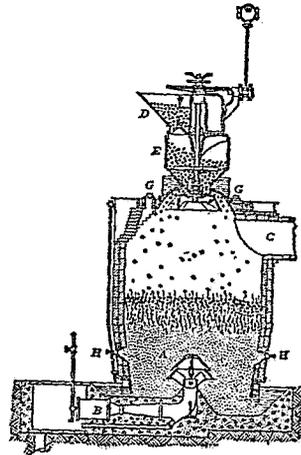
普通儲氣箱之容積，約當氣缸容積之三倍至四倍。由洗刷器至氣機之氣管，對於此種作用，亦有相當助力。

壓入式發生爐 壓入式發生爐之裝置，大致如第二十五圖所示。較吸入式恆多備一鍋爐及一大儲氣室，且所製之氣可同時供給兩個或兩個以上之氣機，更可用作普通燃料，以發生熱。鍋爐內蒸汽之壓力約每方英寸四〇磅。普通方法，係於圖上B處設一噴射器 (Injector) 蒸汽由此噴

入，與空氣混合而加入發生爐中，使生煤氣。再經過水封與洗滌器等等，而入儲氣室。

用此種裝置以製造混合煤氣，當氣機之擔負量不變時，所得結果甚為圓滿。惟當氣機之擔負量變化時，則所製氣體之品質極難均勻。蓋當擔負量減輕時，則製出之量如舊；消耗之量減低，俟儲氣室之氣已滿時，

若仍向發生爐噴射蒸汽，其作用上必發生困難；勢不能不停止之。停止之法，多係用一鍊條，一端裝置於儲氣室之上部，可隨儲氣室內壓力之高低而發生運動。一端連於噴射器。俟儲氣室氣滿，壓力增高時，由鍊條之運動，使噴射器完全停止。惟當此停止之時，發生爐內之溫度必降低。俟儲氣室中之氣體用去一部，壓力又落至一定程度後，鍊條復發生運動，使噴射器重開。若停止之時間較久，此時蒸汽用全力向溫度較低之爐中噴射，其結果往往使爐火之溫度更低，甚至全爐停止。有時須



圖五十二第

將儲氣室暫行關閉，將發生爐之火重生起，再依舊工作。故須有一大儲氣室，且須常有一人照料。欲矯正此弊，則酌採吸入式之理，將噴射器置於水封箱之上部處，並設一回管由儲氣室復回於水封箱，且回管在儲氣室中之一段，其上有一氣瓣。當儲氣室中氣滿時則自開，不滿時則自閉。故氣滿時，噴射器之作用大部分用於儲氣室，使已成之氣體之一部分，由儲氣室回於水封箱，再由水封箱後歸於儲氣室，不過使之更爲清潔耳。而噴射器小部分之作用，仍繼續及於發生爐。但使氣機之擔負量非係全停，則發生爐中之作用，仍不致完全停止。惟進入空氣與蒸汽之量，與儲氣室之壓力差成正比，所製氣體之品質則並不變易也。迨擔負量增高，儲氣室中之壓力低落，回管上部之氣瓣又自行關閉，此時噴射器之作用，又完全作用於發生爐，製造氣體之量遂又仍舊。

此種改良之壓入式，直係將吸入壓入兩式之長兼而有之。由水封箱至發生爐係採用吸入式之理。由噴射器至儲氣室以及鍋爐，則仍用壓入式之理。

第五章 化油裝置 Carburetion

化油與化油器 化油 (carburetion) 者，即使空氣在液體燃料之表面經過，或使空氣在液體燃料之內部通過，或使空氣與液體燃料噴射之微細質點相混合，因之得到可以燃燒之混合氣體之謂也。各種液體燃料，因其揮發之程度各不相同，故在普通壓力與溫度之下，揮發之程度低者，在定量之空氣內其成分失之過少。即所成之混合氣體失之過於稀薄，或勉強能燃燒而無爆炸之力，或甚至不能燃燒。亦有揮發之程度過高者。在普通壓力與溫度之下，定量之空氣內，其成分失之過多。即所成混合氣體失之過於濃厚，燃燒亦不相宜，故有時須設法使之稀薄。化油器 (carburetors) 者，即使空氣與液體燃料作成適於燃燒之混合氣體之器具也。

汽油本為極易氣化之一種液體燃料。在普通溫度之下，其蒸發氣與空氣之混合氣體，已能達到極適於燃燒之程度。惟晚近所用之汽油，其成分與前不同，其揮發之程度較前為低。故從前用汽

油之油機，其化油器無須加熱。現在則多用水套內之熱水或已燃之廢氣接近之，其化油作用方能完成。

燈油與酒精兩種液體燃料，因其揮發之程度在普通溫度之內比較更低，故化油時之加熱尤為必要。若酒精內攪有水分，則更困難。

裝置汽油化油器之油機，起動以後，經過一定時間，化油器之溫度升高，有時可用燈油代替汽油。實際上不少此種成例。惟工作結果，往往不甚圓滿。因燈油之揮發性遠低於汽油，故在汽油之化油器內即使溫度升高，亦不易氣化完全。混合氣體被吸入氣缸以後，往往攜帶一部分液體與之同入，燃燒時溫度驟高，使此一部分液體發生破裂作用 (cracking)。破裂之結果，恆發生含碳之膠性黏液，滿被於氣缸內面及漲圈之上，甚至將漲圈膠固於活塞之槽中。故每隔數日，即須清潔。

又就經驗言之，若使一部分蒸汽或極微細之水質點，摻入燈油及空氣之混合氣體中，則結果較佳。第一，燃燒較為完全，因之餘氣中之煙氣較少，氣缸內面黏着之膠性物質亦較少。第二，能使壓縮之程度增高，不發生先期燃着 (pre-ignition) 之危險。其原因為何，殊少圓滿解釋。或以蒸汽加入

混合氣體後，其化學的及物理的性質，均有相當變化也。

在化油器內空氣與燃料之速度之關係 第二十六圖，表示一噴油嘴之剖面。當靜止時，油之

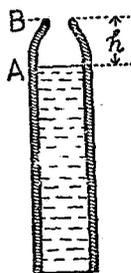


圖 六十二 第

平面恆在 A，距噴油嘴外口之垂直距離為 h。

設 v_1 為空氣在 B 平面之速度（每秒若干英尺，）

v_2 為液體燃料在 B 平面之速度（每秒若干英尺，）

w_1 為空氣每立方英尺之重量（磅），在華氏六二度時為 0

• 〇七六磅。

w_2 為液體燃料每立方英尺之重量（即液體燃料之比重與六二・三五磅之乘積。）

根據氣體流動之定律，及柏努利（Bernoulli）氏定理，如不計各處磨擦力，則此噴油口處，兩種速度之關係為：

$$\frac{w_2 v_2^2}{2g} + w_2 h = \frac{w_1 v_1^2}{2g}$$

各項均用 $\frac{2g}{W_2}$ 乘。

$$v_2^2 = \frac{W_1}{W_2} v_1^2 - 2gh$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{W_1}{W_2} v_1^2 - 2gh}$$

求空氣速度之最低限度（即至此則液體燃料之速度為零，不能噴出者）

如 $v_2 = 0$ ，則

$$\frac{W_1}{W_2} v_1^2 = 2gh$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2ghW_2}{W_1}}$$

例如 $h = 0.15$ 呎 $= 0.0125$ 呎， $\frac{W_2}{W_1} = 600$

則空氣速度之最低限度為 $\sqrt{2 \times 32.2 \times 0.0125 \times 600} = 22$ 英尺（1秒）在此速度或速度更

低於此，則液體燃料不能噴出矣。

又由公式推之，可知液體燃料之速度較空氣之速度，增加較速。就實際之經驗查之亦然。茲舉

例以明之。

(1) 設 v_1 為每秒六〇英尺， h 及 $\frac{w_2}{w_1}$ 之數值仍如前。

$$\text{則 } v_2 = \sqrt{\frac{60^2}{600} - 2 \times 32.2 \times 0.0125} = 2.28 \text{ 英尺 (1 秒)}。$$

(11) 設空氣之速度加倍，即 $v_1 = 120$ 英尺 (秒)。

$$\text{則 } v_2 = \sqrt{\frac{120^2}{600} - 2 \times 32.2 \times 0.0125} = 4.82 \text{ 英尺 (1 秒)}。$$

$$4.82 \div 2.28 = 2.11 \text{ 倍}。$$

且 h 之數值愈大時，則相差之倍數愈多。若 $h = 0$ ，

$$\text{則 } \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{w_1}{w_2}}， \text{ 即空氣與液體燃料之速度比率，恆等於一常數。}$$

惟欲防止當機器靜止，無工作時，燃料之自由溢出， h 一段又為必要。

一種液體燃料與空氣混合之成分，恆有一最適宜之比例。即在此種比例時，燃燒之結果最佳。若噴油嘴之橫剖面及空氣通路之橫剖面積，在某種空氣速度之下，使所得混合氣體之成分恰為

適當，則當空氣之速度發生變化時，其混合之成分亦必隨之變化，失不之濃厚，即失之稀薄。此種事實，使化油器之計畫，失之複雜。茲擇一種構造較為完善，應用較為普遍者，述之如下：

則尼斯化油器 (Zenith Carburetor) 之構造，如第二十七圖所示。燃料由存

油箱中經過 1 管而入於浮子室 (Float Chamber) 2 中。浮子 3 連同針瓣 4 及槓桿 5 等，係保持油而使在一定之高度者。在針桿 6 之上部固定一環筒 7。槓桿 5 之內端，嵌入環筒之兩側。8 為槓桿之轉軸。又槓桿之外端較長較重，恆垂於浮子之上面。

如燃料之表面降低，浮子必隨之下落。槓桿之外端亦隨之下落。其內端遂上

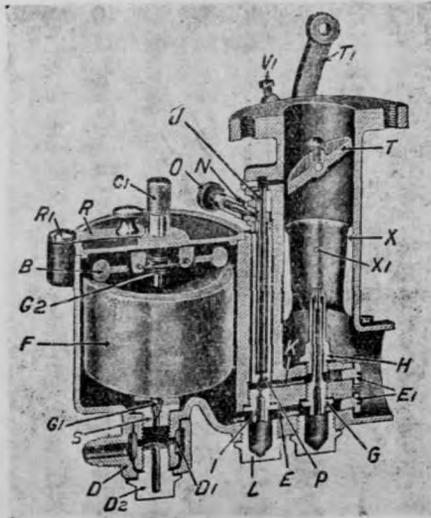


圖 七 十 二 第

推環筒，針瓣提高。燃料遂流入。浮子又因之升高。槓桿之內端繼續下壓針瓣。俟燃料之表面又達一定之高度時，則針瓣自閉而燃料停止。如燃料之表面再降，則針瓣受浮子及槓桿之影響而又開。

