

科學圖書大庫

新版輪機紅皮書(二)

蒸 汽 機

譯者 呂 傳 增

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

新版輪機紅皮書(二)

蒸 汽 機

譯者 呂傳增

~~徐氏基金會出版~~

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國六十七年八月二十六日初版

新版輪機紅皮書(二)

基本定價 1.40

譯者 呂傳增 招商局大管輪

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 江淮彩色印刷股份有限公司 電話：5413269 • 5416842

譯 序

很早就曉得“Red Book of Marine Engineering”是一本很好的書，但因種種緣故而一直沒有購閱。去年十月上岸逛書店時發現已有1977年的新出版本，結果就毫不考慮地買下並決心帶回船上把它看完。

起初只是隨意翻閱罷了，但自覺效果不佳，又恐怕像已往那樣半途而廢，所以就改變作法而試圖把它翻譯過來，一方面是從中學習並且練習譯寫；另一方面是藉以消磨船上的休閒時間，把此事當作一種娛遣。反正兩者都以充實自己為前提就是了。

後來我這默默的工作被一些同事曉得，尤其當時的大管張開峯兄更為關心，於是給予諸多鼓勵和讚許，使得找更加振奮，更加堅定這份工作的決心。

今年初，張兄下船之前跟我談到這些譯稿，他建議拿去出版，他說：“你下了一翻工夫，好不容易完成這些譯稿，難道就往家裏一丟，讓它久置之後歸於發霉腐爛嗎？又何不出書而讓更多的人來分享你的成果呢？”我想也對，這本書不是可供船上輪機人員在實際工作的參考嗎？不是還可供參加河海特考的朋友們參考嗎？結果我答應一試，並請他下船後代為查詢，看看我這生澀的自習筆記是不是有人感興趣？

因為我們都曉得徐氏基金會出版了許多科技方面的書，所以首先就想到“徐氏”。後經張兄前去一問，以及我下船後再拜見徐董事長一談，頓然對徐先生的偉大抱負與愛國熱忱欽服不已，故而立刻交出已完成的稿子。也不怕粗陋了，只希望同道朋友們能自其中獲得一些可供參考的資料，並把難免的疏漏誤謬之處給予指正。

付印匆促，多虧易昶華、潘啓明協助校對，一併在此致謝。

呂傳增 於夏明輪

六十七年六月十八日

目 錄

譯序

一、三管輪

(一) 往復機構造	1
(二) 往復機操作	2
(三) 往復機一般問題	5
(四) 渦輪機構造	9
(五) 渦輪機操作	19
(六) 渦輪機保養	23
(七) 渦輪機一般問題	25

二、二管輪

(一) 往復機構造	27
(二) 往復機操作	31
(三) 往復機保養	33
(四) 渦輪機構造	35
(五) 渦輪機操作	40
(六) 渦輪機保養	44

三、大管輪

(一) 往復機構造	47
(二) 往復機操作	51

㉓ 往復機保養	55
㉔ 渦輪機構造	58
㉕ 渦輪機操作	64
㉖ 渦輪機保養	77
㉗ 渦輪機一般問題	81

四、輪機長

(一) 往復機構造	85
(二) 往復機操作	86
(三) 往復機保養	89
(四) 渦輪機構造	92
(五) 渦輪機操作	96
(六) 渦輪機保養	112
(七) 渦輪機一般問題	115

一、三管輪

(一)往復機構造

1. 何謂單動機 (Single-acting engine) ?

答：就是僅在活塞一端作功的引擎，每轉只有一個工作行程。

2. 何謂雙動機 (Double-acting engine) ?

答：就是在活塞兩端均可作功的引擎，每轉有兩個工作行程。

3. 何謂冷凝式引擎 (Condensing engine) ?

答：就是排汽進入冷凝器之引擎。

4. 何謂不冷凝式引擎 (Non-condensing engine) ?

答：就是排汽直接排至大氣之引擎。

5. 何謂三段膨脹式引擎 (Triple-expansion engine) ?

