

職業教科書委員會審查通過

實用蒸汽機學

姚幼蕃編著



商務印書館發行

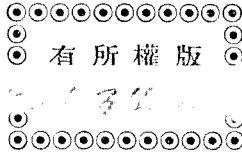
職業學校教科書

實用蒸汽機學

姚幼蕃編著

商務印書館發行

中華民國二十八年一月初版
中華民國二十九年五月三版



職業學校
教科書

實用蒸汽機學一冊

(83744.4)

每册原

同業公議
加五發售

外加運費匯費

編著者

姚幼蕃

發行人

王雲五
長沙南正路

印刷所

商務印書館

發行所

商務印書館
各埠

(本書校對者王永榜)

編印職業教科書緣起

我國中等教育，從前側重於學生之升學。但事實上能升學者，究佔少數；大部分不能不從事職業。故現在中等教育之方針，已有漸重職業教育之趨勢。近年教育部除督促各省市教育行政機關擴充中等職教經費，並撥款補助公私立優良職業學校，以資鼓勵外，對於各類職業學校之教學，亦擬有改進辦法。其最重要者，為向各省市職業學校徵集各科自編講義，擇尤刊印教本，供各學校之採用。先後徵得講義二百餘種，委託敝館組織職業教科書委員會，以便甄選印行。敝館編印中小學各級教科書，已歷多年，近復編印大學叢書，供大學教科參考之用。關於職業學校教科書，亦曾陸續出版多種，並擬有通盤整理之計畫。自奉教育部委託，即提前積極進行。經於二十五年春，聘請全國職業教育專家及著名職業學校校長組織職業學校教科書委員會。該會成立後，一面參照教育部印行之職業學校課程表及教材大綱，釐訂簡明目錄，以便各學校之查

考；一面分科審查教育部徵集之講義及敝館已出未出之書稿。一年以來，賴各委員之熱忱贊助，初審複審工作，勉告完成。計教育部徵集之講義，經委員會選定最優者約達百種，自廿六年秋季起，陸續整理印製出版。本館已出各書，則按照審查意見澈底修訂，務臻妥善；其尚未出版者，亦設法徵求佳稿，以求完備。委員會又建議，職業學校之普通學科，內容及分量，均與普通中學不同，亟應於職業學科外，編輯普通學科教本，以應各校教學上之迫切需要。敝館謹依委員會意見，聘請富有教學及編著經驗之專家，分別擔任撰述。每一學科，並分編教本數種，俾各學校得按設科性質，自由選用。惟我國各省職業環境不同，課程科目亦復繁多，編印之教科書，如何方能適應各地需要，如何方能增進教學效率，非與各省實際從事職業教育者通力合作不為功。尚祈全國職業教育專家暨職業學校教師，賜以高見，俾敝館有所遵循，隨時改進。無任企幸之至。

中華民國二十六年七月一日 王雲五

自序

實用蒸汽機學係繼實驗汽鍋管理法而作。書中各節專供實地工作之用。凡工廠中之工程師及督察員對於蒸汽機工作上之所需者皆包括其中，雖現代之蒸汽輪機構作日精，然在一定之工作情況下，蒸汽機仍為最適用且最經濟之原動力，蒸汽輪機不能取而代之。故對於蒸汽機之選擇、工作、管理、修理及如何可增加其經濟工作各項，實為作工程師者必須有之知識。蒸汽機之構作式樣可以日新月異，其工作之原則及其管理之法則毫無變更。作者以歷年來在實地上工作所得之經驗，寫錄於此，以冀貢獻於工學界為參考之用。對於蒸汽機之理論及其設計，因無裨實用，故書中不涉及之。後附習題若干，俾讀者用作練習以應實施。

姚幼蕃

目 次

第一節	蒸汽機之原則及其功用	1
第二節	蒸汽機之機構	19
第三節	蒸汽機示功器並其實用	40
第四節	滑動活門及其裝置	84
第五節	高立司並上升活門（及其裝校法）	134
第六節	節速器之原則及校準法	169
第七節	複式及多級膨脹蒸汽機	209
第八節	無冷凝及冷凝之工作	227
第九節	蒸汽機之效率及其加增之法	235
第十節	現代蒸汽機之式樣	256
第十一節	試驗蒸汽機法	271
第十二節	蒸汽機之管理法	298
第十三節	用過熱蒸汽工作之蒸汽機	331
第十四節	選擇蒸汽機	338
第十五節	蒸汽機之滑潤	350

附	錄	飽和蒸汽表.....	368
		過熱蒸汽表.....	380
		中英文名詞對照.....	387
習	題	408
答	答	429

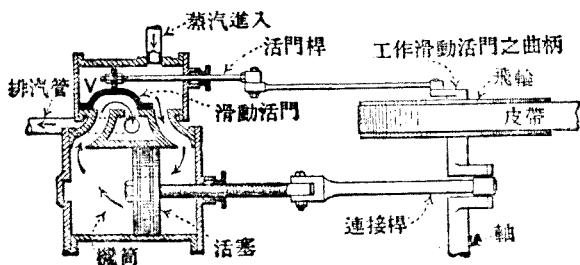
實用蒸汽機學

第一節 蒸汽機之原則及其功用

蒸汽機之功用係將熱能化爲機能。熱能之由來從燒燃料於爐中，燃料中之熱值被傳遞於鍋中之水，然後水則成爲蒸汽，再將蒸汽引入蒸汽機中。蒸汽中之一部份熱能運動機器而成機能，此項機能可以用皮帶、練子、或其他之適當之連接而傳遞於其他之輪軸上而做工作，或連接於發電機將機能再變爲電能。此項電能可用銅線傳遞以應工作之所需。

第一圖顯示普通蒸汽機之構作，蒸汽機之主要部爲活門，機筒與活塞及其活動之各部。活門開啓使蒸汽可由汽鍋而流入機筒或使蒸汽再從機筒中排出而入空氣中。有時此項排汽可引入

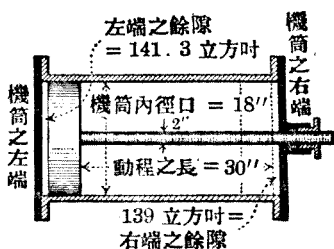
第一圖 單式機



冷凝器或汽鍋餽水溫熱器中。

當蒸汽流入機筒時，活塞被其推動而做工作。凡實地工作之蒸汽機，其構造時皆有一規定之餘隙。此項餘隙係為蒸汽機工作時之安全而設，使活塞行動至機筒之兩端盡頭處因有此餘隙而不致相抵觸，餘隙之計算皆以餘隙中之體積以活塞位移之體積除之以百分比計。

第二圖



活塞位移之體積 = 活塞之面積 × 動程之長。

例如：一 18" × 30" 蒸汽機
有以下之餘隙(1)左端 = 141.3
立方吋(2)右端 = 139 立方吋，

(見第二圖)如活塞桿之直徑為 2 吋，求兩端之餘隙與活塞位移之體積的百分比。

答案：活塞向左端位移之體積為：

$$18^2 \times 0.7854 \times 30 = 7620 \text{ 立方吋}$$

活塞向右端位移之體積為：

$$7620 - (2^2 \times 0.7854 \times 30) = 7526 \text{ 立方吋。}$$

則左端餘隙之體積與活塞向左端位移之體積的百分比為：

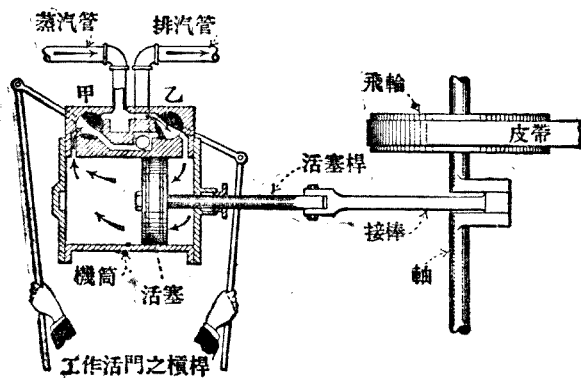
$$(141.3 \times 100) \div 7620 = 1.86\%$$

右端的百分比為 $(139 \times 100) \div 7526 = 1.85\%$ 。

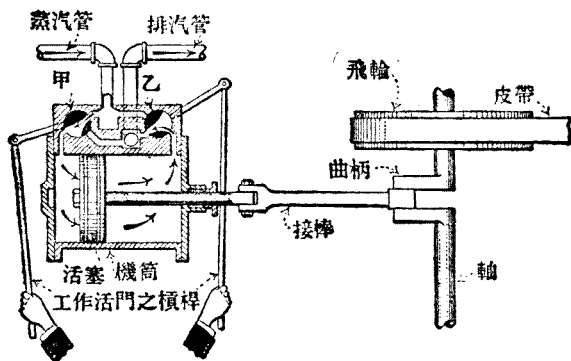
由第三圖及第四圖可解釋簡單蒸汽機之工作。意想一蒸汽機如第三圖裝備有兩個用手工工作之活門甲與乙，當活門槓桿在如第三圖之地位時，活門乙能讓蒸汽流入於機筒在活塞之右邊，活門甲在彼時之地位，則能令在活塞左邊之蒸汽或空氣被排出機筒。是以蒸汽之壓力作用，在活塞上能使活塞向左邊移動，活塞行動至所能達到之盡頭處後，工作之人移動槓桿至如第四圖之地位。如是則令蒸汽由活門甲進入，而巳在活塞右邊之蒸汽則由活門乙排出，而活塞左邊受蒸汽之壓力則向右邊移動。若工作之人當活塞移動至盡頭處時，將工作甲乙兩活門之槓桿輪流推動，則活塞向左右兩邊依次移動則使輪軸連續旋轉。

若第三圖與第四圖上甲乙兩活門之工作可使自動有如第五圖之構作，在輪軸上添一曲柄則活門可由之移動矣。如此安排則

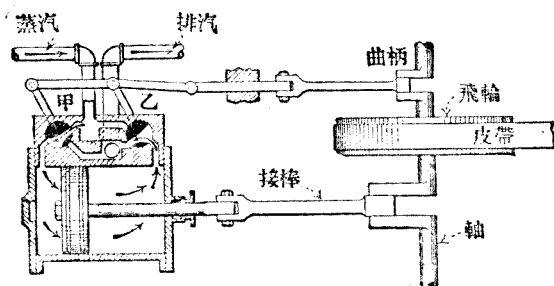
第 三 圖



第四圖



第五圖



工作整齊，但活門常因受重大之摩擦而受損，故或漏汽或工作時發響，用簡單之機構僅有一個活門若第一圖則可免除以上之流弊矣。

能力中以機能與電能為直接有用與供給動力，除少量之機能得之於水力外，幾乎一切有用之能皆得之於燃料中存在之化能，燃料中之化能由燃燒而變熱能，此項熱能可用之以變機能。

熱之單位有等值之機能與電能，由實驗上已證明熱能改變他種能量時或他種能量改變為熱量時均有一定之關係存在。蓋一英國熱量單位等於 778 呎磅之工作亦等於 0.000393 馬力小時或等於 0.000293 仟瓦小時。

熱機不能將所收受之熱量均改變為工作。工作物質(常為蒸汽)中所含之熱能經其膨脹而變為工作。因其不能膨脹至其溫度為絕對零度時之體積，故工作物質中之熱量不能全數化為工作。實際上蒸汽膨脹至其極限時其餘之熱量祇得棄去，故蒸汽機之排汽中之能量即棄去之熱量。

機器所接受之熱量與所吸收之熱量相比，謂之理論的效率。凡熱機之理論效率之規定由比較工作物質在機筒中工作而定。

$$\text{理論的效率} = \frac{\text{吸收之熱量}}{\text{接受之熱量}}$$

例如：有一熱機每小時由一熱量之來源內接受 100,000 熱量單位，每小時棄去 75,000 熱量單位，求理論的效率。

答：吸收之熱量 = (100,000 - 75,000) = 25,000 熱量單位。

理論的效率 = $25,000 \div 100,000 = 0.25$ 即 25%。

若能與下列之各條件相合則最完善之蒸汽機可以構造矣。

(一) 活塞與機筒須用不傳導熱之物質製成。

(二) 走入機筒之蒸汽須為定壓者，當活塞由機筒之左端向

右移動時，蒸汽立即停止進入。

(三)在機筒內之蒸汽須由絕熱的膨脹至排汽之壓力。

(四)由機筒內排出之蒸汽當活塞由機筒右邊向左邊移動時須立即停止。

(五)剩留於機筒內之蒸汽須經絕熱壓縮使其適充滿於餘隙之地位而有與蒸汽進入時同等之壓力。

按以上之第二條與第五條描寫一用不傳導熱之機筒與活塞的蒸汽機之工作循環，在一定的蒸汽壓力定限內可以得到最高理論的效率。是以各蒸汽機之效率皆以此機之效率為理想。此種理想機器所用之循環謂之理想的郎肯循環。

無論若何蒸汽機所做之工作皆由從蒸汽中吸取能量，觀第六圖即可明瞭。由歷來考察各種蒸汽機已證明此說之確實。由實地考察所得，當蒸汽由汽鍋走入機器時不僅蒸汽之溫度降低而其乾度亦減小矣，蓋由熱能而變機能當有此項熱量之損失。

例如：蒸汽走入機筒時其乾度為 99%，離開機筒時（即排汽）其乾度為 80%，由每磅蒸汽中吸取之熱能而為機器所用者共若干？（蒸汽之溫度為華氏 364 度），（排汽溫度為華氏 130 度）。

答：查蒸汽表：蒸汽溫度華氏 364 度，乾度 99% 總數熱量為 1186 英國 熱量單位，（每磅蒸汽中）。又蒸汽溫度為華氏 130 度，乾度 80%，則每磅蒸汽中有總數熱量 913 英國 熱量單

位。

則每磅蒸汽中由機器吸取 $1186 - 913 = 273$ 英國 熱量單位。

由蒸汽所做之工作與被吸取熱量之比例皆賴在機器之機筒內耗失熱量之多寡。若機器之機筒及活塞能以不傳導熱之物質構作，則由蒸汽中吸收之熱量全數化爲工作。不傳導熱之物質合於製機筒與活塞既不可得，則蒸汽在機筒中必因機筒與活塞導熱而失去熱量。此項在機筒中失去之熱量謂之熱的損失。

蒸汽所作總數之工作包含有用的工作與機械的損失。蒸汽所作之工作可從活塞上所受之壓力及其動程計算，若機器上活動各部皆無摩擦力，則蒸汽所作之工作皆成機能而可傳遞於他機，但機器之機構上不能將其摩擦力完全免除，故蒸汽所作之工作中一部份必須用以戰勝此項摩擦力而損失。此項的損失謂之機械的損失，是則所餘剩者方可用爲機能。

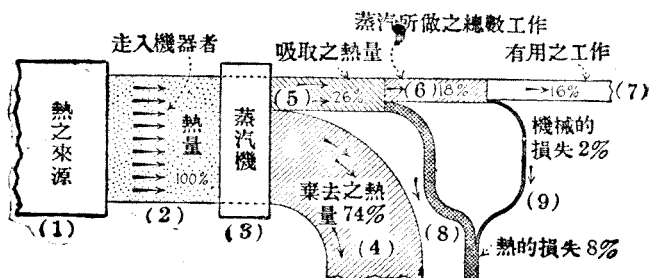
所以蒸汽所做之工作 = 機械的損失 + 有用的能量。

每一蒸汽機皆有一熱量平衡表，見第六圖。總數之能量離開機器必等於機器所收受之總數熱能，茲將其結論如下：

按第六圖：(一)爲熱之來源即汽鍋中之蒸汽。(二)爲走入機器之蒸汽中所含之熱量。(三)爲蒸汽機。(四)棄去之熱量即排汽中所含之熱量佔原有熱量 74%，此項熱量不能有用於工作，但能用爲煖汽爐之所用及烘乾物料並溫熱汽鍋餵水之用。(五)

為機器吸取之熱量佔原有熱量 26%，為機器吸取之熱量可分為兩部即所做之總工作合 18% 與熱的損失合 8%，總數之工作 18% 可再分為有用之工作 16% 與機械的損失合 2%。

第六圖 高等蒸汽機熱量平衡



〔註〕凡得力之蒸汽機其有用之工作與其所接受之熱量數的比較須大。凡奏效的生力廠則能利用被棄去之熱量使此項丟失成最低額。

例如：照第六圖之熱量平衡圖。(二)代表全數之熱量加入汽鍋內之水中使水成蒸汽。蒸汽機接受蒸汽後祇吸收 26% 之熱量其餘 74% 之熱量則被棄。在機筒內熱的損失則為全數的 8%，其餘之 18% 則化為工作。在此 18% 之內尚須除去機械的損失 2% 故僅有 16% 全數之熱量能做有用之工作。

蒸汽以其壓力而做工作，觀第七圖即可明瞭。設活塞在按照圖上之地位則活門(甲)開啓，蒸汽則可走進在活塞左邊之地位。在每方吋活塞之面積上皆接受蒸汽之壓力，則此項壓力能推動

活塞向右。同時在活塞右邊之空氣亦以其壓力(即大氣壓)在每方吋活塞之面積上以抗之，因汽鍋之壓力超過大氣壓故活塞當向右邊移動矣。力既能移動活塞則必做工作於其上。

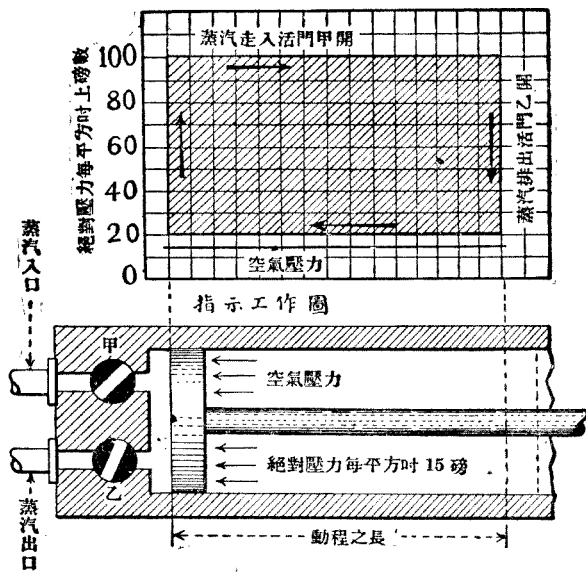
(例)按第七圖設汽鍋之壓力(絕對壓力)在每方吋面積上為 100 磅，大氣壓之絕對壓力在每方吋面積上為 15 磅，若活塞之面積為 100 平方吋，則活塞左邊之面積上受力總數為 $100 \times 100 = 10,000$ 磅，而在活塞右邊之面積上受力總數為 $15 \times 100 = 1,500$ 磅，其受力淨數為 $10,000 - 1,500 = 8,500$ 磅。若此項所受之力能移動活塞，則每呎活塞移動之動程則做工作 $1 \times 8500 = 8,500$ 呎磅，若活塞之動程為 2 呎。則每動程作工 $2 \times 8500 = 17,000$ 呎磅。

[註]在活塞上淨數之壓力為在活塞兩邊壓力之較，每一活塞動程而所做工作則等於平均淨數壓力與活塞面積及動程之積數。按上例淨數壓力為 $100 - 15$ 則等於 85 磅。

有時必須工作於蒸汽上而排之出機筒，按第七圖，當活塞到達(右)地位時見虛線，活門(甲)則關閉而活門乙則開啓，在活塞左邊之壓力將低減因蒸汽從活門(乙)逸出俟在機筒中之壓力等於排汽之壓力，此項壓力謂之反壓。此項反壓之數由每方吋一磅或二磅絕對壓力(用冷凝器)至每方吋 35 磅或較多之絕對壓力，不論何時反壓之數超過大氣壓(見第七圖)在活塞上之淨數壓力

將行動於反面方向，活塞須向此行動而將蒸汽排出機筒。在此情形之下則淨數之壓力須用外力克制而排汽，此種外力必工作於蒸汽上以克制淨數之壓力，所做之工作即等於淨數之壓力與活塞之面積及其動程之積數。

第七圖



例如：按第七圖，機器上之反壓係每方吋有 20 磅之絕對壓力，在蒸汽上須做若干工作以排洩之及每雙動程蒸汽所作淨數之工作為若干？

答案：在每一排汽動程中所做之工作為 $(20 - 15) \times 100 \times 2 = 1,000$ 呎磅。當蒸汽進入時每活塞動程所做之工作為 17,000

呎磅。(見前)則每雙動程中所做工作之淨數為 $(17,000 - 1,000) = 16,000$ 呎磅。

[註]在一機器之活塞上所得有效的壓力即為兩淨數壓力之較。此項壓力行動於活塞上而使之由原地上反向行動，是以按第七圖：活塞不論在若何地位而得有效的壓力為 $(85 - 5) =$ 每方吋上 80 磅，蒸汽在活塞上所做淨數之工作須為活塞之面積與所得有效的壓力及其動程之積數，是則淨數工作則等於 $100 \times 80 \times 2 = 16,000$ 呎磅。

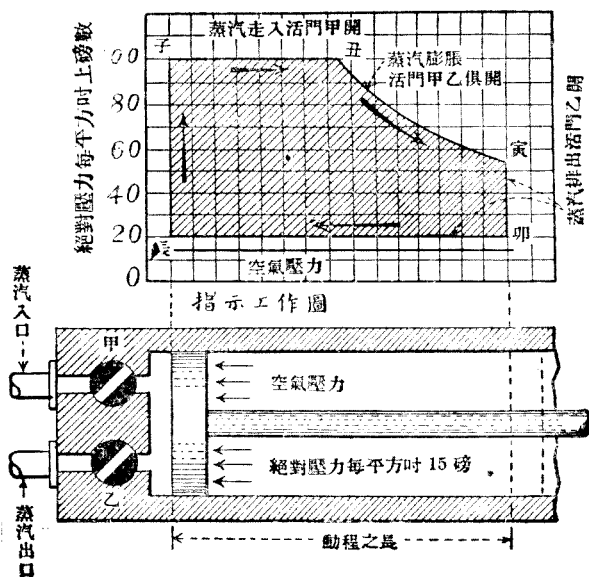
凡熱機之工作的動程是活塞受工作物(蒸汽或其他物)之壓力而移動由此端至彼端之距。按第七圖，活塞由左邊移動至右邊則成一工作的動程，活塞向左回返之動程謂之回路動程。一工作的動程加一回路動程謂之雙動程。

雙作機與單作機之區別係當活塞移動時其工作的動程在一面或兩面，按第七圖之機器，因蒸汽僅在活塞之一面走入是一單作機。蒸汽機之構作皆能於活塞之兩面走入蒸汽(見第三圖)是謂雙作機。活塞在任何邊行動時皆成一工作的動程，照此定律則在雙作機中每一動程為一工作的動機，若在單作機中則每雙動程有一工作的動程。

蒸汽可因膨脹而做工作(見第八圖)，用與第七圖同樣之蒸汽機，現在俟活塞移動至其動程之半時即將蒸汽之供給斷絕，直

線(子丑)代表先時一半動程中之壓力此時活門(甲)開啓，當活門(甲)關閉時，(丑)淨數壓力仍爲每方吋 85 磅，活塞繼續移動向右時，將使在機筒中之壓力低減。是以當活塞完畢其動程時，則壓力將降落。若曲線(丑寅)所指示者，在活塞上之淨數壓力同時亦低降，是以在活塞移動至其動程盡頭時，淨數之壓力用(午寅)代表，反壓用(午卯)代表，若淨數壓力相差由(丑)至(寅)，則現在之有效的壓力在各地位上相差亦由(丑)至(寅)。故有效的壓力現用直線代表由(辰卯)至(子丑寅)。淨數之工作則用描

第八圖



深色之面積(子丑寅卯辰)以代表之。此項淨數工作之計算係平均有效的壓力與活塞之面積及動程之積數。(尋平均有效的壓力之法見本書第三節)

例如：按第八圖之機器其平均有效的壓力為每方吋 68 磅，然則淨數之工作為 $68 \times 100 \times 2 = 13,600$ 呎磅，其中以 $(100 \times 1 \times 80) = 8,000$ 呎磅，之工作沿(子丑)並 $(13,600 - 8,000) = 5,600$ 呎磅之工作沿(丑寅)。

用蒸汽膨脹工作之經濟已解說於前，觀第八圖蒸汽之走入僅在活塞動程之半則蒸汽之量數亦祇有若第七圖之機器所用蒸汽之一半量數。然而第八圖之機器所做之工作為 13,600 呎磅(見前)超出如第七圖之機器所做一半工作之數為 $(13,600 - 8000) = 5,600$ 呎磅，此 5,600 呎磅相差之工作並不需增加蒸汽之量數而得。是則由蒸汽膨脹而做工作所得之經濟為 $(5,600 \div 8000) = 70\%$ 。但第八圖之機器雖較第七圖之機器工作經濟而其所作總數之工作為 13,600 呎磅，而第七圖之機器所做之總數工作為 16,000 呎磅，若需第八圖之機器與第七圖之機器所做有同量之工作則第八圖之機器的機筒必須加大尺寸，即第八圖之機器的機筒尺寸與第七圖之機器的機筒尺寸相比應等於 16,000 與 13,600 相比，則第八圖之機器的機筒應比第七圖之機器的機筒加大約 18%。

結論：利用蒸汽膨脹則加增機器之工作與其所用蒸汽中熱量之比例。但必須加大機筒之尺寸方可得到需要之總數工作。

〔註〕有數種機器，若起重機、用蒸汽行動之抽水機及用蒸汽行動之鎚擊機等則不能利用蒸汽膨脹之工作。

計算蒸汽機每雙動程所做之工作可採用以下公式。

$$W = ALP_M \text{ 呎磅。}$$

W 代表每雙動程在機筒一端所做之工作以呎磅計。

A 代表活塞之面積(左面)以平方吋計。

L 代表動之長以呎計。

P_M 代表平均有效的蒸汽壓力以每平方吋上之磅數計。

〔註〕當活塞向左邊移動時則活塞面積上受壓力之部份為活塞之面積減去活塞桿在活塞上所佔之面積。有時雙作機上之活塞桿通長至機筒之左端，則兩邊均須減去活塞所佔之面積。

例如：有一單作機，蒸汽祇從一邊走入，活塞桿不通長，活塞之直徑為 10 吋，動程 30 吋，設平均有效的壓力為每平方吋 66 磅，問每雙動程中作工若干？

答案： $W = ALP_M = (10 \times 10 \times 0.7854) \times (30 \div 12) \times 66 = 12,952.5$ 呎磅。

計算蒸汽機發生之能力則時間一項必須加入於工作之公式中而算之，因能力係工作之率，可以用每秒鐘若干呎磅，或每分鐘

若干呎磅，或每小時若干英國熱量單位以解說之。能力恆用馬力量之，馬力者即相等於每秒鐘工作 550 呎磅，或每分鐘工作 33,000 呎磅，以下之公式用以計算在機筒一端發生之能力。若為雙作機，須將在機筒兩端發生之能力分開計算，一端或須減去活塞桿在活塞上所佔之面積，然後將分開算出之結果相加。

則 $P = P_M LAN$ 每分鐘之呎磅

$$P_{ibp} = \frac{P_M LAN}{33000} \quad \text{馬力}$$

P 代表在機筒一端所發生之能力以每分鐘呎磅計。

P_{ibp} 代表在機筒一端發生之能力以指示馬力計。

P_M 代表平均有效的壓力以每平方吋上之磅數計。

L 代表動程之長以呎計。

A 代表接受壓力之活塞面積以平方吋計。

N 代表每分鐘雙動程之次數。(若蒸汽機上帶有繞轉的曲柄軸者則 N 代表每分鐘曲柄軸之公轉次數)。

例如：蒸汽機之曲柄軸每分鐘有 100 公轉，活塞之直徑為 10 吋，動程之長 30 吋，平均有效的壓力每平方吋 66 磅，試計算每分鐘發生能力之呎磅及指示馬力。

答案：能力 $P = P_M LAN$, $= 66 \times (30 \div 12) \times (10 \times 10 \times 0.7854) \times 100 = 1,295,250$ 每分鐘呎磅。

指示馬力 $P_{ihp} = P_M L A N \div 33,000 = 1,295,250 \div 33000 = 39.2$ 馬力。

計算單作機之近似的平均有效壓力如無器示壓容圖可用以下之公式；因蒸汽機之有節流的節速器者除其負擔重時則不取進與汽鍋等壓之蒸汽；以下之公式祇能用於此項機器當節速器之活門暢開時。

$$P_M = 0.9[K(P_g + 14.7) - P_a] \quad \text{每平方吋上之磅數。}$$

P_M 代表平均有效的壓力以每平方吋上之磅數計。

K = 恆數(列表於下)。

P_g 代表供給機器之(蒸汽的)指示壓力或汽鍋之指示壓力以每平方吋上之磅數計。

P_a 代表機器上之反壓以每平方吋上絕對壓力以磅數計,(若為無冷凝器連接之機器可用 17 磅每平方吋上絕對的反壓,若為連接有冷凝器之機器則須依據真空計之讀數而算之。

恆數(K)之列表

斷絕蒸汽		恆數 K	斷絕蒸汽		恆數 K	斷絕蒸汽		恆數 K
動程之部分	百分比		動程之部分	百分比		動程之部分	百分比	
1/6	17	0.545	3/8	37	0.773	2/3	67	0.943
1/5	20	0.590	2/5	40	0.794	1/10	70	0.954
1/4	25	0.650	1/2	50	0.864	3/4	75	0.970
3/10	30	0.705	3/5	60	0.916	4/5	80	0.981
1/3	33	0.737	5/8	63	0.927	7/8	88	0.993

[註]按上表斷絕蒸汽時之動程部分即在活塞開始時至斷絕蒸汽時動程之距與全動程之長相比。

例如：試算一無冷凝器連接之機器的平均有效壓力，斷絕蒸汽在動程部分 $1/2$ ，蒸汽鍋之指示壓力為每平方吋 80 磅。若機器為雙作機，行動每分鐘 320 公轉，活塞之直徑為 7 吋，動程之長為 10 吋，機器之馬力為若干？

答案．採用反壓為 17 磅，則 $P_M = 0.9[K(P_g + 14.7) - 17]$

有效壓力 $P_M = 0.9[0.864(80 + 14.7) - 17] = 58.3$ 每平方吋上之磅數。

指示馬力 $P_{inp} = P_M LAN \div 33000 = \{58.3 \times (10 \div 12) \times 7 \times 7 \times 0.7854 \times 320\} \div 33000 = 18.1$ 馬力(在機器一面發生之能力)

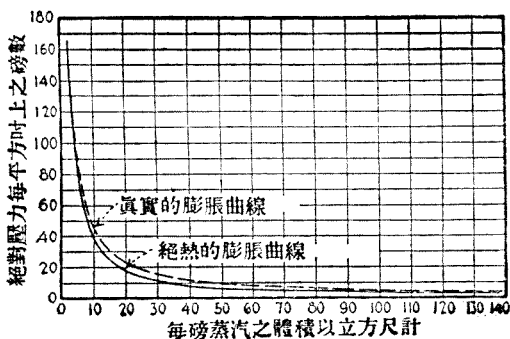
因機器為雙作機，則總數馬力當為 $(2 \times 18.1) = 36.2$ 馬力，(在機筒之兩端所發

生者而不計活塞

桿所佔之面積)。
蒸汽膨脹線
之式樣見右第九
圖。

因蒸汽在機
筒內膨脹，故其

第 九 圖



膨脹線之式樣當隨機器之式樣而變更。按郎肯循環，設機筒與活塞為不導熱之物質所製則膨脹必為絕熱的，是則由熱量之傳遞時，蒸汽之熱量必無所得失。在膨脹期間蒸汽所含之熱量降低必與蒸汽在活塞上所做之工作量數相同。確實的膨脹曲線之式樣似乎依據起始與末後之蒸汽壓力，因不傳導熱之機筒與活塞無法構製故真實的膨脹線之式樣必異於絕熱的膨脹曲線，實試上顯示膨脹曲線與第九圖之虛線相似也。

第二節 蒸汽機之機構

蒸汽機式樣之分類，當列表於下，再以簡單之圖以說明之。則對於常用蒸汽機之名式可明瞭矣。

蒸汽機之分類表

分類之依據	初 分	復 分
(一)機筒之佈置	(一)單機筒 (二)前後機筒複式 (三)交複式 (四)雙重 (五)對置 (六)斜角度	
(二)縱軸線	(一)垂直的 (二)傾斜的 (三)水平的	
(三)轉動速度	(一)高速 (二)平速 (三)低速	
(四)動程與機筒內直徑之比例	(一)短動程 (二)長動程	
(五)活門之聯動	(一)滑動的活門	(一)D字式滑動活門 (二)平衡的活門 (三)多汽門的活門 (四)柵式活門 (五)活塞式活門

(五)活門之聯助	(二)高立司活門	(一)分開的 (二)確實工作的
(五)活門之聯動	(三)上升活門	(一)分開的 (二)確實工作的
(六)機器之機構	(一)標準的 (二)反行的(即反動作的) (三)長形活塞 (四)擺動的機筒	
(七)蒸汽膨脹	(一)單級的膨脹	
	(二)多級的膨脹	(一)複式的 (二)三重的 (三)四重的
(八)蒸汽流動	(一)反流 (二)單流	
(九)蒸汽之情狀	(一)起始的壓力	(一)高壓 (二)平壓 (三)低壓
	(二)起始的溫度	(一)高過熱 (二)低過熱或無過熱
	(三)反壓	(一)冷凝 (二)無冷凝

直立的蒸汽機者，其機筒之中心線，係在一垂直的地位（見第十圖）。

橫的蒸汽機者，其機筒之中心線，在一水平的地位（見第十

一圖)。

傾斜的蒸汽機，其機筒之中心線，或傾向垂直線或傾向水平線(見第十二圖)。

傍面曲柄之蒸汽機者，其曲柄裝置在軸之一端而凸出軸承，此種機器上之曲柄皆造作後而緊裝於軸上(見第十三圖至第十六圖)。

凡機器之曲柄位置在曲柄軸之軸承之正者謂之中心曲柄機(見第十圖)此種機器之構作其曲柄成爲軸之一部分。

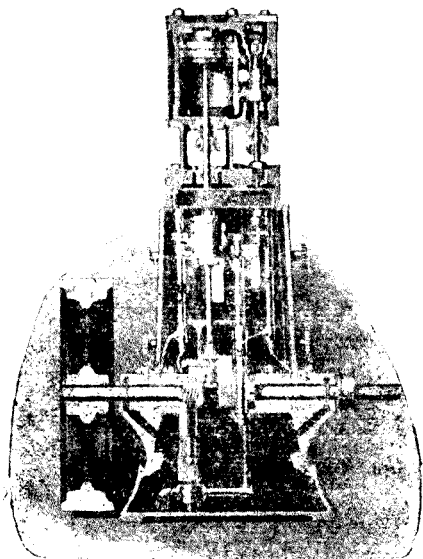
右手機器是一傍面曲柄機器，其飛輪係裝置在機筒軸線之右邊(見第十五圖)。

第十圖 直立式蒸汽法

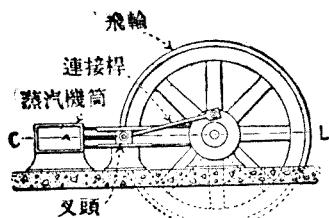
左手機器是一傍面曲柄機器，其飛輪係裝置在機筒軸線之左邊(見第十六圖)。

走過式之機器者，其飛輪(係由機筒一端看)向外轉動，此種名詞祇應用於橫的機器上或傾斜的機器上。

走下式之機器者，

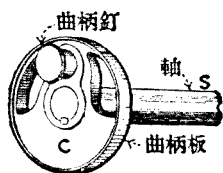


第十一圖



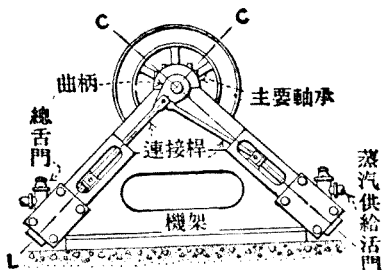
第十三圖

邊曲柄機器上之曲柄與軸



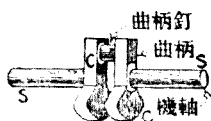
第十五圖 右手機器

第十二圖 傾斜的高立司蒸汽機

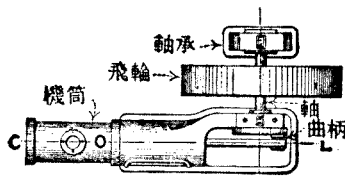
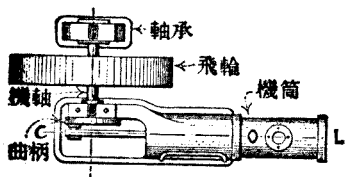


第十四圖

中央曲柄機器上之曲柄與軸



第十六圖 左手機器



其飛輪(係由機筒一端看)向裏轉動，此種名詞亦祇應用於橫的或傾斜的機器上。

一部簡單機器(見第十圖)祇能在一級或一程中得將蒸汽中

之熱能變為機械的工作，此項改變僅由一活塞在一機筒中得來。

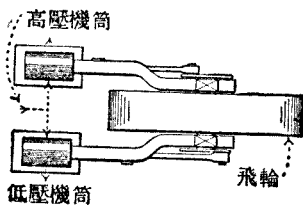
〔註〕雙機筒機器有時謂之雙重式機器（見第十七圖），此項機器有兩個簡單機器的機筒並且平行的裝置，活塞則連接於分別的连接桿上而裝於同一曲柄軸，雙機筒機器廣為採用於起重機及駕御累重的機械。

一部複式機器（見第十八圖）能在兩級或兩程中，將蒸汽中之

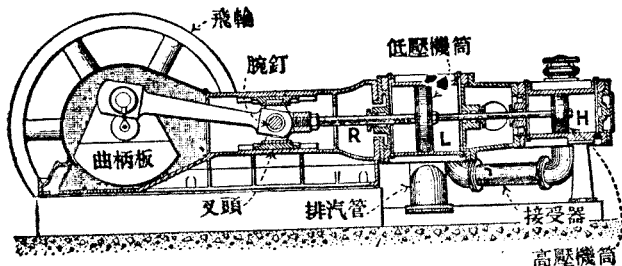
熱能，化為工作，蒸汽先走入高壓機筒，經過第一級的膨脹，然後蒸汽被排入一接收器，從接收器內蒸汽再走入低壓筒，而得第二級的膨脹。

一部前後機筒複式機（見十八圖）是一複式機而有兩個機筒，其高壓機筒與低壓機筒則裝置於同一軸線上，祇有一個叉頭與一個连接桿，兩個活塞則裝置於同一活塞桿上。

第十七圖 雙機筒機器

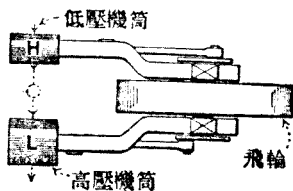


第十八圖 前後機筒複式機



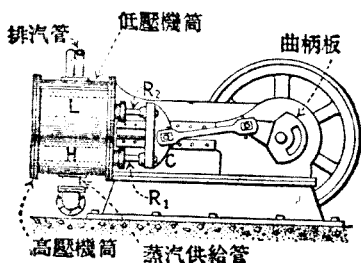
一部交複機有兩個平行裝置之機筒(見第十九圖),其高壓機筒與低壓機俱在曲柄軸之一端,每一活塞則以分別的连接桿而連接於一曲柄軸上。

第十九圖 交複機

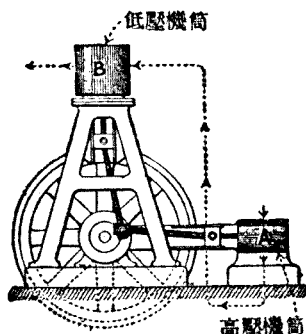


一部雙重的複式機(見第二十圖),則有兩個平行而毗連裝置之機筒,高壓機筒則連接於低壓機筒,兩根活塞桿則裝接於同一叉頭上,此項機器與簡單機器之尺寸相似而對於消費蒸汽則其經濟與複式機之利益相同。

第二十圖 雙重複式機



第二十一圖 角度複式機

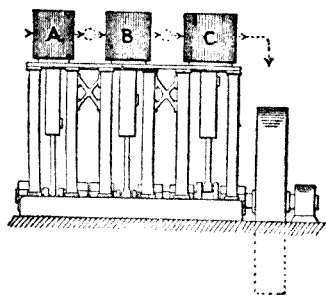


一部角度複式機,有兩個裝置成一直角之機筒(見第二十一圖),其连接桿則裝接於同一曲柄軸上,常時祇用一釘裝置兩連接桿。

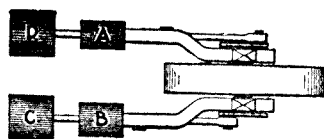
一部三重膨脹複式機，有時亦稱之為三重複式機，此項機器，蒸汽經過三級膨脹而將熱能變為工作，故至少須有三個機筒（見第二十二圖）。有時三重複式機有四個機筒（見第二十三圖），A 為高壓機筒，B 為中壓機筒，C 與 D 俱為低壓機筒。

一部四重膨脹複式機，有時亦稱四重複式機，蒸汽在此機器中須經過四級膨脹而將熱能變為工作。此種機器皆有 A. B. C. D. 四個機筒，A 為高壓機筒，B 為第一中壓機筒，C 為第二中壓機筒，D 為低壓機筒（見第二十四圖）。

第二十二圖 三重膨脹機



第二十三圖 三重膨脹機



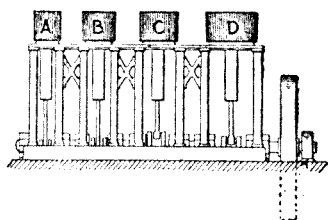
一個滑動活門，是一個確實工作的活門，此項活門，能在其座上往復的滑動（見第二十五圖）。當活門在其座上往復滑動時，則將其汽門開啓，或與蒸汽供給管交通，或與排汽管交通，活門（滑動）之形式，主要者有二：（一）扁形，（二）活塞形。

〔註〕蒸汽機上所用之活門將於第四節及第五節中詳細說明

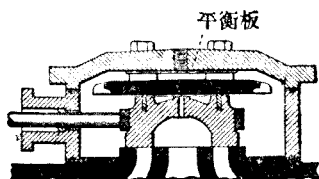
之。此節僅使讀者明瞭幾種簡單式活門之定義。

D 字式之滑動活門，係一扁形活門(見第二十五圖)。活門之截面形式與 D 字相像，蒸汽在汽箱中之壓力，迫令活門貼緊其座上 S，而不使 V 與 S 之間漏汽。設 D 字活門甚大，則由蒸汽壓力而發生之勢力，在活門上亦甚大，且能發生過份之摩擦力在其摩擦面上，欲免除摩擦力的過份抗阻則須用平衡的活門。

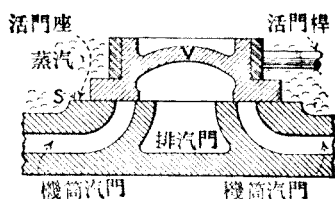
第二十四圖
四重膨脹機



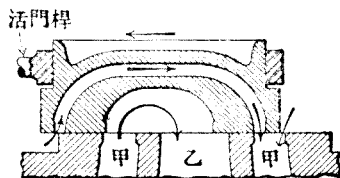
第二十六圖
平衡的滑動活門之截面



第二十五圖
D 字式滑動活門之截面



第二十七圖
多汽門活門



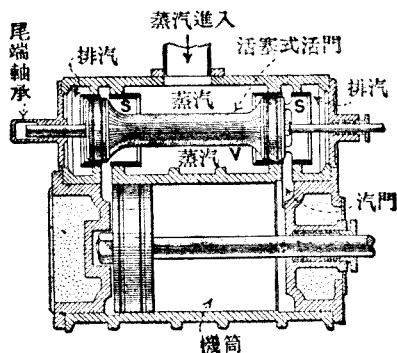
平衡的滑動活門，其形狀有如第二十六圖，活門座上所承受之壓力(因蒸汽之壓力而發生)由其特別設計而減少。因蒸汽在活門之兩端有同樣之壓力，活塞式之活門亦為平衡的滑動活門

之一種。

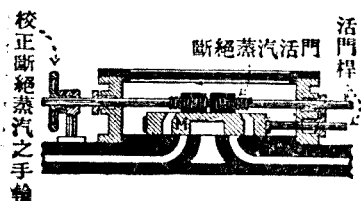
多汽門之活門有如第二十七圖。此項活門有兩個或較多的通路，蒸汽則由此流入或走出於機筒上之汽門。此種活門之行徑可以較短，而其汽門之開啓與關閉則比普通之滑動活門為快。甲為機筒上之汽門，乙為排汽之汽門，多汽門之滑動活門常時亦造成平衡式。

活塞式之滑動活門，是一個圓筒形之活門（見第二十八圖）。此項活門，能在其座上往復運動，其行動與簡單的 D 字形活門略同，其不同之點如下：（一）活塞式之活門是平衡的。（二）活塞式之活門的構作係令蒸汽由其中央走進，D 字形之活門則排汽由中央走出。垂直的縱軸線（即直立的）之機器必需用活塞式之活門，活門上端之直徑較其下端之直徑略大，是則可以平衡活門及活門棒之重量，

第二十八圖 活塞式活門與機筒



第二十九圖 騎式之斷絕蒸汽活門



且可減少偏心上之磨損。

騎式之斷絕活門(見第二十九圖),至少有兩個行動的部份,每一部份由一個偏心管理(詳第四節)。在第二十九圖中甲為主要活門管理蒸汽走進,壓縮及放汽各點,乙為斷絕蒸汽之活門騎在主要活門之上,祇管理斷絕蒸汽之點。

[註]斷絕蒸汽之活門,或在動程中有固定之地點而無庸糾正,或使斷絕蒸汽之地點能更變不定。更變斷絕蒸汽之地點或用手校正或用節速器以工作之。用手校正之斷絕蒸汽活門能將斷絕蒸汽之地點在機器行動之時隨所需而糾正,是以在機器之規定有之擔負下速度可以變更,或機器之擔負變更其斷絕蒸汽之地點可以糾正至最經濟之點及最合宜之速度。用節速器工作斷絕蒸汽地點則偏心上之增進角度與飛輪之節速器結合,使其自動更變斷絕蒸汽地點,而機器在不同之擔負下可保守其不變之速度。

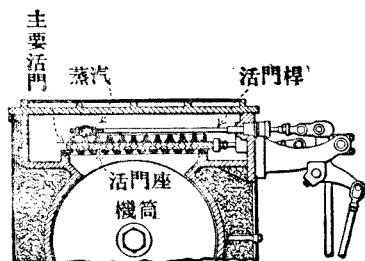
柵式活門(見第三十圖),係一往復的活門,而其形似焙器,其騎式之斷絕蒸汽活門與主要之活門皆形似焙器。活門座上有長方形之洞口在長條之間與活門之本身相似,故柵式活門係一多汽門之活門也。

高立司活門(見第三十一圖),其兩端係圓筒式而上有軸,活門能搖擺於圓筒式之孔中(活門座子),活門與機筒軸線成一直

角，機筒上之汽門則由活門搖擺的運動而啓閉。普通蒸汽機用高立司活門者則機筒之每端須用兩個活門，其一則蒸汽由其走進機筒，其一則蒸汽由其排出機筒，單流蒸汽機(詳後)採用高立司活門，則機筒之每端祇須一個活門。高立司活門之構造有多汽門者有單汽門者。

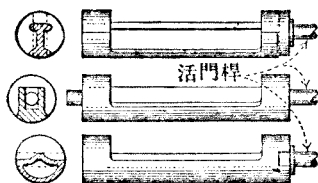
第三十圖

柵式活門與機筒



第三十一圖

單汽門之高立司活門



確實工作的或無放汽之高立司活門之機構(見第三十二圖)，其蒸汽進入之活門及其排汽之活門係確實連接於工作活門之機構(即偏心)並聯於兩到達桿上。

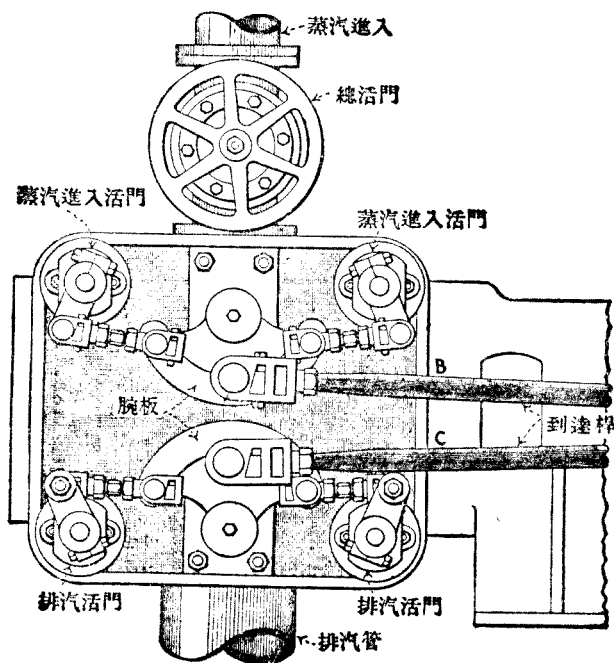
分開的或放汽的高立司活門機構(見第三十三圖)此項活門之蒸汽進入活門，並不連接於偏心機構上，除活門開啓之時並不受該機構之影響，且有突進缸機構之設置供給吸力使蒸汽活門與偏心機構分開時可立即關閉。活門與偏心機構分開連接則用一套鈎任之，套鈎之動作則以節速器管理之，其排汽之活門則確

實連接於偏心機構上。

上升活門(見第三十四圖)是圓形的，其啓閉時之行動係垂直在活門座上，蒸汽則由此流入。此項活門上升些須已得有較大之汽門開啓，且無與座上摩擦之事。上升活門故常用於用高過熱蒸汽之機器。

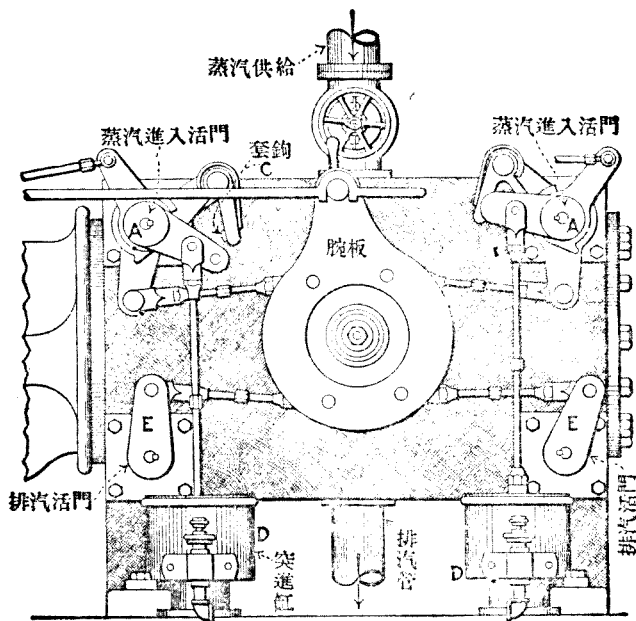
第三十二圖

確實工作之高立司活門機構



第三十三圖

分開工作之高立司活門機構



A 蒸汽進入活門

E 排汽活門

確實工作的上升活門(見第三十五圖), 係一確實從工作活門之偏心機構的影響而啓閉者,(甲)爲上升活門,(乙)爲偏心棒, 偏心在邊軸上, 邊軸之地位係在機器之傍與機筒之縱軸線平行。

分開的或放汽的上升活門(見第一百四十九圖)係由偏心機

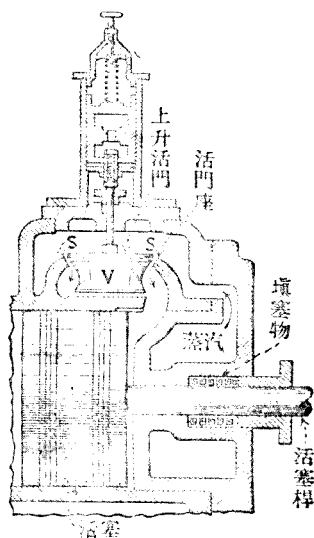
構而開啓但由彈簧，突進缸或其他機構而關閉，故此項活門祇在其開啓時間直接受偏心機構之影響，蒸汽進入之活門則由分開的機構工作，排汽的活門則連接於機構而工作。

單獨活門之機器（見第十圖），係用一個活門而管理機筒兩端蒸汽之走進及排出，是以凡用 D 字形之滑動活門，單汽門或多汽門者，平衡的或不平衡的及用簡單活塞式活門之機器，皆稱單獨活門之機器。

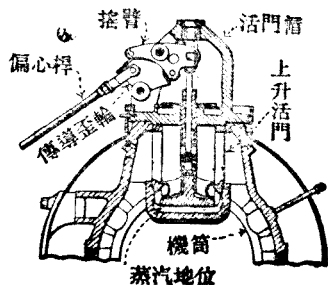
多活門之機器（見三十二圖）是用不止一個活門而管理機筒兩端蒸汽之走進及排出，此項機器皆用高立司活門，上升活門及柵式活門。

短動程機器之定義因其動程之長或等於或少於機筒內徑

第三十四圖
獨座上升進入蒸汽活門
及機筒截面



第三十五圖
確實工作的上升活門



口之一倍半，例如一部機器之機筒內徑口是 12 吋而其動程之長為 16 吋，此則為短動程機器。

長動程機器之定義，因其動程之長，是大於機筒內徑口之一倍半。

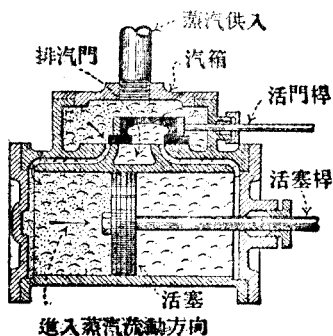
例如一部機器之機筒內徑是 7 吋，而其動程之長為 15 吋，此則為長動程機器。

回流或雙流機器（見第三十六及第三十七圖）者，其蒸汽在機筒內流行之方向，在排汽動程時其流行方向與蒸汽走入動程時適相反，第三十六圖顯示蒸汽進入機筒係向右流動，第三十七圖蒸汽被排出須向左流動。

單流機器（見第三十八圖）者，其蒸汽在機筒內祇循一方向流動，蒸汽在走進時與排出時流動之方向相同。

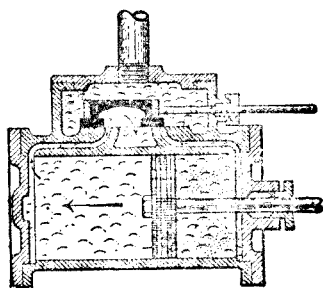
第三十六圖

機筒中蒸汽流動之方向反流式



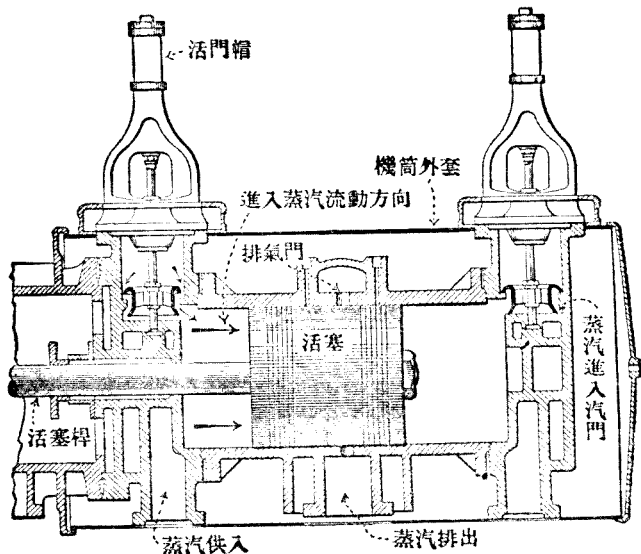
第三十七圖

排汽時蒸汽流動方向反流式



第三十八圖

單流機中蒸汽流動方向



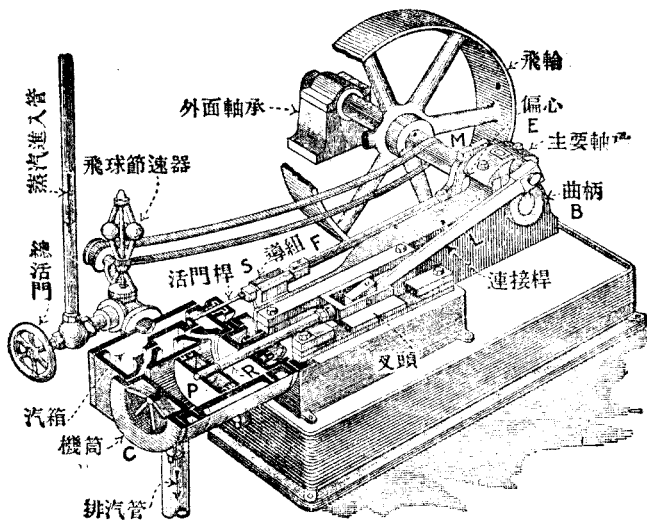
標準的曲柄機構（見第三十九圖），包括（一）機筒，（二）活塞，（三）活塞棒，（四）叉頭，（五）連接棒，（六）曲柄，（七）曲柄軸，而叉頭之地位則在機筒與曲柄及曲柄軸之間。

反動作的曲柄機構（見第四十圖），其包括之主要各部與標準的曲柄機構同，惟其曲柄軸及機筒均在叉頭一邊，故此項機構須用兩個活塞棒或兩個連接棒或兩個活塞棒與兩個連接棒。

長形活塞的機構（見第四十一圖）用一非常長之活塞，連接棒之一端則釘於活塞內，所以與其他蒸汽機不同，因無須用叉頭

第三十九圖

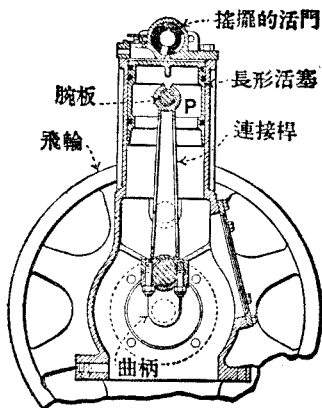
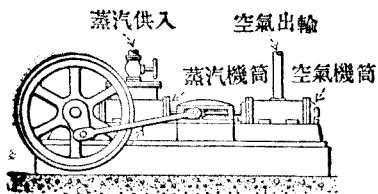
單式 D 字活門蒸汽機有飛球式節速器



第四十一圖 長形活塞

第四十圖

雙連接桿反動作曲柄機構
用在壓氣機上者



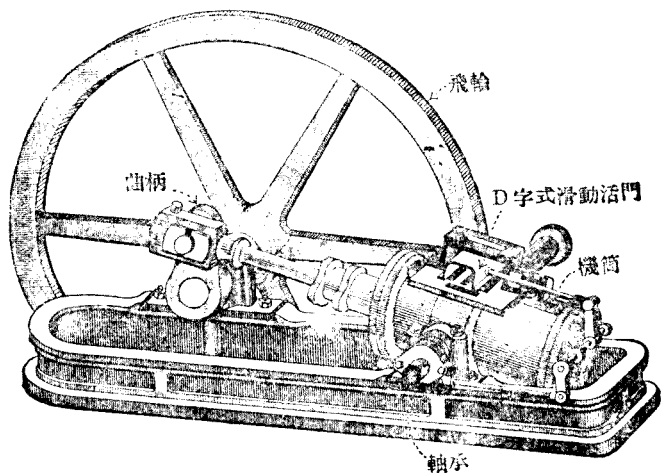
也，用長形活塞之機器皆為單作的，蒸汽祇走入活塞之一面，而祇此活塞之一面可做工作，內燃機皆用長形活塞。

擺動機筒的機器（見第四十二圖），其機構包括一擺動的機筒裝置於軸承上，一個活塞與活塞棒及一個曲柄與曲柄軸，此種式樣之機器其擺動之機筒可代替標準曲柄機構上所用之連接棒及叉頭之工作。

一個有冷凝的機器，其正常工作之絕對反壓（排汽壓力）小於空氣之壓力，此種機器採用一相當之冷凝器由冷凝排汽而減低其反壓。（詳第九節）

一個無冷凝的機器，其工作之反壓（排汽壓力）等於或大於

第四十二圖 擺動機筒式之機器



空氣之壓力。

一個高速的機器，其工作之速度，為每分鐘 200 公轉或較多。

一個平速的機器，其工作之速度，在每分鐘 110 至 200 公轉之間。

一個低速的機器，其工作之速度，為每分鐘 100 公轉或較少。

一個高壓的機器，蒸汽在總活門中有高於每方吋 150 磅之指示壓力。

一個平壓的機器，蒸汽在總活門中有每方吋 80 磅至 150 磅之指示壓力。

一個低壓的機器，蒸汽在總活門中有每方吋小於 80 磅之指示壓力。

一個固定斷絕蒸汽的機器，其斷絕蒸汽之點，在任何速度及擔負下均不更變（如第三十九圖）。偏心裝置於軸上，所以偏心棒與活門桿及活門常有與機筒及活門座相對的同樣行動。

更變斷絕蒸汽點之機器（詳說於後），其斷絕蒸汽之地點隨速度或擔負而變更（由校正節速器）。當機器之速度加增時，其節速器棒將匝連塊放低以減小活門之行程。用此種機構則斷絕蒸汽之點可以隨機器之速度或擔負而更變（見節速器章）。

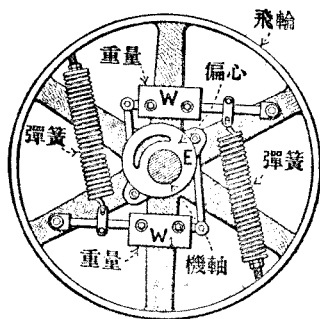
蒸汽機之節速器（見第四十三圖），能改變蒸汽走入機器之量數，以供其在不同擔負下之所需，同時能保守機器之速度不變

(詳第六及第七節)。蒸汽機之節速器是分兩大種：(一)軸式(見第四十三圖)。(二)飛球式(見第四十三圖 a)。

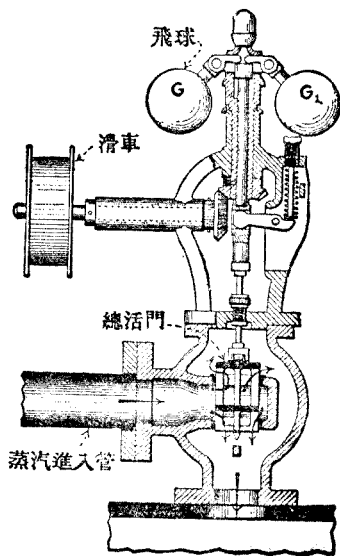
軸式之節速器係同飛輪旋轉與曲柄軸縱線成直角，在此式機構上其重量甲與乙係同飛輪旋轉。由此項重量之旋轉而生離心力或慣性力，以抵抗裝置在飛輪上之彈簧的拉力，重量之位置則依靠以上力，以上力則與機器之速度成比例，其在偏心軸上之位置則隨重量之行動而變，飛輪之速度增加則重量向外，因偏心在軸上之相對地位管理活門之行動，此式之節速器所做以上所說之職務。

飛球節速器(見第四十三圖 a)有兩個或較多的飛球在水平面上旋轉。由旋轉則生離心力使球

第四十三圖
機軸節速器



第四十三圖 a.
飛球控流節速器



由旋轉軸向外，從相當的機構能使飛球之位置與餽入機器中蒸汽之量數相對。第四十三圖中甲乙兩飛球之地位可以配定總活門開啓之數以校正供給機器中之蒸汽。因節速器上之滑車，係用皮帶接連於機器之輪軸上，故飛球之地位是依機器之速度而變更（觀第三十九圖）。當機器之擔負加增時，機器之速度即開始低減，此時節速器將總活門開啓由是再增加機器之速度。若擔負減低時機器之速度加增，節速器即將總活門略閉以減少蒸汽之走入，而保守恆常不變之速度。

第三節 蒸汽機示功器並其實用

蒸汽機示功器（第四十四圖），是一儀器用以圖示的記錄一器示壓容圖，圖中顯示機筒中壓力之變更按活塞在其動程中佔據不同之地位時，此種儀器亦可稱之為記錄壓力計，其圖表移動之速度與活塞之速度成比例。

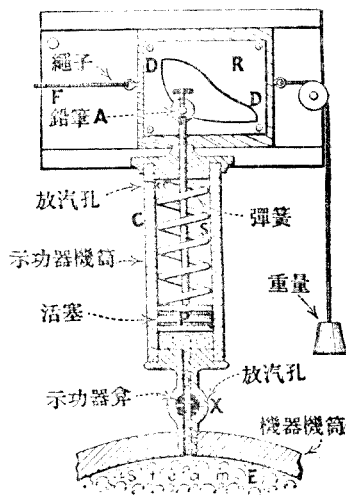
器示壓容圖，最有實用，因其能使人明晰在機器行動時其機筒內部之經歷。由器示壓容圖中所能分析之三要點如下：

（一）顯示機器上之蒸汽活門及排汽活門之啓閉，是否適當，並是否與活塞之地位相對。（二）能使人計算蒸汽在機筒中膨脹時所發生之功率。（三）能使人決算機器所用蒸汽之量數（近似的）。除以上之功用外，器示壓容圖能顯示不易尋察的瑕疵。

最簡式之示功器，為瓦特氏示功器（見第四十五圖），蒸汽由機器之機筒走進示功器之機筒，蒸汽之壓力迫使示功器內之活

第四十四圖

瓦特氏蒸汽機用之示功器



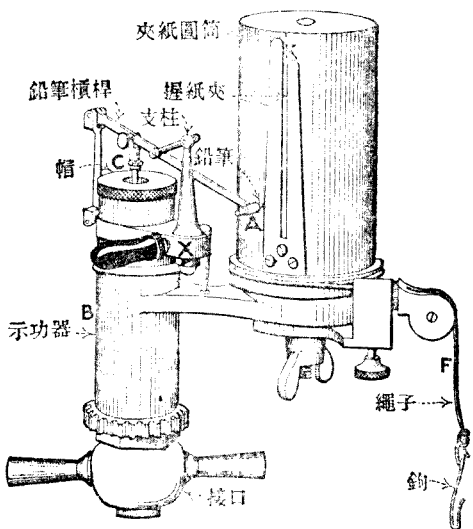
塞向上移動而將彈簧壓縮，示功器上之筆於是上升，圖紙亦隨繩拉動，該繩則繫於機器之叉頭上，圖紙所畫之圖顯示當機器轉動時在機筒內各部之蒸汽壓力，在不論何時畫筆升起之高低即可量機筒內之壓力，在圖紙上之水平線距離從一端至彼端即是機器活塞之動程，故水平線之長即代表活塞動程之長也。

畫筆之機構（見第四十六及第四十七圖）能使示功器採用強有力之彈簧且無須十分壓縮即可使畫圖上有相當之直線，若此則可減少重部之運動同時減低較大動作各部之重量。現代示功器在機器平時之速度下皆能不為慣性力

所羈。優良的畫筆機構能在捲於示功器之圓筒（在不動時）上之圖紙上畫一垂直線，並能使畫筆之起落與示功器活塞之行動恰成比例（普通四倍至五倍）。

主要式畫筆之機構共有兩種即平行連接與彎曲縫隙是也。

第四十五圖 示功器外形



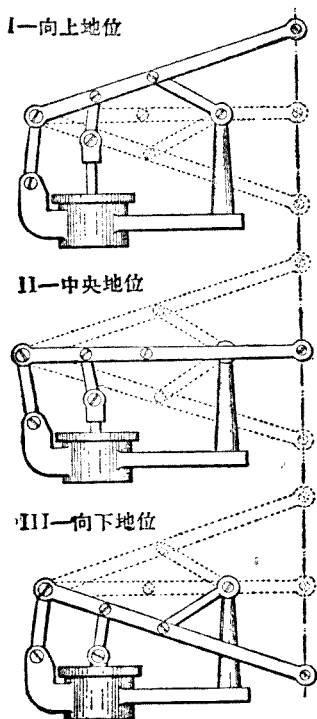
平行連接之機構(見第四十六圖),彎曲罅隙之機構(見第四十七圖)皆能使畫筆尖有垂直之行動。

示功器之減縮機構亦稱之為減縮運動(見第四十八圖)。此項機構之需要,因有時機器之動程太長不能畫入圖中,有此減縮機構,則機器上活塞之完全動作,皆可表現於示功器之畫圖上,且

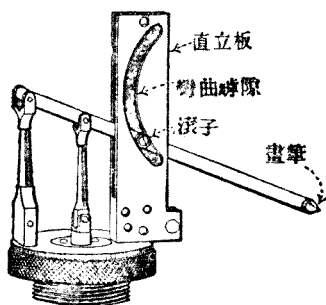
示功器上可畫之圖,至長不過六吋,故各種機器必須有一種減縮機構。

示功器之減縮機構共有四種式樣,(一)擺子槓桿(見第四十八圖),(二)比例畫器(見第四十九圖),(三)減縮輪(見第

第四十六圖
產生直線之畫筆機構



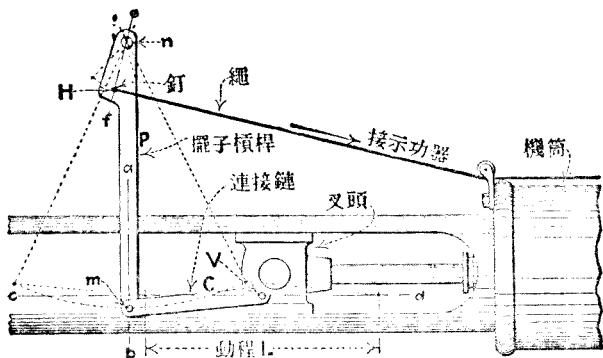
第四十七圖
彎曲罅隙平行運動



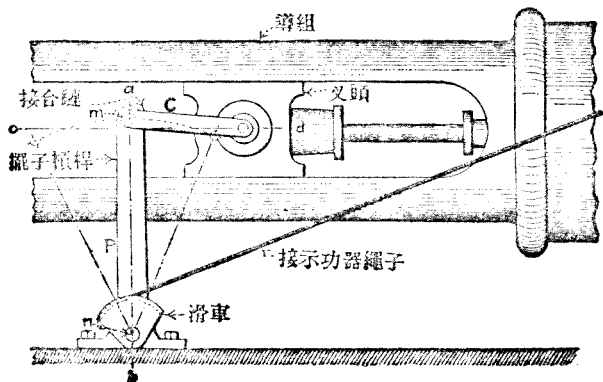
五十圖), (四) 斜面(第五十一圖) 普通所用者為前三種。以上之減縮機構均能完善實用, 惟裝置時須加意小心, 否則所得之結果, 則不準確, 茲將各式減縮機構詳論之。

擺子槓桿之減縮機構係廣為採用之一種, 若遵守其構作上

第四十八圖 擺子槓桿減縮運動



第四十八圖乙 帶用滑車之擺子槓桿



之需要，則可得最準確之減縮。擺子槓桿 P 至少須與機器動程之長相等，當其在中央地位 ab 時須與叉頭運動之方向成爲直角。擺子槓桿與叉頭間之接合鏈 C 須約有一半機器之動程之長。擺子槓桿與接合鏈裝接之點 m 須在 cd 線之上當叉頭行動至兩端盡頭處，當叉頭行動至動程中央時則裝接點 m 在 cd 線之下，cd 線與機器之軸線成平行並經過接合鏈與叉頭接連處之中心點，示功器圓筒上之繩的牽引必須與槓桿臂之中央線成直角，因此有時須槓桿臂加大，常時用一段有槽之滑車以代擺子槓桿上之釘 H。（見第四十八圖乙）。

〔註〕尋連接點 H（見第四十八圖）或 H_n 之距離，或滑車之半徑（見第四十八圖乙）可得一定器示壓容圖之長。其法如下：以槓桿全部之長 mn 乘所需要器示壓容圖之長而以機器動程之長除之，均以吋計。

尋器示壓容圖之長則以機器動程之長乘 H_n 之距離而以槓桿之長 mn 除之，均以吋計。

例一、一蒸汽機之動程爲 30 吋，用一擺子槓桿長 35 吋，如欲得一 3 吋長之器示壓容圖則支點與釘之距離需若干長？

答： $(35 \times 3) \div 30 = 3\frac{1}{2}$ 吋，支點與釘之距離（即圖中 H_n 之距離）。

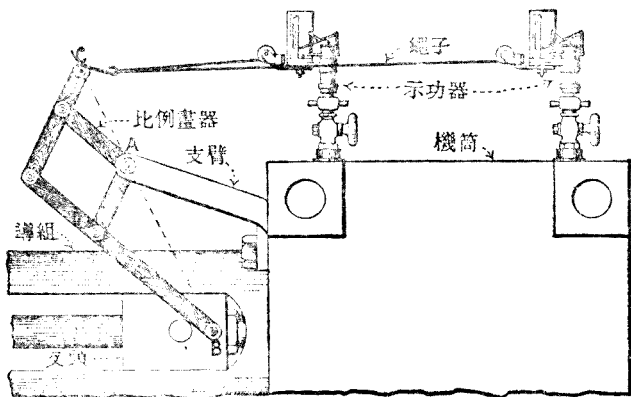
例二：一蒸汽機之動程爲 24 吋有一 5 呎長之擺子槓桿並

有一段有槽滑車之半徑為 10 吋，所欲之器示壓容圖為若干長？

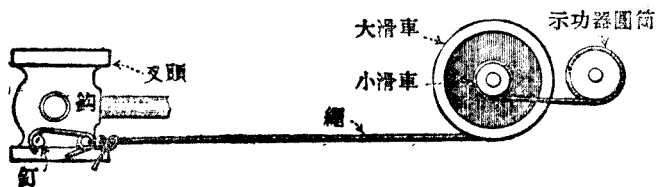
答： $(10 \times 24) \div (5 \times 12) = 4$ 吋(圖長)。

比例畫器可用以作減縮機構(見第四十九圖)因其含有兩動點，此兩動點之行動成平行又成比例。此項畫器有數連接條互相用樞軸連接成爲兩副平行的連環，A 點爲不動點(見第四十九圖)另有 B 點能給一規定的運動，其第三點 C 則接受一運動

第四十九圖 簡單比例畫器減縮運動



第五十圖 減縮輪



而與 B 點並行而成比例。但 A, B, C, 三點必須原先擇定(見圖), 由比例畫器接連之繩必須與機筒之縱軸線成平行, 若知 B 點之移動程及所需要的 C 點之移動程則用以下之公式可推算 A 點與 C 點之距離。

AC (距離) = [C 點之移動程 × AB (距離)] ÷ B 點之移動程。

例如：一蒸汽機之動程為 24 吋, 需要器示壓容圖之長係 4 吋, 若 AB 之距離為 36 吋, 則 AC 之距離為何?