9 爲化油器與氣缸吸入管之連接處。10 爲入空氣口。11 爲節氣瓣。固定於桿12上。此桿在化油器之外部，由槓桿連接於均速器，以便約束油機之速度。節氣瓣之下，圍繞噴油嘴，有橫剖面積逐漸減小之管13，謂之窒塞管 (choke tube)，或凡條位管 (venturi tube)，以便空氣經過噴油嘴附近時，使其速度增加。14、15 兩部，組成一複式噴油嘴。14 在內，爲正噴油嘴，15 在外環繞之，其上口亦爲環狀，爲副噴油嘴，或補正噴油嘴。14 直接與浮子室相通。15 亦與浮子室相通，惟中間隔一極細之通路。16、16 之上有一空間17，由小孔18 與外部之大氣相通。

當機軸之速度增高時，吸入空氣之速度亦隨之增高。經過正噴油嘴14之燃料速度增高之程度較大。故混合氣體漸變爲濃厚。但通路上部之空間17，因與外部之大氣相通，且通路16 又甚微細。故經過副噴油嘴15之燃料速度幾仍與以前相同。其結果使混合氣體漸變爲稀薄。如兩部分配適當，結果可使燃料與空氣之混合成分不變。

又當油機初起動之時，或速度甚低之時，節氣瓣開口甚小，經過壅塞管之空氣，其速度往往不能使14與15兩部發生作用，故另備一噴油嘴19，在節氣瓣緣邊相對處20與吸入管相通。在普通速度時，節氣瓣開口之程度大，空氣經過20處之速度不足使19噴油嘴發生作用。當機軸之速度甚低時，節氣瓣開口甚小，經過壅塞管之空氣，其速度雖降低，而經過節氣瓣緣邊極狹通路之空氣，其速度則大增，故使噴油嘴發生作用。燃料與空氣在20處相混合，以供吸入衝程之用。

噴油嘴19所需之空氣，可由小孔21供給之。且供給之量，可以隨意調節。其調節方法，係將螺旋22鬆開，使23與24兩部沿25處之螺旋線轉動，使之微行接近，或微行離開，以變更噴油嘴處空氣通路之廣狹。如此則油機起動時，混合氣體之混合成分可任意調節。

斯特綸堡氏化油器 在斯特綸堡氏 (Strömberg) 化油器中，空氣及汽油之通路亦係一定。汽油噴出量之多寡，亦係由經過空氣之速度約束之，並無其他動作部分。惟其特點亦有數處，茲分段述之：

(一) 放氣噴射 在此式化油器，係使汽油未噴入氣管以前，先加入一小部分空氣，故謂之

放氣噴射 (air bleed) 加入之空氣，成多數小泡，混於汽油，助汽油之分裂，且加入空氣之量，恆與經過窒塞管之空氣之速度成正比。故不用補正噴油嘴，只用一單一噴油嘴，即可自行調整，得到混合成分恆一律之混合氣體。

在此種化油器，恆備大小兩窒塞管，如第二十八圖所示。汽油由浮子室中經過高速調節瓣 (high speed adjustment) 入於垂直之油管 B (第三十八圖)。空氣由 O 處加入，經過小孔

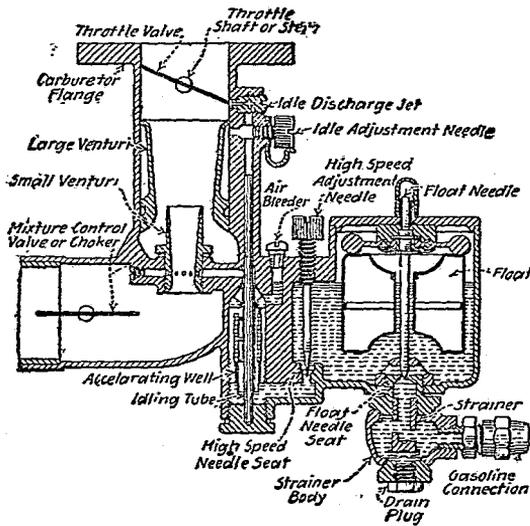


圖 八 十 二 第

D 而混於汽油，分裂之而成一種空氣與汽油之混合液。此混合液再由小室塞管 E 周圍之多數小孔，噴射於速度甚高之空氣中。此種構造能使空氣與汽油之混合成分恆一。

(二) 加速油泉 當油機欲由靜止用高速度起動，或擬在短時間內由低速度升至一定之速度時，將節氣瓣驟然開大，空氣與汽油混合適宜之入量，往往不能立時得到。空氣之入量，往往失之較多。蓋因汽油之質點較重，空氣之質點較輕，當節氣瓣驟然開大，入

氣管中空氣之速度必降低，空氣能補入汽油則難免落後也。

欲得在短時間升至高速度之結果，非有一種臨時使混合氣體增加濃厚之裝置不可。在斯特倫堡氏化油器之加速油泉 (accelerating jet) E，即係此種裝置，如第二十九圖所示。當速度低時，F 處由汽油充滿。當節氣瓣忽然開大，室

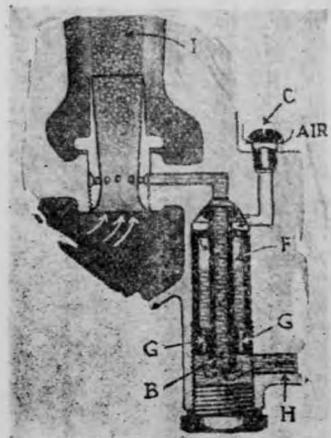


圖 九 十 二 第

塞管內之吸力增大時，則 F 處之汽油噴室塞管內之吸力，由 G 管下行，與由 H 管吸入之油，合而上升，噴入小室塞管。汽油量較前大增，混合氣體變為濃厚，原動力增強，故全機亦可於短時間內達於高速度。

(三)輕工設備 此種化油器之輕工設備 (Lifting Device)，與則尼斯化油器之理相同。即當油機初起動或擔負量極輕，節氣瓣極近於關閉時，於其緣邊之管壁上，另開一小噴油嘴 L。當油機之速度甚低時，正噴油嘴失去作用，而在節氣瓣緣邊之狹縫處，空氣之速度甚高，故油由 L 噴油嘴噴出，並由 K 處加入一部分空氣以助之。加入空氣之量，可由 F 螺旋調節之。

如第三十圖所示，在汽油管 B 中

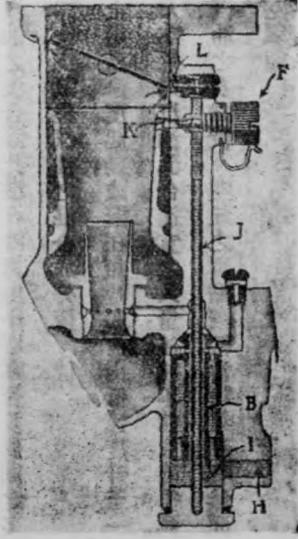


圖 十 三 第

加入一長管J。當節氣瓣之緣邊力增加時，汽油由J管下部之I管加入，達於上部，再由I處噴入管中。至節氣瓣開大，正噴油嘴發生作用時，此輕工設備即停止作用。

第六章 點火裝置

點火時刻 內燃機所用之燃料既係在氣缸內燃燒，並係利用其燃燒時爆炸膨脹之力以推動活塞，使之發生機械力，故須有一定之點火方法。且點火時刻之是否適當，極關重要。最要之條件爲使混合氣體全部之燃燒恰在動力衝程之始，蓋如此則爆炸之力特強也。（筒塞耳循環，燃燒繼續一段時間，與此稍異。）惟點火時刻之先後，則依下列四種情形而定。

(一) 機軸速度之高低 機軸迴轉之速度高者，點火時刻宜早，迴轉之速度低者，點火時刻宜晚。因機軸迴轉一定之角度，速度高者需時短，故點火宜早，速度低者需時長，故點火宜晚也。

(二) 所用燃料之種類 燃燒較緩之燃料，點火之時刻宜早；燃燒較速之燃料，點火之時刻宜晚。如用汽油及天然煤氣之內燃機，宜較用混合煤氣及鼓風爐煤氣爲燃料之內燃

機點火時刻晚也。

(三)混合氣體壓縮之程度 混合氣體被壓縮之程度愈高者燃燒愈速，故點火時刻宜晚。反之，則點火之時刻宜早。

(四)混合氣體之品質 混合氣體之混合成分適宜者，燃燒較速，故點火時刻宜晚；若混合之成分過稀薄（即空氣過多）或過濃厚時，燃燒較緩，故點火之時刻宜早。

無論用何種點火方法，其點火之時刻均有微行變化之可能。用電氣點火者，其時刻之變化尤易。在汽車等所用之內燃機，因其速度之變化特大，有時只用人力變化，難得準確，且難免有遺忘之時，故多設一種自動裝置。當速度忽增高或忽減低，點火之時刻即自動的提前或自動的變晚以應之。

點火方法 內燃機之點火方法，約有四大類：

(一)燈焰點火 (Flame ignition)，現已廢棄不用，不再敘述。

(二)熱管點火 (hot tube ignition)，分用定時瓣 (with timing valve) 與不用定時瓣

(without aiming valve) 兩種。採用者亦日見減少，在陸地上馬力數較少之內燃機，偶有採用者。

(三) 電點火 (electric ignition) 大體可分為電流斷續法 (make and break method) 即低壓法 (low tension ignition) 與電花飛躍法 (jump spark method) 即高壓法 (high tension ignition) 現在採用者最多。

(四) 自然點火 (spontaneous ignition) 分用熱罐或熱面協助 (assisted by a hot bulb or a hot surface) 與不用熱罐或熱面協助兩種。多用於笛塞耳氏油機與半笛塞耳氏油機 (Semi-Diesel oil engine) (即與笛塞耳氏循環同理，但壓縮之壓力較低者)。

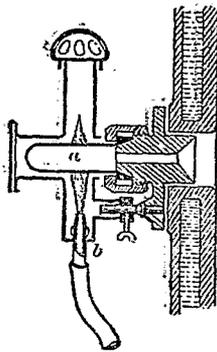
熱管點火 熱管最初用鐵製。後因溫度過高，氮化甚劇，往往用過甚短之時間，即被侵蝕，不能抵抗氣缸內爆炸時之壓力，致被炸裂。氮製者不被氮化影響，往往能用至一年以上，推裝置時須特別細心，因較金屬為易於破裂也。鍊之合金，亦為一種適宜之金屬，往往可用至兩年。惟燃料中若偶

含有硫質，則不若瓷製者爲耐用。

熱管之內部與氣缸之內部相通。其外部當機器起動（start）以前，先用本生氏燈或汽油噴燈將熱管燒至紅熱，迴轉機軸，至壓縮衝程之末，即可使已被壓縮之氣體燃着。全機遂被起動。迨後則每當排除衝程之末，熱管內總存一部分餘氣，其壓力約與大氣壓力相同。當吸入衝程及壓縮衝程之最大部分，新入氣缸之混合氣體均不能至熱管之內部。及至壓縮衝程之末，因混合氣體之壓力甚高，其中之一小部分被壓迫而入熱管之內，一與溫度甚高之部分相接觸，則立被燃着，遂回行而延及混合氣體之全部。

