

民國三十六年六月

第

號

運輸勤務講義

(第二種)  
輪機概要

聯合勤務幹部訓練班

# 輪機概要目錄

一、蒸汽機.....一一八

甲、構造

乙、分類

丙、蒸汽在汽缸內之作用

丁、蒸汽機指示馬力公式

二、汽輪機.....八一—一六

甲、汽輪與蒸汽機不同之點

乙、汽輪之優點與劣點

丙、汽輪之分類

三、鍋爐.....一六一—一九

甲、分類

輪機概要目錄



3 1772 4820 4

6296.1  
46

輪機概要目錄

二

乙、船舶鍋爐  
丙、鍋爐馬力

四、內燃機……………一九——二四

甲、定義

乙、構造

丙、分類

丁、內燃機之作用

戊、內燃機之馬力公式

五、燃料……………二四——二八

甲、類別

乙、成分

丙、輪船上所常用之燃料

# 輪機概要

362

汪受

輪船所用之原動機 (Prime mover) 普通不外蒸汽機 (Steam engine) 汽機 (turbine) 內燃機 (Internal combustion engine) 三種。內燃機尤以燒柴油 (Diesel Oil) 者

爲多，蒸汽機採用最早，汽輪機晚近始漸採用。

除用以推動輪船之主機 (Principal machine) 外，尚有附設之副機 (Auxiliary machine)，如供給滑油 (Lubricating Oil) 及冷卻水 (Cooling) 之抽水機 (Pump)，衛生設備及其他用途之抽水機，起錨機等，此種機器可用電動或蒸汽機帶動，以電動者較爲節省，電源則由柴油機帶動發電機而來。

茲就蒸汽機，汽輪機內機及其所用之燃料，用以製造蒸汽之鍋爐，分別討論如下，惟以時間關係，僅就各機主要部分之構造，動作及各類不同機器之區分情形加以描述。至於其應用之熱力學原理及高深之理論，則暫不贅述。

## 一、蒸汽機

甲、構造 蒸汽機之構造可分爲下列五部。

1. 固定部份 汽缸 (Cylinder)、汽缸蓋 (Cylinder head)、機架 (Frame)、軸

蒸汽機



承(Bearing)、汽櫃蓋(Steam chest cover)等。

2. 旋轉部份 機軸或主軸(Main shaft)、曲柄(Crank)、飛輪(Flywheel)、偏

心輪(Eccentric)等。

3. 往復運動部分 活塞(Piston)活塞環圈(Piston ring)活塞桿(Piston rod)十

頭(Corsshend)連桿(Connecting rod)等。

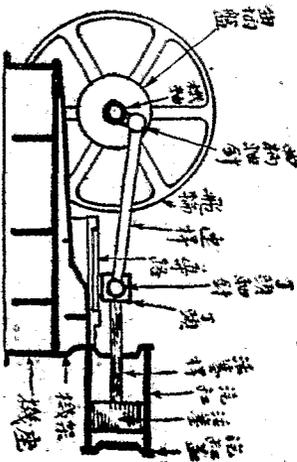
4. 汽瓣機關 (Valve gear)汽瓣(Valve)汽瓣桿(Valve stem)偏心輪桿(Eccen-

tric rod)

5. 速調器 (Governor)

第一圖所示者為一種單式蒸汽機(Simple steam engine)當活塞被蒸汽推動往復運動時，丁頭亦隨之做同樣之往復運動，同時連桿除向左右往復運動外，並向上下擺動，因之曲柄軸針因受曲柄盤(或曲柄)之約束，得一繞機軸旋轉之運動，此種運動使機軸及飛輪皆隨之旋轉，而得一連續不斷之旋轉運動。

