

目 录

第一部分 破除迷信，敢想敢干，土法办电·····	1
第二部分 土蒸汽机的设计与制造·····	4
一、蒸汽机的构造与工作原理·····	4
二、设计说明与依据·····	8
三、制造工艺·····	20
四、性能与效果·····	27
五、蒸汽机的使用与运转中的注意事项·····	28
六、改进意见与存在的问题·····	30

第一部分 破除迷信、~~動員~~辦電

自從電力供應不足以來，我廠~~全體職工~~職工大力開展辦電節電以外，並對我們科提出了具體要求：要我們科擔負全院的辦電主力，並且要按着多快好省的原則來辦電。根據黨委決定，我們召開了全體職工大會，傳達了黨委的指示，反覆的講清了辦電的重要意義及辦電的方向。我們發電設備雖有一些電動機（用電動機發電），但沒有原動機，因此必須製造原動機，到會的同志都一致表示決心千方百計來完成這一光榮任務，馬上就改裝一台殘舊的二氧化碳輸送泵，同時派人到外單位去參觀，學習辦電經驗，結果我們認為製造蒸汽機較為合適，因為它用汽較少，於是在九月末開始設計40馬力蒸汽機，設計時間將近兩週，同時並與兄弟廠互相協作，計劃10月25日前將10台40馬力蒸汽機全部鑄件交給我們，但由於有些客觀困難未能按時交出加工鑄件，而影響我們工作的按時完成。在此同時，黨委召開了幹部會議，傳達了市委要求必須在10月份完成50%的發電量及辦電高產週的決定。我們根據市委這個決定，研究了10月份完不成辦電任務的原因：主要是蒸汽機本身絕大部份是鑄件。鑄件加工工序要求的時間較長，請外單位加工也有困難，在這種情況下，我們根據小土群的方針，破除迷信、敢想敢幹、依靠群衆來解決辦電問題。在這種思想指導下，我們召開了老工人座談會，將市委關於辦電的要求及高產週的決定結合我科10月份完不成辦電任務的情況，進一步作了動員，在會上大家進行了熱烈的討論，大家認為原定10月份所要製造的40馬力蒸汽機有點太洋，必須搞鑄件少，而容易加工的土蒸汽機，才能爭取時間，經過研究，一致認為一定要在最

短時間內以沖床帶動自製100馬力土蒸汽機。方案確定後，施工設計立即展開，經過苦戰了一週，終於製成成本大約在600多元（材料費）的100馬力土蒸汽機，這種土蒸汽機製造時間快，質量合乎要求，成本低，解決了大型機件加工困難。100馬力蒸汽機所以能夠很快的製造成功，主要是按着以下原則進行的：

一 政治掛帥，領導親自動手

當確定製造100馬力蒸汽機後，對所有參加這項工作的同志進行了思想動員，提出苦戰加苦戰的戰鬥口號，因此參加這項工作的同志都感到完成這項任務是光榮的，經過一個時期的日夜苦幹，不但完成了10月份辦電任務，同時也感到對社會主義建設有着一定的好處，當時大家提出完不成任務不回家的口號，不分晝夜的苦幹，困了就睡一會，醒了就幹，堅決完成這項發電的光榮任務。

二 依靠群眾發動群眾

當我們確定製造100馬力蒸汽機的同時，廣泛的徵求了一些老工人的意見，並且發動他們邊施工邊設計，提出大家共同出主意來加快這台蒸汽機製造的進度。這樣，科內的技職人員，領導幹部都和工人同志一起連夜投入戰鬥，例如有的車鉗工兩天兩夜不休息，有的最多三天三夜不休息，尤其是老工人韓有昌同志，一直幹了三天三夜，由於夜間抬汽缸被摔倒，將腿碰傷，醫生確定他休息五天，但他一天也不休息，仍然繼續工作；當車間領導上叫他回家休息時，他說，解放軍戰鬥輕傷不下火綫，我這點小傷算啥，完不成任務就不回家。一直安裝好蒸汽機運轉後才回家休息一下，但馬上又回來參加檢修其他

蒸汽機。

三 貫徹勞技結合是加快完成這項任務的主要原因之一

任務確定後，我們採取勞技結合邊施工邊設計的方法，工程技術人員深入到現場和工人一起勞動，用嘴設計。工人有時到辦公室找技術人員共同研究查閱資料。這樣一來，不僅大大加快了完成速度，同時對工程技術人員也有一些實際教育。如新來我科的技術人員說，關於錯汽的問題，我翻了很長時間的書沒有解決，但韓師傅幾句話就解決了問題。土蒸汽機製造成功，不僅在發電方面有經濟意義，而且對我們更有它很大的政治思想教育意義，也就是：

(1) 土蒸汽機的成功進一步的破除了迷信，解放了思想。由於土蒸汽機的製造成功，加強了用電全部自給的信心，大家認為土的可以解決問題。如在土蒸汽機製造成功時，有的同志說：根據這次製造蒸汽機的情況，我們也可以製造火車頭。

(2) 找到了適合我們單位發電的方向，這種土蒸汽機，是完全適合我們這種有着小型機床的修理部門，從而克服了大型機件加工，同時也由於不用鑄件而解決了時間問題。

土蒸汽機所以能夠製成，這主要是由於黨的正確領導，全體職工同志們積極苦戰，和有關部門的支援，而得到的成果。今後我們還要繼續努力，在現有的基礎上，進一步的加以改進。按着目前我們摸索的方向，準備繼續製造一台較大的 200 馬力土蒸汽機，爭取在較短時間內解決我們用電自給問題。