答案：AC 距離 = $(4 \times 36) \div 24 = 6$ 吋。

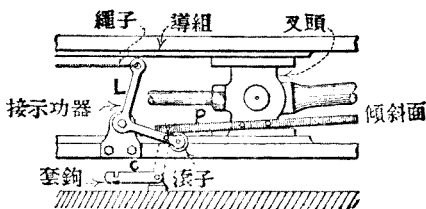
減縮輪(見第五十圖)之計畫係用一繩直接由叉頭穿過滑車再用一繩由第二滑車穿接於示功器之圓筒上, 第二滑車或較第一滑車小或齒連於比第一滑車較緩的旋轉速度而直接由第一滑車帶動。

採用減縮輪時則以下之各要點必須遵守：(一) 減縮輪之設計, 必使其在任何之工作情況下, 其動作部之動量不足使繩子鬆懈。(二) 須用不易伸縮的繩子。

用減縮輪時須注意繩子由叉頭至輪子須與機器之機筒縱軸線成平行, 示功器圓筒上之繩子穿過滑車與滑車之軸線成直角。若是則所畫之器示壓容圖可以平正無疵, 且繩亦無脫落滑車之虞。

傾斜面之減縮機構(見第五十一圖)可給甚好之減縮若曲柄 L 轉動之角使其甚小,壓容圖之長係由傾斜面 P 之傾斜度及曲柄 L 兩臂之長而擇定其直豎臂之長度能使繩子直接連接於示功器。另用一鉤鏈 C 以分離旋桿與傾斜面而停止示功器之動作無須解除繩子。

第五十一圖 傾斜面減縮機構



凡示功器之減縮運動須經過兩次考察後方可應用。所須考察者(一)減縮準確與否之考察,

先將叉頭之動程分為八等分(見第五十二圖),將示功器(取出器中之彈簧)裝接於機器之機筒上,再將示功器接於減縮運動而將叉頭移至零點,將示功器上之畫筆升起在畫紙上畫一直豎線,再將叉頭連續移動至 1,2,3,4,5,6,7,8, 之地點,在每一地點上用畫筆在畫紙上畫一直豎線,若畫紙上之直豎線距離相等,則減縮準確矣。

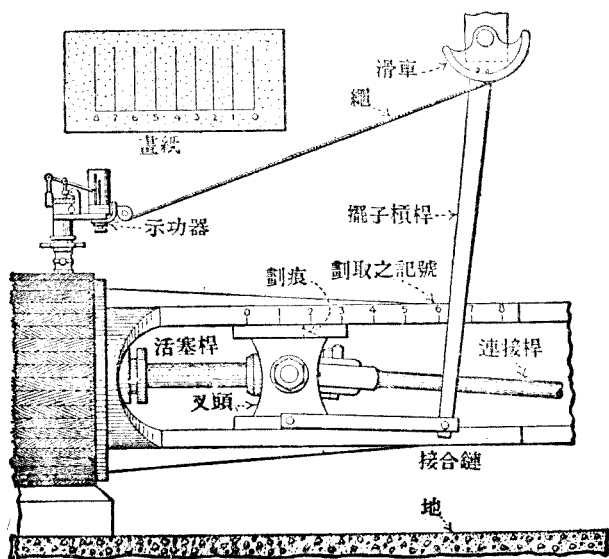
(二)考察失卻之運動,慣性或動量之結果,將機器緩緩開動並在畫紙上畫一大氣線。畫大氣線法係用手將畫筆握近畫紙上俟機器行動一公轉,使機器之速度漸增,再畫一線比第一線約高 $\frac{1}{16}$ 吋,若兩線之長度相差甚多則顯示因之於減縮機構或示功器圓筒動量或繩子伸長。糾正之法須記下一切失卻的運動,用一短

繩或鐵絲若是可校正示功器圓筒之彈簧而減少錯誤。

示功器之接管必須小心選擇，其管子之大小須足敷蒸汽流通而不減小壓力。且管子體積之大小並不影響機器之工作而須增加餘隙之容積。

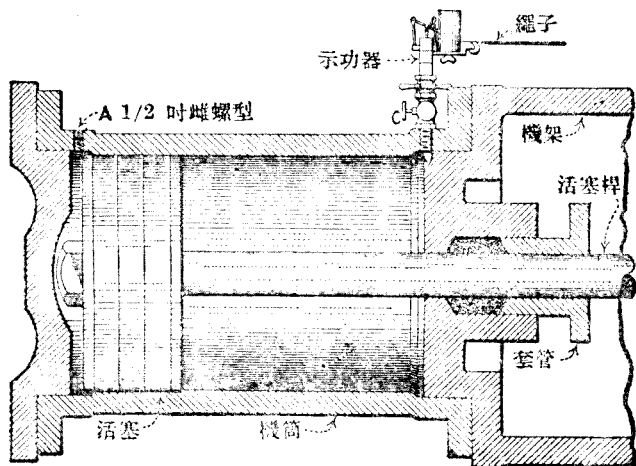
〔註〕裝示功器接管之最善法係直接鑽一雌螺型於機器之機筒上(見第五十三圖)用以接 $\frac{1}{2}$ 吋管子，有時示功器亦可直接裝於機筒之傍(見第五十四圖)，用一直通示功器之活門裝於管上，凡示功器上之活門必須接一減壓通管以便於示功器之活門關閉

第五十二圖
校準減縮機構法

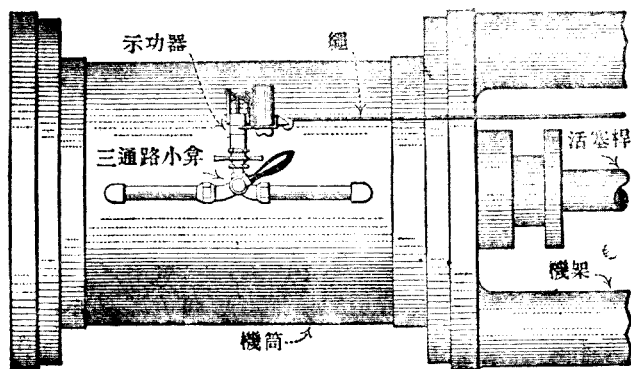


時減低在示功器活塞下之壓力。

第五十三圖
機筒上接示功器之法



第五十四圖
機筒兩端合用一單獨示功器之安排法



用一單獨示功器以顯示機器機筒中之功用非為善法，在必需時則必用一三通路之活門及管子如第五十四圖。示功器則與機筒之兩端輪替交通。一張畫紙上可畫兩器示壓容圖，但此項壓容圖按以上示功器裝置法而得者並不十分可靠，因蒸汽須緩緩充滿管中方可得有與機器機筒內同等之壓力。按照第五十四圖之裝接法所得之結果約超過實數百分之三至百分之七。第五十五圖之接管裝法最為合用，而所得之結果亦較準確，可以用之裝接一個或兩個示功器同時工作。

第五十五圖 用示功器之接管



示功器用之彈簧係按其堅硬性而列次序，示功器之彈簧號數或規尺係以壓力（每方吋上之磅數）計，此項壓力壓在活塞（示功器的）上可以將畫筆升起一吋。是以 100 磅之彈簧置於示功器中能使畫筆升起一吋當機器機筒中之壓力每平方吋上為 100 磅，若機器機筒中之蒸汽壓力每平方吋上為 200 磅，則畫筆可升起二吋。下表顯示美國所製之各種彈簧並指示 $\frac{1}{2}$ 平方吋面積之示功器活塞上能接受之最大的安全壓力，若用 $\frac{1}{4}$ 平方吋面積之示功器活塞則安全壓力可按下表照加一倍。

例如：一個 50 磅彈簧若用於 $\frac{1}{4}$ 平方吋面積之活塞上則成為 100 磅之彈簧，每平方吋面積上之安全壓力則成為 200 磅至 240

磅。

示功器之彈簧必須妥慎收藏，因此種彈簧，經常用後，堅硬性必改變，故在考察機器之前後，必須試驗該彈簧之壓力是否準確。

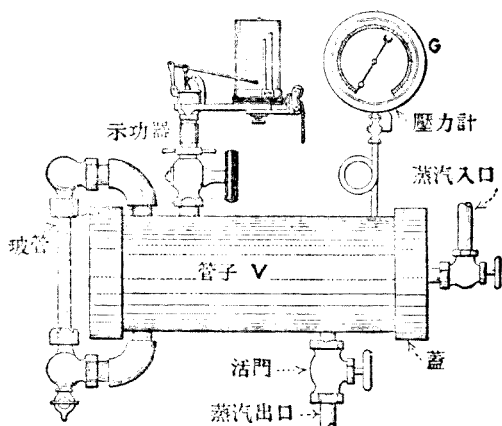
下表指示示功器彈簧可接受之安全壓力，表上之壓力較高值用於每分鐘 200 公轉以下之機器，低值則用於至每分鐘 300 公轉之機器。

彈簧之號數	安全壓力	彈簧之號數	安全壓力	彈簧之號數	安全壓力
每吋磅數	每平方吋上之磅數	每吋磅數	每平方吋上之磅數	每吋磅數	每平方吋上之磅數
10	9 至 15	50	100 至 120	90	180 至 190
16	20 至 30	60	120 至 140	100	200 至 215
20	30 至 40	64	130 至 145	120	225 至 240
30	55 至 65	70	135 至 150	125	230 至 250
40	80 至 95	72	140 至 160	150	265 至 300
48	95 至 115	80	160 至 170	200	325 至 380

試驗示功器之彈簧法：按照第五十六圖，先將示功器裝接在一蒸汽管上並裝一準確的壓力計，先在畫紙上畫一大氣壓力橫線，每次畫線時，須將示功器上之繩，用手拉動，使示功器上夾畫紙之圓筒轉動。既畫過大氣壓力線後，將蒸汽緩緩放進管中，以壓力計校對，每增 10 磅壓力時畫一橫線，直至蒸汽最高之壓力為止，然後將管內之蒸汽緩緩放出。每次壓力遞減 10 磅時，在畫

第五十六圖
考察示功器之彈簧

紙上再畫橫線，至管內之蒸汽放完爲止。因示功器之機筒內有摩擦力之故，則後畫之橫線，或較高於先畫之橫線。考察完畢後，所畫之畫紙應似第五十七圖，彈



簧上所接受之準確壓力須爲兩線之中心線，彈簧之號數或規尺則照以下之公式計算。

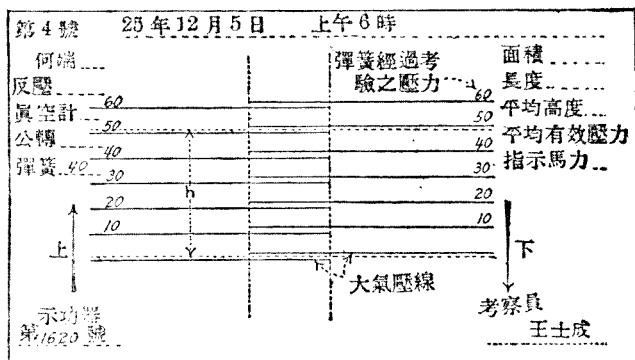
$$\text{彈簧之規尺} = \frac{\text{計示壓力 以每平方吋上之磅數計}}{\text{畫紙上橫線距之高度 (以吋計)}}$$

例如：按第五十七圖，設 50 磅線之高度爲 1.19 吋，則彈簧之號數或規尺爲 $50 \div 1.19 = 42$ 磅 (每平方吋上之壓力)。

當考察機器時必須選擇示功器之彈簧，使其能畫較大之器示壓容圖，蓋圖愈大而計算時錯誤愈小也。但此種策劃亦有一定限止，若爲高速率之機器畫較大的器示壓容圖，似乎示功器與其機構當受慣性力之影響，如第五十七圖 a。故畫較大器示壓容圖

第五十七圖

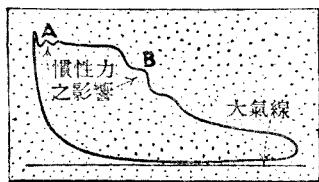
示功器之彈簧考察單式



之利益，不能抵除所進入之錯誤。因所用之彈簧太軟，此項因慣性力所影響之錯誤，必須用較硬之彈簧以去除之。大概選擇合宜的示功器之彈簧，可用以下定律，但畫圖之高度不能超出 $1\frac{3}{4}$ 吋。

第五十七圖 a

因彈簧太軟壓容圖受慣性之影響



定律如下：

用於無冷凝之蒸汽機(或機筒)

$$\text{彈簧之號碼(或規尺)} = \frac{\text{在活門口蒸汽之壓力}}{1\frac{3}{4}}$$

用於有冷凝之蒸汽機(或機筒)

彈簧之號碼(或規尺) =

$$\frac{\text{在活門口蒸汽之壓力} + \frac{1}{2}(\text{冷凝器之真空})}{1\frac{3}{4}}$$

例如：一複式蒸汽機用以下之蒸汽壓力而工作，蒸汽在總活門之壓力為計示每平方吋 200 磅，在接受器中之蒸汽壓力為計示每平方吋 4 磅，冷凝器內之真空為 27 吋水銀，求示功器之彈簧號碼。

答案：高壓機筒所用之彈簧依第一公式計算。

$$\begin{aligned} \text{彈簧之號碼} &= \text{在活門口蒸汽之壓力} \div 1\frac{3}{4} = 200 \div 1\frac{3}{4} \\ &= 114\frac{2}{7} \text{磅(每平方吋)可選用 120 磅之彈簧。} \end{aligned}$$

低壓機筒所用之彈簧依第二公式計算：

$$\begin{aligned} \text{彈簧之號碼} &= \{ \text{在活門口之壓力} + \frac{1}{2}(\text{冷凝器之真空}) \} \div 1\frac{3}{4} \\ &= (4 + \frac{1}{2} \times 27) \div 1\frac{3}{4} = 17.5 \div 1.75 = 10 \text{ 磅(每} \\ &\text{平方吋)可選用 10 磅或 12 磅彈簧。} \end{aligned}$$

注意：須採用比計算所得較硬之彈簧以免畫筆被推升太高。

將彈簧裝置於示功器內時先以其一端裝緊於固定之支柱上，他端則裝接於示功器之活塞或活塞桿上。在未裝入活塞及螺絲帽並畫筆機構於示功器內時，須先視察有無失卻運動太多之處。以一手執其螺絲帽用彼手推動活塞以糾正畫筆升起之高度

如第五十八圖，加機筒用之滑潤油兩滴於活塞上，再加最薄之機器油少許於畫筆之機構上，將螺絲 C 旋動，俟畫筆糾正至需要之高低時爲度。若示功器係用於無冷凝蒸汽機時，則畫筆須高於圓筒上之繩子約 $\frac{1}{4}$ 吋，若係用以考察有冷凝蒸汽機時，則畫筆更須較高，則在排汽動程中畫筆不致降落太低。

示功器未裝接在機器上之前，須先使蒸汽將接連活門等處吹通，俾無他物阻礙其中而足以損及示功器之機筒，然後將示功器之圓筒上之繩子，接在減縮機構上，並將其長短校正，使圖能畫在紙之中間，用手將裝接在機器上之繩子試行拉動並置準畫筆，當蒸汽壓力升漲時，能畫淡線而不致刮破畫紙，且升起不太高而降落亦不太低。

示功器所用之畫紙須光滑而堅結，則使用時不致損裂，畫筆在其面上移動時不發生摩擦，畫紙之闊須與示功器上圓筒之高相等，畫紙之長須較圓筒之週長約一吋。第五十九圖及第六十圖指示裝置畫紙於圓筒上之步驟，先將畫紙之一端插入圓筒上之較長之紙夾下，將紙捲過圓筒再將其彼端插入較短之紙夾下，用手指握住畫紙之兩端將其緩緩滑下圓筒，將紙拉緊，再將紙角摺轉，若是則畫紙已牢置於圓筒上矣。

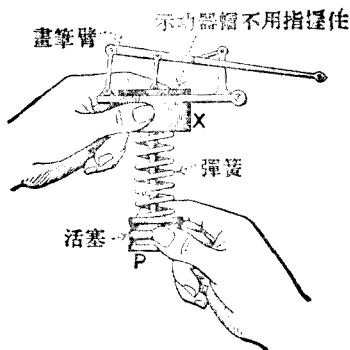
示功器上之畫筆，須用尖而且短之硬鉛筆，時須用沙皮磨之以保其尖銳，若用硫酸鋅塗抹之畫紙，則可用金屬之畫筆。此項

畫筆能常保其尖銳，雖摩擦力較大無害也。

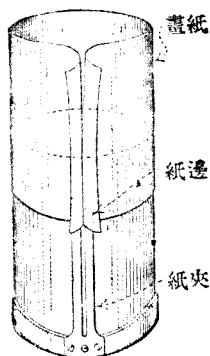
每器示壓容圖畫畢後須畫一大氣壓力線，最好之畫法如下，先將蒸汽關閉，用手指握畫筆貼近畫紙上，解除連接於減縮機構上之繩子，用手拉動，使示功器之圓筒旋轉一周，則大氣壓力線畫成矣。

用示功器畫壓容圖之程序如左：(一)開啓示功器上之活門，令蒸汽緩緩進入使器溫熱。(二)示功器溫熱時將繩子連接於減縮機構。(三)用手指握畫

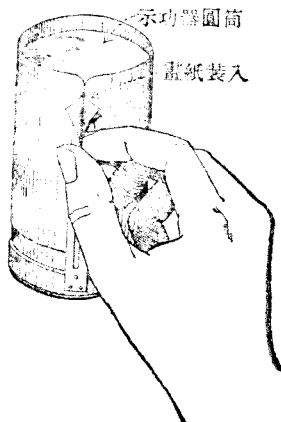
第五十八圖 校準畫筆法



第五十九圖 裝畫紙法



第六十圖 裝畫紙法



筆貼紙至少有機器四公轉之久。(四)關閉示功器上之活門並將繩子解除。(五)視察壓容圖上現有錯誤之點否。

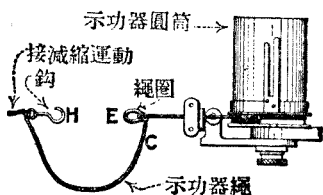
裝接示功器之繩子等有時鬆懈故須常時考察有無失卻運動及畫圖是否仍在紙之中央。

第六十一圖第六十二圖與第六十三圖係解說勾連示功器上繩子之最善法。第六十四圖係指示在示功器繩子之一端可挽一能校正之繩圈法。第六十五圖顯示繩圈上之結，繩子連接於勾子上時，其長短可隨時糾正。示功器上所用之繩子須擇最高等者其直徑約 $\frac{3}{64}$ 至 $\frac{5}{64}$ 吋，或其他光滑而無伸縮之繩亦可擇用，有時亦可用 $\frac{1}{64}$ 吋及 $\frac{1}{32}$ 吋直徑之鐵絲。

第六十六圖顯示一理論的壓容圖之形狀，機器之動程為 32

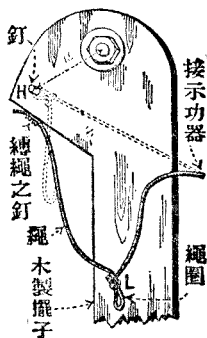
第六十一圖

接圓筒上之繩子法

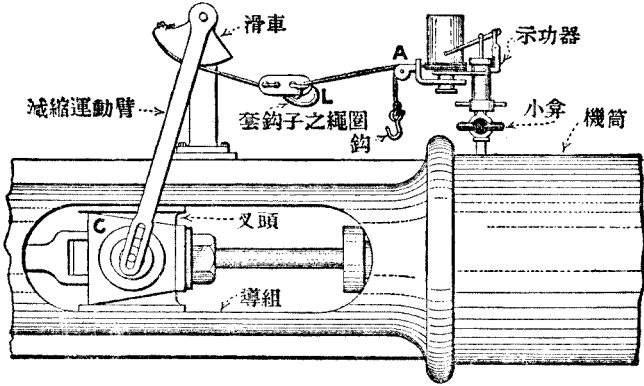


第六十二圖

連接擺子槓桿之繩

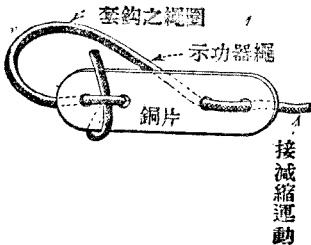


第六十三圖
安排接示功器繩之法

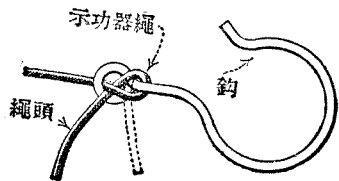


時，常活塞由起始行動至 8 吋地位則蒸汽斷絕。常活塞行動至距動程終點 2 吋時則排汽活門開啓。在活塞回復動程上距終點 5 吋時則排汽活門關閉。活塞行至動程終點時則蒸汽活門方開啓。供給機器之蒸汽壓力爲計示每平方吋 60 磅，排汽入冷凝器有 24

第六十四圖
結能校正之繩圈法

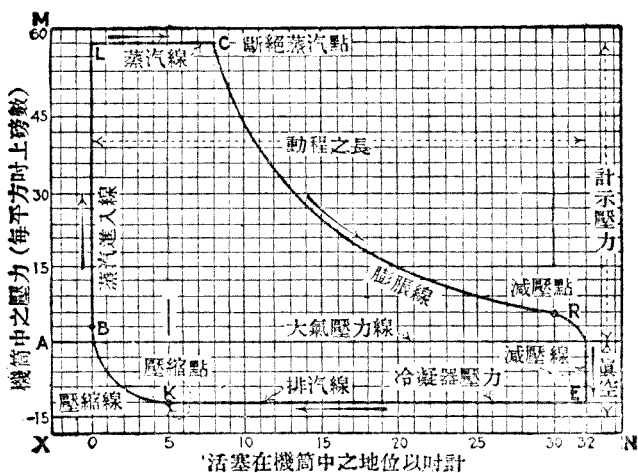


第六十五圖
結可校長短之繩圈法



吋水銀線之真空，用圖表紙畫出如第六十六圖，直線 XM 代表蒸汽之壓力，橫線 XN 代表活塞之地位，當活塞開始行動至 8 吋時，機筒中之壓力應為 LC 等於每平方吋 60 磅，因蒸汽活門係開啓也。此後膨脹依 CR 線直至 R 點則排汽活門開啓，於是

第六十六圖

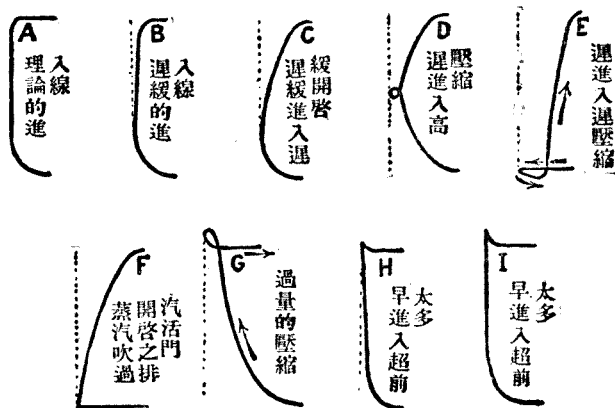


壓力降落甚快至 RE 與冷凝器相等之壓力，在活塞回復動程時蒸汽壓力 EK 仍為冷凝器內之壓力直至 K 點則排汽活門關閉，於是在機筒中存留之蒸汽則經受壓縮至 KB，末後活塞達到動程之終點在 B，則蒸汽再由汽鍋中進入機筒，此時機筒中之壓力立即升高至 BL 與供應之蒸汽壓力相等，其壓縮線與膨脹線之實在形狀係依賴餘隙之容積當詳述於後。

真確的器示壓容圖，與理論者相差甚多，其原因如下：（一）因活門之安置不能得到最善之畫圖。（二）機器之設計上不能得到完善的畫圖。（三）裝置機器時或有缺點，但由器示壓容圖，人能知安置機器上之活門合式與否，並能知不能得到完善畫圖之故。觀察第六十六圖將各線分開講說。

不同樣之蒸汽機應有異樣之蒸汽進入線，第六十六圖之 BL 線與第六十七圖之 A 線為低速度四活門之蒸汽機常顯示於壓容圖之形狀。在高速之蒸汽機上其蒸汽進入線，（見第六十八圖）常不顯示於畫圖，此種情狀最為合理。若蒸汽活門在循環中開啓略緩，但開啓時尙快，則蒸汽進入線將與第六十七圖之 B 線相掙。若蒸汽活門開啓遲慢，則與第六十七圖中之 C 線等矣。注意

第六十七圖 不同的蒸汽進入線

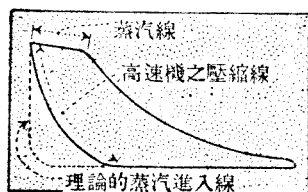


此處活塞向外行動，在活門暢開以前，活塞之速率漸增，則蒸汽無由增其壓力直至活塞將達終點之時。若經壓縮之蒸汽在餘隙內，在蒸汽活門開啓之前起始膨脹，則得有若第六十七圖之 D 線，若圖中之 E 線則少遇見。此處排汽活門關閉適在活塞到達回復動程之終點時，活塞向外移動則使在餘隙中之蒸汽膨脹，壓力因而降低，直待蒸汽活門開啓使壓力升高，圖中之 F 線顯示蒸汽活門

開啓在正當之時間。但排汽活門開啓之時間太久，圖中之 G 線顯示壓縮太高，蒸汽活門開啓，使蒸汽流出機筒而入汽箱，直待活塞向外移動再行膨脹。適如 C 線因蒸汽進入緩遲故進入線向內傾斜。若 H 線蒸汽進入早則進入線向外傾斜。若 I 線亦代表一早進入之情況，減少超前點常使機器行動較平穩而進入線則平圓若 A 線狀。

第六十八圖

高速機之理論的壓縮圖



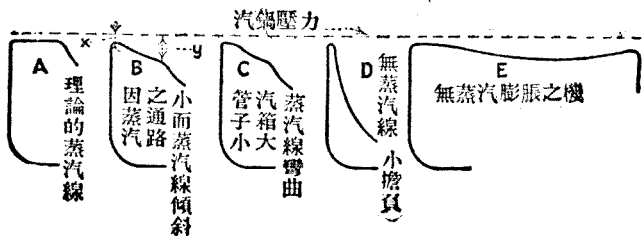
第六十九圖中之蒸汽線解釋蒸汽壓力之丟失，因蒸汽從汽鍋進入機筒，其壓力之丟失，當依據蒸汽流行時所經過一切之道路。若水之從高處向低處流動。蒸汽之流行亦必有兩端壓力之相差，蒸汽之速率愈高而所流行經過之管內面積愈大，則經過時所受之摩擦力抵抗亦大。摩擦力之抵抗愈大，則兩端之壓力相差亦

必增大而使蒸汽流行。

在蒸汽機中，蒸汽初進入時，活塞約在動程終點之地位，故流行甚緩。蒸汽所須充滿之處僅有餘隙之容積，故充滿甚速，且須甚小之蒸汽速率以經過汽門。當活塞向外移動時，蒸汽必須沖進以充滿所空出之容積，活塞向外移動愈速，則蒸汽流行之速度亦必增快，是以活塞向外移動時，則蒸汽所經過之道路上的摩擦力增加甚快，故汽鍋與機筒間之蒸汽壓力之相差必須較多也。

若第六十九圖中之理論的蒸汽線之發生須蒸汽之流行速率在經過各路時不受摩擦力之影響。此種情形可得之於極低速率之機器而有大大且直接的蒸汽通路。大概多數之高立司蒸汽機有近似理論的蒸汽線，高速率機器之蒸汽線近似第六十九圖中之B線， x 與 y 相差之數，代表需增加之壓力，以迫令蒸汽有較高之速率進入機筒，在活塞離開終點之後。機器之有較大之汽箱者，則蒸汽線當近似 C 線，因蒸汽留存在汽箱中者已能保留在機筒

第六十九圖 不同之蒸汽線

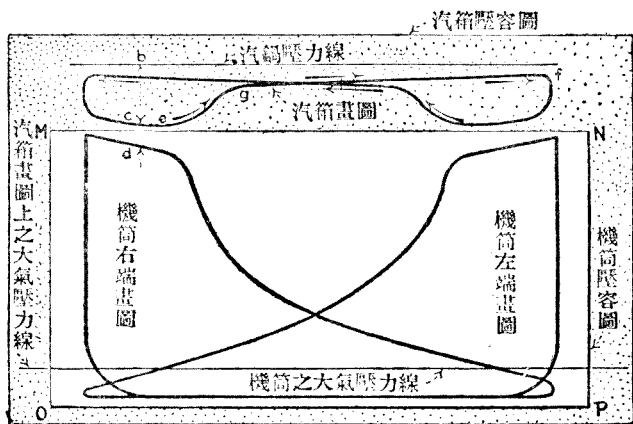


中之壓力，直待活塞動程已遠出且得較高之速率。圖中之 D 線表示機器負擔輕時其蒸汽線之形狀，斷絕蒸汽施行在蒸汽充滿餘隙之時，圖中之 E 線顯示在一無膨脹之機器中，蒸汽壓力降落之參差，當活塞移動由一端至其終點之地位，若機器有極遲之斷絕蒸汽點其蒸汽亦恆與圖中之 E 線相同。

汽箱內壓容圖如第七十圖，若與機筒之壓容圖連合，可以分開汽鍋與機筒間蒸汽壓力之丟失。汽箱內之壓容圖亦用示功器描畫，該示功器係用管子接於汽箱，而用與畫機筒圖同樣之減縮機樞行動。畫汽箱之壓容圖時，機器工作情狀必須與畫機筒壓容圖時相同。畫畢後可將機筒之壓容圖剪出而黏貼於汽箱之

第七十圖

機筒壓容圖貼在汽箱壓容圖上

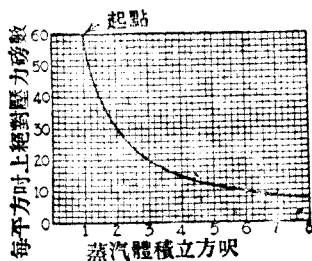


壓容圖上使兩端與大氣壓力線互相脗合若第七十圖。然後將汽鍋壓力線用手描畫，其高度須從大氣壓力線量起，與壓容圖上之規尺相符。例如壓容圖上之規尺每吋代表每平方吋上 80 磅之壓力，若汽鍋之計示壓力為 120 磅，則汽鍋壓力線之高度距大氣壓力線應為 $1\frac{1}{2}$ 吋。

解釋第七十圖，當機器右端之蒸汽活門開啓時，則汽箱中之壓力降低，活塞由此端移開時，汽箱中及機筒中之壓力均低減，直至斷絕蒸汽點 e，汽鍋與汽箱間之壓力 bc 及汽箱與機筒間之壓力 cd 均更低降，因蒸汽之速率加增故也。在斷絕蒸汽以後，由汽鍋供給之蒸汽祇用以充滿汽箱，故壓力增長起初甚快若 eg 線，然後較慢若 gf 線，直至左端之蒸汽活門開啓再使壓力降低。有時因供給管中蒸汽之動量，使 g 點顯示較高，而 gf 線幾與汽鍋壓力線並行，bc 之距離常可減小，且完全汽箱之畫圖可成扁形，若用較大之蒸汽供給管於機器上，若將機器中之蒸汽活門開啓略加寬，則 cd 之距離亦能減小。

蒸汽機之膨脹線常隨一直交雙曲線如第六十六圖及第七十一圖，此則絕對壓力之降落與蒸汽體積之加增適成反比例，若蒸汽

第七十一圖



之體積加增一倍，則壓力降落至較起初之一半，若蒸汽之體積增長至原有之五倍，則壓力僅有原來之五分之一，第七十一圖代表一立方呎蒸汽之膨脹線從起始有絕對壓力每平方吋 60 磅。

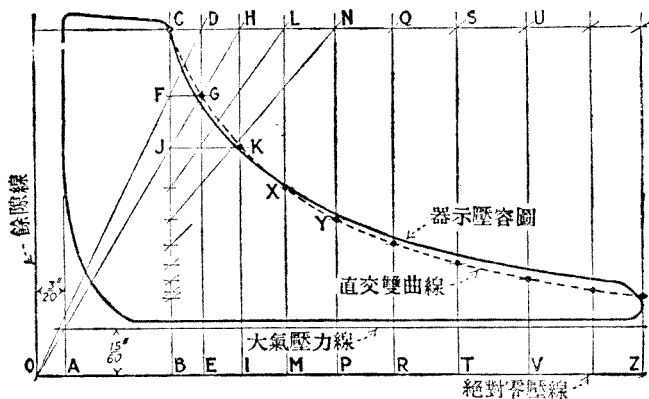
例：按照第七十二圖之壓容圖係用一 60 磅彈簧描畫，機器之餘隙容積為活塞位移之容積百分之五，由蒸汽斷絕點試畫理論的蒸汽膨脹線。

答案：圖長既為 3 吋，則餘隙之容積 OA 須代表以百分之五的 3 吋，則等於 $0.05 \times 3 = 0.15$ 或 $\frac{3}{20}$ 吋，畫在左邊如圖上顯示，零磅壓力線 OZ 可按規尺畫在大氣壓力線之下，除彈簧之規尺為極小者，大氣壓力可用 15 磅，描畫理論的曲線經過 C 點（斷絕蒸汽點）先畫 CU 線與大氣壓力線平行並垂直線 CB。將 BZ 線分為若干份（長度隨意）若 BE, EI, IM, MP 等在每一分點上畫垂直線，從此項垂直線與 CU 線之交點畫對角線至 O 點，由此項對角線交割在 CB 線上之各點畫水平線若 FG, JK 等，由 G, E, Y, 等各點連接一曲線則成理論的蒸汽膨脹線矣，膨脹開始時，壓力之低降甚速，故 DE, HI, 等線之距離應較狹，則膨脹線亦較準確。

蒸汽膨脹線可以顯出蒸汽活門漏汽之處（觀第七十三圖並七十四圖），若活門準合的安置其座上則實際之膨脹線起始時必常在理論的膨脹線之下，然後升高直至終點。（若第七十二圖）

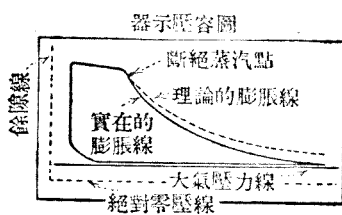
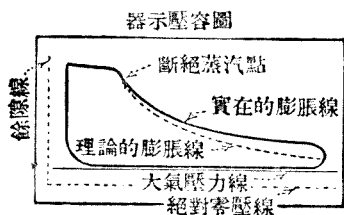
若排汽活門滲漏使實在的膨脹線與理論的膨脹線相吻合或在其下(若第七十四圖), 若蒸汽活門滲漏則實在的膨脹線統在理論的膨脹線之上(若第七十三圖)。

第七十二圖



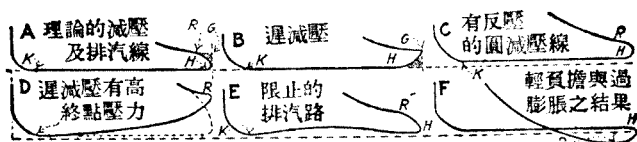
第七十三圖

第七十四圖



減壓線與排汽線可以解釋由機筒取蒸汽如何奏效(觀第六十六圖及第七十五圖之 RE 並 EK 線), 因兩線彼此混合故不易分別觀察。減壓線在減壓點起, 其終點在壓力減至最低處若第

第七十五圖 異樣減壓與排汽線



七十五圖中之 H 點，排汽線亦稱為反壓線在 H 點起始終止於 K 點（即壓縮點），至此則排汽門關閉。因機筒中之壓力在排汽時使蒸汽流動，必須有比蒸汽排入處較高之壓力。如蒸汽被排入空氣則排汽壓力應大於大氣壓力，若排汽過路係直接而短且大者，則壓力之較不顯示於壓容圖上，若第七十五圖上之 A 與 B。因所用迫使活塞向前進之壓力，在其動程至終點前，應宜減低則如 A 圖上之減壓線為最宜，最大之工作當可從蒸汽中得到，若減壓線能隨 A 圖上之 GH 線，結果有如 B 圖之狀況，其丟失之工作（畫淡影者之部份）與 A 圖相等。A 圖與 B 圖之平均狀況則表示於 C 圖，用高的正壓力則 B 圖之狀況成 D 圖之形狀。因當機筒之容積減小時，蒸汽尚在膨脹使排汽不能逸出機筒，D 圖中之虛線顯示提早減壓之利益，E 圖之狀況顯示若排汽活門在其暢開時仍遮蓋出汽門太多，則排汽線有如圖中之形狀。此種狀況亦能發現於學機筒之機器，其兩曲柄安置成 90 度之角，則當彼機筒減壓時必隆起。若斷絕蒸汽在動程中太早則蒸

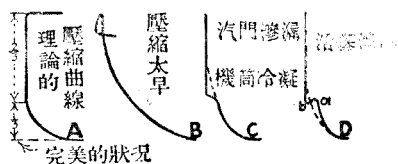
汽能膨脹至較排汽之壓力低若 F 圖，若是則排汽活門開啓能使以先排出之汽流回機筒。此項過份的膨脹代表工作之丟失，免除過於膨脹，可用相當之活門，以阻滯汽之流入，使斷絕蒸汽較遲。

壓縮線在不同之機器中改變甚多，觀第六十六圖第七十六圖第七十七圖及第七十八圖可知壓縮線之形狀，全賴活門之安置，機器之狀況，排汽之壓力及餘隙之容積。大概壓縮線應與膨脹線相反，並亦須成一雙曲線的曲線。因機筒中容積減小則壓力上升也。此項增加壓力，在活塞動程至終點時，助其停止在其向反向移動之前，若此則關閉些少量之蒸汽於機筒中，然則在蒸汽活門開啓時，所須充滿餘隙中之蒸汽量數，可以減少矣。壓縮線須增其壓力與蒸汽進入線

等（見第六十八圖），則蒸汽方完全充滿餘隙之地位。既若此有較多於所需要之壓縮以停止活塞，最

宜者係有足敷之壓縮而引起機器之平滑行動。常時此種狀況之獲得當壓縮線與蒸汽進入線相連約為畫圖的三分之一高度（見第七十六圖），在自動之機器中壓縮係依賴機器之擔負。擔負輕則壓縮過份若 B 圖，C 圖之狀況因被壓縮之蒸汽抵觸餘隙中之冷垣上而冷凝，但大多因排汽活門滲漏之故。所以活塞之行動緩

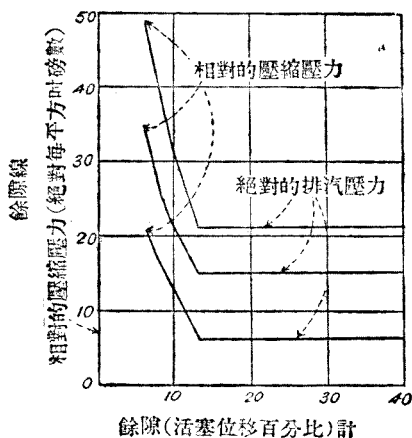
第七十六圖 不同之壓縮線



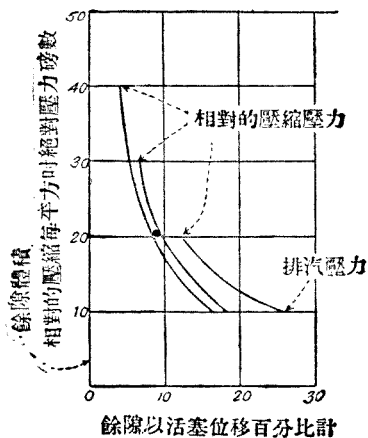
時則壓力增高，蒸汽逸出之速度與活塞行動以壓縮之速度相同也。D 圖之狀況顯示有滲漏之活塞，其壓縮曲線係在雙曲線之曲線之上（因蒸汽從彼端漏入）至 a 點，彼端得到減壓處則低落由 a 至 b 當滲漏在活塞之彼端。

(註)第七十七圖顯示在同一蒸汽機中不同之排汽壓力影響於壓縮，在壓縮終了時之壓力增加與排汽壓力正成比例。設絕對之排汽壓力加倍則壓縮之壓力亦加倍，以此類推，第七十八圖顯示在同一裝置之活門的機器中，而其餘隙不同，其壓縮之壓力亦不同。設餘隙之容積等於回復動程未完全之一部份，當排汽活門關閉時，其壓縮之壓力，將為兩倍於

第七十七圖



第七十八圖



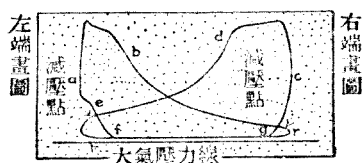
排汽之絕對壓力。若餘隙祇較上之一半容積，餘均不變，則壓縮之壓力，將為排汽壓力之三倍。由此已極顯明，若機器有極小之餘隙容積，則排汽活門須在動程中關閉稍遲，否則將有高壓縮壓力之結果。

器示壓容圖可顯示機器上各種缺點之榜樣，當包括於下，使讀者明瞭其分析，至於改正活門裝置錯誤之法，當詳論於第四節及第五節，改正機械的錯誤之法則詳說於第十三節。

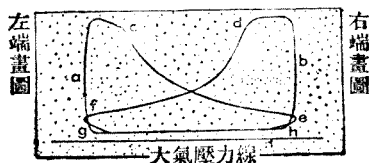
〔例〕按第七十九圖之器示壓容圖係得之於單式高速機器，其傾斜的進入線在 a 及 c 顯示蒸汽進入遲緩，在左端之斷絕蒸汽點在 b 顯示較在右端之斷絕蒸汽點 d 為低，此與較早的斷絕蒸汽點 b 顯出在左端之通汽門未得完善開啓而使蒸汽進入，雖減壓點 r 並不太遲，但可略略超前，其回復動程未完全之部份在 f 點約係兩倍於在 g 點，雖 g 點獲得太早，f 點之現象更劣，此則或因壓縮線在 e 點斷絕，由於機筒中蒸汽在高壓冷凝。

〔例〕第八十圖之器示壓容圖得之於單式高立司機

第七十九圖



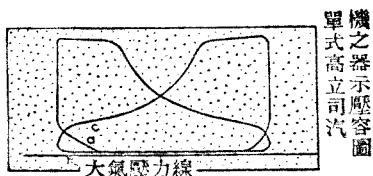
第八十圖



器，遲緩的蒸汽進入又復顯示在 a 及 b. 向 c 傾斜之蒸汽線顯明蒸汽活門未全開啓遲緩的減壓顯出在 e 點及 f 點，壓縮之發生略遲在 g 點，在 h 點則可謂滿意。

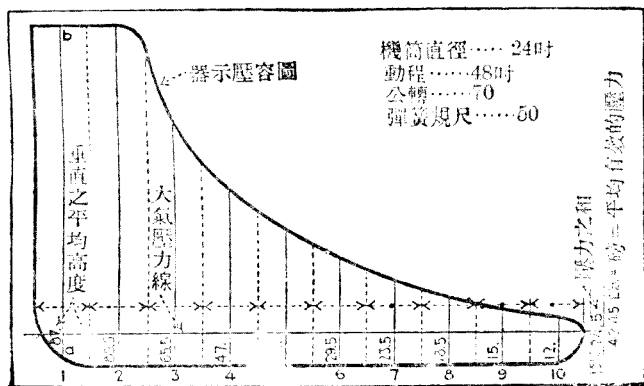
〔例〕第八十一圖除去在 a 點之壓縮曲線，顯示一滿意的器示壓容圖，此處曾致力於獲得一滿意的壓縮，而將排汽活門在回復動程中提早關閉。但壓力升漲上蒸汽滲漏，既在 a 點之壓力小於在 c 點之壓力，則滲漏不在活塞而必在排汽活門或排放龍頭。

第八十一圖



欲決算蒸汽機之馬力或蒸汽之消費必須先知平均有效的壓力，茲先將尋算平均有效的壓力之法詳說於此。由縱坐標以尋求

第八十二圖 用縱坐標尋平均有效的壓力(P_M)

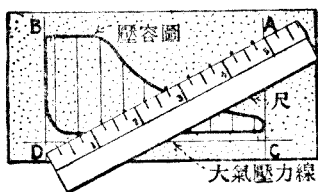


平均有效的壓力之法見第八十二圖至第八十四圖。先將器示壓容圖之長度分爲十等分，在此項等分之中央由大氣壓力線上畫垂直線，將每一垂直線之高度量準按所用示功器上彈簧之規尺計算壓力，垂直線之平均高度即等於壓力之平均數。

〔例〕第八十二圖解釋沿垂直線量壓力之法，量垂直線高度之尺可用照示功器彈簧號數之規尺，將垂直線之高度逐一量準並將數目寫在圖上。例如

用 50 號彈簧之規尺 ab 等於 87 磅，將十個壓力相加再以 10 除之則得平均有效的壓力。在第八十二圖平均有效的壓力是每平方吋 42.45 磅。畫垂直線之簡法(見第八十三圖)係先畫壓容圖兩端之垂直線 AC 及 BD，將尺置於紙上，BD 在零吋而 AC 在 5 吋之標記上，從尺上每 $\frac{1}{4}$ 及 $\frac{3}{4}$ 吋標記上點出，然後再由此項點上畫垂直線。

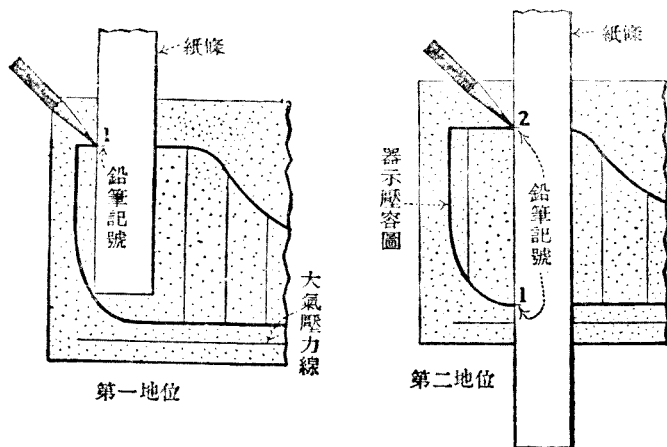
第八十三圖



〔例〕第八十四圖顯示如何可將垂直線之高度加在一紙條上，先將紙條放置在第一地位，紙條之邊貼近第一條垂直線並將紙條之盡頭之角靠貼第一條垂直線之腳，用鉛筆記 1 (見圖)。再將記號 1 靠貼在第二條垂直線之腳，用鉛筆在此垂直線之上端記 2，繼續量記直至十條垂直線之長度，均記在此一紙條上爲

止。紙條之長度由一端至記號 10 即等於垂直線長度之和，再以 10 除之即得平均之長度。按示功器彈簧號數之規尺算之則得平均有效的壓力。

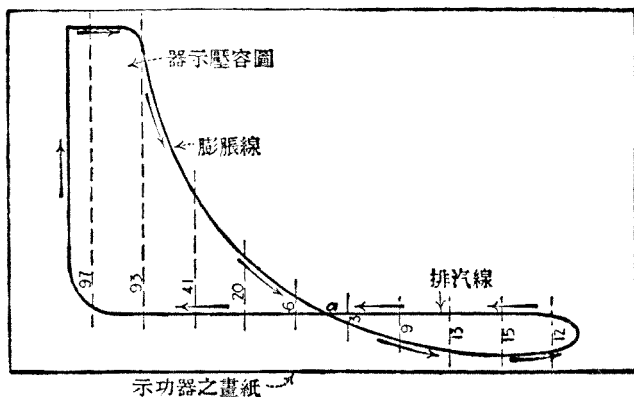
第 八 十 四 圖



〔註〕若有超過 a 點之過份膨脹，則在回復動程中活塞上之蒸汽向前之壓力將較反壓小（見第八十五圖）。是則活塞未經蒸汽迫使前進，而實際上反在蒸汽上工作而使之膨脹，所以在排汽線下之曲線圈代表在動程一部份中丟失之工作，故圈中之壓力必須由工作之一部份中減去。按第八十五圖工作部份壓力之和 = 97 + 93 + 41 + 20 + 6 = 257 磅每平方吋。

圈中壓力之和 = 3 + 9 + 13 + 15 + 12 = 52 磅每平方吋，兩數

第八十五圖



相較 $257 - 52 = 205$ 磅。

則平均有效的壓力 = $205 \div 10 = 20.5$ 磅每平方吋。

採用面積計以求平均的有效的壓力較用縱坐標法準確。

面積計係一儀器用以尋求曲線中包括之面積，其種類繁多，有數種能直接求壓容圖之平均高度即平均有效的壓力，茲將常用者之一種略說如左。

柯夫因氏(Coffin)之面積計亦為一平均儀器 (第八十六

第八十六圖

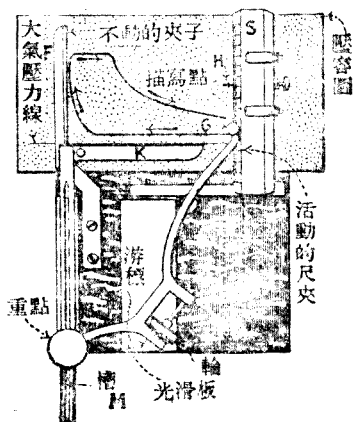


圖),器示壓容圖放置於儀器之板上,將大氣壓力線沿 K 夾,而壓容圖之兩端則沿靠 F 夾子及 S 量尺,然後用描寫點推移描畫壓容圖一週。若描畫之起點與終點之選擇為 G 點之盡頭則不必記下輪子上與游標上末次之讀數,描寫點可以直行向上移動沿貼 S 量尺,注視游標直待輪子上之讀數與未描畫壓容圖之前者相同為止。設達到若此情況時描寫之地位在 H。然則 GH 即等於壓容圖之平均高度,若 S 量尺脗合於示功器彈簧之號數(即每吋高度代表每平方吋上壓力若干磅),若量尺上之零點校正在 G 則量尺上 H 點之讀數即等於每平方吋上平均有效的壓力磅數。

面積計之種類繁多,不勝枚舉,其製造廠均有極詳細之說明書附送,故購用極易熟悉其用法也。

用器示壓容圖計算機器之馬力有以下四大手續:(一)求馬力恆數 K (即每一磅平均有效的壓力每分鐘一公轉機器每端所得為若干馬力)。(二)從壓容圖上求機筒每端之平均有效的壓力。(三)求機筒每端之馬力。(四)求機器之總數馬力。從器示壓容圖計算指示馬力已述於第一節。

$$P_{ihp} = \frac{P_M L_{fs} A_{ip} N}{33000} \quad (\text{馬力})$$

P_{ihp} 代表在機筒每端發生的指示馬力。

P_M 代表每平方吋上平均有效的壓力磅數。

L_{fs} 代表動程之長度以呎計。

A_{ip} 代表活塞之面積，(若活塞桿延長至左端，則須減去桿之面積，) 以平方吋計。

N 代表機器輪軸之速度，每分鐘以公轉計。

馬力恆數 K 以一磅平均有效的壓力及每分鐘一公轉計則

$$K = \frac{L_{fs} A_{ip}}{33000} \quad (\text{機筒每端之馬力恆數})$$

[例] 有一蒸汽機其動程長 30 吋，活塞之直徑為 18 吋，活塞桿之直徑為 $2\frac{1}{8}$ 吋，求馬力恆數。

答案：左端之馬力恆數 $K = (18 \times 18 \times 0.7854 \times 2.5) \div 33000 = 0.0193$ 。

機筒右端之馬力恆數 $K_1 = \{(18 \times 18 \times 0.7854 - 2\frac{1}{8} \times 2\frac{1}{8} \times 0.7854) \times 2.5\} \div 33000 = 0.019$ 。

有時應以分數計以求便利， $0.0193 = \frac{1}{51.8}$ ， $0.019 = \frac{1}{52.6}$ 。

求平均有效的壓力之法已詳說於前，

$$P_M = \frac{\text{壓容圖之面積以平方吋計} \times \text{彈簧之號數每吋磅數}}{\text{壓容圖之長度以吋計}}$$

或 $P_M = \text{壓容圖之平均高度以吋計} \times \text{彈簧號數每吋磅數}$ 。

求機筒每端之馬力祇須以平力恆數乘機筒每端之平均有效的壓力再以機器之速度乘之即得。

$$P_{ihp} = P_M NK.$$

〔例〕按上例之蒸汽機，設左端之平均有效的壓力為每平方吋上 49 磅，而機筒右端之平均有效的壓力為每平方吋上 53 磅，若速度每分鐘為 105 公轉，求每端發生之馬力。

答案：既 $P_{ihp} = P_M \times NK$ 。 $K = 0.0193$ （見前例答案）。

則 $P_{ihp} = 49 \times 105 \times 0.0193 = 99.3$ （機筒左端之指示馬力）。

又 $P_{ihp} = P_M \times NK_1$ $K_1 = 0.019$ （見前例答案）。

則 $P_{ihp} = 53 \times 105 \times 0.019 = 105.8$ （機筒右端之指示馬力）。

從器示壓容圖求出之馬力謂之指示馬力，此項馬力實即由蒸汽在機筒中發生者，一部份之機能則由摩擦力之阻止而丟失不能避免。

摩擦力之馬力係指示馬力之一部份在機器中丟失者，一部機器之摩擦力的馬力大小全依據其擔負及蒸汽而定，在不同情況下工作其改變極微。

輪掣馬力係機器輸送之馬力在其輪軸上或在其他機器之滑輪上，輪掣馬力當等於指示馬力減去摩擦力的馬力，帶動發電機之機器若知其效率則可分算其輪掣馬力（餘見第十二節）。

輪掣馬力若不能用他法推算可由器示壓容圖間接算出（見

第十二節),因指示馬力由壓容圖直接算出,若減摩擦的馬力,則得輪掣馬力。

故輪掣馬力 = 指示馬力 - 摩擦馬力。

〔註〕製造廠家在機器未離廠之前,均經考察並通知用戶該機器在不同擔負下工作所得之摩擦馬力,此項通知於考察機器時極為有用。

蒸汽機所用蒸汽之量數,能由機筒之容積算出。計算出一定之時間內蒸汽充滿機筒內之次數,並依蒸汽之壓力以計算其每立方呎之重量,若蒸汽不帶濕度,及活塞與活門不滲漏,則算出之重量尚稱準確。但蒸汽在機筒中,有一部份連續由蒸發而冷凝,且活塞與活門常不免有滲漏,故算出之量數與實用之量數決不能相等。以上之算法,僅用以比較理論的最小蒸汽的量數用之於機器而在各種情況下工作。

無餘隙之蒸汽機(第八十七圖)所用蒸汽之重量可用以下之公式計算。

$$W_{ih} = \frac{13750 D'_{ps} X_s}{P_M} \quad (\text{每小時每指示馬力用蒸汽磅數})$$

W_{ih} = 機器每端所用蒸汽之重量以每小時每指示馬力所用之磅數計。

D'_{ps} = 蒸汽之密度 (在膨脹線上所選擇之點用每立方呎若

干磅計)。

$X_s =$ 以上選擇點之距離按動程之分數算(見第八十七圖)。

$P_M =$ 平均有效的壓力(每平方吋上若干磅計)。

推演:機筒之容積為 $(A_{ip} \times L_{fs}) \div 144$ 立方呎($A_{ip} =$ 活塞之面積以平方吋計, $L_{fs} =$ 動程之長以呎計), 每分鐘機筒被蒸汽充滿 N 次數, N 代表每分鐘機器行動之公轉數, 則每小時蒸汽充滿機筒之總數容量為:

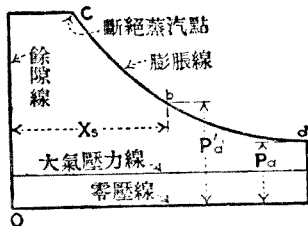
$$(60 \times N \times A_{ip} \times L_{fs}) \div 144 \text{ 立方呎。}$$

設減壓之點在 d 而在動程之終點此處之壓力為 P_d 及其密度為 D_{ps} 每立呎之磅數, 每小時

所用蒸汽之重量則等於 $(60 \times N \times A_{ip} \times L_{fs} \times D_{ps}) \div 144$ 磅, 因工程師常欲知曉機器於每小時每指示馬力所用蒸汽之磅數 (W_{ih})。既機器之指示馬力為 $(P_M \times L_{fs} \times A_{ip} \times N) \div 33000$, 則

第八十七圖

理論的壓容圖(無餘隙之機器)



$$W_{ih} = \frac{\text{每小時蒸汽之重量}}{\text{指示馬力}}$$

$$= \frac{(60 \times N \times A_{ip} \times L_{fs} \times D_{ps}) \div 144}{(P_M \times L_{fs} \times A_{ip} \times N) \div 33000}$$

$$= \frac{60 \times N \times A_{ip} \times L_{fs} \times D_{ps} \times 33000}{P_M \times L_{fs} \times A_{ip} \times N \times 144} = \frac{13750 D_{ps}}{P_M}$$

(每小時每指示馬力用蒸汽磅數)

因在他點若 b 點(見第八十七圖)在斷絕蒸汽點之後,在機筒中蒸汽之重量必與在 b 點者相同,故不論在何點其所得之結果相等。每一動程則充滿機筒之容積祇全動程之分數 X_s 。(見第八十七圖)但其壓力為 P'_s 而其密度為 D'_{ps} 。

$$\text{則} \quad W_{ih} = \frac{13750 \times D'_{ps} \times X_s}{P_M}$$

(每小時每指示馬力用蒸汽磅數)

與以前之公式同, W_{ih} 在機筒之每端須分開計算。

各種簡單式機器所用蒸汽之重量能從器示壓容圖中算出,其公式如下:

$$W_{ih} = \frac{13750}{P_M} \left[(X_s = X_c) D'_{ps} - (X'_s + X_c) D''_{ps} \right]$$

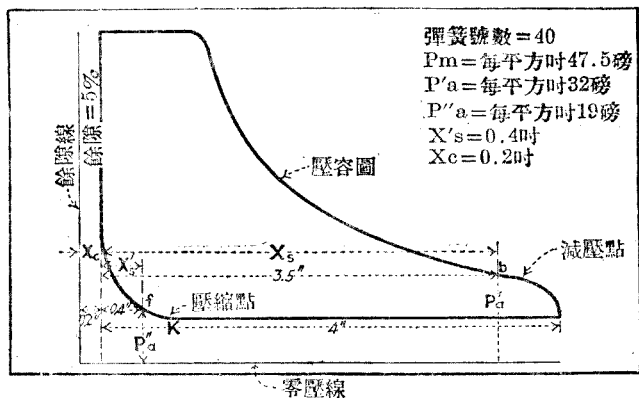
(每小時每指示馬力用蒸汽磅數)

X_s 代表餘隙容積照活塞移位之分數算, X'_s 代表不曾完全之回復動程在壓縮曲線上擇定之點算起, D''_{ps} = 密度(蒸汽的)在此點上以每立方呎若干磅計(其餘所用之記號同前)。

按第八十八圖係一簡式機器之壓容圖其餘隙之容積為 5%

第八十八圖

簡單式機器之壓容圖



活塞之位移，機筒在 b 點之容積為 $[(X_s + X_c) \times A_{ip} - L_{fs}] \div 144$
 按照前例計算。

$$W'_{ih} = \frac{13750 \times D'_{ps} \times (X_s + X_c)}{P_M}$$

(每小時每指示馬力用蒸汽磅數)

當排汽活門關閉時因有些蒸汽被閉於機筒中在 K 點，故總量之蒸汽需要充滿機筒之容積在 b 點，而有 P'_a 壓力者於每公轉中不須完全進入機筒，未曾拒出之蒸汽重量可以算出，若在壓縮線上取任何一地點 f 按上式算之。

$$W''_{ih} = \frac{13750 \times D''_{fs} \times (X_c + X_s')}{P_M}$$

(每小時每指示馬力機筒中未曾拒出之蒸汽磅數)

X'_s 代表在 f 點動程之分數。

D''_{ps} 代表蒸汽在 f 點時之密度每立方呎若干磅。

每小時每指示馬力所用蒸汽重量之淨數當等於 W'_{ih} 與 W''_{ih} 之較。

然則 $W_{ih} = (W'_{ih} - W''_{ih})$ ，即

$$= \frac{13750}{P_M} \left[(X_s + X_c) D'_{ps} - (X'_s + X_c) D''_{ps} \right]$$

每小時每指示馬力用蒸汽磅數

[例]按第八十八圖代表一器示壓容圖用 40 磅彈簧描畫，平均有效的壓力為每平方吋 47.5 磅，求每小時每指示馬力用蒸汽若干磅。

答案：壓容圖長 4 吋， $X_s = \frac{3.5}{4} = 0.875$ 吋， $X_c = 5\% = 0.05$ ，

$$X'_s = \frac{0.4}{4} = 0.10。$$

$P'_a = 32$ 磅每平方吋上之絕對壓力， $P''_a = 19$ 磅每平方吋上絕對壓力。

查蒸汽表 $D'_{ps} = 0.0773$ ， $D''_{ps} = 0.04746$ 每立方呎磅數。

$$\begin{aligned} \text{用以上公式 } W_{ih} &= \frac{13750}{P_M} \left[(X_s + X_c) D'_{ps} - (X'_s + X_c) D''_{ps} \right] \\ &= \frac{13750}{47.5} \left[(0.875 + 0.05) \times 0.0773 - (0.10 + 0.05) \times 0.04746 \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 389.5[(0.925 \times 0.0773) - (0.15 \times 0.04746)] \\ &= 289.5(0.0715 - 0.0071) = 289.5 \times 0.0644 \\ &= 18.65 \text{ 磅。 每小時每指示馬力用。} \end{aligned}$$

求每小時機器所用蒸汽之總量，則由壓容圖中先算出在機筒之每端每小時每指示馬力用若干磅，再以每端每小時之馬力數乘之。兩端所用蒸汽量數之和為所用蒸汽總量。

[例]有一蒸汽機，機筒左端發生 40.5 指示馬力，每小時每指示馬力用蒸汽 20.2 磅，機筒右端發生 38.8 指示馬力，每小時每指示馬力用蒸汽 20.6 磅，求蒸汽之總數重量。

答案：左端用蒸汽共 $= 40.5 \times 20.2 = 818$ 磅，每小時。

右端用蒸汽共 $= 38.8 \times 20.6 = 799$ 磅，每小時。

機器每小時共用蒸汽 $818 + 799 = 1617$ 磅。

尚有示功器及其壓容圖之特殊用途見詳於第八節。

第四節 滑動活門及其裝置

用於蒸汽機上之滑動活門須形式簡單及價值低廉較其他各點為重要。滑動活門之蒸汽機，每機筒上祇用一個活門，及一比較簡單的工作活門之機構。較精緻之機器，每機筒上有多數活門，且用較複雜的機構以工作之。其中各點當詳第五節中，此節中僅討論以下數點：

(一)滑動活門之動作。(二)屬於滑動活門及其工作機構的各種名詞。(三)各式滑動活門之優點與弱點。(四)校正工作滑動活門的機構之法(此類校正常謂之活門裝置)。

滑動活門之動作係在準洽的時間上啓閉蒸汽流入或放出機器的機筒中之通路，故能使蒸汽在機筒中作成其循環。既滑動活門使機筒之兩端做成同樣之動作，其以下解釋之方法，因此滑動活門管轄蒸汽之從機筒左端流入及放出，係敘述蒸汽在機筒兩端之所為。

第八十九圖顯示滑動活門向右移動，預備令蒸汽進入汽箱，再至機筒左端之汽門，由此而入機筒之左端，然後蒸汽迫使活塞向右移動，在第九十圖之地位上，滑動活門已會行向右邊而停止。現將向左移動則回到原先之地位，直至此點高壓蒸汽曾進入機

筒之左端，當滑動活門向左移動較遠則無蒸汽由機筒左端之汽門進入，因滑動活門將其完全關閉矣。現機筒之左端既與高壓蒸汽隔絕，則活塞因機筒左端內蒸汽膨脹之壓力繼續向右移動。

若第九十一圖之顯示，當活塞向右行動幾達動程之終點時，滑動活門再向左移動，將使在機筒左端中之膨脹蒸汽，由機筒之

汽門流入排汽門，高壓蒸汽則將進入機筒之右端而

迫令活塞向左移動。第九十二圖顯示活塞及滑動活門之地位，在右端機筒內之蒸汽膨脹，曾使活塞向

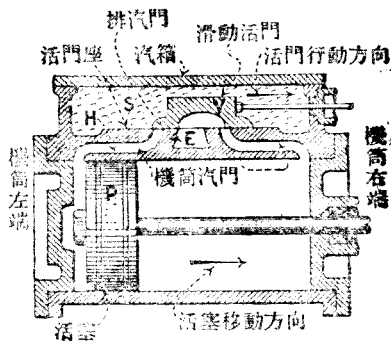
左移動之後，滑動活門已向左移動而停止，現將再向右移動矣。滑動活門再

向右移動則使機筒之左端與排汽門隔絕是以將餘剩之蒸汽，幽閉於機筒之左

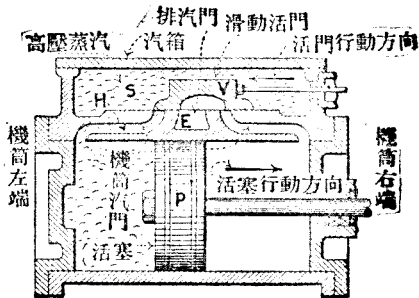
端中用為壓縮墊當活寒行近至其動程之終點時。

〔註〕蒸汽進入點，斷

第八十九圖
(左端蒸汽進入點)



第九十圖
(左端蒸汽無進點)



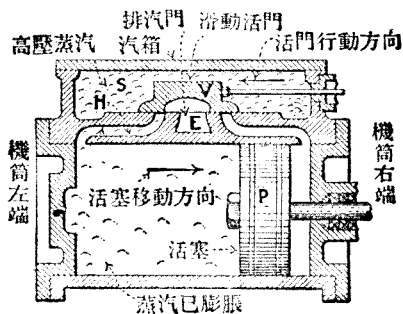
絕蒸汽點，減壓點及壓縮點係當滑動活門開啓或關閉機筒中汽門時，機器之機構所在之地位與示功器上之畫筆在壓容圖上之地位相脗合（見第六十六圖）。在此各點上滑動活門之地位則顯示於第八十九圖至第九十二圖。

在機筒之每端均有以上之各點已極明顯，但以機筒左端並機筒右端之名詞以分別之。

外邊或直接的進入與裏邊或間接的進入等名詞應用於滑動活門上者，係對於蒸汽進入機筒形狀而言，所以一直接進入之活門有與汽鍋壓力同之蒸汽在其兩端及有排汽在其兩端之中間（見第九十三圖）。蒸汽走入機筒，經過活門外邊，及從機筒中排出之蒸汽，則經過活門之裏邊。一間接之活門，則

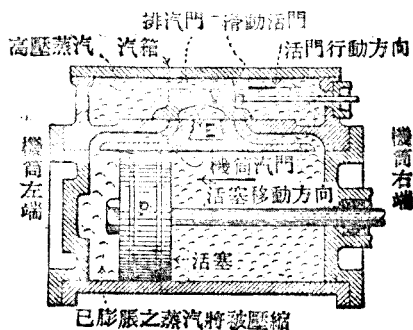
第十一圖

（左端減壓點）



第九十二圖

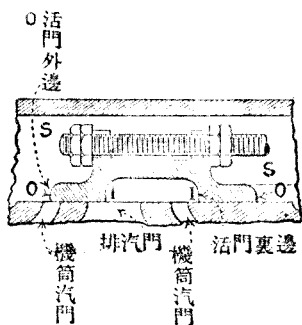
（左端壓縮點）



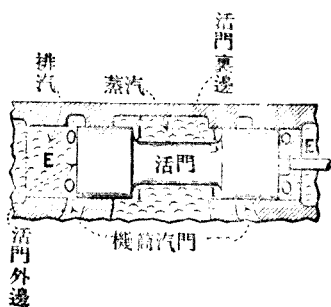
有與汽鍋壓力同之蒸汽，在活門兩端之中間，而排汽在其兩端（見第九十四圖）。蒸汽進入機筒，經過活門之裏邊，而從機筒中排出之蒸汽，則經過活門之外邊。凡活塞形之滑動活門皆為間接進入式，其他之滑動活門大概均直接式。

尋常 D 字式活門之優點與弱點當簡說如下。

第九十三圖
外邊進入蒸汽之
滑動活門



第九十四圖
裏邊進入蒸汽之活塞式
之滑動活門



優點之所在：(一)造作簡單。(二)工作之機構亦簡便。(三)因其簡單，保持之費用亦低。

弱點之所在：(一)因在活門之兩端有不同等之壓力，則活門座子常因承受過分之摩擦力而損壞。(二)機筒上之汽門啓閉遲慢，蒸汽因之被節流。(三)蒸汽進入點，斷絕點，減壓點與壓縮點均不能單獨校正，蓋校正機筒之一端，則機筒彼端之各點將因之

而受影響也。(四)機器若用 D 字式滑動活門必須有較大之餘隙容積。(五)因活門之兩端溫度不同，則活門因之扭歪，故 D 字式滑動活門之機器不合用過熱蒸汽而工作。

但 D 字式滑動活門中之一部份弱點，可用特式之滑動活門以克制之，此項特製式之滑動活門當詳論於第五節中。

活塞式滑動活門之優點與弱點如下。

優點之所在：(一)造作之簡單幾與 D 字式滑動活門等。(二)工作之機構亦簡。(三)蒸汽之壓力不發生任何之平衡力於活門上。(四)各部之溫度不能扭歪活門，故合用於過熱蒸汽工作。(五)因其造作簡易故保持之費用亦低。

弱點之所在：(一)機筒之汽門啓閉遲緩。(二)活門上之各點不能單獨校正。(三)機器須有較大之餘隙容積。(四)活門或座子磨損使蒸汽滲漏，常須活門及其座子之更新。

〔註〕活塞式之活門皆為間接進入式，因蒸汽係由活門之裏邊進入，則活門桿之阻漏承軸匣，祇須封閉漏洞以阻排汽之滲漏。不似外邊進入式之活門，則阻漏承軸匣須阻止高壓蒸汽之滲漏。故裏邊進入式活門桿之阻漏承軸匣，設有滲漏，僅為排汽並不耗費蒸汽。D 字式之滑動活門不能造作為裏邊進入式，因活門內如有高壓蒸汽則活門將被其頂起，於是蒸汽逸入排汽通路而不做工作。

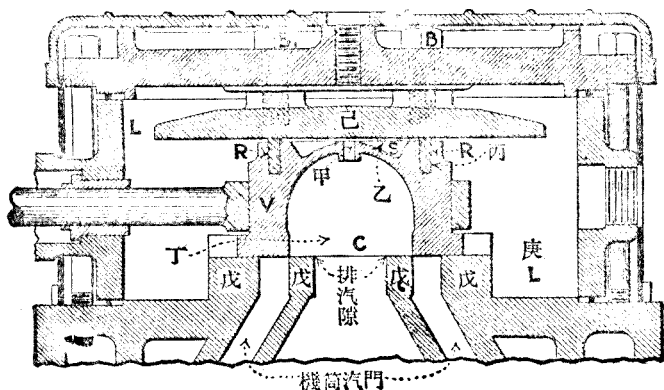
平衡的滑動活門之優點及弱點(見第九十五圖)。

優點之所在:(一)造作幾與平常 D 字式之滑動活門一樣簡單。(二)工作活門之機構亦造作簡單。(三)活門兩邊之蒸汽壓力幾乎平衡,是以摩擦及損壞較 D 字式活門小。(四)活門不因兩邊溫度之相差而若 D 字式活門之易於扭歪。(五)保持之費用低。且損壞能自動調節。

弱點之所在:(一)機筒上之汽門啓閉遲慢。(二)活門之動作不能單獨糾正。(三)餘隙之容積須大。(四)由活門滲漏之蒸汽較 D 字式活門多。

[註]按第九十五圖,排汽由平衡孔(甲)進入(乙)之地位,其在活門上向下之壓力,因排汽被(丙)圈閉入,故與因排汽走(丁)

第九十五圖
平衡滑動活門

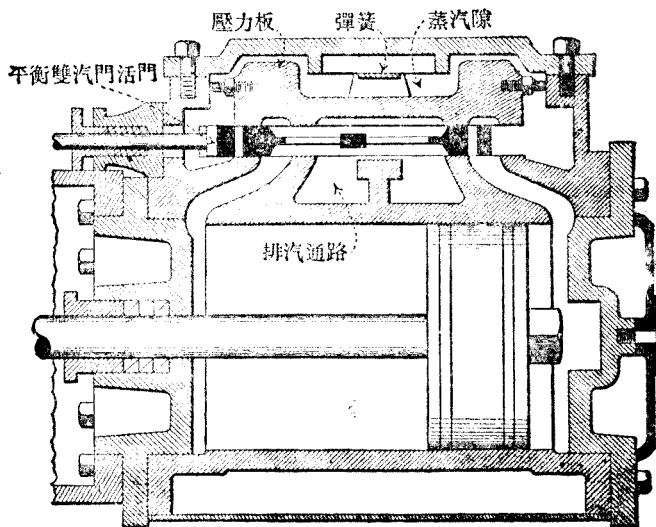


凹處而發生在活門上向上之壓力相等，是以在活門座(戊)上之壓力實等於零。現因(己)係用螺釘旋緊，則蒸汽在(庚)之地位中不能發生向下之壓力在被(丙)圈閉入之面積中，蒸汽所發生之向下壓力被在(丙)圈外之活門面積。但凡實用之蒸汽機，(丙)圈外之面積極小，若(丙)圈裝置得宜，則無活門之面積露出圈外。但在實用之機器上，常欲有些須之向下壓力於活門上，使其與座子緊貼而不漏，但亦不發生摩擦而損及活門座。

多汽門之滑動活門(見第二十七圖)，其優點與弱點之所在。

第九十六圖

現代之平衡多汽門活門



優點之所在：(一)構作之簡單，與平常之 D 字式活門等。(二)工作機構簡單。(三)機筒之汽門啓閉，較以上所述之各活門均稍快速。(四)活門之動程較單汽門之活門短，是則推動活門之能力可以節省。

弱點之所在：(一)活門必須平衡，否則蒸汽之壓力能發生過份之摩擦而損壞活門座或損壞活門。(二)活門之動作不能單獨校正。(三)餘隙須大。

第九十六圖至第九十八圖係現代之平衡的多汽門之滑動活門，此種活門連合平衡的滑動活門及多汽門的活門之特點。在此項活門中之輔助汽門，祇

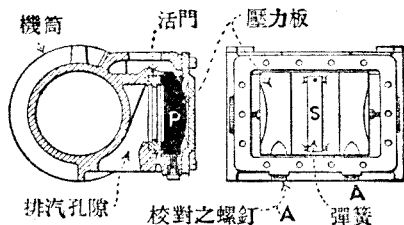
許高壓蒸汽走入機筒，排汽則從一單獨之汽門走出。有些平衡的多汽門之活門其排汽亦從輔助汽門走出。

騎式的斷絕蒸汽之滑動活門，其優及弱點之所在，騎式的斷絕蒸汽之滑動活門，見第二十九圖。

優點之所在：(一)斷絕蒸汽之行動敏捷。(二)能將斷絕蒸汽之地點在活塞向前及其回轉動程上相等，是以機筒之兩端中所做之工作亦相等。(三)機筒與活門及其工作機構，較他種機器而

第九十七圖
平衡多汽門
活門之截面

第九十八圖
平衡多汽門
活門之側面形

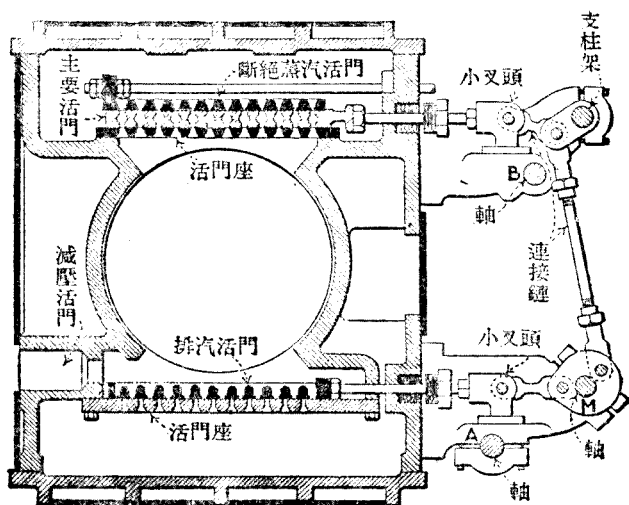


有以上之優點者較為簡單。

弱點之所在：(一)此項活門須製成活塞形，否則不能平衡，且在其行動時其接觸之面上摩擦力甚強，故須用較大之能力推動之，則活門亦易損壞。(二)機筒之餘隙須大。(三)工作活門之機構較之簡單的滑動活門所用者為複雜，若不十分注意，極易發生困難。

有柵式活門的機器之特點(見第九十九圖及第一百圖)。其特點之所在為：(一)活門之行動小祇須 $\frac{1}{2}$ 吋至 $1\frac{1}{2}$ 吋。(二)有四個活門及兩個偏心在機筒兩端運動之，各節可以單獨糾校。(三)餘隙

第九十九圖
顯示主要活門之工作機構

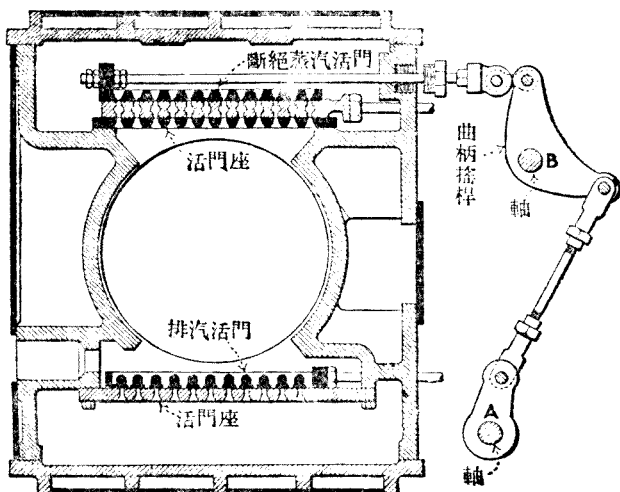


甚小。(四)工作活門之機構合用於高速度之機器。(五)斷絕蒸汽發生快速常活門行動快速之際，管理時所須更變者祇斷絕蒸汽之點而已。其弱點僅為工作活門之機構比較複雜，而機器構作之值亦昂，糾校活門之機構亦較難。

第九十九圖及第一百圖係西摩(Seymour)機器上機筒之切面，每機筒有四個主要的活門，兩個蒸汽活門並兩個排汽活門，並兩個騎式的斷絕蒸汽之活門，以上之活門均為柵式。此四個主要的活門由一主要搖軸 M 帶動(見第九十九圖)。主要的活門管理蒸汽進入，減壓，及壓縮。以上三點，可以單獨糾校。騎式的斷

第 一 百 圖

顯示斷絕蒸汽活門之工作機構



絕蒸汽活門則由另一搖軸 A 帶動(見第一百圖)。此搖軸則隨節速器管轄之偏心行動，活門開啓時行動快速，暢開時則行動停止，關閉時則不動。

活門之疊蓋(見第一百零一圖及第一百零二圖)即活門蓋過機筒上之汽門一部之長，當活門在中央地位時，因活門有四邊用以隔絕蒸汽之流行，故滑動活門四邊有疊蓋。各種名稱關於疊蓋之設計如左：(一)排汽疊蓋(見第一百零一圖及第一百零二圖)。(二)蒸汽疊蓋(見第一百零一圖與第一百零二圖)。(三)裏邊疊蓋與外邊疊蓋(見第一百零三圖與第一百零四圖)。

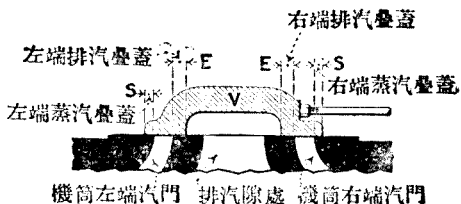
當活門在中央地位時，因活門有四邊用以隔絕蒸汽之流行，故滑動活門四邊有疊蓋。各種名稱關於疊蓋之設計如左：

(一)排汽疊蓋(見第一百零一圖及第一百零二圖)。(二)蒸汽疊蓋(見第一百零一圖與第一百零二圖)。(三)裏邊疊蓋與外邊疊蓋(見第一百零三圖與第一百零四圖)。

蓋之效用爲：(一)蒸汽疊

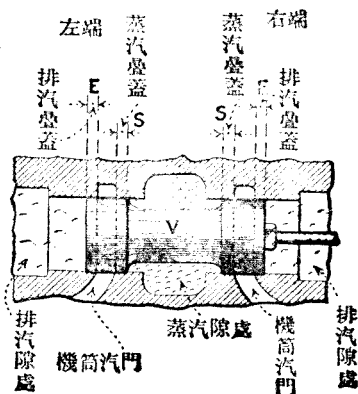
第一百零一圖

外面進入蒸汽活門顯示疊蓋



第一百零二圖

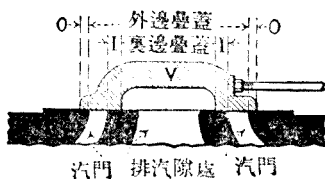
裏邊進入蒸汽之活塞式活門



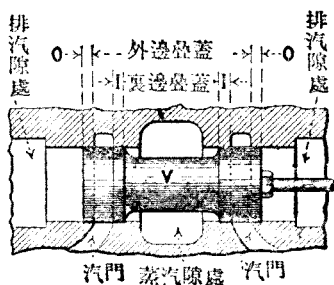
蓋可使活門斷絕高壓蒸汽之供給於機筒在活塞到達其動程盡頭之前，即利用蒸汽之膨脹力以做工作。(二)排汽疊蓋使減壓遲慢而得較早壓縮於機器中，若其活門有足敷之蒸汽疊蓋而得到所需要之斷絕蒸汽點。若增加蒸汽疊蓋，須增大活門之行動，則排汽之期間亦較長。若機器之活門有充分之蒸汽疊蓋，但無排汽，疊蓋則在機筒中工作之蒸汽，將因減壓太早而阻止正常的蒸汽之膨脹。

滑動活門上疊蓋之更改，或將活門割去一部或增加一部，但增加一部於活門上，其值昂，故必須更改時，不若更一新活門也。機器上之活門，向由其製造廠家供給，其疊蓋之廣狹，當適合於所需工作之狀況。除非工作蒸汽之壓力與機器設計所需者不同，則活門有更改之必要，如能向原來之製造廠家索取新活門，以合用於現下工作之狀況則佳，否則須按下列之表以更改活門之疊蓋。