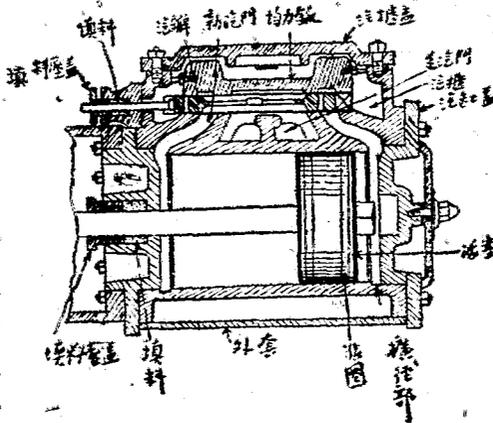
圖 一



第二圖表示包含汽瓣之汽櫃 (Steam chest) 及

由汽櫃通於汽缸之各汽門 (Steam ports)。新汽由汽櫃達於汽缸，及乏由汽缸排於外部。均由此汽門經過，活塞之外直徑微小於汽缸之內直徑，由漲圈 (Spring ring) 阻止蒸汽由一邊向彼邊洩出。活塞桿對於活塞恆由一段逐漸縮小直徑之桿與一螺絲母管於一處。使往復運動時，不致歸於鬆弛。彼端則由汽缸一端之孔中通出，并由填料 (Packing) 與填料壓蓋 (Packing gland) 壓緊之。使不致洩汽。活塞桿之最外端，則與十字頭或丁頭 (Crosshead) 相連。再由連桿以連於曲柄。曲柄則裝置於機軸。故蒸汽所發之動力實由活塞連桿及曲柄以達於機軸，偏心輪 (Eccentric) 由固定螺旋 (Set screw) 固定於機軸之上。再由偏心輪桿，汽瓣桿以帶動汽瓣。汽瓣桿出入汽櫃之一端時，亦備有填料及壓蓋，以防蒸汽之外洩。其構造與活塞桿通過汽缸之一端時完全相同。汽瓣由鎖緊螺母裝置於汽瓣桿上。汽

第二圖



瓣之作用，係使汽櫃之新內蒸汽交替納入汽缸之兩端。同時并使汽缸不進新汽車之一端，由汽瓣底部之空間與外部相通。以便使乏汽經過乏汽門 (Exhaust port) 逃於外部。汽櫃則與由鍋爐來新汽之汽管相通，以便繼續供給新汽。

第二圖所示之情形，汽瓣之位置係使新汽正向汽缸之前端 (Head end) 加入，此時汽缸之後端則正與乏汽門相通。新汽由前端推動活塞。其後端之乏汽遂被迫外行，經過汽瓣底部之空間，由乏汽門逃出。當活塞至一衝程之彼端時，汽瓣亦位於彼端同樣之地位。新蒸汽將向汽缸之後端 (Crank end) 加入。汽缸之前端則又正與乏汽門相通。

乙、分類 蒸汽機種類甚多，可依下列諸方法分別之：

1. 以機軸迴轉之速率分：

- a. 高速蒸汽機 (High-speed engines) ，每分鐘轉數在 250 以上。
- b. 中速蒸汽機 (Medium-speed engines) 每分鐘轉數在 100 至 250 之間。
- c. 低速蒸汽機 (Low-speed engines) 每分鐘轉數在 100 以下。

2. 以汽缸之位置分：

- a. 立式蒸汽機 (Vertical engines) 第三圖，汽缸直立
- b. 臥式蒸汽機 (Horizontal engines) 第四圖，汽缸水平。

3. 以機軸迴轉一次時之工作衝程分：

a. 單行蒸汽機 (Single acting engines) 機軸每迴轉一次，蒸汽之壓力只加於活塞一次。即活塞往返兩衝程中，只有一衝程發生工作。另一衝程則用飛輪之惰力 (Inertia) 帶動之。

b. 雙行蒸汽機 (double-acting engines) 每衝程蒸汽均加壓力於活塞之上。或機軸每迴轉一次，蒸之壓力加於活塞兩次。

4. 按曲柄所在之地位分

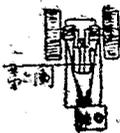
a. 邊曲柄蒸汽機 (Side crank engines) (如第五圖) 機架只具有一軸承。機軸距曲柄較遠之一頭，由機架外另一軸承支持之。