答：就是具有三個汽缸、蒸汽分三個階段膨脹的引擎。

6. 何謂四段膨脹式 (Quadruple-expansion) 引擎？

答：就是有四個汽缸，蒸汽分四個階段膨脹的引擎。

7. 何謂四汽缸三段膨脹式引擎？

答：就是有三個膨脹階段的四缸引擎，這種引擎有兩個低壓缸，蒸汽離開中壓缸時分成兩半，一半通往前低壓缸，另一半通往後低壓缸。

8. 平衡活塞 (Balance piston) 的目的何在？

答：其目的在釋放某些閥和閥機構重量的偏心力。

9. 旁路閥如何連接？

答：直接自主蒸汽管路引至中和低壓蓄汽室。

10. 輔助汽缸 (Assistant cylinder) 的目的何在？

答：其目的在釋放某些閥及閥機構重量的偏心力並平衡閥機構在下行時的慣性力。

11. 滑閥餘面的意義為何？有幾種餘面？

答：蒸汽餘面是指閥在中點位置時重疊於汽口邊緣的部分。重疊於進汽口邊緣的為進汽餘面（Admission lap），重疊於排汽口邊緣的為排氣餘面（Exhaust lap）。

12. 三段膨脹式引擎曲軸那一部分受到最大的扭曲應力（Torsional stress）？為什麼？

答：是軸與曲柄臂接合的部分。因為所有來自十字頭的扭曲運動全都作用於這部分而傳到曲柄。

(二) 往復機操作

1. 要立即用俾時你將如何準備？

答：(1) 鍋爐汽壓約低於安全閥設定壓力 25 磅。

(2) 節流閥處要保有蒸汽。

(3) 各輔機緩慢運轉。

(4) 每隔幾分鐘要把連桿機構全程活動一下。

(5) 開啓引擎各疏水閥。

(6) 真空約達 10 吋。

(7) 如為直接連接的空氣或循環泵，先起動輔助泵。

2. 暖機轉俾之前，要做好那些預防措施？

答：(1) 檢視轉俾機是否脫開。

(2) 取得駕駛台的允許。

(3) 試通警報。

(4) 來回轉動引擎數次，但勿達死點位置，以使凝水易於排出。

(5) 小心地轉動引擎使通過死點，排出任何過多的凝水。

3. 總導程（total lead）如何隨連桿運動而改變？又如何使閥的一端獲更多的導程（lead，先開）？

答：總導程隨軸上的偏心度而改變。改變閥一端的導程時，取出或加入閥桿底下的墊片即可。

4. 調整連桿有何效果？

答：可使各階段的膨脹平均，各階段產生相等的出力，於是引擎可獲平穩的運轉。

5. 連桿升高 (linking-in) 對引擎有何影響？

答：縮短閥行程，提早停汽點，且因膨脹需作更多的功而使引擎的出力減小。

6. 連桿降低 (linking-out) 對引擎有何影響？

答：增加閥行程，延後停汽點，因在行程中增長蒸汽送入汽缸的時間，故使引擎增加出力。

7. 往復機旁路閥的作用為何？

答：(1)操縱(尤指起動)時如在死點位置可使引擎轉離死點。

(2)用以暖機。

(3)緊急時用以增加出力(緊急加俾)。

8. 如何增加引擎的出力？

答：增加蒸汽壓力或降低高壓缸連桿。(延後停汽，減少膨脹以增加出力)。

9. 內側進汽閥的偏心設定與曲柄有何關係？

答： 90° 減去餘面，導程在曲柄旋轉方向之後。

10. 外側進汽閥的偏心設定與曲柄有何關係？

答： 90° 加上餘面，導程在曲柄旋轉方向之前。

11. 詳述如何安裝滑閥。(以小型引擎如發電機、循環泵等討論之)。

答：(1)測定滑閥位置。

把偏心輪固定於任何位置而旋轉引擎，記下滑閥在兩端開啓汽口的量。調整閥桿長度，直到汽口開度一致。(小型引擎通常都用螺牙式閥桿)。至此閥的位置即已標定，記下總導程。

(2)置引擎於任一死點位置。

(3)決定引擎旋轉方向，如為外側進汽滑閥則在該方向全程向前旋轉偏心輪，直到獲所需的汽口開度。(大約為總導程的 $\frac{1}{2}$)。

