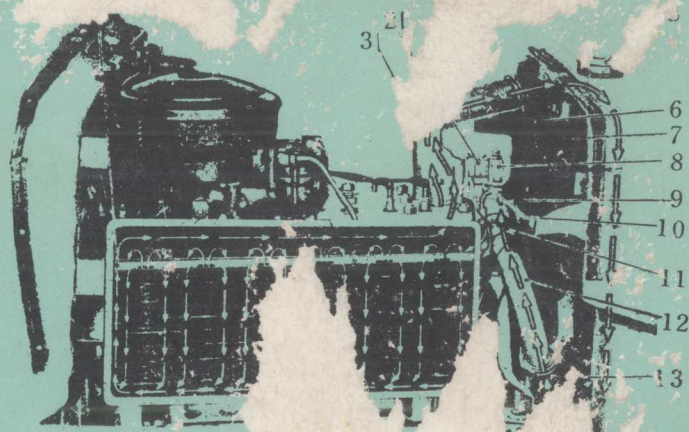


科 技 用 書

汽車修理技術

謝 英 明 編 著



0-044

光明出

行政院新聞局登記證
局版台業字第0709號
中華民國六十八年三月再版
(版權所有・請勿翻印)

汽車修理技術

售價：平裝 70元
精裝 90元

編著者：謝英明
發行人：馬光祖
出版者：光明出版社

高雄市九如二路236號

郵政劃撥：高字第40728號

TEL:287377

門市部：光明圖書有限公司

高雄市建國3路36號

TEL:292097

連榜彩色印刷廠

台南市文賢路79號

全省各大書局均有出售

汽車修理技術

目 錄

第一篇 發動機	1
第一章 發動機之特性.....	1
第一節 工作原理之部份.....	1
第二節 實際應用之部.....	8
第二章 發動機構造.....	21
第三章 汽油燃料系.....	43
第一節 汽油之特性.....	43
第二節 燃料系之組成.....	47
第四章 柴油燃料系.....	70
第一節 柴油燃料之特性.....	70
第二節 噴油系統.....	74
第五章 點火系.....	92
第一節 蓄電池點火之部.....	92
第二節 電磁機點火之部.....	97
第六章 冷卻系.....	101
第一節 冷卻之原則.....	101
第二節 液體冷卻系之部.....	103
第三節 空氣冷卻系之部.....	109
第七章 潤滑系.....	112
第二篇 電器系統及其關機件	123
第八章 電系.....	123
第一節 蓄電池.....	123

第三節 起動系	155
第四節 照明系	163
第九章 過載斷電器及儀表	175
第一節 過載斷電器	175
第二節 儀 表	176
第三節 喇叭及其他電器附件	185
第十章 無線器干擾之遏止	188
第一節 干 擾	188
第二節 干擾之遏止	190
第三篇 傳動系	196
第十一章 諸言	196
第十二章 離合器及液體接合器離合器部份	202
第四篇 底盤各部	215
第十三章 承載系統	215
第十四章 車輪，輪胎及履帶	226
第十五章 轉向系及前輪校準	231

汽車修理技術

汽車構造及實用修理技術

第一篇 發動機

第一章 發動機之特性

第一節 工作原理之部份

〔發動機之定義〕

凡可將熱能變成機械能之機器，即稱之曰發動機。此為其最簡明之定義，因此，發動機可有各種型式。

(1)內燃機與外燃機。各種自動車之發動機無論其以汽油或柴油作燃料；為氣冷式及液冷式；汽缸之排列為直線型，V型或星型；或為二行程及四行程之設計，其熱能之獲得皆係燃料在汽缸內一限定空間燃燒之結果，因為燃燒發生在汽缸之內，其產生之能力推動曲軸旋轉發動機得直接由此產生動力，此種發動機稱為內燃機（第一圖）。蒸汽機則為普通所見之外燃機，其燃料係在汽缸之外燃燒，使水變成蒸汽，蒸汽導入汽缸再產生動力。

