

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

汽力廠

鄭廷琬著

商務印書館發行



汽 力 廠

鄭廷砮 著

工 學 小 叢 書

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

編主五雲王  
庫文有萬  
種千一集一第  
廠力汽  
著硯廷鄭

|           |   |   |   |
|-----------|---|---|---|
| 號一〇五路山寶海上 |   |   |   |
| 五雲王       | 人 | 行 | 發 |
| 路山寶海上     |   |   |   |
| 館書印務商     | 所 | 刷 | 印 |
| 埠各及海上     |   |   |   |
| 館書印務商     | 所 | 行 | 發 |

版初月十年九十國民華中

究必印翻權作著有書此

---

The Complete Library  
Edited by  
Y. W. WONG

---

STEAM POWER PLANT  
BY CHENG TING KWANG  
PUBLISHED BY Y. W. WONG

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.  
Shanghai, China  
1930  
All Rights Reserved

# 汽力廠

## 目次

|     |         |     |
|-----|---------|-----|
| 第一章 | 小規模之汽力廠 | 一   |
| 第二章 | 燃料      | 一四  |
| 第三章 | 燃燒      | 二九  |
| 第四章 | 汽鍋爐     | 四一  |
| 第五章 | 通風與通風器  | 六五  |
| 第六章 | 往復汽機    | 八〇  |
| 第七章 | 汽渦輪機    | 一二二 |
| 第八章 | 凝汽器     | 一五三 |
| 第九章 | 唧機      | 一七六 |

目次

GW 38/29

# 汽力廠

## 第一章 小規模之汽力廠

概論 各種實業所需動力 (power) 之大部分，均賴汽力廠 (steam power plant) 供給之內燃機 (internal combustion engine) 進步雖速，水力 (water power) 發展雖廣，然因種種關係，汽力廠仍未失其特殊之地位，即今後若干年間，或亦無變更也。設立動力廠之目的，自在以最低廉之代價，在適用處所發生動力，以供吾人之利用。第色爾機 (Diesel engine) 所需之燃料，較任何或其他之原動機 (prime mover) 所需者為少，而水電廠 (hydro-electric plant) 則無需燃料。據此，則二者似將有替代汽力廠之趨勢，良以其過耗燃料故也。雖然，若細審之，則不然，蓋汽力廠過耗燃料，只為影響總力價 (cost of power) 各種要素之一，而水電廠與第色爾機，

就一方面而論，固屬優良，但從他方面觀之，亦各有其弊。例如大瀑布多離實業中心甚遠；且若以水電廠與汽電廠（steam electric plant）相較，倘兩者產生之能量相等，則水電廠之初價（first cost）常高於汽電廠者。第色爾機只能適用液體燃料，且其能量較小，用於甚大之總廠，即不甚相宜，但於規模較小之處，第色爾機之應用日漸增多，因其熱效率（thermal efficiency）甚高故也。至若近時之汽渦輪機（steam turbine）廠，雖汽渦輪機之熱效率不高，然因其初價較低，佔地小而所生之能量頗大，所需之工價與管理費極廉，工廠又可設立於與需用動力相近之處，此等利益，足能抵償汽渦輪機之低熱效率而有餘，故汽渦輪機廠亦有其相當之地位。總之，各式原動機，各有其優越之價值，要在設立者將各種要素，詳細研究，然後慎加選擇可也。

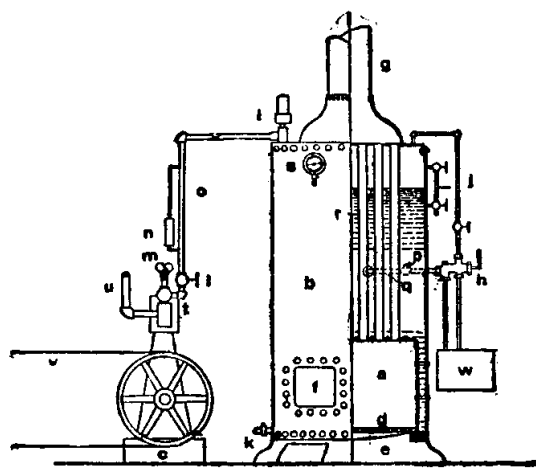
**汽力廠之分類** 汽力廠可分為二類：一曰獨立廠（isolated station）；一曰總廠（central station）。如只供給動力或熱於一建築物者，謂之獨立廠；但建築物之仰給動力或熱於獨立廠者，每每不限於一。如供給動力或熱於遠近不同之多數消費者之汽力廠，謂之總廠。倘距離甚遠，常用高壓（high tension）電流傳至配電所，將電壓變低，然後分配於附近各消費者。