(4)固定偏心輪。

(5)置引擎於相對死點位置，並看導程度是否相同。如若，應調整閥桿使其相同。

(6)通常使底端的導程稍大，以便獲緩衝作用，消除連桿的衝撞。

大多數大型引擎的偏心輪都用鍵固定於軸上，在這種情形，

僅須調整閥桿長度，使在底部導程稍大一點即可。調整閥桿時可自閥桿足部下方挿入或取出墊片。

12. 航行中真空開始下降時應如何探索故障？各應如何排除？

答：有幾種情形可能造成這種問題。以下即為可於短時間容易完成的各種措施：

- a. 檢查循環泵是否在運轉？如已停止而毛病在機器本身，應立刻起動副循環泵或救火泵供水於冷凝器。〔先停主機（報告駕駛台）以免冷凝器過熱〕。
- b. 如循環泵還在走，檢視是否仍在泵水。如否，吸入口可能堵塞，應開啓通到海水入口的蒸汽冲淨海水吸入口。
- c. 檢視排船外的海水出口。如為二通路的冷凝器而排出端是冷的，則分隔板可能已移開。
- d. 如循環泵和冷却水都在完好狀態，則問題必在空氣泵。可能是抽不出空氣或某些閥失效。檢查泵內部時要停止引擎並取下泵檢查板。

13. 水於何時最可能進入汽缸？應如何處置？

答：準備起動引擎時候。應使所有汽缸和潤箱的疏水閥保持開啓，直到所有的水分放盡為止。

14. 如何以壓鉛法量測主機曲柄栓的磨耗？

答：(1) 標記螺帽和螺桿的位置。

(2) 將滑輪吊掛在缸頭底部的環首螺栓，在曲柄栓軸承螺栓上的楔形孔內旋入環首螺栓，用鏈鈎鈎住。

(3) 取下螺帽。

(4) 降下軸承下半部，清潔曲柄栓。

(5) 在軸承下半部每隔 2° 間距放置一根鉛絲，在其兩端塗少量的 Albany 油脂可使固於定位。

(6) 吊起下半部軸承，裝復螺帽。

(7) 鬆下鏈條。

(8) 上緊螺帽至原來位置。

(9) 再以鏈條吊住，取下螺帽，再降下軸承下半部。

00 依次取出鉛絲，置於一大塊木板或紙板上正確的位置。

01 以測微計量測鉛絲的厚度。

02 凸出的斑點可藉鉛絲被過度壓平而檢查出來。

03 刮平凸出點，檢查油槽。

04 拭淨、抹油。

05 依 6、7 及 8 之步驟裝復。

15. 如何修理破裂的偏心內輪？

答：可暫時用螺栓修理。必要時予以鑽楔孔。

16. 引擎大修完後應作那些檢查？

答：(1) 檢查施工過之處是否各件都在定位。

(2) 檢查所有工具，鏈輪等是否全已取出。（不可遺置機內）

(3) 轉俾兩三轉，看看是否有阻礙。

(4) 脫開轉俾機。

(三) 往復機一般問題

1. 何謂背壓？

答：就是在活塞排汽側，有將活塞回壓趨勢的蒸汽壓力。

2. 引擎的指示馬力何以總是大於軸馬力？

答：因為汽缸裏所作的功有一部分要用以克服引擎運轉的摩擦力。

3. 試徒手繪一 D 型滑閥。

答：如圖 1。

4. 何謂平均有效壓力？其大小如何測定？

答：是一整個行程中的平均有效汽壓。可繪出指示圖而量得。

5. 如何從指示圖計算平均有效壓力？

答：將指示圖十等分，量取各等分中央處之高度（圖 2 虛線所示）。將比例尺分割成與指示器彈簧常數一致，每吋彈簧表多少力量即將一吋分為多少等分。例如一吋

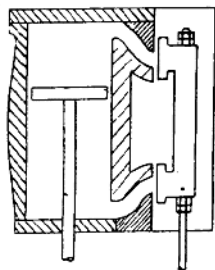


圖 1 D 形滑閥

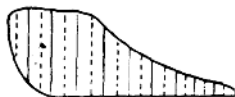


圖 2 指示圖分割

爲 80 等分，即可用以量取彈簧常數爲 80 psi/in 的指示圖，於是圖上 1" 的高度即表示 80psi 之壓力。將圖上所得的 10 壓力加起來再除以 10 即得該圖之平均有效壓力。