第一百零三圖
外邊蒸汽之滑動活門顯示
裏外疊蓋



第一百零四圖
裏邊進入蒸汽之活塞式活
門顯示裏外疊蓋



下表顯示更改活門疊蓋之成效，但更改右左兩端須相等。

疊蓋之更改		效				用		
		蒸汽進入點		蒸汽絕點		減壓點		壓縮點
蒸汽蓋	增廣	較遲	較早	不變	不變	不變	不變	不變
	減狹	較早	較遲	不變	不變	不變	不變	不變
排汽蓋	增廣	不變	不變	較遲	較早	較早	較遲	較遲
	減狹	不變	不變	較早	較遲	較遲	較早	較早

先導者即活門開啓機筒上汽門之闊度數，使蒸汽進入適當，活塞在機筒中到達其動程之盡頭處，非若疊蓋，先導則不以活門尺寸之大小而決定之。決定先導全用活門之機構糾校，若此糾正活門而得適當之先導，使蒸汽在活塞未達到其動程盡頭之前，即能進入機筒。用先導而入納蒸汽之目的如左：(一)用蒸汽壓力之助，使活塞向往復動程之前停止前進。(二)保障活塞開始其次動程時其後面有充足的蒸汽壓力(參看第一百零五圖)。

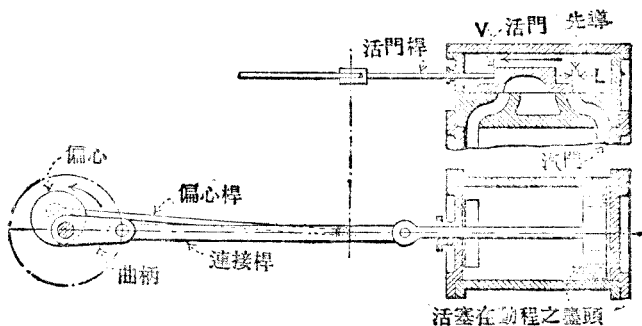
當活塞在機筒中往復運動之間，須有適當之時間，使有足量之蒸汽進入機筒，完全充滿其餘隙，並供給壓力。設令蒸汽在活塞到達動程盡頭時進入機筒，則飛輪之運能，將使活塞在機筒往復運動，而餘隙中因時間不敷，不能有蒸汽充滿其中。若機筒上汽門，在活塞未達到其動程盡頭之前，稍稍開啓，則餘隙中可得充滿蒸汽，並供給壓力與活塞上在其開始回復動程之前。是以先導(即

較早開啓)可加增壓力在活門上,因此而增加其工作之量數。

活門之運動常從偏心之運動(見第一百零六圖)。

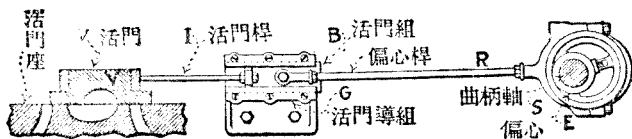
第一百零五圖

機器在原有中心上顯示機筒左端之先導



第一百零六圖

偏心機構



偏心係連接於機軸 S. 活門 V 與活門組 B 則連接於活門桿之兩端,活門組之效用與曲柄機構中之叉頭相同,偏心桿之一端接在活門組,他端接於偏心 E. 是以偏心之運動可輸送於偏心桿,由是而活門組及活門桿以至活門。

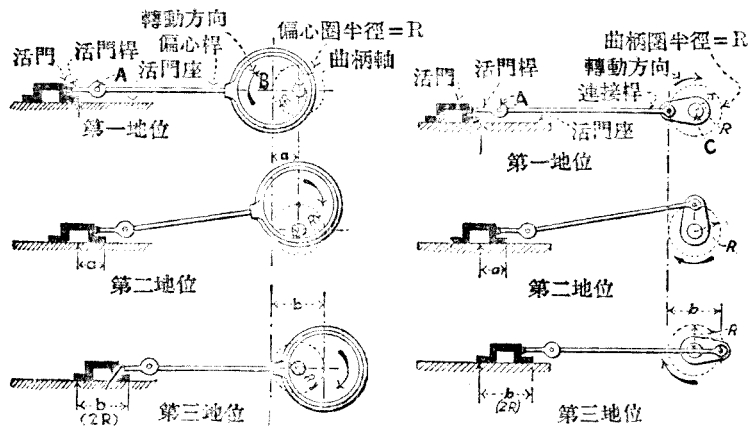
活門之行動,得之於偏心運動者,與得之於曲柄運動者,略

無少異。偏心之投距與曲柄之半徑相等，茲圖釋於下（第一百零七圖）。

活門之行程（見第一百零七圖）即活門行至兩盡頭地位間之距離，亦即偏心轉動半公轉時行動活門之距離，第一百零七圖中之第一地位顯示滑動活門與偏心之地位。當活門到達機筒之左端盡頭處時，第三地位顯示偏心之地位當滑動到達機筒之右端盡

第一百零七圖

顯示活門行程與偏心運動及活門由曲柄工作



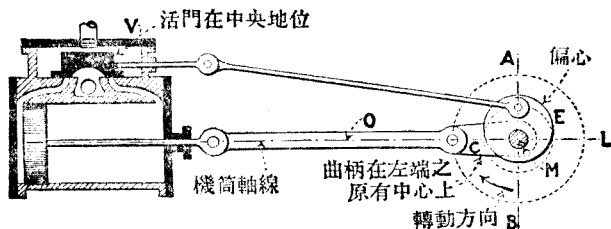
頭處時，其距離 $2R$ 即偏心轉動之地位亦即滑動活門行動所經過之行程。

引前角者（見第一百十圖及第一百十一圖）即當活塞到達其動程盡頭時而偏心必須轉動至此角度數以拉動滑動活門從其行

程之中點至其工作之地位。

第一百零八圖

活門在中央地位曲柄在左端原有中心引前角是零度

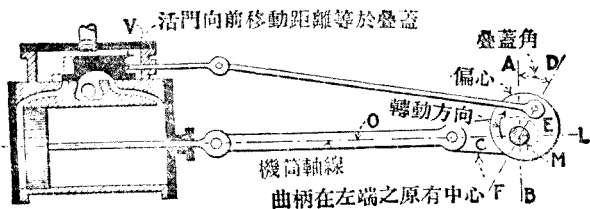


第一百零八圖顯示一機器中，其偏心之裝置使無引前角，活塞到達機筒左端盡頭處，滑動活門 V 則在其行程之中點，偏心之中心線 AB 則與機筒之軸線 OL 成垂直。活門在此地位時則機器不能適當工作，因活塞到達其動程盡頭時無蒸汽走入機筒也。若欲保障機器工作適當，則偏心必須向前移動，使有適當之引前角以進蒸汽。

第一百零九圖顯示活塞仍在第一百零八圖中之地位，但偏

第一百零九圖

顯示疊蓋角

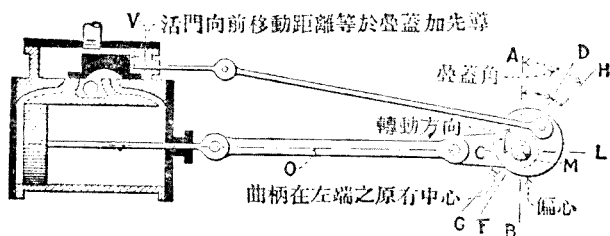


心已被向前移動，其角度適足移動滑動活門向前。移動之地位則等於蒸汽壘蓋之長度，偏心之中心線現為 DF 。而 AMD 之角度謂之壘蓋角。因偏心必須向前移動至壘蓋角，則移動活門向前使其壘蓋離開機筒上之汽門，若此裝置活門則未給有先導。

因欲保障機器工作之完善，必須給以一定之先導，是則偏心必須再向前移動（見第一百十圖）。其加增之角度 DMH 而得先導謂之先導角。偏心之地位由 AB 移至 GH 。其中所包括之角度 AMH 則謂之引前角。引前角之度數則等於壘蓋角加先導角。

第一百十圖

顯示引前角



若用裏面進入蒸汽之活門（見第一百十一圖），則決定引前角之方法與上同。所需注意者即如用裏面進入蒸汽之活門，則偏心在曲柄後遲滯之角度 OMH 則等於九十度減引前角。若為外面進入蒸汽之活門，則偏心引導曲柄之角度 OMH 則等於九十度加引前角（見第一百十圖）。

〔註〕活門之位移是活門從其中點移開之距離。所以當機器

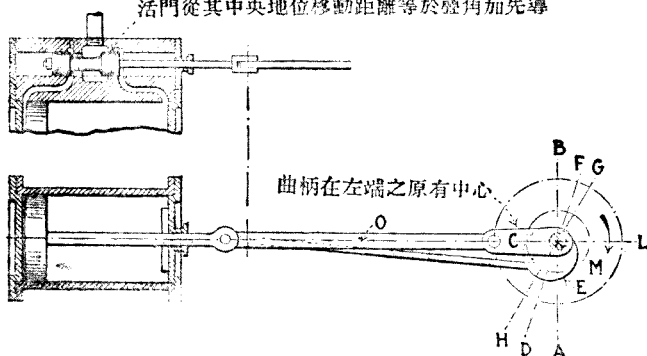
在其原有中心點上，則活門之位移等於蒸汽疊蓋加先導。

連接桿之傾斜度即連接桿隨時更變其地位時與機筒軸線所成之角度，(第一百十二圖)顯示連接桿此時傾斜之角度是 FBO 當叉頭在其動程之末時，(第一百十三圖)則連接桿之傾斜角度

第一百十一圖

顯示裏面進入蒸汽之活門之引前角

活門從其中央地位移動距離等於疊角加先導



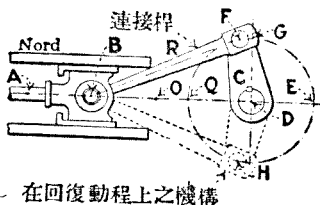
則等零度。連接桿之傾斜度有以下之效用。(一)使叉頭之平均速度，當其向機軸前進之前一半動程，較大於其後一半之動程。(二)在其回復動程上(向機筒後退)使叉頭之前一半動程之平均速度較小於後一半動程之平均速度，因滑動活門之運動並不因連接桿之傾斜度而受若何影響。則叉頭在其前進與後退時，速率不同，將使滑動活門在機筒之兩端上之運動節目不相等。設滑動活門之節目中任何一項即如蒸汽斷絕點，若將其在前進與後

退之動程中所得之數相等，則其餘之節目在此兩動程中不能相等。偏心桿與活門桿軸線間所有之角度，皆謂之偏心桿之傾斜角。因偏心桿甚長若與偏心之行程較之，故偏心桿之傾斜角終不甚大，故實際上不生若何影響。

第一百十二圖

顯示叉頭在其一半動程時曲柄之地位

第一百十二圖係一不變速度之機器上之曲柄與連接機構之圖，叉頭 B 顯示在其動程之中間，叉頭之動程為 AO，在此情況下曲柄釘係在 F，當叉頭



在回復動程上之機構

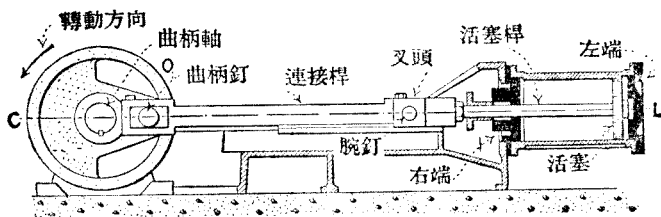
完成其前進動程之半，則曲柄釘由 Q 移動至 F。俟叉頭完成其餘一半動程時，則曲柄釘由 F 移動至 E。因在不變速度之機器上其曲柄釘轉動之速度亦不更變，故活塞之平均速度由 A 至 B 必大於由 B 至 O。蓋叉頭完成其動程 AO 之半數，在曲柄釘完成四分之一公轉之前，即曲柄釘到達 G 之前，在回復動程時亦然（機構之運動用虛線解明），當曲柄釘由 E 轉動至 H。（大於四分之一公轉）當叉頭完成其回復動程之前一半，（即由 O 至 B），當叉頭完成其動程之後一半時，（即由 B 至 A）則曲柄釘由 H 轉至 Q。所以在其回復動程中，活塞之平均速度由 O 至 B 是較小於其平均之速度由 B 至 A。雖機器曲柄釘沿其界線之速度不變，則叉頭之平均速度將因其傾斜，其前半動程之速度必較

大於其後一半動程之速度。

原有中心係指示機器上機構之地位（見第一百十三圖及第一百十四圖），當活塞恰在其動程之盡頭處時，機器在原有中心上時，則曲柄釘之中心 O 適依於機筒之軸線 CL 上。兩個原有中心地位之名稱，曰機筒頭端之原有中心，當活塞 P 在其動程盡頭近機筒之左端，曰曲柄頭端之原有中心，當活塞 P 在其動程盡頭近曲柄軸端。

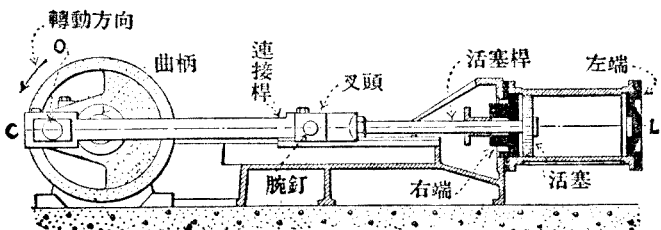
第一百十三圖

機器在左端之原有中心上



第一百十四圖

機器在右端之原有中心上

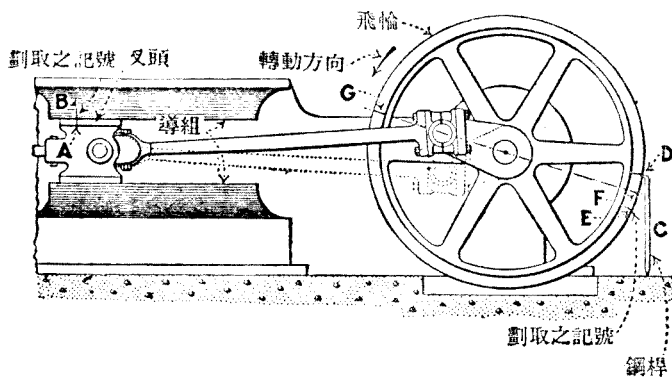


凡欲糾正活門，必須明曉如何將機器恰置於其原有中心上，當機器未曾恰置於其原有中心上，曲柄軸上之些微錯誤地位，將引起活門地位上之極大錯誤，雖活塞之地位似乎已在其動程之盡頭。

將機器恰置於其原有中心上之準確法如下，按第一百十五圖用手將機器轉動，循其方向，若其自然行動時，待其曲柄將達

第一百十五圖

解釋找尋機器原有中心上



到其動程盡頭時，則在叉頭上劃一標記 A，再在叉頭之導組上適對 A 再劃一標記 B，使機器逗留在此地位，再用一 3 呎長之有尖利灣頭之鋼桿豎直，在飛輪上劃一標記 D（見上圖），然後將飛輪向反向轉動，直待叉頭上之標記 A 與叉頭導組上之標記 B 再對合成一直線時，用原有之灣頭鋼桿在飛輪上再劃一記

號 E，將飛輪上所劃出之標記 DE 之距離對分爲二，中央之點劃記爲 F，再將飛輪向左稍轉，俟 F 適與鋼桿之尖頭相對則機器已在其一端之原有中心上，在彼端之原有中心點則在 G 點，轉動至與鋼桿之尖相對時，F 至 G 之距離適爲飛輪圓周之半。已尋出 F 點與 G 點後，當叉頭之接桿與 F 點及 G 點成一直線時，則機器之地位恰在原有中心上，若用鋼桿不便，可用一有尖頭之扁鐵用螺絲釘旋牢在一堅固之鐵橈子上，再將鐵橈子移近飛輪邊，尋找機器之原有中心點仍用上法。

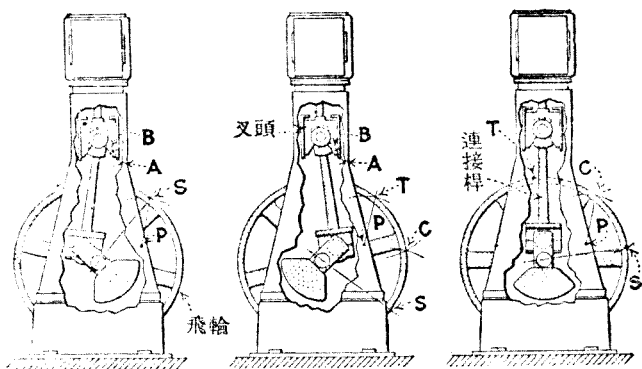
尋找直立式機器之原有中心點之準確方法如下：

先將機器轉動至相近原有中心(見第一百十六圖)，用一利刀刮記一 P 點在機架上，再用一兩頭嵌有鐵釘之木桿，一端以 P 作中心點用彼端在飛輪邊上刮一 S 記號，再用利刀在機架上刮一 A 點，仍用以上之木桿用 A 點作中心用彼端在叉頭上劃一弧線 B。(以上之各點見第一百十六圖中之第一步)。

再將機器轉動經過原有中心，直待叉頭回到已前之地位(見第一百十六圖之第二步)。AB 之距離與第一步上者同，仍以 P 爲中心點，再以上用之木桿刮一第二個記號 T 在飛輪邊上，現尋 C 點須在弧線 ST 之一半上，現將飛輪轉動，直待 PC 之距離與前用之木桿之長度等，則機器在原有之中心上矣。

[注意]當校正蒸汽活門之地位時，飛輪必須祇向左或祇向

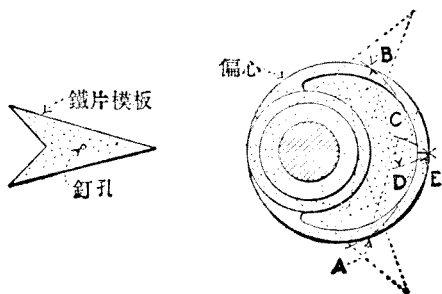
第一百十六圖
安置直立機在其原有中心上



右轉動，至所需要之地位。若飛輪因不慎，而已轉過所需要之地位，則必須仍向前轉動直至所需要之地位為止，非若是，則活塞與叉頭，不能達到正當之地位。

校正偏心到中心上之準確方法（見第一百十七圖與第一百十八圖），若欲尋找滑動活門在其座上至兩盡頭之地位，則必須用一鐵片如圖用之劃記號於偏心上，並用一鋼桿如圖用之劃記號在偏心箍上。

第一百十七圖



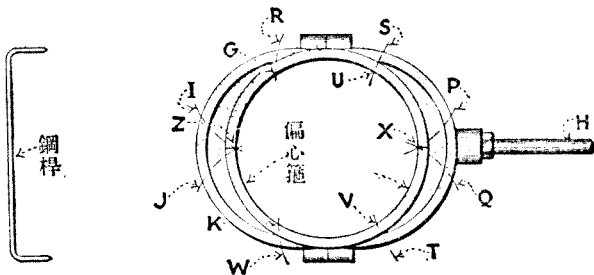
先將鐵片置於偏心軸上見圖中之虛線，再將鐵片在軸上轉動，俟孔中之釘適與偏心邊齊在 A 點與 B 點，將此兩點劃記，用一鐵製或鋼製之圓規以 A 及 B 點作中心點，試刮劃兩弧線在偏心邊上，該兩弧線之交叉點 E，該 E 點即距離偏心軸之中心點最遠之點。欲尋找在偏心箍上同似之記號，先用一硬尖鑽在活門桿上鑿一點，用照第一百十八圖中之鋼桿，以一端之尖頭置 H 點上，(即所鑿在活門桿上之一點)用彼端之尖頭劃兩弧線 S 與 T，弧線 S 與 T 劃到偏心邊上為 U 與 V 點，現用一鋼製圓規以 U 與 V 為中心點將圓之半徑校準劃兩弧線 P 與 Q 使其交叉點 X 適在偏心之邊上，X 為在偏心箍上之同似點。尋找在偏心箍上之第二同似點，從 H 點再劃弧線 R 與 W。R 與 W 劃到偏心邊上為 G 與 K 點，用圓規以 G 與 K 為中心點試劃弧線 I 與 J 使其交叉點 Z 適在偏心邊上，此為偏心箍上之第二同似點。

當偏心在其中心上地位時即滑動活門在其盡頭處此即 E 點(見第一百十七圖)與 X 或 Z 點適相脗合。E 點須劃記在偏心上，而 X 與 Z 點尋得之後須用一利鑿深劃於偏心箍上，若此則將來校對活門及偏心時不生困難矣。

安置蒸汽機之活門或欲校正工作活門之機構可用以下兩法以成之。

(一)將機筒上之汽箱蓋開啓，用人力轉動飛輪，以觀察活門之工作，此項安置活門之法謂之度量法。有時能觀看活門之行動經過汽門之邊，在其適當之地位上而量汽門開啓之長度，此種活門可用直接量法以安置之。尙有他種機器，其汽門之開啓須間接量之。用直接量法以安置，雖不能決定可產生良好之工作結果，然其法至簡捷而尙合乎情理。

第一百十八圖



(二)從觀察機器壓容圖而有改革活門工作之需要，此須完全明瞭活門機構與壓容圖之關係(詳第三章)。採用此法以校正活門工作，起先似乎遲慢而不簡易，然有經驗之後，則安置活門甚速，且此為唯一妥善之法，校正活門可免錯誤。凡用他法校正活門後必須再用此法校對方免錯誤。

凡機筒上之汽門不能直接觀察者，則必用間接量法以決定活門之工作適當與否。若活塞式之活門，大概均為裏面進入蒸汽

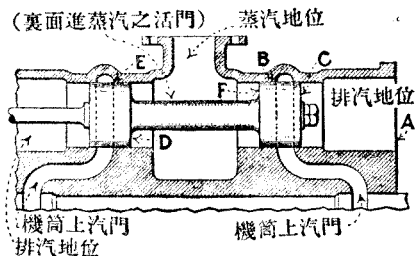
式，則必用間接量法，以校正活門之工作，其法詳論如下：

按第一百十九圖將活門箱蓋開啓後擇一線為考據點，由此而度量之。A 線之選擇

使其在不論何時不為活門遮蔽，當活門在其行動之時，然後用一鋼尺量準 AB 及 AE 之距離(量時先將活門取出)，

然後再量活門之長由 C 至 F 及由 C 至 D，量準之後，將活門安回其座上，活門之邊 F 與 B 及其座可以安放照合，將活門推動直待 AC 之距離 = AB - CF，D 邊與 E 邊亦相照合，當 AC 之距離 = AE - CD，不論何時機筒上汽門之開啓確數，可用同樣之量法量至活門之 C 面以決定之。

第一百十九圖



[例]按第一百二十圖，設 $AB=8$ 吋， $CF=2\frac{1}{4}$ 吋，並機器

在其原有中心時 AC 之長為 $5\frac{1}{2}$ 吋，其先導為若干吋？

[答案]先導 = $8 - (5\frac{1}{2} + 2\frac{1}{4}) = 8 - 7\frac{3}{4} = \frac{1}{4}$ 吋。

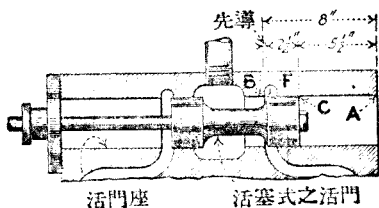
能得奏效的校正工作活門之機構，祇有兩法：

(一)由改變偏心在曲柄軸上之地位，若是則更改偏心之引前角。

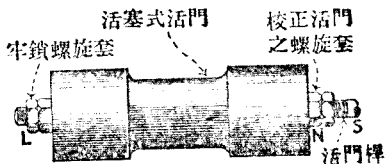
(二)由改變活門在其座上之地位以隨偏心之地位，此則可改變由偏心之中心點至活門之長度，此即更改活門桿之生效的長度。活門桿之長短的改變，祇須旋轉該桿上之牢鎖螺旋套(見第一百二十一圖)。

下表顯示由校對外面進入蒸汽之滑動活門，而發生效力於蒸汽機之循環。

第一百二十圖



第一百二十一圖



校對活門表

校對	長度	機之筒端	活門工作程序上所受之影響					
			蒸汽進入		斷絕蒸汽		減壓	
活門桿 生效之長度	加長	左	較遲	較早	較早	較早	較遲	
	加長	右	較早	較遲	較遲	較早	較早	
	減短	左	較早	較遲	較遲	較早	較早	
	減短	右	較遲	較早	較早	較早	較遲	
偏心 之引前角	增大	左	較早	較早	較早	較早	較早	
	增大	右	較早	較早	較早	較早	較早	
	減小	左	較遲	較遲	較遲	較遲	較遲	
	減小	右	較遲	較遲	較遲	較遲	較遲	

注意：由校對裏面進入蒸汽之活門而發生效力於蒸汽機之

循環，可參考上表但須注意以下之異點。

(一)由改變活門桿生效之長度，而所得之結果與上表載者適相反，例如上表所載(較早)則當為較遲，(較遲)則當為較早也。

(二)由改變偏心之引前角，而所得之結果，則完全與上表所載者相同，但須注意裏面進入蒸汽之活門，引前角之量法須隨輪轉之方向，從曲柄地位後面之線上至偏心地位線成直角(已詳前)。

裝置新機器之活門：在機器未曾開動之前切不可先改變或移動已裝妥之活門機構，先將汽箱蓋移開用手轉動機器而觀察活門在其座上行動。若為活塞形之活門則需用間接量法(見前)，活門及其座子之尺寸，可參考機器製造家藍印而無須移動活門。活門之動作經過觀察之後，若決其裝置適當，可將汽箱蓋裝回而將機器開動，若欲將機器開動而不先觀察活門之工作亦可，因即使活門未曾裝置適當未即有何損害，然後裝示功器於機器上而畫無擔負之壓容圖，再將擔負逐漸加增，造機器者常極注意校正活門而使其工作適合，若壓容圖未指出活門動作有錯誤以前，可以不必校對。

裝置舊機器之活門：最好能得製造該機器廠家之說明書，一切校對須按照之，否則當照以下所說者以校對之。

凡滑動活門皆可按照以下三條件之一以裝置之，而可卜得工作滿意，一個單獨的活門則不能得到最妥善之裝置，因其連接

桿之角度故也(詳前)。單獨活門之裝置如按以下各條(一)在兩端之動程上先導相等，若此裝置活門將使活門工作各事在機筒兩端不相等，斷絕蒸汽點更不相等。(二)在兩端之動程上蒸汽斷絕點相等，若此裝置將使機筒兩端上活門之工作各事更互相懸殊。(三)裝置在先導相等及斷絕蒸汽點相等之中間地位，若裝置較多之先導在右端之動程上，則斷絕蒸汽點在兩端之動程上幾相等。裝置滑動活門按照以上之條件，將分別詳說於下。

裝置無論若何之滑動活門，其初步係決定如何裝置，抑係(一)先導相等，(二)斷絕蒸汽點相等，或(三)在先導相等與斷絕相等兩者之中間，選擇以上之任何裝置法其相差之數甚小。若按相等先導裝置，則機器工作時，較無聲響，若按相等斷絕蒸汽點裝置，則機器工作較為經濟，若按以上之第三條裝置，則機器工作有相當之肅靜並經濟。但按以上之三條中，任何一條裝置滑動活門工作上結果相差極小，因按先導相等，裝置最易，故工程師恆採用之，在小機器上，此法更為適用。若係大機器則常採用以上之第三條以裝置滑動活門。若為直立式之機器則其頂端之先導恆較少於底端之先導，因其兩端之蒸汽斷絕點幾相等，並因其活塞及桿等之重量下墜抵抗向上動程之蒸汽壓力。然不論何種機器上用示功器以決定正當之先導，實為最妥善之法。

若裝置滑動活門之先導相等，我人必須擇定是否按照機器

原有設計所決定之先導相等，或按自行選擇之先導相等，所謂設計決定之先導相等者，即先導相等之尺寸須按機器設計工程師所決定者，若按其裝置活門祇須改變活門桿或偏心桿之有效的長度，直至機筒左右兩端之先導相等為度，因偏心上之引前角已成固定不需更改也，若須將機器設計工程師以前所決定之先導相等之尺寸更改，則必須更改機軸上之偏心的引前角，若此則須改更機器上機件之裝置而包括較多的工作，所謂選擇之先導相等者係改變先導相等之尺寸至所選擇者按以下之規則，此則必須改變活門桿或偏心桿的有效之長度，且須改變偏心上之引前角。若裝置機軸節速之機器上之滑動活門，必須常按照其設計決定之先導相等的尺寸，否則須挪動偏心及飛輪之原有地位，工作至巨，且常不易達到滿意的結果。

不論何種滑動活門，其適當的先導，必須由示功器決定，大概每一呎活塞之動程，先導裝置之尺寸為 $\frac{1}{32}$ 吋，然鮮有小於 $\frac{1}{32}$ 吋者，例如機器上活塞之動程為 12 吋，先導為 $\frac{1}{32}$ 吋，若機器活塞之動程為 24 吋，則先導須為 $\frac{1}{16}$ 吋（以此類推），若選擇之先導尺寸不合於機器之用，則示功器將顯示其錯誤及其補救法（詳前）。

注意上詳：若更改活門桿或偏心桿之長度，則機筒兩端之先導可使相等。當活門兩端開啓之數相等，則活門桿與偏心桿之長

度恰對，而先導相等，若挪動機軸上之偏心，改變其引前角度，則先導相等數可以改變。

若機筒上之汽門在機器第二原有中心上比在第一原有中心上開啓較多，顯示(祇應用於直接或外面進入蒸汽之活門)活門桿太長，必須縮短兩端先導相差數之一半。若在第二原有中心上之先導比在第一原有中心上之先導少，或如機筒上之汽門毫不被開啓，則活門桿之有效長度太短而必須加長。(a)設機筒上之汽門開啓，則活門桿必須放長兩端先導相差數之半。(b)設機筒上之汽門不開啓，則活門桿必須放長活門不夠到達開啓汽門之距離的一半，再加在第一原有中心地位上之先導的一半。活門桿之長度，經此較準之後，活門或不顯出有何先導。

裝置活門對斷絕蒸汽點相等，則有一定之限止。例如一活門設計之平常斷絕蒸汽點為動程之十分之六，若裝置活門使兩端之斷絕蒸汽點為十分之四或十分之八，則機器之工作決不能滿意。故如裝置活門使斷絕蒸汽點相等，則不可與原有設計之蒸汽斷絕點相差過多。以下之步驟，為合乎裝置活門之實施，使蒸汽斷絕點相等而工作滿意。

(一)裝置活門使有相等之先導。

(二)在叉頭之相當地位上劃一記號 A (見第一百二十二圖)。

(三)置機器於右端之原有中心上。

(四)劃一記號 B 在叉頭之導組與在叉頭上之記號 A 相對。

(五)緩緩轉動機器按其行動之方向，直待活門適將機筒右端之汽門關閉。

(六)劃一記號 C 在叉頭之導組上與叉頭上之記號 A 相對。

(七)轉動機器至左端之原有中心上。

(八)劃一記號 D 在叉頭之導組上與在叉頭上之記號 A 相等。

(九)再劃一記號 E，使 $DE = BC$ 。

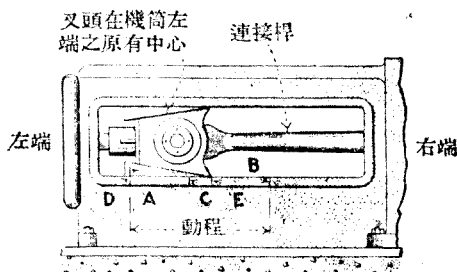
(十)轉動機器按其行動之方向，俟 A 點與 E 點相合。

(十一)改變活門桿之有效的長度，使其適足以關閉機筒上汽門之半。

(十二)挪動機軸上之偏心(反向於機器之轉動)，使適關閉機筒上之汽門。

(十三)轉動機器按其行動之方向，直至達到機器右端之斷絕蒸汽點。

第一百二十二圖
按斷絕蒸汽相等校正活門時
在叉頭導組上劃取之記號



(十四)若 A 點與 C 點不相脗合，則須將由六節至十三節之手續重復一遍。

(十五)再用示功器校對活門一遍。

注意：裝置活門對蒸汽斷絕點相等，六節至十三節之手續，常需重復數次，方能對準。

裝置滑動活門按在先導相等與斷絕蒸汽相等兩者之中間地位，其步驟不同之處為先導不相等，在機筒左端之先導使稍少而使在機筒右端之先導較多於前詳之數（即每呎動程之先導為 $\frac{1}{32}$ 吋），大概在機筒兩端之先導的相差數為 $\frac{1}{16}$ 吋按每呎動程，此則將機筒左端之先導等於零，而將機筒右端之先導按每呎動程裝置 $\frac{1}{16}$ 吋，實際上兩端先導之相差數應照以下規定，凡 14 吋動程或 14 以下動程之機器，兩端先導之相差數應為 $\frac{1}{32}$ 吋，凡機器之動程在 14 吋以上者，則兩端先導之相差數須為 $\frac{1}{16}$ 吋，（按每呎動程推算）。

裝置滑動活門，按在先導相等與斷絕蒸汽點相等兩者之間地位，其裝置之程序如下。

(一)先決定機器兩端之原有中心地位（詳前）。

(二)將機器上之汽箱蓋開啓。

(三)設機器上有機軸節速器，則必須改動節速器至機器四分之三的滿載擔負之地位。

(四)若係間接的活門，可將活門取出而將其所需之尺寸量定(詳前)。

(五)若係間接的活門，且需量其座子。

(六)將活門放回座上。

(七)轉動機器至左端之原有中心上。

(八)轉動機軸上之偏心，按機器行動之方向，直待左端之先導約等 $\frac{1}{8}$ 吋。

(九)量準此端先導之尺寸稱之爲 L_1 。

(十)將偏心裝牢在機軸上。

(十一)轉動機器至右端之原有中心上。

(十二)量準在機器右端之先導尺寸稱之爲 L_2 。

(十三)改變右端之先導使 $(L_2 - L_1) = \frac{1}{32}$ 吋或 $= \frac{1}{16}$ 吋(照上指定者)，改變活門桿之有效的長度以校對之。

(十四)挪動偏心使達到機筒右端所需之先導。

(十五)將汽箱蓋裝好。

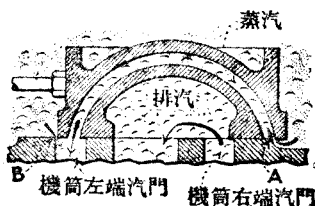
(十六)用示功器校對活門之裝置是否準確。

注意：滑動活門按不相等之先導而裝置，而其壓容圖將顯示機器右端之蒸汽進入太早，而左端之蒸汽進入太遲，然因活門之裝置如此祇能聽之。若機器之右端發生撞擊之聲，則偏心必須向後挪動，或活門桿之長度必須改變，俟撞擊之聲停止爲度。

多汽門的活門之裝置，可採用以上之任何一法，緣多汽門的活門之設計，使斷絕蒸汽點及其他活門工作節目在每汽門上同時發生，第一百二十三圖顯示左端之蒸汽進入，同時經過 A 邊與 B 邊，所以此項活門之裝置不須特別再詳矣（見第一百二十三圖）。

無庸開啓機筒上之汽箱而裝置活門之法詳解於下，此法可用於 D 字式之滑動活門，活塞形之滑動活門，平衡的與多汽門的滑動活門及各種滑動活門，下法祇合用於新機器或新修好之機器而活門不漏汽者。

第一百二十三圖
多汽門之滑動活門在左端
進入蒸汽點



解說：如有一搖桿以輸送偏心之運動於活門桿，最善之裝置活門法，係校正偏心桿使搖桿與活門桿成一直角，而搖桿向左向右搖擺時，兩距離須相等，偏心桿照此校準之後，則活門之裝置全由校正活門桿之長度，使活門在機筒兩端之行程相等，將機器轉動至原有中心上而裝置偏心於此地位上，則活門能給所需要之先導，裝置法詳左。

設活門桿之長度不能在汽箱外校對，則妥善之裝置法必須開啓汽箱蓋，但如從校正偏心桿之長度而使搖桿與活門桿不成直角而略偏，則由校正偏心桿之長度而使活門在機筒兩端之行

程相等，無庸開啓汽箱，結果亦佳。如無搖桿者，則由校正活門桿之長度，或偏心桿之長度，無庸開啓汽箱，可使活門在機筒兩端行之程相等。

考驗活門之行程相等與否，而無需開啓汽箱蓋，先將機器轉動至原有中心，在叉頭之導組上劃一記號，並在叉頭上劃一相對同位的記號，暫安置偏心於軸上在此地位上適使蒸汽吹過此端之汽門，然後轉動飛輪向前至此地位，若開啓控流活門極少之蒸汽，進入機筒之彼端（可在機筒之兩端裝置小活門，將其開啓以顯示之），劃一記號在叉頭之導組上，與叉頭上之記號同位相對，再劃一記號當機器在此端之原有中心上，再劃一記號在叉頭之導組上其地位在以前所劃在導組上兩記號之中點，然後轉動機輪至若此之地位，使在叉頭所劃之記號與在導組上中點之記號恰對，現再校對活門桿或偏心桿之長度，使蒸汽適能進入此端之機筒，再將機器向前轉動至彼端之原有中心，直待叉頭上之記號在動程盡頭之距離與導組上所劃之中點記號與彼端之盡頭的距離相等，若蒸汽適能進入，則活門兩端之行程相等矣。如若不然，可將機器轉動至蒸汽適能進入之地位，再劃一記號在導組上，其地位在蒸汽適能進入之地位與蒸汽應進入而未能的地位之中點，將叉頭挪動，俟其所劃之記號與此中點之記號恰對，再重校對活門桿或偏心桿之長度，俟蒸汽進入機筒之彼端。

現可安置活門上所要之先導數，活門之行程若是相等矣，將機器轉動至左端之原有中心上，將偏心在機軸上向前轉動俟蒸汽適能進入機筒之左端，即將偏心安置在此地位上，然後在活門桿上劃一記號距離入汽箱口處適一吋，將偏心在機軸上向前挪動，俟活門桿上之記號被挪動之地位等於所需先導之數。

裝置騎式斷絕蒸汽活門之機構，必須分兩步而成之，因其包含兩個活門之故。

(一)其主要之活門必須先按先導相等裝置，採用上法或照下法：轉動偏心至兩盡頭地位，並觀察機筒上汽門兩端開啓之數是否相等，如不相等，可校正活門桿之有效長度，務使機筒兩端之汽門開啓數相等，然後將機器之曲柄置於左端原有中心上，轉動偏心按機器行動之方向，直待機筒左端之汽門開啓有 $\frac{1}{32}$ 吋之先導，然後將偏心裝牢在機軸上，若為活塞式之騎式斷絕蒸汽活門，則必用以下之間接法以裝置之。

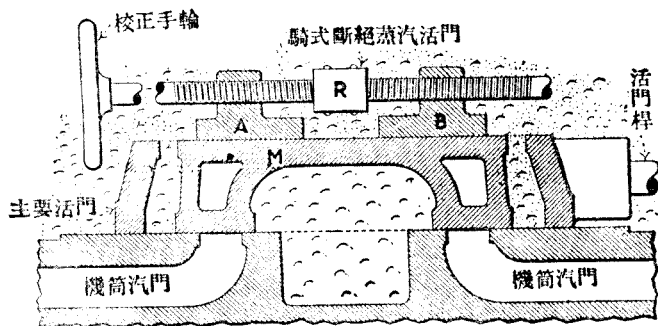
(二)裝置斷絕蒸汽之活門全賴乎該活門係能用手校對者或用節速器以工作者，或非能用手校對及非用節速器工作者，不論以上任何之一種，第一步須校正活門桿之長度，此須將主要活門安置在其行程中點地位並轉動斷絕蒸汽偏心，斷絕蒸汽活門須行動過主要活門之兩汽門有相等之距離，如若不然，則必校正活門桿之長度而得之，若斷絕蒸汽活門能用手校正者，劃二記號 A

與 D 在叉頭上及在叉頭之導組上(見第一百二十二圖),代表機筒左端之動程。當機器仍在其左端之原有中心上時,安置斷絕蒸汽偏心在右端之中心上並將偏心裝牢,由左端量動程三分之二, DE, 劃記號 D 與 E 在導組上,轉動機器按其行動之方向將叉頭上記號挪至導組上之記號 E. 然後用手輪校對斷絕蒸汽活門在其桿上(見第一百二十四圖),直至其適關開主要活門左端之汽門,若此則裝置已完成。

若斷絕蒸汽活門係節速器工作者: 將節速器接好並將其重量停止在其裏邊之地位,轉動飛輪俟斷絕蒸汽點得到,並量過斷

第一百二十四圖

騎式斷絕蒸汽活門



絕蒸汽點時動程之分數(向前及回復之動程均須量過), 兩端遇蒸汽斷絕點時動程之分數需相等, 否則活門桿之長度未對準, 可更改斷絕蒸汽之活門桿之長度以校正之, 然後將連接節速器之

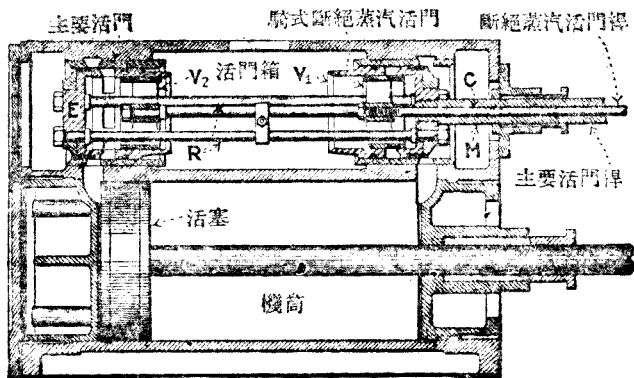
彈簧拆開並將重量置於彈簧上，現在轉動飛輪，在一公轉中不論在任何地位不能使斷絕蒸汽活門開啓主要活門之汽門。

若斷絕蒸汽活門非能用手校正亦非節速器工作者：將機器安置在其左端之原有中心上並將偏心(斷絕蒸汽偏心)安置在右端中心上而安牢之，現將機器向前轉動約叉頭之三分之二的動程，現將偏心(即斷絕蒸汽偏心)放鬆而將其向前移動，(隨曲柄之轉動向)俟其關閉主要活門之左端汽門，然後將偏心裝牢，若是則活門之裝置完成矣。

第一百二十五圖爲一活塞式騎式斷絕蒸汽活門，有二個活塞式活門 V_1 與 V_2 (見圖)，第二活門 V_2 在第一活門 V_1 中工作，二活門之工作邊皆不顯見。其主要活門之端 E 成二活門箱，

第一百二十五圖

活塞式騎式斷絕蒸汽活門



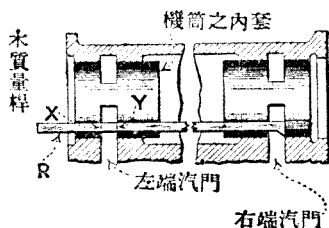
爲斷絕蒸汽活門之用。其主要活門之二杯形端，用三桿牢接，而得恰合互相關係，其主要活門之空心桿 M 用螺旋牢旋於主要活門之頭上，靠近曲柄，其斷絕蒸汽活門桿 C 在主要活門桿中滑動。

裝置活門之法如下：將活門箱蓋移開，將活門桿與搖桿軸之接連拆開，將活門移置工作之檯子上，現須將活門之模型劃在一板上，是則可使其在活門箱中工作時不能顯見之事實皆能顯見於外。

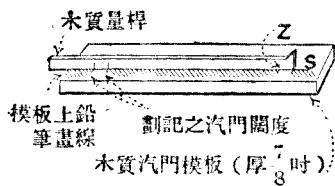
做汽門之模型板：先做一木製之量桿 R (第一百二十六圖)；須用一光滑而純潔之松木約一吋闊， $\frac{7}{8}$ 吋厚而較汽箱略長，將其一端切成如(第一百二十六圖)圖中右端之形狀，量做汽門模形，

第一百二十六圖

用量桿決定汽門之地位及闊度



第一百二十七圖

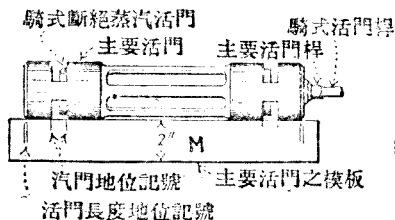


木桿之置入汽箱中之形狀如圖，然後用刀鋒劃外邊蒸汽門之闊 X 與 Y 兩細線在木桿上，將木桿取出並再劃其他汽門之闊於木桿上，量 X 與 Y 間之闊，並將其尺寸劃在一木板上(見第一百二十七圖)，割一光滑而潔的松板 S 如圖，做蒸汽汽門之模型

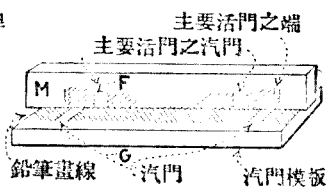
板，(約 $\frac{7}{8}$ 吋厚，4吋闊，長等於活門箱)，置木桿於木板上，將桿上汽門之地位改劃於木板上，劃法如圖。

做主要活門之模型板：割一光滑而清潔的松板 M 如(第一百二十八圖)，板厚 $\frac{7}{8}$ 吋，闊 2 吋，須較主要活門略長，手執木板 M 靠近主要活門並用利刀劃在板上活門之兩端及活門汽門之地位如(第一百二十八圖)。現如將主要活門模型板放置在汽門模型板上如(第一百二十九圖)，若是則兩列汽門之準確的相對地

第一百二十八圖
將主要活門之長度及汽門
劃在模板上



第一百二十九圖
主要活門模板及汽門安置在
恰準中央地位



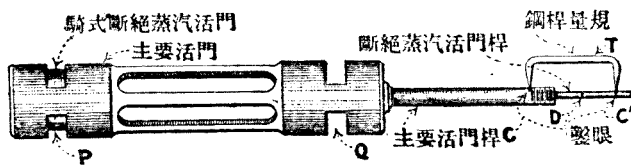
位均可顯明。

尋找斷絕蒸汽活門在主要活門中滑動的地位之法如下：將斷絕蒸汽活門在主要活門中滑動直待斷絕蒸汽活門適關閉汽門 P (見第一百三十圖) 做一灣鋼桿 T (見圖)，在主要活門桿上鑿一細眼 C，將灣鋼桿一端之尖頭安置 C 眼上，再將灣鋼桿彼端之尖頭安置在斷絕蒸汽活門桿上所鑿之細眼 C' 上，現將斷絕

蒸汽活門，安在主要活門中向右滑動，俟斷絕蒸汽活門之右端，適關閉主要活門之汽門 Q，用灣鋼桿及活門桿上之細眼，再尋得記號 D，當灣鋼桿之一端尖頭在 C，將斷絕蒸汽活門挪動，俟灣

第一百三十圖

校正斷絕蒸汽活門之量規



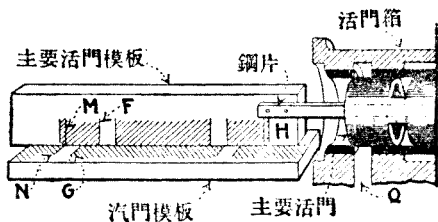
鋼桿之彼端的尖頭在 D 或在 C'，則主要活門上之汽門適關閉。

將模型木板之地位排好預備裝置活門：先將活門裝入活門箱中，將模型板用木桌架起使平(第一百三十一圖)，將主要活門之模型板安置於汽門模型板上(如圖)，用一鐵條用螺絲裝牢在主要活門之模型板上，

第一百三十一圖

裝模板在活門箱端預備校正活門

使鐵條蠶出之一端，緊貼主要活門之左端。當各物均安置齊備如下圖，即將主要活門之偏心轉至若是地位，使主要活門之左端，與蒸汽門邊列齊如圖顯示在 Q，現將汽門模型板挪動，俟記號 M 與記號 N 列齊，將汽門模型板在此地位上用釘



挪動，俟記號 M 與記號 N 列齊，將汽門模型板在此地位上用釘

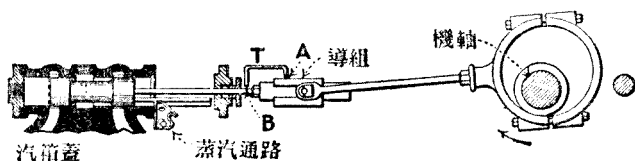
釘牢在桌上，此兩塊模型板恰準代表主要活門與汽門之相對地位，當主要活門在其座上向前與往後移動，而模型板隨之移動，則活門在其箱中之地位均顯明於模型板上。

校正偏心桿之有效長度，使活門在其兩端之行程上，開啓機筒左端及右端汽門之數相等。因斷絕蒸汽活門，須隨主要活門而校正之，故主要活門必先校正也。

校正主要活門桿至恰對的有效長度：轉動主要偏心至一原有中心地位(第一百三十一圖 b)並由模型板上(第一百三十一

第一百三十一圖 a

偏心在左端盡頭處



第一百三十一圖 b

偏心在右端盡頭處

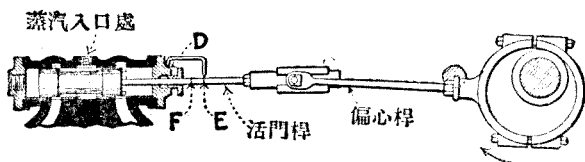


圖)量其距離，在此地位上活門之邊或遮蓋汽門邊，或活門邊須將汽門暢開，然後將偏心轉動至對向的原有中心(第一百三十一

圖 a) 並觀察在此地位上活門邊與汽門邊之相對地位。設在此兩地位上, 活門或開啓汽門之數相等, 或關閉汽門之數相等, 則活門在左右兩端之行程相等, 並主要偏心桿之有效長度亦恰對, 設偏心桿之有效長度不準確, 則必將其校對使得有以上之結果。

校正斷絕蒸汽活門之偏心桿至有效的長度, 則步驟如左, 將活門安置在其行程之中點地位(見第一百二十九圖)若模型板之顯示, 轉動節速器輪俟斷絕蒸汽偏心係在其左端之原有中心上(第一百三十一圖 a), 然後將灣鋼桿一端之尖頭置在 C 點上(見第一百三十圖), 量灣鋼桿彼端之尖頭與 C' 點之距離, 將一端之尖頭留置在 C 點上, 而將斷絕蒸汽之偏心轉到至右端原有中心地位, 量灣鋼桿彼端之尖頭與 D 點之距離, 若該兩距離相等, 則斷絕蒸汽之偏心桿的有效長度係恰對, 如若不然, 則更改偏心桿之長度而重復校正之。

裝置主要活門之偏心而合於所選擇之先導相等, 轉動機器之曲柄至左端之原有中心上, 並轉動主要活門之偏心至左端之原有中心上, 若爲活塞形之活門並活門係直接連接者, 則活門開啓其汽門使蒸汽進入時, 活門運動之方向與活塞運動之方向適相反, 是以如曲柄走過, 偏心須轉動至對向俟左端機筒上之汽門開啓如選擇之先導數, 其正當之先導極少超過 $\frac{1}{16}$ 吋, 在第一百二十九圖上之 F 線與 G 線之距離謂之先導, 已裝置在選擇的

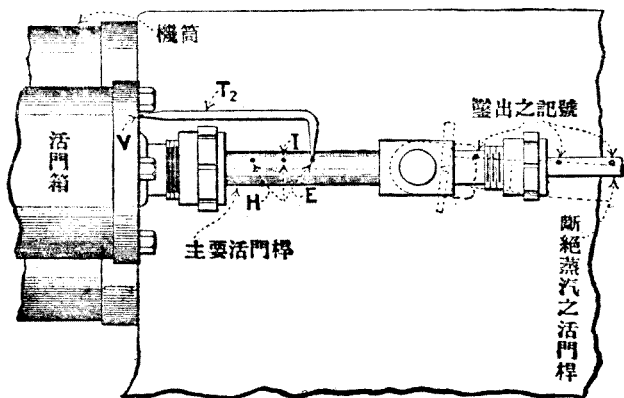
先導上後，將主要偏心牢裝於軸上。現可將主要活門正常裝置，欲校對彼端之先導以期準確，可轉動機器之曲柄至反向之原有中心上而量在此地位上之先導，若兩端之先導不相等，且非等於所擇定者，則偏心桿之有效的長度及引前角之度數需更改，俟兩端之先導相等而與擇定者相符。

裝置斷絕蒸汽之偏心，先轉動機軸，由左端之原有中心起，依據機器行動之方向，俟主要活門適關閉活門座上之汽門，此時主要活門之偏心正式裝牢在機軸上，此係主要活門之斷絕蒸汽點，將節速器輪從機軸上放鬆。現將斷絕蒸汽之偏心，走動在偏心之左端原有中心上，轉動偏心依據機器行動之方向，俟斷絕蒸汽活門適關閉主要活門上之汽門。此項地位之決定係用灣鋼桿之一端尖頭放在 C 上（見第一百三十圖），並移動斷絕蒸汽之偏心，俟 C' 點適在鋼桿彼端之尖頭下，斷絕蒸汽之偏心應全部拋出且約與曲柄同向。將斷絕蒸汽之偏心，如此裝牢在機軸上，則主要活門與斷絕蒸汽活門現均裝置完備矣。

劃記尋認記號於主要活門桿上以備將來校對時工作迅便：另製一灣頭鋼桿如（第一百三十二圖上之 T_2 ），再將機器放置在原有中心上，在蒸汽箱頭劃上 V 點，置鋼桿直端之尖頭於 V 並鑿 E 點於主要活門桿上在 T_2 下，轉動曲柄至彼端之原有中心上，且鑿 H 點在現在地位之鋼桿灣端尖頭下，將來欲再校對活

門時可用此鋼桿 T_2 及主要活門桿上所鑿之 H 點與 E 點以決定之不必取出活門矣。將 H 點與 E 點之間對分鑿一 I 點，如將來校對時，祇須將斷絕蒸汽活門之偏心桿的有效長度校正，使 I 點適在鋼桿彎端之尖頭下，若是，則主要活門將佔據其行程中點之地位，校正後將活門箱蓋關閉則事已完畢，鋼桿 T_2 必須妥為保存，可備為將來校對活門之用。

第一百三十二圖



使一滑動活門機器轉動反向(即打倒車)：若為控流管理之機器，將機器安置在其左端之原有中心上，先導與偏心拋出之地位，能顯示機器轉動之方向。若為外面進入蒸汽活門(見第九十三圖)，其曲柄釘，如無反轉搖桿在偏心桿上，常跟隨偏心。若為裏面進入蒸汽之活門(見第九十四圖)，則偏心常跟隨曲柄，將偏心旋

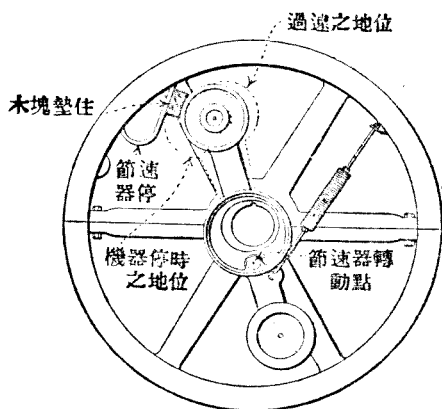
鬆在機軸上轉動，使其達到與以前適相反之地位，則機器將反向轉動。最合宜而常用之法，使機器反向轉動，係先將機器置於原有之中心上，量準所見先導之數，然後寬鬆偏心在機軸轉動，則活門將被其拉過，而至此端有與以上觀察者同數之先導，將偏心裝牢在此新地位上則改換機器轉動方向之事畢矣。

節速器影響滑動活門之裝置，(一)控流節速器並不干預活門之運動，故無需特別注意，活門在有控流節速器之機器上，不論機器之擔負若何，其運動相同。(二)改變斷絕蒸汽點之節速器並機軸節速器，皆隨機器擔負之改變，以更改活門之運動，所以校正時需顧及之。此項節速器能改變(一)活門之行程，(二)引前角度，(三)活門之行程並引前角度。用此項節速器，則偏心皆裝置於節速器，並成節速器之一部，所以不能在機軸上校正。活門桿須按先導相等以校正之，或使機筒右端之先導較大於左端者(詳前)，若偏心必須挪動方可得工作滿意，則常須將飛輪上之鑰槽重新割做以配機軸，不論何時欲將偏心校正必須用木塊將節速器填住在當機行動至滿載擔負或四分之三滿載擔負的地位，(第一百三十三圖)然後將活門校正(校正之裝置法已詳前)。

尋找滿載擔負時機軸節速器行動之地位，因此項節速器隨機器之擔負而改變活門之行程者，開動機器至不變的滿載擔負之正常速度，然後用一尺量活門桿之行程，量準後將機器停止並

將節速器用木塊填住在此地位上，用手轉動機器所得活門之行程與所量者等。蒸汽機之示功器，常用之在活門校對工作（第一百三十四圖至第一百四十二圖），參考第三節所講解示功器之應用於活門之校對。

第一百三十三圖
機軸節速器墊住在滿載擔負行動地位



示功器可用之以校對已

經用量法裝置之活門，或用之以裝置活門若汽箱蓋不便於開啓，如用示功器以裝置活門則必依據以下之兩基本原則：（一）引前角度或偏心地位以曲柄為根據以決定活門工作各事實之時間。（二）活門桿之長度或活門在活門桿上之地位決定從機器兩端之壓容圖紙之面積。一長度不準恰之活門桿將發生影響在機筒左端及右端之壓容圖上。若機筒右端之壓容圖，因更改活門桿之長度而面積增加，則同時機筒左端的壓容圖之面積將減少，移動偏心將發生同樣之影響在機筒左端及右端之壓容圖上。

例如第一百三十四圖之第一壓容圖得之於一機器，該機器需要校正活門，該壓容圖指出，（一）機筒左端與右端之壓容圖面

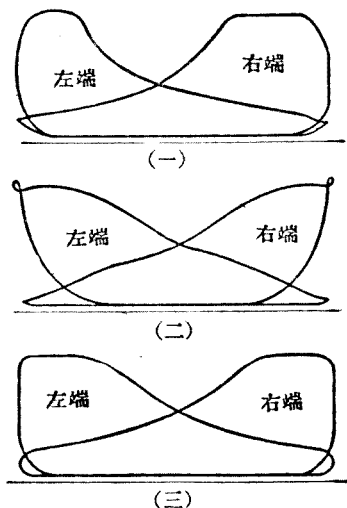
積不等，故活門桿之長度必須校正。(二)各事實若進入蒸汽與減壓等均遲，所以偏心必須在曲柄軸上移動。因機筒左端之壓容圖面積較小，故必須將活門桿減短令較多之蒸汽流入機筒之左端而增加左端壓容圖之面積。再因活門工作各事實均遲則必須加增引前角之角度，或將偏心向前移動少許使各事實來較早。第二壓容圖係經以上

校對之後所畫，此圖顯示活門桿之長度現已對準，但偏心被移動太向前，故活門工作之各事實來得太早，故偏心必須往後移動約前移動數之半。第三圖顯示活門工作適當無須再校矣。

從蒸汽機示功器所決定裝置活門之各種缺點及其補救法，則顯示於第一百三十五圖至第一百四十二圖（再參考第三節之第七十九圖與第八十圖）。若在裝對活門之前，將每一壓容圖仔細端詳，可省許多時間，有時每次續畫之壓容圖改變極小，第一百三十五圖至第一百四十二圖之校對活門法，僅合用於外面進入

第一百三十四圖

裝置活門時所得之壓容圖



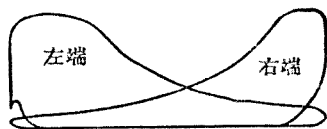
蒸汽之滑動活門。若為裏面進入蒸汽之活門，則校對與圖中所說者不同，(須參考校對活門表及表下注出各節說明)。

第一百三十五圖



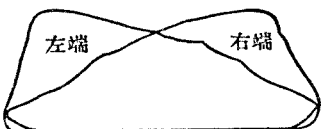
顯示活門桿太短之故 應放長活門桿

第一百三十六圖



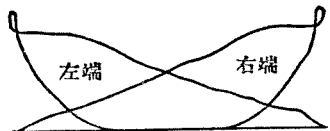
活門桿太短之故 應放長活門桿並
將轉偏心向前移

第一百三十七圖



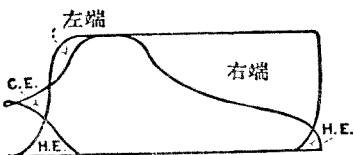
引前角度不對之故 應將偏心向前移

第一百三十八圖



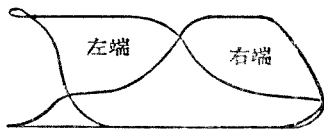
引前角度不合之故 應將偏心往後移

第一百三十九圖



活門桿太短 應加長活門
偏心太向後 桿將偏心向前移

第一百四十圖



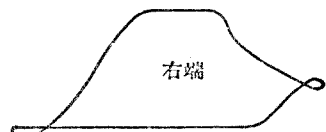
活門桿太長偏心 應縮短活門
太向前之故 桿及移偏心向後

第一百四十一圖



引前角錯 應將偏心向後挪動

第一百四十二圖



引前角不對 應將偏心向前移動

以上皆外面進入蒸汽之活門

第五節 高立司並上升活門(及其裝校法)

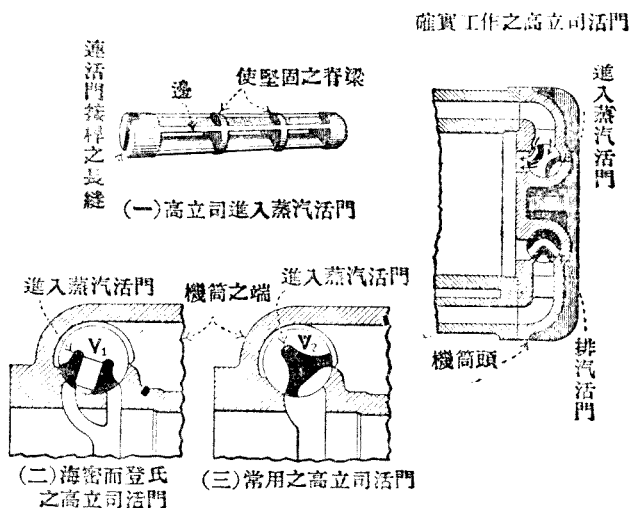
採用高立司或上升活門之故有三：(一)此種活門最合於有小餘隙的機器之用。且此種活門可以安置在極近蒸汽進入及蒸汽離開機筒之地位，且有極限止之運動。(二)此種活門極合用於機器需要快開速閉之活門，尤合用於機器需要在斷絕蒸汽點上快閉活門。(三)因此種活門有限止的運動之故，所受摩擦極小，是以此種機器之機械之損失小而活門能工作多時不現損壞。

注意：用高立司並上升活門之機器，較用滑動活門之機器收效較大，機器之效率雖增，然機件多而構造之值亦較大，採用此種機器，必須其效率之節省，可以彌補其購買之高價，方為合算。

高立司活門之利益：(一)可使活門運動慢而些許當其開啓或關閉時。(二)活門於開閉時可以運動快捷，若用有分開的活門。(三)活門可以安置在近機筒上蒸汽進入或排汽之處。(四)活門工作各事實，蒸汽進入，斷絕蒸汽，減壓及壓縮各點皆可單獨校正，且僅蒸汽斷絕點須更變合於機器各擔負上之需要。(五)蒸汽進入之活門與蒸汽排出之活門分開，是以較冷之排汽不經過進入蒸汽之活門而使其冷。第一百四十三圖為數種高立司活門設計之式樣，活門之形狀分別優良之設計如下：(一)活門切勿延展

至位移的體積，是則活門不論停止在任何地位則不能被活塞撞擊而發生損害。(二)活門在任何地位均有其座子支撐，是即活門座與活門之長度等，若是則蒸汽不致在活門之一邊行動而將活門壓灣或使活門座被磨損。(三)在多汽門之活門上邊數需少則

第一百四十三圖



不使蒸汽漏出。(四)活門上之面積，凡蒸汽壓力可達到者，必須為最小數，若是，則減小活門上之摩擦力。

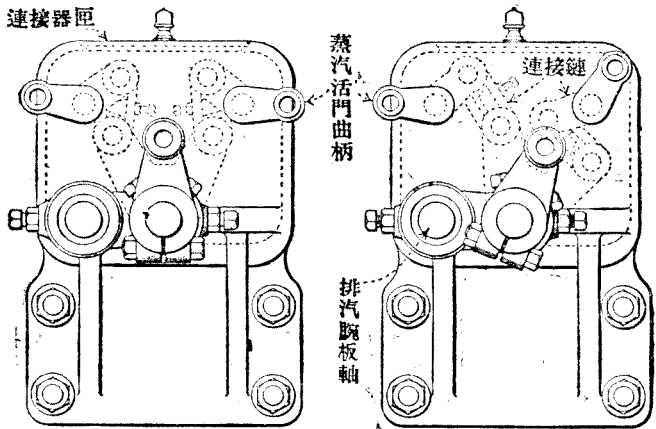
確實工作的高立司活門之機構顯示於第一百四十四圖至第一百四十六圖，進入蒸汽活門在此項機構中常用一腕板工作(見第三十二圖)，或每活門用一組分開槓桿與連接而工作，此種槓桿

之地位，或在活門上，或沿叉頭導組，或閉置一避灰塵之匣內，或暴露在外。活門或以桿推動，此等桿子則連接於搖桿臂上，排汽活門亦然見第一百四十五圖，排汽活門則用另一腕板推動或直接

第一百四十四圖

立奇塞四活門機器之連接器匣之內部

顯示連接組



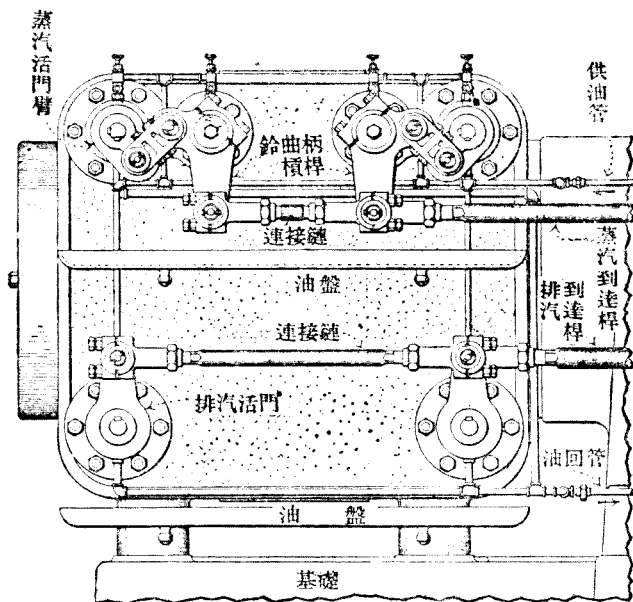
由搖桿臂推動，有時用一組槓桿及連接，若蒸汽活門見第一百四十五圖。

確實工作之高立司活門的利益與缺點，除以前所說之利益外，尚須注意以下之數條：(一)因係確實工作者，活門比分開的高立司活門可工作較高之速度，在一同樣太小的機筒中確實工作的高立司活門機器，比有分開的高立司活門機器能工作較高之

速度,能產生較多的機能,且能用一較小的飛輪而工作滿意。(二)活門之工作肅靜無聲。(三)機軸節速器比較合用於確實工作的高立司活門機器,此卽有較好的速度之調變。(四)在長動程而低速度之機器上,確實工作的高立司活門比分開的活門有較慢的斷絕蒸汽。按以上各點則確實工作的高立司活門最合用於短動程,

第一百四十五圖

愛茂氏四活門無減壓高立司機器之活門連接器



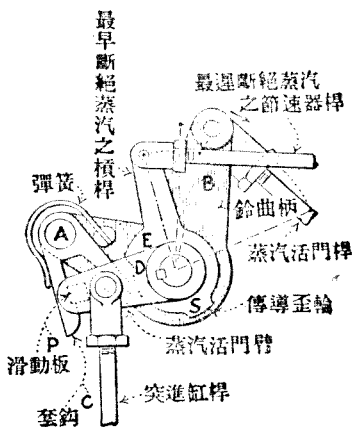
平速度與高速度之機器,因此項機器要有較切近的速度調變,此種活門產生一精緻的,奏效的及無響聲的一種機器以供使用。

分開的高立司活門機構見第一百四十六圖之 A 圖，工作此項機構之程序當詳說於下，設鈴曲柄被蒸汽活門桿按 A 圖與 B 圖上顯示之方向，套鉤 C 帶動一在活門臂 D 上之滑動板 P，將 D 升起將其在軸上轉動而開啓活門，突進缸桿亦被升起在突進缸內成一部份真空，活門臂 B 與 D 若是共同行動如一，直待套鉤之內臂擊動在槓桿 E 上之傳導歪輪，此時槓桿則滯留不動，當套鉤臂擊動傳導歪輪之時，槓桿 B 仍按指示之方向行動，套鉤則在其樞軸 A 上轉動，而在 D 上之滑動板被套鉤 C 放開，在突進缸活塞前之空氣壓力立將滑動板壓下，因此帶動 D 臂而將活門關閉。

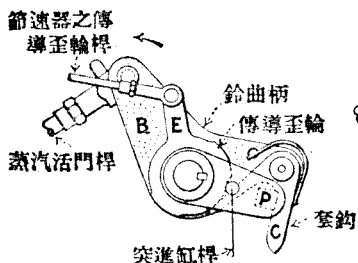
第一百四十六圖(A)

高立司活門減壓機構

分開的高立司活門機器之優點與弱點大概與普通之高立司活門機器相似(已詳前)。除此之外再加以下數點：(一)斷絕蒸汽極速無關於機器之速度與擔負，所以此種活門用之於長動程而低速度機器上最稱滿意。(二)此種活門，不能用高速度工作，因在高速度上，活門動作疲滯且有時竟不開啓。(三)活門之

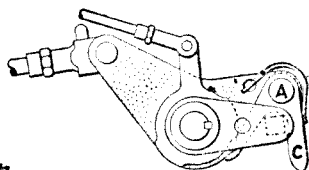


第一百四十六圖(B)



第一百四十六圖(C)

套鈎放開時之現象



機構比確實工作高立司活門運動較有響聲。從以上各條觀察分開的高立司活門機構祇合於低速度及長動程之大機器之用。

分開的高立司活門機構之主要部份，除減壓接帶器外尚有(一)一個偏心用以傳遞其運動於活門接帶器。(二)一塊腕板用以接受偏心之運動而傳遞於活門桿。(三)兩根活門桿循序挪動鈴曲柄及排汽活門臂，因從偏心至腕板之距長故兩者間之連接用一偏心桿及一到達桿。(四)偏心桿與到達桿則皆支持於搖臂上。(五)搖臂可減少腕板及偏心之巨大重量。(六)擊動槓桿被節速器桿裝牢。(七)節速器桿由鈴曲柄槓桿及節速器墜桿管理。(八)突進缸桿連接蒸汽活門臂及突進缸活塞。

分開的高立司活門機器恆有兩個偏心，亦有二根偏心桿，兩個搖臂，兩根到達桿，並常有兩塊腕板，指定工作之機器，建築上雖有改動，然與上所說者極少變更。

單獨並雙偏心分開的高立司活門機構之形容如下：(一)用一單獨偏心挪動蒸汽活門並排汽活門，斷絕蒸汽之範圍則限止在約三分之一活塞的動程，其原因當解說於下。(二)欲得較大範圍之斷絕蒸汽點，則必分用兩個偏心，其一用以挪動排汽活門，其他用以挪動蒸汽活門，用兩個偏心則進入蒸汽活門與排汽活門可以單獨校對，且蒸汽可以在近動程之端任何地點上斷絕。

解說：因何用一單獨偏心則斷絕蒸汽範圍限止在三分之一的動程，當解釋如下，當偏心轉動到達其拋出之盡頭處，彼一切運動均須反向，在高立司連帶器中，腕板將放鬆，並拉動鈴曲柄，當偏心轉動反向時，則腕板停止拉動鈴曲柄，現意想偏心對於排汽活門之運動，此項活門亦由腕板而工作。此可顯明每一排汽活門，有其最大的開啓，當腕板並偏心在其盡頭地位時，此亦可顯明排汽活門在其最大的開啓之前或已後，其開啓及關閉間之時候相等。既在向前動程終點之前，必須得到減壓，並在回復動程終點之前必須得到壓縮(排汽活門關閉)，此則顯明排汽活門之最大開啓，並偏心之拋出盡頭，必得於一半回復動程之前。所以偏心，在一半向前動程之前，必佔據彼端盡頭之地位，現既蒸汽活門在偏心達到其盡頭地位之前必須減壓，則蒸汽活門必須減壓在完成一半動程之前。按以上所說，或用一單獨偏心欲得最大的斷絕蒸汽範圍，則減壓與排汽活門之關閉，均必遲緩，在遲緩之轉動上，此項情

況可得滿意。若為高速度則必須有較早的減壓並較多的壓縮，此等情況，祇能從將偏心在其軸上向前移動而得之，且若是則減小斷絕蒸汽之範圍，是以用單獨偏心的高立司活門機構，其實施的斷絕蒸汽範圍，約在三分之一的動程。

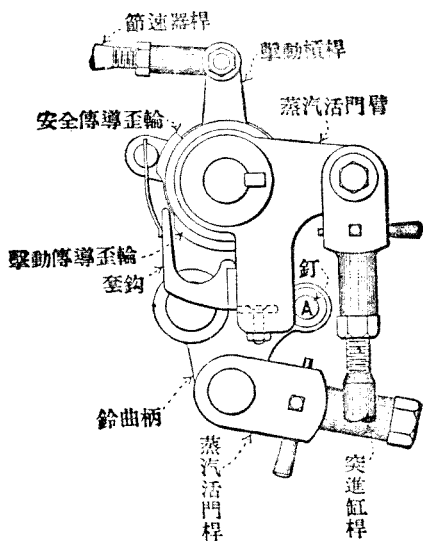
分開的高立司活門機構之廣為採用的設計，顯示於第一百四十六圖 A 圖，全賴一彈簧而使鉤子與滑板合同工作。因彈簧有時斷落，故有些製造廠家採用重心連帶器，見第一百四十七圖。其他製造廠家則更改傳導歪輪之設計而使工作較速。

分開的高立司活門

所用之突進缸，顯示於第一百四十八圖。各製造廠家對於突進缸之構作略異。突進缸之初步工作，係當滑板從套鉤上放鬆時，使蒸汽活門關閉迅速。若突進缸之設計僅發生此項效果，則當活塞擊動機筒底時必多聲響。欲免除此等情況，則突進缸常裝有第二活

第一百四十七圖

茂來高立司重心連帶器



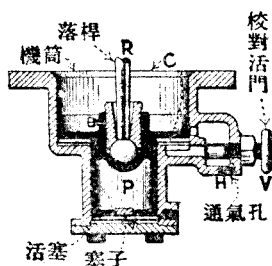
塞，當其降落時必將空氣逐出機筒，從適當的限止其趕逐空氣時之開啓限度，則工作無聲。

上升活門之優點與弱點(見前第三十四圖)如下：(一)最合用於過熱蒸汽，因其小而整齊，不緣溫度之改變而損壞。(二)較小的活門動作即可將其暢開，是以開啓活門所需之工作最小。(三)活門不在其座上滑動，但從其座上升起，所以活門與座子不互相磨壞是不致滲漏。(四)餘隙如高立司活門可以些小，是以機筒上餘隙之丟失亦小。(五)上升活門之工作機構常複雜，亦較價貴，此種上升活門在機器上實用未久，雖製有多種的活門工作之機構，何種最善必須經過常時之考察以決定之。(六)上升活門幾乎平衡，因其暴露於蒸汽壓力之不平衡的面積極小，所以極易在其座上升起。極小的不平衡，為事實上之所必需，因蒸汽之壓力使活門貼緊其座上而免滲漏，將來供給過熱蒸汽之改善，則上升活門必更廣為採用矣。

注意：上升活門在機筒上之地位，當機器停止工作時，必使無水能存留其座上，如許水存留活門座上，則不久生銹而漏，極小之漏處，一經蒸汽流過，即將擴大。

第一百四十八圖

高立司活門之突進缸

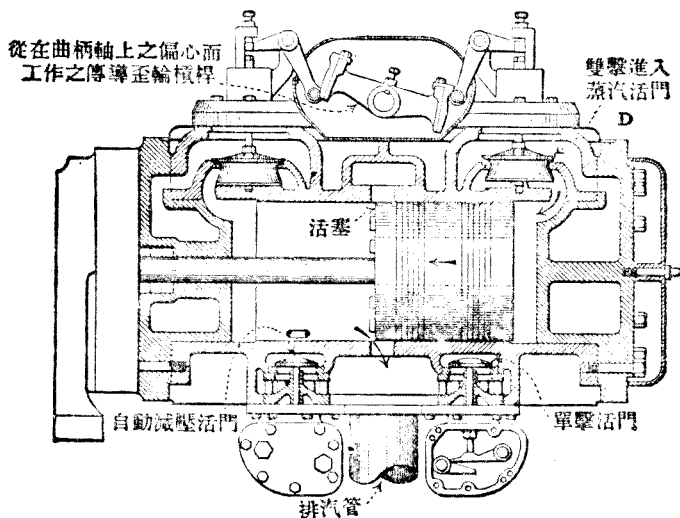


單拍的上升活門 S 與雙拍的上升活門 D (見第一百四十九圖),單拍上升活門 S 係實心者緊貼在一圈子座上,上升活門 D 是空心的,亦貼緊在其圈子座上。單拍上升活門極似簡單的滑動活門,因由活門上下之壓力相差而被壓緊在其座上,當其開啓時被有一通路能供蒸汽流過。雙拍的上升活門與平衡的雙汽門滑動活門相似,在活門上下相差之壓力,祇行動於一部份活門之截面上,當其開啓時,蒸汽能流過外面邊下,並經過活門中之空心處。

上升活門機構之設計已顯示於第三十五圖。大概上升活門

第一百四十九圖

司根諾機器之截面顯示活門工作機構



之動作，得之於一搖擺的傳導歪輪或一往復的傳導歪輪。此項傳導歪輪從偏心而運動，偏心或在機器之主要軸上，或在其曲柄軸上，或在傍軸上，此項傍軸，在機器之邊，與機筒之軸線平行，並從曲柄軸上之連帶器而得其運動。此項傳導歪輪能迫使活門開啓與關閉，或僅使活門開啓抵抗彈簧，此項彈簧隨後關閉活門，若用一彈簧，其裝置之位置，須使高溫度之蒸汽，不能流過其間而使之熱，否則將丟失其彈性。

校正高立司活門或上升活門，必須先參考製造廠家所指導或提議的疊蓋與先導。若不能得到此項說明書，則須按下表所載之數以校正之。表中所載之值，因無製造廠家之說明書，故用為指導。一切呎吋皆以英吋計算，短動程之機器須用較小之值，長動程之機器須用較大之值。

高立司活門校正表(以下均以吋計)