汽力廠又可按其廢汽 (exhaust steam) 之處理法，分爲凝汽廠 (condensing plant) 與非凝汽廠 (non-condensing plant) 二類。若汽廠之廢汽須凝結，而其目的在降低反壓力 (back pressure)，則此種汽廠爲凝汽廠。若汽廠廢汽之壓力，當放出時須稍高於大氣壓力 (atmospheric pressure)，或與大氣壓力相近，則此種汽廠爲非凝汽廠；且最後即令廢汽凝結以供應用，亦不得稱之爲凝汽廠。若以廢汽生熱，或供他種用途，則設立非凝汽廠更爲經濟；若僅利用廢汽之一小部份，或汽廠設立之目的只在供給動力，則凝汽廠尙矣。又生熱或其他用途所需廢汽之量若爲變數，同時所需之動力又甚大，則仍可設立凝汽廠，當需要多量廢汽時，可於廢汽從汽機 (steam engine) 或汽渦輪機至凝汽器 (condenser) 之過程中，抽取一部以增補之。

小規模之非凝汽廠 第一圖爲一極簡單汽力廠主要部分之略圖，諸部俱備，各附屬物 (accessories) 亦可於圖中見之。 $p$  爲止回閥 (check valve)， $g$  爲給水管 (feed pipe)， $s$  爲汽壓表 (steam gage)， $t$  爲滴盅 (drip)， $n$  爲排洩管 (exhaust pipe)， $v$  爲引動電機 (dynamo) 之引帶 (belt)，及  $w$  爲給水櫃 (feed water tank)。若所需之動力不大，且間時

而作，如舉重機械及牽輓機（traction machinery）之類，則與此廠之組織極相宜。此類機器所需之動力，鮮有超過五〇馬力（horse power）者，動作之時間通常又短促，故對於簡單與初價低廉二點，應較燃料之經濟更為重要。此廠之主要部分有三：爐（furnace）a，鍋爐（boiler）b，與汽機c是也。爐之功用，自為燃燒燃料；燃料在燃燒時所生之熱，一部分為鍋爐中之水所吸收，以成蒸汽（steam）。蒸汽輸入汽機之汽筒（cylinder）內，即施其作用於活塞（piston）上，推之使動；迨工作已畢，乃由一管輸入大氣（atmosphere）中。工作繼續進行，燃料與水乃照產生動力所需要之比例，按時添入。

在此種小汽廠內，除鍋爐與汽機等外，尚須裝設各種附屬物，操作方能圓滿進行。爐柵（grate）



第一圖 小規模之非凝汽廠

d 爲燃燒時支持燃料之用，由許多鑄鐵（cast iron）條組成，兩鐵條間留有空隙，爲空氣由柵下經過燃料層之通路。不燃燒之固體物質，則墜入灰腔（ash pit）e 中，而由灰門（ash door）移去之。由柵下輸入爐中之空氣，又可用灰門調節之。燃料由爐門（fire door）f 加入爐中；燃料層上如需要空氣時，此門又可爲供給空氣之入口。燃燒房（combustion chamber）乃燃料層與汽鍋受熱面（heating surface）間之空間，爲由固體燃料所得之燃燒氣體，在未受鍋爐面冷卻之前氯化之處所。烟突（chimney 或 stack）g 之爲用，一方面在輸出燃燒產物於大氣中，一方面在吸引空氣經過燃料層，而使爐中通風。有時用壓迫通風（forced draft）器輔助烟突，有時完全代替之。受熱面爲鍋爐面積之一部分，來自爐中之熱氣，一與之接觸，熱氣所含之熱，遂被其吸收，而傳於鍋爐中之水。在小汽廠如第一圖所示者內，受熱面之大部分，乃水平線下多數之火管（fire tube）r，即熱氣經過其中之管。過熱面（superheating surface）爲受熱面之一部分，其內面與燃燒之熱氣接觸，外面則與蒸汽接觸。水平面上之容積，謂之汽容積（steam space）。迫水入鍋爐之器具，以給水唧機（feed pump）或噴射器（injector）h 爲之均可，惟在小汽

廠如上所述者，用唧機 (pump) 者甚鮮，通常所用者為噴射器，以噴射器之價值較低廉也。與鍋爐汽容積相通處有安全閥 (safety valve) i，蒸汽之壓力 (pressure) 過高時，能自動開啓，放蒸汽入大氣內。水管表 (gauge glass) j 為測水平面高低之用，上端與汽容積相通，下端則與水容積相通。易鎔塞 (fusible plugs) 插入水平面可至之最低處所之鍋壳 (shell) 內，以鎔點最低之合金製成，與蒸汽相遇即融，倘水平面低至危險之程度時，蒸汽可由此處逃出，發聲而告警，鍋爐因是不致爆炸而得救。噴射塞門 (blow off cock) h 在鍋爐之最低部分，為洩水或噴出沉積物而設。鍋爐之蒸汽出口，通稱曰蒸汽噴管 (steam nozzle)。