就上述之情形察之，若混合氣體壓縮之程度或燃料與空氣混合之成分發生差異，即熱管之溫度不變，點火之時刻，亦殊難確定。欲救正此弊，普通採用下列兩種方法：

（一）移動燈焰之位置無定時辦 如第三十一



圖一十三第

圖所示，本生氏燈可隨煙管移動位置。因之熱管上溫度甚高之部分，亦可隨之變動位置。欲使點火之時刻較晚，則向外移動。反之，則向內移動。蓋同一燃料，同一壓縮程度，倘使熱管，高溫度之部分遠離，則接觸之時刻自晚也。

(二)用定時瓣 用熱管點火，且欲使點火時刻較為準確，不致發生過早或過晚之弊，則在熱管與氣缸之間，別置一定時瓣以約束之，結果尙屬圓滿。

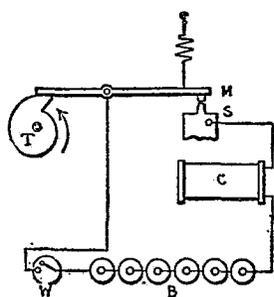
當應點火之時刻，偏突輪作用曲槓桿。定時瓣即開。混合氣體之一部遂壓入熱管內而燃着。至排除衝程之末，定時瓣即行關閉，以便熱管中之餘氣得以逃出一部，使其壓力降至約略與大氣壓力相等之程度。

熱管點火法之優點，為構造上比較簡單，運動之部分少，故傷損之機會少。其劣點為點火時刻不甚準確。即有定時瓣之裝置，只可免去先期燃着之弊，有時點火失之遲緩，則仍無十分把握也。

電點火與所用電源 現在各種內燃機以採用電點火者為最多。其所用電源有溼電池，乾電池，蓄電池 (storage battery)，及磁石發電機數種。前三種在普通電工學書均言之甚詳，無庸贅述。

第四種即磁石發電機 (magneto)，為以永久磁石為磁場之小發電機。除磁場外，與其他交流發電機無異。

火花隙 欲在一電路中發生一電氣火花，電路上須有一斷開之處。此斷開之處，謂之火花隙 (spark gap)。火花隙恆位於氣缸之餘隙容積內，在低壓法，在電路中備一自感圈 (inductive coil) 或 spark coil。當應行點火之時刻，由偏突輪及積桿等件，使火花隙驟然斷開。因自感圈自己感應之作用，電路內發生甚高電壓，於火花隙發生一火花。在高壓法，火花隙係永久斷開，兩極相距一



第三十二圖

定之距離。當應行點火之時刻，由一種時規 (timer) 或分電器 (distributor) 使電流通過。再由變壓器 (transformer) 之作用，使火花隙之電路中發生極高電壓，火花隙遂發生一火花。

斷續法即低壓法——用電池為電源 如第三十二圖，B 為電池。C 為自感圈，即纏繞於軟鐵心上之多數電線圈。M S 與 E 為點火處之裝置。M 為運動極。S 為靜止極，與機絕緣。M S 處為

火花隙。平時M S兩極接觸。至應行點火之時刻，由機器自動之力動作偏突輪T及槓桿等，使M與S急劇離開而發生火花。（爲節省電力起見，有時在點火時刻一定時間以前，方使兩極接觸。）

斷續法或低壓法——用磁石發電機爲電源。如將磁石發電機電樞(armature)之一極，連於發火花處之靜止極上。他一極則由地或用一電線連於發火花處之運動極上。（實際上於連機座之任一點均可。）又應行點火之時刻最好卽爲磁石發電機所發電壓最高之時，如此則其餘時間發電甚微，發火花處接觸時間之長短，卽可不計。

接觸時間之長短。如用電池供給電流，則接觸時間(duration of contact)除必需者外，愈短愈好。如此則省電力，電池使用之時間自可延長也。因電路上自初通電流至達到電壓或電流最強之程度，恆須一定之時間，故接觸之時間亦不能過短，務使當電路應斷時，電路上之電壓已達到電池所能供給之最高限度。如此則電路一斷，火花之力較強，自感圈力大時，則接觸之時間尤宜較長，因其作用恆妨礙電壓增高之速度也。

斷續法就電力方面言，比較簡單。惟動作運動極之機械部分，構造上失之複雜，爲調整點火早

晚之時刻起見，複雜之構造又實難避免。又運動極入氣缸處洩氣之妨止，亦極難得圓滿結果。在速度甚高之內燃機，彈簧等之惰性作用及各部因磨擦傷損以致動作之時間不易精確等弊，更須設法減至最低限度也。

火花飛躍法各重要部分之名稱與作用 火花飛躍法各重要部分，計有電池，磁石發電機，斷電器 (interrupter 或 circuit breaker) 時規 (timer) 分電器 (distributor) 火花塞 (spark plug) 保安火花隙 (safety spark gap) 蓄電器 (condenser) 變壓器 (transformer) 及感應圈 (induction coil) 等等。其中電池，磁石發電機，蓄電器，變壓器，及感應圈，可不贅述。餘數種，擇要述之如下。

斷電器與時規 斷電器與時規之作用，大致相同，即均係使變壓器或感應圈之正圈 (primary coil) 中之電流發生變化，以引起副圈 (secondary coil) 中之電流者也。惟性質上實有分別。斷電器多用於以磁石發電機為電源，以磁石發電機電樞之本身即相當感應圈或外部再備一變壓器以代替感應圈之點火裝置。其作用係於應當點火之時刻，截斷正圈之電流，使副圈發生感應電流。時規則多用於以電池為電源而另備一帶有振動器 (vibrator) 之感應圈之點火裝置。其作用

係於應當點火之時刻，連接正圈之電路使感應圈發生動作，因之副圈中發生感應電流。茲再舉例以明之。

(一)包施斷電器 包施斷電器 (Bosch interrupter) 之構造，如第三十三圖所示。偏突輪

之突起部數與氣缸之數目省同。B 為一金

屬片，由其本身之彈力，使其恆與偏突輪緣

R 相接觸。G 為輪緣上之金屬片，與軸 S 相

通，當 G 與 B 互相接觸，正圈中之電流即通。

G 與 B 一離開電路立被截斷。副圈中即發

生感應電流。火花塞上即發生火花。如欲變更點火時刻之早晚，則迴轉 T 桿，使全體回

轉一定角度，點火之時刻即因之變更。

(二)轉子接觸時規 轉子接觸時規 (roller contact timer) 如第三十四圖所示。A 為一

金屬製之圓盒，內置一絕緣環 B, C, D, E, F 為四個電極，其外端各由一導線引至感應

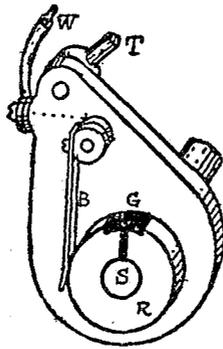


圖 三 十 三 第

圈（共合於一線亦可）其內端則分與G, H, P, Q
 四個接觸片相連。接觸片與絕緣環之內面適平。且
 接觸片與四電極均與金屬製之圓盒緣。K為轉桿，
 備有二臂，中間固定於一軸上。R為一曲槓桿，以轉
 桿短臂上M處之軸針為其支點。M為一轉子
 (Rotor)，裝置於曲桿之長臂。由短臂上S彈簧之
 彈力，使N恆與絕緣環之內緣相接。絕緣環以內
 之各部分均同時轉動。且與正圈之電源之一極相
 通。當中軸迴轉時，轉子N依次與四個接觸片相接
 觸。初圈中即依次經過電流。感應圈亦即依次發生作用。金屬圓盒及內部之絕緣環則
 並不發生迴轉。

第四十六圖亦表示一種時規之構造。中軸上固定一偏突輪。其突起部只有一處。惟周圍共有

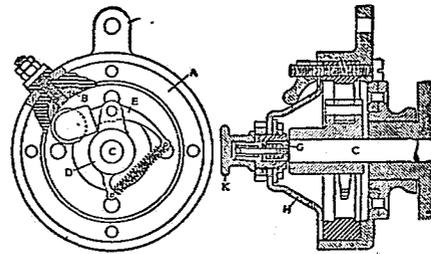


圖 四 十 三 第

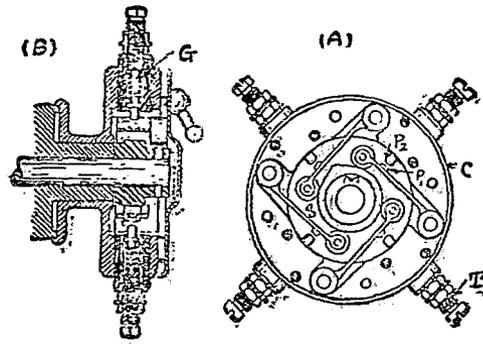


圖 五 十 三 第

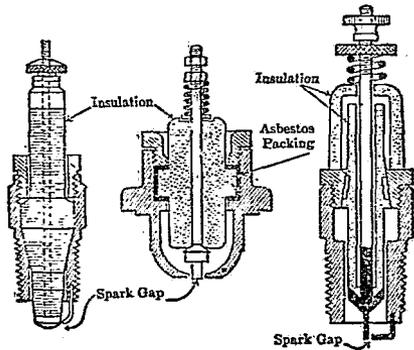
四個小轉子，可依次被推向，外移動。各小轉子各裝置於一直形彈簧片之一端。彈簧片之彼端則固定於盒上。又每一彈簧片各帶一接觸點。當偏突輪迴轉時，其突起部推動一彈簧片之轉子，則此彈簧片上之接觸點，即與圓盒周圍一固定之接觸點相連。電流即通。因之感應圈上即發生作用。

分電器，分電器之構造，大致與時規之構造相似。惟其中軸所連之電極係副圈之一極。其周圍各接觸片所連之電極，係火花塞之一極。至副圈之另一極及火花塞之另一極，則恆通於地。其接觸片之數目與火花塞之數目或氣缸之數目相同。當某火花塞應行點火之時刻，分電器中軸之運動接觸點或轉子，即與某火花塞相連之接觸片接觸。副圈中之高壓電流即經過之，而在此火花塞上發一火花。

火花塞 火花塞為火花飛躍法之最要部分，形式如第三十六圖。中間為一金屬桿，周圍由一絕緣質之圓管繞之。外套以周圍有螺旋線之鋼製塞。上置一彎曲金屬桿，全體裝於氣缸上餘隙容積處備有螺旋線之孔中。

絕緣物質多用瓷質；或用多數雲母圓片重疊而壓縮之，中貫金屬桿；或用薄雲母片圍繞金屬桿亦可。金屬桿之物質，以鎳及錳之合金較為合宜（鎳九八·五%至九七·五%；錳一·五%至二·五%），因不受氟化及侵蝕也。