第一圖內燃與外燃發動機之比較在本書之內僅敘述內燃機之部，故所稱發動機一詞皆作內燃機解。

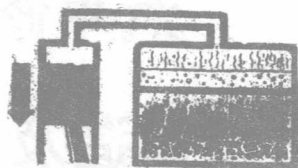
(2)熱能與機械能 將熱能轉變為機械能，係根據物理學上一基本定律 氣體受熱後，其體積膨脹。若氣體在一限制之空

間內受熱，膨脹時又無出口宣洩，如在自動車汽缸內則壓力必增加。在發動機中此種因熱而產生之壓力，作用於活塞頂端，推動活塞離開燃燒室向下運動而產生動力。

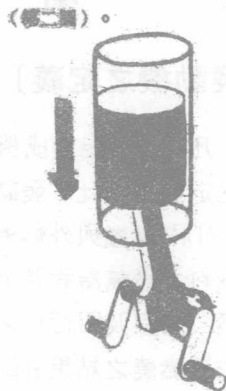
(3)往復運動變成旋轉運動 活塞受壓力向下移動經由連桿，曲軸使其往復運動轉變為旋轉運動（第二圖）。

自動車之汽缸係一圓柱形之空心筒，一端開口，一端封閉。活塞亦為圓柱狀，可在汽缸內上下滑動，其四週與汽缸壁密接，因此汽缸之開口端受其封閉。連桿為垂直之桿，上端用活塞稍稍住於活塞之中，而下端可自由擺動。活塞係作上下或往復運動，而發動機所發出之運動則為旋轉運動。此種運動之轉變係由兩端安裝於軸承上，而可自由轉動之曲軸完成之。曲軸中部之突出部份，通常為「曲軸梢」連桿下端即固定於此部份上。當膨脹汽本一將活塞推向下移時，連桿亦向下運動，且必隨曲軸之曲軸梢作圓運動。因此活塞之往復運動即轉變為曲軸之旋轉運動。

(4)循環 發動機在任何時間內，若欲產生動力，必須經過一定工作程序，且此工作程序係連續不斷，故稱之曰循環；此循環必合有下列之基本步驟：



第一圖 內燃與外燃發動機之比較



第二圖 單缸發動機之汽缸「活塞」「連桿」及「曲軸」

- ①汽缸中需充滿適當比例之燃料與空氣之混合氣體。
- ②汽缸內之混合氣體必經過活塞之壓縮。
- ③混合氣必須點火，燃燒然後此膨脹氣體推動活塞離開燃燒室向下運動。
- ④最後將燃燒後之氣體由汽缸內排出。

(5)空氣；燃料；壓縮及點火——無論近代發動機之構造如何錯綜複雜，僅空氣，燃料，壓縮及點火為發動機正常工作所必需之四因素。燃料供給發動機工作之潛能，空氣供給燃料以氧氣，點火使混合氣體燃燒，此均為基本因素，缺一即發動機不能工作，發動機之任何討論，必根據此空氣，燃料，點火三因素及上述基本步驟，以及將此等因素送至燃燒室內所需之各項機件。

〔汽油發動機之循環〕

(1)四行程循環——汽油發動機若需活塞上下運動各二次始可完成一完全循環者，稱其為四行程循環發動機，此循環一般稱為四行程汽油發動機循環或奧圖循環（Otto Cycle），汽油並非唯一可使用於奧圖循環發動機之燃料（如煤氣、酒精、天然氣等在抗戰時我國亦曾大量採用），唯在自動車中，汽油為最普通之燃料。

①進氣行程——進氣行程為此循環中之第一步，當活塞在最高點，亦即「上死點」開始向下移動時，進氣即開始，此時因活塞向下運動使汽缸上部與大氣壓產生壓力差，汽缸內氣壓減小，使空氣與汽油之混合氣，經過開口吸入汽缸。當活塞到達此行程底端，亦即「下死點」時，開口關閉，將混合氣封閉於汽缸內。此一行程即告完成。

②壓縮行程——其次第二步即為壓縮行程。當開口封閉後，活塞向上運動，仍回至上死點之位置，此時混合氣體被壓縮於活塞頂上極小空間內（燃燒室），曲軸已完成一次旋轉，壓縮行程即告完成。