機器呎吋	蒸汽 疊蓋	蒸汽 先導	排汽 疊蓋	試驗的 壓縮	機器呎吋	蒸汽 疊蓋	蒸汽 先導	排汽 疊蓋	試驗的 壓縮
10×24	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{13}{4}$	18×40	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{25}{8}$
11×24	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{17}{8}$	20×42	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{8}$
12×30	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{16}$	2	22×44	$\frac{13}{12}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{25}{8}$
14×32	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	$2\frac{1}{3}$	24×48	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	$2\frac{3}{4}$
16×36	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{16}$	$2\frac{1}{3}$	26×50	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{1}{16}$	$2\frac{3}{4}$

28×52	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{5}{32}$	3	40×66	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
30×54	$\frac{15}{32}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{3}{16}$	$3\frac{1}{2}$	42×60	$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{64}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
32×56	$\frac{15}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$3\frac{3}{4}$	44×60	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{5}{16}$	4
34×60	$\frac{15}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$3\frac{3}{4}$	46×66	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{5}{16}$	4
56×66	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{32}$	$3\frac{3}{4}$	48×66	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{5}{16}$	4

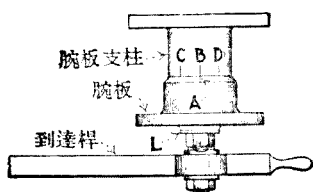
上表壓縮呎吋係活塞距離動程終點之呎吋，又蒸汽疊蓋之值係用於單獨偏心之機器者，雙偏心之機器，常用反面疊蓋，約機筒上汽門暢開數的四分之一。

(一)單獨偏心的分開高立司活門之校對法如下：(一)先將腕板支柱上所需之記號 C,B,D (見第一百五十圖)劃出，此三個記號係標記腕板在中及兩盡頭之地位。(二)劃一記號 A 在腕板之輪殼上，此記號與 B,C,D, 記號共用。(三)劃記號 S (見第一百五十一圖)在每一蒸汽活門及排汽活門之工作邊之地位上。(四)劃一記號 T (見第一百五十一圖)在每一活門座之端，以指示座子工作邊之地位。

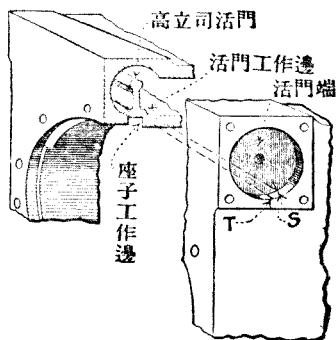
記號 A (見第一百五十圖)係劃在腕板輪殼之頂上，然後將腕板安置在其直立之地位(見第一百五十二圖)，此即到達桿釘

與腕板之中心線成一直立線，在支柱上之記號 B，與腕板輪殼上之記號 A 相對，見第一百五十圖，C 與 D 記號之位置詳說於後。欲劃記 S 與 T 記號，先除去活門後之帽(即活門開啓處之鐵板)

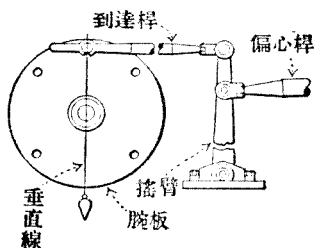
第一百五十圖



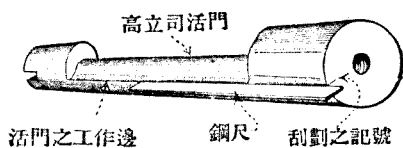
第一百五十一圖



第一百五十二圖



第一百五十三圖

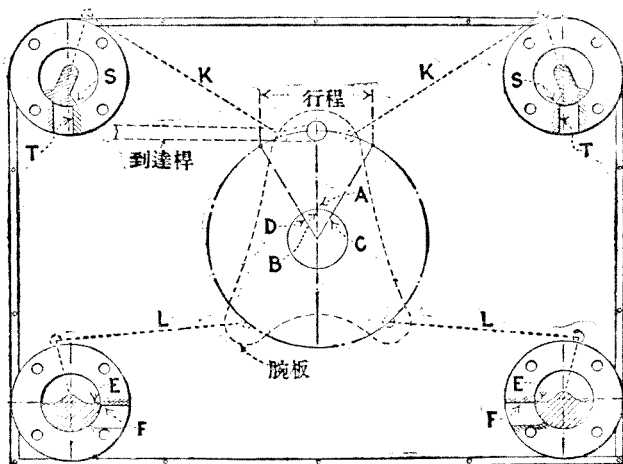


在機筒之對面)，先將活門由其座上取出，用一直邊鋼尺沿活門之工作邊劃一記號(第一百五十三圖)，再用鑿子將其略微鑿深。

(二)校正蒸汽活門桿及排汽活門桿之長度，校正之法如下：先將到達桿從腕板上折開，並將腕板安置其在中央地位，記號 A

適相對記號 B, 將腕板夾住在此地位, 現校正蒸汽活門桿之長, 使活門有極少之疊蓋, 活門桿上之螺旋, 可以左右旋動, 故校正極易。小機器上所用之疊蓋, 由 S 至 T 間量度, 約須 $\frac{1}{16}$ 吋至 $\frac{1}{4}$ 吋, 大機器上之疊蓋, 須約 $\frac{1}{4}$ 吋至 $\frac{3}{8}$ 吋, 然後校正排汽活門桿使 E 與 F 記號互相照合。有時工程師需要排汽活門上有些少疊蓋, 其他工程師需要, 則當腕板在其中央地位時, 排汽活門些少開啓, 若是則 E 與 F 記號不相照合, (參考第一百五十四圖)。此兩線(E 與 F)間之距離, 則等於所需要之開啓或疊蓋, 在小機器上排汽活門可以有 $\frac{1}{16}$ 吋之開啓, 在大機器上排汽活門之開啓可以有 $\frac{3}{16}$ 吋, 但無論如何排汽活門上開啓之數須小於蒸汽

第一百五十四圖



活門上之疊蓋，否則或有蒸汽吹過而不做工作之虞。活門桿 L 與 K 校正後再將到達桿牢置在腕板上。

(三)校正到達桿之長度：欲校正到達桿必先將偏心軸上之小螺旋旋鬆而放鬆偏心，並將偏心在其軸上轉動，或不放鬆偏心而將飛輪轉動，直至搖臂豎立恰成垂直。使人察看突進缸桿上端之餘隙，用一墜重線以成立垂直地位，暫將偏心旋牢在其軸上，搖臂在其垂直地位時校正到達桿之長度，使腕板豎立在中央地位，此即俟記號 A 與記號 B 相對，見第一百五十圖。

(四)校正偏心桿之長度：再將偏心放鬆，並將其軸上轉動，或僅轉動飛輪，同時命人察看記號 A 對記號 B 的行動(第一百五十圖)，設記號 C 與 D 已有在腕板輪殼上，則記號 A 須恰準從 C 至 D 行動，設無 C 與 D 之記號存在，記號 A 須行動在 B 之兩邊等距，如 A 之行動不合上說，則校正偏心桿之長度以得之，如無 C 與 D 之記號，現可將其劃記在記號 A 行動至兩邊盡頭處，以備將來校正偏心桿之長度時應用。

(五)將偏心安置在其軸上：將機器移置在其原有中心上，將偏心在其軸上轉動按機器轉動之方向，直待靠近活塞之蒸汽進入活門開啓有所需要的先導之數，高立司機器之先導可用高立司活門校正表上所載之數。校正適當之先導後，將偏心裝牢在其軸上而轉動其軸則偏心現隨其軸轉動，按機器轉動之方向將其

轉至對面之原有中心上，設此端之先導與在彼端蒸汽活門上者不等，則增長或縮短偏心與腕板間之連接，但不可校對此項連接器之長短太多，否則必須將活門重復校對，當兩端之活門顯示有相等之先導後，偏心必須裝置牢固在其軸上。

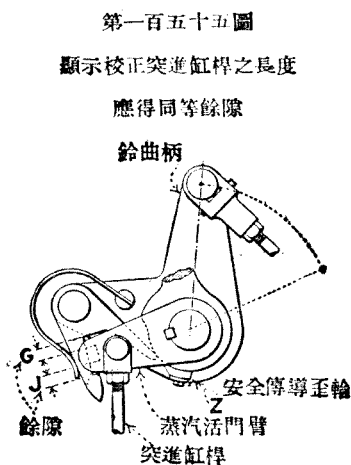
(六)校對節速器上之墜桿使鈴曲柄由其水平線上向兩邊搖擺之數相等，當節速器之飛球帶至其最高及最低之地位時。

(七)校對節速器之傳導歪輪桿的長度，先將節速器之開關置放其交臂下(詳第六節內)，拆開腕板上之到達桿，將腕板轉動直至記號 A 及記號 C (第一百五十圖)成一直線。現在機筒左端之蒸汽活門須暢開，校對機筒左端的傳導歪輪桿之長度，或較放長，使節速器在此地位上其接連器幾將與其分開，挪動腕板至彼端盡頭，校對傳導歪輪桿同上一樣。設現在以一 $\frac{1}{4}$ 吋厚的木板，放置在節速器與其交臂之間，則腕板在兩盡頭處之間搖擺時，兩蒸汽活門須減壓。欲證明傳導歪輪校對之適合，先將節速器之球，提起至其工作時之地位，並將其墊牢，然後用偏心與腕板間之連接物，用手轉動機軸，按機器轉動之方向，當蒸汽活門減壓時量導組上叉頭離開其盡頭處之距離，繼續將機軸按此方向轉動，當彼端之蒸汽活門減壓時，在導組上量叉頭離開彼端盡頭處之距離。若傳導歪輪桿之長度校對適合，則以上所量之兩個距離相等。若不相等，須復校對傳導歪輪桿之長度，使所量之兩個距離相

等，再將節速器之球墊起至其最高之地位，並將腕板向前往後搖擺，如蒸汽活門無動作，則校對已滿意。設其有動作，須察看蒸汽活門在減壓開啓多少，活門之開啓須不過 $\frac{1}{8}$ 吋，否則機器在無擔負時或轉動迅速。

(八)安置安全的傳導歪輪(第一百五十五圖) Z，在有數種機器上，適合校正節速器之傳導歪輪桿，則安全的傳導歪輪亦自動校正。在其他之機器上，安全的傳導歪輪，可在擊動槓桿上校對，因其不裝牢在傳導歪輪桿工作之領上。按上節之校正，當節速器不在其交臂下，則活門不開啓或腕板搖擺時帶動，若交臂靠在節速器上則活門開啓而動作。

(九)校對突進缸桿之長度，使其當腕板在其盡頭地位時，活門臂端，在套鉤停止時在上或在下有同數之餘隙，如 G 與 J。(第一百五十五圖)。下頭停止者係當套鉤在其鉤上或套鉤提升活門臂時，上頭停止係套鉤之上邊開啓將突進缸帶至最低之地位。若突進缸不自己走下，此項校對甚為緊要，因若無餘隙在 J，



則活門不開啓及動作，若無餘隙在 G，則有破碎活門帽之危險，此極顯著。設在 G 之餘隙太少，而在 J 之餘隙太多，則突進缸桿將握住活門之鈴曲柄在蒸汽活門桿端，所以當在 G 之餘隙太少時，則鈴曲柄不能轉動，並必須或停止腕板之運動，或全向上移動，如鈴曲柄如是向上移動，其力足擊破其帽，故必須備有相等的餘隙在 J 與 G 以免此種危險。

(十)突進缸之空氣調變活門須若是校正，使其活塞落下夠快不必須被套鉤將其推下，如活塞落下太快而震擊，則活門必須調變俟得到正常之速度，突進缸須適當滑潤不必過份，太多滑潤油能堵塞空氣通路使突進缸漏氣。

(十一)校對排汽活門桿之長度，將機器轉動，按其行動之方向，直待叉頭離動程盡頭之距離，如高立司活門校正表上所載的試驗的壓縮之數，然後查看記號 E 與 F 是否彼此相對(第一百五十四圖)，如果 E 與 F 記號不相對，可校正排汽活門桿使 E 與 F 相對，校正後可將活門帽蓋裝回機筒。

(十二)裝接示功器在機筒上並畫得機筒兩端之壓容圖，由其察看活門之校對是否適合，此項壓容圖得之於機器在其平常之擔負下行動方為合式。常時活門之動作仍有些微的不完善處存在，下表可用之以扶助現時所須的細微校正。此項校對必須先注意及排汽活門之動作，俟排汽活門工作適當之後，方能校對蒸

汽進入活門，常時有多數之接桿均須校正以得所欲之結果。因此之故，用示功器校對活門為一不易之事，故活門應用以前所說之量法，仔細起初校對準確，庶免費事。

用下表之改變，將影響於鈴曲柄限止之地位，則突進缸必須按照以上之第九條校正。

不論何時校正活門後，必須由查看而決定當節速器在其最高及最低之地位時，則蒸汽活門不開啓。

在分開的高立司活門機器上校對活門的連接器之結果表

部 份	改 變	結 果							
		蒸 汽 進 入		斷 絕 蒸 汽		減 壓		壓 縮	
		左端	右端	左端	右端	左端	右端	左端	右端
偏 心	向 前	較早	較早	較早	較早	較早	較早	較早	較早
	後 退	較遲	較遲	較遲	較遲	較遲	較遲	較遲	較遲
偏 心 桿 或 到 達 桿	增 長	較遲	較早	較遲	較早	較遲	較早	較遲	較早
	縮 短	較早	較遲	較早	較遲	較早	較遲	較早	較遲
蒸 汽	左端增長	較遲		較遲					
	左端縮短	較早		較早					
活 門 桿	右端增長	較遲		較遲					
	右端縮短	較早		較早					

排汽	左端增長				較遲		較早	
	左端縮短				較早		較遲	
活門桿	右端增長					較遲		較早
	右端縮短					較早		較遲
節速器	左端增長		較早					
	左端縮短		較遲					
傳導 歪輪桿	右端增長			較遲				
	右端縮短			較早				
節速器	增長		較遲	較遲				
墜落桿	縮短		較早	較早				

校對雙偏心分開高立司活門機器之活門，可用校正單獨偏心機器的分開高立司活門法，除用以下之不同處外，蒸汽活門及排汽活門既從不同一的腕板激動須校正疊蓋當其腕板在中央之地位時，蒸汽活門須按高立司活門校正表上所載之數以校正其反面疊蓋。當腕板在中央地位時，搖臂必須安置在直立地位，排汽偏心可以按表上所載之試驗的壓縮數校正，蒸汽偏心分開校正而得表上所載之先導數。安置蒸汽偏心校正先導時，必須依據腕

板之式樣，以知偏心須向前或往後移動。從查看活門之連接器可知校正排汽活門的壓縮時偏心須移動之方向。如排汽腕板之移動由一連接點在其支點之上，（蒸汽活門腕板同）則腕板必須按機器轉動之方向移動，如腕板之連接點在其支點之下，則偏心必須照機器轉動之反向移動。

勿試增長高立司機器之斷絕蒸汽點，因有許多工程師因此動作而被解僱。欲使機器攜帶較多擔負，似乎或須增長斷絕蒸汽點，若此雖可使機器工作在略高之擔負上。若不充分注意，一經將擔負除去，則機器之工作不能安全，除非將節速器之上領提高足敷其升起以阻止蒸汽活門之開啓，否則一經將加增之擔負除去，機器有走散之危險。且從改變接桿之長度以改變斷絕蒸汽點或可阻止安全傳導歪輪之正當工作，設節速器之皮帶斷落可發生極大的危險。

所以欲使高立司機器攜帶較多的擔負，祇可用以下三法之一。

- (一)增加蒸汽壓力，如機器能安全容受較高的蒸汽壓力。
- (二)減低反壓。
- (三)增高機器的速度（詳第六節）。

裝置確實工作的高立司活門及上升活門，若其製造家之說明書不能獲得，則全賴工程師之才技而校正之，因此種活門之工

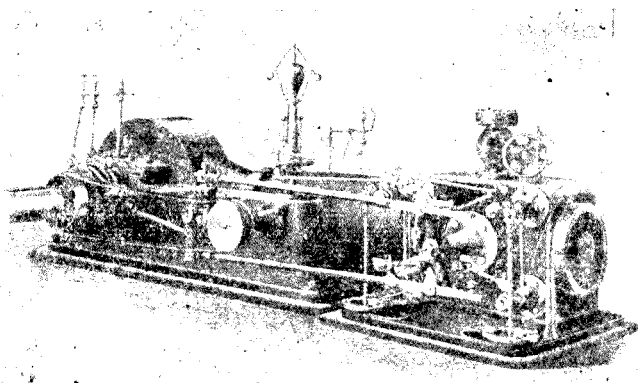
作機構之式樣衆多故也。下段對於幾種機器之說明，可用之作嚮導，其中原理亦可應用於各種機器也。

校對鮑耳確實工作高立司機器之活門的方法(參考第一百五十六圖)，校對此種機器之活門，常須用一示功器，若無示功器則不能得有準確的結果。若無示功器而必須校對此種活門，第一步必須安置節速器之偏心，在其最短行程上，而將其墊住在此地位上，此第一步之工作，最爲重要，若不如此做法，則決不能校對活門準確。欲安置偏心在其最短之行程上，將偏心之中心點移在與掛釘之中點及軸之中心點成一直線之地位，此時節速器之行動在此方向上應到盡頭，將節速器墊住在此地位上，然後將機器轉動，直待在機筒右端之蒸汽進入活門行動至最盡頭向開啓之地位，此時汽門須不被開啓，但尙離開啓缺少 $\frac{1}{32}$ 至 $\frac{1}{16}$ 吋，否則須校正機筒與搖臂間之到達桿的長度，待活門離開啓汽門尙須要至少 $\frac{1}{32}$ 吋，再轉動機器至其左端之原有中心上，校對接連兩個活門接連器匣之連接條，使在機筒左端之蒸汽進入活門，距汽門開啓亦尙須要 $\frac{1}{32}$ 至 $\frac{1}{16}$ 吋，此則不用示功器而將蒸汽進入活門校對完全，若用示功器校對或仍須稍微改變較有利益。

對於排汽活門，若機筒裏面的直徑小於 19 吋，必將有一連接條以連接兩排汽活門之曲柄。若機筒裏面之直徑係小於 19 吋，此連接條由中心量至彼端中心之長度，須與兩個活門旋桿的

分開之距離相等。若機筒裏面的直徑係 19 吋或大於 19 吋，則排汽活門將由一腕板而工作。

第一百五十六圖
四活門高立司機器



接連活門曲柄至腕板之短連接條，須校正至若是之長度，則當腕板轉動將兩連接條釘之中心與腕板釘之中心成一直線時，活門將有相等的疊蓋以遮蔽汽門之每端。

其次再將機器用手轉動，並察看一個排汽活門，是否比那一個開啓較寬，如果若是，再校正到達桿直待兩個排汽活門開啓之闊度相等，然後校正偏心在其軸上之地位，使壓縮起始從動程之端有所需之距離。若有一示功器應用，則試校對使壓縮升起有約一半總活門的壓力，最好使在機筒左端之壓縮比在右端者略多。因活塞在左端之行程較速，需要較多之壓縮以墊之，適當之壓縮

即能使機器行動平穩此則須視機器工作之後由實驗而決定之。

用示功器以校對蒸汽進入活門，將活門若是裝置，使機器兩端之壓容圖在無擔負時幾相似，在左端之壓力略高，壓容圖上須顯示在機器無擔負時，起始的壓力須不超過總活門壓力的一半，經過此項校正之後，則在其他之擔負上節速器能自動照管矣。在早的斷絕蒸汽將有絕多的蒸汽細入，此等現象不必阻止，因此爲工作最經濟之必要。

校對弗來明海立司盤四個活門機器之活門方法如下。

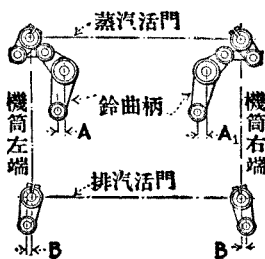
先將到達桿拆開，並尋出機器的原有中心，然後將機器轉動俟蒸汽活門搖臂至垂直立地位。現校對到達桿至活門臂之長度，使鈴曲柄向機筒左端稍斜（第一百五十七圖），蒸汽活門之鈴曲柄之斜度 A 與 A_1 ，須按機器之大小而變更（查海立司盤四活門機器之校對蒸汽活門鈴曲柄表，見後）。次則轉動機器，俟排汽活門搖臂至垂直地位。校對到達桿至活門臂的長度，使排汽活門臂向機筒端之斜度爲 B （見後表），在前後機筒的複式機之高壓機筒上，其排汽活門臂係向上轉，但此並不改變其向機筒端傾斜之數 B ，在十分大的低壓機筒上，則排汽活門上有鈴曲柄，其斜度 B 與表上所載者同，但彼此均向內傾斜，使偏心桿有適當的長度則將其校正之，使搖臂從其中央垂直地位向兩邊搖擺有相等之行程。

其次須校對活門，先將機器用手轉動至其左端之原有中心，並將節速器之彈簧拆開，若節速器已經校正機器之適當速度，則在未拆開之前，先將每根彈簧之長度量準，以備裝回時可校其長度與原先者相等，現將彈簧拆除，墊住節速器在其最小行程之地位上(即抵住外端)。

第一百五十七圖

海立絲盤四活門機器之槓桿圖形

除去活門之蓋板，並查看活門與汽門上之記號(見第一百五十八圖)，此項記號係在活門邊上，機筒之汽門邊上，蒸汽邊上及排汽邊，均以S記之，現如在單式機器上，或在複式機之高壓機筒上，裝對左端之蒸

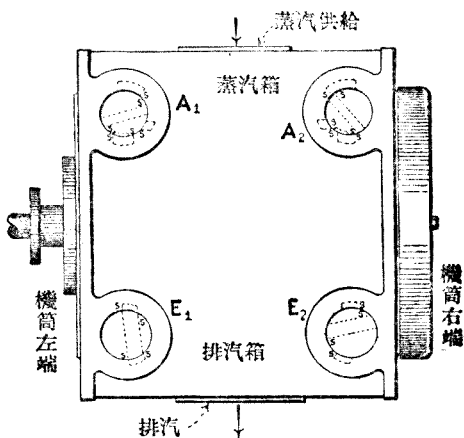


汽活門，使其蓋過汽門邊之S約 $\frac{1}{16}$ 吋(亦可稱之謂反面先導)，將此活門臂夾在其桿上，將機器轉動至右端之原有中心上，將機筒右端之蒸汽活門裝置，使其有 $\frac{1}{32}$ 吋疊蓋，將活門臂夾住在活門桿上。此項反面先導，在用冷凝機器上尤必需要，當機器之擔負除去時，則可免走散，節速器被墊住在此地位時汽門向不開放蒸汽，且絕對不能開放多於克服機器摩擦力之蒸汽。

節速器墊住的地位現須更變，記裝在若是之地位使能給約三分之一的斷絕蒸汽，此項斷絕蒸汽點之指定，可用下法決定。將機器轉動至其兩端之原有中心上，將叉頭之端所到劃記號於導

組上，將此兩號之距離間分三個等分，現將機器轉動，俟叉頭之端適在導組上三分之一的記號上向機筒之左端，將節速器墊起，使活門邊與蒸汽邊成一直線，將機器再轉過，俟活門在機筒右端顯出斷絕蒸汽。所可注意者，則叉頭未經行到滿足的三分之一的動

第一百五十八圖
海立司盤四活門機器之外面形狀



程，但叉頭與導組上之記號，在此未能照合，其相差數（按機器之大小）從 $\frac{3}{4}$ 吋至 1 吋。若再校正活門可以減小此相差數，但將增加機筒兩端間之先導相差數。欲由此項校對而有利益，則先導與斷絕蒸汽兩者均須顧到，但先導在較遲斷絕蒸汽上增加太大，則機器將發生撞擊之聲。

排汽活門之適當校正，須先將機器轉動，俟活門臂與搖臂至

其中和地位，機器在此中和地位時，校對機筒左端之排汽活門約有 $\frac{3}{16}$ 吋之疊蓋，並右端之排汽活門約有 $\frac{1}{4}$ 吋之疊蓋。現須決定試驗的壓縮，先在導組上劃一記號，從每端之原有中心記號量起，若為複式機之高壓機筒，則此記號須距每動程之盡頭約 $1\frac{1}{2}$ 吋，若為單式機之機筒或複式機之低壓機筒，此記號須距每動程之盡頭處約 3 吋，（若機器之動程在 24 吋以上，則以上之距離須略加）。現將兩個排汽活門夾在活動桿上，並將機器用手按其行動之方向轉動，俟叉頭端與近機筒左端導組上之所劃記號相合，將叉頭仍留在此地位上，將偏心在其軸上轉動，俟活門與汽門邊（見第一百五十八圖）S 相合（機筒左端之活門）。此活門對於適當之壓縮已校正，可將偏心裝牢在其軸上，再將機器轉動，俟叉頭端與近機筒右端導組上所劃之記號相合，此時機器右端之排汽活門邊上及其座上之記號 S 應相相合。如不相相合，可放鬆活門桿並轉動活門，使兩 S 記號相合後再將活門桿旋牢，此活門現亦對準，按以上所說之校對活門方法，機筒右端之排汽汽門須約一半開啓，當機器在其左端之原有中心上時，當機器在其右端之原有中心上時則機筒左端之排汽汽門亦須約一半開啓。

凡校對活門，用手轉動機器，必須按機器，行動方向。如轉動過頭，必須仍向前轉，俟到達所需要之地位而止，切不可向後反轉。在未校正之前接桿等之長度皆互有差錯，轉動時必須格外小心，

庶無損傷。

海立司盤四活門機器之校對蒸汽活門鈴曲柄表

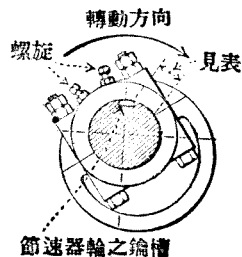
機筒呎吋	蒸汽活門鈴曲柄引前		排汽活門臂引前
	A	A ₁	B
9-10 ¹ / ₂	7/16	7/16	
11-14 ¹ / ₂	9/16	3/8	
15-17	1 ¹ / ₈	3/4	
17 ¹ / ₂ -20	1 ¹ / ₈	3/4	1/4
19 ¹ / ₂ -24 ¹ / ₂	1 ¹ / ₄	7/8	1/4
25-29	1 ³ / ₈	1	7/8
30-34 ¹ / ₂	1 ³ / ₈	1	7/8
35-40 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₈	7/8
46-56	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₈	1 ¹ / ₈

校對立奇惠四活門機器上活門之方法，凡此項機器之校正呎吋皆按第一百五十九圖及第一百六十圖並立奇惠機器之活門校對表，然後再以示功器校對按偏心及活門桿上所做之記號。此項記號在小機器上距隔 3 吋，在大機器則距隔 4 吋。活門臂上均用鑿子劃好記號，如拆除下後，仍能裝回原處。如記號已查看不明，可用表上所載之呎吋以校對之 再用示功器以完成之。

用下表校對立奇惠單式四活門機

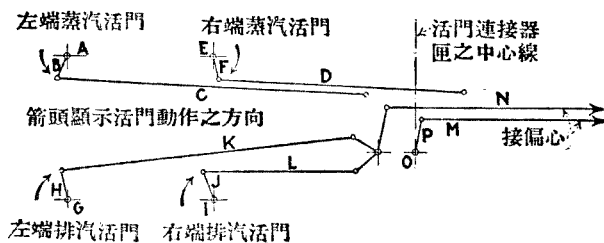
第一百五十九圖

顯示安置立奇惠機器上排汽偏心在其軸上之地位



器，蒸汽活門之校對，先將節速器墊起至其外面頂端上，將曲柄轉在機筒左端之原有中心上，校正左端之活門，使有 $1/32$ 吋的先導。當曲柄轉至機筒右端之原有中心上時，校正右端活門，使有 $1/16$ 吋之先導。校對排汽活門及偏心，用下表呎吋而按第一百五十九圖及第一百六十圖。

第一百六十圖 立奇惠四活門機器之活門接帶圖形



立奇惠機器之活門校對表(以下均以吋計)

機器牌號	機器動程	壓縮		活門桿中心間之距離				排汽偏心在軸上之地位
		機左筒端	機右筒端	蒸汽活門桿		排汽活門桿		
				C	D	K	L	
D	12-14	4 $\frac{1}{2}$	4	34 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{4}$	33 $\frac{5}{8}$	17 $\frac{5}{8}$	2
F	14-16	5	4 $\frac{1}{2}$	38 $\frac{1}{4}$	30 $\frac{3}{4}$	37 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{8}$
H	16-18	5 $\frac{1}{2}$	5	43 $\frac{1}{4}$	33 $\frac{1}{4}$	42 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{3}{4}$	3
J	18-20	6 $\frac{1}{2}$	6	47 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{4}$	47 $\frac{1}{4}$	22	3 $\frac{1}{4}$
K	22-24	7	6 $\frac{1}{2}$	51 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{4}$	51 $\frac{1}{4}$	22	3 $\frac{1}{4}$
L	20-22-24	7 $\frac{1}{2}$	7	56 $\frac{1}{2}$	41 $\frac{3}{4}$	55 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{5}{8}$
M	26-28	8	7 $\frac{1}{2}$	60 $\frac{1}{2}$	41 $\frac{3}{4}$	59 $\frac{3}{4}$	26 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{5}{8}$
N	24-26-28	8 $\frac{1}{2}$	8	65 $\frac{1}{4}$	48	64	29 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{2}$
O	30-32	9	8 $\frac{1}{2}$	69 $\frac{1}{4}$	48	68	29 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{1}{2}$
P	28-30-32	9 $\frac{1}{2}$	9					
Q	34-36	10	9 $\frac{1}{2}$					

下表係校對立奇惠機器活門之結果(單式機及交複機),所用字母仍按第一百六十圖。

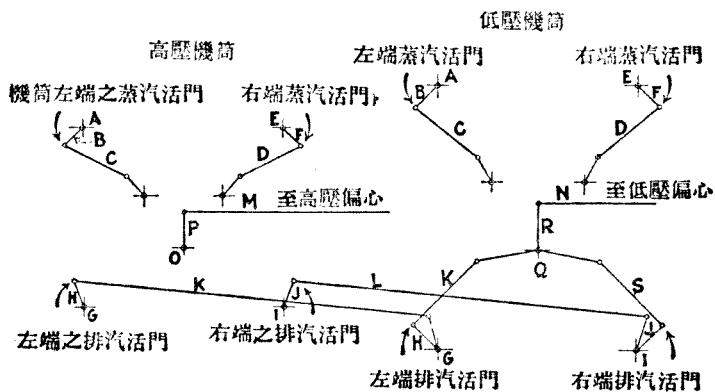
校對立奇惠單式及交複式機器活門之結果表

蒸 汽 活 門				
校 對	機 筒 左 端		機 筒 右 端	
	蒸 汽 進 入	斷 絕 蒸 汽	蒸 汽 進 入	斷 絕 蒸 汽
轉動活門桿 A 在活門臂 B 中, 反向轉動, 或縮 C 桿	較早, 或較多先導	較 遲	不 變	不 變
轉動 E 桿在 F 臂中, 正向轉動, 或增長 D 桿。	不 變	不 變	較早, 或較多先導	較 遲
增長到達 M 桿, 或轉動 O 軸在 P 臂中, 反向轉動。	較早, 或較多先導	較 遲	較遲, 或較少先導	較 早
排 汽 活 門				
校 對	機 筒 左 端		機 筒 右 端	
	減 壓	壓 縮	減 壓	壓 縮
轉動 G 桿在 H 臂中, 正向轉動, 或減短 K 桿。	較 早	較 遲	不 變	不 變
轉動 L 桿在 J 臂中, 正向轉動, 或減短 L 桿。	不 變	不 變	較 早	較 遲
減短到達桿 N	較 早	較 遲	較 遲	較 早
轉動排汽偏心在其軸上按機器轉動之方向。	較 早	較 早	較 早	較 早

第一百六十一圖

立奇惠前後機筒複式四活門機之活門接帶圖形

活門運動向開啓之方向係用箭頭指明



下表顯示校對立奇惠前後機筒複式四活門機器之結果，表中所用字母以代表各部機構均照第一百六十一圖。

校對立奇惠前後機筒複式四活門機器之結果表(一)

高 壓 蒸 汽 活 門				
校 對	機 筒 左 端		機 筒 右 端	
	蒸汽進入	斷絕蒸汽	蒸汽進入	斷絕蒸汽
轉動 A 桿在 B 臂中, 反向轉動, 或縮短 C 桿。	較早, 或較多先導	較 遲	不 變	不 變
轉動 E 桿在 F 臂中, 正向轉動, 或縮短 D 桿。	不 變	不 變	較早, 或較多先導	較 遲
增長到達桿 M, 或轉 O 軸在 P 臂中, 反向轉動。	較早, 或較多先導	較 遲	較遲, 或較少先導	較 早
低 壓 蒸 汽 活 門				
校 對	機 筒 左 端		機 筒 右 端	
	蒸汽進入	斷絕蒸汽	蒸汽進入	斷絕蒸汽
轉動 A 桿在 B 臂中, 反向轉動, 或縮短 C 桿。	較早, 或較多先導	較 遲	不 變	不 變
轉動 E 桿在 F 臂中, 正向轉動或縮短 D 桿。	不 變	不 變	較早, 或較多先導	較 遲
增長到達桿 N, 或轉動 Q 軸在 R 臂中反向轉動。	較早, 或較多先導	較 遲	較遲, 或較少先導	較 早
轉動低壓漏心在其軸上按機器轉之方向。	較早, 或較多先導	較 早	較早, 或較多先導	較 早

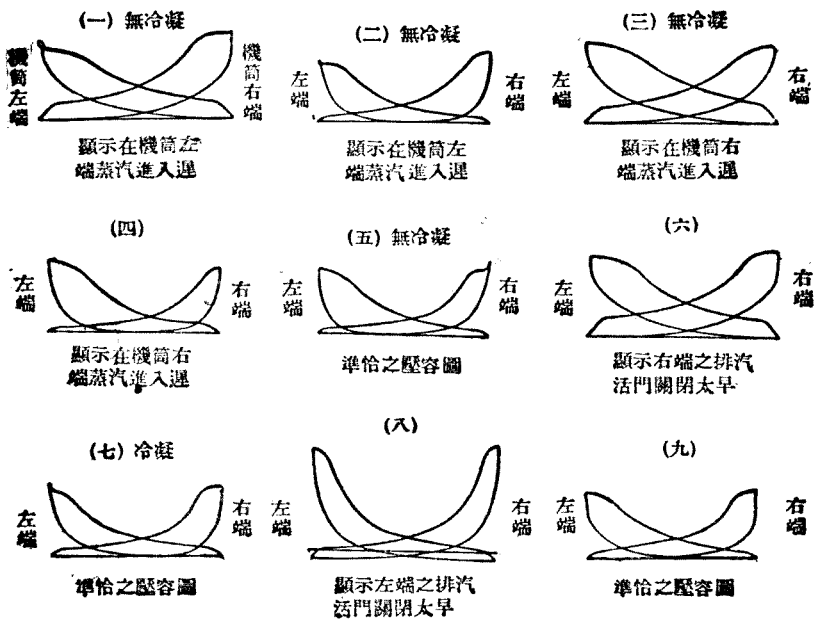
校對立奇惠前後機筒複式四活門機器之結果表(二)

高 壓 排 汽 活 門				
校 對	機 筒 左 端		機 筒 右 端	
	減 壓	壓 縮	減 壓	壓 縮
轉動 G 桿在 H 臂中, 正向轉動, 或縮短 K 桿。	較 早	較 遲	不 變	不 變
轉動 L 桿在 J 臂中, 反向轉動, 或增長 L 桿。	不 變	不 變	較 早	較 遲
縮短到達桿 N	較 早	較 遲	較 遲	較 早
轉動低壓偏心在其軸上按機器轉動之方向。	較 早	較 早	較 早	較 早
低 壓 排 汽 活 門				
校 對	機 筒 左 端		機 筒 右 端	
	減 壓	壓 縮	減 壓	壓 縮
轉動 G 桿在 H 臂中 正向轉動, 或縮短 K 桿。	較 早	較 遲	不 變	不 變
轉動 L 桿在 J 臂中, 反向轉動, 或縮短 S 桿。	不 變	不 變	較 早	較 遲
縮短到達桿 N。	較 早	較 遲	較 遲	較 早
轉動低壓偏心在其軸上按機器轉動之方向。	較 早	較 早	較 早	較 早

校正愛茂氏單流機器之上升活門，其方法如下：活門之接帶器須先裝好，再按廠家已劃好之記號而校正之。活門桿上記號之適當距離呎吋，向由廠家將其鑿在活門桿上，如果桿上無此項記號，則應向廠家責問，可免許多手續。活門可按廠家已尋定之記號而校對之，校正後再用示功器校對，若再有缺點可參考下載之愛茂氏單流機器校對活門接帶器之結果表以校正之，並參考第一百六十二圖。

第一百六十二圖

愛茂氏單流機之壓容圖式樣



愛茂氏單流機器校對活門接帶器之結果表

蒸 汽 活 門								
校 對	蒸汽進入上之影響				擔頁分佈上之影響			
	機筒左端		機筒右端		機筒左端		機筒右端	
減短機座上到達桿	較 早	較 遲	較 遲	較 早	較 重	較 輕	較 輕	較 重
加長機座上到達桿	較 遲	較 早	較 早	較 遲	較 輕	較 重	較 重	較 輕
減短機筒上球桿	較 早	不 變	不 變	較 早	較 重	較 輕	較 輕	較 重
加長機筒上球桿	較 遲	不 變	不 變	較 遲	較 輕	較 重	較 重	較 輕
排 汽 活 門								
校 對	機器至 30 吋之動程				機器 34 吋至 36 吋之動程			
	機筒右端活門		左端活門		機筒右端活門		左端活門	
	開啓	關閉	開啓	關閉	開啓	關閉	開啓	關閉
減短到達桿	較早	較遲	較遲	較早	較遲	較早	較早	較遲
加長到達桿	較遲	較早	較早	較遲	較早	較遲	較遲	較早
減短活門桿	不變	不變	較遲	較早	不變	不變	較早	較遲
加長活門桿	不變	不變	較早	較遲	不變	不變	較遲	較早
轉動偏心在其 軸上按機器轉 動之方向	較遲	較遲	較早	較早	較早	較早	較遲	較遲
轉動偏心在其 軸上按機器轉 動之反面方向	較早	較早	較遲	較遲	較遲	較遲	較早	較早

第六節 節速器之原則及校準法

蒸汽機之節速器(見第四十三圖)係一儀器能保持機器之速度不變，一個適當工作的節速器比之一看守者能永久仔細照看機器。適機器之擔負須要加增，則節速器即自動降落，使較多的蒸汽進入機器，若機器之擔負減小，則節速器即自動升起，以減少蒸汽進入機器之量數。瓦特氏首創此種單擺式或飛球式節速器，經過改良後，現仍廣為採用(第一百六十三圖)。

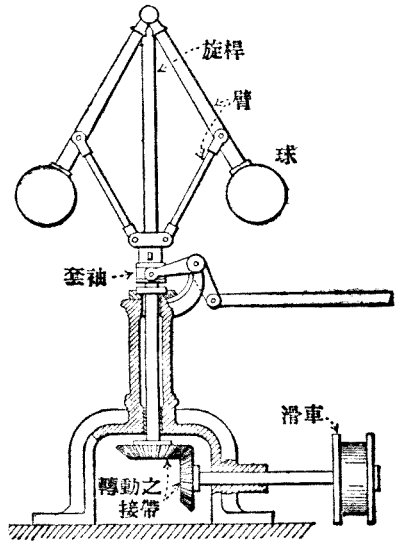
船用機器則不需用節速器，因此項機器之工作，其擔負之加增，隨機器速度而加增甚速，且有一結果的不變速度，使任何量數之蒸汽進入機器。但多數陸地上之機器工作(不變速度工作)，若不用節速器或他法調變速度，因其擔負之相差甚巨，當擔負加增時則機器之速度將減低，若擔負減少則機器將走散，(參考第一百六十四圖解)。蒸汽機節速器有兩種主要者：(一)飛球節速器，(二)機軸節速器，見第一百六十三圖及第一百三十三圖。飛球節速器之動作(第一百六十六圖)，全賴兩個或較多的重球在其旋桿上轉動而發生之離心力，增加轉動速度，使重球向外張開而拉動調變蒸汽進入機器之部份。

蒸汽機器之節速器用兩種力以察機器速度之更變，(一)離心

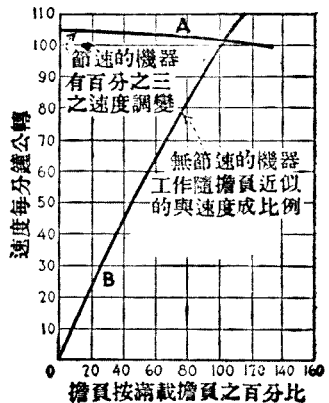
力，(二)慣性力。離心力係原先僅有之力用於飛球節速器上以察機器速度之變更，慣性力則用在機軸節速器上。但此種節速器並用離心力與慣性力不僅有慣性力，離心力使轉動體有行開其轉軸之傾向。節速器之設計，此種離心力則以向心力平衡之。向心力之引進則採用接臂，重量，彈簧或其他機構，欲求平衡則離心力與轉心力須相等。

設在 M 點有一 B 球，第一百六十五圖，在一直豎旋桿 S 上旋轉，有一離心力 C，其傾向使球從旋桿上向外移動，但用一彈簧 N 以控制球之傾向於

第一百六十一圖 瓦特氏節速器



第一百六十四圖解 顯示節速與無節速的機器速度與擔負之參差



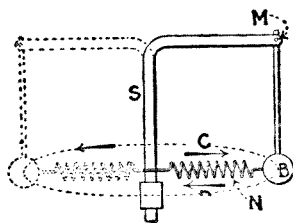
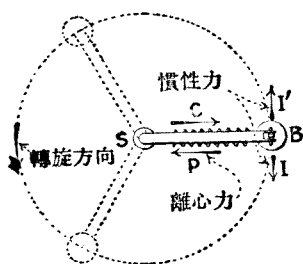
向外轉動，彈簧上所受之向心力 P 適與離心力相等。如球忽然起動，則其將傾向於回退並因其慣性而受一力 I ，如球轉突然停止，則其將傾向於繼續轉，亦因其慣性而用一力 I 。

凡飛球節速器皆許機器之速度有些更變，因欲使機器之速度恰正不變，為實際上不可能之事。注意以下所解說節速器之工作，節速器則不改變其地位，須俟機器之速率得一改變。由此已極顯明，機器之速度必須改變而使節速器工作，且被適量節速之機器，在每一擔負上有一適合之速度，此即速度隨擔負之多少而增減。此項工作之特性顯示於

第一百六十四圖上之 A 線，由無載擔負至滿載擔負上，機器速度之變更可以相差甚小，大概此項相差數常為至百分之五，如為必需則機器速度之增減，可以得到約機器平均速度的百分之一。

飛球節速器用兩個主要的法則以管理蒸汽進入機器：（一）控制或減低機器之汽箱中之蒸汽壓力，其法係將蒸汽供給管上之活門略為關小，第一百六十六圖及第一百六十七圖解，用此法

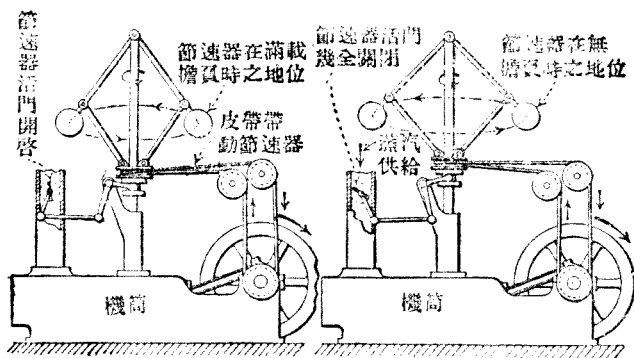
第一百六十五圖
顯示由轉旋節速器之重量
而生之力



則節速器非活門工作機構之一部份，此法則用於簡單滑動活門之機器。(二)更變斷絕蒸汽點，在此情況下則節速器成為活門連帶器之一部份，第一百六十八圖及第一百六十九圖解，此項節速法主用於上升活門及高立司活門機器。

第一百六十六圖

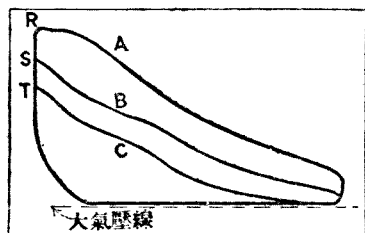
顯示由控流而節速法



第一百六十七圖解顯示一滑動活門機器之器示壓容圖，因

節速器控制蒸汽壓力之結果，A 線代表蒸汽進入及膨脹用一較大的節速器活門之開啓，B 與 C 線則在較輕之擔負上而有較小的節速器活門之開啓，從 R, S, 與 T 點蒸汽進入線斜落則

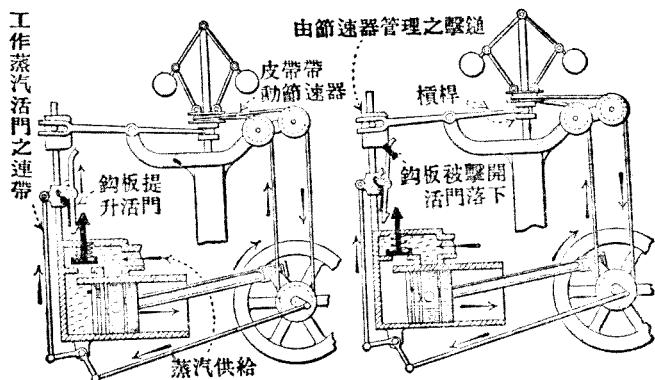
第一百六十七圖 從控流節速之機器所畫取在其不同擔負上之壓容圖



節速器活門中有巨大的控制蒸汽，蒸汽壓力因摩擦而降低，此項控制之結果，則丟失奏效的蒸汽壓力，機器之工作不經濟於在輕擔負上尤甚。

第一百六十八圖

顯示由參差斷絕蒸汽點而節速之法



(一)節速器在滿載擔負時之地位
在四分之一動程尚未斷絕蒸汽

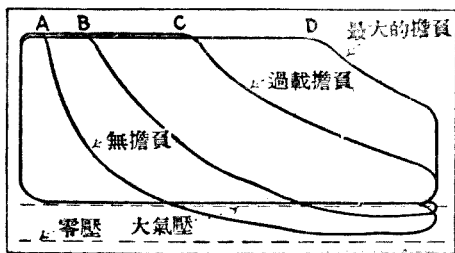
(二)節速器在無擔負時之地位斷
絕蒸汽在四分之一動程之前

第一百六十九圖顯

示一斷絕蒸汽節速器之結果在一高立司機器之壓容圖上，A, B, C, D, 點係在不同的擔負所得斷絕蒸汽點，機器之工作較第一百六十七圖所

第一百六十九圖 由參差斷絕

蒸汽點而節速之機器上畫取之壓容圖



顯示者爲良佳，在各種擔負上之蒸汽進入線幾爲水平線，此則顯示在活門中極少蒸汽摩擦。

蒸汽機器的節速器之設計，須能保持最大的安全與可靠。凡節速器皆供備有一安全停止器。凡用皮帶帶動之節速器，常供備有一安全墜輪，放置在接連轉動節速器的輪軸之皮帶上，如皮帶斷落，則安全墜輪降落而節速器之活門關閉。高立司節速器則供有一安全擊落的傳導歪輪，是以若節速器之帶動遇有意外及飛球降落，則活門將不許蒸汽進入蒸汽機器。當機器起始開動時，則必供有各樣的設備以將節速器放開，此種設備必須自動的，若係用手工作者則不可靠，且決不宜採用。

許多的機器及生力廠之毀壞，皆因節速器工作不靈之故，如節速器當機器之擔負除去時不將蒸汽機完全關閉，則機器之速度足以使飛輪因離心力而破碎，有時節速器備有第二安全停止器，以輔助其已有之安全停止器。

機器之置佈有安全設備者，若其擔負過重，即能停止。凡高立司機器節速器皆有安全釘，當機構動作時則重量停息在此釘者，有時用一安全領，以上之設備阻止機構降落太低使無蒸汽進入機筒。此項釘與領若是裝置，當其停息時，將有蒸汽進入機器，當機器工作時，則釘與領轉至若是地位。若節速器之接帶器或皮帶斷落，節速器之降落甚低而將蒸汽關閉，結果機器亦停止。有些

生力廠中常須對付重量而更變的擔負，常有突增之擔負加於機器上，若其增量甚大足以使節速器之機構降落而將蒸汽關閉，機器亦於是停止。凡廠中此等遭遇，管理人必先察看其故之所在，方得安全。

有些節速器上之滑車，係用螺旋旋住在其軸上，或用鑰將其套緊在軸上，此種裝法有時或走鬆。在慢轉上滑車在其軸上或不鬆弛，但節速器不能轉快，結果機器將走散，被油垢或鬆弛的皮帶亦常使機器出險，可不慎乎！

建造節速器機構，必須採用最上等及最安全的材料並最好的方法，材料與方法之代價，比較甚小，若一旦節速器工作不善，因而發生之危害則不可估計矣。節速器皮帶須用最上等者，並須若是縫膠使幾無接縫，其厚薄須平均，不可太闊致與滑車邊摩擦。節速器之滑車，須用金屬製，並用數螺旋牢裝在其軸上，滑車面及皮帶，須無油垢，恐其滑韃。

節速器之機構，必須加意避免有攔住之危險，故其支柱之長度，必須使節速器之下端與支柱袖離開 $\frac{1}{32}$ 吋，設有灰沙落在其間，不致將節速器攔住。新的或許久不用之節速器，必須先用手轉動以察看有無攔住的地方，節速器之鎖，須不限止節速器之動作，並阻止其將蒸汽完全關閉，彈簧等必須察看，污油必須棄去而更換新油，且須將油灌滿使無空氣在內。

用以解釋節速器工作之各名詞定義於左：(一)感覺，即節速器之能力，使更變蒸汽進入機器之量數，以應些微之速度改變。(二)力量，即節速器轉動部之力，能用於節速器桿或其他管轄蒸汽之機構上，當機器之速度有更變時，或一節速器有十分的感覺及能力，則必甚大或行轉高速度。(三)迅速，即節速器之才幹能即速應付擔負之變更，一個十分迅速的節速器能在半秒鐘自行對準以對付擔負上的巨大改變。(四)疲滯，此係迅速的反面，若一節速器需要半分鐘或較多的時間，以校正自身而應付改變的擔負，則比較疲滯，如須迅速節速器之飛球不可太重。(五)調變之係數，亦稱調變，係節速器應許機器從無擔負至滿載擔負所改變之速度，按滿載擔負之速度以百分比計之，調變之係數是一準恰的量計速節器之感覺。

用以下之公式解之。

$$M_r = \frac{N_n - N_f}{N_f}$$

M_r 代表調變之係數，以小數計。

N_n 代表機器無擔負之速度，以每分鐘公轉計。

N_f 代表機器滿載擔負時之速度，以每分鐘公轉計。

例如：有一機器製造廠家，保證其機器裝置一定之節速器有調變之係數一千分之十五，若機器無擔負之速度，為每分鐘 178

公轉，機器滿載擔負之速度為每分鐘 175.7 公轉，機器是在其保證內否？

答案：
$$M_r = \frac{N_n - N_f}{N_f} = \frac{178 - 175.7}{175.7} = 0.0141.$$

則機器在其保證內。

〔注意〕欲領導一調變之係數的考驗，機器由無擔負至滿載擔負必須漸漸改變，但必須決定速度改變之方法及計算法。若為供給電燈或迅速更變擔負之電動機之機器，則考驗時速度之更變須限止極小，以免電燈跳動。若為高速度而直接連帶之機器，則考驗時由無擔負至滿載擔負之速度，慢慢改變，須不超過一千之十五的滿載擔負之速度。若為突然改變擔負的機器，則速度之最大相差數，不超過百分之二。

應用於飛球節速器上之解釋名詞載列於下：（一）穩定的或靜力的節速器係在一定的速度佔據一定的地位，穩定的節速器，當其飛球行至其他地位時，抵抗運動之向心力比飛球產生之離心力更變較快。（二）不穩定的或非靜力的節速器，如速度略有增減，則將使其行動至一端或彼端的地位，若向心力比離心力的改變慢，則節速器為不穩定的。（三）中和的節速器是在一定的速度上其地位不變，如向心力與離心力之改變同值，則節速器是中和的。

不穩定的節速器，在機器上無用處的，因此種節速器，或常在機器滿載擔負上之地位，或在關閉蒸汽之地位。所謂中和的節速器，事實上卻非真實的中和。一個真實中和的節速器亦不合於實用，因其對於機器之擔負稍微增減及極大增減時而改變之地位相同也。節速器設計之方針，須使其穩定，但近於中和，此種節速器比之十分穩定的節速器有較小的速度更變。

節速器係由離心力之動作而激發，但在實際上並不按離心力之原理以校對並保守機器之節速器，雖此種知識為設計者之所必需。

計算節速器轉動重量中所發生之離心力可用以下公式。

$$F_c = 0.0000285 W r_i N^2$$

F_c 代表每一飛球發生之離心力，以磅計。

W 代表每一飛球的重量，以磅計。

r_i 代表由球之重心量至旋桿之中心，以吋計。

N 代表節速器之速率，以每分鐘公轉計。

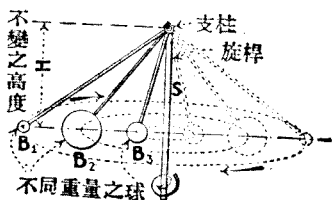
例如：每一節速器之飛球重 2 磅，當其轉動每分鐘 250 公轉時，其飛球之重心距旋桿之中心為 10 吋，彈簧上用受之離心力若干？

答案： $F_c = 0.0000285 \times 2 \times 10 \times (250)^2 = 35.6$ 磅

此即每球之離心力 = 彈簧上之拉力。

在一簡單的擺子式節速器上，由球之中心至臂上支點間之距離，全賴球之速度，而無關於球之輕重及接臂之長短。按照第一百七十圖。B₁，B₂ 及 B₃ 三球之重量各異，並掛臂之長度亦各不相等 而使其在同一旋桿上每分鐘公轉同數，則垂直的高度 H 距三球之中心相等。不論球之重量及臂之長度為何，此種論調對於理想的節速器之機構甚為真確，因理想的機構須有無重量的掛臂且工作無物提舉，如節速器之球當其升起時必須提起一非本身之重量，則如本身無重量必不能升高。

第一百七十圖 在規定之速度上節速器球升起之高度不變



欲計算一理想的簡單擺子節速器之球，在一定速度上可升起之高度，則應用以下公式：

$$L_{hi} = \frac{35,200}{N^2}$$

L_{hi} 代表由球之重心至節速器之支點，以吋計。

N 代表節速器之速度，以每分鐘公轉計。

例如：按第一百七十一圖，計算從球之重心至節速器之支點的高度，當其速度為每分鐘 (1)60 公轉 (2)120 公轉。

$$(1) L_{hi} = \frac{32500}{(60)^2} = 9.8 \text{ 吋}$$

$$(2) L_{hi} = \frac{32500}{(120)^2} = 2.44 \text{ 吋}$$

簡單擺子式節速器，必須行動低速度，若行動高速度，則球將飛出幾至水平線地位，且在此地位上改變極小，雖速度之改變極大，故其轉動速度之限止為每分

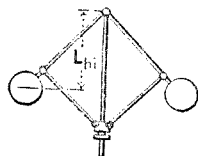
鐘 125 公轉。如需每分鐘有 600 或更高的公轉，則需用彈簧擔負的飛球節速器，實際上節速器之球不能提起若理論所算之高，因地心吸力與所需提升機構之重量有以阻止之也。

凡現代之飛球節速器皆係重量擔負或彈簧擔負者，是以不能升起若理論之高度。瓦特氏無擔負的節速器，合用於低速度的機器，此種機器不需精細的速度調變，但對於現代之需要則不合用。第一百七十二圖顯示各種按置重量 W 的方法，此項重量為平衡節速器飛球之重量者。在此種方法中，重量若是佈置，則其將在旋桿上滑動，並隨飛球與旋桿而轉動，其項重量在事實上能阻止飛球有向外飛開之傾向，此項佈置比較無擔負之節速器能得到較準恰的調變，因在有擔負之節速器上，如機器有一些少的速度改變，使節速器之地位有大的更變。

彈簧擔負的或重量擔負的節速器，比較簡單擺子式節速器有以下之利益：(一)在節速器之最大及最小之地位間增加速度之

第一百七十一圖

簡單節速器



球能升起之高度

範圍。(二)由一改變速度上而增加之垂直運動，能得到較精細的調變。(三)使節速器能用較輕的飛球，則減少節速器之疲滯。(四)供給一有效的方法以補救摩擦的阻力則增加節速器之感覺，使節速器較有能力則克制本身機構上之摩擦阻力更易。

以下之公式解釋保得節速器之速度、高度，球與負擔重量之關係，此公式以節速器之四臂有相等的長度。

$$L_{hi} = \frac{W + W_1}{W} \times \frac{35200}{N^2}$$

L_{hi} 代表從球之中心至臂與旋桿交點之高度，(第一百七十三圖)以吋計。

W 代表每球之重量，以磅計。

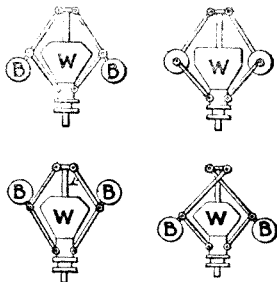
W_1 代表中央負擔之重量，以磅計。

N 代表節速器之速度，以每分鐘公轉計。

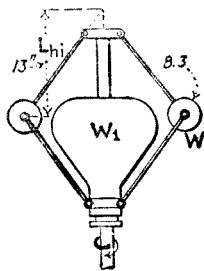
例如：計算保得節速器中央負擔之重量，若每球之重量為 8.3 磅，距臂與旋桿之

第一百七十二圖
各種安置重量擔負於節速器上之方法

B 為飛球，W 為重量擔負



第一百七十三圖
保得氏節速器



交點爲 13 吋，速度每分鐘 325 公轉。

$$\text{答案：} \quad \frac{8.3 + W_1}{8.3} \times \frac{35200}{(325)^2} = 13$$

$$W_1 + 8.3 = 323.7$$

$$\text{則 } W_1 = 315.4 \text{ 磅。}$$

〔註〕在不同樣之節速器在其不同之地位上增減離心力及向心力之等級須包括高等數術，以及節速器中力之分析法，僅爲設計上之所需，故不詳論於此書中，至於力與重量並節速器速度之關係則詳列於左：

(一) 節速器球所發生之提舉力在一有擔負的節速器中常比球之重量大數倍。

(二) 球之離心力與球之重量成比例，與球之中心至旋桿中心之距離成比例，並與速度的二次方程成比例。

(三) 設一付節速器之球轉動較快，則平衡球之重量亦須較大。

(四) 若用於一付球上之擔負重量較大，設其轉動之速度足以提升此擔負，則節速器亦較有能力。

(五) 一高速度而擔負重的節速器，比一低速度的迅速而感覺佳。

(六) 凡重量擔負的節速器係穩定的，除交臂式節速器有不

穩定的設計，凡節速器皆可加裝額外的接連，由是而使其穩定加增或減少。

(七)節速器若第一百七十二圖所顯示者當其臂相近至水平線地位時則使其能力與感覺減少。

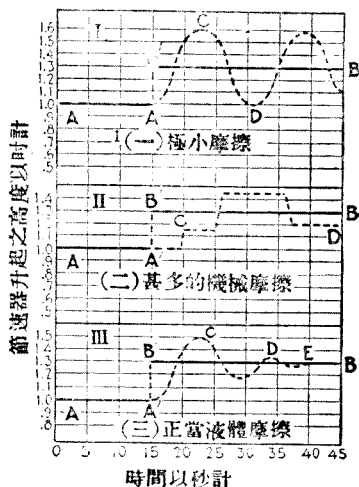
(八)一付節速器之重量與球轉動在一定之速度上，其調變之速度小，則其能力亦小。

彈簧擔負的節速器可以得到較接近的調度，故較重量擔負的節速器為迅速。彈簧之慣性力甚微，當一彈簧擔負的節速器更變地位時，祇須克制重量及臂之慣性力。用一規定的節速器之設計，一堅硬的彈簧稍微壓縮，使節速器較為穩定及迅速，但感覺差，若用一軟弱的彈簧稍重壓縮，而穩定與迅速則不及堅硬者，雖彈性較佳。一個彈簧擔負的節速器常是穩定的，因當其力加增時，則彈簧阻止力亦增。

一節速器有小的速度調度，必有一種設置以防節速器因其運動力而傾向於行動過遠，第一百七十四圖(一)，顯示一自由行動的節速器之無規則之行動當其負擔突然增減時，設節速器在一定之負擔上，卻穩定在 AA' 之地位，如負擔改變，則應在新地位 BB' 。但節速器各部之運能將其帶過正常地位而至 C ，且然後回返至 D ，此種行動能使機器拉動不平，而節速器之無規行動能再加增。(二)顯示在節速器動作上有甚多機械摩擦力之結果，然後

節速器之無規行動更甚且震搖，但此項動作可以無一定，並使機器之速度有甚多更變。(三)顯示液體摩擦之結果，此項液體摩擦之進入，係用適當校準的突進缸(第一百七十五圖)。節速器則傾向於追隨第(一)曲線，但突進缸中之液體摩擦力阻其若是行動，節速器不久即停止在 E。液體摩擦力阻止速快的行動，但不阻止甚小的運動，是以此項摩擦力阻止無規則之運動並突然的動作，但事實上並減低節速器之準確。一個突進缸(第一

第一百七十四圖解
顯示節速無規行動之性情



百七十五圖)恆用之以限止斷絕蒸汽節速器能行動之級數，一個控制蒸汽節速器之活門有一穩定的影響，所以控制式的節速器則不需突進缸。

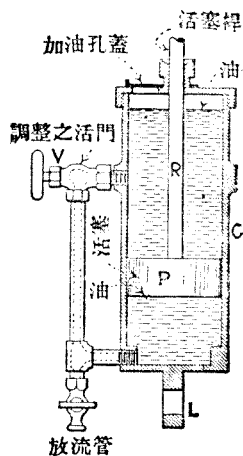
突進缸有一機筒 C，以油充滿其中，一個活塞 P 及棒 R，並以 B 管許油以適當之量數流在活塞四周，簡單無校對的突進缸，則有孔洞使油流過活塞，有時以活動板置在孔上而以活塞上之螺絲帽管理之，常備有一小傘及孔以裝放油，若突進缸之活塞

桿係直接裝在槓桿上者，則突進缸之機筒應裝在一支柱 L 上，若是則槓桿搖擺時機筒終與槓桿支點成直線，若活塞桿係用彈簧連接或活塞邊為曲線者，則機筒可以牢固裝置。

需用於節速器上的突進缸之大小係隨擔負之狀況而變異，大約每十平方吋用於每 100 機器馬力已足有餘裕，突進缸之動程約等於其內徑口，突進缸內所用之油為平常的機油，若太厚可用煤油對稀，如用稠油者可用機筒油或甘油。

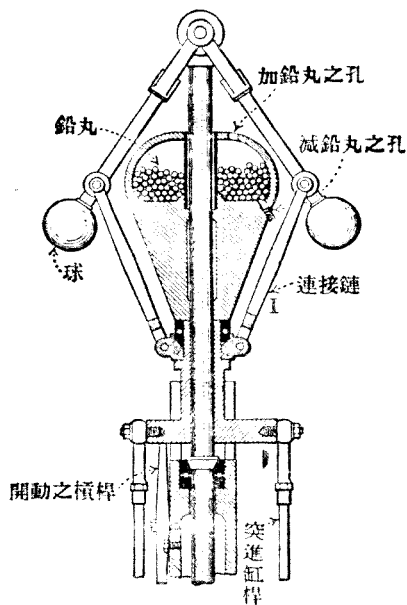
以下數法用於校對節速器以更改機器之速度：(一)設備使重量能加增或減除，如第一百七十六圖，節速器上之重量可以加減，或如第一百七十七圖，槓桿上之重量可以向內或向外挪動，加增反抗節速器升速之重量，或加此項重量之力距則增加節速器及機器的速度。(二)增加或減少彈簧的拉力，或加增一額外彈簧以更改機器之速度，凡彈簧擔負的節速器皆能校對其拉力，如不校對者則加有一額外的彈簧若第一百七十八圖，增加彈簧的拉力則增加機器的速度。(三)節速器上備有校對速度的機構，如第一百七十九圖，增加連接條之有效的長度則減低機器之速度，

第一百七十五圖
可用在外面之活門 V
校正之突進缸



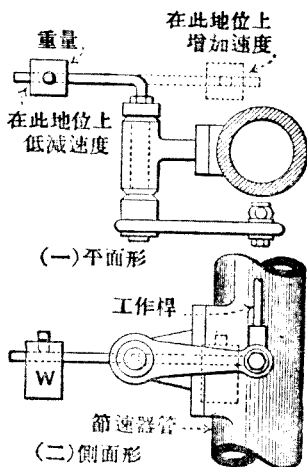
第一百七十六圖

可加減鉛丸重量而校正速度
之節速器



第一百七十七圖

機器之速度可從校正槓桿上之
重量以更改

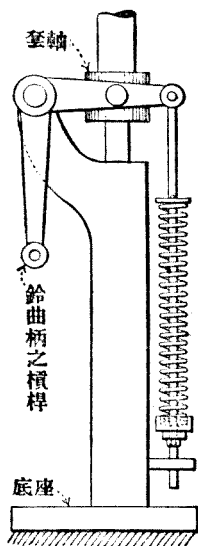


若在高立司節速器上用此法增加機器之速度，則校正以後須查明節速器能完全關閉，節速器旋桿之傾，或須提高，方完全關閉，在一規定的節速器地位上，使斷絕蒸汽較遲，嗣後並未查明節速器是否能完全關閉，此為一危險事。(四)增加一擔負的節速器球之重量，則減低機器之速度。(五)更改連帶節速器之滑車或齒輪之大小，使節速器相對機器有不同的速度，此則節速器仍繼續按其

原來之速度轉動，但機器之速度或增加或減低，如在機器軸上之滑車加大，則機器之速度隨之減低，如帶動節速器之滑車或齒輪加大尺寸，則機器速度亦隨之而加增。

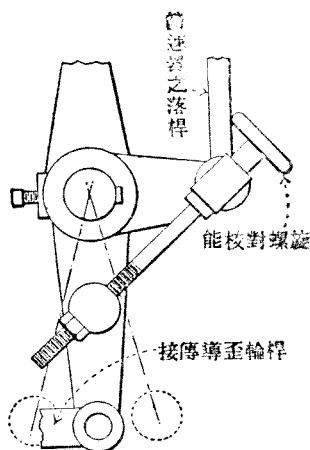
第一百七十八圖

加一額外的彈簧以參差有節速的機器速度



第一百七十九圖

節速器之連接上所供備之速度校對



節速器之感覺亦常隨其速度而更變，增加重量或彈簧之拉力，使節速器之感覺較佳。多數造紙廠機器之節速器常備有雙圓錐滑車帶動，由移動在圓錐滑車上之帶動地位使機器之速度比其最小之速度加增四倍或五倍，機器有此項節速器之設備者謂

之更變速度的機器。

機器節速器之工作速度，有時由機器造作廠家印鑄於節速器上，如無此項印鑄，其適當之工作速度，須考驗之後方可更變。

例如：一蒸汽機上接帶節速器之滑車的直徑 9 吋，節速器之滑車的直徑為 12 吋，在每分鐘 75 公轉之速度上工作滿意。若欲機器工作每分鐘 65 公轉，節速器之連帶應如何更改。

答案：欲工作滿意，則節速器必須保持其原先的速度，機器之速度既減低，欲保守節速器之原有速度，則必更改一個或兩個滑車的直徑。

若改變機器上滑車之直徑，則等於 $(9 \times 75) \div 65 = 10.3$ 吋。

若改變節速器上滑車之直徑，則等於 $(12 \times 65) \div 75 = 10.4$ 吋。

但機器之速度減低，則活門之開啓須稍減小以保持此低速度。

欲減小活門之開啓祇須加長節速器上之連接條。

若欲增加機器之速度則與以上所解者適相反。

節速器可以校對以加增或減少速度的調變，但此項校對宜與機器之製造廠家籌商。此項校對切不可付託於無經驗之人：

(一)重量擔負的節速器能使有貼近的調變，若其速度加增，則加增相當之重量，使機器之速度回原，反之若機器之速度減低，則減除相當之重量，使機器之速度回原。(二)若將一彈簧擔負之節速

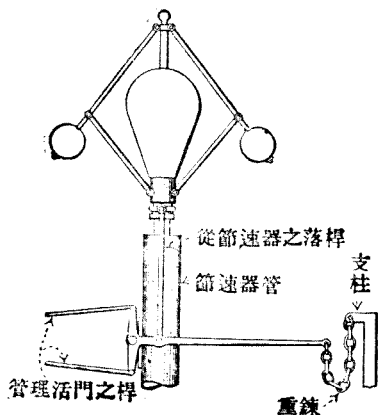
器更換一較柔軟的彈簧，則調變較為貼近，因較少的壓力更變而產生同量的行動。(三)校對節速器槓桿，使較小的節速器之動作，而得同樣活門之動作。

用以上任何校對而使速度之調變貼近，節速器或有無規則之行動，故必加增突進缸之阻力，或加一彈簧在突進缸桿上以克制之。

有些節速器可校對較大或較小的迅速，但此項校對恆異之於設計者或其製造之廠家。(一)可引入慣性力之影響而得節速器感應迅速，但此種改變常須完全重復設計。(二)彈簧擔負有時

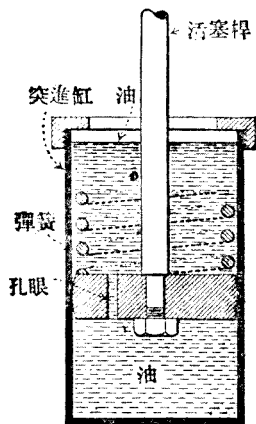
第一百八十圖

採用重鍊以代突進缸比較動作迅疾



第一百八十一圖

突進缸中添入彈簧以遲緩在無擔負時之地位上節速器之運動



可代替重量擔負節速器上一部份之重量，較輕軟的彈簧比之較重硬的彈簧改變地位快。(三設)彈簧有時若未經用過者能裝置於突進缸桿，此項彈簧許節速器立刻停止至其新的地位並突進缸隨後自行校正。(四)如須要節速器之迅速較佳則用一掛練以代突進缸(第一百八十圖)。(五)突進缸中用稀油並有較大之開啓者比用稠油而開啓小者之動作快。(六)突進缸中可置一彈簧(第一百八十一圖)，若機器相近無擔負時太迅速。

飛球節速器之各項校對及其結果表

部份	滑車或齒輪	球	彈簧拉力或擔負重量	改變彈簧重量	擔負及速度	槓率	移起連接條	突進缸
改變	增加帶動節速器之滑車或齒輪	增加球之重量	增加拉力或擔負	改換彈簧或全部擔負	節速器較重	增加槓桿降落之半徑	在節速器規定地位上減小活門開啓	較小或重油
主要結果	減低機器速度	使節速器較疲滯	機器較快	節速器較疲滯	節速器之感覺較慢或不變	節速器之感覺較小	機器遲緩	節速器較疲滯
其他結果		有擔負的節速器之感覺小	有重量的節速器之感覺佳	減少震動	節速器之無規則	節速器之能力較大	節速器之地位變更	不致行動無規則
改變	減小帶動節速器之滑車或齒輪	減輕球之重量	減小拉力或擔負	改換彈簧之重量或擔負	節速器較輕	減小槓桿降落之半徑	在節速器規定地位上加增活門開啓	較大開啓或稀油
主要結果	增加機器之速度	使節速器較迅速	機器較慢	節速器較迅速	節速器之感覺較快或不變	節速器之感覺較佳	機器較快	節速器較迅速
其他結果		有負擔的節速器之感覺大	有負擔的節速器之感覺小	或有震動	節速器較為穩定	節速器之能力較小	節速器之地位變更	行動或不穩定

節速器若不應用恰當或有損壞能使機器奔跑，所謂奔跑者即行動機器在超過其設計之擔負上。(一)若用一舊的節速器曾經有數月或數年滿意的工作，而發生機器奔跑則其主要之原因如下：

(一)突進缸或陳舊或未校正，或有空氣閉入，或開啓太大及油太稀薄。

(二)活門未校正使節速器不復能正當管理之，因此而機器奔跑常發生在輕擔負上，祇須校對節速器上接連條，使活門能在無擔負上完全關閉。

(三)或機構中有過份之摩擦力，查察此項摩擦力可用手移動節速器，或節速器未平正，若在控流之節速器則活門或被油污堵塞。

(四)節速器管轄之高立司減壓連帶器或行動不靈，突進缸之活門或關閉不嚴。

(五)節速器之皮帶或有鬆滑，或旋桿之軸承，或連帶器有摩擦。

(六)校對節速器有巨大的速度改變能使之不穩定，若對較大速度調變而校正使其較穩定。

(二)設未經用過之節速器發生機器奔跑，則應責問其製造廠家，新節速器之校對或不合於擔負情況，新節速器使機器奔跑

亦須有上載之各項原因，或設計錯誤，或製造不精，此項錯誤有時可於置一彈簧於突進缸中以改正之。

機器在改變擔負時若節速器滯留在後，其主要原因係(一)節速器太小或對於擔負情況下不夠迅速。(二)突進缸之遲緩行動太甚。(三)節速器之行動或太小以工作管轄活門。(四)或有摩擦在其機構中。以上之困難，可用上表校對使較迅速，是可免除以上之缺點。

若節速器震動，其原因係(一)節速器太輕，須改用一重者。(二)突進缸之遲緩行動不足。(三)機構不佳須修理。(四)皮帶連接不善，使節速器跳動。

欲購買一控流節速器，需詳細載明以下各條。

(一)需何種式樣者。(二)機器是直立的或水平線的。(三)機器活塞的直徑。(四)活塞動程之長。(五)機器最低之速度。(六)機器最高之速度。(七)機器係用在何種工作。(八)蒸汽管子之內徑及長。(九)在機器軸上帶動節速器的滑車直徑。(十)帶動節速器之皮帶的闊度。(十一)平常蒸汽的壓力。(十二)過熱之度數。(十三)機器上飛輪之大小是否足以使機器之速度平穩。

欲保守節速器必須使其清潔不存油垢，控流節速器之阻漏承軸匣及活門桿須用油中浸過之洋燭芯以堵之。每次從復裝堵，必須去除舊有之裝堵物。活門桿須光滑，每月需重新裝堵一次。

皮帶須有時收緊，球軸承有時須換新，推力軸承時需校對。

複式機可以用節速器祇管理高壓機筒，或管理兩個機筒，較小的機器而在平穩的擔負下工作，則皆用節速器僅管理高壓機筒，低壓機筒之斷絕蒸汽係在一固定點能在所希望之擔負下給以適當的接受器壓力。此項管理法之缺點因在大多情況下太慢，在低壓機筒中之擔負改變並無補助，直待接受器之壓力改變，此項改變或須機器幾個動程，若合實用時此係一經濟的管理法。如用節速器管理兩個機筒常用一機械的连接在兩機筒的活門連帶物之間，是以節速器的動作使兩機筒改變斷絕蒸汽互成比例。

下表係普通需要的控流節速器的呎吋。

節速器之呎吋 開口之直徑 以吋計	機筒之直徑以吋計 活塞之速度以每分鐘呎計			
	300	400	500	600
1 $\frac{1}{2}$	7	6	5	4 $\frac{1}{2}$
2	9	8	7	6
2 $\frac{1}{2}$	12	10	9	8
3	14	12	10	9
3 $\frac{1}{2}$	16	14	12	11
4	18	16	14	13
4 $\frac{1}{2}$	20	18	16	15
5	22	20	18	16
6	26	23	21	19
7	31	27	24	22
8	36	31	28	25
9	40	35	31	28
10	45	39	35	32

機軸節速器用於蒸汽機上者，以機器之曲柄軸為中心點而轉動。機軸節速器常安置在機器之飛輪，以管理機器由更改偏心之地位或活門工作曲柄。機軸節速器廣用於平速度及高速度之機器上，該機器或用滑動活門，或上升活門及無減壓的高立司活門，機器之工作有突然且大的擔負改變，並須有貼近的調變，單獨活門機器裝有機軸節速器，謂之自動機器，機軸節速器亦謂之自動斷絕蒸汽的節速器。

凡機軸節速器皆是更改斷絕蒸汽的節速器，在經濟上立論，則機軸節速器勝過控流節速器。但一機軸節速的簡單滑動活門機器，並不顯示較飛球節速的高立司活門為經濟。

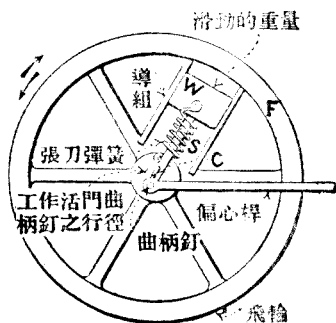
飛球節速器之基本原則及名詞亦應用於機軸節速器，例如機軸節速器或係穩定的，或係不穩定的，或奔跑，或行動無規則，或須有突進缸，或給太多的速度調變，一切原因與在飛球節速器上所說者同，但機軸節速器不許如飛球節速器有許多的校對，普通的機軸節速器，不能在其運動時校對，其主要的校正法為改變重量改變彈簧之拉力。

機軸節速器所用之工作力有兩種：(一)離心力，(二)慣性力。機軸節速器如何用此兩種力而工作，當詳論之。

在機軸節速器中離心力影響於其永久的管轄，第一百八十二圖解說，一意想的機軸節速器，祇用離心力而工作，凡機軸節速

器皆有一重量 W 用臂支持或裝置於導組 G 之滑槽中。此種裝置則連接於轉動之飛輪，是以離心力則傾向於將重量 W 從輪之中心 C 拋出，用一彈簧 S 以反抗離心力之作用，彈簧若是裝置使重量在機器停息時仍回復到原處。第一百八十二圖中之節速器，其離心力傾向於將重量向轉動輪之周拋出，在此處彈簧傾向於將重量向內拉回，彈簧若是反抗離心力將節速器握在此地位上以保持一幾乎平正不變的速度。