中間之金屬桿與彎曲之短桿，即為副圈之兩極。兩端相距之距離，約由〇·〇二英寸至〇·三二英寸，即為火花隙。製造火花塞最主要之點如下：



圖六十三第

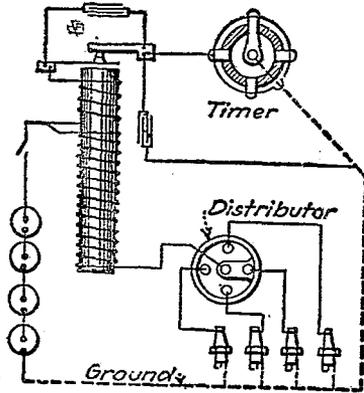
- (一) 須能受高熱及急劇溫度之變化。
- (二) 當壓縮衝程時，須不致洩氣。
- (三) 絕緣部分須能阻止高電壓。
- (四) 發火花部須易於清潔。
- (五) 受擺動或震盪時，須不致破壞。
- (六) 兩極所用之材料，須不易侵蝕。即被油及煙子等所污時，須仍能發火。

火花塞有一片式 (one piece) 與兩片式 (two piece) 之分。兩片式較易於清潔，惟洩氣之機會較多，為其缺點。

安全火花隙 為保全感應圈，使不致被不正當之高電壓所傷損起見，多在其平行位置設一安全火花隙 (safety spark gap) 以兩個小金屬板為兩極，相對之兩板邊各製成鋸齒形，並使相距有一定之距離。普通約半英寸左右。其中間為火花隙。其兩端分連於次圈之兩極上。當火花塞有作用時，因安全火花隙之抵抗較火花塞上火花隙之抵抗大。故安全火花隙不生作用。如遇聯絡火

花塞之導線忽斷，或因特別原因，火花塞上兩極間之抵抗超過預期之強度，則電流可在安全火花隙處，發生一火花而歸於消滅。若無此種設置，則副圈導線上之絕緣質即難免有損傷之虞。至安全火花隙之位置，則有時在感應圈及蓄電器同一之盒中，有時置於外部。

用振動感應圈與電池之火花飛躍法 如第三十七圖所示，將振動感應圈低壓之一極連於一時規之四個接觸片。其連接法係將低壓之一極連於時規之一靜止接觸點上，再由一線連於其他各靜止接觸點，如圖上所示。如此則每當時規迴轉一周，即將感應圈上電池之電路（即初圈）關閉四次。分電器中間之迴轉部每迴轉一周，即依次與四個接觸片各接觸一次。迴轉部連於感應圈之副圈之一極上。接觸片則分連於四個火花塞上。故當迴轉時，感應圈上高壓電流依次加入各火花塞，各



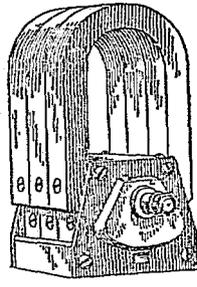
第三十七圖

火花塞即依次發生火花。

當時規上靜止接觸片之數與分電器上接觸片之數相同時，則時規與分電器迴轉之速度相同。即在同一時間，迴轉同一之次數。普通多將此兩部固定於一軸。當時規每次關閉電路時，分電器上之迴轉部 R 即與一靜止接觸點相連，即感應圈之副圈與一火花塞相連。

用低壓磁石發電機之火花飛躍法 如第三十八圖所示，磁石發電機之梭形電樞上，只有一

導線纏繞之。此電樞迴轉於永久磁石兩極之磁場中，與普通發電機之理相同。



第三十八圖

導線之一端連地。(連於電樞之鐵心上，即相當連於地

上。)他端連於一感應圈正圈及副圈之接連點上。(此感應圈

係變壓器式非振動器式。)正圈之別一端，連於變電器以達於

斷電器之靜止點。斷電器之運動極則裝置於一槓桿。桿之他端則連於地。當斷電器之中軸帶偏突輪迴轉，其突起部推動此桿時，則正圈之電流立斷。

斷電器之中軸，實際上即磁石發電機之軸。裝置偏突輪時，務使其突起部發生作用時，恰為磁石發電機所發電流最大之時。故正圈電路一斷，副圈內即因感應而發生高電壓，傳於分電器之迴轉部再傳於火花塞，火花塞之他一端亦連於地。

如將電鑰關閉，點火作用可完全停止。因連電鑰之短電路，其抵抗特低，倘一經關閉，則磁石發電機所發之電流幾完全經過此路，感應圈中經過者極微，不足使副圈中發生火花也。

用高壓磁石發電機之火花飛躍法 如第三十九圖所示，在此種裝置，磁石發電機之梭形電樞有兩線纏繞。一相當感應圈之正圈。一相當感應圈

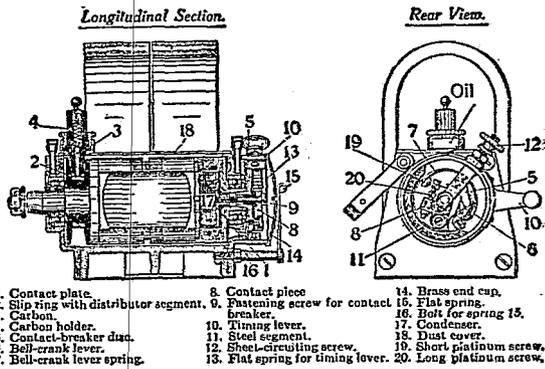


圖 九 十 三 第

之副圈。

正圈之一端，固定於電樞之鐵心上，或即與地相連。然後纏繞鐵心全部。最後將此端一面與斷電器之靜止極B相連。一面並連副圈之一端。副圈遂纏於正圈之上。纏繞多周，然後連於分電器之中軸上。斷電器之運動接觸桿則連於磁石發電機上，即相當通於地。

斷電器與磁石發電機仍係同軸。當迴轉時偏突輪C之突起部推開斷電器之兩接觸點，正圈中之電路即斷。因偏突輪C有兩突起部，故磁石發電機每迴轉一週，只兩個火花塞發生火花。

分電器之構造仍與前同。其迴轉速度僅為電樞或斷電器迴轉速度之半。若分電器與六個火花塞相連，則其迴轉速度須為電樞或斷電器迴轉速度

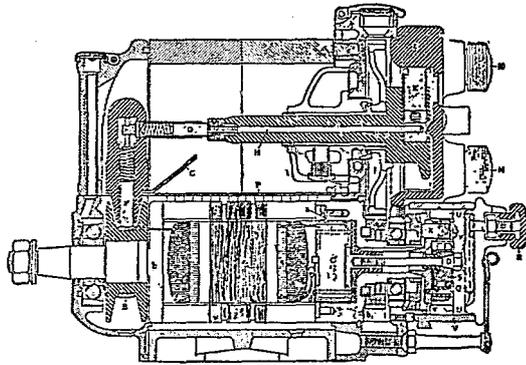


圖 十 四 第

三分之一。

實際上斷電器、分電器、蓄電器 (condenser) 等，均與磁石發電機組合於一處。

包施氏高壓磁石發電機 (Bosch high-tension magneto) 如第

四十圖所示。正圈之一端仍連於地。

別一端一面與斷電器之靜止接觸

點相連，一面與副圈之一端相連。副

圈之他端則先連於絕緣環上。此

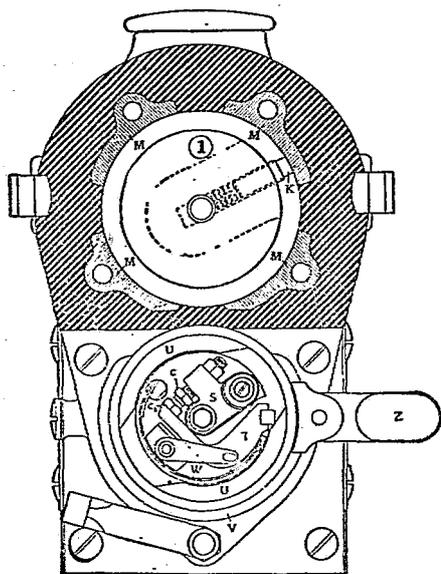
環與一炭刷 F 相觸，再由刷柄以達

於分電器之中軸上。分電器之中軸

上帶一分電炭刷，依次與四個接觸

片相接觸。接觸片再各與一火花塞

相連。



圖一十四第

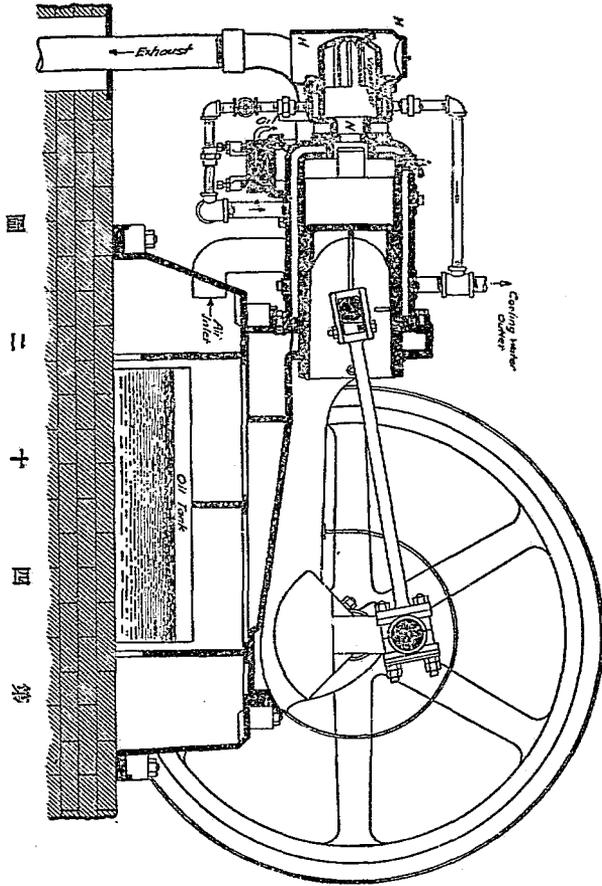
斷電器與磁石發電機亦係同軸。如第四十一圖所示，常斷電機隨同磁石發電機迴轉時，斷電器上積桿之一端，與兩個轉子相作用，使兩接觸點分開。即使正圈內之電流立斷。因之前圈內發生高壓之感應電壓，使是時適與炭刷相連之火花塞發生火花。

裝置轉子之部分，可使對磁石發電機之位置微行迴轉。因之其對於積桿發生動作之時間得微行提前或延緩，以變更點火之早晚。

自然點火 在笛塞耳氏油機與以燈油或重油為燃料之半笛塞耳氏油機多用自然點火法。在笛塞耳氏油機，完全利用壓縮空氣所生之熱，使燃油被噴入後即自行燃着，已如第二章所述。在半笛塞耳氏油機，因壓縮之程度較低，溫度上升之程度亦較低，故恆另備一熱罐以助之。第四十二圖所示者，即此種油機之一例。

此機所用之燃料係燈油，在氣缸之前端，裝置一化油器 (vaporizer)，或熱罐 (hot bulb)。由 N 處之狹頸與氣缸相通。起動機器之前，先用一噴燈 (blow lamp) 將熱罐燒熱。起動以後，其溫度由繼續爆炸之熱力以保持之。常吸入衝程時，只吸入空氣。同時定量之燃油由一油唧筒排於化油