壓縮混合氣體之根本原因有二：

1. 由壓縮而生之熱可使空氣與燃料混合更為均勻，因此燃料容易且極均勻。

2. 壓縮後之混合氣體點火膨脹時；較未經壓縮之混合氣體可產生更大之力量。

③動力行程——循環中之第三步為動力行程，此行程使發動機產生動力。當混合氣體被壓縮後，利用電流通過火星塞發生火花而燃燒。由燃燒所生之熱，使氣體體積突然膨脹，產生極大之壓力推動活塞向下，熱能由此轉變成機械能而使曲軸旋轉。此時在燃燒室內之兩個開口，仍然封閉不動，動力行程由此完成。

④排氣行程——最後一步為將燃燒後之廢氣洩出汽缸外，作另一循環開始之準備。當活塞到達下死點後，燃燒室內之排氣開口打開；汽缸內之廢氣自排氣口洩出，此時活塞上之壓力，立即減低。當活塞再向上運動時，此口依然打開，活塞將廢氣由此口壓出，直到活塞到上死點時，排氣口關閉，汽缸作另一循環之準備。

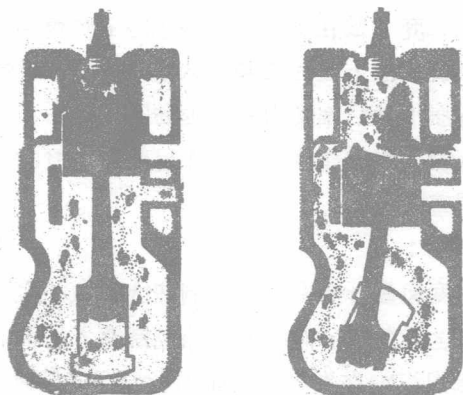
在四行程發動機中，曲軸旋轉兩次，即活塞上下各二次始完成一完全循環。當發動機繼續工作時，進氣，壓縮，動力及排氣四行程必按次序連續重覆進行。

(2)二行程循環——發動機祇須活塞上下各一次（即曲軸一轉）而使工作行程全部完成，此種發動機即稱為二行程循環發動機。

①在二行程發動機中進氣，壓縮，動力及排氣四步驟與四行程發動機完全相同，惟其動作如第三圖所示，其進氣及排氣口挖於汽缸壁上，當活塞向下運動時，首先露出排氣口使廢氣排出，其次露出進氣口使新鮮混合氣進入，當活塞向上運動時，活塞首先將兩孔全部遮蓋，即為壓縮行程，再點火燃燒產生動力行程推活塞向下，露出排氣口排氣，如此循環不休。

②理論上，二行程發動機與同大小；尺寸，及速度之四行程發動機比較，則前者應有二倍於後者之馬力，但事實則不然；由於新進之混合氣體部份與廢氣混合而隨其排出（此時排氣孔仍未關閉見第三圖），因而消耗燃料損失動力。又因進氣口開露時間較四行程

發動機進氣口啓開之時間短，故其新鮮混合氣進入量當較爲略少，發動機容積效率亦因此減低。故實得馬力并不能二倍於四行程發動機。



第三圖 二行程汽油發動機

〔柴油發動機之循環〕

(1)柴油發動機之發展 迪塞爾發動機即柴油發動機。其發動機係鑑於蒸汽機用煤燃燒而得自燃煤中所含能之百分比太低，故欲發明一發動機使燃料之使用較爲經濟。

(2)柴油發動機與汽油發動機之比較。

①機械構造 柴油發動機與應用奧圖循環之汽油發動機，在機械構造方面相類似，兩者皆需要空氣，燃料，壓縮及點火四主要因素。

②燃料進入及點火方法：

1.汽油發動機與柴油發動機之主要區別，係在燃料進入汽缸點火之方法。在汽油發動機循環中，空氣與燃料未進入汽油發動機循環中，空氣與燃料未進入汽缸前已混合；在柴油與燃料之混合氣體壓縮後利用電流發生火花燃燒；但柴油發動機則僅將空氣壓縮，因壓縮而生高熱，活塞到達壓縮頂點時再噴入燃料，燃料遇高熱之空氣立即混合而起燃燒，故不需火星塞之裝置（但有時用加熱塞以便