方向已經由向左侧運動改為向右侧運動，遮住了聯通的管道，這時汽缸內活塞的運動完全靠着活塞受壓端蒸汽的熱膨脹的能作功。在活塞沒有達到右死點時，滑閥已打開左侧聯管，活塞左邊工作過的蒸汽可以自由地排空。如此交替地左侧進氣，右侧排汽，或右侧進汽，左侧排汽，蒸汽機正常地進行工作。

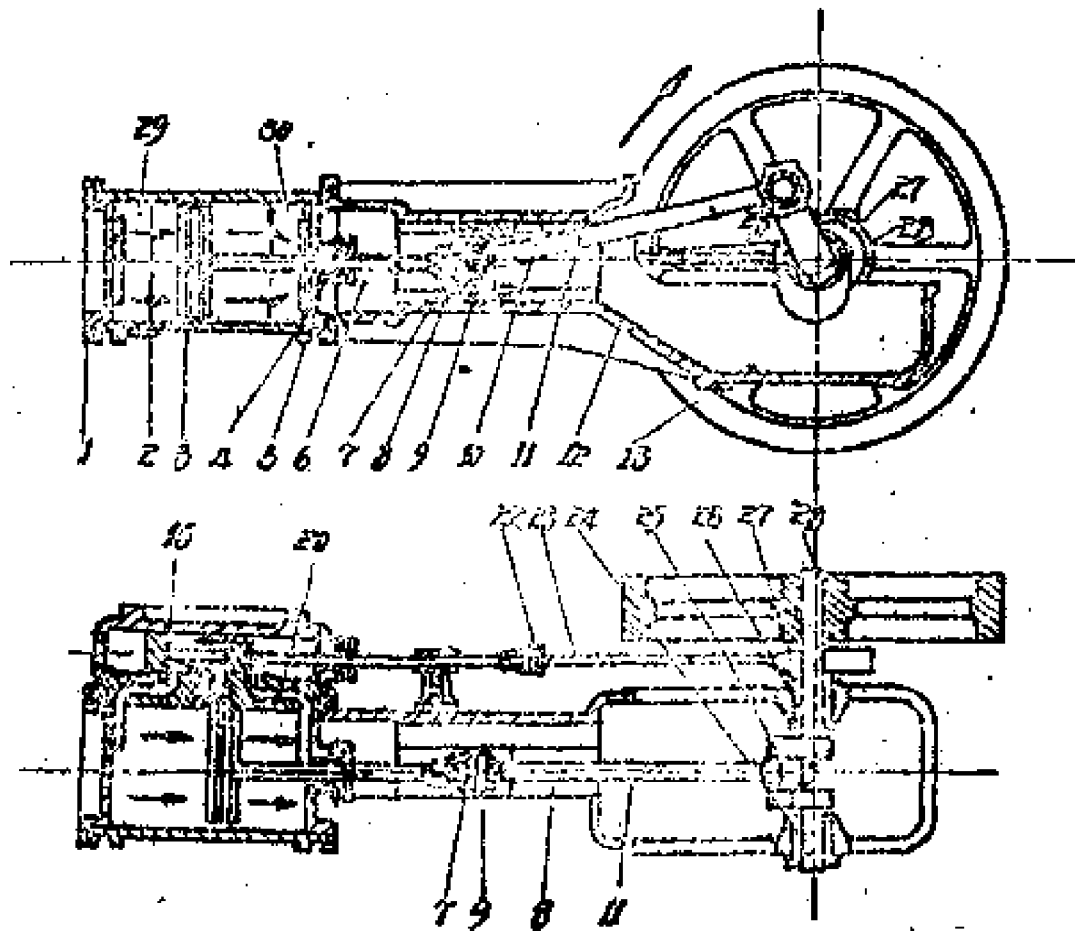


圖 1 臥式單汽缸蒸汽機，滑閥式配汽

- 1—後汽缸蓋； 2—汽缸； 3—活塞； 4—前汽缸蓋； 5—填料函； 6—活塞桿； 7—十字頭； 8—下滑輪； 9—十字頭銷； 10—上滑輪； 11—連桿； 12—機身； 13—飛輪； 14—進汽口； 15—滑閥室； 16—汽路； 17—活塞環； 18—排汽汽路； 19—滑閥； 20—汽路； 21—滑閥桿； 22—滑閥桿與偏心桿的鉸鏈聯接； 23—偏心桿； 24—主軸承； 25—曲柄銷軸頸； 26—主軸承； 27—偏心環； 28—偏心輪； 29—活塞左死點； 30—活塞右死點。

爲了防止汽缸與活塞桿聯接地方滲蒸汽，在汽缸及滑閥內側裝填函，密封汽缸與滑閥。

飛輪的功用，是因為在活塞全程行動中，各點的能量是變化着的，由最小到最大，造成主軸運動不平衡，如果加一個具有相當質量的飛輪，那麼在活塞推動力大時，飛輪儲藏能量，在推動力小時，飛輪給出能量，使得主軸角速度均勻。

十字頭是在導軌中運動的，導軌務必準直，嚴格地要求十字頭作直綫運動。

主軸架在軸承上。

主軸承座，缸體，導軌裝在同一個機座上。汽缸、十字頭、曲拐軸等活動部份都應該經常保持潤滑。

現將幾個主要問題敘述一下：

1. 蒸汽機的出力：

蒸汽機主軸旋轉一周，活塞往返一次，活塞每一單程為曲拐軸柄長的兩倍，往返一次為曲拐軸柄長的四倍。

活塞受壓如前所述，並非始終承受進汽的最大壓力，而是變化的，它的變化如圖 2 所示，在死點時活塞承受進汽的最大壓力。活塞運動至 S 時，滑閥閉住聯接管口，因而停止進汽。從這個時候開始，蒸汽以絕熱膨脹推動活塞運動，一直到活塞達另一死點為止。活塞返程時，活塞背側乏汽壓力與排汽口壓力一樣，在活塞到達 S 時，滑閥閉塞汽口，活塞繼續向死點活動，空間縮小，乏汽壓力增高，更因為活塞達死點前，滑閥打開汽口，新蒸汽送入，壓力再度上升，這個以壓力和活塞行程（或活塞受壓側的容積）作的封閉曲綫可以計算蒸汽機的出力。上述為活塞一側的情形，活塞另一側的情況如虛綫所示。

