

發動機設計

(上 冊)

黃步玉 錢洪昌 潘宗岳

編 著

科學技術出版社

發 動 機 設 計

(上 冊)

黃步玉 錢洪昌 潘宗岳

編 著

科 学 技 術 出 版 社

本書系根據蘇聯著名工程師、專家所編之《發動機設計》一書翻譯而成。全書共分七章，第一章至第六章，討論發動機設計之一般問題，第七章討論發動機之試驗。第一章至第六章，討論發動機之設計，包括：轉動、汽缸、燃燒室、汽缸套等問題；第七章討論發動機之試驗，包括：汽缸套、汽缸、汽缸套等問題。在每章之末，提出“設計提示”作為每章之總結與所討論機件步驟之參考，並附有蘇聯發動機設計示例、蘇聯發動機設計紀錄及性能曲線之設計圖表等。本書可供從事發動機設計、研究工作或大專學生之參考。

發動機設計

編著者：黃步玉 錢洪厚 顧家岳

科學技術出版社出版

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

光華印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

統一書號：15119·250

(原大東版印 2,000 冊)

開本 850×1168 1/32 • 印張 11 5/16 • 字數 265,000

一九五六年六月第一版

一九五六年六月第一次印刷 印數 1—2,000

定價 (10) 一元九角

錄

(上 冊)

- (1.1) 內燃機與外燃機.....
- (1.2) 內燃機之分類.....
- (1.3) 汽油發動機與其他內燃機之比較及其應用場合..... 5
- (1.4) 發動機設計.....
 - 1. 設計與要求 2. 初步規劃 3. 應力分析與零件設計 4. 設計與製造
- (1.5) 預測性能、試驗、研究與改進.....

第二章 發動機之初步計劃.....

- (2.1) 影響發動機馬力的幾個因素.....
 - 1. 發動機所產生的馬力 2. 汽缸直徑與發動機馬力 3. 與發動機之馬力 4. 進氣溫度與發動機之馬力 5. 馬力以增加發動機之馬力——增壓 6. 單位活塞排氣量 7. 馬力實際上之限制 7. 發動機之轉速與馬力
- (2.2) 對於所待設計發動機之基本要求與限制.....
 - 1. 適當的有效馬力 2. 重量馬力比 3. 高的熱效率 4. 堅固簡單與結實 5. 久暫 6. 合理之製造代價及使用情況
- (2.3) 發動機所採用之循環.....

(2.4) 四衝程與二衝程之研究	41
(2.5) 汽缸之數目與汽缸之安排及轉矩	42
1. 發動機之轉矩、重量及效率	
2. 發動機製造上之代價	
3. 發動機之轉速	
4. 汽缸安排方法與發動機應用之場合	
(2.6) 汽缸直徑與衝程比(D:L)	43
1. 直徑衝程比之一般範圍	
2. 活塞衝程與發動機之大小	
3. 汽缸直徑衝程比與燃燒室	
4. 汽缸直徑衝程比與熱損失	
(2.7) 壓縮壓力與壓縮比	45
1. 壓縮壓力	
2. 壓縮比與平均有效壓力	
(2.8) 發動機之速度	49
1. 發動機之轉速	
2. 活塞速度	
3. 速度因子	
(2.9) 相似發動機原則	52
1. 相似發動機研究之目的	
2. 發動機相互類似之條件	
3. 相似發動機間各項性能之關係	
(2.10) 發動機主要項目之決定	60
(2.11) 設計提示	67

第三章 汽缸內氣體壓力之計算 68

(3.1) 活塞銷上所作用之力	68
(3.2) 實際循環與理想循環的差別	68
(3.3) 氣體壓力之計算	69
1. 吸氣過程之壓力	
2. 吸氣過程之溫度	
3. 壓氣過程中各項計算與考慮	
4. 燃燒過程之各項計算與考慮	
5. 膨脹過程的各項計算與考慮	
(3.4) 氣體壓力之簡捷計算法	96
1. 吸氣壓力	
2. 壓縮終了之壓力	
3. 膨脹終了之壓力	
4. 膨脹開始之壓力	