b. 中心曲柄蒸汽機 (Center crank engines) (如第六圖) 兩軸承均在機架上。

5. 按蒸汽膨脹之次數分：

a. 單式機 (Simple engines) 蒸汽在一汽缸內膨脹

蒸汽機



五

後即行排出。

b. 複式機 (Compound engines) 蒸汽之膨脹在兩汽缸內行之。一部分膨脹在高壓汽缸內發生，然後排入低壓汽缸，又重行膨脹。

c. 三漲式機 (Triple expansion engines) 蒸汽在高壓、中壓、低壓三汽缸中分部膨脹。

d. 四漲式機 (Pquaduple expansion engines) 蒸汽膨脹分在四汽缸內行之。

6. 按應用之所在地分：

a. 固定蒸汽機 陸地上應用之固定蒸汽機，如工廠中應用者。

b. 船用蒸汽機 應用於輪船上者。

c. 機車或輕便蒸汽機 如機車，汽礦上之蒸汽機是。

7. 按乏氣排於大氣或排於凝汽器分：

a. 不凝結機 (Non-condensing) 乏汽直接排於大氣，汽缸背面之壓力，較大氣稍高。

b. 凝結機 (Condensing engines) 乏汽排於一凝汽器 (Condenser) 內。用冷水使之凝結為水。活塞背面發生部分真空，其壓力低於大氣壓力。

8. 按調節或約束蒸汽機速率之方法分：



設  $a$  〓 蒸汽機汽缸內部之橫斷面積，以平方吋計。

1 〓 衝程之長度，以呎計。

$n$  〓 每分鐘之迴轉數。

$p$  〓 每方吋之平均有效壓力，(Mean effective pressure)以磅計。

則在雙行式蒸汽機，活塞上所受之總壓力為  $pa$  磅，每分鐘所行之距離為  $2na$  呎，故額定指示馬力 (Rated indicated horsepower) 〓  $\frac{2pian}{33000}$

求平均有效壓力之公式為  $p = e \frac{p_1}{r} (1 + \log r) - p_2$

其中  $p_1$  〓 進汽之壓力， $p_2$  〓 乏氣之壓力， $r$  〓 膨脹率

$e$  〓 功圖因數 (diagram factor)

此式演出之方法，茲不贅述。

## 二、汽輪機 (Steam turbine)

甲、汽輪與蒸汽機不同之點

1. 蒸汽機利用蒸汽壓力。由活塞間接傳於機軸，使之發生迴轉運動，其迴轉

運動係由往復運動變化而來。汽輪機則利用蒸汽之動能力，直接推動葉輪，其迴轉運動係直接發生。

2. 蒸汽加入，蒸汽機係間歇的。蒸汽加入汽輪係連續的，由高壓之一端加入低壓之一端排出，繼續不已。

## 乙、汽輪之優點與劣點

### 1. 優點

a. 占地面小，機座與建築上均比較經濟。

b. 因自身完全發生迴轉運動，故機軸迴轉力均勻，不用飛輪，且震蕩力小。

c. 滑動部份少，摩阻力損失小，機械效率高。

d. 用滑油之部分少。且用滑油之部分與蒸汽不直接接觸。凝結之水內不含油質。如再上入鍋爐中，可省去過濾之工作。

e. 起動以後，工人無須常常監視。

f. 動作部分均包含於內部，故對外危險少。

### 2. 劣點

a. 速率太高，對於普通工作不甚適宜。即用以發電，有時亦須用減速齒輪

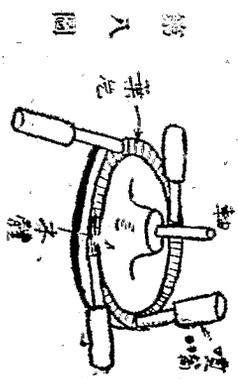
# 汽 輪 機

(Reducing gear)

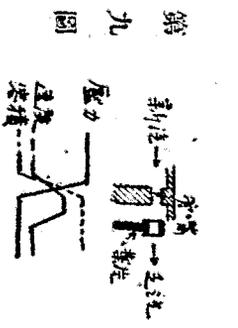
- b. 不能倒行。
  - c. 檢查內部時，比較費時間。
  - d. 因動作部分均包含在內，故雖偶有破裂部分，不易查見。
  - e. 葉片傷損後，不易配製。
- 丙、汽輪之分類