把曲綫橫座標等分成 n 份，截取封閉曲綫內 n 個縱座標（即活塞二測壓力差），以此 n 個 P 值平均之得到平均壓力 P_m 。

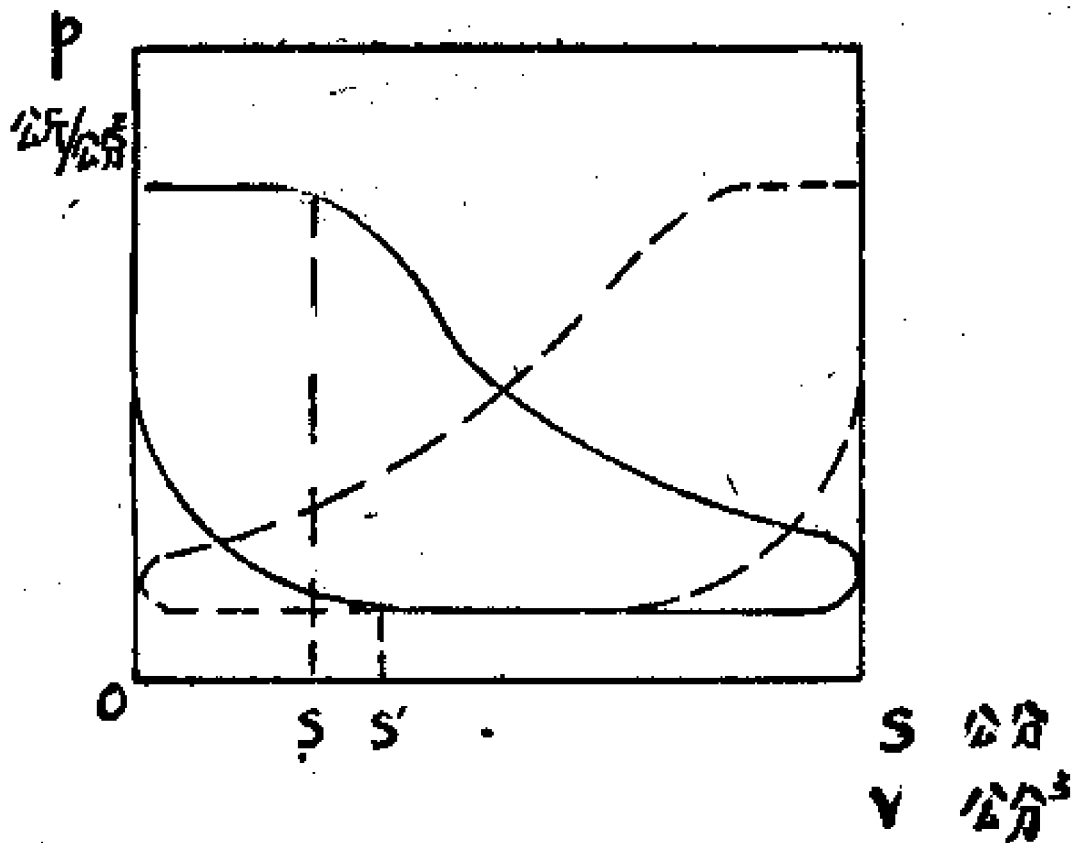


圖 2 活塞受壓變化

$$P_m = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_{n-1} + P_n}{n}$$

知道了蒸汽機轉速、行程、平均壓力和活塞直徑，就可以計算蒸汽機的出力了。

$$\text{蒸汽機出力} = \frac{2 \times N \times L \times \frac{\pi D^2}{4} P_m}{75 \times 60} \text{ 馬力}$$

- 式中
- | | |
|--------------|--------------------|
| N ——蒸汽機轉速 | 轉數/分 |
| L ——活塞行程 | 公尺 |
| D ——活塞直徑 | 公分 |
| P_m ——平均壓力 | 公斤/公分 ² |

示功圖可用示功器測，如設計之初或無示功器時，可估計一個 P_m 值，它應小於進汽的壓力。

活塞直徑、活塞行程可自行確定，轉速通常以活塞綫速度來考慮，單缸蒸汽機的活塞綫速度 V 爲 2~3 公尺/秒，因此

$$N = \frac{60V}{2L} = \frac{30V}{L} \text{ 轉/分}$$

2. 蒸汽機的配汽：

配汽是保證蒸汽機正常工作的主要部份，以內進汽配汽裝置爲例，見圖3。

從圖3可以看到，滑閥在中間位置時，滑閥偏汽口兩邊的長度是不等的，內進汽的配汽，偏距 i 大於 e ，外進汽配汽，則 e 大於 i 。

圖中 θ 爲導前角，它是這樣求得的，以曲拐軸柄長爲半徑作圓，以偏心距爲半徑作同心圓如圖所示活塞位於左死點時，曲拐軸是在水平位置，那個時候，滑閥應當在這樣的地位，活塞右邊早該與排汽口通，而左邊已經與進汽口聯通，因此右側汽口應該比左側汽口開得大一些，這個距離以圖3中B所示的中心位置爲基準，偏左或偏右多少，知道這個距離後，在圖中相應側邊截綫段 OA ，在A點作 OA 的垂綫交小圓爲 E ，聯 OE ，則與 OD 交成一角，此角即爲導前角。蒸汽機在確定了偏心距後，用上法求得導前角，就可以把偏心輪固定在主軸上。