(3.5) 示功圖之繪製.....	99
1. 計算法 2. Braner 氏示功圖繪製法 3. 尖角改爲圓角 的討論	
(3.6) 壓時圖之繪製.....	107
(3.7) 設計提示.....	108
第四章 活塞連桿機構之運動與慣性力之計算.....	109
(4.1) 活塞之運動.....	109
1. 活塞位移 2. 活塞速度 3. 活塞加速度	
(4.2) 連桿運動之分析.....	115
1. 連桿角移 2. 連桿擺動時之角速度 3. 連桿擺動時之角加速 度 4. 連桿中部任意點之速度 5. 連桿中部任意點之加速度	
(4.3) 慣性力之計算.....	119
1. 連桿慣性力及力偶之生成 2. 往復慣性力 3. 旋轉慣性力 4. 連桿慣性力偶	
(4.4) 設計提示.....	134
第五章 軸承負荷之分析與軸承.....	142
(5.1) 軸承負荷概述.....	142
(5.2) 曲柄銷上所受之力.....	142
1. 活塞頂端之氣體壓力 2. 活塞及部分連桿質量(往復質量) 所生之慣性力, 3. 旋轉質量及部分連桿質量(旋轉質量)所生之 旋轉慣性力	
(5.3) 曲柄銷軸承負荷之計算.....	144
1. 由氣體壓力而生之曲柄銷負荷 2. 由往復慣性力所生之曲 柄銷負荷 3. 往復慣性力與氣體壓力之合併及其分解 4. 離 心力之計算及其分解 5. 曲柄銷上之總受力	

(5.4) 曲柄銷軸承負荷之簡捷算法	149
(5.5) 曲柄銷軸承負荷極線圖之繪製	152
(5.6) 活塞銷軸承及其軸承負荷	153
1. 氣體壓力 2. 往復慣性力	
(5.7) 曲軸主軸承負荷之計算	155
1. 端軸承軸承負荷之計算 2. 第一中間軸承軸承負荷之計算	
(5.8) 相對磨損圖之繪製及油孔位置之決定	160
(5.9) 發動機軸承設計之一般情形	165
1. 摩擦之分類 2. 影響液體摩擦的因素	
(5.10) 軸承之設計	186
1. 根據軸承單位面積負荷計算法 2. 根據滑行速度與單位面積負荷之積之計算法 3. 根據流體力學的潤滑理論之計算法	
(5.11) 曲軸之大小	196
(5.12) 軸承之技術條件	197
(5.13) 設計提示	198

第六章 活塞環圈及活塞銷之設計 200

(6.1) 發動機之活塞	200
1. 活塞的要求 2. 活塞材料	
(6.2) 活塞之結構、活塞材料的選定及活塞直徑	209
1. 活塞之結構與形式 2. 活塞材料之選定 3. 活塞直徑	
(6.3) 側壓力、活塞長度及活塞銷位置	211
1. 活塞之側壓力 2. 活塞之長度 3. 活塞銷位置	
(6.4) 活塞厚度之計算	219
1. 活塞頂的氣體壓力 2. 活塞頂之傳熱 3. 活塞頂之熱應力	
4. 活塞頂設計 5. 活塞頂作圖求法	

(6.5) 活塞筋條、壁厚、活塞銷托架之計算	225
1. 加強筋條 2. 活塞壁之厚度 3. 活塞銷托架	
(6.6) 活塞之溫度、加工間隙、橢圓度及開槽	231
1. 活塞的溫度分佈 2. 活塞與汽缸間的間隙計算 3. 活塞之橢圓度 4. 活塞之開槽	
(6.7) 特殊設計之活塞	236
1. 二金屬結構消音活塞 2. 拖鞋形活塞	
(6.8) 發動機之漲圈	241
1. 漲圈的任務與要求 2. 漲圈的材料 3. 漲圈的形狀與間隙 4. 漲圈的摩擦力 5. 刮油漲圈	
(6.9) 漲圈的理論與計算	253
1. 漲圈應力之分析 2. 漲圈對汽缸壁之側壓力 3. 自由漲圈之開口 4. 自由漲圈之形狀	
(6.10) 漲圈的磨耗與失效	263
1. 漲圈磨耗與厚度及高度 2. 漲圈失效	
(6.11) 活塞銷的設計	269
1. 活塞銷的要求與材料 2. 活塞銷的長度 3. 活塞銷的外徑 4. 活塞銷的內徑 5. 銷與銷孔之配合 6. 活塞銷之鎖緊裝置 7. 鎖緊裝置設計	
(6.12) 技術條件	283
(6.13) 設計提示	287
第七章 連桿之設計	289
(7.1) 發動機之連桿	289
1. 連桿之任務與要求 2. 連桿之構造與形式 3. 連桿之受力 4. 連桿設計之一般程序	
(7.2) 連桿的材料	297