## 1. 按所利用之方分類

a. 衝動式 (Impulse type) (如第八圖) 蒸汽之膨脹完全發生於固定之管嘴



第 八 圖



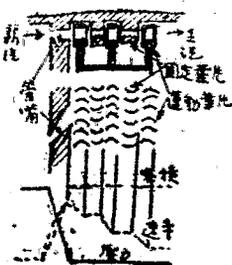
第 九 圖

(Fixed nozzle) 中，將壓力能力變為動能力，在運動之葉片中，即無由壓力變速率之現象者，謂之衝動式汽輪。又可分為單級式與多級式。

(i) 單級式 (Simple or single stage) 如 De Laval 汽輪即其最普通之一例。第九圖係蒸汽之壓力，速率與容積在單級式汽輪中變化之情形。出管嘴時蒸汽之速率變至甚高，噴射於葉片之通路中，使迴轉部發生迴轉。

(ii) 多級式 (Multi-stage) 有三種：

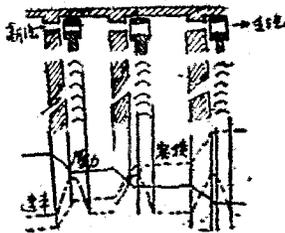
(a) 速率多級式 (Velocity stage) 如 Curtis 汽輪是。蒸汽經過一組管嘴以後，即繼續經過數層葉片。經過第一層運動葉片 (Moving blades) 時，只用其動能力之一部，其速率仍高，再經過一層固定引導葉片 Fixed guide blades 第一，變換其方向，然後又歸于第二層運動葉片。如此經過數層，最後乃行排出。其壓力，速率與容積之變化，如第十圖。



(b) 壓力多級式 (Pressure stage) 如 Rateau 汽輪是。全輪由數個平行之盤分爲若干部。每部之中，含一層單衝式葉輪。各層葉輪則固定於同一之軸上。每層隔壁上均有數組管嘴。蒸汽由高壓之一端加入，依次經過各層，每經一層之管嘴，壓力即降低一部，而發生一定高度之速率。蒸汽經過運動葉片時，推動葉片緣

軸旋轉，其動能力被吸收，速率遂又降低。迨經過下一層之管嘴，壓力又降低一部，速率又行升高。如此依次前進，至最後一層，始排於凝汽器。其壓力，速率與容積之變化，如第十一圖所示。

(c) 速率壓力合併多級式 係前二者合併，即每一壓力級中，均有若干速率級。

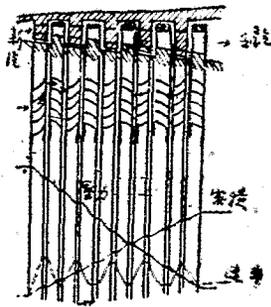


c. 反動式 (Reaction type) 反動式汽輪之原理如第十二圖。當蒸汽由兩出口向外噴射時，其所生之反動力，即直接使輪迴轉。實際上應用之汽輪

圖 二十 第



圖 三十 第



，無純粹用反動力者。因蒸汽由外部加入汽輪或由固定葉片加入運動葉片，不能無相當之速率，即不能無相當之衝動力。故在反動式汽輪，蒸汽之壓力係在固定葉片內變一部速率，用衝動力以推動運動葉片。在運動葉片內，又變一部速率，用反動力以推動運動葉片。兩種葉片之形狀大致相同，惟裝置之方向適反。其壓力速率與容積之變化。如第十三圖

c. 衝動與反動合併式汽輪 (Curtis Parsons turbine) 在高壓一端，用一兩度或三層之速率多級式衝動汽輪；在低壓一端，用反動式汽輪。兩者合用於一汽輪內。