單式汽機 (simple steam engine) 之重要附屬物為：調節閥 (throttle valve) l，調速器 (governor) m，及潤滑器 (lubricator) n 等。調節閥調節供給汽機蒸汽之量；調速器調正汽機之速度；潤滑器與汽管 (steam pipe) o 相連，給油與活塞及閥，使之潤滑。各軸承 (bearings) 所需之油，則由安放於適宜地位之油盅 (oil cups) 供給之。滴盅安置於易生水囊 (water pocket) 之處，以便將凝結之水洩出。為汽機所運轉之機器，或直接與曲柄軸 (crank shaft)

相連，或藉調帶與飛輪聯絡，或藉聯動裝置聯於汽機。

在此種小汽廠內，除因烟突太短，不能造成所需要之通風時，其廢汽可由烟突內放出，藉以增加通風之強度外，即無有欲用其廢汽者。若利用冷空氣與烟突內熱氣兩者不同之密度以通風，此種通風，稱曰自然通風（*natural draft*）；如用廢汽輔助自然通風，此種通風，稱曰機械通風（*mechanical draft*）。由一定重量燃料所實得之動力甚少，鮮有多於燃料熱值（*heat value*）11.5%者。一座四〇馬力之汽力廠，其各種損失之分配，約如下述：

#### 一磅煤之熱值

英熱單位

11,000

從鍋爐與爐所受之損失（50%）

5,500

相當於一馬力小時（*horse power hour*）之熱量

2,547

生一馬力小時所用之熱（每馬力小時用五〇磅蒸汽，壓力為八〇磅表壓力（*gauge pressure*）），注入汽鍋中水之溫度為華氏六七度）

57,500

蒸汽所含之熱中，其已變成功（work）者之百分率（ $\frac{2547}{57500}$ ）

四·四

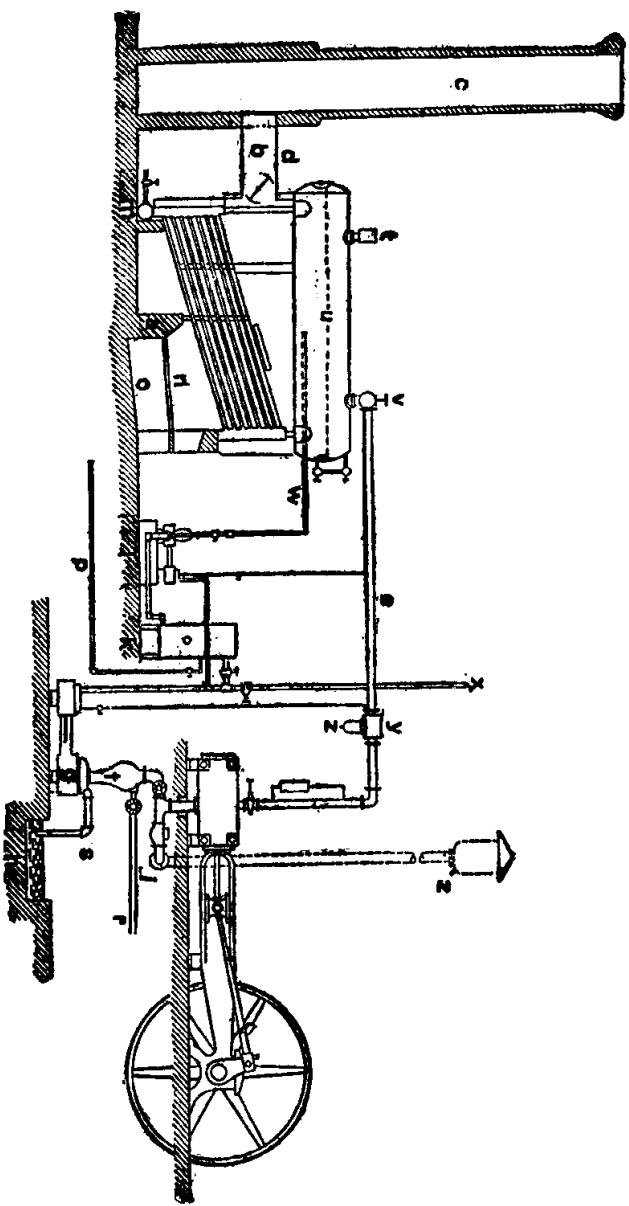
煤之熱值中，其已變成功者之百分率（ $\frac{2547}{57500 \div 0.50}$ ）