二、設計說明與依據

我們設計這台土蒸汽機是根據先了解現有的材料與可利用的部件，再考慮了工藝條件來進行設計的，如此可防止施工中停工待料與工序不銜接等情況發生，爲了更好的爭取時間，又採取了邊設計邊施工方法，打破了設計製圖預算備料施工等一系列的工作所佔用的時間，實際也證實了在一般較小的設備設

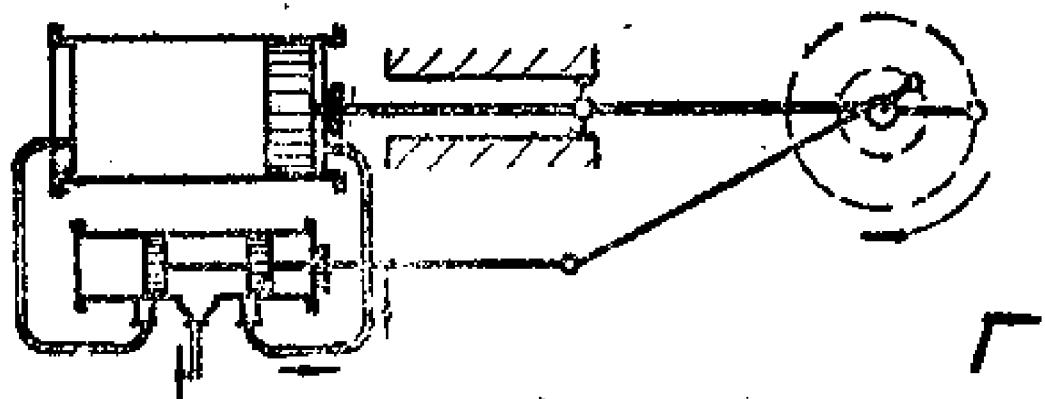
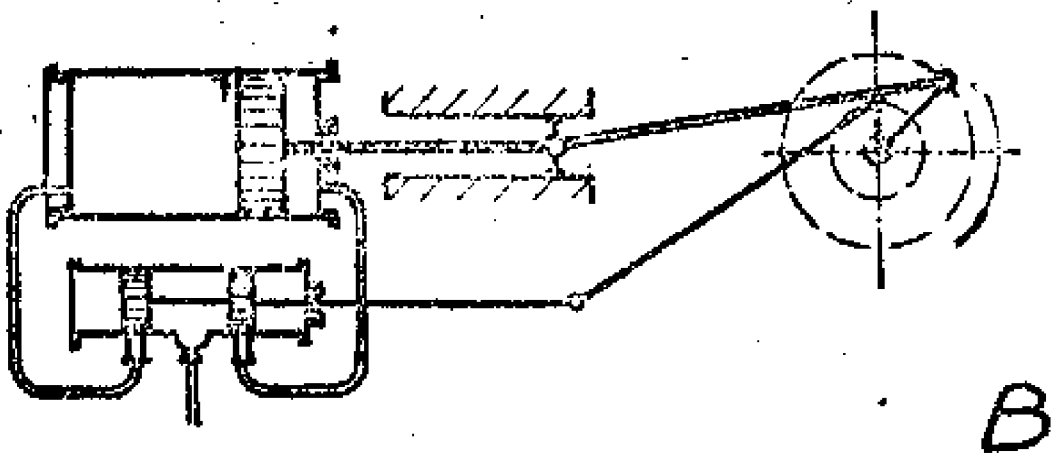
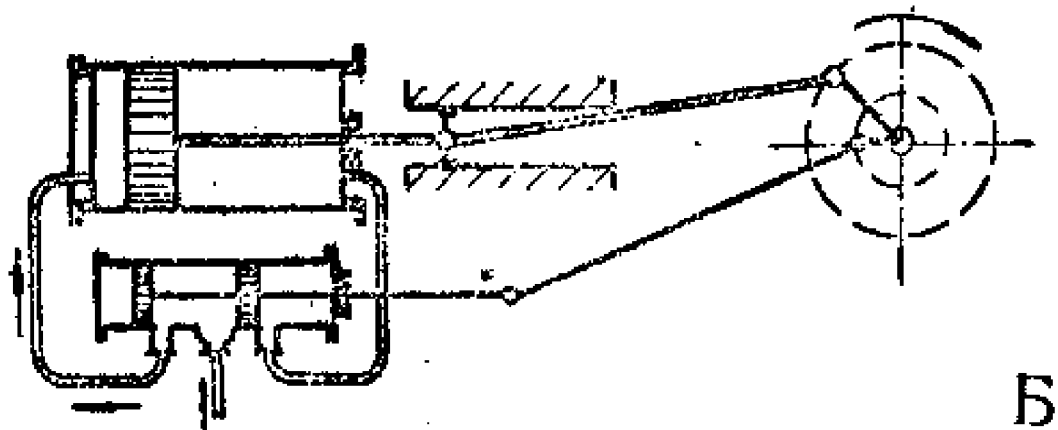
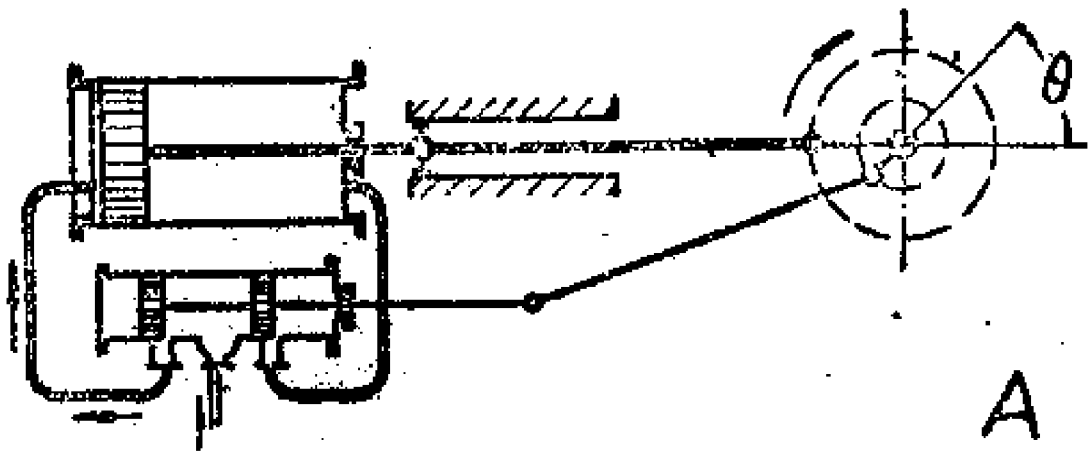