汽 輪 機

2. 按內部之計劃與蒸汽流動之順序分類

a. 單流式 (Single flow) 蒸汽由汽輪之一端加入，沿與軸平行之方向經過各葉片一次。由汽輪之另一端排出而入於凝汽器。

b. 雙流式 (Double flow) 蒸汽由汽輪之中間加入，向兩端膨脹，多用於低壓汽輪 (Low pressure turbine)，兩邊沿軸平行方向之推力互相平衡，為其優點。

c. 單流雙流式 (Single-double flow) 蒸汽由汽輪之一端加入，經過高壓與中壓葉片後，平分為兩部：一部按原來同一之方向經過一組低壓葉片，另一部則經過一中空之迴轉部或一回管向回流動，經過另一組低壓葉片。

d. 分流式 (divided flow) 蒸汽用於兩軸上之兩汽輪。新蒸汽先加入一汽輪中，經過高壓中壓兩段以後，其大部送入另一軸上之低壓汽輪中，最後排於凝汽器。其餘一小部，經過原汽輪上之低壓部，最後亦排於凝汽器。

e. 複式 (Compound) 蒸汽在數個輪箱中分別膨脹。若複式蒸汽機然。

3. 按蒸汽流動對於汽輪迴轉平面之方向分類

a. 沿軸流動 (Axial flow) 式 為最普通應用者，蒸汽流動之方向與軸平行

，經過之葉片則與軸垂直。

b. 輻射流動 (Radial flow) 式 蒸汽由汽輪之中心或近於中心之地位加入汽輪後，其流動之方向，係與汽輪之軸垂直。經過之葉片，則與軸並行。

如 Ljungstrom 汽輪是。

c. 切綫流動 (Tangential flow) 式 管嘴裝置之方向，約與葉輪之圓周相切。 (如十四圖) Tarry 汽輪即其一例。

#### 4. 按利用蒸汽之情形分類

a. 高壓凝結汽輪 (High pressure condensing turbines) 加入之蒸汽，壓力與溫度均甚高，排入冷凝器之蒸汽則正相反。

第十四圖



b. 高壓不凝結汽輪 (High pressure non-condensing turbines) 用於不易得到多量冷水之處。

• 混壓汽輪 (Mixed pressure turbines) 加入之蒸汽有高壓及低壓兩個來源。

d. 撤汽成回熱汽輪 (Extraction turbines) 在蒸汽膨脹之經路中，有數處將蒸汽撤出一部，使熱鍋爐之上水。

- e. 抽汽汽輪 (Extraction turbines) 蒸汽在汽輪中約膨脹至與大氣壓力相等時，即抽出用於製造方面或用以煖室。大致與 (b) 項相似。
- f. 低壓或乏汽汽輪 (Low-pressure or exhaust turbines) 利用蒸汽機排出之乏汽。或在極大之汽輪高壓與低壓分爲兩汽輪，亦謂之低壓汽輪。
- g. 重熱汽輪 高壓過熱蒸汽在汽輪膨脹一段後，撤出重熱之，使仍成爲過熱蒸汽，回至汽輪而復用之。

### 三、鍋爐 (Boiler)

#### 甲、分類

##### 1. 按火焰所行之道路分

- a. 火管式鍋爐 (Fire tube boiler) 火焰在多數之管內通過，周繞以水。又可分爲兩種：
  - (一) 外火鍋爐 (Externally fired) 燃料燃燒完全在鍋爐之外，而由一磚臺約束之，此種鍋爐多用於固定之工廠以內。
  - (二) 內火鍋爐 (Internally fired) 用於機車及輪船。燃料燃燒完全包含於鍋殼之中。
- b. 水管式鍋爐 (Water tube boiler) 火焰圍繞於多數水管之外。

2. 按鍋爐所在之位置分

a. 立式 (Vertical type) 鍋爐垂直安放。

b. 臥式 (Horizontal type) 鍋爐平放。

3. 按應用之地點言

a. 陸地鍋爐 (Land boiler)

b. 船舶鍋爐 (Marine boiler)