二一·二

歐洲較小非凝汽廠，因用高級過熱蒸汽（superheated steam）及特別設計之汽機與鍋爐，故其效率（efficiency）甚高，即小至四〇馬力，其效率亦可達一〇至一二%；一座一二〇馬力之汽力廠，其效率可達一五%。

小規模非凝汽廠中，用汽渦輪機者不多，因廠既小，對於汽渦輪機廠之初價，管理費，維持費，及所佔之地面等，皆無特別之節省，且蒸汽之消耗又較高故也。

小規模之凝汽廠 在尋常良好條件之下，一非凝汽廠實際所得之動力，不能多於燃料熱值之七%；在大凝汽廠中，其廢汽雖用以預熱注入鍋爐之水，然燃料熱值之被利用者，亦不過一二或一五%而已，其餘大部分之熱，皆為輸出之廢汽帶去而損失。用飽和蒸汽（saturated steam）之非凝汽機，每馬力每小時所消耗之蒸汽為二〇至六〇磅；而凝汽機之蒸汽消耗（steam con-



m = 泥鼓 (mud drum)    u = 水平面    o = 灰腔    p = 冷水供給管    r = 噴射水管    s = 放水管  
 t = 安全閥    v = 停汽閥 (stop valve)    w = 給水管    x = 廢汽排洩管    y = 牙  
 水器 (separator)    z, z = 滴盅

第二圖 小規模之蒸汽機

sumption) 每馬力小時可少至一〇磅。據此，可知凝汽廠能節省燃料，實屬顯而易見。

第二圖爲以煤爲燃料之活塞汽機 (piston-engine) 凝汽廠。從汽機輸出之廢汽須凝結，故汽機之反壓力得以減低。鍋爐之式樣與第一圖所示者不同。燃燒產物亦不如第一圖所示，直接由火管而至烟突，但須藉火堰 (bridge wall) a 與障板 (baffles) 之功用，繞行於許多水管 (water tube) 間，以其所含大部分之熱，給與受熱面，然後流經烟道 (breaching, 或 flue) b 以入烟突 c 中。氣體流行之速度，可用安放於烟道內之風閘 (damper) d 以調節之。

鍋爐產生之蒸汽，由主集汽管 (main header) e 引至汽機，俟其工作完畢，乃輸出而入凝汽器 f 內。廢汽入凝汽器時，其潛熱 (latent heat) 爲噴射水 (injection water 或 cooling water) 吸收，遂凝結成水，因於凝汽器內造成一部分真空，汽機之反壓力得以降低，即此故也。由廢汽凝成之水，噴射水，及爲噴射水帶入凝汽器內之空氣，均由一空氣唧機 (air pump) g 抽出，放入熱井 (hot well) h 中。倘空氣唧機失其效力，凝汽器內不復有一部分真空存在時，大氣保安器 (atmospheric relief valve) i 即自動開啓，廢汽遂由此器放出，斯時汽機仍能照常動作。

所異者，僅廢汽不復凝結耳。大氣保安閥係一大止回閥。大氣壓力直接壓於其上；如凝汽器內有一部分真空存在時，此閥即關而不啓，若器內無此一部分真空存在時，廢汽之壓力遂大於大氣壓力，大氣保安閥即被開啓。

注入鍋爐之水，仰給於熱井或其他之水源。第二圖所示者係取之於冷水供給處所；冷水入預熱器 (heater) k 後，被來自空氣唧機及給水唧機之廢汽，將其溫度增高，並藉地心吸力，吸之至給水唧機 l，此給水唧機即迫之入鍋爐內。預熱器、唧機及凝汽器聯合之法甚多，視情形而定。給水唧機、空氣唧機、汽力廠內之各小汽機，通常均稱之曰輔助機 (auxiliaries)。

設計良好之汽力廠，與第二圖所示相似者，當在優良負載量之條件下，能將燃料熱值之一〇%變為電能；熱之分配約如下表所示：

熱之損失屬於鍋爐者

損失屬於燃料墜入爐柵下者

損失屬於不完全之燃燒者

四%

二%

損失屬於熱爲烟突內之氣體帶去者

一六%

損失屬於輻射等者

八%

總數

三〇%

汽機及輔助機所耗之熱「每指示馬力小時(indicated horse power

hour)消耗一六磅蒸汽絕對壓力(absolute pressure)爲一

五〇磅,注入鍋爐之水爲華氏二一〇度。」

一六、二五〇英熱單位

汽機及發電機(generator)之摩擦力(friction)所消耗之熱

(一〇%)

二、六二五英熱單位

漏泄(leakage),輻射等所消耗之熱(二%)

三二五英熱單位

總數

一、八二〇〇英熱單位

相當於一電馬力小時(electrical hp.-hr.)之熱

二、五四七英熱單位

蒸汽之熱值中,其已變成電能者之量

一四・〇%(近似值)