第一百八十二圖
理想的機軸節速器祇用離心力工作



當重量被迫向輪中心時，則增加曲柄釘之偏向，當重量被迫由輪中心向外時，則減少曲柄釘之偏向。用適當的比例以佈置重量及彈簧，可使用離心力的機軸節速器之各部的動作與機器速度之改變成比例。但現代之機軸節速器亦用慣性力，因僅用離心力之節速器用以調變，則機器之擔負改變時，不能使機器之速度不變。前已說及節速器之地位隨機器之速度而變更，此說對於機軸節速器亦然，惟用機軸節速器，機器速度之改變從無載擔負至滿載擔負，相差極小而不難查看，若機器在無擔負上動作，若將其擔負突然加增，則機器將因節速器的慣性力而加速度。在節速

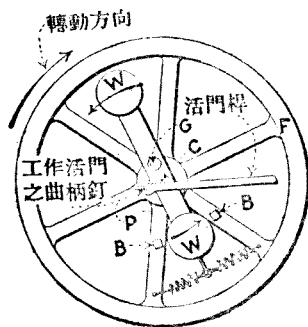
器未達到平衡以前，則機器之速度較無擔負時大，但此額外增加之速度係暫時的，平正工作時，機器在滿載擔負上之速度須較無擔負上者較慢。

在機軸節速器中之慣性力影響暫時的管轄，在機軸節速器中所用之慣性力，係阻止突然改變的速度，與用於飛輪中者同。此種慣性節速器或似一種附屬的飛輪，其行動經過活門而不直接在曲柄軸上行動。慣性之原則合乎牛頓運動定律之一，若應用於轉動節速器部份，則一物體在停息時則傾向於留在停息地位，並當轉動時則傾向於在一不變之速度上繼續轉動。第一百八十三

圖顯示一理想的機軸節速器僅用慣性而工作者，重桿 WW 支持在重心 G，重桿既若是支持，則其不因離心力而傾向於轉動在其支柱上，重桿係用彈簧握在地位上並保持其不轉動過頭用 BB 釘以停止之。現如飛輪 F 突然起動按指示之方向，則重桿因其慣性將

第一百八十三圖

理想的機軸節速器祇受慣性力影響

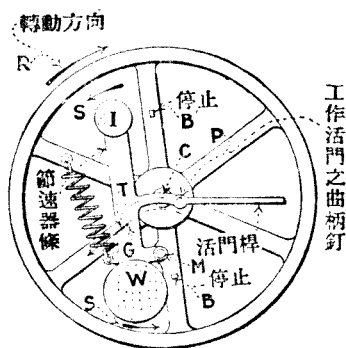


傾向於留滯在其原來地位上，重量將相對飛輪而轉動，是以活門工作之曲柄釘 P 將被帶近至軸中心 C，此即等於減小偏向。此等動作將減小活門之行程，並如是減低機器之速度，此等樣之節

速器將阻止機器突然改變其速度，但許機器之速度逐漸改變，欲一機軸節速器，保持一規定的機器速度，必須亦用離心力。

機軸節速器，用連合的離心力與慣性力，可得到迅速的行動並貼近的調變。節速器桿 IW（第一百八十四圖）係若是佈置使其質量同時受離心力與慣性力之影響，節速器桿之支在 M（不在其重心）並帶一離心力重量 W，並一較小慣性力重量 I，此桿之全部同時被離心力與慣性力行動其上，BB 釘停止其轉動過份，桿之重心在 G，其工作活門之曲柄釘亦帶在此桿上。此曲柄釘 P 工作機器之活門經過活門桿及其接桿，設飛輪循箭頭 R 之方向起始轉動，當飛輪之速度增

第一百八十四圖 廣用之機軸節速器



加，其重心傾向於向外行動，但被彈簧阻止。若飛輪之速度增加忽突，此項重量因其慣性傾向於轉動循 S 之方向以抗彈簧之拉力，此項動作將曲柄釘 P 帶至較近中心 C，活門之行程於是減小。活門之行程減小，則機器不能再增其速度，機器之速度在其較高值成平正不變後，則重量不受慣性力之影響。慣性力於是不復握住節速器在其新地位上，但一增加的離心力因增加之速度而

後發生，此項力將保持節速桿在其新地位上，若速度減慢則以上所說程序係相反的。機器之速度平正以後，而慣性力不復有效，彈簧之工作將桿留住其在低速度地位上，一機軸節速器，在機器之規定擔負上，其未得到平衡的情況前，將有無規則之行動，與飛球節速器同。

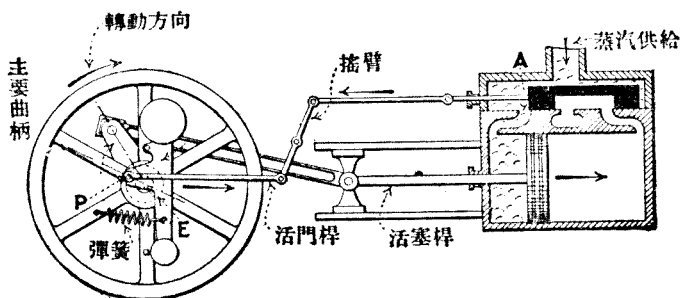
機軸節速器須合用離心力與慣性力方得迅速的動作，其理由當詳說於下：一機軸節速器，因須運用巨大之力，以保守偏心在其地位，以抗活門及活門連帶器之摩擦力，故必須較重。是以在一規定工作上，機軸節速器必較飛球節速器重，前已詳說。一甚重之節速器，若僅用離心力，則動作比較遲慢，此已顯明若一機軸節速器用重臂以得迅速的動作並貼近的調變，必須用除離心力外之他力。所以機軸節速器若是設計者，皆以重量之慣性，協助節速器以改變其地位，從用此項慣性力，機軸節速器比普通的飛球節速器動作迅速。上好的機軸節速器之速度調變，不顧擔負之加增遲緩或忽突，約在小於百分之一，其節速動作復若是迅速。一上好設計的機軸節速器，因擔負更變而改變其地位甚速，恆在一二公轉內則需時不及一秒鐘。

第一百八十五圖，第一百八十六圖及第一百八十七圖顯示一機軸節速器如何管理一機器之速度，節速器之裝置可更改活門之行程，而不甚改變偏心之引前角。

第一百八十五圖顯示節速器在滿載擔負地位，接連在節速器桿上工作活門之曲柄釘 P，行動一大圓圈 E，得到一最大的活門行程。機器之汽門 A 是以在四分之一之動程上有一大的開啓並斷絕蒸汽遲緩。設機器上之擔負突然解除，則節速器將行至在其新地位上，則曲柄釘然後行動一小圓圈 E'（見第一百八十六圖）。現在曲柄釘之行程，僅足以開啓進出蒸汽汽門在 A'，並得到斷絕蒸汽適超出四分之一之動程，現在進入機筒的蒸汽較少並阻止機器之速度再增，按圖中之裝置，第一百八十六圖得到壓縮較第一百八十五圖中快，此亦幫助使機器產生較少的馬力若節速器在以上所說的地位上。第一百八十七圖顯示節速器之盡頭地位，在此地位上，偏心之拋出，比活門之蒸汽疊蓋少，是以蒸汽完全與機筒隔絕。顯示於下圖之機器為走下式，若將節速器臂

第一百八十五圖

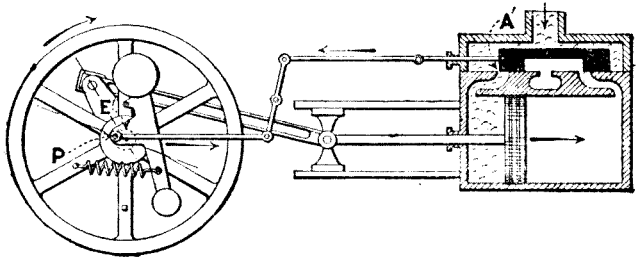
機軸節速器管理滑動活門法(在完全動程中蒸汽進入)



與彈簧之地位，反向由左至右翻轉，則機器將為走過式。

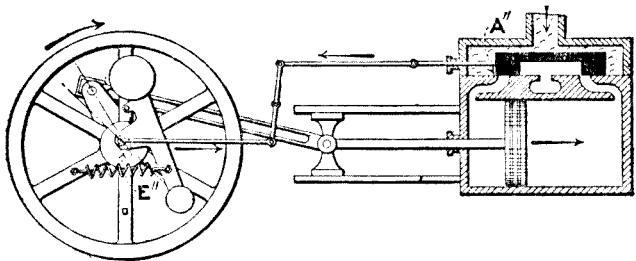
第一百八十六圖

斷絕蒸汽約在四分之一動程



第一百八十七圖

蒸汽完全斷絕



如能避免，切勿改一自動機器使之反向轉動，因機器在其離製造廠前常經適當校正，若須重復校正卻不甚易，須由有經驗之人以司理其事方可。

節速器與其飛輪平衡為設計上之要點，當節速器在停息之時，因其重量而不傾向在其支點轉動，則節速器本身是平衡的，若

節速器是不衡的，則其當機器行動遲緩時，將向左右搖擺。一節速器飛輪是平衡的，若其重心係在其轉動軸線上，若飛輪是不衡的，則其當機器行動遲緩時，將產生一離心力在其重心上。此項離心力，將在其主要軸承上，發生不須有的壓力，及發生過份的拉力在曲柄軸上。節速器飛輪之平衡，按其建造，或消滅，或不消滅，當其重量因離心力而擺動時，不損其平衡。若節速器非連續平衡的，則其在有些地位上不復平衡。但飛輪可用一旋牢的重量，在其輪邊上之適當地點而得平衡，節速器之本身其重量在任何地位上皆可平衡而不平衡飛輪。

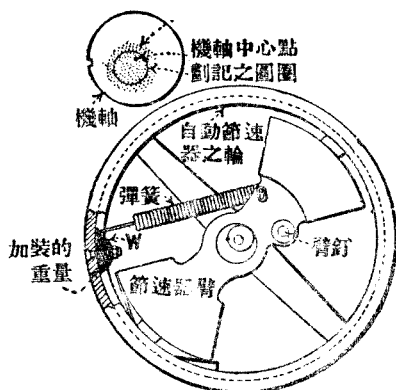
若飛輪因使機器反轉或其他改動而成不平衡，可用下法以平衡之：先尋出不平衡的力之方向，其尋法係用油，鉛粉或其他物質塗在軸端近中心處（見第一百八十八圖 I），使能劃記號在其上，用椅或木塊墊穩一劃線鋼尖相近機軸中心，當機器轉動時劃一小圈在軸端上，若小

圈之中心點不在機軸之中心上，則飛輪不平衡，則必加重量於飛

第一百八十八圖

平衡飛輪法解釋

(一) 機器軸端放大形

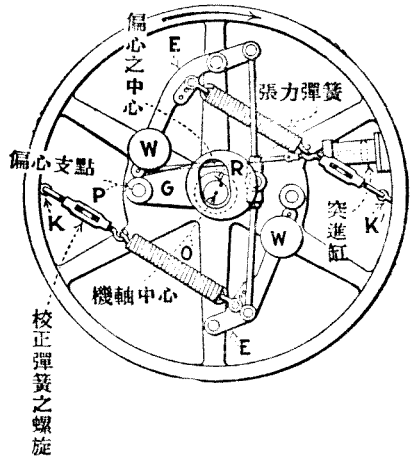


(二) 飛輪與節速器

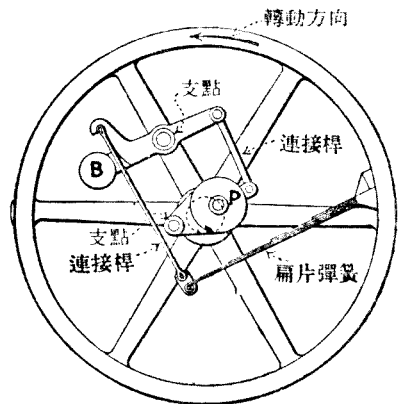
輪邊上而平衡之。先由機軸之中心點經過小圈之中心點，畫一直線在飛輪邊上，在此地點加適當之重量，可先用黏土或油灰黏在此地位上，再劃小圈如前，並逐漸加黏土油灰等物，直待小圈之中心點與機軸之中心點重合，擇一重量與油灰之重量相等者，用螺旋裝牢在輪邊上如第一百八十八圖。

機軸節速器可按其所用重量之佈置而分類如左：(一)平衡節速器用兩個重量且使其飛輪連續平衡(第一百八十九圖)。(二)平衡的節速器用一單獨重量，其飛輪

第一百八十九圖
用兩個重量的機軸節速器



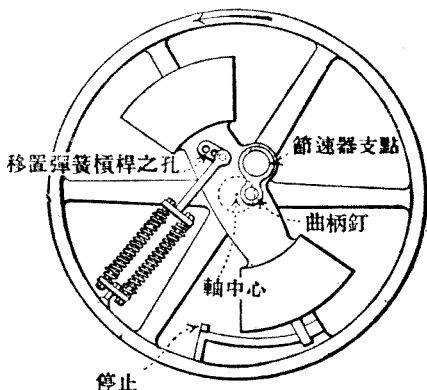
第一百九十圖
用單重量 B 而以偏心 P 平衡之機軸節速器



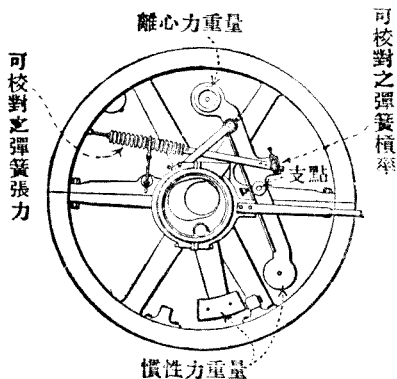
不連續平衡(第一百九十圖)。(三)節速器有一單臂,臂上帶慣性的重量,離心力重量及偏心,(第一百九十一圖)此節速器及其飛輪在一切地位上均相近平衡,此種用連合的離心力與慣性力節速器之動作已詳說於前。(四)節速器有兩臂,或一臂及一重量,此節速器與其飛輪在一切地位上均相近平衡(第一百九十二圖)。此上之各種節速器可若是工作其調整或由慣性協助或延遲且可連接於轉動的或搖擺的偏心上。

第一百八十九圖顯示第一類之節速器有兩

第一百九十一圖
能用額外重量在飛輪邊上
而平衡的節速器



第一百九十二圖
秋司機之節速器



個重量 W 在平衡中，偏心則裝在 G 板上，支柱在 P 且連接於重量槓桿 WE ，用連接桿若是連接，使離心力之作用將重量向外拋出，使偏心之中心點 R 向機軸之中心點 O 搖擺，彈簧支柱在 K 用以抵抗離心力，且在每一速度上，將重量握住在一定之地位，突進缸祇限止其連動太速，並使其不奔跑且無行動不規則。

第一百九十圖顯示第二類之節速器，此項機軸節速器三飛輪不連續平衡，雖此節速器祇有一單獨重量 B ，其各部係平衡的。此節速器比第一類之優點係有較少數之工作部份，構作簡單與摩擦減少。第一百九十一圖顯示一第三類之節速器有幾乎平衡的單臂，此項節速器廣為採用，其設計得慣性力之完全利益。第一百九十二圖為一第四類之節速器，其優點為貼近的調整，而不用突進缸以阻止行動無規則，機軸節速器用兩法以管轄機器之蒸汽活門，經過偏心或工作活門之曲柄釘，凡節速器可用任何一法：(一)偏心在機軸上旋轉，若是則引前角度改變而不改變偏心之拋出。(二)偏心裝在一圓板上，節速器之動作旋轉此圓板經過機軸之中心，是以偏心之引前角與其拋出均改變。設計之目的，係當節速器不同之地位時，稍改活門之先導，用以上之任何活門連帶器，節速器可用以上四類之任何重量之佈置，蓋重量之佈置並不決定蒸汽活門之管轄法。

不論何樣之機軸節速器可用曲柄釘以代偏心，節速器係在

軸端常用一曲柄釘，當機軸連續經過節速器，則普通用一偏心，從機軸中心滑動，校正重量或彈簧影響機軸節速器之工作如下，節速器之感覺及其速度之調變全賴以下之情況：(一)彈簧之拉力。(二)接連彈簧至重量或至槓桿支柱之距離。(三)彈簧之感覺，此即彈簧在一規定增長之力上而伸長之距離。(四)彈簧行動之角度在此方向上節速器臂或重量行動。(五)產生離心力之重量。(六)由支點至重量之重心之距離。(七)重量傾向於行動及其自由行動的方向間之角度，改換較重之彈簧則增加彈簧之槓率，或挪移彈簧偏向其活動之端，則減少節速器之感覺，增加離心力重量，並同時校正彈簧使有同樣速度，則增多節速器之感覺。事實上若是則使節速器不穩定，改變離心力重量，或改變彈簧壓拉力，可使速度稍變而無其他影響。

下表顯示機軸節速器之主要校正：

部 份	彈 簧	重 量	重 量 並 彈 簧
更 改	更換較重之彈簧或增加彈簧之槓率	增加該彈簧之拉力	增加離心力重量或重量之槓率
影響機器之速度	較 快	較 快	較 慢
影響節速器	可不改變	較有感覺	較有感覺
更 改	更換較輕之彈簧或減少彈簧之槓率	減少該彈簧之拉力	減少離心力重量或重量之槓率
影響機器之速度	較 慢	較 慢	較 快
影響節速器	可不改變	稍少感覺	稍少感覺

注意：用機軸節速器，其普通改變機器速度之法，係更變彈簧拉力或彈簧槓率，或更變離心力重量或重量槓率。用此法改變稍微速度則不發生影響，但較大的機器速度則結果載上表中，上表所載之校對應用於各種機軸節速器。

工作任何機軸節速器能遇到幾種困難，其補救法如下：(一)節速器動作疲滯，大概機軸節速器動作疲滯由於以下兩個原因，或因摩擦力太大，或節速器太近中和，摩擦或在突進缸中，或在機構上。若突進缸過於阻止節速器之運動，可增大活門之開啓，或更換稀薄油以補救之。若節速器曾按貼近的調整而校正，則或缺少能力以改變其地位迅速，補救法按上表係增加重量，並用一較重彈簧，若是則可得原來的速度，或若有相當設備可增加彈簧之槓率。(二)節速器行動無規則，此因在一自由行動之節速器上調整太貼近，可以增加摩擦力以補救之。若仍不能得到良好的動作，可校正按較大的調整。(三)機器之速度加增或奔跑，則彈簧或太緊或太硬以配所需之速度，或重量太輕，在此等情況下，可校正重量及彈簧以合所需之速度。

注意：機器之奔跑常因節速器之各部的摩擦力太大或其他錯處，因感覺太靈，或彈簧太弱，或因摩擦力而發生機器奔跑，其不同處尚顯明，祇因彈簧拉力之故，機器速度增加將快捷即使在一定之範圍中，因摩擦力之故，則重量將攔住在裏面地位上，直待

機器速度增加若是之高使重量放開，或當機器在其速度以上，重量將被擱住在其地位上直待速度減低俟彈簧將重量拉回，此等改變常有響聲隨之。

機軸節速器之多數妨礙皆因機構之部份移動不靈，凡有名望之現代之機軸節速器，不論其屬於何類，皆經完全校正，考驗，調整，並由其製造家裝好是以節速器工作時，須在其保證之範圍中，如節速器經過長期之工作後而發生困難，常因磨損或有他故，均易修理，惟常時發生之困難甚微易於疎忽也。然常因細微之疎忽而發生極大之危害，故有時僅有灰沙走入節速器之彈簧及重量連接處，以致機器之速度陡增，或有時運動之部份不滑潤或有擱住之處，則節速器發生困難。所以節速器必須按時上油，大約每月須清潔一次，尋找節速器之錯處時必須由節速器之偏心至活門邊及活門箱中，一切須經過精細察看，不可忽略。從節速器之偏心上，將偏心桿解開，並將重量臂上之彈簧撤除，然後將重量臂向裏外之地位上推動。多數之節速器(機軸節速器)用於5馬力至1,000馬力之機器上者，皆若並權，撤開後機軸節速器上之各部皆易用手推動，然切勿用棍棒推動，若重量臂被手推動時不夠靈活，此種困難或由於釘有損壞或乾燥，否則係螺絲帽太緊，或接連桿彎曲，或偏心箍太緊或乾燥，有時因有油污積垢之故。

若節速器係靈活而無錯誤，則將活門由其桿上撤開，然後察

看釘面，軸承或滑面上是否太乾，有無灣曲之處，活門桿在阻漏承軸匣內行動有無阻滯處，填墊是否太舊及乾。

再察看活門箱，活門是否裝置適當，有無漏汽處或攔住處，因活門之適當校對與節速器之靈活滑潤同樣緊要。

易乾而有積垢之滑潤油，則不合用於機軸節速器，滾珠軸承與釘上須用薄油或用凡士林，較小之支柱上則應用機筒油，滾珠軸承須每月清潔及上油一次。

校對機軸節速器時，工程師必先斷定其主要釘及其套子是否靈活並適當滑潤，活門是否校對確準及行動靈活，若臂重足敷駕御活門，並查看所需要節速器之結果是否從校對彈簧而能得到，不可加增不需要之重量使彈簧與釘扯傷。

第七節 複式及多級膨脹蒸汽機

複式及多級膨脹蒸汽機廣為採用之處，若擔負之性質須用往復機，並須要比單式機可得之經濟較好，複式機之力量大概由 50 馬力至 1,000 馬力。複式及多級膨脹蒸汽機廣為應用於航海的及紗廠或磨粉廠之工作，惟發電廠之工作則逐漸皆採用蒸汽輪機，因其式樣簡略且在許多情況下工作較為經濟。在航海之工作上蒸汽輪機之採用亦復加增，如在燃料價廉之處，若鋸木廠中，或需用排汽以溫熱及其他用處，則單式機較複式機為合用，因其價值較低如機器之經濟不甚重要。

複式機器之工作，常經過較大的溫度與壓力之範圍，機器之溫度及壓力範圍即在機筒中的蒸汽之最高及最低溫度或壓力相差數。複式機在汽鍋壓力由每平方吋 150 磅至 200 磅下工作常用冷凝。有時如活門之設計適宜，則用過熱蒸汽工作，若溫度與壓力之範圍不大，則用複式機工作亦不能獲益。若汽鍋之器示壓力為每平方吋 100 磅，而機器之反壓為每平方吋 5 磅（器示壓力），則單式機與複式機之經濟幾相等，則用高價購用複式機殊不值得。大概在滿載擔負上複式機較單式機可省用蒸汽由百分之十至百分之二十五，若用冷凝，則可省用蒸汽由百分之十

五至百分之四十。若在分數的擔負上工作，則複式機之節省甚小，若擔負甚輕，則複式機較單式機在同樣擔負上多用蒸汽。

若汽鍋壓力較高，則複式機之經濟較大。曾有三重膨脹蒸汽機工作冷凝，每指示馬力每小時祇用飽和蒸汽 11.23 磅，汽鍋壓力每平方吋為 257 磅。若用一無冷凝工作之單式機，每指示馬力每小時常需用 30 磅至 35 磅蒸汽。

複式或多級膨脹蒸汽機比單式蒸汽機（有同數的總數膨脹比例及同量之輸出馬力）其主要之優點如下：（一）減少機筒凝水，因在每一機筒中之溫度範圍較小。（二）減少漏汽的丟失，因每機筒中之壓力相差較小，此因複式而減少在每活塞上之淨數壓力。（三）機械的效率較高，因在每機筒中最大的壓力與平均有效的壓力之比例減低，若在單式機中（有同數的總數膨脹比例），則最大的壓力與平均有效的壓力之比例，常由百分之四十至百分之七十。（四）複式機之曲柄裝置，同度距離而得較平穩之轉力，複式機之無益處，係其價值較大且佔據較多的地位。

膨脹比例是蒸汽在減壓時之體積，以在斷絕蒸汽時之蒸汽體積除之，在複式機器中，蒸汽在減壓時之體積係在低壓機筒內，蒸汽在斷絕蒸汽時之體積係在高壓機筒內。

轉力是在物體上之壓力，而使之轉動常以吋磅計之。一吋磅之轉力，係用一磅之力動作在距離一吋之半徑上，按第一百九十

三圖連接桿動作在曲柄軸上
之轉力為 $500 \times 14 = 7,000$
吋磅。

例如：有一複式機其高
壓機筒之餘隙為百分之六，
其位移體積為 2.9 立方呎，
斷絕蒸汽點為 0.32 動程，其

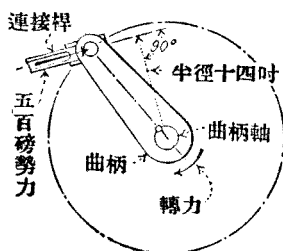
低壓機筒內有位移並餘隙體積總數為 11.8 立方呎，膨脹之比例
應為若干？汽鍋壓力為每平方吋 176 磅絕對壓力，假設減壓遇
在動程之終點，則在低壓機筒中減壓壓力應為若干？假設膨脹係
雙曲線的。

答案：在斷絕蒸汽時之蒸汽體積為 $0.32 \times$ 位移體積加餘隙
體積，即 $(0.32 \times 2.9) + (0.06 \times 2.9) = 1.103$ 立方呎。膨脹比例
 $= (11.8 \div 1.103) = 10.7$ 減壓壓力 $= 176 \div 10.7 = 16.4$ 磅（每方
吋上之絕對壓力）。

在實施上減壓壓力較上算出者稍有相差。

複式機用巨大的溫度及壓力範圍，而避免機筒過份凝水，則
顯示於第一百九十四圖，第一百九十五圖與第一百九十六圖。機
筒凝水之現象解說於下：若機器工作之蒸汽溫度及壓力較大，如
用蒸汽經濟，則可得之熱的效率亦較大，但若用巨大的溫度的範

第一百九十三圖 機器曲柄之轉力



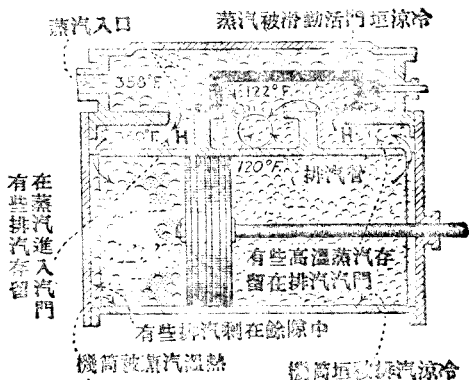
關於單式機上，則機筒凝水太多，則不能得到須有之效率，若機器之機筒經過適當之絕熱物包紮，則機筒因輻射凝水甚少。

第一百九十四

圖中，一單獨活門機器之汽門且被蒸汽及排汽輪流充滿，(以下之溫度係由蒸汽表上查來)，排汽溫度為華氏120度(等於水銀真空26.5吋)，與蒸汽華氏溫度358度(等於器示壓力每方吋135磅)須經過相同的汽門，則汽門之四週並機筒之四週將被更迭溫熱及使冷。汽門與機筒被蒸汽溫熱，則凝水在其上。當

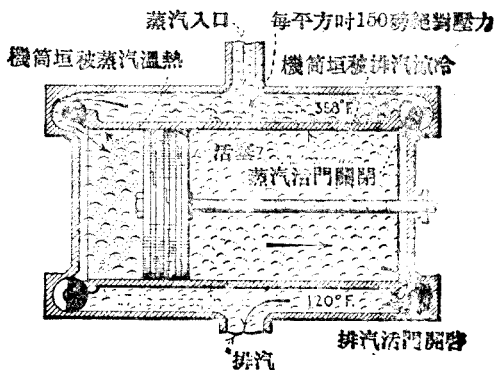
第一百九十四圖 (單式機)

溫度範圍 = $358^{\circ}\text{F} - 120^{\circ}\text{F} = 238^{\circ}\text{F}$



第一百九十五圖 (簡單四活門機器)

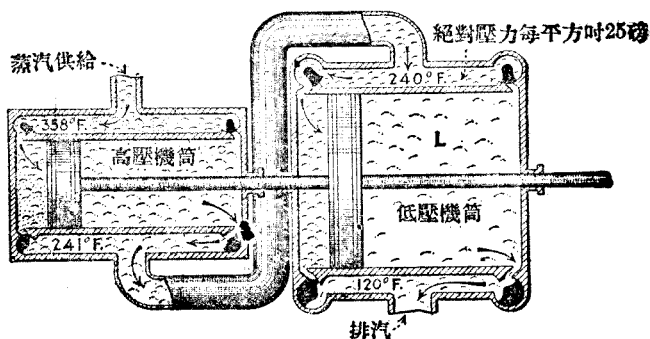
溫度範圍 = $358^{\circ}\text{F} - 120^{\circ}\text{F} = 238^{\circ}\text{F}$



壓力低落時，凝水再蒸發而使汽門與機筒均冷。有些蒸汽因凝水並再蒸發，經過機筒而不做工作。在簡單的四活門機器中，(見第一百九十五圖)蒸汽輪流溫熱並涼冷機筒四週，但活門有幾乎不變之溫度。所以四活門機器可減少機筒凝水，因活門與蒸汽通路有不變之溫度。再者在一百九十四圖及一百九十五圖的機器之餘隙中之排汽與進入之蒸汽混合，則一部份之蒸汽將為凝水。

在一百九十六圖之複式機中，從低壓機筒中之排汽不與蒸汽(汽鍋壓力的)所經過之處接觸，然在複式機中仍有些機筒凝水，因每機筒進出蒸汽之溫度相差故也。但因在每機筒中蒸汽溫度之範圍小，則複式機中之凝水，較單活門或四活門之單式機少。從以上觀察，則在複式機中每機筒中之溫度範圍，約減至單式機之一半，而總數之溫度範圍不變。同一理由可以顯明用三

第一百九十六圖 複式機各部之溫度



溫度範圍 $240^{\circ}\text{F} - 120^{\circ}\text{F} = 120^{\circ}\text{F}$

重及四重膨脹蒸汽機，則每機筒中之溫度範圍再可減少，則每機筒之凝水亦隨之減少。

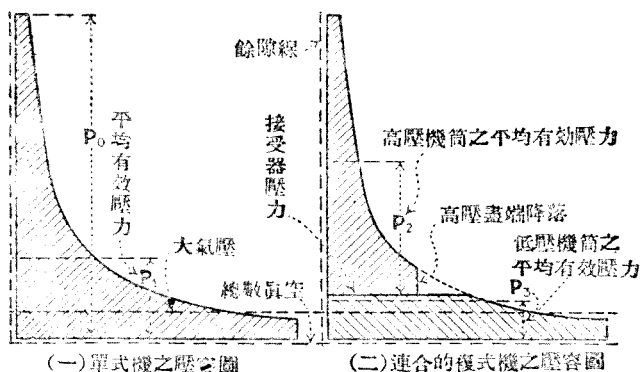
機筒之面與蒸汽接觸之時幾有蒸汽之溫度，當蒸汽之溫度改變時，其溫度貫入機筒垣之度數與時間成比例，是以機器之速度加增，則機筒面暴露於蒸汽之時間短，凝水於是減少。

因何在複式機中漏過活塞與活門之蒸汽比在同值之單式機中少，參攷第一百九十五圖及第一百九十六圖即可明瞭。第一百九十六圖中，在高壓機筒內，在活塞與活門兩端上最大之壓力相差，是 $(150 - 25) = 125$ 磅每平方吋，在低壓機筒中，相差數是 $(25 - 1.7) = 23.3$ 磅每平方吋。若在單式機中第一百九十五圖，壓力相差數是 $(150 - 1.7) = 148.3$ 磅每平方吋。在高壓機筒中之壓力相差，與單式機中之壓力相差，不甚減少，但高壓機筒（與單式機有同量之輸出馬力）呎吋較小，是以漏出之蒸汽體積亦較小，且由高壓機筒中漏出之蒸汽，在低壓機筒是有效而作工。

複式機器之機械的效率比單式機的大，雖複式機之軸承與動作部份較多，單式機欲得與複式機同數的膨脹比例則斷絕蒸汽須較早。第一百九十七圖顯示二理論的壓容圖，其一為單式機之壓容圖，其二為連合的複式機壓容圖（高壓機筒與低壓機筒）。在複式機中平均有效的壓力 P_2 與 P_3 是在兩機筒中之相對的最大壓力之大分數。在單式機中其平均有效的壓力 P_1 祇是最大壓

力 P_0 之一小部份。此兩壓容圖顯示有同數的膨脹總比例，但單式機中之膨脹比例是 15，然在複式機之高壓機筒中膨脹比例僅為 5。此即機器能做最大的工作。按此設計在單式機中僅 1/15 動程間，在複式機中為 1/5 動程。低壓機筒因斷絕蒸汽較遲在其一半動程作最大數之工作，動力之分配較好，則機械的效率亦因之較佳。

第一百九十七圖 理論的壓容圖

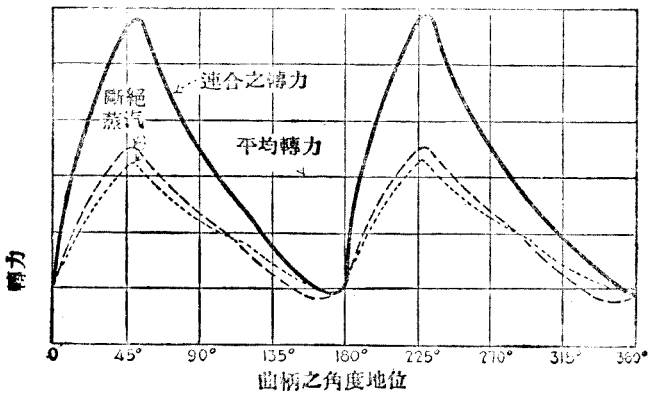


在不同樣之複式機中如何使其轉力較平穩，可參攷第一百九十八圖，第一百九十九圖與第二百圖。前後機筒複式機之轉力見第一百九十八圖，較單式機的稍平穩。雖複式機之斷絕蒸汽較遲，給以較長的最大轉力，但若高壓機筒與低壓機筒之工作曲柄彼此成 90 度角度（如普通複式機），則最大之轉力在兩機筒中

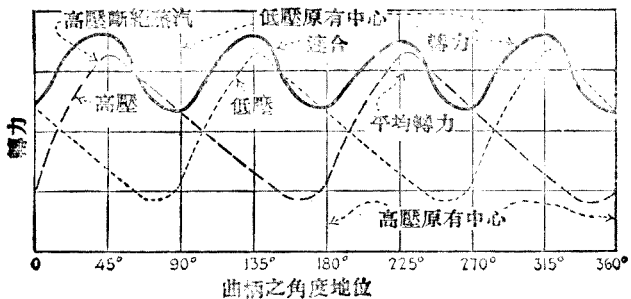
將得在曲柄相距角度為 90 度時，(見第一百九十九圖)，然後在機軸上之轉動力矩較為平正，則需要之飛輪呎吋，亦因之減小。

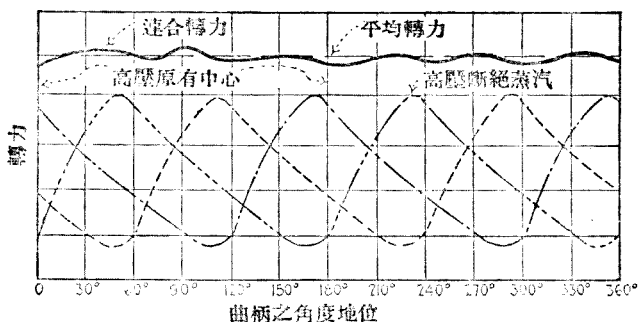
若將三重膨脹機器之三曲柄，裝置成角度相差 120 度，結果則轉力平穩見第二百圖，轉動力矩因之更為平正。

第一百九十八圖解 前後機筒復式機曲柄之轉力參差



第一百九十九圖解 交復機曲柄轉力之參差兩曲柄成 90 度



第二百圖解 三重膨脹機曲柄之轉力三曲柄成 120° 度

複式機可按其從一機筒輸送蒸汽於他機筒之法而分類如下

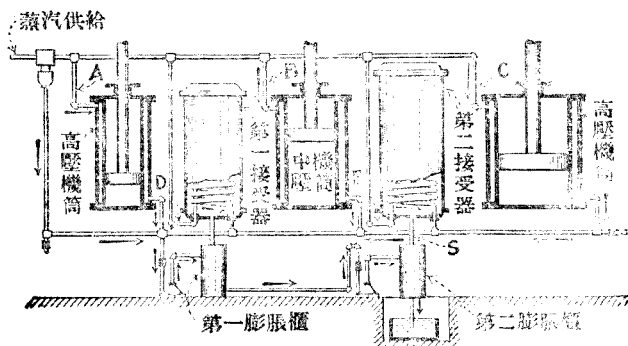
(一) 巫爾夫複式機，此項機器上其高壓機筒直接排汽至低壓機筒中，此類機器常裝置前後機筒式若（第一百九十六圖）但亦有分開的曲柄安置在角度 180° 度。（二）接受器複式機（第二百零一圖）在此機中蒸汽從高壓機筒輸送於接受器，然後再由接受器輸送於低壓機筒。凡交複機皆有其曲柄安置在角度 90° 度，三重膨脹機有其曲柄安置 120° 度，且皆為接受器複式。因機筒之安置式，使高壓機筒之排汽，不在適當之時以供低壓機筒之用。在此期間必須用一接受器以貯從高壓機筒之排汽隨時供給低壓機筒之用，接受器之式樣或為一分開的汽箱，或一放大鐵管連接兩機筒，或一放大的低壓汽箱。

複式機與三重膨脹機常用一復溫熱器（見第二百零一圖），復溫熱器用以溫熱由高壓機筒或中壓機筒排出之汽，而在其未

進低壓機筒時，復溫熱器常造在接受器內或代接受器之用。溫熱之法，或用蒸汽，或用爐中氣體，用在複式機上復溫熱器並不改善機器之總數的熱之效率，若溫熱係用蒸汽，除非由復溫接受器之汽按其壓力得有華氏溫度 100 度或較高的過熱。但復溫熱器常能減少低壓蒸汽之溫度而使低壓機筒易於工作，用爐中氣體之復溫熱器能增加機器之經濟

複式機上所用各種名稱之意義如下：（一）機筒的比率，此即低壓機筒位移之體積與高壓機筒位移之體積相比。當兩機筒中之動程相同時則機筒的比例可用兩機筒直徑的平方算之。例如高壓機筒之直徑為 10 吋，而低壓機筒之直徑為 20 吋，則機筒的比例為 $\left(\frac{20}{10}\right)^2 = \frac{4}{1}$ 即 4:1。計算確數的機筒比例則須減去活塞桿所佔之體積。（二）總數膨脹比例，此即在低壓機筒中蒸汽

第二百零一圖 三重膨脹機上接受器之佈置



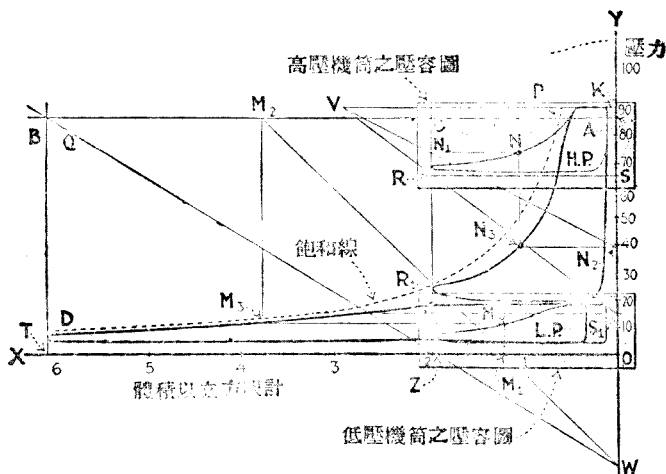
最後之體積與在高壓機筒內斷絕蒸汽時之蒸汽體積相比，若不計入餘隙，且在兩機筒中有相等的斷絕蒸汽，則總數膨脹比例等於機筒比例，以在高壓機筒內之斷絕蒸汽點(以動程之分數計)除之，例如機筒比例為 4:1，而在高壓機筒中之斷絕蒸汽點在 $\frac{1}{3}$ 動程，則總膨脹比例為 $\frac{4}{1} \div \frac{1}{3} = 4 \times 3 = 12$ 。(三)自由膨脹，此即在機筒間之接受器中及通路中的蒸汽膨脹，用高壓機筒中之排汽壓力與低壓機筒中之進入蒸汽壓力的平均壓力量之。(四)盡端降落，此即高壓機筒中之減壓與接受器之平均壓力相差數。

複式機之機筒比例約由 2:1 至 8:1，用規定的斷絕蒸汽點在高壓機筒中，則較大的機筒比例，有較大的盡端降落，但若斷絕蒸汽夠早，並用一大的機筒比例，則盡端降落可以較小。機器然後有高的經濟但其輸出馬力小，若須較大的馬力的輸出而不顧及經濟，可用較遲的斷絕蒸汽並較小的機筒比例。

從複式機之每機筒之兩壓容圖可以連合為一若第二百零二圖，若是可視察連合的膨脹線，如何近似理論的膨脹線或飽和線 PD，按進入機筒的蒸汽之重量，如按以前解說之單式機之壓容圖，可以查出複式機中之滲漏的蒸汽及排汽活門與活塞。連合壓容圖之簡便方法是用圖解的方法，增加低壓機筒之壓容圖的體積規尺若高壓機筒之壓容圖的體積規尺，並減低高壓的壓力規尺若低壓壓容圖的壓力規尺，則兩壓容圖有相同的體積與壓力

規尺。茲將畫法解釋於下，欲連合之壓容圖，須同時在機器上畫取當其擔負在不變時，若壓容圖當擔負改變時，用兩示功器同時畫取，則連合的壓容圖將顯示較多的蒸汽輸入於接受器或從其取出。若是則易引起錯誤，若兩壓容圖用同一示功器畫取，則第二壓容圖必須在同樣情況時畫取，且在畫取壓容圖之前，須保持工作之情況不變，並須經過足敷時間，使接受器之壓力正常，若在不同的之情況下畫取連合的壓容圖，則為引起錯誤之源。

第二百零二圖 連合複式機之高壓及低壓之兩壓容圖法



解釋：在一大張紙上先畫兩直線OX與OY成直角如上圖。在OY線上畫一壓力規尺若低壓機筒壓容圖上之規尺，例如每吋作20磅，將低壓機筒之壓容圖黏在紙上，其餘隙線與OY相

胎合，並其總數真空線與OX胎合。在OX線上尋找Z點與壓容圖端齊，經過Z並任何方便地點W，畫一WZQ線。現將高壓機筒之壓容圖黏在紙上，其餘隙線與OY胎合，並其最高壓力點K適合OY上之規尺。在壓容圖端畫RC線，尋一T點，使 $(OT \div OZ)$ = 低壓機筒位移體積加餘隙，除高壓機筒位移體積加餘隙。如兩機筒之餘隙百分數相同，則 $(OT \div OZ)$ = 機筒比例。畫TB線與OX垂直並交割WQ線，經過B畫BA線與OX平行，然後改畫新低壓機筒壓容圖。在舊的低壓機筒壓容圖上畫許多點。其改畫法如下，例如欲將M點移畫至新壓容圖上，先畫垂直線 MM_1 再畫 WM_1M_2 ，M與 M_2 之交點 M_3 即所需之點。以此類推，則可畫成新低壓機筒壓容圖。

現在高壓機筒壓容圖上及連合圖上畫大氣線RS與 R_1S_1 ，再畫 S_1RV 線，並從K畫KV線與BA平行。改畫高壓機筒壓容圖法如下：例如欲將舊壓容圖上之N點，改畫到新壓容圖上，先畫平行線 NN_1 ，再畫 VN_1N_2 線，N與 N_2 之交點 N_3 即所需之點。以此類推，則可畫全連合壓容圖矣。

欲畫飽和線，須從考驗結果內，計算在畫取壓容圖時之擔負上每動程所用蒸汽之量數，此可用考驗期間機器動程總數除考驗期間所用蒸汽總量數，其得數為每動程所用蒸汽量數。將此量數再加上高壓機筒在壓縮時閉入之蒸汽量數，然後查蒸汽表在

圖上逐步點畫壓力體積相對數而畫成此曲線。

低壓膨脹線比高壓膨脹線距飽和線較遠，此因未由高壓機筒走入接受器之蒸汽，則存留於機筒為壓墊，若留存於低壓機筒內為壓墊的蒸汽重量，與存留於高壓機筒內者相等，則兩膨脹線或可成一平正曲線。但存留於低壓機筒內之蒸汽重量，較少於存留在高壓機筒內之蒸汽，則在低壓機筒內之總數蒸汽重量亦較少，所以其體積亦較小。低壓膨脹線比高壓膨脹線距飽和線較遠，亦因蒸汽進入高壓機筒時凝水，及其進入低壓機筒時凝水更多，如用復溫熱器則低壓膨脹線距飽和線較近，使低壓機筒內斷絕蒸汽較遲，並不延展低壓膨脹線因使接受器之壓力較低故也。

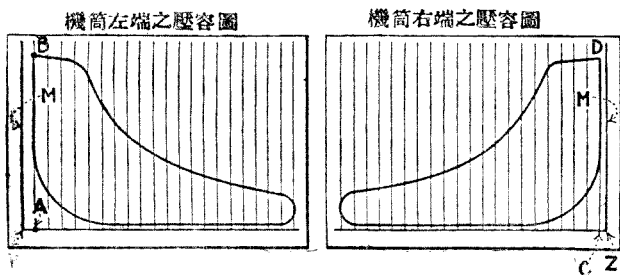
複式機之壓容圖，可畫連合圖以考察兩機筒中同時之情況，此種連合圖，無庸更改體積線之規尺，祇須改畫壓力線，以顯示接受器及蒸汽進入低壓機筒時之壓力。此項連合圖，可用以考察接受器之壓力及低降。

若每機筒所得左端及右端之壓容圖不相似，則在畫連合圖以前，必須先畫平均壓容圖。此因有些蒸汽由高壓機筒之右端經過，若活門不依次序校正，則蒸汽將經過低壓機筒之左端，因之壓容圖不平衡。畫每機筒之平均壓容圖法如下：

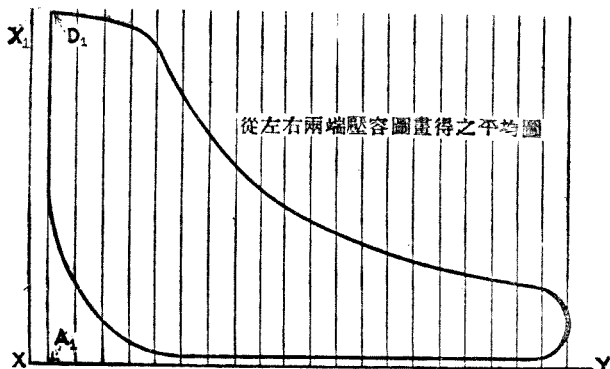
將左端及右端之壓容圖上，畫距離相等之垂直線（見第二百零三圖），畫餘隙線 M_1 並大氣線或總真空線 WZ 。在平均壓容圖

紙上，先一畫根據線 XY ，並畫垂直線距離，比第二百零三圖上者增加一倍，在 XY 線上 (第二百零四圖) 分 A_1 點使 $XA_1 = WA + CZ$ (第二百零三圖)，畫餘隙線 XX_1 現畫 $A_1D_1 = AB + CD$ ，並畫其他各線，其長度等於第二百零二圖上兩圖之數相加，若是則平均圖上之壓力及體積規尺增加一倍。

第二百零三圖



第二百零四圖



複式機之指示馬力之計算則等於兩機筒馬力之和，計算法已詳示功器節。計算指示馬力時，多級膨脹機器之每一機筒皆可作一單式機，機筒之面積，平均有效的壓力及彈簧規尺在不同之機筒中各異，所以不便將兩機筒中之馬力同時計算。若連合壓容圖經小心畫取，則該圖可作一單圖而計算指示馬力。

接受器之壓力常在動程間變更，在巫爾夫複式機中，高壓機筒之反壓最大在減壓時，但降落甚速，因低壓機筒之體積增加較高壓機筒之體積減縮快，此種事實，在前後機筒之複式機上更為顯著，但用接受器者則此種影響減少。高壓機筒之排汽壓力，亦即代表接受器之壓力，故交複機之壓容圖之端成曲線，因蒸汽進入低壓機筒，不在高壓動程之間，而在其動程之末。

用複式機必須保持接受器之恰正之壓力而得工作經濟，錯誤的接受器壓力，使一個機筒做多數的工作，是無異於單式機則不較其經濟。但即使接受器壓力更變，似乎在限止內，或有百分之十的相差，或較多的蒸汽需用於機器（按每指示馬力每小時算），因接受器壓力相差故也。恰正的接受器的壓力，若係無冷凝的複式機，是每平方吋 30 磅器示壓力。若係有冷凝工作之複式機，則恰正的接受器壓力，是每平方吋 15—20 磅器示壓力。

尋找最好的接受器壓力合用於任何複式機或多級膨脹機，須尋得此項接受器之壓力，使在此壓力上機筒中淨數工作相等。

此可在同一擔負上，從每機筒上連續畫取壓容圖，並更變接受器的壓力，然後可決定每接受器之壓力，以恰對每一機筒發生之馬力。最好的接受器之壓力，是機器的經濟最大者，但凡複式機之設計，其最大的經濟時，是兩機筒中之工作相等，是以幾個機筒中之工作相等，則普通計算上接受器之壓力可作確準。在連合壓容圖中，其工作面積可以直接比較，在必要時可在畫取壓容圖前將接受器之壓力相近校準，以下所載之定律，可隨時採用。

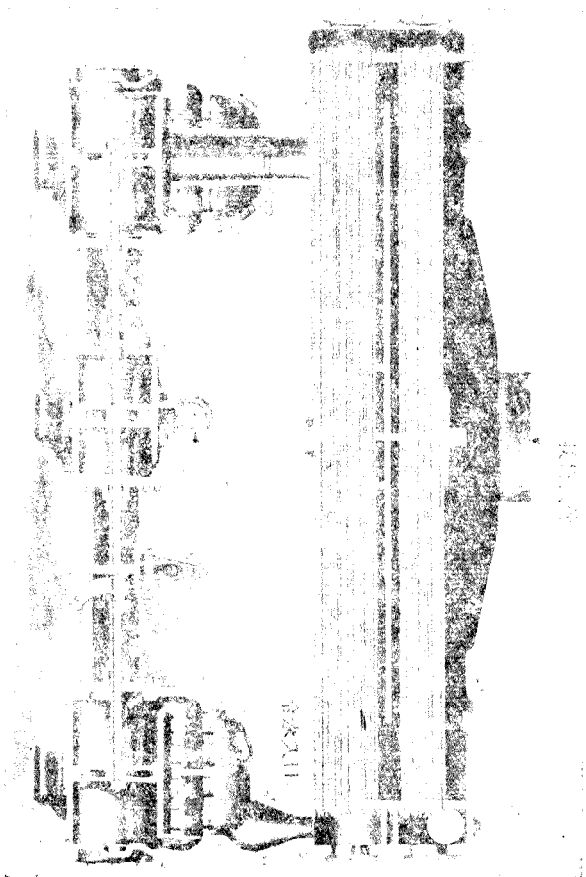
複式機的接受器壓力，是依賴其機筒比例。用冷凝工作的則接受器之壓力須約等於汽鍋絕對壓力，以機筒比例除之。例如汽鍋絕對壓力為每平方吋 185 磅，機筒比例為 5:1，則接受器壓力 = $185 \div 5 = 37$ 磅，每平方吋絕對壓力。若無冷凝工作則接受器壓力應約等於 $\sqrt{\text{絕對反壓} \times \text{汽鍋絕對壓力}}$ 。例如：汽鍋絕對壓力為每平方吋 135 磅，機器反壓為每平方吋 15 磅絕對壓力，則接受器之壓力 = $\sqrt{15 \times 135} = 45$ 磅每方吋絕對壓力。

校正節速器之連帶器可改變接受器之壓力，在高立司複式機上，用一單獨節速器，可改變兩機筒之斷絕蒸汽點。若低壓機筒（相對高壓機筒）之斷絕蒸汽點改較遲，則接受器之壓力將減低，並低壓力機筒將作較少工作。若低壓機筒（相對高壓機筒）之斷絕蒸汽點改較早，則接受器之壓力加增，而低壓機筒將作較多工作。校正活門連帶器後，必須視察接受器之壓力是否適合，

若不適合，必須校對機筒與傳導歪輪間之接桿。若祇高壓機筒有節速器管理者，則低壓機筒之斷絕蒸汽點是固定的，則接速器之壓力係隨擔負變更。是以低壓機筒之斷絕蒸汽之固定點，應在平均擔負下，使接受器有適當的壓力。

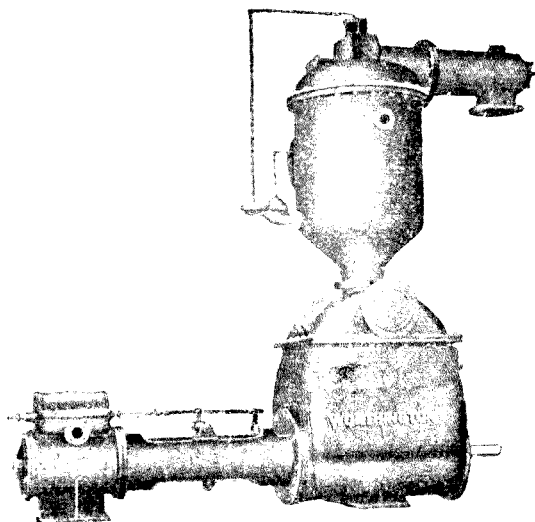
三重及四重膨脹蒸汽機器，除有數處自來水廠採用外，極少應用於其他生力廠。但多級膨脹機在航海事業上仍廣為採用，航海事業上所用之三重膨脹機，常有兩個低壓機筒而得機械的平衡。

校對複式機之活門，必須分開校正，高壓機筒之活門，須按單式機之活門校對法（詳前）以校對之，低壓機筒之活門上，須給以較高壓機筒之活門多的先導。在大多之複式機低壓機筒之活門上，其先導按每呎動程約 $1/16$ 吋至 $5/64$ 吋，若為直立式機器機筒底端之先導，應比機筒頂端者較多。若活門之動作甚快，則按蒸汽活門開啓時之曲柄角度校對較為便利。在低壓機筒上之活門，應起始開啓在曲柄距原有中心 7 至 10 度時，先導角可以高至 15 度。



第二百一十六圖 垂直汽機

第二百零七圖 噴射冷凝器



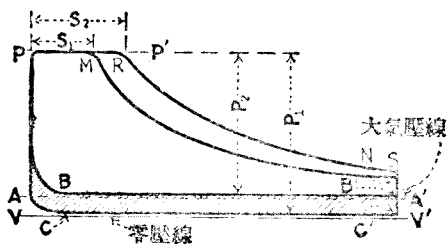
之斥壓，其主要緣故是節省蒸汽於是節省燃料，此即若用冷凝器，則機器用較少蒸汽，而發生規定數之馬力，或若用冷凝器，則機器能由規定之蒸汽量

數產出較多的馬力。

第二百零八圖

理想的壓容圖比較有冷凝及無冷凝機之工作面積

第二百零八圖代表一理想的工作
 冷凝機器之壓容圖
 加在一同樣無冷凝
 工作機器之壓容圖



上，蒸汽壓力以 PP' 線代表，大氣壓力以 AA' 線代表，真空以 VV' 線代表，冷凝工作及無冷凝工作之機器所用蒸汽之體積皆為 S_2 ，並膨脹線為 RS 。則 $PRSB'BP$ 之面積代表無冷凝工作機器所做之工作，有冷凝工作機器所做之工作係等於 $PRSC'CP$ 之面積，其遮蔭之面積代表因冷凝工作比無冷凝工作多做之工作， P_1 代表用冷凝器工作的壓力範圍， P_2 則無冷凝器工作的壓力範圍，所以機器工作用冷凝器用同量之蒸汽能生較多的馬力。

假設斷絕蒸汽較早，較少蒸汽 S_1 進入機筒，所以膨脹線隨從新線 MN ， S_1 係假定若是量數則工作面積 $PMNC'CP$ 等於面積 $PRSB'BP$ 。則遮蔭的面積等於面積 $MNSR$ ，由 S_1 體積之蒸汽所做之工作用冷凝，則等於 S_2 體積之蒸汽所做工作而無冷凝，是則用冷凝工作用較少之蒸汽而做同量的工作。

若機器中多量之排汽，可用以溫熱及其他實業工作而合算，則用冷凝工作是不經濟。用排汽溫熱比之冷凝排汽而用蒸汽溫熱更為經濟，當從機器全量之排汽皆用之溫熱，則機器之動作，僅若一減壓活門，而供給之馬力若一種附產。大概凡機器用冷凝器者，則皆因排汽無所用處之故，否則當排汽被冷凝時，則多數之熱量被冷水吸取而丟失矣。

冷凝工作須要多量之冷水，須有足數的冷水之供給方能合用。實施上須 25 至 100 磅之冷水以冷凝一磅排汽。冷凝器所

用之水，可用冷塔或冷池使復冷而再用之。

下表顯示各式蒸汽機工作用冷凝或無冷凝，在其滿載擔負上所需用蒸汽之磅數。

機 器 式 樣	飽 和 蒸 汽 每平方吋壓力 150 磅 (絕對的)			過熱蒸汽在同樣壓力上 有華氏溫度 100 度過溫度		
	每小時每指示馬力 同蒸汽磅數		百分比	每小時每指示馬力 用蒸汽磅數		百分比
	無冷凝	冷 凝		節 省	無冷凝	
動荷皆為 18 吋						
單式機高速度單獨活門	27.6	25.7	7.0	—	—	—
單式機四個活門	24.1	19.8	18	—	—	—
複式機	22.0	14.8	33	17.0	12.7	25
單流機	20.8	17.1	18	18.3	15.0	18

上表所載冷凝均按 26 吋水銀真空算。

冷凝器及其附屬機所用之蒸汽，則未包括在上表中，普通約用主要蒸汽機所用者百分之一至百分之六。

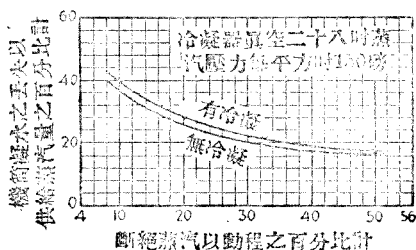
決定機器用冷凝工作或無冷凝工作較為經濟，其最要者為顧及機筒凝水。在單式機中因機筒凝水而損失之效率，在冷凝工作上更增（第二百零九圖及第二百十圖）。蒸汽在單式機中進入之地位方猶如冷凝器壓力之蒸汽佔據過的，蒸汽之溫度或較如冷凝器壓力之蒸汽高華氏溫度 300 度，蒸汽必須溫熱機筒垣如其幾同樣之溫度（詳前），溫熱機筒垣時蒸汽被涼冷，是以有

一部份凝水，結果則熱量丟失，在複式機中，每機筒中進入及走出之溫度相差數，比在單式機中者小的多。單流機（見第二百零五圖）之構作，若是使如冷凝器壓力的較冷蒸汽，在機筒之中央排出，而汽鍋壓力之蒸汽，則從機筒之兩端進入。此法可免卻排汽涼冷機筒垣，複式機與單流機所以能得到由用冷凝器而得到增加的工作壓力之利益而不受機筒凝水過份之損失。

一單流機所需最有利益的真空，比之單式或複式的反流機均較大。複式反流機之最有利益的真空，約係 26.5 吋水銀（約完全真空之百分之八十八），再減低反壓，因以下各故為不可能：（一）冷凝器之抽水機所需功率加增甚速。（二）機器之經濟不見加增。（三）滲漏之擾害發生。（四）機筒凝水大增。

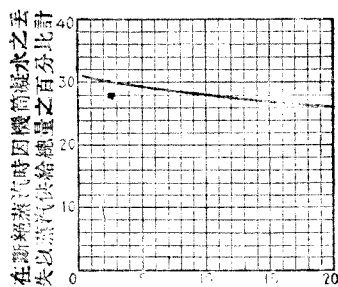
冷凝（工作機）器之主要應用是係發電廠，廠中有限止的水之供給，冷凝工作蒸汽機用以轉動慢行機器，且此項機器不能由蒸汽輪機轉動，現代之較大生力廠，皆安置在河邊或其他近水路之處，所以有無限止的冷水之供給。此種工廠皆用蒸汽輪機，可有較高的真空，且比冷凝工作之蒸汽機所得之利益大而更經濟。較小之工

第二百零九圖



廠或不近水路，可用冷凝工作蒸汽機。冷凝器用水，可築冷塔或冷池使其冷而復用之。蒸汽輪機之主要用處，是用以動作機器，此種機器須有高的轉動速度。例如發電機及離心力抽水機，如其他之工廠中，用皮帶及繩接帶

第二百十圖解 單式機之反壓及真空之增減影響機筒凝水



絕對反壓每平方吋磅數

而轉動機器，或直接連帶轉不需高速之機器，則蒸汽輪機不適用。在此種廠中，雖有足敷的水之供給，亦皆用冷凝工作之蒸汽機。

〔註〕蒸汽輪機之原則、工作、及管理，則詳說於作者所著之實用蒸汽輪機學。

冷凝工作之主要優點及弱點表。

冷 凝 工 作 優 點	無 冷 凝 工 作 弱 點
大機器之用蒸汽減少百分之二十至百分之四十 復得多數之汽鍋餽水（除採用噴射冷凝器及用非清潔之水）復得之汽鍋餽水常比清水熱華氏溫度50度 增加所裝置之機器之輸出馬力或減小機器之呎吋以供所需之馬力 將否則須丟失之熱量改變為工作	需用較多蒸汽 須用新鮮汽鍋餽水或須較大費用以溫熱之並清潔之 需要裝置較大的汽鍋 耗費多數之排汽若不能作溫熱之用

弱	點	優	點
需要添置設備若冷凝器抽水機及凉水之設備		起始價值小	
工作難		比較工作簡易	
無排汽備爲溫熱之用		有排汽備用溫熱	
保守接口處不漏甚難並不易保管添加之設備		接口處甚少易保持不漏	

但冷凝器之附屬機常用蒸汽行動，則其排汽可用以溫熱汽鍋餽水，若是佈置則利益較多。

第九節 蒸汽機之效率及其加增之法

供給蒸汽機之熱量總數中，祇有一小部份被改變為機械工作，在有些情況下，被改變為工作之熱量能供有益用途，在事實上，機器祇能將其所收受之熱能中的一小部份，改變為機械工作。例如蒸汽火車，其所改變為機械工作之熱量，極少超過其收受之熱量的百分之十，其餘百分之九十或較多的熱量，在火車中不產出有用之結果，則完全丟失。大部份如是之丟失，係不能避免。此節之主要點，是欲減少可免除的熱量丟失。

若機器係按照規定的工作情形而設備且修理完整，則機器之效率，或不能有巨大的增加。若機器之活塞與活門無甚滲漏，且機器係適當對準並適當的清潔及滑潤，則普通之司機人，似乎對於機器之效率，不復有責任擔負。但有因機器之設計，如其相宜，可以改為有冷凝工作，或可改用過熱蒸汽，或加高汽鍋壓力，由是而增加機器之效率。常有將廠中之工作狀況若是決定，如須更改，必須重復改作，所以在起初選擇機器之時，必須如此揀擇，使可得到所需要之效率，而無須後來要有更改廠中其他設備之事。是以機器之效率，假使有良好的保管及適合的應用，則全賴機器之設計。大概蒸汽生力廠之效率，皆可改善，若全力注

意汽鍋房之工作，比注意機器房之工作為重要，此因大部份之可改正之耗費，皆由汽鍋房發生（參攷作者所著實驗汽鍋管理法）。

蒸汽機中大部份之丟失為不能避免的，溫度之低降即代表熱能之丟失，機器工作無冷凝則有一定的溫度範圍，若增加冷凝器，雖可採用增添的溫度的範圍，然由於傳導，輻射，機筒凝水及其他熱量之丟失則終不可避免。

欲增加機器之效率，因而增加保管的或固定的費用，實為不智。固定的費用為納稅，保險，及資本的利息，尚有機器跌價之數，必須每年存放，以備將來機器舊壞時添購新機器之用。蒸汽機之工作普通是一商務上的事業，若增加固定的費用，則增加生力廠之總數開支，是無異於因機器之效率不佳而增加燃料之價格。所以機器之構作及其工作，並不在能得最大的效率上着想，而由工作可得最大之經濟為前提，此則對於廠中各項費用均須包括在內。是以用較高蒸汽溫度，較大的膨脹比例及較大的真空以增加機器之熱的效率。此項增加經濟之法皆須隨其他費用而受限制，大概固定費用須比燃料之費用低少許多，而保管機器年期中之費用祇合機器價值之小部份。

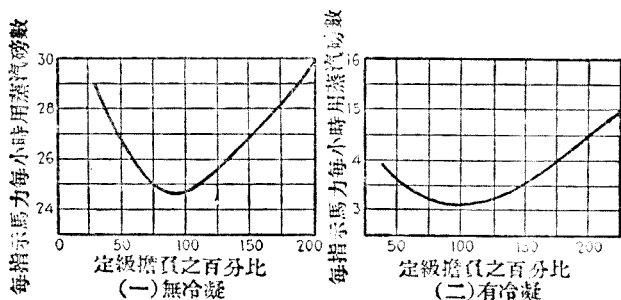
蒸汽機中之丟失可分三類：（一）拋棄之熱量不能為任何機器所用，因此項拋棄之熱量全賴機器工作循環之種類，此種拋棄之熱量且有時並不丟失，因若是之拋棄之熱量皆包含於排汽中，

而排汽常可用以溫熱。(二)熱之丟失，此種丟失，幾成實在的丟失，因若是丟失之熱量蔓延太廣，不能有用。(三)機械的丟失，此種丟失包括機器動作部份及軸承摩擦而生熱，此項熱量須由工作上減除，軸承等被熱，非惟無用而且有害。

在蒸汽機中，當其行動在其規定之滿載擔負時，其丟失最小（第二百十一圖圖解）。在巨大的過載擔負上，此拋棄之丟失因不完全的膨脹而增大。在輕擔負上，機械的丟失與熱的丟失因不甚隨擔負改變，故與輸出之功率比例比較巨大。因機器普通之設計是在其滿載擔負上可得最大的效率，所以在實在工作時，保持機器有最大效率之主要法之一，是能使機器常在其規定之擔負上工作。故生力廠中選擇機器適宜，須使每副機器能常在或近在滿載擔負上工作。

減少蒸汽機所拋棄熱量丟失之百分比，有以下之六個主要法則：(一)增加汽鍋壓力。(二)過熱蒸汽。(三)用冷凝器。(四)用複式機，或改良蒸汽流動用四活門或單流式。(五)改變轉動速度相對的低速是蒸汽機本有的限止，所以其速度常不能巨大的加增。蒸汽機之最有效的速度為其定級的速度，蒸汽機之實施的速度限止是約每分鐘 300 公轉，較高的速度，減少機筒凝水，但增加活門中與機器汽門中蒸汽細入。欲免除蒸汽細入，故高速機器之活門較大。(六)減小餘隙體積並增加膨脹比例，餘隙太小是危

第二百一圖解 單流機所用蒸汽隨其擔負而參差



險的，因用小的餘隙在機筒之端，若有少些水存在，能將機器頭蓋或活塞損碎，增加膨脹比例因之減少機器之輸出功率，此種比例的限止，是在滿載擔負為 8:1（用於單式機），用複式機膨脹比例的限止是 20:1。

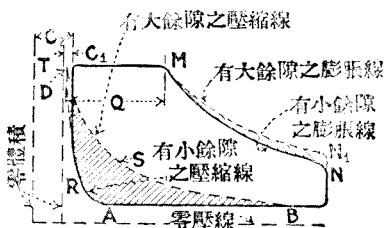
在陸地上之生力廠中，若用單式機，汽鍋壓力實施限止是每平方吋 125 磅，若用複式機或單流機是每平方吋 200 磅，若用三重膨脹機是每平方吋 250 磅。此種限止是隨機器的不是隨汽鍋的，供給蒸汽輪機的汽鍋，常有每平方吋 350 磅壓力。按各種機器之技能，用巨大的壓力範圍，而無過份的機筒凝水，以固定此限止，增加汽鍋壓力之利益極小，除非機器能膨脹高壓蒸汽滿意至其相近的排汽壓力。減少活門及活塞之漏處，亦一減少拋棄熱量丟失之法，因蒸汽機中之活門及活塞滲漏，常使有百分之十或百分之二十的熱量丟失，雖機器之工作似乎正常。

餘隙體積影響機器之功率輸出及經濟，因高速機器之良好工作，須壓縮蒸汽在餘隙體積中幾至總舌門之壓力，在低速機器中，最經濟之壓縮是三分之一的總舌門壓力或較小，因壓縮蒸汽而工作有較大餘隙體積之蒸汽機，其功率輸出及效率當較小。

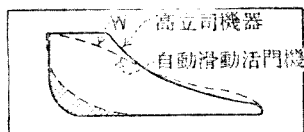
第二百十二圖顯示兩個畫在一處的理想壓容圖，其膨脹線 MN 與 MN₁，實線壓容圖上之餘隙 C₁ 等於活塞位移之體積的百分之三，壓縮發生在 A 且此墊壓之蒸汽沿 R 線壓縮至總舌門壓力之半數。虛線壓容圖有餘隙 C₂ 等於

活塞位移之體積的百分之十五，壓縮發生在 B 且此墊壓之蒸汽沿 S 線壓縮在 R 線與 S 線間之遮蔭的面積代表因餘隙 C₂ 較大而丟失之工作，蒸汽則被壓縮至相同的理論點 D 在總舌門壓力線上，是以所用的蒸汽量數 Q 在兩個壓容圖上是相同的，用較大的餘隙則兩膨脹線間之遮蔭的面積代表稍增之工作。此項面積 MNN₁ 若膨脹線是完全的，則等於面積 RS，否則是較小。第二百十三圖顯示高立司與自動

第二百十二圖
顯示餘隙體積影響機器之功率



第二百十三圖



機器之壓容圖間實在的餘隙丟失相差數，在W（自動機器壓容圖上）蒸汽細入取消因有較大餘隙而得 N_1 點若第二百十二圖。

下表顯示各種機器之相當的餘隙。

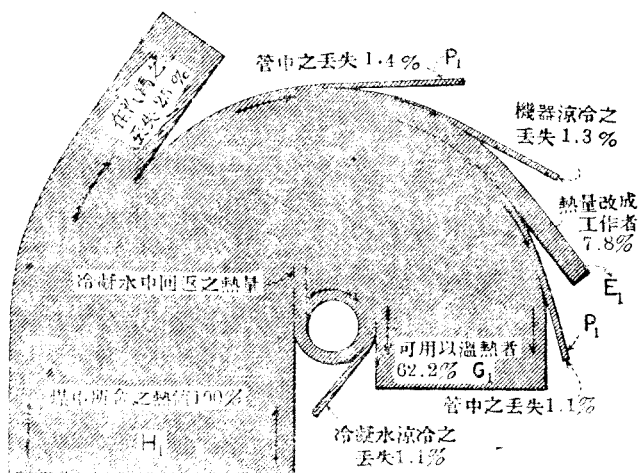
機 器	餘隙體積以活塞位體積之百分比計	
	高 值	低 值
滑動活門在機筒邊上的	10	5
活塞式活門在機筒邊上的	15	7
高立司活門	8	2
上升的活門	4	1.5

機筒凝水是一部份拋棄熱量與熱的丟失之原因，在蒸汽機中機筒凝水有三個原因：（一）供給之蒸汽與在餘隙中之較冷蒸汽自然的混合，此種狀況可從用高壓縮壓力而減除。（二）更迭的暴露機筒垣於高壓蒸汽及排汽，機筒因此凝水可用複式機及單流機而稍免避。（三）因機筒垣之輻射熱量，此則歸入熱的丟失。

用機筒外套而以蒸汽包圍雖可減除因輻射熱量使機筒凝水之損失，但外套內凝水常超過節省之數，外套可保守機筒溫熱在其開始動作前是有用的。

若廠中能用排汽以溫熱，則幾無拋棄之熱量。有許多的生力廠既供給力亦供給熱，則採用巨大的單滑動活門機器，並不甚顧及拋棄熱量的丟失。此種生力廠因排汽可用以溫熱，常有百分之

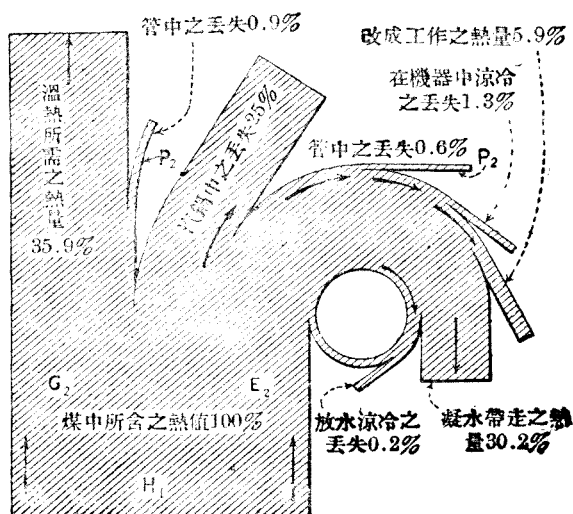
第二百十四圖 牛力廠中之熱量平衡圖機器之排汽用以溫熱



五十至百分之八十的效率，廠中既無拋棄熱量之丟失祇有機械的與熱的丟失。

如馬力與熱兩者並需，則比較第二百十四圖及第二百十五圖即可明瞭用機器之排汽溫熱之利益。第二百十四圖顯示除在汽鍋之丟失及少量的管子上丟失之熱量外，幾乎蒸汽全部之熱量，或用為工作，或為有用之熱量。在第二百十五圖中，一部份之蒸汽 G_2 直接用以溫熱，並其餘的 E_2 用以工作用冷凝機器，是則冷凝器中有巨大的損失。第二百十五圖之佈置產生之馬力較少，且從同量的原有供給中所用之熱量比第二百十四圖所用者較少。所以此極顯著雖機器之效率或低，但機器在廠中用以供給馬力

第二百十五圖 帶有冷凝工作機器並用蒸汽溫熱之工廠中之熱量平衡圖



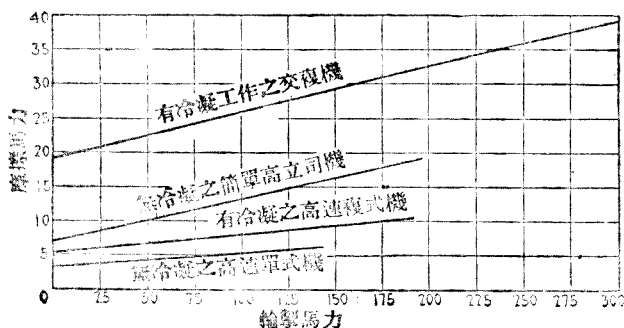
及溫熱之連合效率或可甚高。

減少熱的丟失之主要法是用阻熱物在機筒垣上，機筒之金屬物部份之導熱率頗大，所以如其一邊暴露於蒸汽而一邊暴露於空氣，則被其傳導許多熱量從蒸汽至空氣，若在機筒上包裹一層非金屬物質若石棉之類可以減少輻射。蒸汽由一處輸送至彼處常包括熱的丟失，在事實上輸送任何樣之能皆包括一種丟失。

減少蒸汽機中之機械的丟失有兩個主要的法：一)機器設計上減少在軸承面上之壓力。(二)用適當的滑潤油，較大軸承用稠油比之較小的軸承用薄油有較多之摩擦力，但如欲工作滿

意，軸承之面積與油之流動力必須若是，使一油膜能常保存在摩擦面之間，直立的機器比同樣水平線的機器之摩擦力小。用其在直立地位，並因其活塞及叉頭行動迅速，故致十分摩擦機筒與導組。走下式的機器比走過式之機器，有較小的摩擦在其導組上因連接桿之衝動協助叉頭。在陸地上裝置之機器，普通皆為水平線及走過式者，雖摩擦力較大，然易於保管，不論何種蒸汽機摩擦力隨其產生之馬力而加增（第二百十六圖）。

第二百十六圖解 顯示摩擦馬力隨輪製馬力而參差



主要機器摩擦力包括：(一)軸承摩擦力；(二)活門摩擦力；(三)套管摩擦力。

由用低摩擦力之連合金屬物可以將摩擦減至極小，所以硬鋼製之主要軸承內裏鑲鈹，鋼製之連接桿其軸承皆用銅圈鑲嵌。活塞之摩擦力之減少，係用低摩擦金屬加入活塞之摩擦面上，平衡上升及滑動活門則減少其摩擦力。套管之摩擦，可用金屬面之

填塞物及其他低摩擦力之填塞物而減小之，然須小心，不可使填塞物壓緊活塞桿或活門桿。

計算蒸汽機效率之數學計算法當詳說於後，前節係討論蒸汽機熱量及其他損失之由來，及其普通減少損失之方法，改變工作的狀況而所得恰正的結果已經說明。此後將談到數術計算法，讀者宜參攷此書之第一節所解說熱量，工作及能的關係，並此書之第十一節所說效率之部份。

蒸汽機之效率用不同的方法表明：

(一)根據指示馬力，可以表明以下各節：

- (a) 熱的效率根據指示馬力 (第二百十七圖) 。
- (b) 每指示馬力每小時所需蒸汽之磅數。
- (c) 每指示馬力每小時所燒煤之磅數。
- (d) 每指示馬力每分鐘合英國熱量單位。
- (e) 根據指示馬力以熱的效率比較理論的郎肯循環，亦謂機筒效率。

(二)根據輪掣馬力可以表明以下各節：

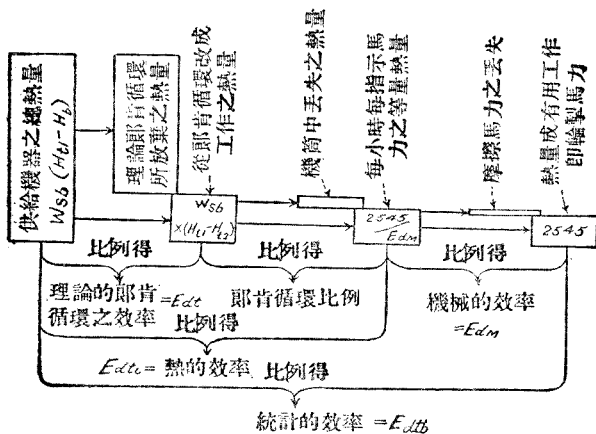
- (a) 效率根據輪掣馬力 (第二百十七圖) 。
- (b) 每輪掣馬力每小時用蒸汽磅數。
- (c) 每輪掣馬力每小時燒煤之磅數。
- (d) 每輪掣馬力每小時合英國熱量單位。

(e) 每仟瓦每小時合英國熱量單位。

(f) 每仟瓦每小時燒煤磅數。

(三) 機械的效率，(第二百十七圖)。

第二百十七圖 各種機器間效率之關係



蒸汽機所用之蒸汽常根據乾蒸汽計算，乾蒸汽之重量等於蒸汽之重量與其乾度(用小數點)相乘。若蒸汽機之效率係根據乾蒸汽計算，則蒸汽中含有水份，並不減少機器之效率，但蒸汽中之水則不做工作。所以要有準確的決算必須顧及蒸汽中所浮之水份，機器之效率與蒸汽之乾度成比例。此書中第一節所論之熱的效率與第二百十七圖之熱的效率幾相等，理論的效率在實施上向不推算。