發動)。

2 在柴油發動機壓縮行程中，其壓力普通超過每平方英寸五百磅，較汽油發動機壓力高，且當空氣所受壓力每平方英寸增加一磅時，溫度平均升高華氏二度，故在壓縮行程終了時，燃燒室之溫度可高達華氏一千度。在此高溫下任何油類噴入幾無不立即燃燒，因此汽缸氣體體積突然膨脹；使活塞受力向下運動開始動力行程。但在汽油發動機中混合氣體受壓縮產生之熱并不够使溫度計到高自行燃燒，因此需要火星塞之裝置。

③速度與動力之控制：

1 柴油發動機之速度與輸出動力，其控制法恰與汽油發動機相反，前者控制噴入汽缸之燃料量，而後者却係控制進入化油器之空氣量，化油器係使空氣與汽油在進入汽缸前先行混合之裝置。

2 柴油發動機在進氣行程中，吸入一定量之空氣，故空氣量一定不變，因此噴入之燃料，僅在汽缸內與空氣混合，其量之多寡，決定馬力與速度之大小。祇要噴入之燃料，在該項柴油發動機設計時所規定之最多燃料量限度之內，即自能與汽缸內之壓縮空氣達到完成燃燒。

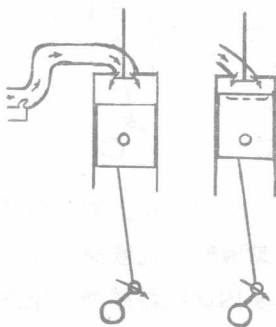
3 汽油發動機之化油器可以控制空氣之進入量。由於空氣進入化油器內量之多少與速度大小，可以控制其吸出汽油量之多少以及與空氣混合後（空氣與汽油）進入汽缸內之量。混合氣體進入汽缸內量之多少足以影響燃燒時所產生動力及速度大小，因此很明顯地控制空氣進入化油器時之量與速度，即可控制汽油發動機輸出馬力與速度之大小。

4 燃燒過程 柴油發動機之燃燒，係將柴油繼續噴入汽缸內而引起，在整個動力行程中活塞受繼續燃燒之氣體壓力推動，使活塞頂上之壓力大概保持不變，燃燒係在不變之壓力中進行，此稱為「等壓力燃燒」。而汽油發動機則不然，混合氣體之燃燒係在壓縮行程上部完成，在大部份燃燒過程中，混合氣之體積大致未曾變化，當活塞向下運動時，體積增加，但仍有些許混合氣體燃燒以維

持壓力，因此汽油發動機之燃燒稱為「等體積燃燒」

汽油發動機

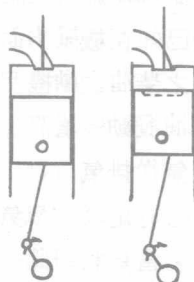
活塞下行，進氣門開啓時大氣壓力迫使空氣經過化油器將可燃性油料吸出，成一定比之混合氣通過進氣門進入活塞留出之空位中



壓縮行程

壓縮行程

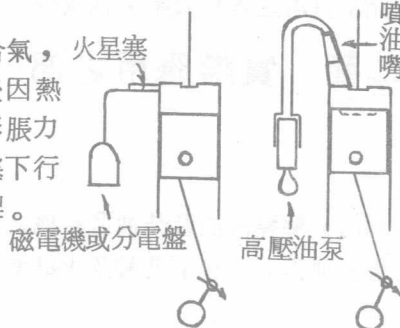
活塞上行，汽門關閉，混合氣被壓縮，通常約每平方英寸七十磅至一百二十五磅視油料抗暴性之大小而有高低



動力行程

動力行程

壓縮後之混合氣，火星塞經火花點燃後因熱而產生極大膨脹力，而迫使活塞下行完成動力行程。



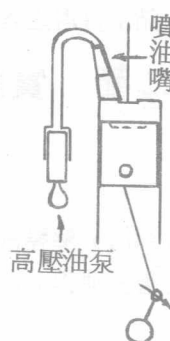
排氣行程

柴油發動機

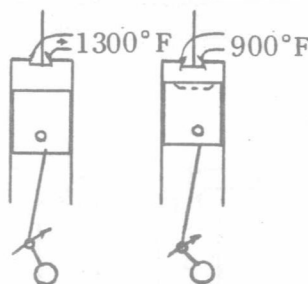
活塞下行時進氣門開啓大氣壓力便迫使空氣直接進入汽缸內活塞留出之空位中，通道中并無化油器或空氣門，無論發動機負荷如何汽缸內進入之空氣量相同。