(7.3) 連桿的長度、重量及重心	298
1. 連桿長度的決定 2. 連桿的重量及重心	
(7.4) 連桿小端設計	300
1. 小端之構造及形狀 2. 小端軸承負荷 3. 小端強度計算	
4. 小端軸承襯套	
(7.5) 連桿桿身設計	311
1. 連桿桿身截面的參考尺寸 2. 連桿桿身截面積的計算	
(7.6) 連桿大端及連桿螺門	332
1. 概述 2. 大端軸承蓋強度之計算 3. 連桿螺門之計算	
(7.7) 連桿軸承設計	343
1. 設計計劃 2. 軸承負荷的分析 3. 最大軸承負荷與平均軸承負荷	
4. 相對磨損圖及油孔位置之決定	
(7.8) 連桿大端軸承的構造與形式	347
1. 各種形式之討論 2. 潤滑裝置	
(7.9) 連桿之技術條件	352
(7.10) 設計提示	353

第一章 緒論

(1·1)內燃機與外燃機

我國已開始偉大的社會主義建設，正集中主要力量發展重工業，以期加速完成社會主義工業化，提高人民的物質文化生活水平，而動力工業的發展，將直接影響工業建設的速度，故動力工業中熱機之應用與發展，對祖國工業化的前途至為重要。

所謂熱機，即係將燃料中所存貯之熱能轉變為機械能之工具，其種類甚多，若就熱能供給方法與工作介質之不同而言，可區分為內燃機與外燃機兩類：

(1)內燃機 在熱機中，凡熱能之產生係發生於汽缸之內部；換言之，即燃料在汽缸內部燃燒，生成熱能，以供轉變為機械能之用，此種熱機均稱之為內燃機。但若工作介質之熱量的獲得係在汽缸之外，即介質在汽缸外部吸收熱量昇高溫度增大壓力，然後進入汽缸，將此獲得之熱能轉變為機械能之熱機，與內燃機相對，可稱為外燃機，其中最普遍者當推往復式蒸汽機。

(2)內燃機與蒸汽機之比較 熱機既有內燃機與外燃機之分，而其熱能之發生，更有如上所述之不同，故性能各異，應用範圍與場合均各不同，二者若相比較，在某些方面蒸汽機固優於內燃機，但內燃機亦有下列諸優點，當非蒸汽機所能及：

(1)效率較高 內燃機之燃料既係燃燒於汽缸內部，故燃燒後熱量之散失與損失均

較小，更因內燃機之燃料多中為液體或氣體，且均係在氣體狀態下燃燒，故燃燒較完全。由壓氣或灰燼中散失之能量較少，同時內燃機工作介質之溫度高，膨脹比大，因此熱效率遠較蒸汽機為大；換言之，即產生每一制動馬力所需燃料之重量較輕。

(2) 重量輕 內燃機，由於其熱效率較高，機件較簡單，故每匹馬力所需發動機之重量較輕，有時且可達 0.6 公斤以內，此項特點，對於需要隨時遷移使用處所及不固定動力之供給之場合至為重要。

(3) 空間容積小 由於內燃機之重量輕，機件簡單，無需鍋爐等件，故整個發動機所占之體積較小，對於安裝及搬運均有決定性之優點。

(4) 構造簡單、管理單純 由於內燃機燃料之燃燒，係發生於汽缸之內部，而工作介質且為空氣及燃燒後之直接生成物，故構造簡單、管理單純，使用時所需工作人員較少，對於使用與管理人員之訓練亦較易。

(5) 起動與停車方便，動力之大小易於改變 因內燃機之燃料是直接於汽缸內燃燒，起動與停車均甚方便，故在頻頻起動、停車及間歇使用時，損失甚小，同時其馬力之大小在一定之範圍內，可以任意調整。在調整頻繁與部分負荷時能量之損失，相對的較小，故對功率常需改變或間歇使用時至為有利。

內燃機與蒸汽機相較，固有上述各優點，然亦有其缺點，擇其要者列舉如下：

(1) 燃料費用較高 內燃機之熱效率高，單位馬力所需之燃料之重量固較輕，但其燃料之價格較貴，不若蒸汽機所用之燃料——煤之供給來源較易，且代價低廉，因此內燃機單位馬力所需燃料之重量雖輕，但單位馬力所耗燃料之代價則較貴。對於經常使用或馬力較大之場合，因燃料價格昂貴而影響生產成本至巨，就經濟觀點言，則此種場合內燃機不宜適用。