理論的郎肯循環常用在蒸汽機之考驗，用作機器工作的標

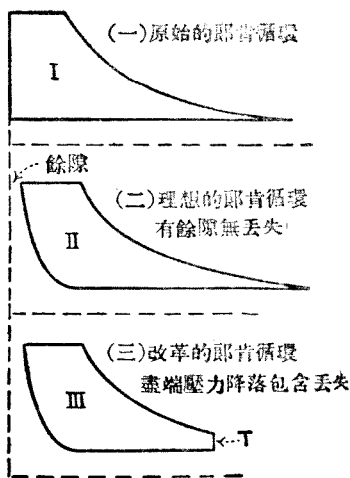
準，理論的郎肯循環是一幾似完善之循環。在此循環上市上之蒸汽機可以工作，是以此為最合理的循環用之以比較蒸汽機之工作。一機械完善的蒸汽機無摩擦，無餘隙損失（且有不傳熱之機筒），並膨脹蒸汽從適合總舌門之壓力至適合之反壓，可以產生理論循環上完全功率。因實在的機器不能有按照以上之各節，所以機器不能有如理論的郎肯循環之效率。

一郎肯循環能有餘隙而仍為理論的，此即餘隙不包括丟失，因在餘隙中之蒸被壓縮至總舌門壓力，第二百十八圖之（一）與（二）顯示理想的工作，但第二百十八圖之（三）有盡端之降落 T ，是以效率較小。

第二百十八圖

機器的循環即一套重復的動作發生生在機筒中者，壓容圖即顯示機器之循環圖，所以在實施的蒸汽機中其循環圖中包括（見第六十六圖）蒸汽進入線，蒸汽線，膨脹線，減壓線，排汽線及壓縮線，而且不論何種蒸汽機之恰正的循環須再由此種線上壓力更變而決定。

計算理論的郎肯循環之效



率對於任何一副情況下工作，可用以下之公式。

$$E_{dt} = \frac{H_{t1} - H_{t2}}{H_{t1} - H_L} \text{ (小數計算)}$$

E_{dt} = 理論的郎肯循環之熱的效率。

H_{t1} = 每磅進入機器之蒸汽所含熱量總數。

H_{t2} = 每磅機器中排汽之熱量總數 (假定從 H_{t1} 絕熱的膨脹)。

H_L = 液體中之熱量按排汽之溫度與壓力。

解釋以上之公式，熱的效率等於 (改變為工作之熱量 ÷ 輸入之熱量)。在理論的郎肯循環中，因既無熱的丟失，則其改變為工作之熱量，係進入蒸汽之熱與排出蒸汽之熱量相較數，即 $(H_{t1} - H_{t2})$ ，輸入之熱量，係所需之熱能將按排汽溫度及壓力之水，改變為與蒸汽進入溫度與壓力相同之蒸汽，即 $(H_{t1} - H_L)$ 。

(例)比較理論的郎肯循環之效率照以下之情況：(一)蒸汽之乾度是百分之九十五，壓力為每平方吋 100 磅之絕對壓力，反壓為每平方吋 20 磅絕對壓力。(二)飽和蒸汽每平方吋 175 磅絕對壓力，反壓每平方吋 1 磅絕對壓力。(三)過熱蒸汽每平方吋 175 磅絕對壓力，過熱溫度華氏 200 度，反壓每平方吋 1 磅絕對壓力。

查蒸汽表尋找總數熱量。

[答]按第一情況： $E_{dt} = (1138 - 1025) \div (1138 - 196) = 0.12$

= 12%。

按第二情況： $E_{dt} = (1197 - 869) \div (1197 - 70) = 0.291$

= 29.1%。

按第三情況： $E_{dt} = (1307 - 937) \div (1307 - 70) = 0.299$

= 29.9%。

計算理論的水額（即每小時每馬力需用蒸汽磅數），根據理論的郎肯循環（亦名郎肯水額）用以下之公式。

$$W_s = \frac{2545}{H_{t1} - H_{t2}} \text{ 磅, 每小時每馬力所用。}$$

W_s = 水額，即每小時每馬力所用蒸汽磅數。

H_{t1} = 每磅進入機器之蒸汽的總數熱量。

H_{t2} = 每磅機器排汽的總數熱量。

解釋以上之公式：每馬力每小時 = 33,000 × 60 呎磅，每英國熱量單位等於 778 呎磅，則每馬力每小時 = $(33000 \times 60) \div 778 = 2545$ 英國熱量單位，每磅蒸汽可改變為工作的熱量 = $(H_{t1} - H_{t2})$ ，是以每小時每馬力需用蒸汽磅數如以上公式。

〔例〕計算機器之水額，所用蒸汽之乾度為百分之九十八，壓力為每平方吋 165 磅絕對壓力，排汽溫度華氏 212 度，查蒸汽表尋總數熱量。

〔答〕 $W_s = \frac{2545}{(1175 - 1005)} = 15$ 磅，每馬力每小時。

計算機器的理論的效率根據指示的馬力用以下之公式。

$$E_{dti} = \frac{2545}{W_{Si}(H_{t1} - H_L)} \quad (\text{小數計算})$$

E_{dti} = 機器的理論的效率根據指示馬力以小數計。

W_{Si} = 從考驗所得每指示馬力每小時實用蒸汽磅數。

H_{t1} = 每磅進入機器之蒸汽中的總數熱量。

H_L = 每磅水中之總數熱量按排汽溫度算。

解釋以上之公式，效率則皆等於：熱量輸出 ÷ 熱量輸入，每小時每馬力與熱量等數是 2545 英國熱量單位。蒸汽輸入熱量是 $(H_{t1} - H_L) \times W_{Si}$ ，是以效率 = $2545 \div W_{Si}(H_{t1} - H_L)$ 。

如蒸汽係乾的飽和蒸汽，可查飽和蒸汽表尋總數熱量。如係過熱蒸汽，可查過熱蒸汽表尋找總數熱量。如蒸汽係潮濕的，可用以下公式計算總數熱量。

$$H_{t1} = X_d H_v + H_L \quad \text{每磅英國熱量單位計。}$$

X_d = 蒸汽之乾度以小數計。

H_v = 每磅蒸汽之潛熱(按蒸汽壓力，查飽和蒸汽表)。

H_L = 每磅水之熱量按蒸汽之溫度。

[例] 計算機器理論的效率，機器每小時，每指示馬力用 30 磅蒸汽，蒸汽之乾度為百分之九十五，蒸汽壓力每平方吋 100 磅絕對壓力，排汽溫度為華氏溫度 228 度。

[答] $H_{t1} = 0.95 \times 858 + 298 = 1142$ 英國熱量單位。

$$\text{熱的效率 } E_{dti} = 2545 \div W_{Si}(H_{t1} - H_L)$$

$$= 2545 \div 30(1142 - 193) = 0.090 = 9.0\%$$

蒸汽機之水額，常用之以量蒸汽機之經濟，雖水額不能真實度量效率，因機器之效率全賴所供蒸汽之狀況及排汽之壓力。當全廠之經濟對於機器之工作有所考慮，則水額是較效率有用，以水額計算工廠經濟之法甚為簡易而有實用：(一)機器之水額，當其在規定的蒸汽的壓力及溫度下工作，在蒸汽離開機器後再有用途，則無連帶關係。(二)機器之水額，常可決定汽鍋須產生的蒸汽量數，於是可知需要汽鍋之大小。(三)水額可從儀器的讀數直接量度。(四)水額當連合蒸汽之壓力及溫度，同時考慮能給有經驗之工程師一機器之效率的想像，但單用水額不能作效率的完全指示。

[例]假設第一號機器，每指示馬力每小時用 25 磅蒸汽，第二號機器，每指示馬力每小時用 23 磅蒸汽，第一號機器所用蒸汽係飽和蒸汽，壓力每平方吋 100 磅絕對壓力，排汽壓力每平方吋 20 磅絕對壓力，第二號機器亦用飽和蒸汽壓力每平方吋 190 磅絕對壓力，排汽冷凝壓力為每平方吋 2 磅絕對壓力，比較兩機之熱的效率。

[答]熱的效率在第一號機器是：

$$\begin{aligned} E_{\text{eff}} &= 2545 \div W_{\text{st}}(H_{\text{t1}} - H_{\text{L}}) \\ &= 2545 \div 25(1186 - 196) = 10.3\% \end{aligned}$$

熱的效率在第二號機器是：

$$E_{dt} = 2545 \div 23(1197 - 94) = 10.0\%$$

所以雖第二號機器之水額較小，有比第一號機器較小的熱的效率。

機器之效率比較理論的郎肯循環亦稱機筒效率，此即以真實的熱的效率，比理論的郎肯循環之效率，而在同一工作情況下。

機筒效率 = 真實的熱的效率 ÷ 郎肯循環效率。

[例]設如理論的郎肯循環效率是 12%，真實的熱的效率(是9%)，在同一工作情況下，計算機筒效率。

[答]機筒效率 = 真實的熱的效率 ÷ 郎肯循環效率。

$$= 9 \div 12 = 0.75$$

機筒效率又稱郎肯循環比率。

下表是各種機器之郎肯循環比率之適當數。

機 器 式 樣	冷 凝	無 冷 凝
單 式	0.4	0.6
復 式	0.5	0.65
三 重 膨 脹	0.6	—

機器的機械效率是輪掣馬力與指示馬力比率，兩種馬力須同時拿取。

$$E_{dm} = \frac{P_{bhp}}{P_{ihp}} \quad (\text{小數計算})$$

E_{dm} = 機器之機械效率以小數計。

P_{bbP} = 機器的輪掣馬力 } 同時產生者。
 P_{ihP} = 機器的指示馬力 }

[例] 當機器之指示馬力為 235 時輸出輪掣馬力 227，計算機械的效率。

[答] $E_{dm} = P_{bbP} \div P_{ihP} = 227 \div 235 = 0.966$ 即 96.6 %

根據輪掣馬力的熱的效率與根據指示馬力者之計算相同。

$$E_{dtb} = \frac{2545}{W_{sb}(H_{t1} - H_L)} \quad (\text{小數計算})$$

E_{dtb} = 根據輪掣馬力熱的效率以小數計。

W_{s1} = 每輪掣馬力每小時所用蒸汽量數。

H_{t1} = 每磅進入機器之蒸汽熱量總數。

H_L = 每磅水中 (按排汽溫度) 熱量總數。

[例] 機器之每輪掣馬力每小時用蒸汽 16 磅，進入蒸汽每磅總數熱量是 1190 英國熱量單位，每磅水按排汽溫度有熱量 90 英國熱量單位，計算根據輪掣馬力熱的效率。

$$E_{dt} = 2545 \div 16(1190 - 90) = 0.145 \text{ 即 } 14.5\%$$

其他從考驗所得機器效率之量度如下：

每指示馬力每小時用英國熱量單位量數 = $W_{s1}(H_{t1} - H_L)$

每輪掣馬力每小時用英國熱量單位量數 = $W_{sb}(H_{t1} - H_L)$

若用仟瓦計算則每馬力 = 0.746 仟瓦。

下表顯示機器在各種情況下工作所得之效率，此表係得之於齊哈氏蒸汽生力廠工程書中。

單式反流機器經濟表（用飽和蒸汽工作）

機式	機器樣	機呎以時計	筒時	指示馬力	起指	始示力	反壓	平有	均效	每分鐘	每小指	時示力	熱效	的率	郎循比	肯環率	機效	械率
					指	示力	絕對	對力	力	公	轉	每馬乾磅	百分比	百分比	百分比	百分比	百分比	百分比
單活門	17×14	399.0	110.0	大氣	氣力	54	136	24.97	10.1	65.7								
	20×16	257.0	100.0	"		36	275	26.19	9.6	65.2								
	12×12	121.0	124.0	"		58.5	302	27.5	9.2	57.5								
	15×14	120.0	114.0	"		35.0	275	28.0	9.0	55.4								
單活門	22×28	975.0	196.0	"		75.6	120	23.4	10.7	55.6								

單式反流機器經濟表（用飽和蒸汽工作）

機式	機器樣	機呎以時計	筒時	指示馬力	起指	始示力	反壓	平有	均效	每分鐘	每小指	時示力	熱效	的率	郎循比	肯環率	機效	械率
					指	示力	絕對	對力	力	公	轉	每馬乾磅	百分比	百分比	百分比	百分比	百分比	百分比
單活門	14×6	33.2	70.0	1.0	...	383	22.2	10.3	40.9	...								
有冷凝	15×14	140.0	114.0	3.2	41.0	275	26.0	9.1	39.6	95.8								
	12×12	86.0	80.0	3.0	40.5	310	27.5	8.6	40.4	95.0								
四活門	19×19	217	120.5	大氣	39.0	205	22.46	11.2	70.4	...								
	無冷凝	16×16	132	125.4	"	39.1	210	22.24	11.3	70.2	95.0							
	15×24	48	121.6	"		82	19.1	13.4	82.6	...								
四活門	32×60	554.0	67.5	2.9	38.2	60	19.45	12.1	58.8	—								
	有冷凝	18×30	213.0	67.0	2.2	33.7	165	22.0	10.6	48.6	—							
		18×48	145.0	96.0	1.5	30.9	76	19.4	11.9	47.7	—							

複式機器經濟表（用飽和蒸汽工作）

機器式樣	機筒呎吋 以吋計	指示馬力	起始 指示力 指至力	反壓 絕對壓力	平均有效 壓根據 低壓機	有壓力 筒	每分鐘 公轉	每小時 小指馬力 用乾蒸 汽數	熱的效率 百分比	即循環 百分比	肯環 率比 百分比	機械 效率 百分比
有冷凝	16,40×48	500.0	170	0.8	20.5		80.0	11.2	19.0	63.5	...	
	27,54×120	643.0	137	0.95	24.9		18.6	12.2	19.0	67.6	93.0	
	20,40×42	627.0	151	0.85	19.4		121.0	12.1	19.0	64.3	..	
無冷凝	17,27×24	540	148	大氣 壓	37.1		210	19.3	13.0	75.0	87.5	
	16,27×18	375	130	"	31.0		226	21.1	11.9	72.0	91.5	
	12,18×10	121	128	"	35.0		271	22.3	11.2	68.5	93.0	

各種機器經濟表（用過熱蒸汽工作）

機器式樣	機筒呎吋 以吋計	起 始 指 示 力 壓	反 壓 絕 對 力 壓	每 分 鐘 公 轉	每 小 時 指 示 力 馬 力 用 蒸 汽 數	馬 力	熱 的 效 率 百 分 比	即 循 環 百 分 比	過 熱 華 氏 溫 度	蒸 汽 華 氏 溫 度
三重膨脹	32 47, 58×59	173	2.0	85	8.97	2860	22.0	73.5	230	606
	34 46, 61×51	167	1.6	82.5	9.58	167	20.8	66.7	264	637
	15,29, 48×48	170	2.6	62	9.73	590	21.6	69.3	166	542
複式機	21,36×36	114.5	1.72	100.7	8.58	145.5	24.0	82.0	202	548
	15,24×48	120.0	2.0	140.0	9.00	239.0	22.6	78.5	240	590
	16,28×42	142.0	4.0	102.0	9.56	920.0	22.5	72.2	296	638
	29,60×56	158.0	4.8	98.0	11.21	2202.0	20.2	79.8	92	462
	18,48×48	143.0	3.4	80.0	11.89	659.0	19.0	73.5	40	4.2
	19,44×42	155.0	3.87	100.0	11.01	620	20.0	75.3	76.1	444

單式機 上升活門 有冷凝 同上 上升活門 無冷凝 高立司	16.3 × 39.4	145	1.4	81.1	16.7	123	13.0	46	73.8	424
	16.3 × 39.4	145	1.5	81.2	14.7	120	13.8	47.6	226.2	576
	16.3 × 39.4	145	大氣 壓	81.5	16.1	123	13.8	79.0	254.3	604
	16 × 22	125	同上	200	18.3	190	13.0	78.5	107.0	459

第十節 現代蒸汽機之式樣

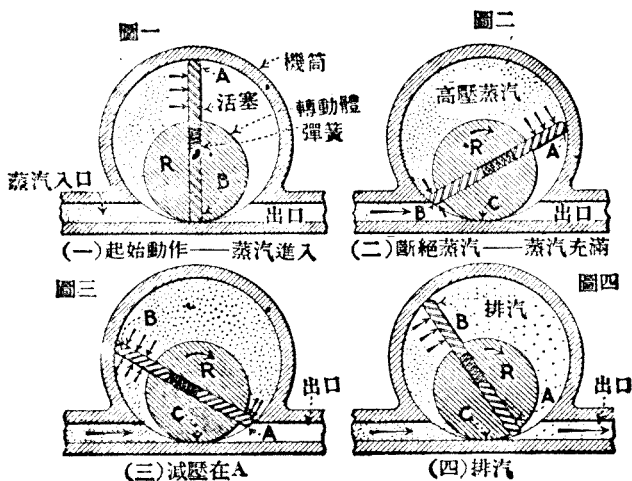
現代蒸汽機之式樣顯著者有多種，茲略舉其主要之建築，工作及經濟之性情而言之，對於每種機器之活門，管理，速度，節速器之式樣，主要的優點，工作並其值價有所解說。然指說者必須為普通性質，因每種有許多機器，希望以下所詳說者可供一適當之根據以協助在實地工作者，購選合式之機器以備工作。

轉動的蒸汽機（第二百十九圖）與往復機不同，在轉動蒸汽機中之活塞，係在機筒軸旋轉，蒸汽壓力迫使活塞旋轉有如在往復機中使活塞向前進。在此點上轉動蒸汽機與蒸汽輪機不同，因在蒸汽輪機中，蒸汽之動力皆授於轉動體，新而構造良好之轉動蒸汽機，常有水額，每指示馬力每小時 60 至 125 磅。因其構作上，轉動蒸汽機極難免避摩損，所以可滲漏巨量的蒸汽。此種機器經用過短時間後，將消耗巨量蒸汽，此等蒸汽祇經過機器而無工作，因其有此數種原因，雖轉動蒸汽機有顯象的優點，尚不能與最耗費的往復機抗衡，因其不能成為一有用的蒸汽機，故除以下之解釋外不復多贅矣。

解釋：轉動蒸汽機之工作顯示於第二百十九圖。假設當蒸汽進入之頃，活塞 A B 在（圖一）地位。蒸汽壓力授力在 A 使轉

動體R旋轉。俟達到(圖二)之地位後活塞B自動關閉在A後之空隙,所以不再有蒸汽進入。現在蒸汽則從B下進入,在A B上之蒸汽仍在活塞A上動作傾向於轉動R,當R從(圖二)地位轉動,直待A B成水平線時,蒸汽將稍膨脹。當R相近(圖三)地位時,在A B在之蒸汽再被壓縮,在此處A將開啓通路使蒸汽走入出口,(圖四)地位顯示蒸汽由蒸汽機筒排出,此則顯明機器之工作真實得之於蒸汽之直接壓力並無膨脹。並且須保守在機筒與轉動體間有一不漏汽之接口在C,(圖二,圖三及圖四)蒸汽能從進口管吹到出口管而未做工作,保守不漏汽之接口在C及在活塞端之困難為轉動的蒸汽機之最大妨礙。

第二百十九圖 轉動蒸汽機之圖釋

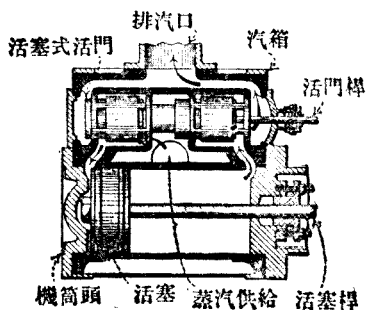


簡單的單活門機器（第二百二十圖）做有許多的式樣及大小從 2 至 900 馬力，速度至變更從每分鐘 600 至 150 公轉。活塞之速度在各機器上幾無變更，其平均數約每分鐘 600 呎，有時且 800 呎。此種機器皆配置活塞式活門或平衡的滑動活門，除非小機器則有時用 D 字式活動活門。簡單的單活門機器之工作蒸汽指示壓力常小於每平方吋 125 磅，且不能有超過華氏溫度 50 度之過熱溫度，雖活塞式活門可安全的用至華氏溫度 570 度之蒸汽。簡單的單活門機器常配置控流或機軸節速器，此種機器極少有冷凝工作，如在燃料價廉之地或多量之排汽需要溫熱或其他製造之用，則此種機器最合應用，因其構作簡單，工作簡易且價值低廉。由滿載擔負或過載擔負或百分之五十擔負上工作機器所用蒸汽的量數，相差甚微，若擔負甚小，則需用蒸汽量數較多。在滿載擔負上機器按機筒之大小及起始的蒸汽壓力，每指示馬力每小時需用蒸汽由 26 磅至 50 磅，平均量數每指示馬力每小時需用蒸汽 30 磅，無冷凝工作最適當之斷絕蒸汽點為動程 $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{3}$ 。

複式單活門機器（第二

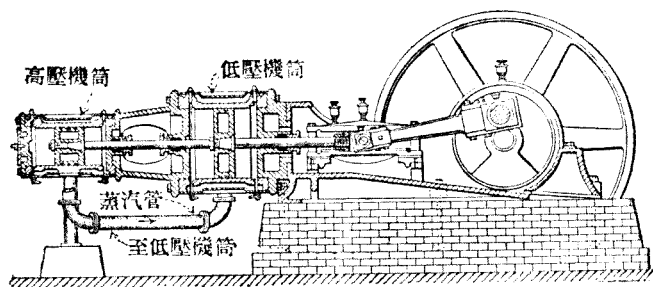
第二百二十圖

活塞機器之機筒截面



百二十一圖)普通擇用處,是當在冬季時,其排汽用以溫熱,在他時則工作冷凝。如起始的蒸汽壓力,超過每平方吋125磅,單活門

第二百二十一圖 前後機筒高速複式機



複式機亦常擇用。在總活門之蒸汽壓力,可高至每平方吋200磅,但如用扁的滑動活門蒸汽之溫度,不可超過華氏溫度400度。複式單活門機器,常裝有機軸節速器,以調整進入高壓機筒之蒸汽,而低壓機筒之活門,則以固定之偏心以帶動之。複式單活門機器或為前後機筒式或交複式至1200馬力為止,第二百二十二圖及第二百二十三圖,顯示此種機器需用蒸汽之量數。

有騎式斷絕蒸汽活門之機器(見前第一百二十四圖)會受歡迎但現下不甚擇用,此種機器有其優點因其比簡單的單活門機器工作經濟,有騎式斷絕蒸汽活門之機器或單式機或複式機直至2000馬力,可以有活塞式之騎式活門。(見第一百二十五圖)。

第二百二十二圖解

交複機及前後機筒複式機所用

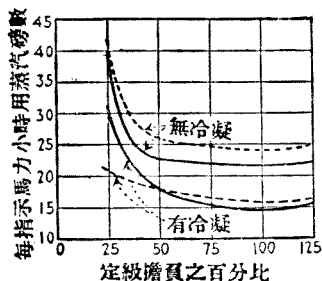
蒸汽量數

所用蒸汽指示壓力每平方吋

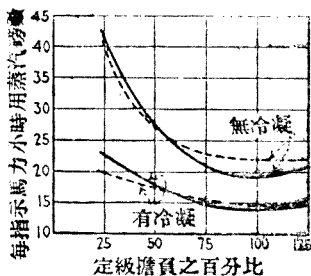
100 磅

實線機器動程三十六吋

虛線機器動程十八吋



第二百二十三圖



四活門機器有許多不同的式

樣(參考現代機器式樣分類表)活

門或是活塞式, 或高立司活門或

上升活門, 從前之四柵式活門機

器現不復建造。上升活門機器即

所謂單流式, (第二百二十五圖),

但四活門單流機器, 並不在單流

機原則上工作, 因有些蒸汽由其

附屬排汽活門排洩。四活門機器,

除單流式外, 製有單式及複式。

第二百二十四圖解

前後機筒高速複式機所用蒸汽量數

實線有冷凝工作蒸汽壓力每平方吋

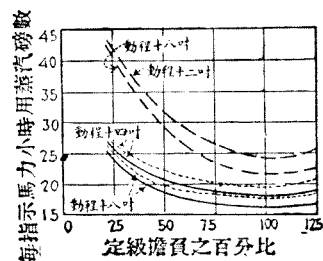
15 磅真空二十六吋

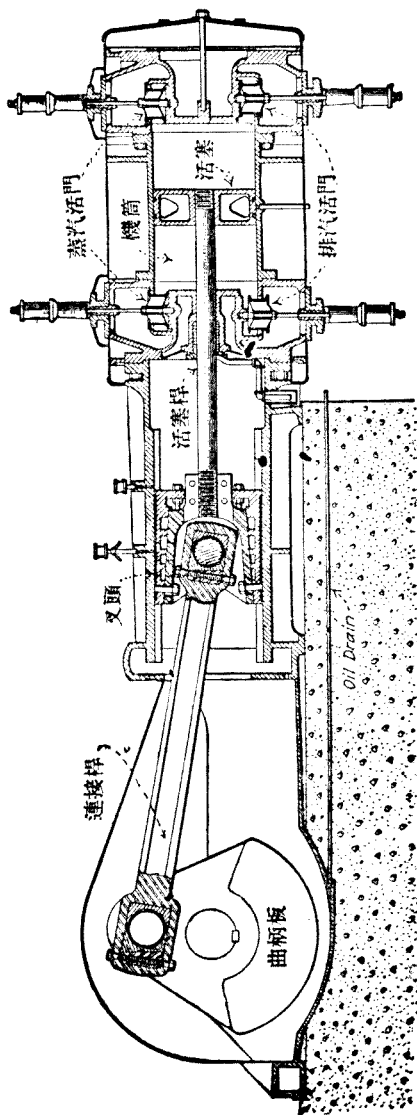
細虛綫用一機器用每平方吋 100 磅

壓力之蒸汽

粗虛綫無冷凝蒸汽指示壓力每平方

吋 150 磅





第二百二十五圖

上升活門機器顯示活門機構

凡分開的高立司活門機器幾皆裝配飛球節速器。其他機器常配有機軸節速器。四活門機器一類，皆有低的水額，可在較高壓及過熱蒸汽下工作。單式四活門(高立司)機器在滿載擔負上而工作無冷凝，供給之蒸汽指示壓力，每平方吋從125磅至140磅，則每指示馬力，每小時需用蒸汽約22磅至27磅，若用過熱蒸汽則每指示馬力每小時或僅需17磅。單式無減壓高立司機器之壓容圖式樣，則顯示第二百二十六圖。上升活門機器似乎較高立司機器經濟，從實驗所得，無工作冷凝的上升活門機器，每指示馬力每小時祇需飽和蒸汽18.9磅，用過熱蒸汽指示壓力每平方吋150磅，過熱溫度華氏250度，每指示馬力每小時祇需16磅。

第二百二十六圖

秋司高立司機器 14×21 吋

蒸汽壓力 160 磅，每分鐘 230 公轉



複式四活門機器工作無冷凝在滿載擔負上，每指示馬力每小時用飽和蒸汽由17磅至22磅，用過熱蒸汽每指示馬力每小時僅需12磅。若工作冷凝每指示馬力每小時用飽和蒸汽12磅，用過熱蒸汽每指示馬力每小時祇需9磅，普通平均數約較上數多百分之二十。

四活門單流機(見前第一百四十九圖)之普通構作，皆工作無冷凝，雖有些用過的蒸汽在活塞向前動程之末從機筒頂上之

中央排汽孔排洩，較多的蒸汽，在回復動程中，從附屬的排汽活門排洩，此種機器雖非真實的單流式，似較工作真實反流式機器為經濟。

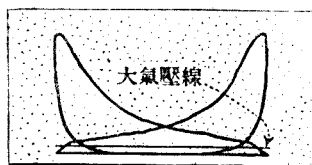
單流機器(見第二百零五圖)，按原先發明，係欲其工作冷凝，且無排汽活門，膨脹之蒸汽須由機筒中之中央汽孔排洩當此項孔洞被活塞開啓時，當此孔洞再被回復之活塞遮蔽時在機筒中未曾排出之蒸汽(如冷凝器之壓力)係被壓縮。因壓縮之時間長，且餘隙小，未被棄之蒸汽，係被壓縮至一高壓約在總吞門壓力，機筒之端有套用高壓蒸汽包圍，所以未被棄之蒸汽，在壓縮時成為過熱。因此之故，並因較冷之排汽，不經過近機筒兩端之熱面，機筒凝水較在反流機器中少甚，膨脹比率亦可廣為更改而不影響其經濟。所以在單流機中，其滿載擔負，或超過擔負及小數擔負之水額，幾無甚差異。因正常之斷絕蒸汽約 $1/10$ 至 $1/8$ 動程，單流機能有巨大的超過滿載擔負。第二百零二十七圖為其真實的壓容圖式樣。用平常壓力之飽和蒸汽，每

第二百零二十七圖

秋司 20×24 吋有冷凝單流機

蒸汽壓力每平方吋 150 磅，真空 23 吋

速度每分鐘 200 公轉



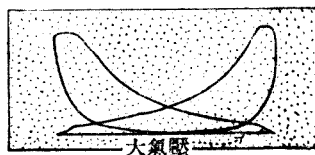
指示馬力每小時約需 12 磅至 15 磅，用高壓並過熱蒸汽，則能得更好之經濟。無冷凝工作單流機之設計，必須與冷凝工作者不同，現代單流機常若是設計，使其能工作冷凝或無冷凝。若單流機之設計，僅合工作冷凝，若工作無冷凝，將壓縮蒸汽由每平方吋絕對壓力 15 磅，非由 1 磅或 2 磅絕對壓力，若無相當設備以去除之，其結果，機筒中之蒸汽壓力，在壓縮期間，比進入蒸汽之壓力大許多倍。欲免除此種過份的壓力（此種壓力或可使機筒破裂），則採用以下數種計畫：（一）增加餘隙的體積，使有較大空隙以儲藏壓縮的蒸汽。機器工作冷凝，或工作無冷凝，可備有小的餘隙用以工作冷凝。由此餘隙可用活門連接一加添的空隙，以供無冷凝工作之需要的餘隙，此種活門可用自動的或用手工作的。（二）可用附屬的排汽活門，

第二百二十八圖

秋司 23×28 吋無冷凝單流機

蒸汽壓力每平方吋 160 磅

速度每分鐘 150 公轉



使在回復動程之一部份，在主要的排汽孔洞被活門遮蔽之後，排汽期間可以延長。此種排汽活門，可接連在機筒之端，或在機筒垣中央與機筒端之間，第二百二十八圖，係從一有附屬排汽

活門之單流機畫得之壓容圖。此項式樣之機器，可以工作冷凝或工作無冷凝，皆配有自動的或用手工作之機構，使附屬的排汽的活門在工作冷凝時緊閉。(三)當在機筒中之蒸汽壓力太高時，進入蒸汽活門能從其座上升起，或使減壓活門開啓，若是令蒸汽由機筒中逸出。此種設法使一工作冷凝之單流機而作工作無冷凝時，可以安全，但係耗費，故在正常工作上則不用之。

無冷凝工作之單流機的經濟，似隨其設計而變動，但用飽和蒸汽指示壓力由每平方吋 125 磅至 150 磅，在滿載擔負時每指示馬力每小時需蒸汽 18 磅至 25 磅，如機器之擔負不及滿載或超過滿載，則蒸汽之需用，較工作冷凝之單流機增加快，但不及反流機增加之速。無冷凝工作之單流機工作二百五十分規定之滿載擔負時，蒸汽需用之增加，僅較在規定滿載擔負時需用量多百分之二十五。此種機器，如能保持有效的滑潤，用任何壓力及溫度之蒸汽，皆可安全工作。

機車式發動機是一種蒸汽機建築在供給蒸汽之汽鍋上，德國先建造此種機器，有許多機器被歐洲各國採用，現今美國亦採用此種機器。此種機器裝在汽鍋之上，爐中氣體經過機筒外套，汽鍋產生之蒸汽常為高壓及過熱蒸汽，全副機器與汽鍋若是設計，可以保持甚高的效率。美國所建造之機車式發動機，皆為前後機筒複式機，用活塞式活門，接受器安置在爐中氣體經過道上，

並佈置如復溫熱器，因此種機器最為經濟，且甚合於小規模生力廠之用，並合用於汽鍋餽水稀少及燃料價貴之地方。

機器之價值係隨以下各點而定，大概機器之價值按機筒之大小及機筒能容受最高之壓力而定。但因以下之各故，機器之一定價值則無從規定：（一）起始的壓力決定機器可產生之功率，一規定呎吋之機器，用最大的安全壓力，可產生最大之功率。（二）每分鐘公轉數亦影響輸出之功率，是以一規定呎吋之機器，當工作速度相近其定級的最大速度上，能輸出最大的功率。（三）反壓亦影響功率之輸出，反壓最低或冷凝器之真空大，則輸出之功率大。（四）機器應用之服務關於其建作者之需要，若用以帶動交流發電機，則必有較大的飛輪，若機器用以直接連接發電機，則需用較長的機軸，其軸承之構造亦與用皮帶接帶者不同，有些機器之設計，須能工作變更的速度，其他機器須預備反向轉動，有時尚需特別構造以應購者之需要，所以機器之價值不能預計也。後列現代蒸汽機式樣分類表，以備在實地工作者隨時參考之所需。表中所載者為美國各名廠所製造之蒸汽機之式樣，呎吋，速度及其配置，凡名廠所製者無不盡量包羅，惟限於片幅或有漏落之處也。

現代蒸汽機式樣分類表(一)

式樣	商名	活門式樣	馬力	每分鐘公轉	節速器	備註	活門連帶
單式筒單活門高速度及平速	愛茂氏	平衡的	25-510		機軸式	...	單偏心
	微姆	同	10-50		同	可攜帶的	或曲相柄
	白路乃爾	同	25-305		機軸式		"
	邵樂爾	同	35-350	260-130	同		"
	秋司	同	25-450		同		"
	鮑爾	同	25-800		同		"
	微克托	同	4-20		控流		"
	湯姆根	D字式滑動	12-75	250-150	機軸式		"
	強白司	平衡的	35-85	225-160	控流		"
	立代耳	同	20-200	350-225	同		"
	立奇惠	同	30-900		同		"
	司根諾	同	50-600		同		"
	塞仁	同	18-150	220-150	同		"
	同	同	25-150	300-200	同		"
	同	搖動的	165-410	165-410	同		"
	屈老亥	平衡的	2-100	300-250	同	直立式	"
同	同	17-200	250	同	水平的	"	
同	同	4-90	600-275	同	直立式	"	
同	同	20-90	475-275	同	水平的	"	

現代蒸汽機式樣分類表(二)

式樣	商名	活門式樣	馬力	每分鐘公轉	節速器	備註	活門連帶
四 分 開 的 高 立 司 活 門	茂來	高立司	50-130		有擔負飛球	單式	彈簧或心
	同上	同	各種		同	複式	同
	小茂來	同	20-70		同	小形	同
	那特盤	同	各種		飛球		四種式樣
	雷艾	同	150	150	同	單式	
	同上	同	300-10,000	150	同	複式	
	聖路易	同	50-1200	90-55		單式	齒輪
	同上	同	較大的			複式	同
	塞仁	同	75-1100				
	微克托	同	75-5000		機軸	單式及複式	
門 上 升 活 門 反 流 式	蘭芝	上升活門			同	同	傍機軸
	漢密耳登	同			同		同
	那特盤	同			同		
	微克托	同			飛球		
單 流 式	愛茂氏	四上升門	50-1200		機軸式		傳導至輪
	漢密耳登	同			同		
	司根諾	同	50-1500		同		
	秋司	二上升門			同		
	海立司盤	二活塞式			同		

現代蒸汽機式樣分類表(三)

式樣	商名	活門式樣	馬力	每分鐘公轉	節速器	備註	活門接帶
單流同機車式	那特盤	二上升活	200—2000		機軸式		傳導歪輪
	立奇惠	同			同		
	白克依	活塞式	75—600	250—150	同	前後機筒	
單式簡單活門 高速及平速	部樂爾	同	50—500	300—150	同		單偏心或相當曲柄
	同上	同	50—500	300—150	同		
	安盤	同	1—50KW.	750—150	同	直立式	
	安忒濃司	同	10—150	350—200	同		
	同上	同	30—250	350—175	同		
	鮑耳	同			同		
	海立司盤	同			同		
艾地耳	同			同			
複式單活門 高速及平速	愛茂氏	平衡滑動	80—400		同	前後機筒	低壓活門用固定偏心 高壓活門用節速器偏心
	部樂耳	同	70—700		同		
	秋司	同	75—225		同	前後機筒	
	鮑爾	同	50—700		同	同	
	同上	同	50—1200		同	交複	
	立奇惠	同	30—900		同	前後機筒	
	同上	同	30—1200		同	交複	

現代蒸汽機式樣分類表(四)

式樣	商名	活門式樣	馬力	每分鐘公轉	節速器	備註	活門	接帶	
騎式 斷絕蒸汽	白克依	活塞式	30-1200	325-75	機軸式	單式	胸板及輪		
同	同上	同	60-1200	240-75	同	前後機筒	同		
同	同上	同	60-2000	285-75	同	交複	同		
四 活 門	活塞式	非起盤	同	30-700	300-80	同	單式	同	
		同上	同	75-650	175-80	同	前後機筒	同	
		同上	同	75-1000	200-80	同	交複	同	
	無高立 減司 活門	愛茂氏	無高立 減司	125-600	225-150	同	單式		
		秋司	同	50-1200	257-120	同			
		鮑爾	同	100-800		同			
四 活 門	分開的高立 司活門	立奇惠	同	100-900		同	單式		
		同上	同	100-1500		同	複式		
		愛立司	高立司	100-1400	150-100	飛球	單式		
四 活 門	分開的高立 司活門	同上	同	300-1600	150-100	彈簧	複式		
		柯柏	同	30-1500		擔負瓦特	單式	彈簧或心	
		同上	同	160-3600		同	複式	同	
		夫耳登	同					齒輪	
		海密耳登	同		60-100			重心	
		哈立司	同	50-2500			齒輪		

第十一節 試驗蒸汽機法

試驗蒸汽機之意思，是欲決定以下任何一種或各種結果：

(一)工作情況，(二)機械效率，(三)水額，(四)熱的效率。此節將解釋各種式樣之考驗，所需之儀器，考驗法之步驟及計算考驗之結果。

考驗工作情況之意思，是欲查明機器之活門是否工作適宜，並決定機筒內有無機械的缺點存在。此種考驗僅包括擇用示功器，並解釋由考驗所得之壓容圖，已詳第三節示功器章。

考驗機械效率的意思，是要決定由機器之各承受面積上之摩擦力所丟失之機能，此項機能之丟失謂之摩擦馬力，其考驗當詳說於後。

考驗水額的意思，是欲決定蒸汽之乾度，並由其計算每指示馬力或輪掣馬力所用之熱量，此種考驗供給一適當基礎，以比較機器的蒸汽經濟，考驗之法皆詳說於後。

考驗熱的效率之意思，是欲分派機器之各項熱量之丟失，並須尋出此項熱量之丟失從何發生。機器之熱的丟失之考驗，比較考驗機器之水額有價值，因水額全賴機器之工作情況，考驗當詳於後。

普通考驗機器之步驟，包括工作機器經過足敷的時間，並在適合之情況下以決定以下之量數，(一)機器所得之熱能並機器產出及輸出之熱能，此兩種基本量數之決定，包括以下列表之各項。

[註]熱的效率常由水額考驗之結果算出。

下表顯示顯要考驗蒸汽機所須的各項

所需尋之量數	所需記載各項
輸入之熱量	(一)供給機器之蒸汽壓力 (二)供給機器之蒸汽狀況(乾度或過熱溫度) (三)供給機器之蒸汽量數(或排汽量數) (四)機器所拋棄的蒸汽壓力(即反壓) (五)機器機筒外套內滴出凝水之量數 (六)冷凝氣的流通水之量數入口水及出口水之溫度
機能輸出	(七)機器速度每分鐘公轉數 (八)每機筒每端之壓容圖 (九)機器之輪掣馬力(用量力計或發電機量之)

機器經考驗時所需儀器之設備，依據考驗之種類而定，大概最重要之儀器是(一)壓力計及真空計，(二)大氣壓力計，(三)溫度計，(四)量蒸汽熱量器，(五)蒸汽機用示功器，(六)測面器，(七)量速計或量公轉計，(八)量力計，(九)蒸汽冷凝器用以冷凝排汽，(十)磅秤用以稱排汽凝水，儀器中有比較重要者當解釋之。

量公轉計有兩種，一為手用量公轉計(第二百二十九圖)。此種量公轉計上有一轉盤，用螺旋接帶在短而有尖端之桿上，並

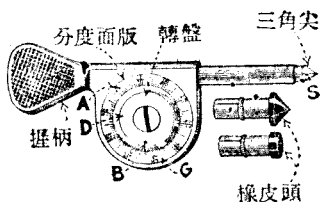
備有可分開的橡皮頭，量數公轉時將尖端插入機器曲柄軸之中孔，若是則量公轉計上之短桿隨機軸轉動而使轉盤旋動，同時查看時計以得準確之時間。

普通用此種量公轉計使其轉動一分鐘，工作者先看準時計，再將量公轉計插入機軸之中孔，俟一分鐘終了時即將量公轉計取出。每 100 公轉，則量公轉計之轉盤旋轉一週，工作者須將拇指貼近轉盤上之計轉釘上，可覺得其轉旋週數。橡皮頭用以在高速時防備滑動。此種量公轉計可以用量至每分鐘 1200 公轉。

連續公轉計（第二十三圖）是永久連接在機器上，工作臂 A 連接在機器上有限止的往復運動。此種公轉計可用在機器上，其速為每分鐘 250 或 300 公轉。量速計（第二十三圖）是一儀器可直接

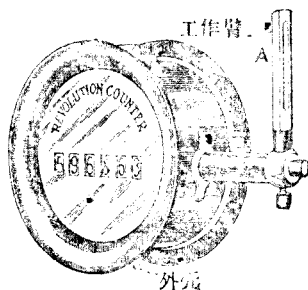
第二百二十九圖

手用公轉計



第二百三十圖

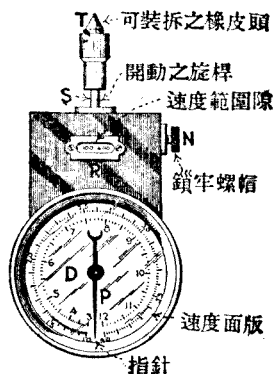
連續公轉計



量機器每分鐘公轉數，並可直接量機器在頃刻間速度之改變。量速計最合用於量高速機器或蒸汽輪機每分鐘公轉數，並可量最低速度每分鐘 20 公轉，及量最高速度每分鐘 20,000 公轉，但因機器片刻間速度之更變為不可避免，故量速計則完全不合用於機

第二百三十一圖

手用量速計



器其速度低於每分鐘 300 公轉。右圖之量速計是節速器工作之計劃，內部用齒接使有三個分清的速度範圍之校正。校正之法是先將螺絲 N 旋鬆，並將旋桿 S 拉出並推進，直至所需要之速度範圍顯示於隙處 R，然後將螺絲 N 旋緊，表面上之指針，則顯示機器之速度，或在內圈、或在外圈，則須按所用之速度範圍計之。

量力計或量擔負儀器之採用，為考驗機器上最主要者，此種儀器普通可分兩類，(一)吸收量力計，(二)發電機，此當分別詳論於後。

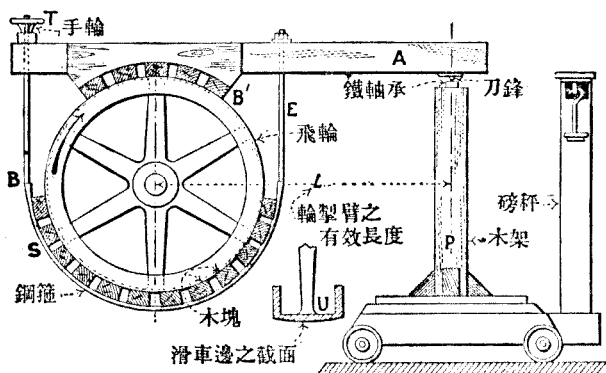
在機器未經購定之前，在其製造廠中必須經過一度考驗，機器必須能工作其定級的馬力輸出，並在其較高或較低於其定級

的馬力輸出上工作，故必須有相當的儀器以量擔負。

吸收量力計或輪掣是有二種：（一）吸受式輪掣（第二百三十二圖）是因固體物質接觸而摩擦，使功率被摩擦力吸收。（二）液體摩擦式是由水或其他液體攪動或流動，則功率被摩擦力吸收。

第二百三十二圖之吸收量力計，包括一鋼箍 S，灣成機器飛輪式樣，考驗機器時將木塊縛置飛輪上如圖，鋼箍之一端裝緊在輪掣臂上，在飛輪之彼端裝有手輪，可用以校正輪掣上之摩擦力，有時須用冷水使飛輪涼冷而不致燃燒木塊。

第二百三十二圖
通用之輪掣量力計



採用第二百三十二圖之量力計，需要先尋出輪掣之恆數 W_1 ，即輪掣之包皮重量，並輪掣臂的有效長度 L_1 。尋 W_1 之法如下：

裝置輪掣如第二百三十二圖，將飛輪上之木塊放鬆，使飛輪能轉動自由，用手將飛輪循其轉動方向轉動一二轉，在轉動時看磅秤上輪掣之重量，再用手將飛輪反向轉動一二轉，再看磅秤上輪掣之重量，將兩數之和分二則等於 W_1 ，最好能重復一二次以得近似的 W_1 平均數，木架必須同秤。

輪掣臂之有效長度 L_t ，是輪掣在其工作地位時，從飛輪之中心至刀鋒間之平線距離（見圖）。

輪掣馬力之計算如下：

$$P_{\text{bhp}} = \frac{2\pi L_t N (W - W_1)}{33000}$$

P_{bhp} 代表產生之輪掣馬力。

L_t 代表輪掣臂之有效長度，以呎計。

W 代表在考驗機器時磅秤上之總數擔負，以磅計。

W_1 代表輪掣包皮重量（先尋出者），以磅計。

例如：一蒸汽機之速度是每分鐘 270 公轉，當考驗時，輪掣與其木架在磅秤上顯示 250 磅，如輪掣包皮重量為 40 磅，並輪掣臂之有效長度為 4 呎 6 吋，試計算輪掣馬力。

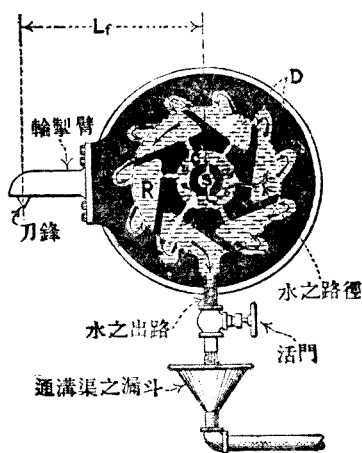
$$[\text{答}] \quad P_{\text{bhp}} = \frac{2 \times 3.14 \times 4.5 \times 270 (250 - 40)}{33000} = 18.6 \text{ 輪掣馬力。}$$

水輪掣是一液體摩擦式之量力計（第二百三十三圖），水輪掣之工作原則頗似離心力抽水機，其主要之不同點，是離心力抽水機之設計，使水之通路上有最小之阻力，水輪掣之設計，使在水

之通路上有最大之阻力。水輪掣之轉動體在考驗機器時與機軸連接，其不動部份則與輪掣臂等，水則從空心軸S進入推動輪內部C，然後水被離心力迫出，經過推動輪中之孔隙，至推動輪臂間之空隙R。當推動輪臂轉動時，則將水拋入D杯(不動體)，於是成逆流，此項逆流，抵抗推動輪之轉動而使刀鋒壓在磅秤上。最後尋其出路，由推動輪與機壳間之空隙到水之出口處，輪掣上水之壓力，可以水之進口及出口處的控流校對，以適合各種擔負，機壳中之壓力愈大，則壓在磅秤上之擔負亦大。水輪掣所吸收之輪掣馬力，與前載之計算法同，其輪掣臂的有效長度，是其軸中心與刀鋒間之距離以呎計。輪掣包皮重量之尋法與上等木塊輪掣包皮重量法相同。

第二百三十三圖

水輪掣

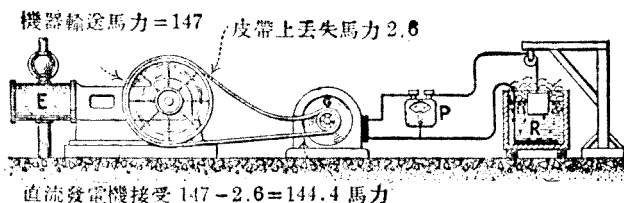


用電之擔負以考驗蒸汽機之功率輸出則顯示於第二百三十四圖。用皮帶或直接將一已知效率之發電機與蒸汽機連接而量

第二百三十四圖

用電擔負以考驗機器

E 為機器，拉動之機械馬力為 147，其中發電機之擔負指示在 P (瓦特計)，其項電之擔負則消散於水變阻器 R 中者為 P 之讀數 97 仟瓦。



發電機所輸出之功率，發電機則接連於一更變的電之擔負，普通用一水變阻器，於是工作者可隨意改變機器所需帶動發電機之功率，若用皮帶連接蒸汽機與發電機，必須列入皮帶滑動上之丟失，輪掣馬力之計算可用以下公式。

$$P_{hpP} = \frac{N_E \times d_E}{N_G \times d_G} \times P_{hpP} \quad \text{輪掣馬力。}$$

P_{hpP} 代表機器之輪掣馬力。

N_E 代表機器之速度，以每分鐘公轉計。

d_E 代表機器滑車之直徑，以吋計。

N_G 代表發電機上滑車之速度，以每分鐘公轉計。

d_G 代表發電機之滑車直徑，以吋計。

P_{hpP} 代表輸入發電機之馬力。

例如：發電機之滑車直徑為 2 呎 用皮帶接帶於蒸汽機，其
 主輪之直徑為 6 呎，設機器之速度為每分鐘 200 公轉，輸入發電
 機之馬力為 90。發電機之速度為 585 公轉（每分鐘），試算機
 器之輪掣馬力。

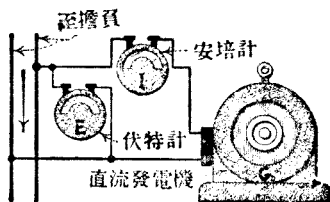
$$\begin{aligned}
 \text{〔答〕 } P_{\text{whp}} &= \frac{N_E \times d_E}{N_G \times d_G} \times P_{\text{hp}} \\
 &= \frac{200 \times 6 \times 12}{585 \times 2 \times 12} \times 90 = 92.4 \text{ b. h. p. 輪掣馬力。}
 \end{aligned}$$

決算一直流發電機（第二百三十五圖）輸出之電能，其程
 序如下，用一伏特計，以量導
 線間電壓，與擔負平行連接，
 再用一安培計與擔負串聯以
 量經過導線之電流，安培計
 與伏特計須同時讀數，發電
 機輸出之功率可用以下之公
 式計算。

第二百三十五圖

直流發電機用安培計及伏特計

以決定其輸出之擔負



$$P_{\text{KW}} = \frac{EI}{1000} \quad \text{仟瓦計算。}$$

P_{KW} 代表發電機輸出之功率，以仟瓦計。

E 代表電壓，照伏特計讀數。

I 代表電流，照安培計讀數。

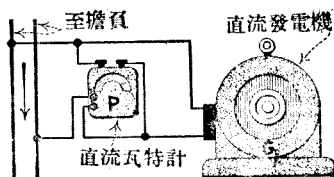
有時可用一直流瓦特計，照第二百三十六圖連接，直接讀數

即等於發電機輸出之功率以瓦特計，用 100 除之則等於仟瓦。

第二百三十六圖

直流發電機用直流瓦特計

以決定其輸出之擔負



已知發電機輸出之功率則能計算輸入發電機之馬力。

$$P_{hp} = \frac{P_{kw}}{0.746 E_d}$$

或 $P_{hp} = \frac{EI}{746E_d}$ 因直流發電機 $P_{kw} = EI$ 。

P_{hp} 代表輸入發電機之馬力。

E_d 代表發電機在此擔負上之效率（查製造廠家供給之效率圖解），以小數計

例如：一蒸汽機直接連帶一直流發電機，若伏特計讀數為 220 伏特而安培計之讀數為 764 安培，發電機在此擔負上之效率為 90%，計算輸入發電機之馬力。

$$\begin{aligned} \text{〔答〕 } P_{hp} &= \frac{EI}{746 E_d}, \\ &= \frac{220 \times 764}{746 \times 0.90} = 250 \text{ h p 馬力。} \end{aligned}$$

決算單相或雙相交流發電機之擔負，可用一交流電瓦特計 P ，在每相上可直接讀數，該相之 P_{KW} 。（第二百三十七圖），總輸出之功率則等於發電機兩相（如為雙相交流發電機）瓦特計讀數之和。輸入發電機之馬力，仍用以上公式計算，若為單相交流發電機交流瓦特計，可按第二百三十六圖裝法。

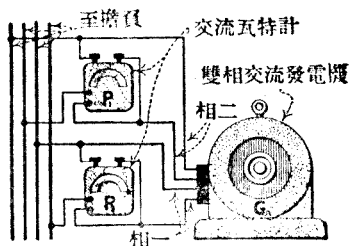
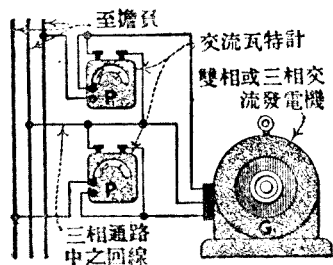
在三線雙相及四線雙相組織中，瓦特計之裝接必須按照第二百三十七圖及第二百三十八圖。

第二百三十七圖

第二百三十八圖

決定三線雙相交流發電機之功率輸出法

決定四線雙相交流發電機之功率輸出法



〔例〕設瓦特計 P_1 （第二百三十七圖）讀數為 30 仟瓦，並瓦特計 P_2 讀數為 35 仟瓦。

若發電機之效率在此擔負上為 0.88。試算機器輸入發電機之馬力。

〔答〕發電機輸出之功率總數是 $P_{KW} = P_1 + P_2 = 30 + 35 = 65$ 仟瓦。

$$\begin{aligned} \text{機器輸入發電機之馬力是 } P_{hp} &= P_{kw} \div (0.746E_{11}) \\ &= 65 \div (0.746 \times 0.88) = 96 \text{ 馬力。} \end{aligned}$$

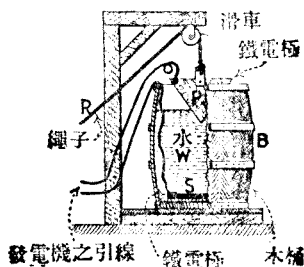
決算三相交流發電機之擔負可用兩個交流瓦特計 P_1 與 P_2 接在三相中之任何兩相（參考第二百三十七圖），兩個瓦特計的讀數之和則等於發電機輸出之總數功率，決算機器輸入發電機之馬力仍用以上公式，但在較輕之擔負上有一瓦特計之讀數或為負號，例如一瓦特計之讀數是 500 瓦特，而另一瓦特計之讀數是 (-200) 瓦特，則總數輸出功率是 $500 + (-200) = 300$ 瓦特。

考驗蒸汽機時，採用發電機以量蒸汽機之輪掣馬力，已詳上節。惟有時發電機產生之功率無處可用，則必用一水變阻器，以消散考驗時所產生之電力。

第二百三十九圖顯示一水變阻器，器中有兩個鐵製電極，P 與 S，一則用繩掛在滑車上，一則放置木桶底上，木桶中滿貯清水，每一電極連接發電機之導線，電極間之距離可以校對以更變水之阻電力，所電極之距離決定發電機上之擔負。若電壓在 1000 伏特之下，則常需

第二百三十九圖

兩線組管之水變阻器



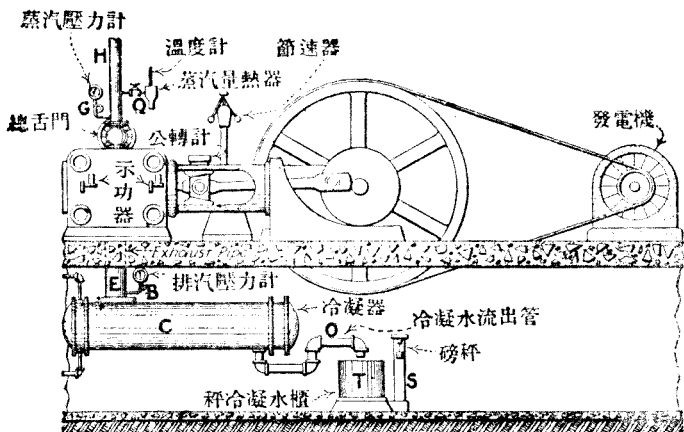
加鹽於水中，以減其阻電力，使大的電流可以流動。

決算蒸汽機之水額，常須用一蒸汽冷凝器(第二百四十圖)，蒸汽被機器用過之後，則被排出，經過排汽管 E 而入冷凝器 C，在器中凝結為水。蒸汽凝結之水，由管子 O 流出而入水箱 T，水箱 T 中之水，在磅秤 S 上秤之。用蒸汽冷凝器以決定蒸汽機之水額的考驗程序，當詳於後節。

考驗蒸汽機之處置則詳說於下。

第二百四十圖

考驗機器水額之設備



(一) 先決定考驗蒸汽機之目標，在考驗工作期間並在考驗前預備儀器等事均須合於所決定之目標。

(二)保證機器及其滑潤組織皆完全無疵，且可連續工作，極少在其考驗期間內不致因須校對或修理而停止，如在考驗期內有窒礙，則考驗之結果不甚可靠。

(三)機器上之名牌及其對於機器本身之各條款，所用之設備並儀器均須記載在考驗單上。

(四)凡用於考驗之儀器若壓力計，真空計，溫度計，量速計，磅秤及示功器等必須小心察看，在考驗前均須校對準確，將儀器裝接至機器時更須格外小心，若裝接不善則常讀數錯誤。

(五)機器必須先經過足敷時間動作，俟其一切狀況，若溫度及壓力等，均存留不變，方可記載讀數。

(六)機器之狀況成不變時，可記載第一次讀數，嗣後相隔每十分鐘或每十五分鐘記錄讀數一次，相隔時間之長短，須依考驗期間而定。

(七)考驗完畢後，一切儀器均須整理清潔，示功器均須上油以防銹蝕。

(八)計算考驗之結果，必須經過校對，免有錯誤。

(九)考驗之結果算準後，須用圖解紙畫以下之各圖解，如係考驗機械效率，須畫：機械效率與輪掣馬力對照，速度與輪掣馬力對照及指示馬力與輪掣馬力對照，若係考驗蒸汽機之水額，須畫：每小時所用蒸汽總磅數與指示馬力對照，水額與指示馬力對

照，汽鍋壓力與時間對照，排汽壓力與時間對照及熱的效率與指示馬力對照。

決定單式機的機械效率祇須考驗以下各項：(一)輪掣馬力之輸出，用量力計或發電機考驗。(詳前)(二)指示馬力，用示功器考驗，(詳第三節)機械效率是輪掣馬力÷指示馬力，(詳第九節)。此等考驗常須在許多不同之擔負上，同時取得指示馬力及輪掣馬力，常將結果畫機械效率與擔負對照圖解。

機械效率之考驗最適當之處置，是讀取輪掣馬力之值，當機器之擔負為 $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{2}$ ， $\frac{3}{4}$ ，1，及 $1\frac{1}{4}$ 的機器定級之滿載擔負，在每擔負上至少在機筒每端畫三張壓容圖，若此可得到在每擔負上之平均有效壓力。畫好壓容圖後立即在圖上註明(一)從機器之機筒何端畫得，(二)機器之速度，(三)畫圖時之輪掣擔負，(四)畫圖在何時，若是則計算時易查錯誤。

考驗機器之機械效率時所需記載各項如下：(一)時間，(二)輪掣擔負，(三)速度，(四)蒸汽壓力，(五)排汽壓力。壓力之記載必須準確，因其直接影響機器之工作。

：考驗單式機以決定其水額，須知以下各項：(一)用示功器尋機器之指示馬力。(二)輪掣馬力，用量力計或發電機。(三)用蒸汽量數用冷凝器或量在考察期間汽鍋餽水之量數。(四)蒸汽之乾度或過熱溫度，用蒸汽量熱器或蒸汽溫度計，因水額係每小時每

指示馬力所用乾蒸汽磅數。普通考驗須尋機器在不同的擔負上之水額，將所得結果，畫水額與機器擔負對照圖解以顯明之。

第二百四十圖顯示考驗水額設備之佈置，冷凝器C用以冷凝由機器中排出之蒸汽，再用磅秤權冷凝水之重量，以決定機器之水額。一個蒸汽壓力計G，並一蒸汽量熱器Q須裝接在蒸汽供給管H上，若是可決定機器所用蒸汽之乾度，另一壓力計B須裝在機器與冷凝器之間，以決定排汽管E中之反壓。

在小規模之工廠中，常稱汽鍋餽水之量數以決定機器之水額，若是可無需冷凝器，惟須小心查看汽鍋中水面之高低，在機器開始考驗時者與考驗完畢時者須相同。

若用過熱蒸汽供給機器，則在蒸汽供給管上毗連總舌門須裝一蒸汽溫度計，此項溫度計可量蒸汽之溫度，由是可知其過熱溫度。

在水額考驗上，其考驗單上所需記載之事實，與機械效率考驗同，並另加記載：(一)蒸汽量熱器中之溫度，若供給蒸汽含有潮濕。(二)蒸汽之溫度若供給之蒸是過熱的。(三)機器每擔負上所用蒸汽之量數，擔負上仍由 $\frac{1}{4}$ 加增至 $1\frac{1}{4}$ 機器定級之擔負。蒸汽壓力，乾度或過熱溫度及排汽壓力，為水額考驗上最重要之記載，因機器用蒸汽之量數直接受其影響也。

用蒸汽量熱器計算蒸汽之乾度用以下公式。

$$X = \frac{100[H_1 + 0.46(t_1 - t_2) - H_2]}{H_v}$$

X 代表蒸汽供給管中蒸汽之乾度，以百分比計。

H_1 代表每磅乾蒸汽之總數熱量，按量熱器中之壓力，以英國熱量單位計。

T_1 代表量熱器中之溫度，以華氏溫度計算。

T_2 代表按大氣壓力蒸汽之溫度，即華氏溫度計 212 度。

H_2 代表水之熱量，按蒸汽供給管中之壓力，以每磅英國熱量單位計。

H_v 代表每磅蒸汽之潛熱，按供給管之壓力，以英國熱量單位計。

以上之各熱量數可查蒸汽表，注意蒸汽表上所載之壓力皆為絕對壓力，若考驗時用壓力計讀數，謂之指示壓力，須加 14.7 磅方等於絕對壓力。

[例] 設大氣壓力是每平方吋 14.7 磅，量熱器中蒸汽之溫度為華氏 270 度，蒸汽之壓力是 150 磅指示壓力（即 164.7 磅絕對壓力），計算供給蒸汽之乾度。

$$\begin{aligned} \text{[答]} \quad X &= \frac{100[H_1 + 0.46(t_1 - t_2) - H_2]}{H_v} \\ &= \frac{100[1150.4 + 0.46(270 - 212) - 338]}{856.8} = 98\% \end{aligned}$$

則蒸汽含有潮濕 $100 - 98 = 2\%$

在水額考驗上，必須改機器所用潮濕蒸汽之重量為乾蒸汽之重量，因水額之計算，是每小時每指馬力或每小時每輪掣馬力需用乾蒸汽之磅數，若供給機器之蒸汽含有潮濕，可用以下之公式算乾蒸汽。

$$W_{sd} = X W_{sw} \quad \text{乾蒸汽磅數。}$$

W_{sd} 代表所用乾蒸汽之磅數。

X 代表蒸汽之乾度，以小數計。

W_{sw} 代表所用潮濕蒸汽之磅數。

若水額是根據指示馬力計算，則用以下之公式。

$$W_{sdi} = \frac{W_{sd}}{P_{ihp} \times t_h} \quad \text{每指示馬力每小時用乾蒸汽磅數}$$

若水額是根據輪掣馬力計算則用以下之公式。

$$W_{sdb} = \frac{W_{sd}}{P_{bhp} \times t_h} \quad \text{每輪掣馬力每小時用乾蒸汽磅數。}$$

W_{sdi} 代表每指示馬力每小時用乾蒸汽磅數。

W_{sdb} 代表每輪掣馬力每小時用乾蒸汽磅數。

W_{sd} 代表 t_h 鐘點間共用乾蒸汽磅數。

P_{ihp} 代表在 t_h 鐘點間產生之平均指示馬力。

P_{bhp} 代表在 t_h 鐘點間產生之平均輪掣馬力。

t_h 代表考驗鐘點，以小時計。

[例] 設一蒸汽機產生85指示馬力，每小時用蒸汽2550磅。若蒸之乾度是98%。試計算水額(每小時每指示馬力用乾蒸汽磅數)。

[答] 共用乾蒸汽磅數 $W_{sd} = XW_{sw}$, $= 0.98 \times 2550 = 2499$ 磅。

則機器之水額。

$$W_{sdi} = \frac{W_{sd}}{P_{ihp} \times t_h} = \frac{2499}{85 \times 1} = 24.9 \text{ 磅}$$

有時機器之水額，可從壓容圖計算，能得接近的量數，算法已詳說於第三節示功器章。

欲決算機器的熱的效率，必須知曉(一)機器輸出之馬力，(二)輸入機器之熱量，兩者均改爲每馬力每小時至英國熱量單位，已詳說於第九節蒸汽機之效率章。若以機器輸出之馬力，改爲英國熱量單位，而以輸入機器之熱量除之，則得熱的效率。輸出之馬力，或按壓容圖計算之指示馬力，或按量力計算出之輪掣馬力，輸出之熱量，則計算水額及所用每磅蒸汽中之熱量（已詳第九節）。

[例] 若一蒸汽之反壓（即排汽壓力）是 4 磅指示壓力（即 18.7 磅絕對壓力），輸出之馬力爲 85（指示馬力），每小時用蒸汽 2550 磅，蒸汽之乾度爲 0.98，供給蒸汽之指示壓力爲每平方吋 150 磅，蒸汽量熱器之溫度爲華氏溫度 270 度，試算熱的效率。

[答] 每指示馬力每小時用蒸汽量數等於 $W_{si} = 2550 \div 85 = 30$ 磅。

$$E_{dti} = \frac{2545}{W_{si}(H_{t1} - H_L)} = \frac{2545}{30[(0.98 \times 856.8 + 338) - 192.6]} \\ = 0.0854 \text{ 即 } 8.54\%$$

設上例所用之蒸汽爲過熱蒸汽，蒸汽在總舌門之溫度爲華氏 435.4 度，試算熱的效率。（按指示馬力）

$$\text{〔答〕 } E_{dti} = \frac{2545}{W_{si}(H_{t1} - H_L)} = \frac{2545}{30(1235.9 - 192.6)} \\ = 0.0814 \text{ 即 } 8.14\%$$

考驗機器時間之長短，須根據是何種考驗而定，若係機械效率之考驗，須有足敷的時間以增加由 $\frac{1}{4}$ 至 $1\frac{1}{4}$ 定級的滿載擔負（見前）。水額之考驗須六小時，如用冷凝器以量水額，則需時較短。若在一日中，機器在不同之時間上，其擔負大有相差，則考驗時間必須包括此等相差數。

新機器之水額考驗，爲買主接受新機器之考驗，故須由廠家及買主雙方共同指導及觀察。此項考驗欲決定機器在各種擔負上之經濟（即每指示馬力每小時所用蒸汽磅數），是否與購買合用上所載者相符。

複式蒸汽機之考驗，與單式蒸汽機之考驗相同，惟壓容圖須畫取於高壓機筒及低壓機筒（見第七節）。機器之指示馬力總數，是高壓機筒之指示馬力加低壓機筒之指示馬力。設備之裝置，與第二百四十圖相同，但蒸汽之讀數，係在高壓機筒方面，而排汽之讀數，係在低壓機筒之排汽管。若用接受器之複式機，則須添加

在接受器中之蒸汽壓力及溫度讀數。

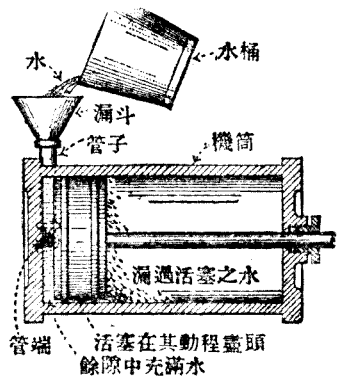
考驗高速機器必須小心決定其準確速度，對於示功器及其減速運動必須慎察其丟失之運動，並須採用一種簡單方法以接連並取除減速機構上之接繩，此等佈置在高速機器上較為困難，（參攷第三節示功器章），輪掣上之擔負必須小心供應，若擔負稍不準確，能使功率之輸出計算上有極大之錯誤。

在機器之考驗時前決算餘隙之體積，可用以畫理論的膨脹曲線圖解。決算餘隙體積之法如下，先將機器校對至其原有中心地位上，再稱好一桶水，然後將水慢慢傾滿餘隙地位，已知傾入餘隙中水之量數，即可計算餘隙之體積矣。

若用上法以決定餘隙之體積，設活塞及活門有滲漏之處，則必須減除，照第二百四十一圖，必須記載以下之事實以備改正之用。（一）考察當用均勻的額率，將水傾入餘隙中時所需多少時間，並用多少水之量數，可充滿餘隙之地位。（二）如有活塞及活門滲漏，可記取需用多

第二百四十一圖

決定機器之餘隙體積法



少水之量數，可保守在一相當時間中餘隙內之水完全充滿。(三) 餘隙體積之決算，可用以下之公式。

$$V_i = V_{i1} - \frac{t_{s1} V_{i2}}{2t_{s2}} \quad \text{立方吋計。}$$

V_i 代表餘隙之體積，以立方吋計。

V_{i1} 代表起始需要用均額充滿餘隙地位的水，以立方吋計。

t_{s1} 代表起始用 V_{i1} 體積的水灌滿餘隙地位時需要之時間，以秒計。

V_{i2} 代表用以保守餘隙體積完全充滿所需水之體積，以立方吋計。

t_{s2} 代表灌入 V_{i2} 體積之水時所需時間，以秒計。

[例] 設以 120 秒鐘用水 30 立方吋灌滿一機器餘隙之地位，因活塞有滲漏之處，故須灌入 10 立方吋水，以保守餘隙之地位完全充滿 200 秒鐘，試算真實之餘隙體積。

$$\begin{aligned} \text{[答]} \quad V_i &= V_{i1} - \frac{t_{s1} V_{i2}}{2t_{s2}} \\ &= 30 - \frac{120 \times 10}{2 \times 200} = 27 \text{ 立方吋。} \end{aligned}$$

有時若將機器及輪掣之恆數先行算出，可使計算考驗結果便利，機器之恆數，即馬力之恆數 K (已詳第三節示功器章)。

$$K = \frac{L_{fs} A_{iP}}{33000}$$

L_{fs} 代表機器之動程，以呎計。

A_{iP} 代表活塞承受蒸汽壓力之面積，以平方吋計。

輪掣之恆數是因。

$$P_{bHP} = \frac{2\pi L_f N (W - W_1)}{33000} \quad \text{輪掣馬力。}$$

既 2π ，33000 與 L_f （輪掣臂之有效長度）皆為恆數，則輪

掣之恆數是
$$K_b = \frac{2\pi L_f}{33000} \quad \text{輪掣恆數。}$$

則輪掣馬力之公式成爲：

$$P_{bHP} = K_b N (W - W_1) \quad \text{輪掣馬力。}$$

N 代表機器之速度，以每分鐘公轉計。

W 代表在磅秤上之全數擔負，以磅計。

W_1 代表輪掣的包皮重量，以磅計（已詳前）。

〔例一〕若輪掣臂之有效長度是 5 呎，試算輪掣之恆數。

〔答〕輪掣之恆數
$$K_b = \frac{2\pi L_f}{33000} = \frac{2 \times 3.14 \times 5}{33000} = 0.000953.$$

〔例二〕若以上之機器考驗，磅秤上顯示全數擔負 600 磅，輪掣之包皮重量是 50 磅，機器之速度每分鐘為 180 公轉，試算輪掣馬力。

〔答〕輪掣馬力是

$$P_{bHP} = K_b N (W - W_1) = 0.000953 \times 180 (600 - 50) = 94.3$$

即 94.3 輪掣馬力。

下列為蒸汽機之考驗單式樣：

蒸汽機考驗之事實及結果單

- | | |
|--------------------|---------|
| (一)考驗之機器是何式樣。 | 所在地點 |
| 考驗所決定何項。 | |
| 考驗領導人姓名。 | |
| 蒸汽機之呎吋等 | |
| (二)機器式樣或號數。 | |
| (三)機器之定級馬力。 | |
| (a) 製造廠家。 | |
| (b) 活門種類。 | |
| (c) 節速器式樣。 | |
| (四)機筒內直徑。 | 吋 |
| (五)活塞之動程。 | 呎 |
| | 日期與時間 |
| (六)日期。 | |
| (七)考驗經過時間。 | 小時 |
| | 平均壓力與溫度 |
| (八)近總舌門之蒸汽管壓力，壓力計。 | 每平方吋磅數 |
| (九)氣壓計之壓力。 | 同 |

汽鍋壓力，壓力計。	每平方吋磅數
(十)接受器之壓力，壓力計。	同
(十一)近機器之排汽管壓力，壓力計。	同
(十二)近總舌門之蒸汽溫度。	度數
(十三)近機器排汽管中蒸汽溫度。	同
蒸汽之性質	
(十四)近總舌門蒸汽之乾度或過熱溫度。	百分比或度數
總 量	
(十五)汽鍋餽水總量。	磅
(十六)冷凝器之冷凝水總量。	磅
(十七)所用乾蒸汽總量。	磅
每小時量數	
(十八)每小時汽鍋餽水或冷凝器之冷凝水量數。	磅
(十九)每小時機器用乾蒸汽量數。	磅
熱量事實	
(二十)每小時輸入機器之熱量。	英國熱量單位
壓 容 圖	
(廿一)斷絕蒸汽點（按全動程之分數）。	分數
(廿二)起始蒸汽壓力（在大氣壓以上）。	每平方吋磅數
(廿三)反壓（在大氣壓力以上或以下）。	同

速度

- (卅四)機器速度。 每分鐘公轉
 在無擔負與滿載擔負間速度相差。 百分比

功率

- (卅五)產生的指示馬力。 馬力
 (卅六)輪掣馬力。 馬力
 (卅七)機器之摩擦力(卅五項減卅六項)。 馬力

經濟結果

- (卅八)每小時每指示馬力機器用乾蒸汽。 磅
 (卅九)每小時每輪掣馬力機器用乾蒸汽。 磅
 (三十)每小時每指示馬力機器所用熱量。
 (二十項除卅五項)。 英國熱量單位

- (卅一)每小時每輪掣馬力機器所用熱量。
 (二十項除卅六項)。 同

效率結果

- (卅二)熱的效率(按指示馬力)($2545 \div$ 卅項)。 百分比
 (卅三)熱的效率(按輪掣馬力)($2545 \div$ 卅一項)。 百分比

壓容圖

- (卅四)機筒每端之壓容圖。 張

若用發電機以計機器輪掣馬力，則考驗單上尚須加入以下各項：

- (一) 平均電壓。
- (二) 每相之安培數。
- (三) 瓦特數。
- (四) 每小時瓦特數。
- (五) 平均功率因數。
- (六) 發電機之效率。
- (七) 每小時發電機輸出之功率。
- (八) 每小時每電機馬力用乾蒸汽磅數。

第十二節 蒸汽機之管理法

蒸汽機管理適當之意義，是(一)憑賴(二)效果。憑賴之獲得，是由預防一切普通擾害之來源，若機器中有撞擊之聲，軸承發熱與堵塞之冷凝器通路。當機器在動作之時，從勤慎注意而免發生意外之事，並能設法展緩修理，校對及檢視，俟至方便之時，機器之效率，從其設計之規定，不能超過最高之限度，但由避免過份的滲漏及摩擦，並由恰正的校對，使機器常獲得其可得之最高之效率，從早查出機器擾害之由來而校正之，並從依常規的查看，常用些少奮力，可保守機器恆在完善之狀況中。

工程師之最重要之責任，是完全熟悉其工作廠中一切機器之設備。是以工程師第一日至新建之工廠或至工廠接收工作，常給以最好之機會，以視察一切機器之設備。所須視察之各部，須包括：

(一)機筒。如有機會將頭蓋開啓，並察看活塞桿之螺帽等均旋緊，注視機筒垣上有摩損處否，並察看在動程至左端盡頭時活塞與機筒頭間之餘隙地位。當機筒之頭蓋開啓時，極可察看活塞及活門之滲漏處，此可將機器用手轉動至右端之原有中心上，由右端進入少些蒸汽看有蒸汽逸出否。在關好機筒頭蓋時，須用上

等填隙墊，機筒內不使有塵沙或他留剩，機筒內須妥刷滑潤油，然後將頭蓋關牢用螺帽旋緊。

(二)活門。若能將活門箱蓋開啓，可視察活門之狀況。量疊蓋之長度，以備將來校對之用，並用手轉動機器以視察活門之動作，關閉活門箱蓋時，須將內部清潔，並在其摩擦面妥上滑潤油，填隙墊須完整。