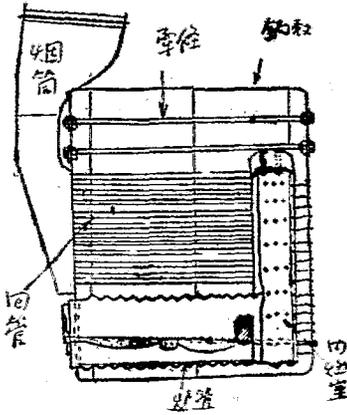
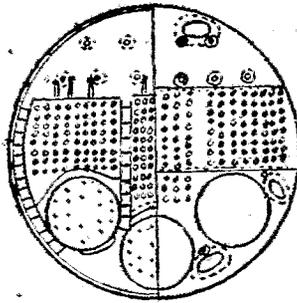
乙、船舶鍋爐 (Marine boilers) 爲內火火管式。其構造約分爲五大部：(1) 鍋殼，(2) 爐管，(3) 內燃室，(4) 回管，(5) 煙筒。鍋殼由三數段筒狀鋼板連綴而成。其體長較普通臥式鍋爐短，其直徑則較大，爐管之數以二個或三個者爲最多，亦有用四個者。內燃室在爐管之後上方，其形略似立箱，周圍用許多牽條連於鍋殼。在爐管之上部，復有多數回管，一端連於內燃室，一端通於揚管。回管之上，復有牽條數根，直連鍋殼之兩端。燃氣由爐管先至內燃室，再由內燃室經過回管以達於揚管，然後入於煙筒排於空氣。

又船舶鍋爐有單頭 (Single ended) 與雙頭 (Double ended) 之分。第十五圖卽表示一單頭船舶鍋爐之橫斷面與縱斷面。其爐管位於一端，由一端燒火。雙頭者則兩端各有同數之爐管。由兩端燒火。第十六圖表示一雙頭船舶鍋

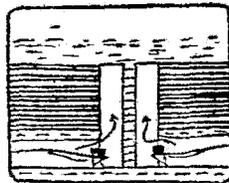
鍋 爐

爐主要部分之縱斷面。

第十五圖



第十六圖



其他樣式之鍋爐甚多茲不贅述。

丙、鍋爐馬力(Boiler horsepower) 所謂一鍋爐馬力者即每點鐘能蒸發34.5磅212

° F之水至同溫度之乾飽和蒸汽，或其熱效應之相當量(Equivalent in heating effect)也。亦即等於每點鐘由鍋爐傳達於水之熱為  $34.5 \times 970.2 = 33,472$  英

熱單位，因水在  $212^{\circ}\text{F}$  化為乾飽和蒸汽時，每磅水所熱之熱為  $970.3$  英熱單位。

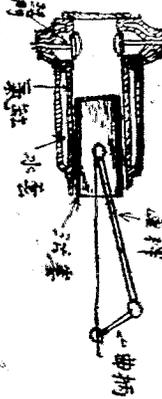
#### 四、內燃機 (Internal combustion engine)

甲、定義 燃料在氣缸 (Cylinder) 內燃燒，將所含之熱能力直接變為機械能力之熱機也。

乙、構造 主要部分如下：

1. 燃料系統 內燃機之燃料係在汽缸內燃燒，故燃料必須與空氣混合。燃料系統包括燃料儲存箱，輸送燃料管及燃料空氣混合器。在汽油機，燃料與空氣在化油器中混合，然後送入氣缸，在柴油機，氣缸上裝設一噴嘴，柴油由噴嘴噴入氣缸，與高壓空氣混合而燃燒。
2. 氣缸及活塞 內燃機氣缸內因燃料燃燒之故，溫度常甚高，為避免金屬受熱過度計，氣缸外用水套，以冷水冷卻之。或使空氣流通，以空氣冷卻之。