第六章 點火裝置



器。由化油器之熱使油化爲氣體。當壓縮衝程時，空氣被壓經過N處狹頸入於化油器，與油氣混合，成可燃氣體。且空氣因被壓縮之故，溫度上升之程度與化油器本身之溫度相合之結果，務使在壓縮衝程之末，混合氣體即自然燃着。又爲保持化油器之溫度起見，恆於其外端別置一套且，僅下部開口，以便用噴燈在外部燒之。

第七章 均速裝置

內燃機所用之均速方法 當發動機所發之動力超過外部所需之量時，其速度必有逐漸增高之勢。反之，當發動機所發之動力不及外部所需之量時，其速度必有逐漸減低之勢。欲使發動機之速度趨於平均，非設法約束其所發之動力使時時與外部所需之量相應不可。司此種責任之裝置，名均速裝置 (Governing)，或簡稱曰均速器 (Governor)。在內燃機採用之均速方法，約有下列五種：

- (一) 變數法 (Hit and Miss Method)，即變更每分鐘之動力衝程數。
- (二) 變量法 (Quantity Method)，即變更混合氣體被入之量。
- (三) 變質法 (Quality Method)，即變更混合氣體混合之成分。
- (四) 質量同變法 (Combination Method)，即兼用變質與變量兩法。

(五) 變時法 (Ignition Timing Method) 即變更點火時刻之早晚。

茲再分別述之如下：

變數法——當吸入衝程時關閉入氣門。當發動機之速度適宜時，每當偏突輪軸迴轉一週，由偏突輪與槓桿之作用，使立桿上端之尖刃，撞擊總入氣門下端之V形槽一次。總入氣門即被推開，混合氣體遂被吸入。當機軸之速度超過一定之高度時，均速器將槓桿上端提高，其下端遂向右移動，此時偏突輪與桿雖仍舊動作，因下端右移之故，致兩部錯開，其動作遂不能及於入氣門。故在吸入衝程中無燃料吸入。在動力衝程中自無動力發生。機軸之速度亦自然低減矣。迨速度落至一定範圍以下時，均速器又作用於桿，使各部恢復其原來位置，又可吸入氣體。

變數法——當吸入衝程時只不開入燃料門。如空氣與燃料係各由一管加入，則只關閉入燃料門，即可使動力衝程時不發生動力。此種均速裝置，其作用與前同。即當機軸之速度超過一定之高度時，由均速器之作用，使入燃料門遂不能開。總入氣門，當吸入衝程時，仍按時開啓，但只空氣被吸入，俟動力衝程時，點火無效，動力不發生，速率自然低落矣。

變量法——用節氣瓣 此種均速裝置，係使燃料由內部之管加入，空氣由外部之管加入。當吸入衝程時，混合氣體經過節氣瓣 (Throttle Valve) 再由總入氣門入於氣缸之內。總入氣門無論在何種速度，何種擔負量，均同樣開合。其動作係由偏突輪軸上之一偏突輪，經槓桿傳來，使之開啓。由一彈簧之彈力使之關閉。當發動機之擔負量減輕速度升高超過一定程度時，均速器將槓桿提高，牽動節氣瓣，混合氣體所經道路之橫剖面積遂被減小。其加入氣缸之量自然減少。反之，則加入氣缸之量自然增多。

變量法——用浮桿 用浮桿 (Floating Lever) 之均速裝置，係將浮桿下端，作一搖桿之支點，搖桿之他端則固定於氣瓣桿上。浮桿之動作，係由均速器傳來。浮桿下端，既為搖桿臨時之支點，故其位置之偏左偏右，均足以影響氣瓣開合之程度。即偏突輪之動作雖屬相同，若浮桿之下端偏左，則氣瓣開口必小。反之，則氣瓣開口必大。而浮桿之運動又完全由均速器之動作而來，故能約束混合氣體加入之量，以調節機軸之速度。

變量法——用活動偏突輪 此種均速裝置，係使燃料與空氣混合後再由總入氣瓣而至氣缸。

當偏突輪每次迴轉時，瓣被提起。其提起之高度亦恆爲一定。惟其提起之時間，則由均速器約束之。偏突輪 F 共有三突緣，其高度雖相同，其作用角 (angle of action) 則各異。當機軸之速度適宜時，偏突輪之作用角爲 90° ，與吸入衝程全衝程之時間相當。故在全吸入衝程之時間內，氣瓣均開。當機軸之速度太高時，則偏突輪之作用角只爲 60° ，即與吸入衝程三分之二相當之時間，氣瓣開啓。過此時間，偏突輪無作用，故氣瓣關閉。混合氣體吸入之量減爲原來三分之二。燃着後所發之力自然降低也。

變質法——變燃料與空氣混合之比 此種均速裝置係使燃料加入之量隨機軸速度而異，空氣之加入則仍舊。是以混合氣體之成分前後不同。

質量同變法 變質法與變量法同用之均速裝置，在使氣瓣之大小及其動作之程度當擔負量輕時，使混合氣體之成分較之純用變質法爲濃厚（即燃料成分較多之意），又能使混合氣體當壓縮衝程之末，其壓力較之純用變量法爲高，裝置混合氣體之量與質雖均受變化，然壓縮衝程時之壓力則並不減低。

變時法 內燃機之點火裝置，以用電力者爲最多。且多能用手力變更其點火之時刻。或稍提前，或稍落後。此種提前落後之變動，有獨立爲之者，有與節氣瓣開合之程度相連屬者。

如點火之時刻落後，則電火花發生之時刻，不在壓縮衝程之末混合氣體壓力最高之時，而發生於動力衝程活塞起始向外運動之時。故所發之動力遠不及在壓力最高時點火之火。如電火花發生更晚，則所發生之動力必更小。故用此法以約束發動機之速度，其方法殊簡便也。

各種均速裝置利弊之比較 各種均速裝置，各有其利弊。茲再分別述之如下：

(一) 變數法 此種方法之優點如下：混合氣體之成分，一經斟酌適宜，即可不必變更。每工作循環 (working cycle) 所得之工作圖均大致一律。計算馬力時不致有誤。由定量之燃料中恆能得出定量之工作。每工作循環，均將氣缸吸滿。壓縮之程度，點火之時刻，及混合氣體之爆炸燃燒，均在適宜情形之下。故雖在輕擔負量時，其熱效率亦甚高。且構造極簡單，不易發生差誤。其劣點則爲在不發生動力之循環中，機軸毫無迴轉力，完全賴重大飛輪以資調節。此種情形，在大內燃機之影響尤大。且飛輪加大，軸承上與空氣

中之磨擦力，必因之增加，故機械效率因之減低。

(二)變量法 在變量法，係每次吸入衝程中，混合氣體被吸入之量發之變更。即在每次壓縮衝程之末，其結果壓力恆依擔負量之輕重而變。故擔負量減輕時，結果壓力必降落。根據熱力學之理，其熱效率必減低也。此爲其劣點。惟燃料與空氣之比例仍不變。在輕載擔負量時，比較變質法易於燃燒，爲其優點。故在輕擔負量時，用變量法較用變質法爲經濟也。

(三)變質法 在變質法，對於空氣加入之量並無限制。即在每次吸入衝程中，全氣缸仍能充滿。當壓縮衝程之末，其結果壓力仍與前同。所異者只燃料之成分減少，混合氣體之質與前不同，因之爆炸後所生之壓力較前爲低耳。就熱力學之理論言，熱效率只與壓縮率有關，故理論上之熱效率應未減低。此爲其優點。惟實際上如擔負量減至一半以下時，每因混合氣體過於稀薄，不易燃燒，熱效率亦因之降低。

(四)質量同變法 此法係按擔負量之輕重，分取變質與變量兩法之長。如在重擔負量時

用變質法，在輕担負量時用變量法。無論用變質法或用變量法，倘混合氣體之質變稀薄或結果壓力變低時，均並用變時法，使點火之時刻提前，務使爆炸力最之強時刻發生於動力衝程之始，則尤較爲經濟。其惟一之劣點即均速器及氣瓣傳動桿之裝置及構造，較複雜耳。

(五)變時法 此法於汽車飛機汽船等，其所發原動力之大小與其速度之高低同時變化者，多與節氣瓣開合之程度之變化同時用之。因在此種發動機，無長時用均速器之必要，用此種最簡單最便利之方法，不爲不相宜。惟其劣點甚多。第一，因點火失之過晚，燃燒必不完全。爆炸之壓力必較低。故熱效率亦必低。第二，燃燒往往繼續至出氣管中。不但氣缸之溫度失之過高，且出氣門開時，壓力尙甚高，以致聲音甚大，耗費燃料，損失動力，故殊嫌不經濟也。

第八章 減熱裝置

減熱之必要 在各種內燃機，因燃料之燃燒即在氣缸之內，平均計算，每馬力每點鐘燃料在氣缸內所發之熱量，約在七五〇〇至一五〇〇〇英熱單位之間。其中百分之二十五至三十五，傳達於氣缸之外。不設法加以防止，則氣缸內部及活塞出氣瓣，可至紅熱程度。不但滑油失去効力，氣缸及活塞之本身均難免受傷。故內燃機之氣缸及其他受熱最多之部分，恆設有減熱裝置，以減低其溫度。

按熱之傳導定律，知倘 A 為傳導面積， d 為兩面相距之距離， T_1 為溫度較高之一邊之溫度， T_2 為溫度較低之一邊之溫度，則在一定時間 T 內所傳導之熱量。

$$Q = \frac{KA T (T_1 - T_2)}{d}$$

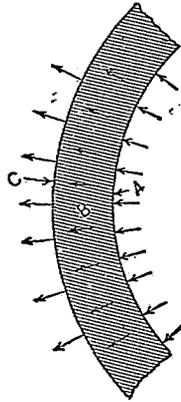
式中 K 係一常數，隨物質而異，謂之傳導率。

因氣缸所受力量之關係， d 不能任意減薄，故一定物質之氣缸（鋼或鐵）在一定時間之內向外傳導之熱量與面積 A 及溫度差 $(T_1 - T_2)$ 成正比例。

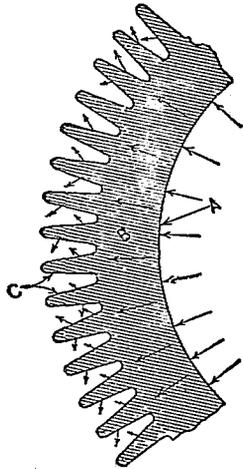
如第四十三圖，倘氣缸之內外皆係光滑表面，外部空氣又係靜止，則內外溫度相差必少。此因由 A 入 B 之熱量，與由 B 入 C 之熱量必大致相等，而外面之總面積，較內面所增者無幾，故溫度相差甚少，在一定時間內向外傳導之熱量亦必甚少也。

欲使在一定時間內向外傳導之熱量增加，普通不外下列數法。

(一) 使外面之面積加。如第四十四圖，則由 A 入 B 與由 B 入 C 之熱量仍相等。但因 C 部面積增



圖三十四第



圖四十四第

大之故，其溫度必低。故內外兩面之溫度差必大。因之所傳導之熱量必較多。

(二)外部之空氣不使靜止，使隨時流動於他部。則溫度高之空氣隨時遠離，而換以溫度低之氣空。則溫度差亦必較大。傳導之效率亦必增。

(三)將氣缸之周圍繞以比熱較高之水，以吸收其熱量。同時並使水流通（較小之內燃機，亦有不使流通者）。則內外之溫度差更較大。故向外傳導之效率更大。

根據以上三層，實際上分用下列兩法：

(一)空氣減熱法 (Air cooling system) ,

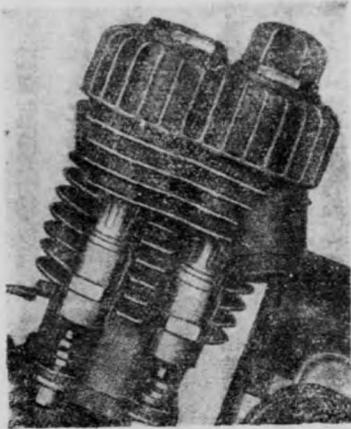
(二)冷水減熱法 (Water cooling system) .