(三)飛輪。注視其輪邊上劃有機器在原有中心之記號否，用手轉動並察看其在軸承中有無過份的摩擦。

(四)軸承。一切軸承，如能拆開，須經察看，或須清潔，或應校正。軸承之狀況及油之通路均察看清楚，清潔油孔，並加上新油而將油盅口蓋好，使無塵沙侵入。

(五)阻漏承軸匣。匣中之填塞物是否完好，或須換新填塞物，再上油，並將螺帽旋好，不可太緊。

(六)凡附屬機等均須同樣認真察看，若有不完整處，須設法改正。

(七)抽水機。須同樣認真視察，如有不完好處，均應修理。

(八)冷凝器。如能將蓋開啓，可視察管子內外之狀況。如管外積油垢太多，可用水灌滿，再用蒸汽以管放入，使水煮滾，則管上之油垢可清除矣。若管子有破裂處，須更換新管。

(九)管子。察看管子與機器及附屬機連接之踪迹，如不易記

憶，可繪略圖，註明水管，低壓蒸汽管，冷凝器接管及蒸汽管等，並註明活門連接之地點。銹蝕快之管子，須先清潔，再加油漆，排汽管及活門均須仔細視察。

(十) 流水管。機器上及管子上之流水管，均須試看有無堵塞。

(十一) 儀器。壓力計與溫度計是否工作完好。玻璃管上之弁是否流通。

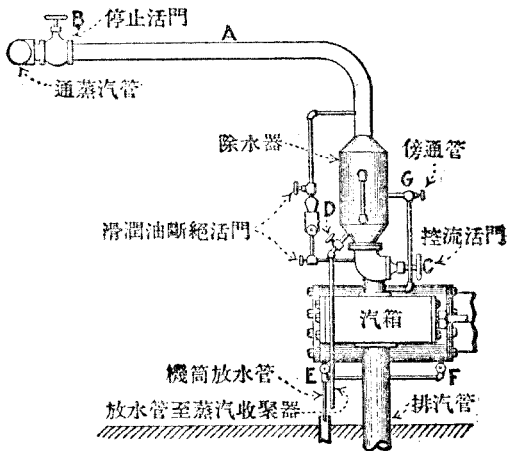
(十二) 工具。上油，簡單修理及校對之工具均在。

(十三) 油類。機筒及機器油與塗脂，填塞物，填隙墊，棉紗，紅鉛油，黑鉛粉及其他供給皆在手頭。

一切機器在開動之前，須先溫熱及放水。管子A，第二百四十二圖，在總舌門C未開大之前，必先溫熱與放水，此即保證蒸汽在溫熱管子時凝結之水不致流入機器內。此須將放水活門D開啓，並將停止活門B少啓，當管子A被溫熱時，放水活門E與F須開啓，並將總舌門C在其座上鬆動。管子A溫熱之後，活門B可以暢開，但活門B與活門C均不可急遽開啓，因急遽的大量蒸汽流動在管中，或將汽鍋中水吸入，而將管子損壞。然後或將總舌門C稍啓，或將傍通管上之活門G稍開以溫熱機器。大機器須緩緩溫熱，大概溫熱約100馬力之機器，須15至20分鐘，然後可開動機器。在機器未開動之前，導組上，曲柄釘及軸承上之滑潤油罐須先開放，俟機器起始開動，則開放機筒上之滑潤油罐。

節速器不論是何式樣，並不影響於機器之開動與停止，因節速器須俟機器達到其所校正之速度時，方有動作。

第二百四十二圖
單式機用蒸汽管子



工作無冷凝之滑動活門機器可以開動如下：按第二百四十二圖，放水活門 E 與 F 先開啓，停止活門 B 亦開啓，總舌門 C 已鬆動，軸承等上之滑潤油罐亦開放，機器溫熱，除非機器上裝有傍通溫熱管以溫熱機筒之兩端，則機器在溫熱時須向前往後擺動使蒸汽進入機筒之兩端，此則可將機器轉過原有中心約 20 至 30 度，速開總舌門 C，使足敷帶動機器超過第一原有中心，俟超過第一原有中心之後，將總舌門 C 關閉一部份，以免機器之速度過度，速度起始須慢，將總舌門逐漸開大使機器漸至其行動之速

度，機筒上之滑潤油罐現可開放，E與F活門俟乾蒸汽由其中吹出時方可關閉。

機器行動約十五分鐘至一小時後按其擔負而定，此時工程師須用手撫摸一切軸承，凡手不能摸或不可到之軸可用一洋燭套在桿上探之，一切軸承祇應微溫，如果太熱，須多加油，軸承之最大溫度，不應達到臘油之溶點，若流入軸承之油太多，可減少之。

欲停止一滑動活門無冷凝機器，祇須關閉總舌門，若機器須停止多時，則主要的停止活門必須關閉，一切餽油均應關閉，總舌門則不必關閉太緊，使易再開啓。若停止機器僅數分鐘，則放水弁E與F均應開啓，總舌門或其傍通管應微開，使機器溫熱並凝水放出。

無減壓高立司活門機器之開動及停止之法，與滑動活門機器同。高立司活門機器的機筒放水，極少困難，因其排汽活門之所在地位，則蒸汽凝結之水從其放出，所以此種機器之機筒上不設放水管，開動此種機器時，先開啓總舌門，足使機器溫熱，然後關閉總舌門，用手轉動機器，使蒸汽凝結之水，從機筒中流出，再稍開總舌門，適足使機器行動甚慢，俟其完全溫熱，再開總舌門，將機器逐漸引至其正常的速度。

一蒸汽機(有冷凝的)備有分開工作的冷凝器抽水機，則須先開抽水機，再開動蒸汽機。若冷凝器之抽水機，係由主要機器

帶動，則機器與抽水機當同時開動。開動一滑動活門有冷凝之蒸汽機，先開動冷凝器之抽水機及抽氣機，然後開動蒸汽機，與上開動滑動活門無冷凝蒸汽機同。開動機器卻在冷凝器中有足量之水流入及有數吋真空之時，當機筒上之放水弁開啓時，有空氣進入，則冷凝器中之真空小，冷凝器之抽水機及抽氣機開動時，蒸汽機可起始溫熱，機器行動經過足敷時間後，俟冷凝器中有恆之溫度時，可以校對抽水機及抽氣機至所需要之冷凝器之壓力及冷凝水溫度，冷凝水之溫度，普通約須華氏溫度 100 至 120 度，冷凝器之壓力，須約有 $1\frac{1}{2}$ 磅至 2 磅（每平方吋上絕對壓力）。

若幾具機器有一共用的排汽總管及冷凝器，則其開動之程序如下：先將機器放水及溫熱，關閉由機器至排汽總管之活門，開動冷凝器，機器行動之前關閉放水弁並開啓排汽活門。

冷凝器須開動在蒸汽機開動之前，但停止時須先停機器後停冷凝器。若機器先開動，則排汽將由冷凝器上之大氣出口逸出，而機器成無冷凝工作，若先停冷凝器，則機器亦無冷凝工作，然後有定量之沾油之水留剩冷凝器中直待再用之時，且機器先停止後，抽水機仍須行動多時，使器中不致存水。

漏進空氣，為冷凝器工作之絕大擾害，此等漏處可以燃燭查探。若有漏處，則燭焰向冷凝器吸入，因器中之壓力是在大氣壓力之下。漏處可在活門桿及活塞桿之阻漏承軸匣，一切管子的接

頭，機器，抽氣機或其他管子，此項漏氣之結果，或減小真空，或增加抽氣機所需之功率。

停止有冷凝器或無冷凝器之蒸汽機，其法相同，但有冷凝器者冷凝器必須後停，如用離心力抽水機位置供給水管之上者，則必將供水之活門關閉，使管中及抽水機中有水存滿，以備再開動時簡易。冷凝器上之大氣放入，活門必須開啓，使器中有大氣壓力，則無水侵入。

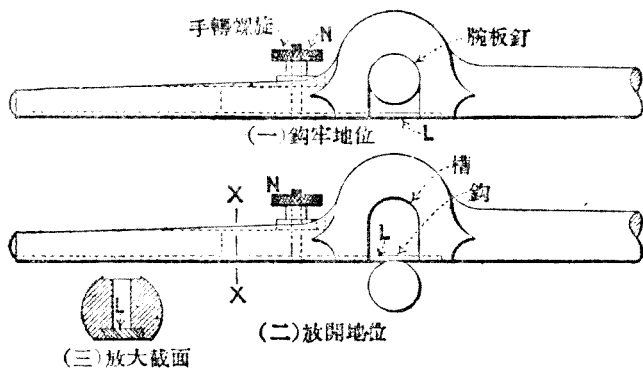
有時意外之事，因冷凝器發熱或其中充滿空氣因抽水機或抽氣機失職之故，則有冷凝工作之蒸汽器，須即改無冷凝工作以免出險。若冷凝器上之大氣放入，活門未被黏太緊，則此種意外發生時，不致有何傷害。在冷凝器失職之時，機器之壓力加增，開啓冷凝器上之大氣放入活門，則機器將排汽入大氣中。單流機在真空毀滅之時，將蒸汽從機器之減壓活門放出，此種情形係警告工作者，則增加餘隙之活門必須開啓。如有意改變有冷凝工作之機器為無冷凝工作，則停止冷凝器之抽水機，並開啓大氣放入活門，如為必需，並關閉排汽管接冷凝器間之活門。如再改回有冷凝工作時，先看準冷凝器之抽水機工作適當，且有足量之水經過冷凝器，然後逐漸開啓排汽進入冷凝器之活門，並逐漸關閉大氣放入活門。

開動一簡單分開工作的高立司活門機器，先將機器溫熱如

滑動活門機器，因此種機器之排汽活門的地位常在機筒底下，故不設放水活門。在機筒中，蒸汽凝結之水，則經過排汽活門，而由排汽管之傍管中流出。溫熱高立司機器時，先解開到達桿或鈎桿（第二百四十三圖及第二百四十四圖），並將門推上，使活門能工作不賴偏心。用開動槓桿（第二百四十五圖）插入腕板之槽內，更番提起進入蒸汽活門，使蒸汽進機筒之兩端，起先蒸汽之進入須不足推動活塞，由搖擺開動槓桿，使機器之活塞向前往後挪動一部份之動程。在機器已被完全溫熱預備開動時，將總舌門較大開啓，並提起進入蒸汽活門開動機器循其所需之方向。第二百四十六圖爲走過式，若曲柄釘在機軸之上，則蒸汽須由左端進入，若曲

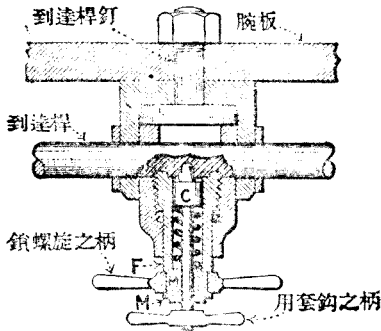
第二百四十三圖

高立司機之到達桿



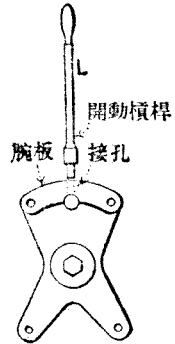
第二百四十四圖

他種到達桿與套鉤之構造



第二百四十五圖

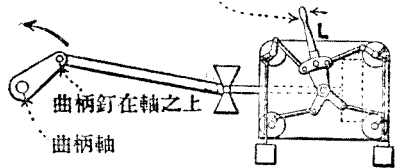
高立司機之開動槓桿與腕板



第二百四十六圖

顯示如何開動高立司機走過式

推動槓桿L以提起機筒左端活門



柄釘在機軸之下，則蒸汽須由右端進入。若曲柄是與機軸成平線時，則機器是在其原有中心上，故必須用棍將曲柄推動至適當的開動地位

上。以上方法，水平式及直立式機器均合用。用手工作活門俟機器得有足敷的速度以帶動活門，然後將門抽出使到達桿釘適當握緊，再挪開開動槓桿，逐漸將總舌門開暢以提高機器之速度，俟機器之走動達到其平常的速度之後，且在節速器管理之下，可將總舌門開暢。

開動單流機與上升活門機，與開動無冷凝之高立司機器同。用高壓及過熱蒸汽工作之上升活門機器，在溫熱機器時須小心放水，因機器之機筒垣須溫熱至甚高的溫度，故在溫熱時蒸汽凝結為水甚快，因是之故，此種機器須緩緩開動。

開動一單流機，必先將機器各部，機筒端及排汽部之水放出，然後關閉放水弁，用蒸汽溫熱機器，約十五分鐘後再開啓一切放水弁，轉動機器，使曲柄稍在原有中心之前，並稍開總舌門，讓放水弁開啓數分鐘，使機器中之水全行流出，在總舌門開啓之後，立刻開放滑潤油至一切軸承內，令機器緩慢行動數分鐘，此時應視察滑潤油之供應是合適當，新機器之速度增起須在二小時後，一切軸承須稍鬆，使其自行磨刮一較好的摩擦面。

停止一分開工作的高立司活門機器，推動節速器之傳導歪輪(第二百四十七圖)至其開動之地位上，然後將蒸汽關閉，此時節速器停息在傳導歪輪上，且是開動時之適合地位，在其他之機器上，有一桿接連節速器之開動傳導歪輪至總舌門，此桿能自動將開動傳導歪輪推至其開動地位上。

開動一複式高立司機器，必須將兩個機筒溫熱，普通之設施，係用一傍通管或通過活門，使蒸汽進入接受器，由接受器再入低壓機筒，是以此項傍通蒸汽，既溫熱低壓機筒，亦溫熱接受器，所以高壓與低壓機筒可同時溫熱，在溫熱時，在接受器上之放水弁

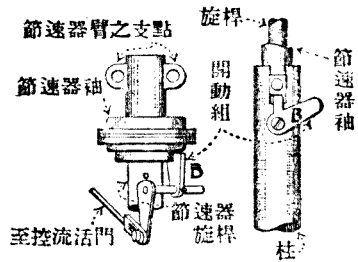
亦必開啓，傍通管上之活門祇稍開，使接受器內不發生高壓，一交複機常從開啓總舌門以開動之，若高壓活塞是在原有中心上，開啓傍通管上之活門，昇接受器以數磅之壓力，則低壓活塞常能開動機器，

若傍通活門開啓後機器不行動，則或因斷絕蒸汽太早進入蒸汽活門未開，或有過份之摩擦力，若無蒸汽進入，活門開啓則用開動槓桿提起突進缸之活塞，使一個蒸汽進入，活門開啓，如有足數的蒸汽壓力，且總舌門開啓而機器仍不走動，則摩擦力太過份或機件有擠軋之處，或係軸承太緊，或活塞在機筒中軋住，前後機筒複式機之開動與單式機同，祇高壓機筒活門須用手工作。

若複式機上無傍通管活門，則必須工作高壓機筒活門，使蒸汽入低壓機筒，低壓機筒無須溫熱，若高壓機筒因其工作在低溫度上，前後機筒滑動活門機器之開動，若單式滑動活門機器除低壓機筒必須溫熱，放水及上油，交複式機器與上同，但此種機器在總舌門與傍通管開啓時即能行動，用接受器者與上接受器之解說同。

第二百四十七圖

高立司機節速器之開動組



(一)微爾忒式 (二)富司登式

複式與多級膨脹機之停止，與停止單式機同，因祇須將總舌門關閉。其所不同處，複式與多級膨脹機有較多部份之機構須當心也。放水與上油等之手續，與單式機同。

最少每小時須依常規視察生力廠一次。一切設備歸工程師負責者，每次必須視察。聽聲音有無撞擊，撫摸軸承是否太熱，並視察各部有無漏處，滑潤油罐中之油足否，機筒與軸承中餽入之油是否適量，觀察汽鍋壓力以知伙夫之工作，注意冷凝器之壓力以知其動作。簡言之，則凡能影響於廠中工作之機件，均須認真察看。在可靠之副手未來接班之前，工程師不可遠離工廠，因機器在動作時，隨時可發生意外。

揩擦機器，不可用沙皮及其他粗糙物質，此種物質漏入軸承中能發生危害。各種無沙石之細粉或液質，最合揩機器之用。機器停止後須立刻揩擦，凡磨光各部均須上油，以免被水侵入而生銹蝕。

收藏機器一年或數年不用，則必採用以下之方法使不損壞，若活塞桿與活門桿是鋼製者，且用軟填塞物，則必須將填塞物全行取出，而桿上再抹以塗脂，使不銹蝕。若機器在停止時滑潤油之供給充足，並在其熱時已將凝結之水放盡，則機筒內部已得充份的保障，可無須拆視。但活門與活門座以及磨光的金屬機件上，均須抹以塗脂。若機器僅停止數日不用，則每日應將其走動半小

時，以保存機筒壁上，活塞桿及活門桿上之油膜。

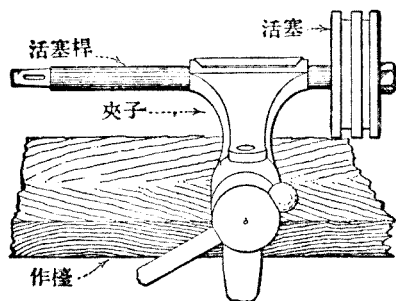
普通機器雖繼續工作，至多每年拆修一次，大多數之機器皆繼續工作，數年方拆修一次。

活塞脹圈有時必須更換，因磨壞，破碎或不合式的脹圈常使過份的蒸汽漏過活塞，鬆而破的脹圈在機器走動時發出軋軋之聲，若不速即更換，有刮傷機筒壁之虞。

更換活塞脹圈之法如下：先將活塞由機筒中取出，如呎吋不大，可用鋼夾夾住，（第二百四十八圖），舊破之脹圈（如第二百四十九圖）可用剷刀及鐵片將其掘出，一面用剷刀將脹圈掘起，

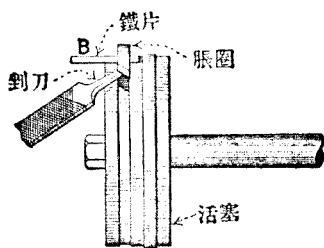
第二百四十八圖

用夾子握住活塞桿以換脹圈



第二百四十九圖

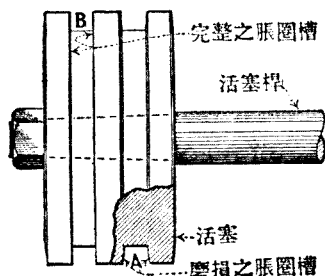
從活塞槽中取出脹圈法



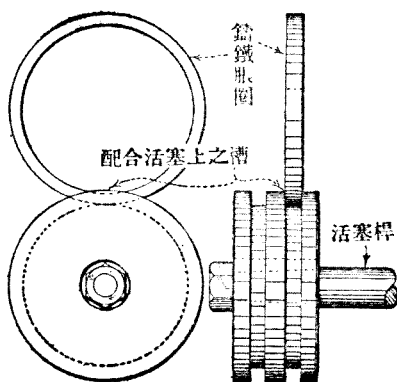
一面用鐵片墊起直至脹圈滑出為度。若活塞之槽有磨壞之處如 A（第二百五十圖），則必須用機力車床將其刮平如 B。（第二百

五十圖) 脹圈必須配合活塞上之槽顯示第二百五十一圖。若手頭有此項脹圈, 先須將其磨至與活塞槽上之闊度相合, 然後將其鋸開再裝上。普通之滑上脹圈一邊較薄, 可用鋼鋸在薄處鋸開若第二百五十二圖。所割除之截片等於脹圈圓周與機筒圓周間之相差數。做成之脹圈, 在未裝上活塞之前, 須先考察是否與機器

第二百五十圖

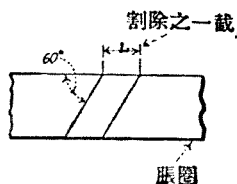


第二百五十一圖



配合。法用紅鉛油塗在機筒垣上, 將脹圈推入機筒, 並視察脹圈之何部與機筒磨刮, 可將此部逐漸剷去。此項工作, 使脹圈撐開, 既有彈性, 並有伸縮。當脹圈裝入機筒時, 其兩端之離縫約須 $\frac{1}{32}$ 吋。

第二百五十二圖



有時磨壞之脹圈, 可以用鉋在圈之

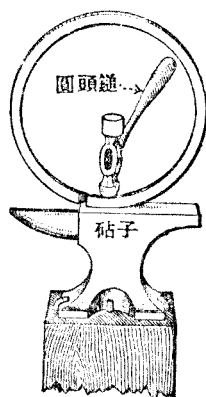
內部鉗擊，使其脹出以配合機筒，將脹圈安置在鐵砧上，用圓頭鉗擊其中間(第二百五十三圖)，鉗擊須輕，由脹圈之頭上鉗起輪轉一周，鉗之落處須離脹圈之兩邊約 $\frac{1}{8}$ 吋。

修理蒸汽機之活門為所必需，有時因活門被磨壞則有過多之蒸汽漏過。此種修理常包括(一)磨光活門座與活門之接觸面，(二)用適當之校正使接觸面積互相緊貼，各種活門之修理解釋於下。

修理平常D字式滑動活門，包括削平活門面及其座子。其種活門常用機床削平，如無機床，用器械刮平至真實的平面。用一考察平面的鋼板，塗紅鉛油其上，將活門置其上輕輕磨擦，凡活門面上之紅點，皆為高起之處，須用器械刮除。將高起處用刮刀刮去後，再將活門在塗紅鉛油之鋼板磨擦，見有高起處再刮，更番磨刮，真待得到真實的平面為止，然後將活門平面上塗以紅鉛而在其座上磨擦，更番將座上之高起處刮平，活門座上如須油槽，可以鑿取，但不可延展至其工作邊上使蒸汽漏出，D字滑動活門，無須校對，因在其外面之蒸汽壓力使活門與座子緊貼。

修理平衡的滑動活門，活門面磨擦之蓋板，必須配合如活門

第二百五十三圖



與其座子，如無機床以削平之，可用上法更番刮削使平，再校對蓋板使不靠貼活門太緊。有些機器備有螺旋以校對活門與蓋板間之接觸，其他機器上活門之蓋板，係用另一鐵板握住，可以磨到。校對活門，先用一張薄紙放置在活門與蓋板之間，用一手緊壓在蓋板上，用他手移動活門，如活門可以移動，則蓋板離活門太遠，繼續校對直至活門不易移動爲止，然後將紙抽出，則活門行動自如矣。

修理活塞式活門，常須更換活門或其座子。雖有些活塞式活門可以校正，有時磨損之處並不過份，則須更換脹圈以停止滲漏，若此不足可校對活門。若活門不能校對，則須決定磨壞之處是否全在座上抑或全在活門上，或座子與活門均損壞。若活門或座子是銅製者，則磨損處或在銅製部份，可將該部份更換，若座子與活門均損壞，則座子須重鑽大，並更換較大的活門。經此更換後，則活門與座必須磨光使相配合。法用細砂粉和油塗在座上，以活門入內磨旋，直至活門在其座子滑動自如，將座內之砂粉清出，免得漏入機筒。

修理高立司活門，須將其活門座重鑽，並鑄較大之活門以配合新座。配合活門與新座法，與上活塞式活門同。如活門座不須重鑽，祇須更換活門，可用紅鉛油塗在活門座上，而以活門入內磨試，並用刮刀將高起處刮平直至適配爲度。

上升活門極少需要修理，因此等活門並無摩擦動作。如須重

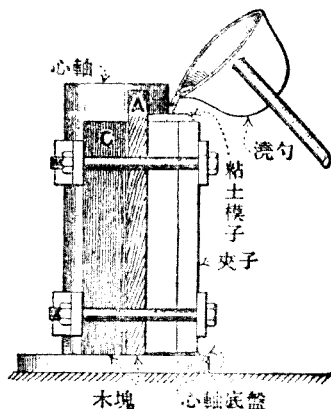
行配置，先將活門之彈簧及活塞匣取出，在活門座上塗抹和油之細砂粉一薄層，將活門擺在座上向前與往後稍稍旋動兩三分鐘，將活門移開，並將座子揩淨，觀看座子周圍是否有光亮一圈，若面積不甚滿意，可再磨旋至完全滿意為止，最好磨上升活門及其座子在機器方停而仍溫熱時。

有時軸承內裏之鈹(軟性合金)在機器工作時因受熱而溶化，或正常工作磨損，則必重鑄。先將軸承從機器上移下，預備加鈹，普通方法，是將溶化之鈹，灌入軸承壳中，用一心軸以做成裏面的鈹面(第二百五十四圖)，心軸比機軸較小，使金屬面恰正配合機軸，以溶化之鈹在機軸四周灌澆為不許可之事，故須照上法配製，做好後須將鈹面刮削以配合機軸。

拆卸一四分的主要軸承，預備灌鈹(第二百五十五圖)，將頂帽 M 及頂壳 S 先行移開，並將四分匣 Q 抽出，記號 A 與 B 顯示底壳之正當地位者，可以壳之兩端及軸承座上尋得，此等記號應相脗合，在底壳能移開之前，或須推動偏心或飛輪，

第二百五十四圖

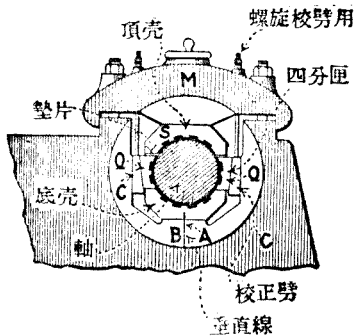
澆鈹裏法



然後可鬆除軸承外邊之螺帽，並將機軸用舉重器舉起(第二百五十六圖)，若是可以將底壳抽出。

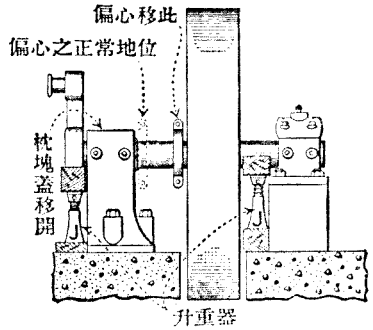
第二百五十五圖

四分的主要軸承



第二百五十六圖

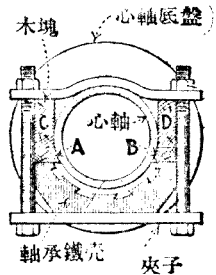
頂起機軸以移開軸承底壳



將四分主要軸承重行灌鉛，先將舊鉛鑿除，主要軸承匣須更番夾住至一心軸，心軸之直徑須比機軸直徑小 $\frac{1}{16}$ 吋(第二百五十七圖)。心軸可用機床刨平之鐵管，木塊 A₁ B₁ C 與 D 須割好並將夾校正，若軸承不能由機器拆下可照第二百五十八圖與第二百五十九圖之安置重復灌鉛。

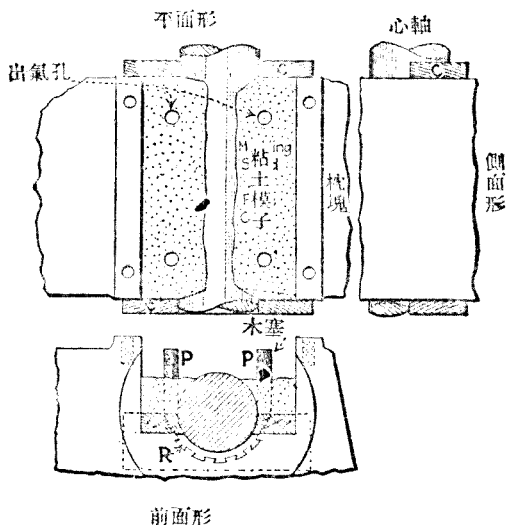
第二百五十七圖

將主要軸承匣夾住在灌鉛心軸上



主要軸承匣之重復灌鉛，須將其先溫熱至華氏溫度 150 度，使鉛流入均勻，較大之軸承，須立直灌鉛，免起縮孔，若平擺灌鉛，則心有縮孔。

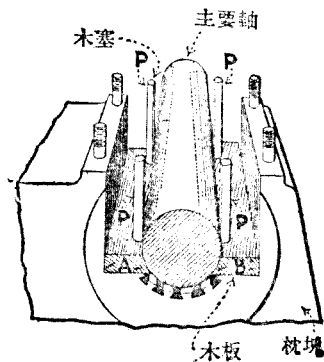
第二百五十八圖 主要軸承預灌潤滑



第二百五十九圖

灌潤於不能移動之軸承底壳法

新灌鈹之軸承須以下法完成之：先用圓頭錘將鈹裏鉸入槽內並吃緊，然後在機床上鑽刮配合機軸，再刮出三四條約 $\frac{1}{4}$ 吋闊之油槽使滑潤油從孔中散佈於軸承面，末後將軸承刮削以配機軸。



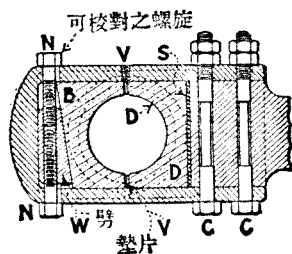
刮削軸承之鈹面法如下：

先將機軸一部份塗抹紅鉛油，將軸承安在軸上轉動數度，有紅鉛者為高起之點，必須將其刮去，注意用刮刀不可刮削太深，刮削後再將軸承安置在機軸上轉動數度，再刮去高起之點，如是重復數次，則軸承之鈹面幾全染紅鉛油，如無大片無紅色之面積，則軸承可以裝用，正當刮好之軸承，一經校正，並稍轉動，決不能發熱或發生撞擊之聲。

軸承之校正恆用劈片與墊片以補償磨損之處，主要軸承及曲柄釘軸承有劈片校對者顯示於第二百五十五圖與第二百六十圖。在第二百五十五圖之主要軸承，其兩邊匣可用劈片C校正，機軸之中心點則保守在B線上。第二百六十圖之曲柄釘軸承，用頂蓋螺旋N校正，此螺旋移動劈片W，因之推動銅片B較近固定之銅片D，有時在兩銅片間V用墊片。欲使軸承緊貼，可抽出一二墊片，並將劈片緊貼銅片，墊片之厚薄須使曲柄釘與其套配置合式。如不用墊片，則劈片不可靠貼銅片太緊，否則曲柄釘將不能轉動自由。若磨擦太甚，可在固定銅片後加入一墊片S，若不如此，則連接桿之有

第二百六十圖

曲柄釘之軸承用劈片與
墊片以校正

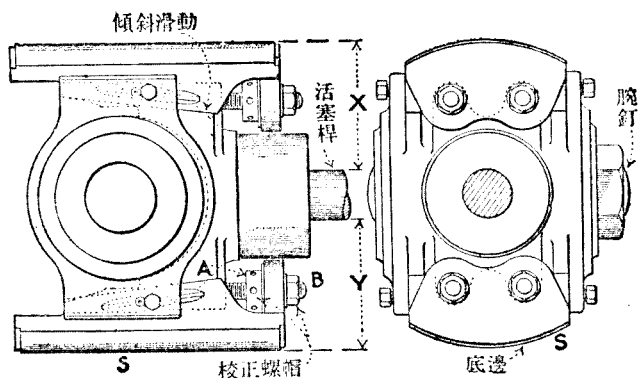


效的長度，將因固定銅片被磨損而減短，結果使機筒一端之餘隙加增而彼端之餘隙減小。若再繼續校對，則兩銅片貼緊而仍使曲柄釘在其中寬鬆，是必須將銅片邊對短方可再校矣。

校正文頭按第二百六十一圖，因下邊磨擦較甚，須將螺釘帽 A 放鬆，並將螺釘帽 B 旋緊，校正後 X 與 Y 之距離應相等，否則導組本身亦被磨損。

第二百六十一圖

校正文頭圖



軸承發熱之主要原因是：(一)油不敷足。(二)軸承太緊。(三)油不合式。(四)軸承中有沙灰。(五)外來之熱。(六)設計不善。(七)軸承不合式。舊軸承之發熱，或機架扭歪，或銅歪斜，但新配合之軸承發熱為普通之事。處治以上之擾害，當隨其原因而定，如油不足，或係油孔，油槽或油管被堵塞或損壞，如油太薄，能使

軸承發熱，如外來之熱不可免除，須用高溫度之機器油，如軸承中有灰沙或不配合，必須清理及刮削。

如曲柄釘之軸承發熱，須增加油之供給並用厚油，因在機器行動時，此等軸承無法處置，機器停止後，可將軸承拆開以查其發熱原因，若軸上之銅損壞必須更換，用鐵絲穿通油孔，新換之銅必須稍鬆，內邊須到圓使不刮傷曲柄釘。

若主要軸承發熱，須立刻放鬆並多澆以油，若仍繼續發熱，可能黑鉛粉和以機筒油設法加入，但機器之速度應稍減，冷水無塵沙者，可用在機軸上使其冷，但不可用在軸承匣上。

若主要軸承之熱可炙手且生烟，則機器須立刻行動緩慢否則軸承被溶化，在機器減慢時，可稍鬆軸承並加機筒油及加黑鉛粉和油，俟軸承稍冷，油亦足敷，則機器可以停止，軸承須按其傷害而修理之。

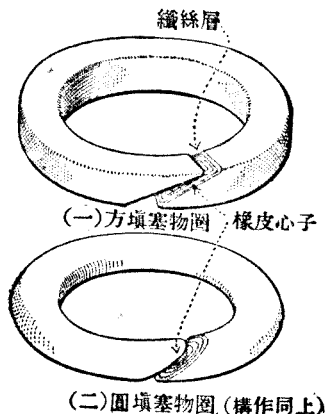
蒸汽機之填塞物，須慎為選擇並常存手頭。填塞活塞桿可用軟纖維填塞物，有彈性之金屬填塞物及依常的金屬填塞物。用軟填塞物僅採其價廉或活塞上有劃傷不能用金屬填塞物，軟填塞物皆為盤繞式，可用刀割截成圈以配機桿（第二百六十二圖），阻漏承軸匣之垣與桿間之闊度超出 $\frac{3}{8}$ 吋，可用軟填塞物，較小吋者亦可購填塞物以配之。事實上金屬填塞耐用而較經濟，柔軟的金屬填塞物與柔軟的纖維填塞物同，且能用在刮傷之活塞桿上。

並能用於過熱蒸汽，此須填塞物但不若依常的金屬填塞物耐用，且發生較多之摩擦力。依常的金屬填塞物雖價值高貴有甚多優點，因其能合用於高過熱蒸汽，有極小之摩擦力且不吸收水份，若用在新的機桿上，可經過數年不壞，被水浸透之填塞物能銹蝕機桿。在購買依常金屬填塞物，須備有略圖顯示阻漏承軸匣內部之一切呎吋並桿之直徑，與購貨單一並送交製造金屬填塞物之廠家以便照辦。抽水機之抽水機筒中，可用麻製填塞物，但用金屬填塞物較為經濟。用於活門箱蓋上及凸邊接口上之扁片填塞物，常約 $\frac{1}{32}$ 吋至 $\frac{1}{8}$ 吋厚，在華氏溫度 300 度以下，常用橡膠合質之扁片填塞物，有時亦用紫銅片或石棉片填塞物。在較高溫度處，須用紫銅片或石棉片填塞物。在極高之溫度處，必須用中嵌石棉之紫銅片，但其價甚昂，在普通工作上不必用也。

如用軟填塞物則每數月常須更換一次，更換時，先將螺帽旋下，及將套管在桿上滑開，並用鉤將舊填塞物圈逐一鉤出。新填塞

第二百六十二圖

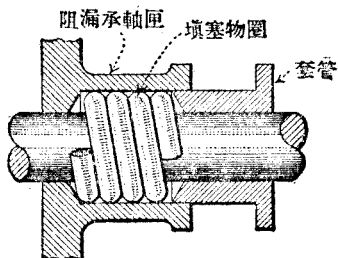
軟填塞物圈



物圈須逐一配塞齊整（第二百六十三圖），先用黑鉛粉和油塗蓋，然後將割好之填塞物圈逐一推入，每圈之接口處須更迭安置，套管祇須足緊以免巨大的滲漏，如配置完善螺帽祇須用手旋緊，裝緊自動機器上之活門桿套

第二百六十三圖

準恰之裝填塞物法



管，必須小心使不引起甚多的摩擦，否則將妨礙節速器之動作，最好先用力在套管上將填塞物推緊，然後將螺帽稍鬆。

若機器走出線則有些軸承將被壓制而發生擊撞，所謂機器走出線者，即有些機件被推動至不合之地位上，例如兩個機軸之軸承互有高低因辨基礎下陷之故，導組架之基礎下陷則發生擊撞，機架扭歪或不準確校正主要軸承皆能使機器走出線。

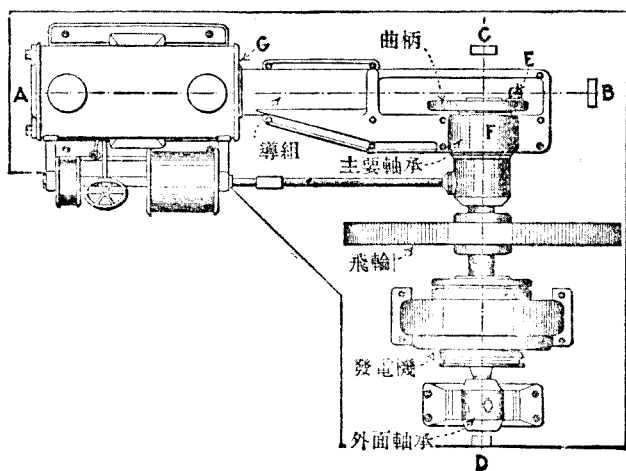
使機器在直線內須得到以下之狀況：（一）機軸之軸的中心線與其軸承須成水平的，並須與機筒之軸的中心線交切成直角。（二）導組須互相平行，並機筒之軸的中心線成平行。（三）腕釘與曲柄釘並其軸承均須平行，並與機軸平行。（四）在多數之機器中，阻漏承軸匣與活門桿須是與機筒同中心的，導組離機筒中心線是等距的。（五）曲柄釘的軸頸之中心點，須位置在機筒軸線之

鉛直面中，不論曲柄釘在何地位。

或疑及機器之直線有錯誤，或重裝經過拆修之機器，或安置新機器，則可用下法以將機器排成直線。第二百六十四圖顯示一直接連帶發電機之單式蒸汽機之平面圖形，設如其主要行動部份若活塞及桿，叉頭與連接桿，曲柄軸與發電機之電樞皆已移開，參攷第二百六十四圖與第二百六十五圖，先裝牢一木板A在機筒之左端經過其中心，在A板與B板間拉直一細鋼絲約 $\frac{1}{64}$ 吋直徑，並用一彎腳規量度，將鋼絲在A板之一端小心安置在機筒之中心上，鋼絲之彼端可用彎腳規量度，使其由阻漏承軸匣之中心

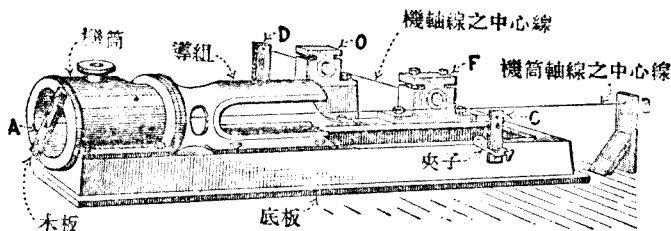
第二百六十四圖

裝製直接接帶發電機之單式機



第二百六十五圖

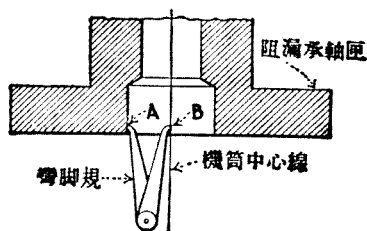
裝置機器在直線上



穿過（第二百六十六圖），然後再拉直另一鋼絲 CD，使其成水平的，並經過主要軸承 F 之軸線，而與 AB 線成直角。用一氣泡水準並一直角拐尺以做成此項工作。若鋼絲 CD 經過鋼絲 AB 之下，則軸承須用墊片墊起至其應當的地位。按 CD 線若軸承互有高低必須墊平，若機軸已校正與機筒軸線成直角，而曲柄釘的軸頸之中心點，並不落在機筒軸的中心線上，則常因機軸傾或偏心在機軸上縱長的滑動之故。

第二百六十六圖

尋找阻漏承軸匣之中心線地位



按第二百六十七圖之法，可以將機器排成直線而無移開動作部份之必要。此法之採用，因有時疑及機器走出線而發生擾害時必須核對，或有時因不便

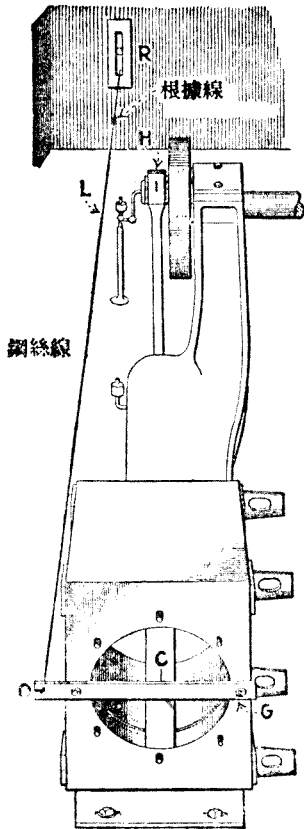
拆卸機器之故，此爲應急之法，並不如以上詳說者爲佳。茲將此應急之法解釋於下。

用一木板 GQ （見第二百六十七圖），裝牢在機筒頭之一對螺釘上，並伸出機身之外。機筒之中心點，可用彎腳規量度在另一木板上爲 C 點， Q 點之地位與 C 點是水平的，一鋼絲 QR 水平的拉直與機筒軸線成平行，做一量規 A ，（如圖）並在其上劃一 M 線。當量規 A 被握住在如圖上之地位時，則 M 點與 C 點脗合，再做一量規 B ，其兩端有釘（如圖），使量規 B 比量規 A 短一活塞桿半徑之距離。將機器推動至其右端之原有中心上，將量規 B 放在近阻漏承軸處，並在活塞桿與鋼絲 QR 之間（如圖），移動鋼絲之 R 端，使 QR 線貼靠量規 B 上之釘，此時鋼絲與機筒軸線成平行矣。然後將量規 B 放在近導組之活塞桿邊，若導組未出線，則規量 B 上之釘仍靠貼鋼絲，現用量規 A 靠貼連接桿以量在曲柄釘軸承上所劃之中央線 H ，在量規 A 上劃取 H 點之地位。將機器轉動至其左端之原有中心上，再照上法量 H 點之地位。若 H 點現與量規 A 上已劃取之點不相脗合，必須將外邊之主要軸加墊，使機軸在直線上，更番核對，俟機器在兩個原有中心上時，量規 A 所劃取之記號，與曲柄釘軸承上之中央線 H 互相脗合爲止。

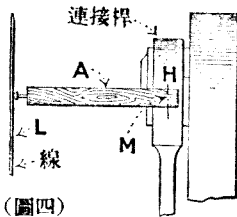
正常的主要軸承之磨消，可使機軸出線，因軸承磨消機軸連續在曲柄端陷低，此項磨消之數，可用鋼桿量規 G 量度（第二百

第二百六十七圖

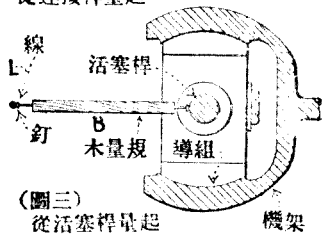
顯示核對機器直線迅速法



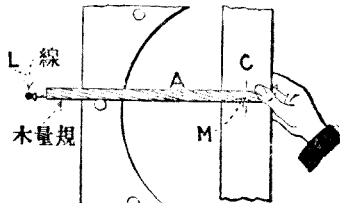
(圖一) 機筒形狀



(圖四) 從連接桿量起



(圖三) 從活塞桿量起

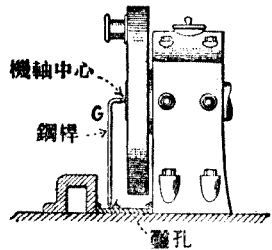


(圖二) 從機筒中心量起

六十八圖)。在機器之底板上鑿眼，可將鋼桿量規之尖端插入，量規須有若是之長度，當機軸在其準確之地位時，其彎端之尖頭適落在機軸之中心上，若是則機軸如有陷落極易查看。若機軸離其恰準之地位太低時，可用墊片塞入軸承之底壳下將其墊起，若是則能使機軸在其直線上。

第二百六十八圖

量計主要軸承磨消之法



下表為機器撞擊之原因及其處治之法，但須注意以下之警告，不可旋緊任何軸承以停止擊撞之聲，除非已知是何軸承鬆動而發生撞擊之聲。若將已校準之軸承旋緊，則將發熱，且須重行校正，即已知是何軸承或發生撞擊之聲，必先將螺旋之原來地位劃記然後旋緊。若仍不能停止撞擊之聲，須先將螺旋退回至原來地位上。

尋找撞擊之地點為不易事，因聲音在機身行動，幾乎一切撞擊之聲發生在活塞動程至盡頭時，軸承撞擊常發生在活塞從一端盡頭處起始反向動程之時，機筒因內有積水而發生撞擊之聲，常祇在機筒之一端，若連接之軸承，未曾小心校對，使活塞碰撞機筒頭而發生猛烈的撞擊之聲。

普通發生撞擊之原因，是機筒中有積水及鬆動之軸承，若未知其他原因，則必先試處治之法，如仍撞擊，則必按照下表依次試之。

機器撞擊聲之原因及其處治法表

原 因	地 方	從何得知	聲之類似	處治之法
機筒中有水	機筒	聲音或顫動	重鈍之金屬聲	機筒放水並核對停止活門
鬆懈或配置欠善之銅裏	連接桿	聲音	尖銳之金屬聲	校對銅裏
主要軸承鬆懈	主要軸承	聲音或顫動	重鈍之金屬聲	校對軸承
叉頭在導組中鬆動	叉頭	聲音	重鈍之金屬聲	校對叉頭
蒸汽進入或壓縮太早	連接桿	聲音或壓容圖	同上	校對活門
壓縮太小	連接桿	同上	同上	同上
破碎活寒脹圈	機筒	聲音或滲漏	尖鈍急響	更換脹圈
活寒鬆動	機筒	聲音	尖銳或鈍之金屬聲	加螺釘墊圈旋緊活寒桿
機筒垣不平	機筒	聲音或摩擦	同上	刮削或重鑽
曲柄釘或機軸出線	曲柄釘	聲音或量度	尖銳之金屬聲	將機軸排成直線
導組出線	叉頭	同上	尖銳或鈍之金屬聲	將導組排成直線
腕釘出線	叉頭	同上	同上	重鑽腕釘軸承

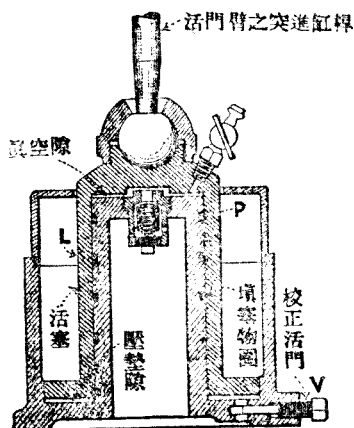
發生撞擊聲之地方，有時可用一測音棒尋出，任何輕便之金屬或木棒約 2 呎或 3 呎長而有一端光滑者，即可用作測音棒。尋找之法如下：將測音棒之一端置在機器部份，而以光滑之端近耳聽之，而將彼端逐步移動，俟聽得聲音最大之處，或即發生撞擊

聲之地方，有時用此法並不能得到滿意的結果。

走下式之機器(見前)撞擊常發生在導組中，在走下式之機器上，連接桿推動有推起叉頭之傾向，是以在活塞動程之間，叉頭將抵觸導組之上部，機器在原有中心上，則叉頭將抵觸導組之下部。若叉頭與導組間稍有餘隙在每動程之盡頭，則叉頭將擊打上部導組而落到下部導組，所以發生撞擊。當機器為走過式，則叉頭常騎在下部導組上，所以因此機器常為走過式。

高立司減壓連帶器之突進缸發生擾害之主要原因如下：在有些設計上，從舉升活塞L(第二百六十九圖)所創之真空全賴其回轉缸中至其關閉之地位，真空機筒則或用杯形墊圈填塞，或用填塞物圈P，此項填塞物必須完整以保持所須之真空。真空之失敗將阻止活門開啓迅速，若有此等事發生可暫用彈簧，

第二百六十九圖



若從壓墊地位放出之空氣所經過之活門開啓太暢，則突進缸將受猛擊，若活門開啓不足，則突進缸將突跳，或不回其停息地位

以備緊續的動程，有時亦不許活門完全關閉。

管理工廠之工程師更須將每一機器之說明妥為保存以備查察或購買機件之用，所須記載者為：(一)機器之製造廠名，何年製造，機器之號數，式樣及種類。(二)機器各部之呎吋及號數。(三)校對法。(四)節速器式樣，每分鐘公轉數，如何帶動及其動作。(五)機器每分鐘公轉數，蒸汽壓力。(六)建築基礎之材料，佔據之地位的呎吋。(七)被機器所帶動之機器是何種。

除此之外，工程師必須備有記載單，命管理人小心記載機器房中機器之工作及其他事項。此種記載，可以使廠中經理決定工作法，或須有更改之處，並決定採用如何改良而得更好經濟之法。

茲列以下之記載單式以備採用。

(一)每日工作記載單 年 月 日

第一班由 時至 時， 值班人姓名

蒸汽壓力 伏特 總數安培 總數瓦特

第 號機器開動時間由 時至 時 停止原因 工作小時

接受器壓力 反壓或真空 凝結水溫度 擔負安培

瓦特計讀數每日總數 汽鍋餽水總量

機器速度每分鐘公轉 餽水抽水機速度

以上除總量及總數外，其餘均為工作期之平均數，例如第一班工作八小時，則每小時讀數一次，將讀數總數相加以八除之即得此

項平均數，若工作時間為二十四時則有第二班及第三班，若機器不止一號則每號機器之工作均須由值班人分單記載。

(二) 保守記載單

年 月 日

第.....號機器工作小時共.....時 何處發生擾害.....

已曾修理何處..... 尙需修理何處.....

所需材料.....

用機器量數..... 用機筒油量數.....

電動機油量數..... 棉紗磅數..... 塗脂磅數.....

其他雜物.....

第十三節 用過熱蒸汽工作之蒸汽機

在蒸汽機中用過熱蒸汽常獲裨益，因用過熱蒸汽以供機器之用，實用燃料節省約從百分之六至百分之二十，裝置及保持蒸汽過熱器之費用，可從由用過熱蒸汽而節省燃料之價值相比較而決定。單式蒸汽機每 10 度華氏溫度過熱可節省燃料百分之一，用高壓力有稍些過熱之蒸汽或低壓力有高過熱蒸汽較為經濟，則全賴蒸汽機之式樣及其他工作之情況。

壓力相同之過熱蒸汽與飽和蒸汽間之異點當枚舉於下：

(一)過熱之產生起始，為飽和蒸汽或潮濕蒸汽，然後經過蒸汽過熱器再復溫熱，則無水存在而改變為過熱蒸汽，此即蒸汽之溫度在規定壓力上高於其沸點。

(二)同樣壓力之蒸汽，過熱蒸汽比飽和蒸汽之溫度高，規定壓力之飽和蒸汽，祇有一個溫度即按其壓力之沸點，但在此壓力上過熱蒸汽之溫度可比飽和蒸汽之溫熱高任何度數。

(三)過熱蒸汽之體積，比相等重量及同等壓力之飽和蒸汽之體積大，此即過熱蒸汽之密度較小，蒸汽成過熱後，其體積之膨脹，幾隨絕對壓力而變更。準恰之體積可從過熱蒸汽表上查尋，所以要充滿一規定之體積，並由是從機器得到定量之工作，祇

須輕量之過熱蒸汽，較輕量之蒸汽，祇須較小之凝結器及抽氣機之容量。反而言之，在規定容量之凝結器及抽氣機過熱蒸汽可得較高之真空。

(四)每磅過熱蒸汽中之總熱量數，比相同壓力之飽和蒸汽中者大，在相同之溫度上，過熱蒸汽比飽和蒸汽所含熱量多。

(五)過熱蒸汽稍受冷不致冷凝，飽和蒸汽經冷即凝結，但用等壓力之過熱蒸汽有過熱溫度，在過熱溫度未被吸取殆盡前不致凝結。

(六)由實驗所得，過熱蒸汽被減除同等熱量時，其低減之體積比飽和蒸汽的多，是以在同一情況下工作，用過熱蒸汽壓容圖上之膨脹線低降較飽和蒸汽者快。

(七)過熱蒸汽若與少量水接觸，能將一部份或全部之水蒸發，若飽和蒸汽則不能蒸發水，是以過熱蒸汽中終不帶水。

(八)過熱蒸汽比飽和蒸汽能減低熱之傳導，因其中無濕度，所以過熱蒸汽不丟失熱量於管垣，若飽和蒸汽當其經過管中時。因此之故，雖過熱蒸汽有較高溫度，輸送同等壓力之過熱蒸汽較飽和蒸汽為經濟。

(九)過熱蒸汽比飽和蒸汽有較少的液體摩擦，所以用過熱蒸汽因其細入機器所丟失之壓力小，現定體積之過熱蒸汽，在一規定之時間中，流動這一規定之管子，所丟失之壓力，將比同體積

之飽和蒸汽少。因過熱蒸汽之密度小，在同等壓力上，經過管子之過熱蒸汽重量比飽和蒸汽小。

用過熱蒸汽之活門常為活塞式或上升活門，機車或航用機器用過熱蒸汽工作者常為活塞式活門，陸地上固定機器用高過熱蒸汽工作者常有上升活門，單式滑門機器祇能用稍過熱蒸汽，因其暴露於熱且乾的汽體常傾向於扭歪，下表顯示各種活門可用過熱蒸汽之最大的過熱溫度。

各種活門能容受之最大壓力及過熱溫度表

活門式樣	絕對壓力 每平方吋磅數	過熱溫度 華氏溫度計	總數溫度 華氏溫度計
扁形滑動活門	125	50	395
高立司活門	200	120	500
活塞式活門	175	200	570
同上	250	170	570
上升活門	250	200	600

用高立司活門之良好實施是用約華氏 50° 度之過熱，50° 度之過熱最易得而價廉且最有益，有時亦用比表上者過熱溫度略高之蒸汽，但普通之實施，較上表所載之值略低。

製作用過熱蒸汽之活門用鑄鐵或鑄鋼，白銅或鐘銅。安全活門之座子須用白銅，軟黃銅則不可用。活塞式活門及其座子須同時鑄造，以保證在溫度改變時有同樣之脹縮。高立司活門應用上

等鑄鐵(上升活門同),可用於過熱蒸汽有總數溫度華氏 550° 度,其項活門因高溫度蒸汽之動作有永久的增長呎吋之傾向,活門本身用鑄鋼,活塞式活門之外套用鐘銅。

用過熱蒸汽之機器,其機筒油宜用最上等而不因蒸汽之溫度而分化者,高過熱蒸汽在機器工作滿載擔負不能在機器中凝結,少量之重的機筒油能供給滿意的滑潤,摩擦與高溫度皆傾向於化分不適當之油而成炭質垢積,所以必須用高等油,機器用過熱蒸汽,而其工作情況是平均較輕的擔負,則每動程需要相對較小體積之蒸汽,進入機筒之蒸汽雖乾在動程之末時一部份將凝結,若蒸汽起始祇有中和的過熱則進入高壓機筒時乾燥,但在動程之末時一部份將凝結,在此等情況下則不太稠或稀的機筒油能供滿意的滑潤,第二號或第三號之黑鑛油最合用於各項過熱蒸汽之情況。

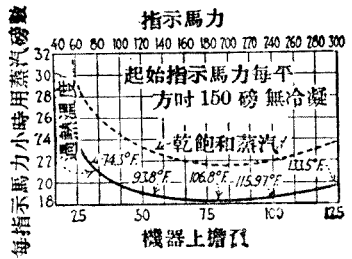
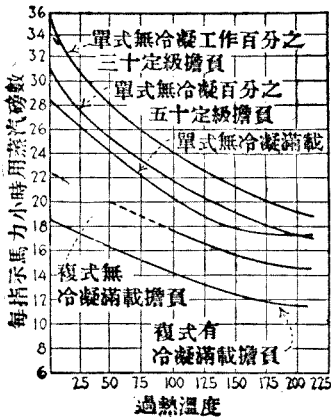
用過熱蒸汽工作之機器並不需要更改其工作之法,機器活門及其滑潤組織須合用於所用之過熱溫度,高壓過熱蒸汽必須用金屬填塞物,因軟性填塞物不能受高溫度及高壓力,填塞物之套管亦須有單獨的並有壓力的上等油之供給。

用過熱蒸汽工作之反流機器,供給於機筒及活門之滑潤油宜用噴射法,詳第十五節,但有時將油從孔眼流入活門箱,供給活塞式活門之滑潤油則從裏套之中部四周流入。

採用過熱蒸汽則稍免除複式機之向慕，前已詳說複式機之採用係欲減少機筒凝水，用過熱蒸汽時，其過份之熱量阻止立刻凝結，且可保守蒸汽乾燥直至斷絕蒸汽時。且過熱蒸汽有較小之導熱係數，結果則有較小之熱量輸送於機筒垣，所以單式機用過熱蒸汽較複式機或三重膨脹機用過熱蒸汽更為經濟，（見第二百七十圖及第二百七十一圖）。複式機之經濟，用過熱蒸汽亦不如用飽和蒸汽大，此等事實則顯示於下表。

第二百七十圖
顯示過熱蒸汽影響
機器之水額
蒸汽壓力每平方吋
100 至 110 磅

第二百七十一圖
顯示過熱溫度影響機器之水額
16×22 吋高立司機器



各種機器從用過熱蒸汽可得之節省表

機 器	華氏溫度 度過熱在平均壓力上	
	節 省 百 分 比	
	蒸 汽 節 省	熱 量 節 省
單 式 機 及 壓 氣 機	18	13.5
複 式 機 及 壓 氣 機	14	10.5
三 重 膨 脹 機	12	9.0
單 作 抽 水 機	22	16.5
複 式 抽 水 機	18	13.5

複式機與三重膨脹機用高壓蒸汽工作比較用過熱蒸汽獲益，是以此種機器須用高壓與稍過熱之蒸汽。

單流機用過熱蒸汽甚為經濟，單流機皆為單式機但如須增高其經濟須工作冷凝，在此情況下用過熱蒸汽最有利益，滑潤單流機之機筒，油須從機筒之兩端射入使與蒸汽混和，因單流機中蒸汽流動幾成直線，油與蒸汽混合後，則不黏附機筒壁上，活塞之動作將油攤在機筒壁上。

複式機或三重膨脹機用過熱蒸汽，則蒸汽常在減壓之前，在高壓機筒中成為飽和蒸汽，是以進入接受器之蒸汽是潮濕的。在此情況，常須用一復溫熱器，使蒸汽在未入低壓機筒之前，溫熱成過熱蒸汽。

單式機用較低壓力並較高過熱蒸汽工作最能獲益，因機械

上的原故，高壓蒸汽不合用於單式機，欲高效率，單式機須有較大的溫度範圍，用高過熱蒸汽而有相對的低壓，可以得到大的溫度範圍，而無機械的困難並過份的機筒凝水。

用過熱蒸汽之機器與用飽和蒸汽之機器的比較：

優 點

- (一)增加機器效率。
- (二)減少需要油量。
- (三)規定之功率上祇須較小重量的蒸汽。
- (四)減少機筒凝水並機筒積水而發生之擾害。
- (五)減少輻射及壓力丟失。

弱 點

- (一)需要添置設備。
- (二)需要高等滑潤油。
- (三)需要金屬填塞物。
- (四)若汽鍋餽水不潔塵垢由蒸汽過熱器帶入機器而受損。
- (五)或使鑄鐵部份更變形狀及呎吋。

第十四節 選擇蒸汽機

選擇蒸汽機之主要點，是計算由機器發生單數機能之價值，計算此項價值，則廠中一切費用均須包括在內，機器本身之買價或低廉，但其水額或高，則發生之功率比用蒸汽少而價昂之機器值高。反之則用少量蒸汽之機器，不一定比用多量蒸汽而價低之機器所發生之功率值廉。須知計算產生功率之價值，應包括一切費用，其計算以一年計。

$$\text{單位功率之價值} = \frac{\text{全年費用}}{\text{一年中所產出功率之總數}}$$

計算單位功率之價值，一切費用大概可分兩類：

(一) 固定的開支，此等費用，在機器工作時與停止時無少變動，即資本的官利，房租，（包括保險費與捐稅）及機器因漸陳舊而貶值是也。

(二) 工作上開支，此費用與產生之功率成比例，即工資，燃料，水費，材料及修理是也。

固定的開支之規定約為機器價值的百分之十五，例如機器及其裝置共計洋壹萬元，則固定的費用每年以洋壹千五百元計。然須按地面上之情況，而更變因官利房租與稅捐皆無固定之數

(市鎮與鄉僻處大不相同)。有時所處之地方不能保險，則必須將貶值一項提高以防萬一失火之損失。所謂貶值者，即物件因陳舊而貶價之義，此須按物件可應用之年數而定。若機器之買價是洋壹千五百元，可保用十五年，則每年須提存銀行洋壹百元，以備十五年以後更換新機器之用，以實驗所得蒸汽機平均之壽命如下。

高速機可保用十七年，中速機二十年，低速機二十八年。

機器之工作費用是：(一)保守工作之費用，包括修理及添配機件，此項費用，約計機器價值的百分之四。(二)材料之費用，包括機器油，機筒油，填塞物，木紗及其他雜物。蒸汽之價值，隨汽鍋之狀況及燃料之代價而更變。如經小心工作及勤慎管理，則以下之估計約相脗合，即每年每馬力(1000馬力機器)須洋壹角，油與雜物費用應不超出全數工作費用的百分之九。(三)隨值的費用，包括工作工程師及工人之工資。工作工程師常可管理數架機器，但工廠工作二十四時或須有三班值班人。

每年機器之費用是固定的費用加工作的費用，下例為兩種式樣機器之經濟比較。

[例]比較一上升活門機器與一滑動活門機器每年之費用，機器之定級的馬力皆是 200 h.p. 並皆用飽和蒸汽工作無冷凝，上升活門機器每小時每指示馬力用蒸汽 18 磅，滑動活門機器每小時每指示馬力用蒸汽 29 磅，廠中原有汽鍋壓力為每平方吋

175磅，並每平方吋 125 磅，上升活門機器用 175 磅壓力之蒸汽，滑動活門機器用 125 磅壓力之蒸汽，設每千磅 175 磅壓力之蒸汽價值洋五角一分，並每千磅 125 磅壓力之蒸汽價值洋五角，因廠中工作之情況須有兩架同樣之機，一架係備用者。

[答]固定的費用	上升活門機器	滑動活門機器
機器之價值	\$4,175	\$2,225
基礎及安置	<u>625</u>	<u>625</u>
第一次費用總計	<u>\$4,800</u>	<u>\$2,850</u>
固定的費用	上升活門機器	滑動活門機器
官利六釐	\$288	\$171
機器貶值以十八年計算	266	158
房租	70	70
捐稅與保險費合二釐	<u>96</u>	<u>57</u>
總計固定費用	<u>\$720</u>	<u>\$456</u>
連備用機將總計加倍共計	<u>\$1,440</u>	<u>\$912</u>

工作費用（按每年 700,000 指示馬力小時算）。

蒸汽 12,600,000 磅，

每千磅洋五角一分 \$6,426

蒸汽 20,300,000 磅，

每千磅洋五角 \$10,150

油與其他供給	\$255	\$255
隨值人工資	3150	3150
修理 (估計數)	<u>115</u>	<u>95</u>
總計工作費用	<u>\$9,916</u>	<u>\$13,650</u>
總計每年費用	<u>\$11,386</u>	<u>\$14,562</u>
		<u>\$11,386</u>
用上升活門機器每年節省		<u>\$3,176</u>

按以上斷論，上升活門機器較為經濟，此因較低水額之故，若煤價低廉，設每年機器工作時間減短，則每年之費用相差數少於以上之數，則滑動活門機器價廉或比較合算。

單位功率之價值是每年之費用與全年機器產生之總數功率相比，(已詳前)並參考下例。

[例]設按上例之機器，每年產出 650,000 馬力小時之有用的機能，如購買電能改變機能有百分之八十二的效率，若每仟瓦小時計洋四分，比較是否合算。

[答]購買機能(由電能改)價 = $4 \div 0.82 = 4.9$ (即每仟瓦小時計四分九釐)

從機器所得，機能單位價值 = 全年費用 \div (全年總數機能之產出)。

$$= 11,386 \div 650,000 = \$0.0175 = \text{每馬力小時計一分七}$$

釐五毫

$$= 1.75 \times \frac{1000}{746} = 2.35 \quad (\text{即每仟瓦小時計二分三釐})$$

五毫)

則機器本身所產出之機能較購買者價廉。

在選擇蒸汽以配合規定之工作以前，須先決定並估計以下各點：(一)機器之馬力。(二)機器之速度。(三)工作情況，若起始蒸汽之壓力，溫度，機器所用蒸汽之供給，機器工作有冷凝或無冷凝，汽鍋之量率及燃料之價值，若機器工作是無冷凝，排汽須用以溫熱及其他工作，需要排汽之量數。(四)工作性情，如不同時間中之擔負，希望機器工作之年限並廠中所有機器之式樣，若係新建之工廠，則以上各點祇可估計，不若舊工廠之由已往的結果而推算較為準確也。

欲決定機器的適當馬力，須考慮以下兩點：(一)機器須負載的最大擔負。因機器不能負超過百分之二十五的過載擔負且工作經濟，機器工作之後，功率之需要常漸加增，故選擇機器，其定級的正常擔負極少須與廠中須要最大之擔負相等。(二)機器須連續工作。有些工廠中機器有時可以停止以便修理，在停止機器期間功率可向他廠購買，在其他廠中，尤其是發電廠不能停止供電，必使無停止之危險。在此種廠中若最大之機器須修理，則其餘之機器能負帶全部擔負。

設廠中有最大之擔負是 400 馬力，若預備能停止，則廠中應設備一架 400 馬力機器或兩架 200 馬力機器，若不許停止工作，則廠中須設備兩架 400 馬力機器或三架 200 馬力機器。

欲決定機器之適當速度須考慮機器供用之處。若用以連帶發電機尤其是交流發電機須有高速因高速發電機之價值小，且高速機器可以直接連帶發電機。若低速機器須用皮帶連帶或用較大並價值較高之發電機。若機器不須帶動發電機，則工作之狀況可決定其適當速度，但機器之適當速度須同其他事實並行考慮。若機器是用皮帶接帶其擔負，則接帶滑車之速度與被帶滑車之速度的比率不得超過六比一，但四比一與五比一較為適宜。

直接連帶交流發電機的機器之速度按發電機所需之頻率及場極數而決定。

$$\text{機器每分鐘公轉數} = \frac{150 \times \text{頻率}}{\text{場極數}}$$

選擇機器時欲考慮工作狀況，須顧及：(一)供給機器之蒸汽的狀況，由此可決定機器應用之活門。(二)廠中所須排汽量數，由此可決定機器之水額。(三)應有冷凝工作或不應有冷凝工作。(四)現有汽鍋之量率及冷凝器之容量，可決定所選擇之機器是否須添加汽鍋及冷凝器，有時用水額低之機器，不必添加汽鍋或冷凝器，若選擇價廉之機器，因其水額大，須添購汽鍋及冷凝器。(五)燃料之價值可決定何種機器為經濟。若在煤礦上或鋸木廠

中，燃料價廉，不須用高價購水額低之機器以節省些少燃料之值。

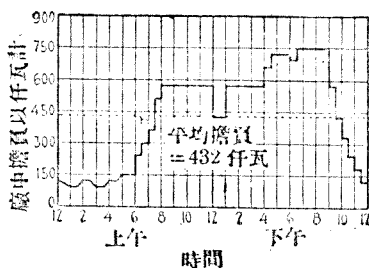
工作之性情影響於機器之選擇：(一)廠中擔負曲線，(第二百七十二圖)。廠中擔負曲線，是一圖解，顯示各時不同之擔負需要機器之總數輸出功率，從曲線上可知在何時至何時機器必須負載定級的滿載擔負及其他時間內之分數擔負。在此項時間中可決定機器之工作經濟與否。例如一架機器在大部份之時間內祇在四分之一的定級的滿載擔負下工作，則機器之選擇，須根據其四分之一的滿載擔負時之水額，

而不應根據其滿載擔負時之水額，若機器在大部份之時間中停止工作的，則機器之選擇，須考慮固定的費用而決定。(二)機器之壽命。連續工作的機器之壽命當然比極少工作之機器的短，但機器之壽命，工作者與少工作者不甚相差，因極少工作之機器，雖不由工作而陳敝，逐漸亦成無用。(三)廠中之其他機器。若廠中已設備有蒸汽機，添購機器時，除有其他原因外，須購與舊機器同樣並同一廠家所造的，此可保證明瞭一切機器，若新舊機器完全一樣，可以減少購買機件以備修理時用。

第二百七十二圖

600 仟瓦發電廠之每日

擔負曲線



廠中之擔負因數是每日平均功率之輸出數與最大擔負的比率，每日平均功率之輸出，是從計算每日總數功率之輸出（仟瓦小時或馬力小時），而以每日工作小時除之，即得。

$$\text{擔負因數} = \frac{\text{平均功率輸出}}{\text{最大功率輸出}}$$

〔例〕按第二百七十二圖，尋得平均功率之輸出是 432 仟瓦小時，而最大功率之輸出是 750 仟瓦小時，試算擔負因數。

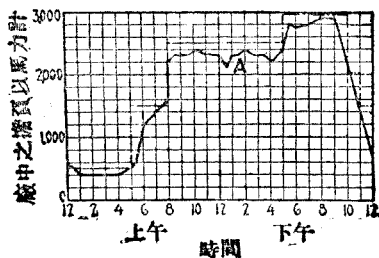
〔答〕擔負因數 = $432 \div 750 = 0.58$ 即 58%

機器呎吋大小之選擇必須合用於擔負曲線，其工作進行必須經濟，尤其是在大工廠中，該處需用多數之機器，以負帶最大的功率輸出，機器呎吋大小之選擇，使其在不論任何時間中，不負帶按其定級的擔負之小分數擔負，茲舉下例以詳說之。

第二百七十三圖代表工廠中之擔負曲線，廠中需要機器之設備以合用於該擔負曲線，此極顯著。從午夜至上午五時，一架 500 馬力機器可帶此擔負。從上午八時至下午五時用合 2500 馬力（數架機器）負擔。最大之擔負是在晚間，用合 3000 馬力（數架機器）負

第二百七十三圖

顯示工作機器法以恰
對機廠中之擔負線



擔。設廠中將有以下的機器之設備，500馬力機器一架，1000馬力機器一架，並1500馬力機器兩架（一架係備急用）。然則由午夜至上午五時，祇須一架500馬力機器工作。從上午五時至上午八時，祇須一架1500馬力機器工作。由上午八時至下午五時，須用一架1500馬力機器與一架1000馬力機器共同負擔。從下午五時至下午十時，或用兩架1500馬力機器工作，或一架500馬力機器，一架1000馬力機器及一架1500馬力機器共同工作。從下午十時至下午十一時，用一架1500馬力機器並一架500馬力機器，已敷擔負之支配。至下午十一時可將一架500馬力機器停止，祇留一架1500馬力機器工作至午夜。若是，則在不論何時，機器皆未負帶小分數之擔負，若有一架機器須修理，則廠中仍可照常工作。

機器之選擇合於規定工作包括單位功率價值之計算，凡機器之馬力，速度及其他性情合用於廠中之需要者，均須經過以上之計算。各種可合用之機器，經過單位功率之價值後，何種較優即可決定。

蒸汽機製造廠家，當出賣機器時，除送交將來之買主機器類別單及價目單外，尚需加一寫繕或印就的機器工作保證單。在此保證單上，製造廠家常須指定其機器在一規定情況下，工作滿載擔負時之水額定數，及分數擔負時之水額定數。買主或在購機器合同上註明，若機器造作完成時經過考驗後，結果如與保證單上

所載者不符，則買主可以不接受此種機器，或按比例折價。有時製造廠家亦要求若機器經過考驗後，如結果較優於所保證者，須按比例加價。若雙方同意，可在合同上註明。

機器造成後之考驗須由買賣兩方同指導及監視，考驗之地點應在其製造廠中，或機器已裝妥在買主之廠中以後，如對於考驗之結果有所懷疑，可以按保證之標準而改正之。

改正考驗結果至標準情況之法，可參考下舉之例，並用以下之定例：

(一) 蒸汽起始壓力相差，則每磅壓力相差數改正蒸汽消費加或減千分之二。

(二) 每 10 度過熱溫度相差，則改正蒸汽消費加或減百分之一。

(三) 每吋真空相差，則改正蒸汽消費千分之五。

[例] 設機器考驗之結果，顯示蒸汽機在 $\frac{3}{4}$ 擔負(滿載擔負的四分之三)下工作，每指示馬力每小時用蒸汽 22 磅，實在工作情況如下，蒸汽壓力每平方吋 160 磅，過熱溫度華氏 50 度，真空 27 吋水銀，若蒸汽壓力每平方吋 175 磅，過熱溫度華氏 75 度及真空 25 吋水銀，則改正之蒸汽消費每指示馬力每小時應用若干磅？

[答] 用以上改正定例，壓力改正 = $0.2(175 - 160) = 3.0\%$

$$\text{過熱溫度改正} = 1 \times (75 - 50) \div 10 = 2.5\%$$

$$\text{真空改正} = 0.5(27 - 25) = 1.0\%$$

因蒸汽壓力高，過熱溫度高及真空高能減少蒸汽消費，則淨數改正為：

$$(1 - 2.5 - 3.0) = -4.5\%$$

$$\text{則改正之蒸汽消費} = 22 - (0.045 \times 22) = 21.01 \text{ 磅。}$$

是則每指示馬力每小時用蒸汽 21.01 磅。

凡買主欲向製造廠家索取機器價目必須將以下各條開示：

- (一)機筒內直徑，動程之長度及需要之馬力。
- (二)式樣，直立式或水平式，單式，前後機筒或交複式，單流或反流，中央曲柄或傍邊曲柄，若係邊曲柄欲在左邊或右邊。
- (三)速度，平常及限止的速度。
- (四)蒸汽壓力，有過熱溫度否。
- (五)節速器，控流或斷絕蒸汽式。
- (六)活門式樣，滑動式，活門式，高立司或上升活門。
- (七)反壓或冷凝器真空數。
- (八)滿載擔負時所欲有的水額及分數擔負時之水額。
- (九)速度之調變，滿載擔負至無擔負之更變，突改的或漸改的。
- (十)帶動，用繩子或皮帶或直接。

(十一)機器欲走過式或走下式。

如係接帶發電機者，則發電機之式樣，電壓及擔負須詳細開明。

第十五節 蒸汽機之滑潤

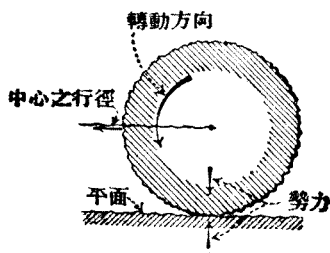
滑潤之意思是減少摩擦，機器之因摩擦而受極大的經濟損失，但此等損失決不能完全避免，如小心選擇及採用適當之滑潤油，可以減少此種損失，在解說滑潤問題之前須先述機器及其軸承中摩擦之原因及結果。

摩擦是一抵抗一個物體在另一物體上運動之勢力當兩物體面接觸時，簡言之，摩擦力有三種：(一)固體間滾動摩擦力，如球形或滾珠軸承。(二)固體間之滑動摩擦力，如平常的軸承或活塞與機筒間之摩擦力。(三)液體間之摩擦力，如水或蒸汽流動成流。

固體間之滾動摩擦可由第二百七十四圖顯微鏡顯示的固體之構作，凡固體面上皆遮蔽有極小的凸出與凹進之處，當一物體停息在另一物體上則凸凹之處互接以阻其運動，欲試其一滾動(見圖)則在上之物體須稍升起在凸凹之處滾動再陷落，則滾動時其

第二百七十四圖

放大的小圓筒體截面

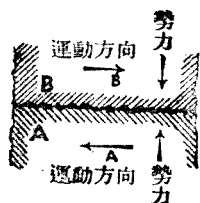


動作包括一次第的升起與陷落，物體中心之行程成一屈折線。滾動之物體與他物體相碰處將稍平扁，因此物體之微子行動，內部在微子間之阻力阻其行動，此即兩物體間之摩擦力。磨損由於凸起之處被碰破，碰去凸起必發生新凹處，毗連處又發生新凸處，由是摩擦面逐漸磨損。

固體間之滑動摩擦，第二百七十五圖，與滾動摩擦相似。其主要不同處是兩接觸面上有多數之凸凹處互接，在滑動摩擦中，接觸面積大，當兩面積彼此滑動時，一面必稍升起與滾動摩擦同。但在滑動摩擦中，此種分開有抵抗握住物體在一處的力之結果，現因滑動一物體在另一物體上之力必須將物體分開，此則須反抗握住物體之力，此已顯明由做工作而使其滑動。此項滑動一物體在其他物體上之力，即係欲克制摩擦力之力，阻止一物體在其他物體上滑動之阻止力謂之滑動摩擦力。

液體微子間之摩擦力從尋思液體流過一管子時之速度而解說之（第二百七十六圖），實際上液體之速度在管中各點上並不相同。在管中心之速度最大而在管垣上之速度最小，雖無準確之量度則事實上液體在管垣之速度將等於零。在直徑 ab 上在任

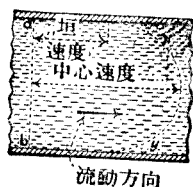
第二百七十五圖
放大的兩固體截面
滑動的接觸而無油



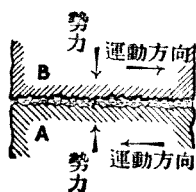
何地點之速度用圖解代表是從 ab 至曲線 xy 之距離(見圖)。現既在兩毗連點上之速度不相等，則顯明毗連的液體微子在流動時，則一些微子必流動在其他微子之上。此種行動被微子間之內部勢力所阻，此項阻力之總數包含管中之液體摩擦力，大概液體之摩擦力較之滾動或滑動之摩擦力小甚。滑動摩擦力代以液體摩擦力，當液體被引入兩固體滑動面之間而存留其間。此項液體黏貼在固體上，如有足敷的量數則將固體分開，因而阻止其凹凸處互相啣接。液體則分開兩面在固體上滑動，液體之摩擦力須按所用之液體而定，用液體摩擦力以代固體摩擦力之利益是減少淨數之摩擦力，由是免除摩擦。

軸承面間用油之原因，是油含有兩種性質為軸承液質之最要者：(一)軸承液質須使軸承面上潮濕，此即能黏固於軸承面上而自身不分層，並能隨滑動固體行動。(二)不被排擠，此即其微子必須互相黏貼堅固不被固體間發生之壓力擠出，此項性質之相對的名稱是，(1)黏合力及(2)凝聚

第二百七十六圖
顯示液體在管中各部
有不同之速度



第二百七十七圖



力，此兩種性質之強度在不同之油中互有相差。

液體之黏性是量其內部之摩擦力或阻止流動力，黏力大之油是稠的且流動慢，黏力小之油是稀的且流動快，油之黏力之度量常以規定量數油流過一小管所須之時間，除量其液體摩擦力外，液體之黏力之量度亦多少量其凝聚力。

油之黏力隨溫度而變更，油之溫度加增則其黏力減低，是以欲知油的黏力係按其所用處之溫度。

滑潤物可分三類：(一)固體的，(二)半固體的，(三)油。每類當分別解說於下：

固體的滑潤物是不常用的，有時用之以光滑軸承面因其有細小的凹處，黑鉛粉，滑石粉，壽山石粉（即皂石）及雲母石粉是固體的滑潤物。以少數的固體滑潤物，常與半固體的滑潤物混合，用以餽入軸承，有時固體之滑潤物與油分開餽入軸承，固體滑潤物不能從軸承擠出則能保守軸承涼冷，比其他滑潤物好，實驗時顯示當進放固體滑潤物時，在片刻間軸承之摩擦力加增，但即減低，固體滑潤物實可光滑軸承面。

半固體之滑潤物是在普通房中之溫度下不能流動，此種滑潤物謂之塗脂。如屋中之空氣中有塵沙若水泥廠中用塗脂滑潤軸承最佳，若軸承之溫度高者亦應用塗脂。且塗脂之性質，能填平軸孔之凹孔，並能阻止塵沙進入。塗脂亦需用於不易上油之處

如機軸節速器及其他相似的軸承中。除有以上的不使用滑潤油之原因外，則不應塗脂，因其滑潤性質甚劣，若在機軸中不能融化，能發生巨大的摩擦力，即使融化，其滑潤性遠不如油。

油有三種：(一)礦油是從生石油中提煉而得，在提煉時可得許多等級的油。(二)固定的油是得之於動物或植物者，此等油不能提煉，且受空氣中氧之影響而成固體或化去，此等油分化成酸時傷害軸承面，但其黏合力比礦油大，故不易被軸承面擠出。(三)混合油是礦油與小分數之固定油混合而成，此等混合改善礦油之黏合力，但使其易成膠而銹蝕金屬物，且不與水分開。

油之一定性質可以考驗，且從此種性質上可以決定油之合用與否，考驗上最主要者是油之以下各性質：(一)比重，(二)黏力，(三)燃點，(四)凍點。除以上之考驗外，尚須決定油中包含污物之量數，此則可用紗布濾出。

從油之比重，可知油之來源及其提煉之法，油之比重是一規定體積之油的重量與同樣體積之水的重量相比，最簡單的尋油之比重法，是稱準一空玻璃瓶之重量，先裝滿水稱之，減去空瓶之重量則知水之重量，將水傾出，再裝滿油稱之，將空瓶之重量減去，則知與水同樣體積的油之重量，將油之重量，以水之重量除之，則等於油之比重。例如空瓶之重量是50克，一瓶水之重量為250克，瓶與油之重量為210克，則油之比重是 $(210 - 50) \div (250$

$-50) = 160 \div 200 = 0.8$ 。油之比重與油之滑潤性質無直接關係，油從粗油提煉比從煤油提煉者重，油用酸調治者比用隔濾調治者重。

量油之黏力常須用一量黏力器（見第二百七十八圖），先將需量黏力之油灌滿貯藏所 B，直至油起始氾溢至 C，將油池 A 燒熱至需要之溫度，然後將塞子 D 拔去，油則從 B 流出，經過出口 F 而入玻質量罐 G。用一記時計以記油流至玻罐上記號時所需之時間，考察時須加意小心使無渣滓或其他阻礙物流入 F 管內。量黏力時所需要之溫度如下，（一）機筒油須在華氏溫度 212 度，外部所的油之溫度須在華氏溫度 104 至 140 度。

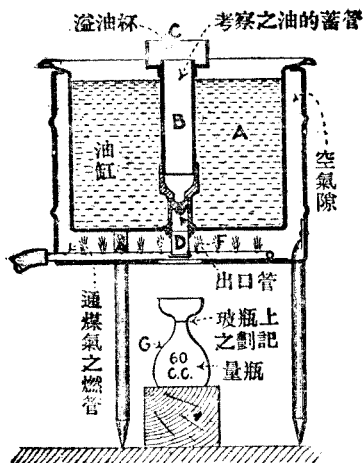
考察油之燃點，係決定當其用在高溫度時與空氣接觸是否合用。所謂燃點者，即油在若是溫度上以火近之即燃燒。着火點者，是油在若是溫度上以水近之即燃燒，將火移開仍繼續燃燒。按第二百七十九圖，決定燃點之法是將油在鍋中燒熱，隨時持火近之至油面上着火爲止，油之燃點低者，則不合用於高溫度若壓氣機之機筒等。

尋找油之凍點，是決定此種油是否在低溫度之處合用。凍點者，即油之冰凍溫度，最簡易之考察法，是將油裝入一試管，不可裝滿，管中置一適當之溫度計，將試管放入一玻杯中盛和鹽之冰塊，俟油冰凍後，將試管取出，用手指握住，略微傾斜，俟油起始

流動，在此溫度上即是油之凍點。

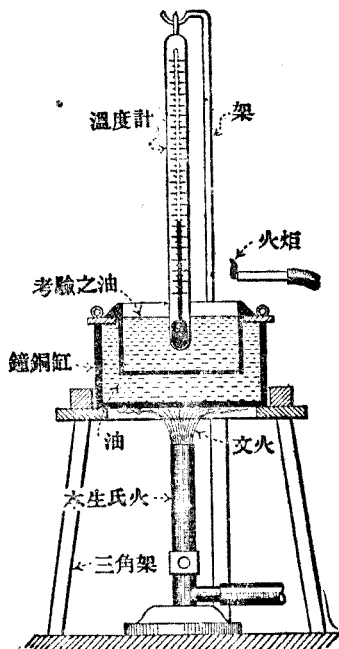
第二百七十八圖

量油之黏力器



第二百七十九圖

考驗燃點器之截面



選擇用油必須能滿足以下三要點：(一)用油必須合於軸承之機械的狀況。(二)油必須合用於滑潤的組織。(三)工作時與他種物質接觸時不成積貯。

軸承之機械的狀況是(一)面上之光滑，(二)擦抹的速度，(三)在軸承或軸頸上之壓力，(四)軸承之溫度。

選擇油之根據如下：(一)粗糙面比光滑面需要較大黏力及較大凝聚力之油，因粗糙面須被油分開較遠。(二)高擦抹速度之軸承需要油之凝聚力，不若低擦抹速度之軸承需要者大。因較高速度使油進入軸承較快，而不被軸承擠出。(三)受高壓之軸承，須用高黏力及高凝聚力之油，庶不被擠出，受低壓力之軸承，須用輕油，而得小液體摩擦力之利益。(四)在溫度高地方之軸承，必須高黏力之油，因油之黏力與凝聚力，因溫度增長而低減。

如何滑潤組織影響油之選擇可從下例而明瞭，用手餽油之軸承，則所用油之油膜須能穩留在軸承上直至再餽油時。繼續射注入軸承之油，則不與上有同樣之性質。若在一滑潤組織中，油須濾清重復使用，則所擇之油，必須能容易與不潔物分開，能再收聚應用。

有些油若與空氣，其他氣體或他物質接觸，能成積貯。能成積貯之油，當然不合於可成此項積貯之地方，雖其性質合於軸承之機械狀況並滑潤組織。在蒸汽機中積貯由水，固體不潔物，空氣，或由加新油入舊油而成，油之能成積貯與否，須經試用之後方可決定。

參考下表使易於選擇機器滑潤油：

循環油之性質表

循環油 號數	比 重	燃 點 華氏溫度	粘 力		凍 點 華氏溫度
			以秒數計 華氏140度	以秒數計 華氏140度	
1.	0.870	395	135	70	20—25
2.	0.900	410	265	120	35—40
3.	0.900	425	500	200	35—40

凡循環油須與水分開甚快，一號是中和濾隔油，二號與三號是混合的中和濾隔油與機筒濾油。

機筒油之性質表

機 筒 油	粘 力 在 華 氏 212 度 以秒數計	比 重		燃 點 華 氏 溫 度		冷 試 華 氏 溫 度	
		濾油	黑油	濾油	黑油	濾 油	黑 油
一號濾油	85—105	0.885		500		40—50	
二號濾油 二號黑油	115—135	0.887	0.900	525	520	50—60	40—50
三號濾油 三號黑油	145—165	0.890	0.905	550	530	50—60	40—50
四號黑油	180—200		0.910		580		50—60

機筒油可與無酸性的牛羊油摻雜或不雜合他油，

機筒之等級表

油	之	等	級	記	號
一號機筒濾油	重	摻	雜百分之十	1. F. H. C.	
一號機筒濾油	輕	摻	雜百分之四	1. F. I. C.	
二號機筒濾油	執中	摻	雜百分之六	2. F. M. C.	
三號機筒濾油	執中	摻	雜百分之六	3. F. M. C.	
二號機筒黑油	執中	摻	雜百分之六	2. D. M. C.	
三號機筒黑油	執中	摻	雜百分之六	3. D. M. C.	
三號機筒黑油	重	摻	雜百分之十	3. D. H. C.	
四號機筒黑油	執中	摻	雜百分之六	4. D. M. C.	
二號機筒濾油	全	礦	油	2. F. S. M.	
二號機筒黑油	全	礦	油	2. D. S. M.	
三號機筒濾油	全	礦	油	3. F. S. M.	
三號機筒黑油	全	礦	油	3. D. S. M.	