(2) 振動較大，工作時不太平穩 往復式內燃機之轉速一般較快，因此由於不平衡質量所生之慣性力亦較大，故使用時振動較大，容易發生噪音，如不設法防止，足以妨礙鄰近工作者之舒適及其工作效率。近代內燃機對於此點雖有極大之改進，然終不如蒸汽機之平穩與安靜。

(3) 使用壽命短 內燃機由於氣體係在汽缸內部燃燒，故不僅溫度較高，同時難免有少量灰渣殘留在汽缸內部，致使汽缸積灰，妨礙其正常運轉及損壞其他機件，需常常翻修清洗與換新；更因汽缸內之壓力高、轉速快，故各機件之受力較蒸汽機為大，同時燃燒產物難免多少對汽缸或其他機件有腐蝕作用，且因其通常均無活塞桿之存在，汽缸與漲圈磨耗較快，故內燃機之使用壽命遠不如蒸汽機之經久耐用。

(1·2)內燃機之分類

內燃機可以就其各種不同之特徵與觀點分爲若干類型，茲分述於下：

(1)根據熱力學之分類 內燃機就熱力學之觀點，可分爲下列三類：

(1)奧多循環發動機 內燃機汽缸內之燃燒過程，如係在等容下進行者，稱爲奧多循環。一般之汽油發動機，均係此項循環。本書所論亦大部分針對此類發動機而言。

(2)笛塞耳循環 內燃機汽缸內之燃燒過程，如係在等壓下進行者，稱爲笛塞耳循環。

(3)雙燃循環 上述兩種循環，燃燒之進行係在等容或等壓下進行，若燃燒過程部分在等容下進行，其相繼之部分在等壓下進行，則此種循環稱雙燃循環。所謂半笛塞耳及高速柴油機即屬此類。

(2)根據機械方面之分類 內燃機按機械方面分類，有下列數類：

(1)按衝程數分：

1. 四衝程發動機 四衝程發動機活塞需上下兩次方始完成一循環；換言之，即曲軸每旋轉兩轉方始得一次動力衝程。

2. 二衝程發動機 二衝程發動機活塞每上下一次，均有一次動力衝程，故曲軸一轉即完成一次循環。

(2)按汽缸數目及排列方法分類：

1. 單汽缸發動機 發動機內如僅有一個動力汽缸，則稱爲單汽缸發動機。單汽缸發動機中，其汽缸中心線與垂直線平行者稱爲立式發動機；若係水平者則稱爲臥式發動機。

2. 多汽缸發動機 發動機內如其動力汽缸數超過一個，則稱爲多汽缸發動機，亦可區分爲立式與臥式兩種，其意義與單汽缸發動機相同。惟多汽缸發動機中，由於汽缸數目多，所以其汽缸間之排列情形與方法甚多，茲略述如下：

a. 直線型發動 汽缸成一直線排列，各汽缸共同應用一個曲軸，但每一曲柄銷上，僅連接一汽缸。

b. V-型發動機 如將發動機之全部汽缸分爲兩組，每組均排成一直線，但兩組汽缸之中心線相互傾斜，共同連接於一個曲軸，而每曲柄銷上連接兩個汽缸，此種型式稱

為 V-型發動機。

c. W-型發動機 如將發動機之全部汽缸分爲三組，每組均爲一直線排列，每組汽缸中心線相互傾斜，共同聯接於同一曲軸，每一曲柄銷上共有三個汽缸，此種型式稱爲 W-型發動機。

d. 星型發動機 若發動機之汽缸，係沿圓周排列，各汽缸之中心線相交於一點，利用一公共曲軸與曲柄，則稱爲星型發動機。

e. 其他 發動機汽缸之排列，除上述各種型式外，更可将 V-型發動機之 V-角增至 180° ，使各汽缸兩兩倒置，則得 I-型發動機。若將兩 I-型並列，則得 H-型發動機。同時星型發動機中，亦可將兩排星型之汽缸扭轉一角度，使相互交叉，成雙排星型，以此類推，可得三排、四排以至多排之星型發動機。

上述各種發動機汽缸之排列方法中，以直線型、V-型及星型較爲普通，其排列之型式，主要決定於使用上之要求、製造上之便利及其所佔空間之大小。一般言之，地面發動機多半爲直線型及 V-型排列；但公共汽車之發動機，有時由於安裝發動機之地位等問題製成水平 I-型，各汽缸之中心線係水平。飛機發動機由於需要縮短發動機曲軸、減輕重量，其採用星型排列者亦多。