6. 引擎“死點”之意義為何？

答：就是在曲軸的旋轉中，活塞桿、連桿及曲柄腕的中線成一直線之點。

7. 何謂蝴蝶閥 (butterfly valve)？有何作用？

答：蝴蝶閥與用於爐膛及烟道的檔板很近似。這種閥很明顯的不能保持汽密，在航行中主要用於引擎的節流控制。有些蝴蝶閥是由引擎的調速器所操縱。

8. 試述一空氣泵金氏閥 (king-horn valve) 之構造與作動情形。

答：這種閥由三個不同直徑的扁平圓盤所構成。三個圓盤爲 A、B 及 C，安裝在一螺桿上，該螺桿旋於其下的閥盤 V 上，以盤狀彈簧 S 和鎖帽 L 固於定位。

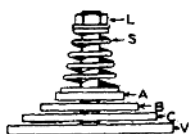


圖 3 金氏閥

底下的兩個圓盤 B 和 C 上鑽有數個小孔 (約 $\frac{1}{4}$ ")，於是有些水流過其間即可形成水密而免漏氣。如圖 3 及 4。

9. 試繪圖說明一“桶式空氣泵”。

答：來自冷凝器的水藉重力作用由 x 進入，經

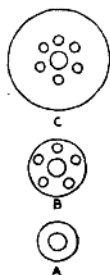


圖 4 金氏閥碟

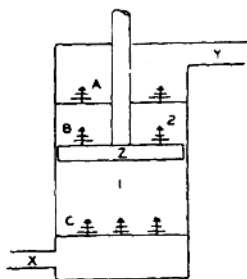


圖 5 桶式空氣泵

底閥C而到達#1室(因空氣泵比冷凝器的位置低)。柱塞或桶塞乙裝有桶閥B。當柱塞或桶塞下行時，#1室之水不能經底閥流回去，於是經桶閥B進入#2室。當柱塞上行時，水不能經桶閥流回去，於是被加壓通過頂閥A經通道Y送至熱水井或給水缸，如圖5所示。

10. 爲何以活塞閥用於高壓蒸汽管路而不用滑閥？

答：因活塞閥用具較佳的平衡作用，摩擦力較小，實際上是浮在上面而不像滑閥那樣被壓在閥座上。

11. “史帝芬生連桿”(Stephenson link)之作用爲何？

答：(1)反轉引擎。

(2)具有調整滑閥行程的作用，使蒸汽膨脹到最大程度而更爲經濟。

12. 偏心輪的作用爲何？

答：把軸的旋轉運動變爲滑閥的往復運動。

13. 何謂偏心腕？

答：就是偏心輪中心到曲軸中心的距離。

14. 推力軸承的功用爲何？

答：把推進器的推力傳達於船體並防止主機受力移動。

15. 爲何多段膨脹引擎的汽缸大小不同？

答：因蒸汽從高壓到低壓的過程中壓力降低，容積增大，所以汽缸也要漸次增大。又各缸要在出力大致相等的情況下工作，所以壓力降低，活塞應加大才行。

16. 四缸三段膨脹式引擎是否較三缸者爲優？如是，爲什麼？

答：是的。因在理論上同馬力的輸出可獲較小的重量和空間，較佳的蒸汽平衡和分配。

17. 汽缸進水可能會造成那些損害？

答：(1)活塞桿變彎。

(2)缸頭破裂。

(3)活塞破裂。

(4)因水會破壞潤滑作用，使汽缸由於摩擦過熱而損壞。

18. 繪一愛德華型空氣泵(Edwards type air pump)並說明其作

動情形。

答：如圖 6 空氣及凝水自 A 進入，直接到柱塞 B 的頂部或底室 E（依位置而定）。活塞上行，把水經頂閥 D 壓出，下行時 E 室的水則受壓沿彎曲的通道上至柱塞頂部，如圖箭號所示。水於柱塞上行時排出，自閥口 C 進入。