(註)機器之擔負輕者選擇黏力較低或較重摻雜之油。用不清潔之蒸汽者應用濾油。用飽和蒸汽者應用摻雜油。黑油雖價較廉然品質亦較劣。全礦油與摻雜油有同樣之功用，惟消費較大。摻雜百分之十的機筒濾油，需用於(一)用潮濕蒸汽之大機器，尤其是在低壓機筒。(二)高負擔之高立司活門或不衡的滑動活門。(三)不清潔之蒸汽，2 F. S. M 與 3 F. S. M 比 2 D. S. M 與 3 D. S. M 容易從排汽中分開，且給機器一較清潔與良好的滑潤，用於過熱蒸汽及不清潔蒸汽尤善。

軸承油應用表

軸 承 油	在華氏溫度計 104 度		流動組織	點滴餽油組織
	黏力	秒數	機器馬力	機器馬力
第 二 號		120	250 以下	100 以下
第 三 號		175	250 至 400	100 至 250
第 四 號		250	400 以上	250 至 500
第五號及第六號		450 至 700	特別事故	500 以上

特別事故者，即軸承之壓力特高，有大的空隙或所處之地位溫度甚高。

在流動組織中，油須用而復用，則須用全礦油，否則可用摻雜油。

迫餽流動組織中所用油表

機 器	大 小	循 環 油 號 數
馬力	150 以下	1
馬力	150 至 400	2
馬力	400 以上	3

有些機器接帶重負在機筒與曲柄間，使大量之熱流下曲柄匣，此等機器之軸承，常有大的空隙，則 250 馬力以上者須用第三號循環油。

高速度濺潑上油式機器所用油表

機器式樣	油之等級	油在盆中之量數(百分比)
小水平式機 固定的	循環油第一號或第二號	100
小水平式機 裝在車上的	循環油第三號	100
	或再較高黏力之油	100
直立式機 50 馬力以下者	循環油第二號	15
	或機筒油 2 F. L. C.	4 至 6
直立式機 50 至 300 馬力	機筒油 2 F. L. C.	4 至 6
直立式機 300馬力以上者	機筒油 2 F. M. C.	3 至 4
	或機油 3 D. M. C.	3 至 4

蒸汽機所用之滑潤組織可分兩類：(一)外面軸承之滑潤組織，外面軸承係不關閉在機器有蒸汽經過的部份。(二)滑潤裏面之軸承的組織，蒸汽機裏面的軸承是活塞，機筒，活門及阻漏承軸匣。凡蒸汽機將採用以上所述之一類，每一類之主要的組織將詳述於下。

外面軸承潤滑組織可以另外兩類：(一)自動的組織，在此種組織中，油可用而復週，有時祇須補滿因蒸發或滲漏而短少之油。(二)非自動的組織，在此組織中，滑潤軸承之油，祇好用一次，除非由管理人將油聚蓄並再放入組織中。

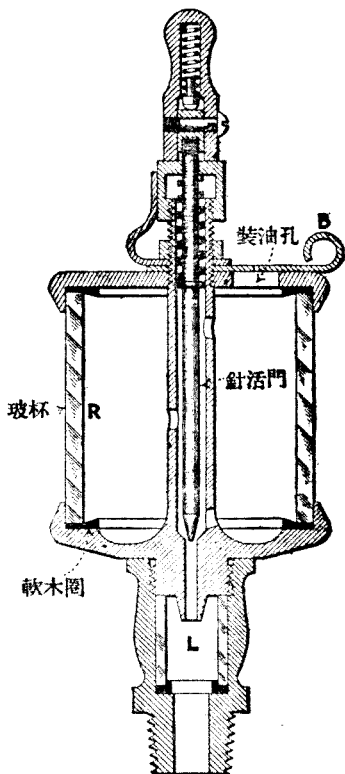
用手工在外面之軸承中上油已成古法，既不可靠又復耗費，不論在機器之何部，均不應命人工用油壺上油，除非機器行動甚

第二百八十圖 點滴餽油器之截面

緩，例如活門及節速器機構並低速度之搖臂等，或可用人工上油而得滿意的結果。

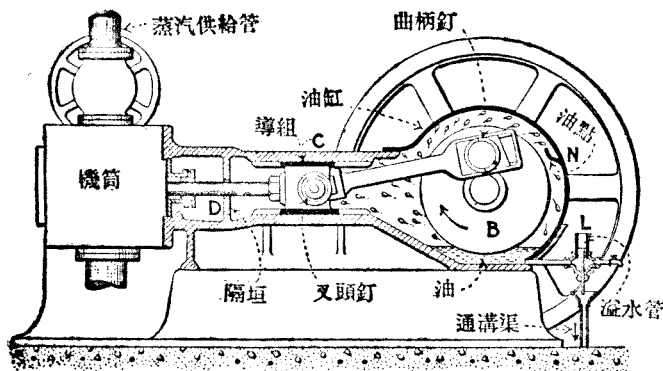
外面軸承之點滴滑潤，是供給一依常規的餽油點滴入軸承之上油方法。點滴餽油供有一平齊的滑潤，但亦有其缺點。大概用此種上油器，則不用清潔油器具，油祇可用一次而消耗，因欲用最小量數之油以減少油之費用，則購用重油，因是摩擦力不被減至最低數，且點滴餽油之上油器，均經常時當心，使不流乾，且油罐滿時比淺時餽油多。軸承油應用表上所載之油，皆合用於點滴餽油器，第二百八十圖係一點滴餽油器之式樣，蒸汽機上合於應用點滴餽油器。如機器不大或不常用者，此種組織祇應用於低速並輕擔軸承若腕板，搖臂，並節速器旋桿上。

濺潑組織之外面軸承滑潤見第二百八十一圖。此項組織在現代之平速及高速機器上廣為採用。曲柄圓面蘸入曲柄套約 2



吋深，將油帶起而拋入叉頭導組 C 上及叉頭上。有些油則收聚在 N 缸中，從缸中再用管子引至主要軸承及偏心，進入曲柄套之水必須移去，此可用管子 L 流乾。常時有一附屬阻漏承軸匣，安置在隔垣 D 上，以阻水進入曲柄套，直立式之單作機有大的曲柄箱者，欲減少需要油之量數，則在曲柄箱中先灌入 $\frac{3}{4}$ 吋的水，在水上再倒進 $\frac{1}{8}$ 吋至 $\frac{1}{4}$ 吋厚的一層油，連接桿蘸入此種油與水混合液中，則成爲酪，此酪再被潑至幾個軸承上。

第二百八十一圖 潑潑上油之機器式樣



有時外面軸承之滑潤用重力循環組織，油則用一置在高處之油櫃，從此櫃供入軸承，再用一抽油機將油收聚而送回油櫃，餽油之量數可用活門校正。此項組織之優點是有連續且豐富的油之供給於軸承，並用濾油器使有清潔的油供軸承之用，油可重復供用至無限止之時間，新油之需要祇補滿蒸發及滲漏所丟失者。

外面軸承有時用強迫餽油的組織，此種組織係將油箱置在高處，用一每平方吋有 5 磅至 15 磅壓力之壓油機以供給軸承，油之供給量數則用活門校對，走入曲柄套之水則用放水管流出。若軸承有磨消處需用較高的油之壓力，輕油亦需要較高的壓力。

自動滑潤組織之相對優點可簡言於下：(一)濺潑式上油組織起始價廉，用在 200 公轉(每分鐘)每較多公轉速度之機器，其工作甚為滿意，油則須定時更新，舊油如經濾過，重復可用。(二)重力循環組織，使有豐盛的油供給每軸承，且工作簡易，各種機器皆裝用，流入軸承中油之量數可以校對，校對用之活門極精密。(三)強迫餽油的組織，使軸承中得油之供給，較上兩組織為合理，惟油之餽入軸承與否，則無從得知。若管子或通路如有填塞，須俟軸承受損後方能得知。因此之故，則重力循環組織，廣用於現代低速機器，濺潑式上油組織，則大概用於高速機器。

內部軸承之滑潤問題可分三條：(一)滑潤物之性情，用潮濕蒸汽工作之機器，需用不易從機筒垣洗去之滑潤物，用過熱蒸汽工作之機器，則需用不因高過熱溫度而碳化或成太稀之滑潤物。(二)採用餽滑潤物之器皿，或用手推的餽油器，或用水力推的餽油器，或用機械的強迫餽油器。

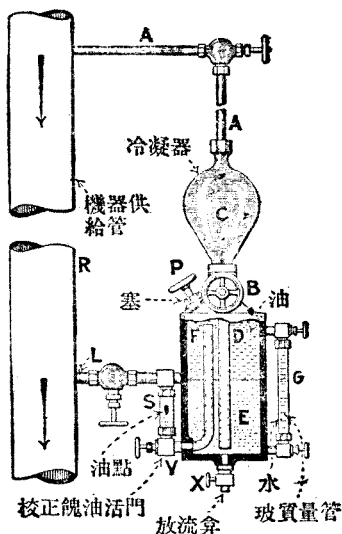
引油入機筒之最善法，是當蒸汽走近機筒時與油混合，除機器製造廠家另有別種計劃外，油須在總舌門之上用噴管細微的

噴入蒸汽管，在達到機筒之前，使油與蒸汽完全細微的混合，若僅用油管餽油，則不能延展至蒸汽管內部，則不能與蒸汽混合而油將從管邊流下，但需用重力活門以保證餽油，不因蒸汽管中有真空而被吸出。

第二百八十二圖
水力推動的餽器

用手推動的餽油器極少實用，除非用以防備工作。此種餽油器須裝在機筒供油管上，若他種餽油器工作不靈時，即可啓用以代之工作。

用水力推動的餽油器（第二百八十二圖）之原則，甚為簡單。A管則接連於蒸汽供給管上約在滑潤油罐之上約18吋，並接連於冷凝器C，蒸汽進入A管則冷凝為水，在活門B開



啓時，水則由D管流入蓄油器E之底上，因水之流入，油被其推進F管，由此進入蒸汽供給管。活門V用以校正餽油之量數，玻璃質量管G用以探看罐中存油之量數。此種餽油器須與機器同時開啓與停止，否則油將繼續餽入而耗失。欲免此種餽油器發生困難，須祇用優良品質之油，且使清潔不含雜物，有時通路被填塞則不

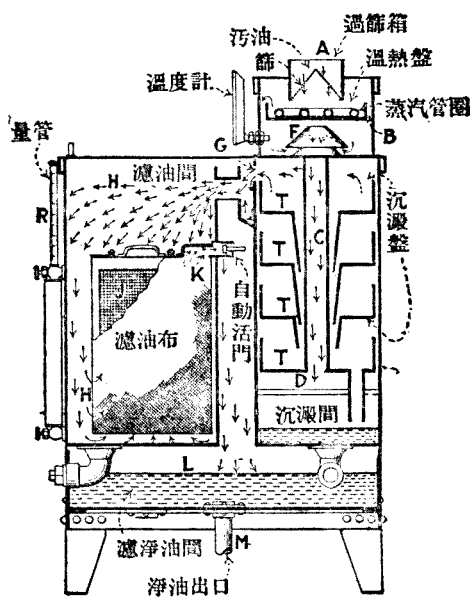
能工作，有時須將油放出，再開放蒸汽將細管吹通並將污物吹淨。

用機械強迫餽油器以滑潤機器之內部，現下廣為採用，因其較水力推動餽油器為可靠。此種餽油器可若是裝置，使自動與蒸汽機同時開啓與停止。市上出售此種餽油器，式樣繁多，並皆能工作滿意。此種餽油器可以裝置在任何適當地位，且可接多數連管同時餽油至機器各部。

第二百八十三圖

濾油器

節省滑潤油之耗費，可採用優良之濾油器（見第二百八十三圖），將油濾清，重復使用。優良濾油器之工作，可分三大步驟：（一）過篩，將較粗大之不潔物先除清。（二）沉澱，將比油重之不潔物若細小之金屬物及水等澄清。若將油溫熱減小黏力，則沉澱加速，水則從放水管放出。（三）濾清，此則將最小的浮在油中之不潔物去除。



附

錄

飽和蒸汽表 每磅乾蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上 磅 數	蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽熱量 以英國熱量單位計				
		總數熱量	液體熱量 (水)	潛 熱		
				總 數	內 部	外 部
1	101.83	1,104.4	69.8	1,034.6	972.9	61.7
2	126.15	1,115.0	94.0	1,021.0	976.7	64.3
3	141.52	1,121.6	109.4	1,012.3	946.4	65.9
4	153.01	1,126.5	120.9	1,005.7	938.6	67.1
5	162.28	1,130.5	130.1	1,000.3	932.4	67.9
6	170.06	1,133.7	137.9	995.8	927.0	68.8
7	176.85	1,136.5	144.7	991.8	922.4	69.4
8	182.86	1,139.0	150.8	988.2	918.2	70.0
9	188.27	1,141.1	156.2	985.0	914.4	70.6
10	193.22	1,143.1	161.1	982.0	910.9	71.1
11	197.95	1,144.9	165.7	979.2	907.8	71.4
12	201.96	1,146.5	169.9	976.6	904.8	71.8
13	205.87	1,148.0	173.8	974.2	902.0	72.2
14	209.55	1,149.4	177.5	971.9	899.3	72.6
14.7	212.00	1,150.4	180.0	970.4	897.6	72.8
15	213.00	1,150.7	181.0	969.7	896.8	72.9
16	216.30	1,152.0	184.4	967.6	894.4	73.2
17	219.4	1,153.1	187.5	965.6	892.1	73.5
18	222.4	1,154.2	190.5	963.7	889.9	73.8

抄錄馬克司之蒸汽表

每華氏絕對溫度		英國熱量單位的比率		每磅體積 立方呎	密 度 每立方呎磅數
總 數	液 體	蒸 發	總 數		
1.9754	0.1327	1.8427	333.0	0.0030	
1.9180	0.1749	1.7431	173.5	0.0058	
1.8818	0.1008	1.6840	118.5	0.0085	
1.8614	0.2198	1.6416	90.5	0.0111	
1.8432	0.2348	1.6084	73.33	0.0136	
1.8285	0.2471	1.5814	61.89	0.0162	
1.8161	0.2579	1.5582	53.56	0.0187	
1.8053	0.2673	1.5380	47.27	0.0212	
1.7958	0.2756	1.5202	42.36	0.0236	
1.7874	0.2832	1.5042	38.38	0.0261	
1.7797	0.2902	1.4895	35.10	0.0285	
1.7727	0.2967	1.4760	32.36	0.0309	
1.7664	0.3025	1.4639	30.03	0.0333	
1.7604	0.3081	1.4523	28.02	0.0357	
1.7565	0.3118	1.4417	26.79	0.0373	
1.7549	0.3133	1.4416	26.27	0.0381	
1.7494	0.3183	1.4311	24.79	0.0404	
1.7444	0.3229	1.4215	23.38	0.0423	
1.7400	0.3273	1.4127	22.16	0.0451	

飽和蒸汽表 (續) 每磅乾蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上 磅 數	蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽熱量		以英國熱量單位計		
		總數熱量	液體熱量 (水)	潛 熱		
				總 數	內 部	外 部
19	225.2	1,155.2	193.4	961.8	887.8	74.0
20	228.0	1,156.2	196.1	960.0	885.8	74.2
21	230.6	1,157.1	198.8	958.3	883.9	74.4
22	233.1	1,158.0	201.3	956.7	882.0	74.7
23	235.5	1,158.8	203.8	955.1	880.2	74.9
24	237.8	1,159.6	206.1	953.5	878.5	75.0
25	240.1	1,160.4	208.4	952.0	876.8	75.2
26	242.2	1,161.2	210.6	950.6	875.1	75.5
27	244.4	1,161.7	212.7	949.2	873.5	75.7
28	246.4	1,162.6	214.8	947.8	872.0	75.8
29	248.4	1,163.2	216.8	946.4	870.5	75.9
30	250.3	1,163.9	218.8	945.1	869.0	76.1
32	254.1	1,165.1	222.6	942.5	866.2	76.3
34	257.6	1,166.3	226.2	940.1	863.4	76.7
36	261.0	1,167.3	229.6	937.7	860.8	76.9
38	264.2	1,168.4	232.9	935.5	858.3	77.2
40	267.3	1,169.4	236.1	933.3	855.9	77.4
42	270.2	1,170.3	239.1	931.2	853.6	77.6
44	273.1	1,171.2	242.0	929.2	851.3	77.9

每華氏純對溫度 英國熱量單位的比率			每磅體積 立方呎	密 度 每立方呎磅數
總 焓	液 體 焓	蒸 發 焓		
1.7360	0.3315	1.4045	21.07	0.0475
1.7320	0.3355	1.3965	20.68	0.0498
1.7280	0.3393	1.3887	19.18	0.0521
1.7241	0.3430	1.3811	18.37	0.0545
1.7204	0.3465	1.3739	17.62	0.0568
1.7169	0.3499	1.3670	16.93	0.0591
1.7136	0.3532	1.3604	16.30	0.0614
1.7106	0.3564	1.3542	15.72	0.0636
1.7077	0.3594	1.3483	15.18	0.0659
1.7048	0.3623	1.3425	14.67	0.0682
1.7019	0.3652	1.3367	14.19	0.0705
1.6991	0.3680	1.3311	13.74	0.0728
1.6938	0.3733	1.3205	12.93	0.0773
1.6891	0.3784	1.3107	12.22	0.0818
1.6846	0.3832	1.3014	11.58	0.0863
1.6802	0.3877	1.2925	11.01	0.0908
1.6761	0.3920	1.2841	10.49	0.0953
1.6721	0.3962	1.2759	10.02	0.0998
1.6683	0.4002	1.2681	9.59	0.1043

飽和蒸汽表 (續) 每磅乾蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上 磅 數	蒸汽溫度	蒸汽熱量		以英國熱量單位計		
	華氏溫度	總數熱量	液體熱量 (水)	潛 熱		
				總 數	內 部	外 部
46	275.8	1,172.0	244.8	927.2	849.2	78.0
48	278.5	1,172.8	247.5	925.3	847.1	78.2
50	281.0	1,173.6	250.1	923.5	845.0	78.5
52	283.5	1,174.3	252.6	921.7	843.1	78.6
54	285.9	1,175.0	255.1	919.9	841.1	78.8
56	288.2	1,175.7	257.5	918.2	839.3	78.9
58	290.5	1,176.4	259.8	916.5	837.4	79.1
60	292.7	1,177.0	262.1	914.9	835.6	79.3
62	294.9	1,177.6	264.3	913.3	833.9	79.4
64	297.0	1,178.2	266.4	911.8	832.2	79.6
66	299.0	1,178.8	268.5	910.2	830.5	79.7
68	301.0	1,179.3	270.6	908.7	828.9	79.8
70	302.9	1,179.8	272.6	907.2	827.3	79.9
72	304.8	1,180.4	274.5	905.8	825.8	80.0
74	306.7	1,180.9	276.5	904.4	824.2	80.2
76	308.5	1,181.4	278.3	903.0	822.7	80.3
78	310.3	1,181.8	280.2	901.7	821.3	80.4
80	312.0	1,182.3	282.0	900.3	819.8	80.5
82	313.8	1,182.8	283.8	899.0	818.4	80.6

每華氏絕對溫度		英國熱量單位的比率		每磅體積 立方呎	密 度 每立方呎磅數
總 焓	液 焓	體 焓	蒸 發 焓		
1.6647	0.4040	1.2607		9.20	0.1087
1.6613	0.4077	1.2536		8.84	0.1131
1.6581	0.4113	1.2418		8.51	0.1175
1.6549	0.4147	1.2402		8.20	0.1219
1.6519	0.4180	1.2339		7.91	0.1263
1.6490	0.4212	1.2278		7.65	0.1307
1.6460	0.4242	1.2218		7.40	0.1350
1.6432	0.4272	1.2160		7.17	0.1394
1.6406	0.4302	1.2104		6.95	0.1438
1.6380	0.4330	1.2050		6.75	0.1482
1.6355	0.4358	1.2007		6.56	0.1525
1.6331	0.4385	1.1946		6.38	0.1569
1.6307	0.4411	1.1896		6.20	0.1612
1.6285	0.4437	1.1848		6.04	0.1656
1.6263	0.4462	1.1810		5.89	0.1699
1.6242	0.4487	1.1755		5.74	0.1743
1.6221	0.4511	1.1710		5.60	0.1786
1.6200	0.4535	1.1665		5.47	0.1829
1.6180	0.4557	1.1623		5.34	0.1873

飽和蒸汽表 (續) 每磅乾蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上 磅 數	蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽熱量		以英國熱量單位計		
		總數熱量	液體熱量 (水)	潛 熱		
				總 數	內 部	外 部
84	315.4	1,183.2	285.5	897.7	817.0	80.7
86	317.1	1,183.6	287.2	896.4	815.6	80.8
88	318.7	1,184.0	288.9	895.2	814.3	80.9
90	320.3	1,184.4	290.5	893.9	813.0	80.9
92	321.8	1,184.8	292.1	892.7	811.7	81.0
94	323.4	1,185.2	293.7	891.5	810.4	81.1
96	324.9	1,185.6	295.3	890.3	809.1	81.2
98	326.4	1,186.0	296.8	889.2	807.9	81.3
100	327.8	1,186.3	298.3	888.0	806.6	81.4
105	331.4	1,187.2	302.0	885.2	803.6	81.6
110	334.8	1,188.0	305.5	882.5	800.7	81.8
115	338.1	1,188.8	309.0	879.8	797.9	81.9
120	341.3	1,189.6	312.3	877.2	795.2	82.0
125	344.4	1,190.3	315.5	874.7	792.6	82.1
130	347.4	1,191.0	318.6	872.3	790.0	82.3
135	350.3	1,191.6	321.7	869.9	787.5	82.4
140	353.1	1,192.2	324.6	867.6	785.0	82.6
145	355.8	1,192.8	327.4	865.4	782.7	82.7
150	358.5	1,193.4	330.2	863.2	780.4	82.8

每華氏絕對溫度		英國熱量單位的比率		每磅體積 立方呎	密 度 每立方呎磅數
總 數 燭	液 體 燭	蒸 發 燭	蒸 發 燭		
1.6160	0.4579	1.1581	5.22	0.1915	
1.6141	0.4601	1.1540	5.10	0.1959	
1.6123	0.4623	1.1500	5.00	0.2001	
1.6105	0.4644	1.1461	4.89	0.2044	
1.6087	0.4664	1.1423	4.79	0.2087	
1.6069	0.4684	1.1385	4.69	0.2130	
1.6052	0.4704	1.1348	4.60	0.2172	
1.6036	0.4724	1.1312	4.51	0.2215	
1.6020	0.4743	1.1277	4.429	0.2258	
1.5980	0.4789	1.1191	4.230	0.2365	
1.5942	0.4834	1.1118	4.047	0.2472	
1.5907	0.4877	1.1030	3.880	0.2577	
1.5873	0.4919	1.0954	3.726	0.2683	
1.5839	0.4959	1.0880	3.583	0.2991	
1.5801	0.4998	1.0809	3.452	0.2997	
1.5777	0.5035	1.0742	3.331	0.3002	
1.5747	0.5072	1.0675	3.219	0.3107	
1.5719	0.5107	1.0612	3.112	0.3213	
1.5692	0.5142	1.0550	3.012	0.3320	

飽和蒸汽表 (續) 每磅乾蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上 磅 數	蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽熱量		以英國熱量單位計		
		總數熱量	液體熱量 (水)	潛 熱		
				總 數	內 部	外 部
155	361.0	1,194.0	332.9	861.0	778.1	82.9
160	363.6	1,194.5	335.6	858.8	775.8	83.0
165	366.0	1,195.0	338.2	856.8	773.6	83.2
170	368.5	1,195.4	340.7	854.7	771.5	83.2
175	370.8	1,195.9	343.2	852.7	769.4	83.3
180	373.1	1,196.4	345.6	850.8	767.4	83.4
185	375.4	1,196.8	348.0	848.8	765.4	83.4
190	377.6	1,197.2	350.4	846.9	763.4	83.5
195	379.8	1,197.7	352.7	845.0	761.4	83.6
200	381.9	1,198.1	354.9	843.2	759.5	83.7
205	384.0	1,198.5	357.1	841.4	757.6	83.8
210	386.0	1,198.8	359.2	839.6	755.8	83.8
215	388.0	1,199.2	361.4	837.9	754.0	83.9
220	389.9	1,199.6	363.4	836.2	752.3	83.9
225	391.9	1,199.9	365.5	834.4	750.5	83.9
230	393.8	1,200.2	367.5	832.8	748.8	84.0
235	395.6	1,200.6	369.4	831.1	747.0	84.1
240	397.4	1,200.9	371.4	829.5	745.4	84.1
245	399.3	1,201.2	373.3	827.9	743.7	84.2

每華氏絕對溫度		英國熱量單位的比率		每磅體積 立方呎	密 度 每立方呎磅數
總 爐	液 爐	體 爐	發 爐		
1.5664	0.5175	1.0489	2.920	0.3425	
1.5639	0.5208	1.0431	2.834	6.3529	
1.5615	0.5239	1.0376	2.753	0.3633	
1.5591	0.5269	1.0321	2.675	0.3738	
1.5567	0.5299	1.0268	2.602	0.3843	
1.5543	0.5328	1.0215	2.533	0.3948	
1.5520	0.5356	1.0164	2.468	0.4052	
1.5498	0.5384	1.0114	2.406	0.4157	
1.5476	0.5410	1.0066	2.346	0.4262	
1.5456	0.5437	1.0019	2.290	0.437	
1.5436	0.5463	0.9973	2.237	0.447	
1.5416	0.5488	0.9928	2.187	0.457	
1.5398	0.5513	0.9885	2.138	0.468	
1.5379	0.5538	0.9841	2.091	0.478	
1.5361	0.5562	0.9799	2.046	0.489	
1.5344	0.5586	0.9758	2.004	0.499	
1.5327	0.5610	0.9717	1.964	0.509	
1.5309	0.5633	0.9676	1.924	0.520	
1.5293	0.5655	0.9638	1.887	0.530	

飽和蒸汽表 (續) 每磅乾蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上 磅 數	蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽熱量		以英國熱量單位計		
		總數熱量	液體熱量 (水)	潛 熱		
				總 數	內 部	外 部
250	401.1	1,201.5	375.2	826.3	742.0	84.3
270	409.7	1,202.6	382.5	820.1	735.8	84.3
300	417.5	1,204.1	392.7	811.3	726.8	84.5
400	444.8	1,208.0	422.0	786.0	701.0	85.0
500	467.3	1,210.0	448.0	762.0	678.0	84.0
1,000	544.8	1,200.0	535.0	665.0	587.0	78.0
2,000	636.0			511.0	444.0	67.0

每華氏絕對溫度 英國熱量單位的比率			每磅體積 立方呎	密 度 每立方呎磅數
總 數 磅	液 體 磅	蒸 發 磅		
1.5276	0.5676	0.9600	1.850	0.541
1.5214	0.5760	0.9454	1.718	0.582
1.5129	0.5878	0.9250	1.551	0.645
1.4890	0.6210	0.8680	1.170	0.860
1.4700	0.6480	0.8220	0.930	1.080
1.3900	0.7370	0.6680	0.460	2.180
		0.4460	0.210	4.900

過熱蒸汽表 每磅過熱蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上磅數	飽和蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽性質	過熱溫		
			20	40	60
		(1)每磅體積 立方呎	20.73	21.37	22.01
20	228.0	(2)總數熱量 英國單位	1,165.7	1,175.2	1,184.6
		(3) 總數熵	1.7456	1.7587	1.7716
		(1)每磅體積 立方呎	10.83	11.16	11.50
40	267.3	(2)總數熱量 英國單位	1,179.3	1,189.1	1,198.9
		(3) 總數熵	1.6895	1.7025	1.7151
		(1)每磅體積 立方呎	7.40	7.63	7.86
60	292.7	(2)總數熱量 英國單位	1,187.3	1,197.5	1,207.7
		(3) 總數熵	1.6568	1.6698	1.6823
		(1)每磅體積 立方呎	5.65	5.83	6.00
80	312.0	(2)總數熱量 英國單位	1,193.0	1,203.6	1,214.0
		(3) 總數熵	1.6338	1.6469	1.6594
		(1)每磅體積 立方呎	4.58	4.72	4.86
100	327.8	(2)總數熱量 英國單位	1,197.5	1,208.4	1,219.1
		(3) 總數熵	1.6160	1.6294	1.6420
		(1)每磅體積 立方呎	3.85	3.98	4.10
120	341.3	(2)總數熱量 英國單位	1,201.1	1,212.4	1,223.3
		(3) 總數熵	1.6015	1.6152	1.6279
		(1)每磅體積 立方呎	3.32	3.44	3.54
140	353.1	(2)總數熱量 英國單位	1,204.3	1,215.8	1,226.8

過熱蒸汽表 (續) 每磅過熱蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上磅數	飽和蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽性質	過熱溫		
			20	40	60
		(3) 總數磅	1.5894	1.6031	1.6159
		(1) 每磅體積 立方呎	2.93	3.03	3.12
160	363.6	(2) 總數熱量 英國單位	1,207.0	1,218.8	1,230.0
		(3) 總數磅	1.5789	1.5928	1.6056
		(1) 每磅體積 立方呎	2.62	2.71	2.80
180	373.1	(2) 總數熱量 英國單位	1,209.4	1,221.5	1,232.8
		(3) 總數磅	1.5697	1.5838	1.5767
		(1) 每磅體積 立方呎	2.37	2.45	2.53
200	381.9	(2) 總數熱量 英國單位	1,211.6	1,223.9	1,235.5
		(3) 總數磅	1.5614	1.5757	1.5886
		(1) 每磅體積 立方呎	2.16	2.24	2.31
220	389.9	(2) 總數熱量 英國單位	1,213.6	1,226.2	1,237.9
		(3) 總數磅	1.5541	1.5686	1.5816
		(1) 每磅體積 立方呎	1.99	2.06	2.13
240	397.4	(2) 總數熱量 英國單位	1,215.4	1,228.3	1,240.1
		(3) 總數磅	1.5476	1.5623	1.5753
		(1) 每磅體積 立方呎	1.84	1.91	1.97
260	404.5	(2) 總數熱量 英國單位	1,217.1	1,230.3	1,242.3
		(3) 總數磅	1.5416	1.5564	1.5695
		(1) 每磅體積 立方呎	1.72	1.78	1.84

度 華 氏 溫 度 計 算					
80	100	150	200	250	300
1.6280	1.6395	1.6666	1.6916	1.7152	1.7376
3.21	3.30	3.53	3.74	3.95	4.15
1,240.8	1,251.3	1,276.8	1,310.7	1,346.2	1,350.6
1.6177	1.6292	1.6561	1.6810	1.7043	1.7266
2.81	2.96	3.16	3.35	3.54	3.72
1,243.8	1,254.3	1,279.9	1,304.8	1,329.5	1,353.9
1.6088	1.6201	1.6468	1.6706	1.6948	1.7169
2.61	2.68	2.86	3.04	3.21	3.38
1,246.5	1,257.1	1,282.6	1,307.7	1,332.4	1,357.0
1.6007	1.6120	1.6358	1.6632	1.6862	1.7083
2.38	2.45	2.62	2.78	2.94	3.10
1,248.9	1,259.6	1,285.2	1,310.3	1,335.1	1,359.8
1.5936	1.6049	1.6312	1.6558	1.6787	1.7005
2.20	2.26	2.42	2.57	2.71	2.85
1,251.3	1,261.9	1,287.6	1,312.8	1,337.6	1,362.3
1.5873	1.5985	1.6246	1.6492	1.6720	1.6937
2.04	2.10	2.24	2.39	2.52	2.65
1,253.4	1,264.1	1,289.9	1,315.1	1,340.0	1,364.7
1.5815	1.5926	1.6186	1.6430	1.6658	1.6874
1.90	1.95	2.09	2.22	2.35	2.48

過熱蒸汽表 (續) 每磅過熱蒸汽之性質

絕對壓力 每平方吋上磅數	飽和蒸汽溫度 華氏溫度	蒸汽性質	過 熱 溫		
			20	40	60
280	411.2	(2) 總數熱量 英國單位	1,218.7	1,232.2	1,244.3
		(3) 總數焓	1.5362	1.5512	1.5643
		(1) 每磅體積 立方呎	1.60	1.66	1.72
300	417.5	(2) 總數熱量 英國單位	1,220.2	1,234.1	1,246.2
		(3) 總數焓	1.5310	1.5462	1.5594

度 華 氏 溫 度 計 算					
80	100	150	200	250	300
1,255.5	1,266.2	1,291.9	1,317.2	1,342.2	1,367.0
1.5762	1.5873	1.6133	1.6375	1.6603	1.6818
1.78	1.83	1.96	2.09	2.21	2.33
1,257.4	1,268.2	1,294.0	1,319.3	1,344.3	1,369.2
1.5713	1.5824	1.6082	1.6323	1.6550	1.6765

中英文名詞對照

第一節

熱能	Heat energy.
機能	Mechanical energy.
活門	Valve.
機筒	Cylinder.
活塞	Piston.
蒸汽	Steam.
汽鍋	Boiler.
冷凝器	Condenser.
餽水溫熱器	Feed water heater.
滑動活門	Slide valve.
填塞物	Packing.
阻漏承軸匣	Stuffing box.
連接棒或接桿	Connecting rod.
曲柄	Crank.
飛輪	Flywheel.

軸	Shaft.
皮帶	Belt.
餘隙	Clearance.
位移	Displacement.
動程	Stroke.
機筒左端	Head end.
機筒右端	Crank end.
槓桿	Lever.
壓力	Pressure.
摩擦	Friction.
活塞桿	Piston rod.
化能	Chemical energy.
熱之單位	Heat units.
英國熱量單位	British Thermal Unit.
膨脹	Expansion.
絕對零度	Absolute zero.
理論的效率	Theoretical efficiency.
棄去之熱量	Rejected heat.
絕熱的膨脹	Adiabatic expansion.
壓縮	Compression.

工作循環	Working cycle.
郎肯循環	Rankine cycle.
熱的損失	Heat loss.
機械的損失	Mechanical loss.
平衡表	Balance sheet.
大氣壓	Atmospherical pressure.
絕對壓力	Absolute pressure.
反壓	Back pressure.
積數	Product.
定壓	Constant pressure.
呎磅	Foot-pound.
工作動程	Working stroke.
回路動程	Return stroke.
單作機	Single acting engine.
雙作機	Double acting engine.
斷絕	Cut off.
平均有效的壓力	Mean effective pressure.
能力	Energy or power.
曲柄軸	Crank shaft.
公轉	Revolution.

指示馬力	Indicated horse-power.
器示壓容圖	Indicator diagram.
節流（即控流）節速器	Throttling governor.
恆數	Constant.
指示壓力（器示）	Gauge pressure.
導熱	Heat conducting.
虛線	Dotted line.

第二節

分類	Classification.
單機筒	Single cylinder.
前後機筒複式	Tandem compound.
交複式	Cross compound.
雙重	Duplex.
對置	Opposed.
斜角度	Angle.
垂直的	Vertical.
傾斜的	Inclined.
水平的	Horizontal.
高速	High speed.

平速	Medium speed.
低速	Low speed.
縱軸線	Axis.
平衡的活門	Balanced valve.
多汽門的活門	Multiported valve.
柵式活門	Gridiron valve.
活塞式活門	Piston valve.
高立司活門	Corliss valve.
上升活門	Poppet valve.
分開的	Detaching.
確實工作的	Positively operated.
反行的即反動作的	Back acting.
長形活塞	Trunk piston.
擺動的機筒	Oscillating cylinder.
單級的膨脹	Single expansion.
多級的膨脹	Multi-expansion.
複式	Compound.
三重	Triple.
四重	Quadruple.
反流	Counter flow.

單流	Uniflow.
高壓	High pressure.
高過熱	High superheat.
冷凝	Condensing.
無冷凝	Non-condensing.
傍面曲柄	Side crank.
軸承	Bearing.
走過式	Run over.
走下式	Run under.
接收器即接受器	Receiver.
叉頭	Crosshead.
釘	Pin.
中壓	Intermediate pressure.
活門座	Valve seat.
汽箱	Steam chest.
通路	Passage.
騎式活門	Riding valve.
擔負	Load.
到達桿	Reach rod.
偏心	Eccentric.

機構	Mechanism.
突進缸	Dash pot.
套鉤	Snap catch.

第三節

示功器	Indicator.
功率	Power.
瓦特氏	Watt's.
平行連接	Parallel link.
彎曲罅隙	Curved slot.
減縮機構	Reducing mechanism.
擺子槓桿	Pendulum lever.
比例畫器	Pantograph.
減縮輪	Reducing wheel.
斜面	Inclined plane.
接合鏈	Connecting link.
槓桿臂	Lever arm.
滑車	Pulley.
樞軸	Pivot.
連環	Link.

雌螺型	Tap.
三通路之活門	Three way cock.
彈簧之規尺	Scale of spring.
計示	By gauge.
蒸汽進入	Steam admission.
排汽	Exhaust steam.
超前點即先導	Lead.
直交雙曲線	Rectangular hyperbola.
減壓	Release.
雙機筒	Twin cylinder.
面積計	Planimeter.
游標	Vernier.
摩擦馬力	Friction horse-power.
輪掣馬力	Brake horse-power.

第四節

活門之校正	Setting of valve.
汽門	Port.
輔助汽門	Auxiliary port.
疊蓋	Lap.

往復運動	Reciprocating motion.
外邊進入	Outside admission.
裏邊進入	Inside admission.
搖軸	Rock shaft.
引前角	Angle of advance.
疊蓋角	Angle of lap.
先導角	Angle of lead.
原有中心	Dead centre.
曲柄釘	Crank pin.
偏心箍	Eccentric strap.
導組	Guide.
活門箱	Valve chest.
搖桿	Rocker.
手輪	Handwheel.
有效長度	Effective length.
鑰槽	Key way.
滿載擔負	Full load.

第五節

腕板 Wrist plate.

傳導歪輪	Cam.
接帶器	Gear.
鈴曲柄	Bell crank.
擊落槓桿	Knock off lever.
節速器桿	Governor rod.
節速器落桿	Governor drop rod.
突進缸桿	Dash pot rod.
搖臂	Rocker arm.
單拍	Single beat.
雙拍	Double beat.
機構	Mechanism.
反面疊蓋	Negative lap.
殼	Hub.
交臂	Cross arm.
領	Collar.
空氣調變活門	Air regulating valve.
滑潤	Lubricate.
機器走散	Engine run away.
鮑耳機器	Ball engine.
連接條	Connecting link.

旋桿	Spindle.
蒸汽細入	Wire drawing.
海立司盤	Fleming Harrisburg.
反面先導	Negative lead.
立奇惠	Ridgway.
反向轉	Counter clockwise.
正向轉	Clockwise.
愛茂氏單流機	Ames uniflow engine.

第六節

瓦特氏	Watt.
單擺	Simple pendulum.
飛球	Fly-ball.
節速器	Governor.
調變	Regulate.
離心力	Centrifugal force.
向心力	Centripetal force.
慣性力	Inertia.
安全停止器	Safety stop.
安全壓軋	Safety idler.

安全擊落的傳導歪輪	Safety knock off cam.
安全釘	Safety pin.
安全領	Safety collar.
穩定或靜力的	Stable or static.
中和的	Neutral or isochronous.
保得節速器	Porter governor.
球軸承	Ball bearing.
機軸節速器	Shaft governor.
偏向	Eccentricity.
行程	Travel.
滾珠軸承	Roller bearing.
滑潤油	Lubricant.
凡士林	Vaseline.
機筒油	Cylinder oil.
套子	Bushing.

第七節

往復機	Reciprocating engine.
單式機	Simple engine.
蒸汽輪機	Steam turbine.

汽鍋壓力	Boiler pressure.
冷凝	Condensing.
指示壓力(器示壓力)	Gauge pressure.
分數的擔負	Fractional load.
無載擔負	No load.

第八節

凝水	Condensation.
機械的效率	Mechanical efficiency.
轉力	Torque.
吋磅	Inch pound.
轉動力矩	Turning moment.
巫爾夫	Woolf
復溫熱器	Reheater.
中壓機筒	Intermediate pressure cylinder.
爐中氣體	Furnace gas.
盡端降落	Terminal drop.
蒸汽冷凝器	Steam condenser.
面積冷凝器	Surface condenser.
噴射冷凝器	Jet condenser

附產

By product.

第九節

熱的效率

Thermal efficiency.

功率

Power.

定級的速度

Rated speed.

外套

Jacketing.

套管

Gland.

鈹

Babbitt.

水額

Water rate.

英國熱量單位

British Thermal Unit.

齊哈氏

Gobhardt.

第十節

轉動的蒸汽機

Rotary steam engine.

轉動體

Rotor.

機車式發動機

Locomobile.

定級的

Rated.

愛茂氏

Ames.

微姆

Vim.

接口	Joint.
過載擔負 (超過滿載)	Over-load.
白路乃爾	Brownell.
邨樂爾	Chandler and Taylor.
秋司	Chuse.
鮑爾	Ball.
微克托	Victor.
湯姆根	Liddle Tompkins.
強白司	Liddle Chambers.
立代耳	Liddle.
司根諾	Skinner.
塞仁	Southern.
屈考亥	Troy.
茂來	Murray.
小茂來	Murray Minor.
那特盤	Nordberg.
雷艾司	Rice and Sargent.
聖路易	St. Louis.
蘭芝	Lentz.
漢密爾登	Hamilton.

海立司盤	Harrisburg.
安盤	Engberg.
安忒潑立司	Enterprise.
艾地耳	Ideal.
白克依	Buckeye.
非起盤	Fitch-burg.
愛立司	Allis-chalmers.
柯柏	Cooper.
夫耳登	Fulton.
哈立司	Harris.

第十一節

壓力計	Pressure gauge.
真空計	Vacuum gauge.
大氣壓力計	Barometer.
量蒸汽熱量器	Steam calorimeter. *
測面器	Planimeter.
量速計	Tachometer.
量公轉計	Revolution counter.
量力計	Dynamometer.

輪掣	Brake.
輪掣臂	Brake-arm.
包皮重量	Tare weight.
刀鋒	Knife edge.
離心力抽水機	Centrifugal pump.
推動輪	Impeller.
逆流	Eddy current.
直流發電機	Direct current generator.
電壓	Voltage.
伏特計	Voltmeter.
安培計	Ammeter.
瓦特計	Watt-meter.
單相	Single phase.
雙相	Two phase.
三相	Three phase.
交流	Alternating current.
讀數	Readings.
仟瓦	Kilo-watt.
三線組織	Three wire system.
水變阻器	Rheostat.

電極 Electrode.

第十二節

填隙墊 Gasket.
流水管 Drain.
玻度管 Gauge glass.
塗脂 Grease.
棉紗 Cotton-waste.
紅鉛油 Red lead.
黑鉛粉 Graphite.
除水器 Separator.
傍通管 By-pass.
蒸汽收聚器 Steam trap.
放大氣活門 Atmospheric relief valve.
抽水機 Pump.
抽氣機 Air pump.
排汽減壓活門 Exhaust relief valve.
停止活門 Stop valve.
活塞脹圈 Piston ring.
滑上脹圈 Snap ring.

心軸	Mandrel.
黏土模子	Clay mould.
劈片	Wedge.
墊片	Shims.
升重器	Jack.
金屬填塞物	Metallic packing.
軸頸	Journal.
鉛直面	Vertical plane.
彎腳規	Caliper.
量規	Gauge.
電樞	Armature.
氣泡水準	Spirit level.
直角拐尺	Carpenter's square.

第十三節

冷凝水	Condensate.
飽和蒸汽	Saturated steam.
過熱蒸汽	Superheated steam.
鑄鋼	Cast steel.
白銅	Monel metal.

鐘銅	Bronze.
壓氣機	Air compressor.

第十四節

頻率	Frequency.
場極數	Number of poles.

第十五節

黏合力	Adhesion.
凝聚力	Cohesion.
黏力	Viscosity.
微子	Particles.
滑潤物	Lubricant.
比重	Specific gravity.
燃點	Flash point.
凍點	Chill point.
量黏力器	Viscosimeter.
擦抹速度	Rubbing speed.
滑潤組織	Lubricating system.
積貯	Deposits.

循環油	Circulating oil.
濾油	Filtered oil.
黑油	Dark oil.
迫餽	Forced feed.
濺潑上油	Splash oiled.
重力循環	Gravity circulation.
水力推動餽油器	Hydrostatic lubricator.
點滴餽油	Drop feed.

蒸 汽 表

熵	Entropy.
---	----------

習 題

第 一 節

- (一) 解說機能與熱能之輸送及蒸汽機之功用。
- (二) 畫一蒸汽之略圖並註明各主要部份。
- (三) 解釋以下之各名詞及其量法，(一)餘隙，(二)位移體積
- (三) 活塞餘隙。
- (四) 因何機器不能將所接受之熱完全改爲工作，其餘之熱量如何消費？
- (五) 何謂理論的效率及如何計算？
- (六) 畫一熱量平衡圖顯示機器所接受之熱量及各部之丟失
- (七) 何謂有效的壓力並何謂工作的動程？
- (八) 解說蒸汽如何從其膨脹而做工作及因此而得經濟，何類機器不能用蒸汽膨脹而工作？
- (九) 一 10 吋 \times 12 吋機器之左端餘隙爲 185 立方吋而其右端之餘隙爲 180 立方吋。若活塞桿之直徑是 $1\frac{1}{2}$ 吋，餘隙與位移體積之百分比爲何？
- (十) 一蒸汽機用每平方吋 160 磅絕對壓力之乾飽和蒸汽供

給，而其排汽之乾度為89%，並每平方吋 17 磅絕對壓力，計算理論的效率。

(十一)一雙作起重機有 9 吋直徑之活塞及 12 吋之動程，在其動程中不斷絕蒸汽，所用之蒸汽有每平方吋 125 磅指示壓力，排汽有每平方吋 4 磅指示壓力，問每工作動程蒸汽作工多少？若機器之速度為每分鐘 200 公轉，機器之馬力為若干？活塞之面積不計。

(十二)按第十一題之機器，若將蒸汽斷絕在三分之一動程，則其馬力應為若干？

第 二 節

(一)何謂直立式機？何謂水平式機及傾斜式機？

(二)解釋傍曲柄機與中央曲柄機之主要不同點。

(三)左手機，右手機，走過式機與走下式機有何分別？

(四)試解釋以下之活門，(一)滑動活門，(二)D 字式滑動活門，(三)平衡的滑動活門。

(五)何謂多汽門之活門，活塞式活門，騎式斷絕蒸汽活門，柵式活門與高立司活門？

(六)確實工作的高立司活門與分開工作的高立司活門機構之主要異點為何？

- (七) 試解釋上升活門之工作及其原則。
- (八) 何者為長動程機器並何者為短動程機器？
- (九) 試舉反流機與單流機之原則上之不同處。
- (十) 列舉複式機之分類。
- (十一) 高速機，中速機與低速機之速度範圍各為若干？
- (十二) 高壓機，平壓機與低壓機之蒸汽壓力範圍是何？
- (十三) 何謂固定的斷絕蒸汽及何謂參差的斷絕蒸汽？
- (十四) 有冷凝工作與無冷凝工作之機器若何分別？
- (十五) 試舉蒸汽機節速器之分類及功用。

第 三 節

- (一) 試解釋蒸汽機之示功器。
- (二) 器示壓容圖有何用處？
- (三) 如何可決定畫筆機構是否工作滿意？
- (四) 緣何須用減縮運動連接示功圖？
- (五) 用那兩種考驗能顯明示功器之減縮機構的錯誤？
- (六) 從機筒用管子連接示功器應如何接法？
- (七) 何謂示功器彈簧之號數？
- (八) 如何能知示功器之彈簧太硬或太軟。
- (九) 試說明裝集示功器及副取器示壓容圖之步驟。

- (十)解釋如何能由器示壓容圖察出機器之工作欠善處。
- (十一)若不用面積計平均有效的壓力應如何尋法？
- (十二)從壓容圖決算機器用蒸汽磅數以何爲根據？
- (十三)何謂機器之馬力恆數？
- (十四)用擺子槓桿減縮機構，槓桿之長度爲 13 吋，由支點至接繩孔爲 4 吋，機器之動程爲 12 吋，器示壓容圖可畫若干長？若欲畫 3 吋長之壓容圖應用滑車之半徑須若干吋？

第 四 節

(一)畫一略圖顯示滑動活門在其座子上之地位及活塞在機筒中之地位，當進入蒸汽時，斷絕蒸汽時，減壓時與壓縮。

(二)用略圖解釋裏面進入蒸汽之滑動活門及外面進入蒸汽之滑動活門。

(三)試列舉以下各活門之優點與弱點，(一)D 字式滑動活門，(二)活塞式活門，(三)平衡的滑動活門，(四)騎式斷絕蒸汽活門。

(四)何謂疊蓋？用略圖分別蒸汽疊蓋，排汽疊蓋，裏面疊蓋及外面疊蓋。

(五)活門之疊蓋可更改否？若能更改則何時須更改並應如何更改？

(六)何謂機器原有中心？試說緣何在校對活門時必須先尋得準確之原有中心地位並說明其尋找法。

(七)試說活門可校正在那三種工作情況中？每情況下之利益為何？

(八)列舉按先導相等以校對活門之程序，此項校對法有限止否？

(九)有時滑動活門須校至有不相等之先導是因何故？

(十)試說引前角如何影響活門桿之長度，若不準恰則有畸變的器示壓容圖。

(十一)控流節速器於校對活門時有何影響？

(十二)校對多汽門活門比校對單汽門活門之手續有不同否？

(十三)用機軸節速器管轄的騎式斷絕蒸汽活門應如何校對？

(十四)用略圖解釋連接桿之傾斜角度，並指示此項角度如何能影響活塞之速度及活門之工作事實？

(十五)解說對於裏面進出蒸汽及外面進入蒸汽活門，偏心在機軸上之相對地位。

第五節

(一)試簡釋用高立司活門或上升活門之故。

(二)試舉確實工作的高立司活門之優點與弱點，並何種機

器用此種活門最相宜。

(三)用略圖解明一分開工作的高立司活門之工作機構。

(四)分開的高立司活門之優點及弱點何在？

(五)單獨偏心的高立司機器之斷絕蒸汽點有範圍否？

(六)試舉上升活門之主要優點與弱點。

(七)用略圖解說許多不同的上升活門工作機構。

(八)雙偏心與單偏心高立司活門之校正法有何不同處。

(九)如何能使高立司機器輸出較多的功率？試詳言之。

(十)活門機構需用何種設備則突進缸若停止工作機器不因之而停止？

(十一)高立司機器之斷絕蒸汽點可延長否？試述其故。

(十二)一單流機是由一高架的往復傳導歪輪而工作，該歪輪係由一機軸節速器趕動，該機器之蒸汽進入活門應用何法校對？

第 六 節

(一)緣何蒸汽機常需用一節速器？何時機器不需節速器？

(二)因何節速器不保持機器之速度恰為不變數？實施上節速器應許機器之速度如何參差？

(三)節速器探察速度之參差是用那兩勢力？飛球節速器所

用之主要力是何力？

(四)節速器用那兩法以管轄供入機器之蒸汽？用何法使機器有最佳之工作並述其故。

(五)用略圖顯示一控流節速器上常用之安全特設，否則若節速器失職將有何等禍害發生，試詳述之。

(六)試舉幾種預防法用以減小節速器失職之危險。

(七)試解釋以下之意義，有感覺之節速器，有小調變係數之節速器，迅疾的節速器，疲滯的節速器，有能力之節速器。

(八)何謂穩定的節速器？何謂中和的節速器？緣何不穩定的節速器及中和的節速器不合實用？

(九)一用彈簧擔負的節速器比重量擔負的節速器有何利益？

(十)試舉幾種按機器不同之速度而校對節速器法，若將節速器之對於速度調變校至太小則有何危險？

(十一)設一機器活塞之速度每分鐘為 500 呎，機筒內直徑為 14 吋，在平均工作情況下需用若何大小之控流節速器？

(十二)設一機器在無擔負時之速度是每分鐘 201 公轉，並在滿載擔負時之速度是每分鐘 197 公轉，試算節速器之調變係數。

(十三)一簡單擺子式之節速器在每分鐘 87 公轉時，其飛球由其上端支點上可升起至若何高度？

(十四)一節速器球之重量是 6.25 磅轉動在一 4.32 吋之半徑上每分鐘 500 公轉，試算其所產生之離心力。

(十五)設機器之速度是每分鐘 105 公轉，機器每公轉使節速器轉動 3.7 公轉，若由改變滑車之呎吋以校正節速器，使機器之速度為每分鐘 125 公轉，則每機器公轉節速器應旋轉若干公轉？若此項校正是從改變在機軸上之節速器滑車而得之，若原有滑車之直徑是 14 吋，現須改用若干呎吋之滑車？

(十六)一保得節速器上之平衡重量是 145 磅，每球重 12 磅，在起始開動地位上從球中心至其臂與旋桿之交叉點的高度是 16 吋，在若何速度上節速器能升起？

(十七)何謂機軸節速器？何謂自動機器？

(十八)機軸節速器與滑動活門之管理動作與控流節速器者如何在經濟上不同？

(十九)試列舉改更一機軸節速的機器之速度之主要方法。

(二十)在機軸節速器中的最普通之擾害來源是何？如何能尋找在節速器機構各部中之此等擾害？

第七節

(一)試舉兩種情況，在此種情況下常須用複式機。

(二)複式機之普通工作是經過何種壓力範圍？何時單式機

與複式機有幾乎相同的經濟？由用一有冷凝工作之複式機比用一有冷凝工作之單式機有若何蒸汽之節省？

(三)試列舉複式機之四主要利益。

(四)機器之速度及機筒垣之熱的傳導係數如何能影響機筒凝水？

(五)解釋如何因活門及機筒中滲漏而丟失之熱量在複式機中減小。

(六)如何複式機可按蒸汽流動而分類？緣何交複機需要一接受器而曲柄需安置成 90 度？

(七)複式機中用若何機筒比率？因何較大的機筒比率並較早的斷絕蒸汽能影響機器之經濟及其輸出之功率？

(八)多級膨脹機之指示馬力應如何計算？

(九)用略圖解釋如何能畫高壓機筒與低壓機筒之連合壓容圖。

(十)試詳說用蒸汽機示功器以決定恰對的接受器之壓力法。

(十一)複式機之低壓機筒應許其活門有多少先導？

(十二)設一複式機之機筒比例是 4.3:1 而其所用之蒸汽有每平方吋 150 磅指示壓力，機器工作冷凝則其近似的接受器之壓力爲何？若以上之機器工作無冷凝，而所用之蒸汽每平方吋有 100 磅指示壓力，排汽每平方吋 5 磅指示壓力則其接受器之

壓力應是若干？

(十三)設一單式機之曲柄臂長 6 吋而其機筒之直徑是 10 吋，若在活塞上之有效壓力是每平方吋 150 磅則活塞能用在機軸上之最大轉爲若干？假定當連接桿與曲柄彼此成直角時在曲柄釘上之勢力爲百分之九十在活塞上之勢力。

(十四)設在一四重膨脹機中，各機筒中之溫度範圍相等，供給機器之蒸汽有每平方吋 225 磅指示壓力，排汽入冷凝器有 28.5 吋之真空，試算每機筒中之溫度範圍，大氣壓力計是有 30 吋水銀線。

(十五)一複式機之機筒比率是 4.5:1，高壓機筒中之斷絕蒸汽點是在其動程之百分之二十六，若不計餘隙則其膨脹比率爲何？若每機筒有百分之六的餘隙則其膨脹比率爲何？

(十六)若一複式機之動程爲 5 呎則其低壓機筒中之蒸汽進入活門應有多少先導？

第 八 節

(一)有冷凝工作是何意義並如何成就？

(二)以略圖解釋如何用同量之蒸汽在有冷凝工作之機器中可產出較多的功率？

(三)一較大的複式機從有冷凝工作可得若何節省？主要機

器與冷凝器之附屬機所需用之蒸汽成何比例？

(四) 在何時有冷凝工作之機器不若無冷凝工作之機器為經濟？

(五) 在有冷凝工作時如何機筒凝水影響各種機器之經濟？

(六) 列舉有冷凝工作的機器之優點與弱點。

(七) 一複式機普通需冷凝器中有幾吋真空最有利益？

(八) 在那兩情況下常須擇用有冷凝工作之機器？

第九節

(一) 解釋緣何祇有蒸汽所含的總數熱量之一小部份可以用在一蒸汽機中？

(二) 試釋因何最大的熱的效率不常有最低的總數功率代價之結果？

(三) 機器已經過良善之修理後是否常能使其效率大增？試述其故。

(四) 蒸汽機中之何類丟失則在其過載擔負上傾向於加增及何種丟失則在其輕小擔負同比例的較巨？

(五) 試列舉減小拋棄的熱量之百分比之方法。

(六) 試述機筒凝水之三大原因。

(七) 緣何一蒸汽生力廠用蒸汽產生功率亦用以溫熱者比較

僅用蒸汽產生功率者之效率大？

(八) 減少蒸汽機中熱的丟失之主要法是何？

(九) 如何能減少套管摩擦，軸承摩擦及活塞摩擦？

(十) 何種減少機械的丟失法可應用於所有之機器？

(十一) 何謂機器的郎肯循環比例？此項比例亦用何名代之？

(十二) 試釋因何液體之熱量按機器之排汽溫度用作根據以計算機器之效率？

(十三) 設如供給機器之蒸汽有百分之九十九的乾度及每平方吋 200 磅絕對壓力，排汽之溫度是華氏溫度 212° 試算理論的郎肯循環之效率。

(十四) 設如供給機器之蒸汽有總數溫度華氏溫度 550° ，並指示壓力每平方吋 150 磅，排汽有每平方吋 1.5 磅絕對壓力，試算機器之理論的水額。

(十五) 設如一蒸汽機每小時每指示馬力用 18.5 磅蒸汽，蒸汽之乾度是 98%，每平方吋 175 磅之絕對壓力，排汽按大氣壓試算機器之熱的效率。

(十六) 設如第十三題之機器每指示馬力每小時用蒸汽 25 磅，則其郎肯循環比率是何？

(十七) 試算機器之機械的效率，當其顯示 198 指示馬力時輸出 175 輪掣馬力。

(十八)設一蒸汽機每輪掣馬力每小時用蒸汽 17.4 磅，蒸汽每平方吋 178 磅絕對壓力，過熱溫度華氏 100° ，排汽入冷凝器有 27 吋真空，大氣壓力計 29.8 吋，試算機器之統計效率。

(十九)第十八題之機器，每輪掣馬力用若干英國熱量單位？所產出之機械功率每仟瓦小時用若干英國熱量單位？

(二十)比較以下之兩蒸汽機之熱的效率，其一用每平方吋 125 磅絕對壓力之蒸汽，每指示馬力每小時用蒸汽 19 磅，排汽入大氣，其他每指示馬力每小時用蒸汽 18 磅，蒸汽每平方吋 225 磅絕對壓力，排汽入大氣，蒸汽均為飽和的。

第十節

(一)解釋轉動的蒸汽機與往復機及蒸汽輪機間之異點。

(二)單式單活門無冷凝工作之機器在滿載擔負上水額約為若干？在分數擔負上水額約需若干？

(三)在一單式單活門無冷凝工作之機器中，其最相宜之斷絕蒸汽點何在？實施的活塞速度是多少？

(四)複式單活門蒸汽機普通皆製造何種式樣及呎吋？此項機器合用於何種工作？

(五)複式單活門蒸汽機工作無冷凝約需多少水額？工作有冷凝約需多少水額？

(六)四活門機器中常用何種活門及何種節速器？

(七)用高立司活門之單式四活門機器的普通水額是若干？
用上升活門的水額是多少？

(八)試解釋單流機之原則，此種機器能得巨大的經濟否？

(九)單流機可按那兩法構造使能工作無冷凝且得滿意的結果？

(十)設單流機之原來構造係工作有冷凝者，試述用何種安全計劃則如真空毀滅機器能自動工作無冷凝。

(十一)工作有冷凝及工作無冷凝之單流機普通需多少水額？

(十二)單流機在分數擔負上並在過載擔負上需要之水額與在滿載擔負上所需者若何比較？與其他機器所需之水額有何種比較？

(十三)單流機是否能負帶較大的過載擔負？試述其故。

(十四)按汝之意見何種機器按馬力計算代價較巨，大機器或小機器？高速機器或低速機器？高壓機器或低壓機器？有冷凝工作的機器或無冷凝工作的機器？

第十一節

(一)察考機器之用意何在？

(二)試解釋以下之各名詞，(一)輪掣馬力，(二)總數指示馬

力，(三)機器之機械的效率。

(三)解說量公轉計及量速計並其用法。

(四)解說各種量力計之設計及每種量力計之用法。

(五)何謂輪掣臂之有效長度？用略圖解釋之。

(六)用略圖顯示瓦特計與三相三線交流發電機間之連接。

(七)用略圖解說考驗機器水額時所需之儀器。

(八)試詳說考驗機器時之方法及程序。

(九)考察高速機器需有何種的慎察？

(十)用略圖詳述決定機器之餘隙體積法。

(十一)機器之指示馬力是 133，而其產出之輪掣馬力 120。

試算機器之機械效率，及其摩擦馬力。

(十二)計算機器產生之輪掣馬力在機器之速度每分鐘 220 公轉上，輪掣之淨數重量是 250 磅，輪掣臂之有效長度是 63 吋。

(十三)設機器每小時用蒸汽 5000 磅產生 200 指示馬力，蒸汽之乾度是 97%。試算機器之水額（即每指示馬力每小時用乾蒸汽磅數）。

(十四)設一蒸汽機每小時用蒸汽 2550 磅，蒸汽之指示壓力每平方吋 150 磅，蒸汽量熱器中之溫度是華氏 270°，排汽之指示壓力每平方吋 4 磅，兩瓦特計之讀數是 20.2 KW. 與 30.7 KW. 試算每輪掣馬力每小時用乾蒸汽磅數若發電機之效率在

此擔負上是 90%，並以輪掣馬力為根據計算熱的效率。

(十五)一蒸汽機產生總數 200 指示馬力，所用蒸汽指示壓力每平方吋 200 磅，排汽指示壓力每平方吋 8 磅，若蒸汽之乾度是 99%，機器之機械的效率是 90%，試算機器之熱的效率以輪掣馬力為根據當在 10 小時工作期間用蒸汽 42,000 磅，(假定大氣壓是每平方吋 14.7 磅絕對壓力)。

第十二節

(一)當工程師到一新工廠視事時起始應從何着手工作？試詳述之。

(二)試舉兩提議可協助記憶生力廠中管子之連接。

(三)試詳說以下之機器開動法及停止法，(一)單式機，(二)有冷凝工作之單式機，(三)複式機，(四)分開的高立司活門機器。

(四)解釋冷凝器失職之原因。

(五)開動交複機與前後機筒複式機有何不同之處？

(六)列舉機器房中所需供給在手頭之物品。

(七)試用略圖解說更換及修理活塞上之脹圈法。

(八)試述重澆軸承之鈹裏法並用略圖解說之。

(九)校正曲柄釘軸承之磨消僅更番挪動銅裏有何危害？

(十)簡單的分開軸承可如何校對？通常機器之軸頸與軸承應有多少餘隙？

(十一)試舉六種能使軸承發熱之情狀。

(十二)若主要軸承起始發熱應如何措置？若主要軸承過熱應如何處治？試詳言之。

(十三)解說金屬填塞物與軟填塞物之用處及比較。

(十四)用略圖解說安置機器在其直線上之法。

(十五)試舉出機器發生撞擊聲之六大原因及其處治之法。

(十六)旋緊軸承以停止機器撞擊之聲將有若何危險？試詳述之。

(十七)詳述以下之活門修理法若此項活門滲漏過份，(一)D字形滑動活門，(二)活塞式活門，(三)高立司活門。

(十八)設以下之機構發生若是之擾害將有何等際遇，(一)高立司活門接帶器之活塞在突進缸中滲漏太甚，(二)壓墊之空氣逸出太快，(三)壓塞之空氣逸出太慢。

第十三節

(一)單式機用過熱蒸汽結果可如何節省蒸汽？試詳述之。

(二)試述過熱蒸汽與飽和蒸汽間之六異點。

(三)用高過熱蒸汽應用何式之活門？並何種金屬所製者？

- (四)過熱蒸汽之溫度及其體積間之近似的關係是何？
- (五)用過熱蒸汽之機器應用何種機筒油？若係反流機油應如何引入？若為單流機則油應如何引入？
- (六)在蒸汽機實施上複式與過熱蒸汽之關係是何？
- (七)在實施上何時用高壓及稍過熱蒸汽並何時用低壓及高過熱蒸汽？
- (八)用過熱蒸汽之複式機中，高壓機筒之排汽的尋常狀況是何？
- (九)試列舉機器用過熱蒸汽之主要利益。
- (十)解釋因何在一過熱蒸汽廠中起涎沫之汽鍋是危險的？

第十四節

- (一)選擇機器應以何項事實為根據？何謂單位功率之價值？
- (二)何謂固定的開支並何謂工作上之開支？試列舉之。
- (三)所需機器之馬力須由何決定？試詳言之。
- (四)選擇機器時因何須顧慮及其速度？
- (五)試詳解之並述其故，緣何工作之情形影響於機器之選擇。
- (六)選擇機器時何項工作性情必須顧及？此項工作性情如何涉及單位功率之價值？

(七)何謂工作保證單及機器類別單?此項保證單如何有用?

(八)在不同之工作情況下考驗機器後如何可按廠家之工作保證之情況而改正之?

(九)設一機器有不變數之擔負 250 馬力,每日工作十小時,每年工作 300 日,每年之總費用是國幣一萬五千元,單位功率之價值是多少?

(十)若第九題之機器的購價是洋五千元且可望其供用二十八年,該機之貶值應如何計算?

(十一)一部 1000 馬力之無減壓高立司機器,價值每馬力洋十元,裝費在內,而一部同量的單流機,價值每馬力洋十三元,包括裝費。高立司機器有以下之水額:在四分之一的定級擔負上,每指示馬力每小時用蒸汽 20 磅。在二分之一的定級擔負上,每指示馬力每小時用蒸汽 23.9 磅。在四分之三的定級擔負上,每指示馬力每小時用蒸汽 23 磅。在定級的滿載擔負上,每指示馬力每小時用蒸汽 23.9 磅。在四分之一過載擔負上,每指示馬力每小時用蒸汽 24.9 磅。單流之水額每指示馬力每小時用蒸汽磅數如下:在四分之一的定級擔負上用 20.3 磅。在二分之一的定級擔負上用 19.6 磅。在四分之三的定級擔負上用 19.6 磅。在滿載擔負上用 20.1 磅。在四分之一的過載擔負上用 21 磅。每一千磅蒸汽之代價是洋五角。其他工作上之開支是每小時洋一元五角。廠中每年工

作300日。固定的開支約機器總購價的百分之十五。廠中之擔負線如下：由夜十二時至上午七時，擔負250指示馬力。由上午七時至八時，擔負500指示馬力。由上午八時至午十二時，擔負750指示馬力。由午十二時至下午一時，擔負500指示馬力。由下午一時至二時，擔負750指示馬力。由下午二時至二時半，擔負1000指示馬力。由下午二時半至五時半，擔負1250指示馬力。由下午五時半至六時，擔負1000指示馬力。由下午六時至六時半，擔負750指示馬力。由下午六時半至七時，擔負500指示馬力。由下午七時至夜十二時，擔負250指示馬力。試算每機之單位功率價值。

(十二)按第十一題若須另有一餘機備用，此備用機每年僅需工作15日，是否應裝此一備用機？因若是保守工廠不停工則單位功率之價值是若干？

第十五節

(一)試詳說滑潤之用義，並解釋以下各名詞，(一)摩擦，(二)滾動摩擦，(三)滑動摩擦(四)液體摩擦。

(二)何謂黏力？用略圖詳述此項黏力之量法。

(三)試列舉固體滑潤物及半固體滑潤物及其應用之處。

(四)解釋油之燃點，着火點及凍點，並各點之尋法用略圖說

明。

- (五) 試說三種餽油組織及相對的優點。
- (六) 用略圖解釋一水力推動餽油器之原則。
- (七) 所用之滑潤組織與選油有何關係？
- (八) 試舉外面軸承之自動及無自動滑潤之定義。

答 數

第 一 節

(九) 19.6% 19.5% (十) 12.3% (十一) 7696 呎磅，
93.2 馬力。 (十二) 58.4 馬力。

第 三 節

(十四) 3.69 吋 3.25 吋。

第 六 節

(十二) 2.03% (十三) 4.66 吋 (十四) 192.4 磅。(十五)
3.1 公轉， 11.75 吋 (十六) 170 每分鐘公轉數。

第 七 節

(十二)有冷凝工作之複式機，接受器之壓力是

供給蒸汽之絕對壓力 ÷ 機筒比率。

無冷凝工作之複式機，接受器之壓力是

$\sqrt{\text{供給蒸汽之絕對壓力} \times \text{反壓之絕對壓力}}$

38.3 磅每平方吋上之絕對壓力， 47.5 磅每平方吋上
之絕對壓力。

(十三) 63,600 吋磅 (十四) $76^{\circ}.2$ 華氏溫度， (十五) 17.3,
14.9 (十六) $\frac{5}{16}$ 吋。

第九節

(十三) 18.5% (十四) 7.20 磅每馬力小時， (十五) 13.8%
(十六) 0.55 (十七) 88.4% (十八) 12.5% (十
九) 27,300 B. th. V. (二十) 13.25%, 13.85%。

第十一節

(十一) 90.3%， 13 馬力 (十二) 55 輪掣馬力 (十三)
24.25磅， (十四) 33.0 磅 7.7% (十五) 11.1%。

第十四節

(九) 每馬力小時洋二分 (十) 洋一百七十八元六角 (十一)
高立司機器每馬力小時洋一分五厘五毫，單流機每馬力小
時洋一分三厘二毫。 (十二) 單流機之每年費用較小，工
作十五日。單位功率之價值是洋二分二厘三毫。



職業學校
實用蒸汽機學

實售貳元壹角

外埠加運費

基價 11元5角