圖 3 蒸汽機汽缸配汽裝置

計制度上完全可以這樣做的，可以節約大量的時間，同時設計工作也會與實施連接起來。總之我們認為這是符合多快好省的。

土蒸汽機的出力是確定為 100 馬力，供運轉的蒸汽為 10 公斤/公分² 的過熱蒸汽，型式採用單缸臥式，用滑閥配汽機構，無調速裝置，以人工控制運轉速度，效能預計達到 II25 型 100 馬力移動式鍋駝機的蒸汽機部份相同的效果。

簡化蒸汽機設計構件的基本條件是從施工工序上着手，總結了 II25 型蒸汽機與其他類型的蒸汽機的設計，我們認為首先是鑄件結構複雜，體積也多較大，因之在模型製造、鑄件施工、機床加工上帶來大量的工作，大的機件也就需要大型機床來加工，在整體結構加工上也是不適於由一小型機械廠或各廠的機修車間來製造的，因之我們認為，在執行小土群的方針上存在着很多的問題，怎樣來克服以上的問題？首先減少了鑄造部件複雜程度與數量，變大部件為單一作用的小部件相安裝構成一個整體，一般較大而結構簡單的部件可用鋼板或型鋼焊接製成，一般製造工藝複雜的部件，可採用標準件，不必再進行製造，這樣就可簡化蒸汽機，便於用簡單工藝條件進行施工。

設計的技術規範：

主軸（曲軸）轉速	210 轉/分
汽缸直徑	247.5 公厘
行程	340 公厘
容量	100 馬力
使用蒸汽壓力	10 公斤/公分 ²
飛輪直徑	1.4 公尺

蒸汽機之主要部件，可分為汽缸體、活塞、活塞桿、連桿、曲軸、軸承，飛輪、機座、滑閥缸體、滑閥活塞、滑閥活

塞桿、滑閥連桿、偏心輪等部件，今根據詳情分述如下：

汽缸體：汽缸體為蒸汽機主要的部件，承受蒸汽的工作壓力和壓應力，其構造分為汽缸外體，汽缸套，前缸蓋與後缸蓋四部份，汽缸外體一般多和滑閥缸體與排汽管等鑄於一起，結構頗複雜，難於加工，為了簡化結構，將汽缸體滑閥缸體，與排汽管道分開，這樣汽缸體就可用一段鋼管或用鐵板圈成一段圓管，管兩端焊上兩個法蘭盤，備安裝前後缸蓋之用，缸體下焊出缸座備與機座相裝，汽缸套為汽缸的工作部份，為鑄鐵鑄成，要求無砂眼與其他缺陷，經加工後壓於汽缸體內，要求嵌合嚴密，其鑄鐵規格要求較高，其汽缸壁厚通常根據經驗公式來計算，不根據強度計算壁厚，因為要考慮磨損與銹蝕條件，所以一般鑄件汽缸壁厚的計算採用如下公式：

$$S = \frac{P \cdot D_B}{400} + 1$$

S ——壁厚	公分
D_B ——內徑	公分
P ——操作壓力	公斤/公分 ²

代入公式

$$S = \frac{10 \times 24.75}{400} + 1 = 1.62 \text{ 公分}$$

以承受內部壓力的柱狀筒體壁厚公式驗算：

$$S = \frac{PD_B}{230R_p - P} + C$$

P = 操作壓力 = 10 公斤/公分²

D_B = 內 徑 = 247.5 公厘

C = 附加壁厚量 = 6 公厘

R_p = 容許受拉應力

$$R_p = \frac{\sigma_b}{n_b} = \frac{21}{3} = 7 \text{ 公斤/公厘}^2$$

σ_b = 材料抗拉極限強度 = 21 公斤/公厘²

n_b = 安全係數 = 3

代入公式：

$$S = \frac{10 \times 247.5}{230 \times 7 - 10} + C = 1.88 \text{ 公分}$$

根據以上兩個公式的計算，我們採用 1.88 公厘為汽缸套厚度。

汽缸體的前後蓋採用鋼板，用雙頭螺絲固定於汽缸上，其活塞桿填函可焊接於後蓋中心處，其汽缸兩端之汽口，亦可開於前後蓋的下部用普通鋼管接於滑閥缸配氣孔，如此構成一個汽缸體。