空氣減熱法 馬力數較少之內燃機，及用於

一部分飛機及少數汽車之內燃機，多用空氣減熱

法。其原理不外增加氣缸外部與空氣接觸之面積，

並設法使接觸之空氣流通。

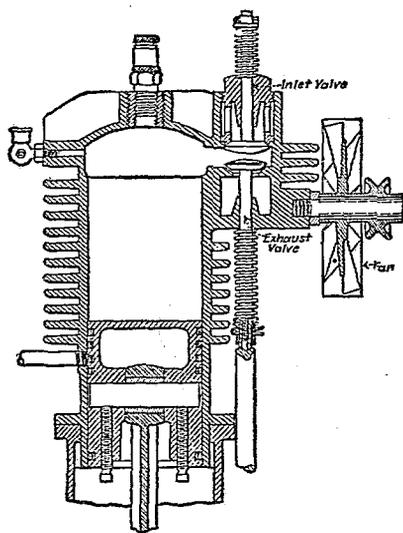


第四十五圖

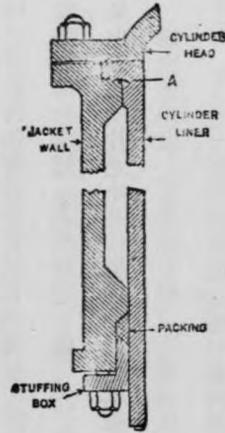
增加面積之方法，有在氣缸上裝置或鑄成多數環形片者。有鑄成多數直片者，其方向與氣缸平行，其高低則多依氣缸內溫度之高低而異，如第四十五圖所示。有時別用一風扇，以便空氣流通，如第四十六圖所示。又有裝置多數有孔之環狀片，更用多數立柱以支持之者。其外部圍以薄鋼板，再用風扇將空氣由一端送入，由彼端逃出，使

空氣由各環狀片之小孔中通過。如此則空氣與熱面接觸之機會更多。

冷水減熱法 用冷水減熱，其效率尤大。前曾於第三章略述之。即於氣缸以外再繞以水套 (Water Jacket)，至少須包圍活塞行至外端時，其頂部以前所有之一段氣缸，如第四十七圖所示。



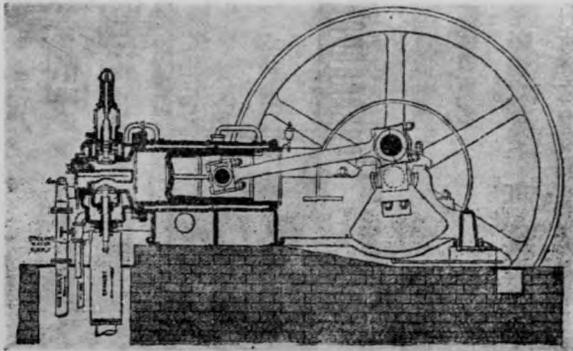
圖六十四第



圖七十四第

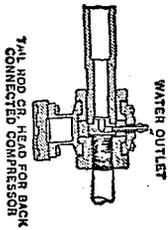
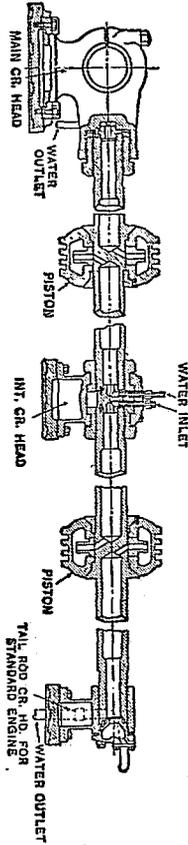
水套最好與氣缸係兩部組成，因內外溫度相差甚多，恐發生炸裂也。其裝置法如第四十八圖所示。

活塞之減熱裝置 在四衝程循環且馬力數較少之內燃機，多係單擊式。其氣缸之一端，恆係開口活塞之外端亦露於空氣之中。當工作時往復運動，使附近之空氣自行流動，故得到一種自然之冷卻結果。若在雙擊式且馬力數較多之內燃機，其活塞與活塞桿



圖八十四

之一部，無與空氣接觸之機會。故亦須用冷水以減其熱。其方法如第四十九圖所示。使活塞中空，並使活塞桿亦中空，分由兩短管通於活塞之內部。一管向下，一管向上。冷水由活塞桿之左端加入，先



流於活塞之下部。變熱後上升，再由活塞桿之右端流出。

收容此種冷水之方法，比較簡單。即使由洩水管流出之水，

圖 九 十 四 第

洩入一長槽中可也。加入此種冷水之方法，則比較困難。普通多用可任意伸長縮短之兩套管爲之，並須有嚴密之填料函 (stuffing Box) 及緩衝之氣室 (Air Chamber)。在單擊式之內燃機，倘活塞之直徑至二〇英寸以上時，往往亦須設法冷却之。

出氣瓣之減熱裝置 入氣瓣雖亦在氣缸之內，但因每次新入之混合氣體，其溫度均比較甚低，故自得減熱之效果。出氣瓣則只有燃燒之氣體經過，其溫度有時失之過高。

減熱之方法，如第五十圖所示。氣瓣之內部及氣瓣桿，亦均係空者。冷水由下部左邊之柔軟管

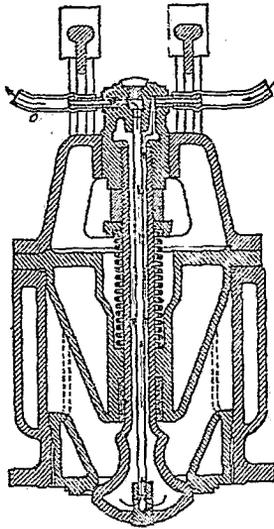


圖 十 五 第

I 加入，先向上行，達氣瓣之內部。再由中間之細管下行。最後再由右邊之柔軟管洩出。就圖上觀之，可知 I 兩管無妨於氣瓣之上下運動。

使水復冷法 在工廠中所用固定之內燃機，已用之冷水，除水價甚貴

之地方外，普通多棄之。若內燃機之馬力數甚大時，則有時用種種方法以冷之，然後再用。汽車則除極少數之牌號採用空氣減熱法外，恆用冷水減熱法，且在車之前方，裝置一種水箱或散熱箱 (radiator)，使已熱之水經過多數小管向下滴流，由外部用風扇煽之，使其溫度降低後復用之。

冷水減熱法所需之水量 各種內燃機所需冷水之量，可用最簡單之方法算出之。

五。設每小時每馬力氣缸內所生之熱為一五〇〇〇英熱單位。設水套內之水吸收百分之三十

則每小時每馬力冷水吸收之熱量 $\parallel 0.35 \times 15000 \parallel 5250$ 英熱單位。設冷水入水套以前之

溫度為華氏七〇度，出水套時之溫度為華氏一九〇度，上升之溫度必為華氏一二〇度。

故每小時每馬力所需之水量 $\parallel \frac{5250}{120} \parallel 43.7$ 磅。

若用公式表之，

設 H 為每小時每馬力氣缸內所生之總熱量，

x 為被冷水所吸收之熱量之百分數，

內燃機

t_1 爲水離水套時之溫度，以華氏表計，

t_2 爲水入水套時之溫度，以華氏溫度計度數計，

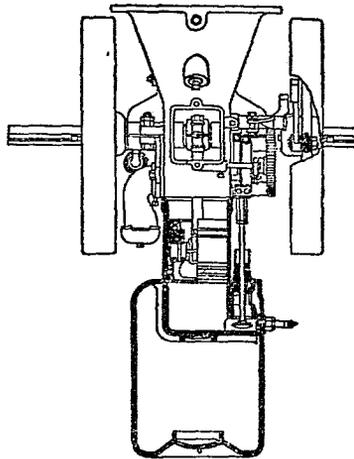
W 爲每小時每馬力所需之冷水量。

$$\text{則 } W = \frac{x H}{100 (t_1 - t_2)}$$

如第五十一圖所示，在氣缸之上部置一斗形之水箱，使包圍氣缸溫度較高之部分。內置冷水，並不使循環，其溫度至高至沸點爲止，普通在工廠所用之較小油機，多採用之。

如用此種裝置，則所需之水量大減。設 r 爲每一磅水在大氣壓力下之氣化潛熱，（約等於九七〇。）

$$\text{則 } W = \frac{x H}{100 [(t_1 - t_2) + r]}$$



第五十一圖

仍用前例，則

$$W = \frac{35 \times 15000}{100[120 + 970]} = 4.8 \text{ 磅。}$$

最高至沸點之程度，則

$$W = \frac{35 \times 15000}{100[140 + 970]} = 4.72 \text{ 磅。}$$

第九章 內燃機舉例

克羅斯勒煤氣機 英國曼徹斯特 (Manchester) 克
 羅斯勒 (Crosley) 工廠所製之煤氣機，成績頗佳。馬力數
 多者與馬力數少者，構造上微有差異。茲就一馬力數較少
 者，述其各部之概況。

第五十二、五十三、五十四三圖表示，六·五馬力之煤
 氣機之概況。圖中 A 為氣缸。外備水套。冷水由下部 S 管注
 入，經過水套再由氣缸 T 管流出。此機採用四衝程循環。氣
 缸向曲柄之一端開口。內置筒狀活塞 B。活塞前部，有漲圈
 四個，以防燃氣之洩漏。連桿 C 左端，由一軸針直接連於活