圖七十第



內 燃 機

3. 進氣活門與排氣活門 多為菌狀活門。其啓閉多由機械自動管理之。

4. 連桿及曲柄。

5. 點火系統 除柴油機，用其他燃料之內燃機均需點火裝置，使燃料與空氣之混合體在氣缸內燃燒，普通多用電火花。

6. 調速器

7. 飛輪 與在蒸汽機之作用相同

8. 機架

### 丙、分類

(1) 按動作循環 (Cycles of operation) 分

a. 二程循環 (Two-cycle) 活塞走二衝程 (Stroke) 時，即機軸轉動一

週時，內燃機即重復其行動。而發生一工作衝程 (Working stroke)。

b. 四程循環 (Four-cycle) 活塞往返四衝程，即機軸轉兩週時，始有一工作衝程。

(2) 按燃燒循環 (Cycles of operation) 分 燃燒循環多以發明人之名字名之

。主要者有下列數種，前兩種僅有歷史上之價值，現已不用。

a. 勒納 (Lenoir) 循環。

b. 布雷敦 (Brayton) 循環。

c. 鄂圖 (Otto) 循環。

d. 笛塞耳 (Diesel) 循環。

e. 半笛塞耳 (Semi-diesel) 循環。

(3) 按氣缸數目分。用 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 12 及其他數目者均有。

(4) 按汽缸之排列法分

a. 並列式 各氣缸排成一行，成并列狀。

b. V 式 兩排氣缸傾斜，同作用於一機軸上。

c. 輻線式 各氣缸以機軸為中心，向四周排成一圈。多應用於飛機上。

(5) 按應用分

a. 自動式 (Automotive) 車船上應用者。

b. 固定式 (Stationary) 電廠及動力廠內應用者。

(6) 按所用燃料分

a. 固體燃料 應用者尚少。

b. 液體燃料 以石油類最多，如汽油、柴油、火油等是。

亦有酒精及其他油類者。

內 燃 機

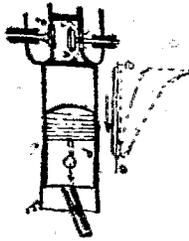
內 · 燃 · 機

c. 氣體燃料 如用煤氣之內燃機是。  
內燃機之動作 鄂圖循環及笛塞耳循環皆為四程循環，茲分述如下：

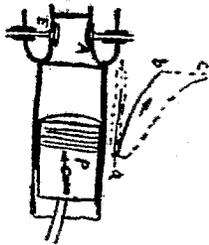
1. 鄂圖循環 其四衝程之動作如下：

- a. 吸入衝程 (Suction stroke) 如第十八圖，活塞 P 第一次向外移動，燃料與空氣之入門 A 開，出氣門 E 閉適量之燃料與空氣混合物入氣缸內。
- b. 壓縮衝程 (Compression stroke) 如第十九圖活塞 P 第一次向內移動，氣門均關閉，燃料空氣混合物被縮於氣缸之一端。

第十八圖



第十九圖



c. 動力衝程 (Power stroke) 第二十圖，活塞第二次向外移動，入氣門 A 與出氣門 E 仍閉，起始時，燃料空氣之混合體被燃着，壓力立增，活塞被推而前進，此為惟一發生原動之衝程。

d. 排除衝程 (Exhaust stroke) 活塞 P 第二次向內移動，出氣門 E 開，入氣門 A 仍閉，所有已膨脹之乏氣遂被排於氣缸之外。如第二十一圖

圖 十 二 第

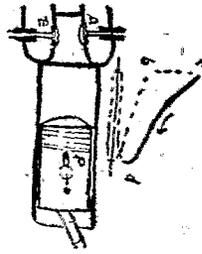
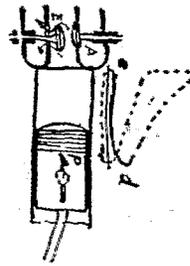