活塞上行時氣門關閉，空氣受壓縮，壓力約每平方英寸五百磅。

高壓力使空氣溫度增高，在壓縮行程終了時燃料噴入因此自動點燃，燃燒熱量使汽缸內汽體膨脹壓迫活塞下行，完成動力行程。



排氣行程
 活塞上行，排氣門
 啓開迫使汽缸內廢
 氣洩出，以備第二
 循環進氣之用。



活塞上行排氣門開
 啓，汽缸內廢氣排
 出，以備第二循環
 時進氣行程之用。

第四圖 四行程循環汽油發動機與柴油發動機之比較

5. 熱效率 柴油發動機壓縮比較高，且使用價廉之燃料，故每加侖燃料所得之馬力大，因此較為經濟。空氣受較大之壓縮，其燃燒時體積膨脹亦增大，且因燃燒時間長，使活塞頂所受壓力時間亦長，故柴油發動機將熱能轉變為機梨能亦較多，效率當然較大。

6. 容積效率 我們已知在機械方面，柴油與汽油發動機雖無顯著之區別，但在二行程之柴油發動機另用一裝置後，其「容積效率」可較同樣之二行程汽油發動機增高。此一裝置為鼓風機驅使空氣進入燃燒室，而加速廢氣從排氣口排出。雖然在壓縮行程中仍有極少量廢氣混合其中，但已有足夠之氧氣供噴入燃料燃燒之用。在二行程汽油發動機則不然，當其利用此一裝置時，鼓風所增加之容積效率，由於轉動此裝置所需之動力及一部份新鮮混合氣體因隨廢氣排出其功效部份抵銷，實得之容積效率大為減少。

第二節 實際應用之部

〔機械部份〕

以單汽缸發動機為例，解釋汽油及柴油發動機之循環，此類發動機僅包括汽缸，活塞，連桿，曲軸，飛輪及火星塞或其他用作點火之機件等。

(1) 發動機工作時，第一步須將空氣與汽油之混合氣體輸入汽缸（柴油發動機則僅為空氣），進氣門控制混合氣體進入汽缸之口，

排氣門控制廢氣排出之出口兩者皆由彈簧關閉，而啓開時則由凸輪軸推動操縱汽門之機構，於適當時間內啓開之。

(2) 凸輪軸係由曲軸之齒輪直接帶動或由調時鏈條間接帶動，其凸輪推動推桿，抵抗汽門彈簧張力，使汽門啓開。

〔空氣與燃料之比例〕

(1) 氧氣爲幫助燃燒之物質，而空氣中含有氧氣，故欲使汽缸內發生燃燒必先使汽缸中充滿足夠之空氣，始可將燃料完全燃燒。在汽油發動機，通常需十五磅空氣與一磅汽油混合，（此比例視該發動機當時之情況係需要最大馬力或最經濟燃料消耗而完）汽油在大氣壓下其重量約爲空氣之六百倍，如以體積比較時供給空氣之體積須爲汽油之 $15 \times 600 = 900$ 倍，如以另一方式說明則半湯匙汽油須與一立方英尺體積之空氣混合，才可得 15 : 1 之重量比例。

〔汽門正時〕

(1) 汽門與活塞間之關係 新鮮混合氣體必須在每一循環中之適當時間進入汽缸，燃燒後廢氣必須自汽缸中排出。故氣門開閉之時間，必十分確實，使與汽缸中活塞之運動正確配合，方可使新鮮氣體進入，廢氣排出。汽門之位置由凸輪軸控制，活塞之位置則由曲軸控制，故適當配合曲軸與凸輪軸間之關係，則汽門與活塞之位置便可確定，而獲得正確之汽門正時。