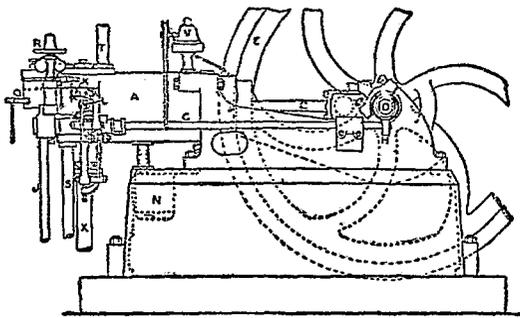


圖 12

圖 二十五 第

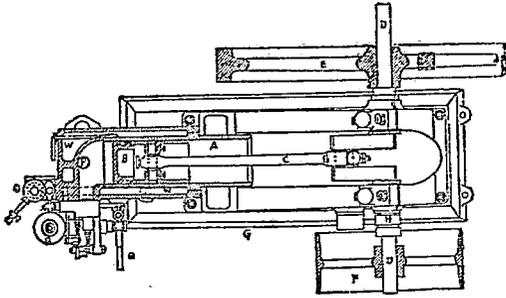


圖 13
圖 三 十 五 第

塞之上。故活塞本體即具有J頭之作用。氣缸內壁即具有導路之作用。D為機軸。飛輪E及皮帶輪

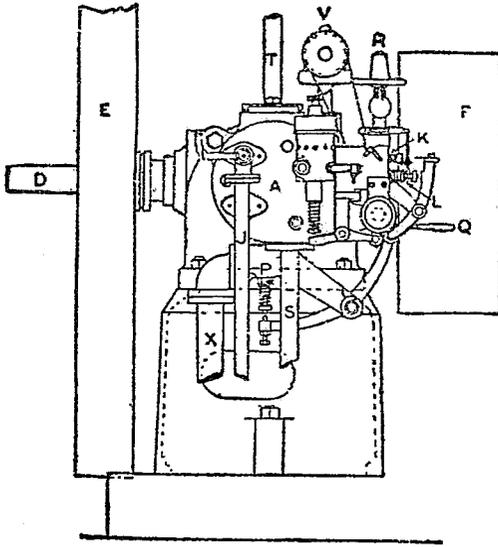


圖 四 十 五 第

P均固定其於上。飛輪之兩輻上，有襯重一塊。其位置正與曲柄相對，所以抵消曲柄迴轉時所發之離心力使全機歸於均衡者。G為偏突輪軸，由兩螺旋H與機軸相連。故機軸之迴轉運動直接傳於其上。惟因兩螺旋輪齒數之比為二比一，故機軸每迴轉二次，偏突輪軸只迴轉一次。凡動作各氣瓣之偏突輪及動作均速器之斜齒輪均固定於其上。煤氣由J管供給。空氣由N處供給。第十五圖中，K為煤氣瓣，L為混合氣瓣，O為點火熱管，P為出氣瓣，x為出氣管。茲再將各重要部分，分述如下：

(一)入氣瓣與均速裝置
 入氣瓣與均速裝置
 如第五十五圖所示。

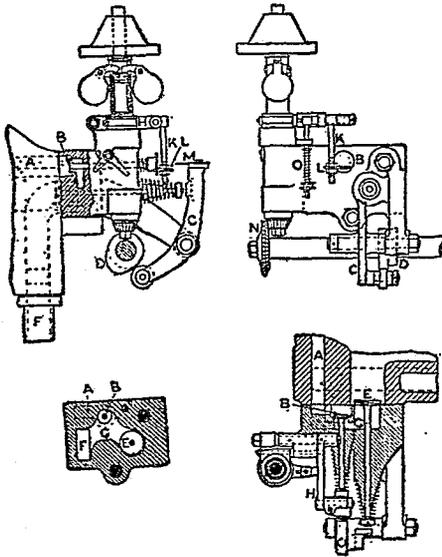


圖 五 十 五 第

A 爲煤氣管。B 爲煤氣瓣。C 爲曲槓桿。D 爲偏突輪。E 爲混合氣瓣（見附圖）。F 爲空氣管。G 爲混合室。H 爲直槓桿。K 爲懸桿。L 及 M 爲二鋼片，一固定於 K 桿之下端，一固定於 O 桿之上端。各氣瓣均由彈簧之彈力與氣瓣爲緊密之接合。

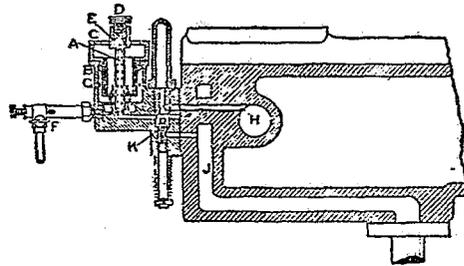
當偏突輪軸迴轉時，由偏突輪 D 之作用，O 槓桿發生動作。故偏突輪軸每迴轉一次，混合氣瓣 E 即開一次，即每次吸入衝程必有空氣加入。至煤氣之是否加入則殊不一定，以煤氣瓣之啓閉，尚有均速器爲之約束也。當機軸迴轉之速度適當時，L 及 M 二鋼片在一直線上，故每次吸入衝程，煤氣瓣均因 O 桿之動作而開。即每次吸入衝程，煤氣與空氣均能加入。若機軸迴轉之速度超過一定之高度時，L 片由均速器之作用，被 H 桿提高，不與 M 片在一直線上，煤氣瓣遂不受 O 桿之影響，因之吸入衝程僅空氣加入，爆炸不能發生。機軸之速度自然降低。故此機之均速裝置，係採用變數法。

(二) 點火裝置 此機之點火裝置，係採用熱管點火法。有定時瓣，其構造略如第五十六圖所示。A 爲瓷製之熱管，置於 B 鐵筒內。鐵筒之上有蓋 C。C 之下部有較細之筒狀部分，伸入 B 筒之內。C 內有石綿一層，用以保持瓷管之溫度。由螺旋 D 之作用，瓷管可上下

移動。E 為金屬帽。瓷管之底及瓷管與 E 帽之間，各有石綿一小層，為瓷管受熱膨脹時留有餘地。瓷管下部之周圍，由一本生氏燈燒之。B 筒周圍，有若干小孔 G，外部空氣，可由之流入，一面供給本生氏燈燃燒之用，一面使 B 筒外部不致過熱。

瓷管之內部交替與空氣管及氣缸相通。H 為混合氣體入氣缸之路。J 為空氣入混合室之路。K 為定時瓣。由彈簧之作用與氣瓣座為緊密之接合。又由槓桿及偏突輪之作用，可推之向上。如推之向上時，則瓷管與空氣管相通。如由彈簧牽之向下時，則瓷管與氣缸之內部相通。

在吸入與壓縮衝程中，K 瓣被推向上。瓷管之內部，遂與空氣管相通。故瓷管內之氣壓，與大氣壓力相等。當壓縮衝程之末，混合氣體之壓力正高時，K 瓣驟然落下，瓷管與氣缸相通。混合氣體之



第 五 十 六 圖

一部衝入套管之下端，立被燃着，壓力驟增，火焰由H路而回。全體混合氣體遂因之爆炸。

(三) 出氣門之構造與其動作 出氣門之構造，略如第五十七圖所示。A 為出氣管，F 為氣

缸。氣瓣亦由外部

彈簧之力與瓣座

為緊密之接合。其

動作亦由曲柄桿

及偏突輪司之。此

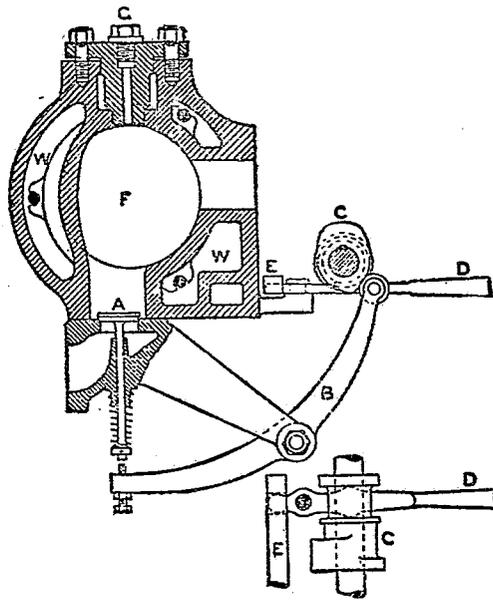
偏突輪之突起部

有二，且由 D 柄之

作用，可沿偏突輪

軸而移動。當氣機

起動以後，僅大突



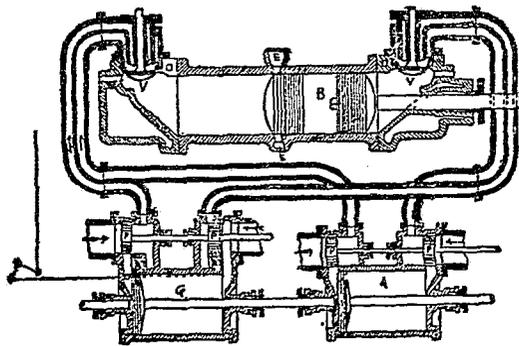
圖七十五第

起作用曲槓桿。當初起動時，偏突輪向一側移動少許，使二突起均作用曲槓桿，使一循環內出氣瓣開兩次。其一在壓縮衝程之前半段。蓋初開之時刻。其一在壓縮衝程之前半段。蓋初起動時，機軸之迴多轉用人力，倘壓縮衝程之末，混合氣體之壓力過高，則不易迴轉，故用此法以降之也。

考亭雙疊式煤氣機 考亭 (Körting) 雙疊式煤

氣機之構造，略如第五十八圖所示。V及V'為位於氣缸兩端之入氣瓣。E為位於氣缸中間之出氣孔。B為活塞。兩端各有漲圈四個。A為空氣唧筒。G為煤氣唧筒。各由活塞狀唧子開合之。

煤氣與空氣皆先在唧筒內壓縮之，然後排入氣缸。

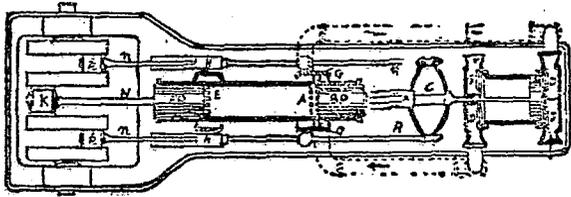


第五十八圖

惟未入氣缸之前，並不混合。且每次吸入衝程，入氣瓣開後，恆使空氣先入一小部，以驅除氣缸內之餘氣。然後煤氣方加入，與空氣混合。今將活塞一邊之動作，詳述如下：

當活筒由左向右移動，讓開出氣孔時，餘氣遂由出氣孔逃出。氣缸內殘留之餘氣，其壓力約與大氣壓力相同。此時由兩唧筒至入氣瓣之管中，一滿存煤氣，一滿存空氣。但因空氣管較煤氣管早開少許（指近唧筒之一邊言），故煤氣管近於入氣瓣之一小段，恆為空氣所占。當入氣瓣開時，兩管內之空氣先進入氣缸，驅除殘留之餘氣，使盡行逃出。稍後則煤氣與空氣同時加入，混合於氣缸之內。當活塞回行將出氣孔重行遮蔽時，入氣瓣亦關閉。混合氣體遂被壓縮。至壓縮作用將畢時，混合氣體遂被燃着。活塞又發生動力衝程，由左向右。至讓開出氣孔時，餘氣又行逃去。故只就活塞一邊言，完全係一種二衝程循環。不過活塞兩邊交替有同樣之動作發生，而變為雙擊式耳。在此種煤氣機，每衝程皆有動力發生，機軸之迴轉力，愈趨於平均，與雙擊式之蒸汽機相似。故近年來馬力數較多之煤氣機，多採用此式。