圖 十 一 第



至活塞再向外移動時，則又為吸入衝程，為第二循環開始。

2. 笛塞耳循環 其動作與鄂圖循環大致相同，所不同者如下：

a. 吸入衝程吸入者為空氣，而非混合氣。

b. 壓縮衝程 空氣被壓縮，壓力與溫度同時升高，溫度之高，足可燃着噴入之油。

c. 動力衝程 活塞開始回行之前，噴油嘴開始噴油，噴入之油成霧狀，一遇高溫之空氣，立即自行燃着，至活塞回行一段後，噴油嘴乃閉，燃燒

內 燃 機

燃 料

亦即停止。燃燒時之壓力約為一定，如第二十

二圖。段所示活塞再向外移動，則氣體膨脹，

壓力漸減。

d. 排除衝程 之氣被排出，與鄂圖循環同。

3. 克拉克循環 為二程循環，其主要之異點，乃將

吸入，壓縮，動力，排除四動作，包括在兩衝程中。其詳細情形，茲不贅述。

戊、內燃機之馬力公式

$$\text{指示馬力} = \frac{P_{\text{ian}}}{33000}$$

其中 P 活塞上之平均有效壓力，以每方吋若干磅計。

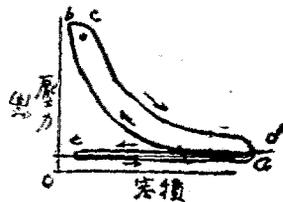
I 衝程之長度以呎計。

a 活塞之橫斷面積，以方呎計。

n 每分鐘之爆炸數，在蒸汽機 n 代表每分鐘轉數此點與蒸汽機不同。

五、燃料

第 二 十 二 圖



甲、類別 分固體燃料，液體燃料，氣體燃料三種，每種又就其來源可分爲天然，人造，與副產三大類：

1. 固體燃料 (Solid fuels)

- a. 天然燃料 (Natural fuels) 如木柴，泥煤，褐煤，烟煤與無烟煤等是。
- b. 人造燃料 (Prepared and artificial fuels) 如煤粉，煤磚，木炭，焦炭等是。

- c. 副產燃料 (By-products) 如鋸末，製革用過之樹皮，造紙廢料，與甘蔗餘渣等是。

2. 液體燃料 (Liquid fuels)

- a. 天然燃料 如石油是。
- b. 人造燃料 如汽油，柴油，燈油及酒精等是。
- c. 副產燃料 如製煤氣廠之煤膠是。

3. 氣體燃料 (Gas fuels)

- a. 天然燃料 如天然煤氣是。
- b. 人造燃料 如發生爐煤氣，普通煤氣等是。
- c. 副產燃料 如化鐵爐煤氣，煉焦爐煤氣等是。

燃料

乙、成分 各種燃料中所含之主要可燃成分為炭(Carbon)與氫(Hydrogen)，有時含有少量硫磺，硫磺雖亦可燃，但發出之熱量不多，故不重要。除此種可燃成分外，每含有 (Oxygen) 與氮(Nitrogen) 等不可燃物質。固體燃料中更有少量礦物質，燃燒後即成灰分。

丙、輪船上所常用之燃料

1. 煤及煤粉 按實用分析，煤之成分可分為固定炭(Fixed carbon)揮發物(Volatile matter)水分(Moisture)及灰分(Ash)。其比例隨各種類之煤而不同。無烟煤含固定炭較多，與揮發物比較，固定炭之百分數在93以上。在烟煤揮發物則較無烟煤為多，與固定炭比較，揮發物之百分數在50以上。無烟煤色黑，帶金屬光澤，一名硬煤。烟煤則較軟，全無金屬光澤。鍋爐中多用煙煤或半煙煤，以其揮發物質多，火焰較長也。

按元素分析，煤內含有炭、氫、氧、硫氮等，其熱量可以杜朗公式 (Du long's formula) 計之。熱量 =  $14600C + 62000 \left( H - \frac{O}{8} \right) + 4000S$  英熱單位。

2. 汽油。比重0.75至0.85，博美氏度數(Degrees Baume)57至85，發熱量每磅約為19000英熱單位。

3. 柴油 比重0.96至0.92，博美氏度數15至12，發熱量每磅約為18000英熱單位。

酒精 分子式為 $C_2H_5O$ 每磅發熱量約為13000英熱單位。

木酒精 分子式為 $C_2H_4O$ 每磅發熱量約為15000英熱單位。

第1種僅應用於燒鍋爐以發生蒸汽，內燃機則多以 $C_2H_6$ 兩種為燃料。

(完)

爐

料

二八

7 (9)  
1784  
(2)

第



號