(2) 排氣門 排氣門在動力行程中活塞未曾到達底部即行啓開，因此時可利用廢氣之壓力使廢氣排出，若排氣門在此時不啓開則在排氣行程時廢氣本身壓力將使活塞之向上運動受到阻力。如此雖使動力行程中壓力一部份損失。但可在排氣門口發生漩渦作用，使廢氣排除較完全。總之由於此二點之結果；實際上可獲得較大之馬力。

(3) 「洛克」位置 當活塞在上死點或下死點時，曲軸可轉動十五至二十度而活塞之位置却無顯著之移動「第六圖」，此即稱爲

「洛克」位置。

(4)進氣門 活塞自上死點向下經過「洛克」位置時，汽缸內並不能發生頗大之真空，但排氣時因廢氣本身之衝量，排氣孔處發生漩渦，此種廢氣之流動可助新鮮混合氣進入，故進氣門可在上死點之前啓開。活塞繼續向下運動，汽缸內壓力減低可使新鮮氣體繼續進入，如活塞運動甚慢，則混合氣之進入速度，恰使汽缸內之壓力與汽缸外大氣壓相等。如活塞向下運動甚高，則汽缸內之新鮮空氣壓力因氣體無充分之時間進入而較低，因此進氣門可在活塞到達下死點後稍緩關閉，利用活塞經過「洛克」位置之時間及進氣之衝量，獲得較多之進氣容量進氣衝量與活塞自「洛克」位置向上運動所生之壓力何時相等，則視發動機設計而定。

〔壓縮比例〕

(1)定義 要使汽缸內混合氣體獲得最高馬力，必先將此氣體儘量壓縮，如前所述，壓縮後氣體壓力愈高爆炸後動力愈大。所謂壓縮壓力係以壓縮比表示之，壓縮比係汽缸之總容積與壓縮後活塞到達上死點時空隙之比，見第七圖汽缸總容積係活塞運動時所經之容積與活塞到達上死點後所剩燃燒室容積之和。壓縮比僅表示壓力之比并無實際壓力單位。

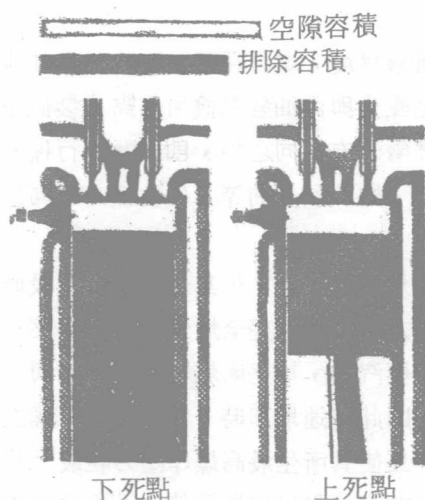
(2)低壓縮比與高壓縮比發動機 在汽油發動機中，壓縮時空氣係與汽油混合一起，故實際上可能達到最高之壓力須靠汽油之性質而決定。最早發動機僅三到四比一之壓縮比，如再增高則發生「爆震」，故稱為低縮比發動機。近因煉油之進步及汽油中加入一種化學品名「四乙基化鉛」後可減低爆震，故汽油發動機之壓縮已提高到 7.5 : 1。柴油發動機則僅空氣受壓縮，故唯一考慮之問題，係發動機體之材料是否堅固，足夠抗如此高壓。雖然柴油發動機亦有「爆震」，但非高壓縮之結果，乃燃料噴入時燃燒不夠迅速之故。汽油與柴油能產生「爆震」或「敲打」之特性，在發動機設計之時已加以考慮。

〔點火正時〕

燃料在何時點火，依據發動機速度，燃料種類，壓縮比及其他多種因素而定。因柴油發動機之點火與汽油發動機所另點火裝置不同，故二者需分別敘述之。雖然兩者有相同之點，即在壓縮行程完成之前點火及發動機速度增加時，點火須提前等，但欲達此相同之目的，所使用之方法却迥然不同。