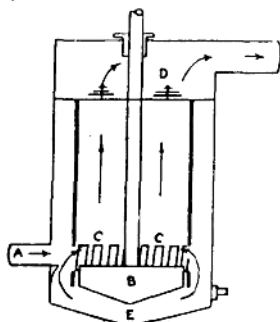


圖 6 愛德華氏空氣閥

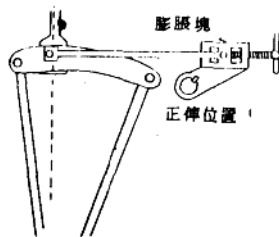


圖 7 膨脹塊在正停位置

19. 膨脹槽 (Expansion slot) 的功用為何？

答：可在引擎運轉時改變切斷點的百分比。見圖 7，當旋轉調整螺絲而使槽裏的滑塊右移時，牽桿將扇形板向右推。如此則偏心桿（圖左）變得與閥桿更接近成一直線。當兩者成一直線時（一者在另一者之上），此閥即達其全行程。反之當膨脹槽裏的滑塊左移時，偏心桿被推向左，而兩桿較不成一直線，於是縮短閥的行程。

20. 熱水井的溢流管有水流時可顯示何種故障？

答：(1) 溫度計閥或操縱該閥的連桿膠着。

(2) 熱水井中控制溫度計閥的溢流箱 (overflow bucket) 可能膠着。

(3) 來自熱交換器，過熱器或加熱系統等處的疏水開着或有漏。

(4) 排往熱水井的祛水器 (traps) 可能破裂。

21. 為何往復蒸氣機不必使用高度的過熱蒸汽？

答：因為這種蒸汽太乾。飽和蒸汽有足夠的濕汽來幫助活塞環和缸壁間

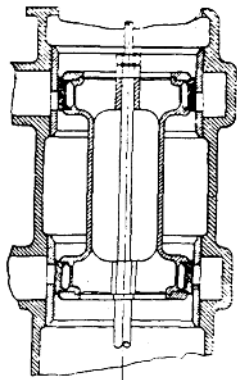
的潤滑作用。

22. 試繪一活塞閥 (piston valve)。

答：如右圖。

23. 試列舉一些低壓引擎敲擊的原因。

- 答：(1) 活塞桿及連桿不正。
 (2) 滑靴與導板的間隙太大。
 (3) 十字頭或曲柄栓軸承之間隙太大。
 (4) 低壓曲柄不正。
 (5) 空氣泵桿導板的間隙過大。



(四) 渦輪機構造

1. 何謂蒸汽渦輪機 (Steam turbine)?

答：蒸汽渦輪機是一種以下述兩種不同步驟而把蒸汽位能變成有用的功的引擎：

- (1) 可用的能量藉蒸汽在噴咀或適當通道中膨脹而變成動能，膨脹後蒸汽具極高的速度。
- (2) 把這種蒸噴於裝在轉子上的葉片，或藉蒸汽經過通道而噴出的反作用，於是轉子或通道就旋轉，蒸汽的動能就變為機械能或有用的功。

蒸汽渦輪機主要是由一裝有葉片的轉子，外殼及蒸汽膨脹的噴咀或導過的定葉片所構成。

2. 衝動式渦輪機 (impulse turbin) 之工作原理為何？

答：蒸汽在噴咀 (nozzle) 中膨脹，壓力減低，速度增高，於是衝擊於轉子的葉片上使其轉動。

3. 反動式渦輪機 (reaction turbine) 之工作原理為何？

答：蒸汽在轉子葉片中膨脹作功，其原理就像旋轉式的草坪洒水器一樣，利用水噴出的力量轉動洒水器。一組固定的彎曲葉片把蒸汽導入轉子一組動葉片，發出類似洒水器的反踢力量而作功。