(3) 按活塞之工作面分類 通常之發動機汽缸內，僅活塞之一面受壓力，即所謂單功發動機；惟亦可製成活塞之兩端均係燃燒室，兩面均受壓力，成爲雙功發動機。但此種構造僅應用於柴油機中，本書當不論及。

(3) 根據使用燃料之分類 內燃機之燃料可以爲氣體、液體甚至固體，因此就使用燃料分類，可分成三類。本書所論，係指燃用液體燃料，且僅限於揮發性之液體燃料；他如以氣體作爲燃料之發動機，並非本書之主要對象，至於燃用固體燃料之發動機，尙係近數年之事，本書均不予論及。

發動機之分類，除按上述方法分類外，更可按點火之方法不同，而分爲電花點火式與壓縮燃燒式兩種：電花點火式發動機，係藉汽化器將燃料汽化，空氣與燃料在進入汽缸以前即已混合在汽缸內，由火星塞點火燃燒；壓縮燃燒式發動機之燃料，係用壓縮後之高溫使之燃燒，空氣先在汽缸內壓縮後，然後將油料經噴油嘴噴入汽缸內，藉壓縮後空氣之高溫使之汽化燃燒。

發動機因冷却媒質之不同，可以區分為氣冷與水冷兩種。有時因希望發動機有較高之冷却溫度，採用其他液體冷却，即所謂液冷發動機。

(1.3) 汽油發動機與其他內燃機之比較及其應用場合

汽油發動機之性能，不僅在許多方面較蒸汽機為佳，而且與其他內燃機相較，更具有下列各項優點：

(1) 重量輕 內燃機若與蒸汽機相較，則內燃機每匹制動馬力所需之重量遠較蒸汽機為輕，已如前述。而各式內燃機中，則又以汽油發動機為最輕，蓋因汽油發動機係藉電花點火，故在活塞行至上死點，動力衝程還將開始之前，汽缸內無需高壓與高溫以使燃料自行着火，因此汽缸內之壓力較小，故汽缸、活塞、連桿、曲軸以及其他運動與不運動之機件，均可較其他內燃機為輕為小，而不笨重粗大，故重量方面可以減少。

(2) 運轉平穩，工作時震動小 蒸汽機之運轉固較內燃機為平穩，但因其重量太大，故不能應用於一般計及重量問題之場合，在內燃機中，由於汽油發動機之可以採用為數較多而直徑較小之汽缸，使發動機之轉矩可以均勻，更由於其妥善平衡之曲軸，使慣性力減至最低，汽缸內最大最小壓力間之差，不若其他內燃機之懸殊，故其運動可甚平穩，振動之情形亦較其他內燃機輕微。

(3) 起動容易 內燃機之起動固較蒸汽機為便（包括鍋爐生火），但有許多內燃機，例如有些柴油機，其起動之前，往往需預熱汽缸頭，使燃料噴入時能自行着火，但汽油發動機因藉電花點火，故無需預熱汽缸頭或燒熱活塞等，所以汽油發動機之起動，在各式內燃機中最為方便，對於需頻頻起動與停車之應用場合，與其他內燃機相較，更為適合。

基於上項原因，對於需要馬力大、而重量輕，關係最為重要之航空發動機，多半採用汽油發動機。其他如汽車發動機、拖拉機發動機與其他車輛及交通工具所採用之發動機、甚至需便於搬運攜帶之小型發動機，亦往往採用汽油作為燃料，故汽油發動機之應用至為廣泛。

汽油發動機之優點與應用場合既如上述，但因汽油之價格較柴油及煤等各種燃料為貴，而汽油發動機由於其壓縮比不若柴油機之高，故其熱效率較遜於柴油機，對於每制動馬力所需代價而言，殊不經濟。職是之故，通常振動問題不甚重要之處，而開動時間稍長之場合，為求獲

得同樣馬力而耗費油料較廉之處，往往不適用於採用汽油發動機。故通常小型發電廠、大型船艦等，恆採用柴油機、甚至蒸汽機，以降低其維護費用。

(1.4) 發動機設計

設計發動機，為極端繁複而牽涉又甚廣之工作。對於使用者，燃料供應之情形，所待設計發動機日後所擔任之任務，製造工廠的製造能力以及製造過程中所付之代價，必須先有適當之考慮，同時對於已成發動機之記錄，必須有充分之瞭解與研究，然後再進行設計，則所得結果方能滿意。