此機之均速裝置，係採用變質法。在煤氣唧筒吸入管與排出管之間有二節氣瓣 T 及 T'。當機



第五十九圖

軸之速度超過一定之高度時，由均速器之作用，使節氣瓣傾斜之角度增大。當唧筒向內吸煤氣時，使已入管內之煤氣，又被吸回一部分，而為空氣所補充。入氣瓣V開時，所入之混合氣體含煤氣較少，含空氣較多。其爆炸力自弱。當機軸之速度適當時，則節氣瓣關閉。

歐柴耳郝塞耳煤氣機

歐柴耳郝塞耳煤氣機

(Oehlhausen Gas Engine)

亦係採用二衝程循環之煤氣機。其構造上之特點甚多，略如第五十九圖所示。氣缸兩端均開口，並備有兩活塞。一F P，謂之前活塞；一B P，謂之後活塞。其動作之方向，恆恰相反。當兩活塞左右動作時，自動的聯合三組氣孔A，G與E。A為入空氣孔。G為入煤氣孔。E為出氣孔。空氣與煤氣，均由同一唧筒排入氣缸內，(亦有分用兩唧筒者)。此唧筒即由後活塞之活塞桿直接動作之，如圖上所示。(如分用兩唧筒時，其動作可直接由機軸給予之)又唧筒兩端各有兩氣瓣：S為吸

入氣瓣，D 爲排出氣瓣。

前活塞由連桿 N 與中間之曲柄軸針 K 相連。後活塞由 J 頭 O 邊軸 R J 頭 H 及連桿 n 等與兩邊之曲柄軸針 K 相連。又中間之一曲柄與兩邊之兩曲柄互成之角度恰爲一八〇度。

當兩活塞一齊向外移動，約近兩端時，前活塞讓出氣孔 E。兩活塞中間之餘氣，遂急行逃出。所殘留之一部，其壓力約與大氣壓力相等。此時後活塞先將入氣孔 A 讓開。空氣由空氣管加入一部，驅除殘留之餘氣。後又將入煤氣孔 G 讓開。煤氣亦加入一部，混合於兩活塞之間。當兩活塞一齊向內移動，各氣孔均被關閉。混合氣體遂被壓縮。俟兩活塞約行至最接近時，遂被燃着，發生爆炸。兩活塞又一齊向外移動。

空氣管與煤氣管內，恆各有一部分壓力較高之空氣與煤氣。在空氣管之壓力，每方英寸約較大氣壓力高十磅。在煤氣管之壓力，約較大氣壓力高七磅。因唧筒向內排氣之時，未必即爲氣缸內用氣之時，故必先備之於管內也。

此機之特點，約有以下三項：

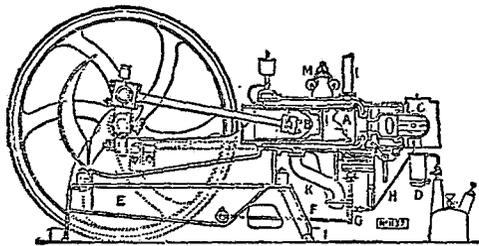
(一)各動作部分，幾乎自相均衡，軸承上所受之壓力及曲柄所發不均衡之力，均極小，故工作時極為平穩。

(二)如活塞一衝程之距離一定，燃氣膨脹之範圍，較他種內燃多一倍。(因後活塞亦同時向外。)

(三)不用填料函(Stuffing Box)及氣瓣等件，故製造上極為簡單。

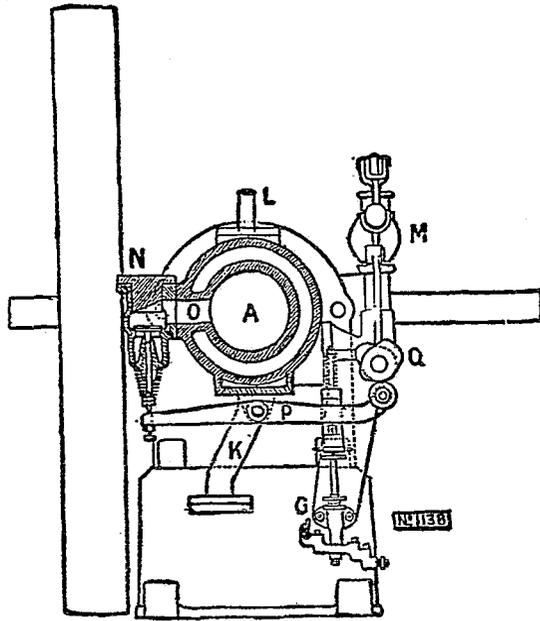
和斯比氏與阿克洛易德氏油機 和斯比氏與阿克洛易德

氏油機(Hornby and Arkroyd oil Engine)亦係採用四衝程循環。其構造略如第八十四及第八十五圖所示。第六十圖表示縱剖面。A為氣缸，左端開口。周圍有水套繞之。冷水由K管注入，由L管流入。B為筒狀活塞。連桿之一端，由一橫針連於其上。連桿之左端與曲柄相連。機軸上裝置一飛輪。又由螺旋輪之作用，帶動一偏突



圖十六第

燃氣之熱保持之。E 爲油箱，位於機座之內。油由油箱流出，經過一濾器，再由一細管以達於唧筒 G。



圖一十六第

輪軸。凡作用各氣瓣之偏突輪及作用均速器之針齒輪等，均裝置於其上。

此機爲普通所稱之半箇塞耳氏油機之一種。其點火方法，亦係自然點火。O 爲化油室，左半部被水所包圍，右半部未被水所包圍。當起動以前，先用一噴燈燒之。至紅熱時，即可起動。起動以後，燈可移去。化油室紅熱之溫度可由每次爆炸時

第六十一圖表示一橫剖面。G爲入油唧筒。N爲空氣瓣。此兩處均爲槓桿P所作用。當吸入行程時，P桿受偏突輪Q之作用下降，卽有適量之油由H管噴入化油室。同時適量之空氣亦由O管加氣缸。

汽車上之油機 汽車上之油機，多以汽油爲燃料。其主要部分之構造，略如第六十二圖所示。A、B、C、D爲平列之氣缸四個。兩個爲一組。其氣缸與上部之水套係同時鑄成，再裝置於同一之曲柄箱Q中。Q之底部常存有滑油一層。每一氣缸連桿之下端均附一勺狀物。當下行時沉入油中，上行時卽將一部分油帶上撒於曲柄軸針之上。存油之部分，恆用一隔臂隔爲兩半，以防車行斜路時滑油均流於一邊。

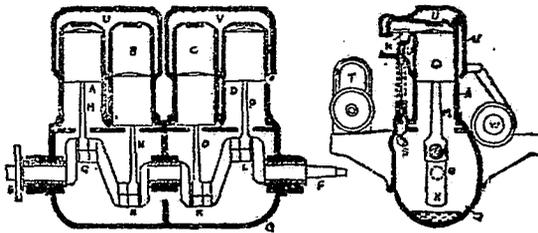
各氣缸之入氣瓣與出氣瓣，皆由一偏突輪軸上之偏突輪及彈簧司其啓閉。偏突輪軸與機軸之速比亦爲二分之一。

U與V爲水套，僅圍繞各氣缸之上半，因受熱最多之部分爲各氣缸之上半也。冷水由一唧筒W排入水套，再由別一管流於車前之散熱箱，放其熱於空氣。再注入唧筒，復排於水套。

點火方法，恆係用電點火法，其電源係用T處之小磁石發電機。

E及F為機軸。M,N,O,P為連桿四支。下端與G,H,K,L曲柄軸針四支相連。四曲柄互成之角度如圖中所示。每組之兩曲柄互成一百八十度之角。就每一氣缸言，完全係採用四衝程循環。惟各衝程互相錯開，使機軸迴轉時，每半週內皆有一動力衝程。故就全體言，機軸之迴轉力極為平均。

內燃機與蒸汽機合併之發動機 在各種內燃機，氣缸之周圍多備一水套，以吸收氣缸之熱。所生熱水，多歸無用。在蒸汽機則鍋爐內所添之新水，其溫度愈高則燃料愈省。根據此種事實，斯替爾氏遂計劃一種合併發動機。其組織及構造，略如第六十三圖所示。圖中A及B為氣缸。內置筒狀活塞C。活塞上面之動作，完全與



圖二十六第

二衝程循環之內燃機相同。氣缸上半之周圍有一水套。下半之周圍，有一汽套。水套內水之溫度與鍋爐內水之溫度大致相同。（其高低按鍋爐內之汽壓而異。）氣缸繼續向外傳達之熱，幾盡變為蒸汽之汽化潛熱，使鍋爐內向外發生蒸汽。

餘氣由上李氣缸逃出後，經過熱水器口內之多數小管，再排於空氣。蒸汽之餘汽由下半氣缸逃出，先使歸於凝絕器（Condenser），後排於熱井，再上由水唧筒排入鍋爐。當未入鍋爐以前，亦使經過熱水器下部之互瓦箱中，以便再吸收燃氣之熱能。

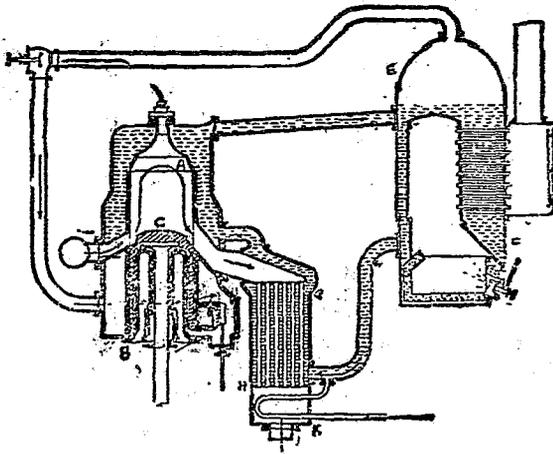


圖 三 十 六 第

當初生時，或所需之工率超過普通擔負量時，均用粗油或其他燃料燃燒於鍋爐內，使生蒸汽，平時則水套內所生之蒸汽已足用。

因蒸汽之力完全由上部之餘氣得回，故此種發動機之熱效率最高。就測驗之結果，其熱效率較同大之他種內燃機，約高百分之二十五。

中華民國二十三年一月初版

(一五八八)

工學叢書
內燃機一册

每册定價大洋伍角

外埠酌加運費匯費

著者 劉振華

發行人 王雲五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

* 版權所必 翻印 *

八三六九上

Handwritten text, possibly a signature or name, appearing as a scribbled mark.