(1)汽油發動機 混合氣體燃燒雖極快，但其燃燒仍需一段時間，故如欲燃燒恰能於此最大馬力之位置時完全燃燒，需在壓縮行程終了前點火。任何已知壓縮比與汽油，其完成燃燒所需之時間無論發動機之速度如何均無改變。因此轉速增加時，活塞行程所需之時間縮短。欲使燃料完全燃燒，且使其所生最高爆炸壓力在最大馬力角度以內，勢必將點火時間提前，故必另加裝置使火花在發動機轉速變化時亦隨同變更其點火時間。若點火時間過早，在活塞尚未到達壓縮行程之上死點便已爆炸，則飛輪必須強行轉動衝過上死點，然後活塞方能在動力行程中向下運動，即使飛輪之動量足夠克服此此相反之爆炸力，但此動量即無形中與相反作用之力同時損失，且更因此而發生過多之爆震。若點火時間過遲，活塞已於動力行程中向下移動，燃燒雖可有充裕時間完成，但因燃燒時之體積較大，使原有壓縮比改變，其發生馬力自然減少。

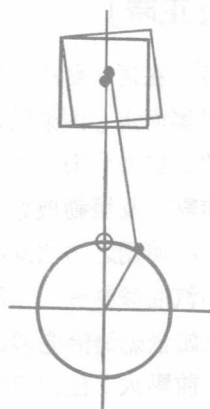
(2)柴油發動機 柴油發動機燃料點火，完全由於壓縮空氣本身所生之熱，無論其噴入量多少，祇要燃料接觸熱度極高之空氣後即行燃燒，因此點火時間由噴油之時間控制之。當第一滴燃料進入汽缸後燃燒開始，壓力亦即開始增大，燃料噴入量之多寡，與噴入時間之長短即決定獲得馬力之大小及發動機轉速之大小。在燃燒進行時繼續噴入燃料，則可使活塞在向下運動時維持其一定壓力。汽油發動機點火時間之遲早，由轉速與負荷控制之，而柴油發動機噴油之開始一般相同，其噴油完畢則有不同，噴油時間愈長，發動機轉速愈大，在柴油發動機高速運轉中，其動作已趨向於接近汽油發



$$\text{壓縮比} = \frac{\text{排除容積} + \text{空隙容積}}{\text{空隙容積}} = \frac{6}{1}$$

第七圖 壓縮比

動機之等體積燃燒過程。



第六圖 「洛克」位置

〔多缸發動機〕

(1)馬力之增加 自理論上講，每一活塞之動力行程，係由軸旋轉 180° ，但由於排氣門在動力行程已走五分之四距離啓開，可得更佳之結果，故實際曲軸旋轉 720° 或完成一四行程循環時，所能產生動力之角度為 145° 乘以發動機之汽缸數。如二汽缸發動機由軸旋轉 720° 時，動力行程角則有 $2 \times 145^\circ = 290^\circ$ ，飛輪則供給其餘非動力行程曲軸所轉 430° 所需之動力。

(2)動力之重疊 如上節所述汽缸數增加，每缸皆有四行程而每缸皆祇動力行程可供利用汽缸越多則每旋轉二週所可供利用之動力行程便逐漸啣接，使工作進行變成平穩，如第八圖所示超過四汽缸時，動力行程便互相連接，如六汽缸之圖有效力行程仍為 145° ，而每隔 120° 角便有一動力行程發生，故可連接一起，且有 25°



附註：圖中圓圈因四行程循環一次需七百二十度，故每圈皆代表七百二十度。

第八圖 四行程循環發動機之馬力重疊圖

角可分開在前後重疊。八汽缸發動機則每隔 90° 有一動力行程，其所生動力重疊之部有 550° ，前後各 $27\frac{1}{2}^\circ$ ，因汽缸點火時間相隔有一定規律，故無論其發火次序或發動機之排列係V式排列，或直線式排列，其動力重疊之部並不受影響。

〔發動機分類〕

(1) 冷却方法分類 發動機以冷却方法分類；計有空氣冷却及液體冷却法兩種。

① 空氣冷却 空氣冷却式發動機在汽車上亦有應用者，但在飛機發動機上大都採用此式，因此式所佔地位及重量較少而經濟，散熱器（簡稱水箱）水套冷却劑及欲使冷却劑循環之水泵等等皆不需要。汽缸之冷却，係由汽缸壁外及汽缸蓋上之金屬片，將熱導出散於空氣中。因此發動機皆盡量安裝於暴露在車輛行動所生氣流前