1. 設計與要求

設計發動機時，設計者應於着手進行之前，先行研究並搜集資料，以作設計時之參考。茲略舉數點於後，以供讀者研究：

(1) 適合需要 設計發動機之目的在於應用，故設計者於進行設計之前，對於使用者之需要，應首先瞭解與考慮，並對於發動機日後工作時之情況，詳細分析，則設計時可以有所依據。

(2) 足夠的馬力 發動機之使用在於發生馬力，設計者對於所需要發生之馬力，應予研究，例如日後工作時，所需最大之馬力為若干，正常開動時所需馬力為若干，此點應予明確。

(3) 任務單純 任何機械必具有其最適宜應用之處和不適宜應用之處，發動機亦然，每一發動機恆有其最合用之情況，決不能各處皆能通用，故發動機之設計，僅可謀使其與所希望擔任之任務，恰相符合。

(4) 堅固可靠 發動機係動力之來源，為其他工作命脈之所繫，

故發動機之設計者，在明確日後發動機之工作情況後，須考慮其可能產生的最不利之情況，所得結果必須堅固，則使用時方能可靠，方可不致因發動機而影響其他工作。

(5) 已成及現用發動機之研究 由於設計一發動機，係極艱巨之工作，新設計發動機時，若無已成或現用發動機之參考，則設計工作甚至無法進行，或則所得成品不能滿足於設計者之希望，故設計前必須參考既往，借助於現今所使用者，從而在滿足一定之要求下進行改良與新設計，故過去與現在資料之收集，為設計者所必須應有之準備。

2. 初步規劃

發動機設計者在瞭解所設計發動機之日後工作情況、任務與要求，以及獲得過去現在許多已成發動機之參考資料後，對於所待設計之發動機，尚應作下述之考慮與選擇：

(1) 燃料之選擇 燃料為發動機動力之來源，影響發動機之性能與日後之使用至巨，設計者須按照燃料之供給情形、發動機所需馬力之大小、使用期間之久暫、根據維護費用之多少以及使用時所願付出之代價，從而決定所採用之燃料。德國為一缺乏汽油之國家，故第二次世界大戰中，飛機發動機之採用柴油者，常見於德製之飛機中，此項事實，即係一例。

(2) 型式之選擇 發動機之設計，首先應適合要求已如前述，故型式之選擇應以適合要求為主，例如飛機發動機之要求為重量輕，故有星型發動機之應用；再由於地位之限制，於是公共汽車之發動機有時採用 I-型，均為適合需要之例，同時對於燃料之供應以及維護費用之代價等，在決定型式時，亦應予以考慮。

(3) 參考資料與相似發動機 設計者於發動機之型式及燃料業

經初步決定後，根據使用要求與工作情況，不難在過去發動機之資料中搜集其與之相類似或較為接近之發動機。由相似原則，在許多相似發動機中，權衡輕重，選取其優點，剔除其缺點，進行設計，則不僅工作中可減少困難，結果且可較為滿意，同時由於相似發動機之獲得，對於汽缸之安排與構造，更可得較為可靠之參考。

(4) 主要項目的決定 由於相似發動機之獲得，設計者可按所選定之型式與所搜集之各項參考資料，以及內燃機理論上之研究，從而決定發動機之主要尺寸。例如汽缸直徑衝程與連桿之長度及轉速等，更就通用之慣例選定點火順序，由於燃料之性質，決定所採用之壓縮比，根據排列與需要，確定冷却方式。

由於此項初步規範與主要尺寸之決定，設計者方能對於汽缸內之氣體壓力加以計算，由所搜集之資料可以估計各項運動機件之重量大小及構造之型式，則慣性力等之計算始能有所依據。惟此項假定與估計，僅係估計之值，將來設計完成後，未必確能與所估計者符合。例如往復機件之重量因活塞連桿等之設計不同，其重量固不致與已成相似發動機之判斷相距太遠，然決難完全一致，故於每一機件裝置或設計完成後，均應與初步之估計相校核，必要時應按實際之情形重行估計，必須使最後之估計與實際所得者相符合或甚為接近。

(5) 附件之選擇與安排 發動機之附件，如起動馬達、發電機、磁電機、汽化器、油泵、水泵等，往往有專門製造單位或廠家進行設計與製造，設計者對於此等附件均無需設計，僅須研究所設計發動機之要求，從而決定該項附件之性能與規範，在已知或現有之成品中，選擇其適當者，在規劃發動機時，亦應考慮此項附件之供給與製造情形，對現有成品之性能，亦應有充分之瞭解，俾使發動機之規劃與選擇及安排時有所決定，以便預留地位作為此等機件裝置之用。至於此項附件之安