4. 衝動式及反動式渦輪機之不同何在？

答：衝動式為蒸汽在噴咀中膨脹，降低壓力而增加速度。反動式為蒸汽在葉片間膨脹作功。

5. 渦輪機的級 (stage) 為何？

答：就是機中單一壓力或速度進行降低之部分。

6. 何謂葉尖間隙 (tip clearance) ？

答：就是葉尖與機殼間的距離。

7. 何謂軸向間隙 (axial clearance) ？

答：就是相隣兩列葉片間或一列葉片與一隔板間的距離，依渦輪機的形式而定。

8. 葉片上束線 (binding wire) 的作用為何？

答：是用以加強葉片並減少葉片的振動。圖圖 8。

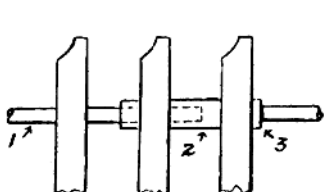


圖 8 扇形段間之連接管 (1)束線；(2)連接管；
(3)束線焊於管上。

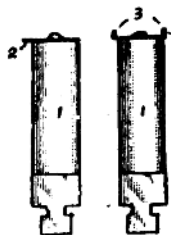


圖 9 圍板之形式，(1)葉片，(2)
平坦圍板，槽形圍板。

9. 圍板 (shrouding) 的作用為何？

答：圍板就是固定在葉片尖端的金屬條，用於加強葉片，減少振動，避免蒸汽由葉尖漏失，防止濕蒸汽由於轉子的離心力而甩出打在機殼引起點蝕。見圖 9 及 10。

10. (a) 何以衝動式渦輪機不需平衡活塞 (dummy piston) ？

(b) 反動式渦輪機中平衡活塞的作用為何？

答：(a) 因為衝動式渦輪機活動葉輪兩側的壓力相等，故而沒有軸向推力傳到軸上，所以不需平衡活塞。

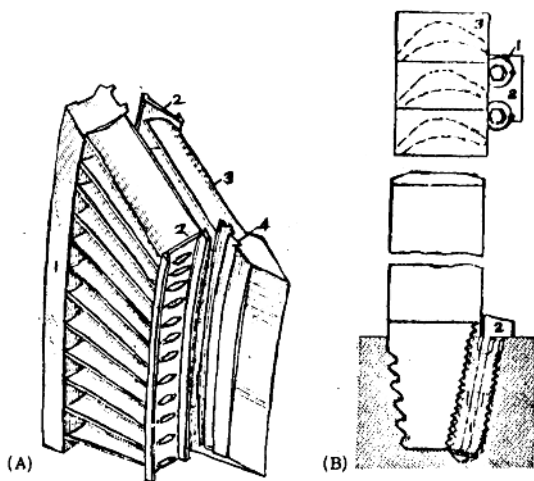


圖 10 A. 固定及活動葉片之扇形段，(1)外殼部，(2)圓板，(3)轉子部，(4)鉗齒，
B. 用固定螺絲在轉子上把最後一片葉片上緊，(1)固定螺絲，(2)楔形片，
(3)葉片。

(b)平衡活塞的作用是產生高壓端的軸向推力，以抵消渦輪機中由於蒸汽通過反動葉片時的壓力降而產生的反向推力。(此推力朝低壓端，故應以平衡活塞的高壓端推力來平衡)，見圖 11 及 12。

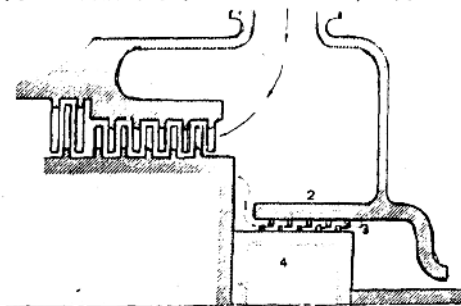


圖 11 平衡式假活塞，(1)蒸汽推力，(2)平衡汽缸（假汽筒），(3)迫緊，(4)假活塞。