

汽 力 廠

著 硯 廷 鄭

現 代 工 程 小 叢 書



現代工程小叢書

汽 力 廠

鄭 廷 璣 著

商務印書館發行

現代工程
小叢書 汽

力 廠

(63401)

著作者

鄭 廷 斌

發行者

商務印書館
上海河南中路二二一號

印刷者

商務印書館

發行所

商務印書館
上海及各地

★版權所有★

1934年2月初版 基價 6 元
1950年10月5版

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

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，則又不然，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。

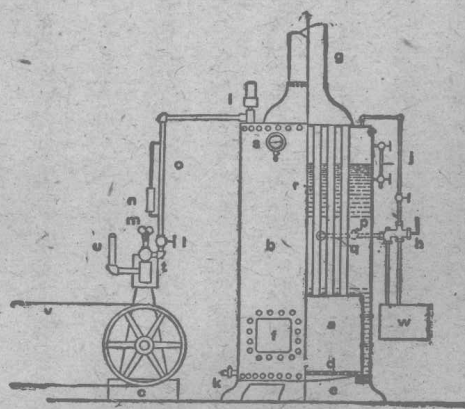
汽力廠之分類 汽力廠可分為二類：一曰獨立廠（isolated station）；一曰總廠（central station）。如只供給動力或熱於一建築物者，謂之獨立廠；但建築物之仰給動力或熱於獨立廠者，每每不限於一。如供給動力或熱於遠近不同之多數消費者之汽力廠，謂之總廠。倘距離甚遠，常用高壓（high tension）電流傳至配電所，將電壓變低，然後分配於附近各消費者。

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，調節器 (governor) m 及潤滑器 (lubricator) n 等。調節閥調節供給汽機蒸汽之量，調節器調正汽機之速度，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% 者。一座四〇馬力之汽力廠，其各種損失之分配，約如下述：

英熱單位

一磅煤之熱值

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

11,547

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 $\left(\frac{2547}{57500} \right)$

四·四

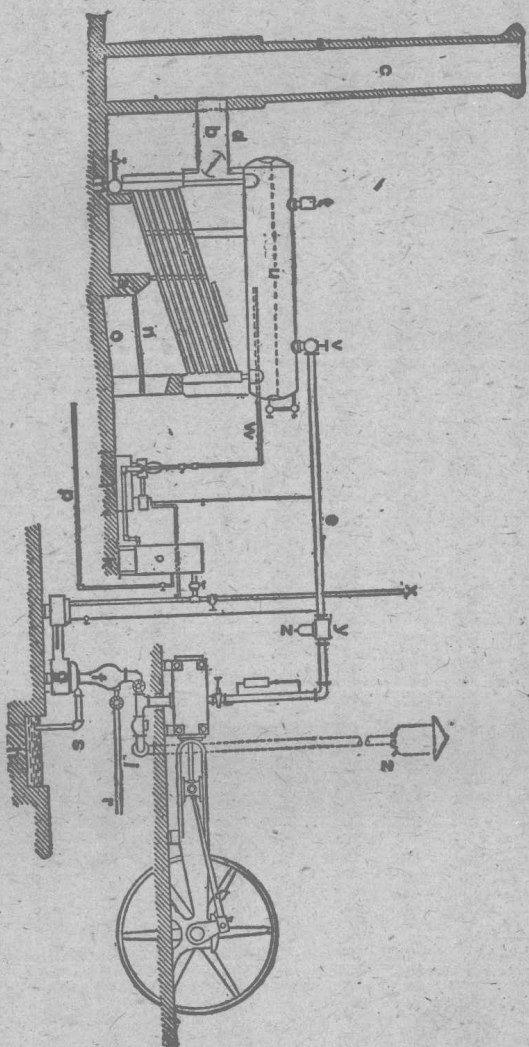
煤之熱值中，其已變成功者之百分率 $\left(\frac{2547}{57500 \div 0.50} \right)$

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一三%；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) n = 濾桶 o = 灰腔 p = 冷水供給管 t = 噴射水管 s = 放水管
 t = 安全閥 u = 水平面 v = 停汽閥 (stop valve) w = 給水管 x = 廢汽排洩管 y = 分
 水器 (separator) z , z = 濾斗

第二圖 小規模之蒸汽廠

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，大氣保安閥 (atmospheric relief valve) i 即自動開啓，廢汽遂由此閥放出，斯時汽機仍能照常動作。

所異者，僅廢汽不復凝結耳。大氣保安器係一大止回器。大氣壓力直接壓於其上；如凝汽器內有一部分真空存在時，此器即關而不啓。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，大氣保安器即被開啓。

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%)

一、六二五英熱單位

漏泄(leakage)輻射等所消耗之熱(一%)

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 h.p.-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)

燃料之熱值中，其已變成電能者之量 $\left(\frac{2547 \times 0.7}{18200} \right)$

九八・%