活塞：活塞功用是承受蒸汽壓和密封地把汽缸分為二部份，活塞受壓是變化的，活塞由減速到加速，再減速的重復運動。活塞的結構種類很多，一般採用的有兩種型式。活塞的材料是鑄鐵，圍着三個漲圈，漲圈也是鑄鐵的，漲圈上有斜開口，用三個漲圈的汽密程度較好。

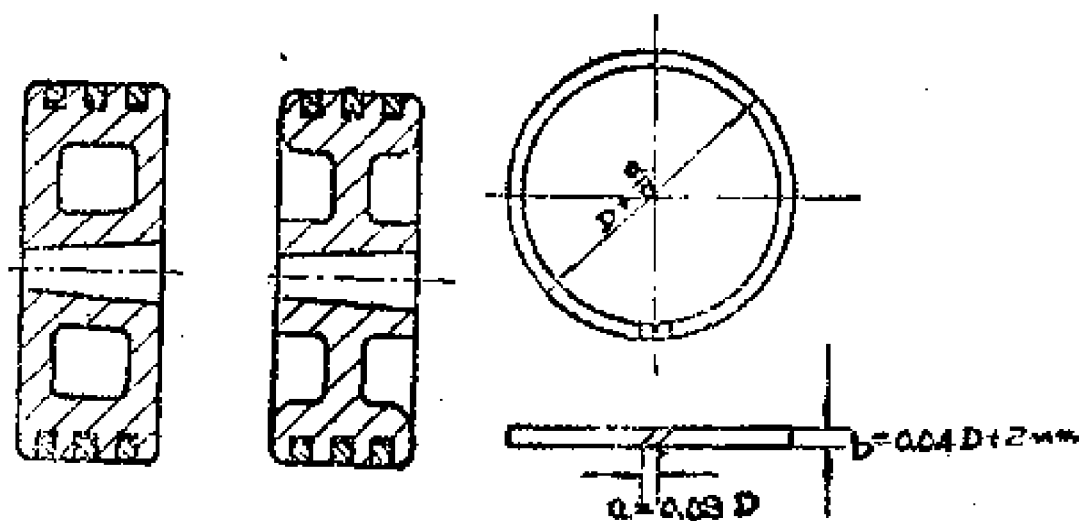





圖 4 活塞漲圈

活塞寬度尺寸的推薦尺寸：

汽缸直徑，公厘	活塞寬，公厘
190	80
225	85
250	90
275	100
300	110

漲圈的加工，先車一比加工後所要求的直徑 D 大一些的圓環，直徑為 $D + \frac{a}{\pi} + z$ 。 a 約為 $0.08D$ ，把此圓環切 45° 斜口，寬為 a ， z 是加工餘量，然後夾在胎具上加工，嚴格要求漲圈外徑為 D 。用上述方法加工的漲圈是有彈性的。

漲圈切口最好加工成  的形狀，這樣可以加一種釘，不使漲圈活動。即  或漲圈加工成  形狀，漲圈閉口，以後一種型式為佳，但施工較難。

活塞桿：活塞桿材料是鋼製的，與活塞聯的一端鑿成錐形，頂端有螺紋扣，螺帽，與活塞裝配一起後，在螺帽側邊打孔，插一銷釘，防止蒸汽機運轉過久，螺帽有鬆動的可能，活塞桿的另一端與十字頭聯結。

活塞桿直徑約為 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{7} D$ ，設計活塞直徑為 247.5 公厘，活塞桿直徑為 45 公厘。

連桿：連桿為聯接十字頭與曲軸的部件，它傳遞活塞上受力 P 的分力 S 。曲軸時刻在變更位置，因此力 S 亦隨之變化。當 α 為 90° 時， β 角最大，亦即活塞受力 P 的分力 S 為最大。

臥式蒸汽機連桿長 l 為行程的 2~3 倍。其強度計算公式為：

$$PF = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^3}$$

- 式中 P ——活塞最大受力 公斤
 F ——安全係數
 E ——鋼彈性模數，為 2×10^8 公斤/公分²
 l ——連桿長 公分
 I ——慣性力矩 公分⁴

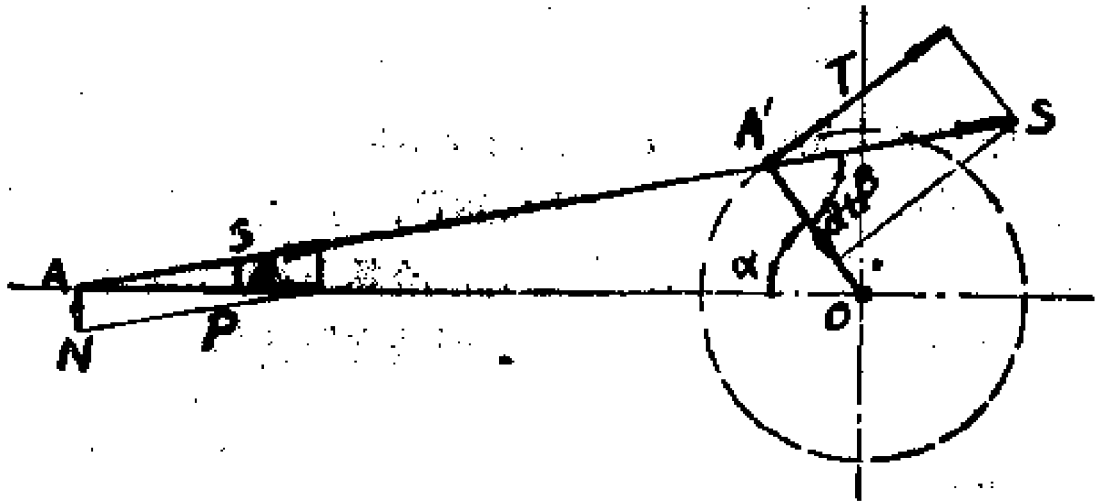


圖 5 活塞與連桿所受力的關係

圓截面慣性力矩為 $\frac{\pi}{64} d^4$ ，矩形截面慣性力矩為 $\frac{hb^3}{12}$



本設計行程為 340 公厘，桿長 727.5 公厘，即連桿長為行程的 2.1 倍。

強度計算：

$$P = 10 \times \frac{\pi \times 24.75^4}{4}$$

$$F = 30$$

(平均速 1 公尺/秒者 30，2 公尺/秒者 20)

則

$$10 \times \frac{\pi \times 24.75^2}{4} \times 30 = \frac{\pi^2 \times 2 \times 16^3}{727.5^2} \frac{b^3}{12}$$

$$hb^3 = \frac{12 \times 72.75^2 \times 10 \times \pi \times 24.75^2 \times 30}{4\pi^2 \times 2 \times 10^3}$$

$$= 465$$

本設計 $h=6$ 公分，計算得 $b=4.25$ 公分，而設計的 b 為 4 公分，略為小些。

十字頭：一邊與活塞桿螺扣連接，一邊與連桿鐵連連接，十字頭在導軌中運動，十字頭下滑受力 N （如前圖）， $\angle\beta=0^\circ$ 時 N 受力最小， $\angle\beta=45^\circ$ 時，受力為 P （但 $\beta < 45^\circ$ ）。

底下滑板與導軌相對滑動，因此下滑板材料用鑄鐵或有色金屬，可以減少摩阻損失。

曲軸：曲軸是蒸汽機主要零件，它承受連桿作用力與飛輪惰性力，以及飛輪的重量，曲軸用優質鋼製成，曲軸兩端架軸承上，中間曲拐連接連桿。主軸作旋轉運動，曲拐部份作往復運動。曲拐部份加平衡重量，它與活塞運動方向相反，平衡慣力。

曲軸的設計以承受的扭矩及彎曲力矩來進行。

偏心輪：偏心輪為偏心環圍住，在知道了偏心矩，主軸直徑後，即能知道偏心輪的直徑大小，偏心輪直徑（見圖 6）

$$= 1.2d + 2r + 1 \text{ (或 2) 公分}$$

式中 d ——主軸直徑 公分

r ——偏心矩 公分

偏心輪材料為銅或鑄鐵的，偏心環為鋼的，偏心環有油孔可添加潤滑油，偏心輪固定在主軸上，與曲拐偏的角度見前述。

軸承：主軸承有兩個，軸瓦是銅製的，內襯烏金，目的是

減小摩擦力，減少主軸磨損。防止軸瓦滑動有制止梢。軸瓦有孔，以便添加潤滑油，軸瓦內表面有油溝，可流通潤滑油。

飛輪：飛輪的作用已如前述，它是調整活塞在行程各點不同能量變化所造成的不均勻速度。

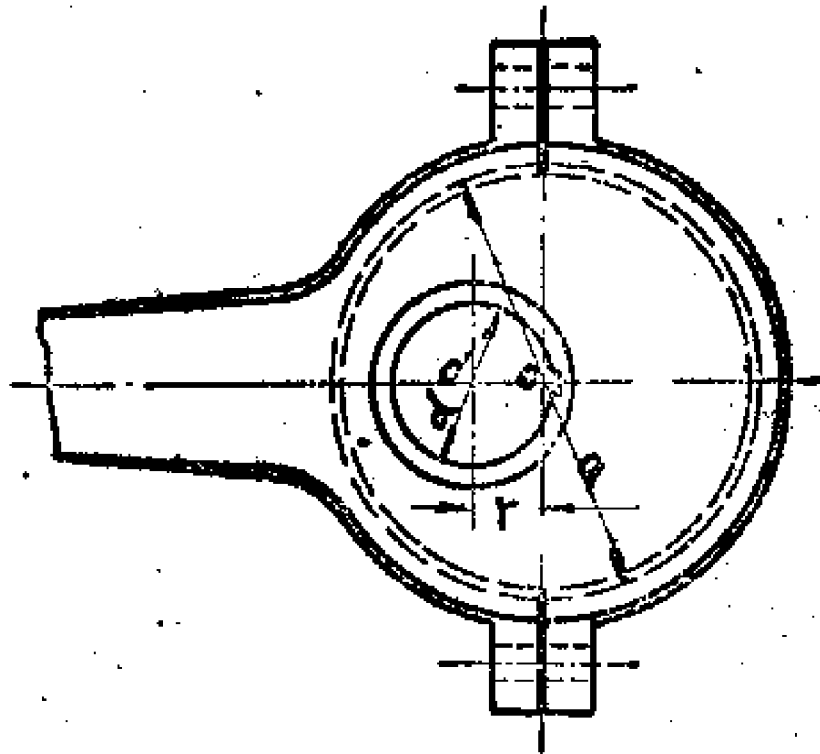


圖 6 偏心輪

飛輪的計算介紹如下：

曲拐軸的平均速度為最高及最低速度的平均值。

即
$$V = \frac{V_{最高} + V_{最低}}{2}$$

飛輪的不均度則為：

$$C = \frac{V_{最高} - V_{最低}}{V}$$

不均度大小是根據工作機械而異的，常用數值為：

泵，鋸木機及打孔機 $C = \frac{1}{20} \sim \frac{1}{30}$

磨粉及製紙機械 $C = \frac{1}{25} \sim \frac{1}{30}$

傳動軸及機械車間 $C = \frac{1}{35} \sim \frac{1}{40}$

紡織機 $C = \frac{1}{60} \sim \frac{1}{100}$

直流電機 $C = \frac{1}{100} \sim \frac{1}{150}$

交流電機 $C = \frac{1}{250} \sim \frac{1}{300}$

現飛輪緣重為 W 公斤，則飛輪在速度變化時儲藏的能量

$$\begin{aligned} \Delta E &= \frac{W}{2g} (V_2^2 - V_1^2) \\ &= \frac{W}{g} \cdot \frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V} \cdot V \\ &= \frac{W}{g} V^2 \cdot C \quad \text{公斤-公尺} \end{aligned}$$

令 D ——飛輪直徑 公尺

N ——轉速 轉/分

E ——每轉所作的功 公斤-公尺

$$\left(E = \frac{IHP \times 75 \times 60}{N} \right)$$

$$V = \frac{\pi D \cdot N}{60}$$

因此 $\Delta E = \frac{W}{g} \left(\frac{\pi D N}{60} \right)^2 C$

$$\begin{aligned}\text{亦即 } W &= \frac{\Delta E}{C} \cdot g \left(\frac{60}{\pi D N} \right)^2 \\ &= \frac{k}{C} \cdot E \cdot g \left(\frac{60}{\pi D N} \right)^2 \\ &= 3570 \frac{k}{C} \frac{E}{D^2 N^2} \text{ 公斤}\end{aligned}$$

式中 k 爲一修正係數，單缸蒸汽機爲 0.12 至 0.16

$$\begin{aligned}\text{本設計 } E &= \frac{IHP \times 75 \times 60}{N} \\ &= \frac{100 \times 75 \times 60}{210}\end{aligned}$$

$$k \text{ 取 } 0.12; C \text{ 取 } \frac{1}{250}$$

$$\begin{aligned}\text{則 } W &= 3570 \frac{0.12}{\frac{1}{250}} \times \frac{100 \times 75 \times 60}{210} \times \\ &\quad \times \frac{1}{1.2^2 \times 210^2} = 3620 \text{ 公斤}\end{aligned}$$

照計算所得的 W 值作飛輪的話，輪緣將是較寬較厚的，我們的飛輪是利用舊的，重量約 500 公斤，與計算值比較，相差甚大，但與蘇聯 II25 型 100 馬力比較，我們的飛輪直徑 1.2 公尺，寬 15 公分，厚 8 公分。蘇聯的直徑 1.4 公尺，寬 25 公分，厚 5 公分，兩輪的重量差不多。

這個問題，我們沒有肯定意見，希望有經驗的同志，提出寶貴的意見。

滑閥：滑閥的直行通常取

$$D_1 = (0.4 \sim 0.7) D$$

式中 D 為活塞直徑。

本設計因所用滑閥，漲圈為現成的汽車零件，汽缸活塞及漲圈也為庫存備品，直徑比小於

$$0.4 \cdot \text{即 } D_1 = 91 \text{ 公厘} \quad D = 247.5 \text{ 公厘}$$

$$D_1 = 0.27 D$$

滑閥有兩個，其間距根據汽缸二汽口中心距以及滑閥餘量來確定，餘量是滑閥在中間位置時，偏離汽口的距離。

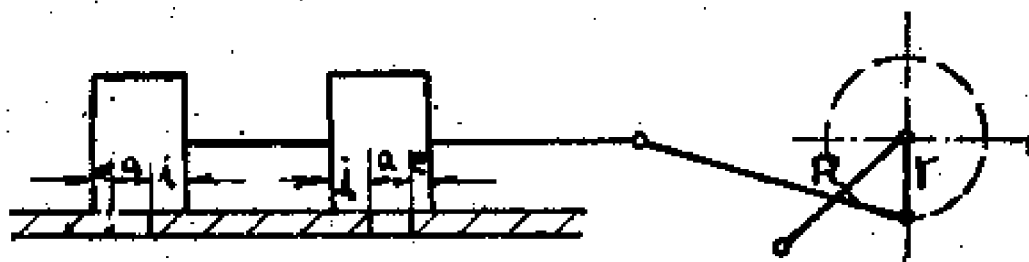


圖 7 滑 閥 間 距

內進汽的餘量是 i 大於 e ，而外進汽的餘量是 e 大於 i 。
餘量尚且與滑閥在死點時開汽口有關。

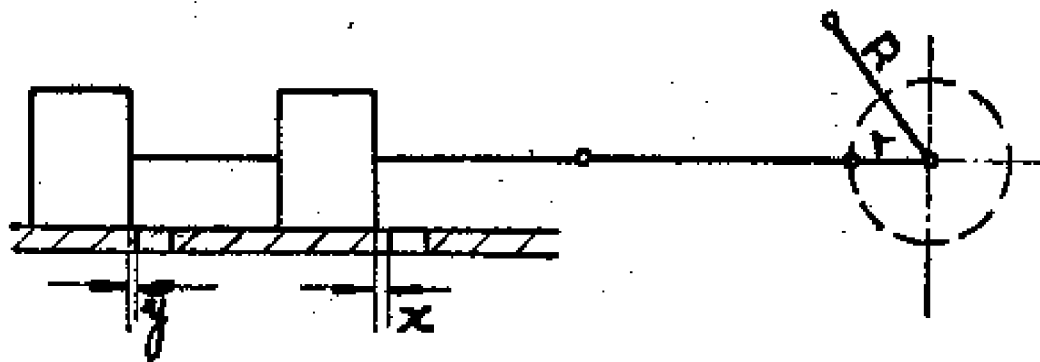


圖 8 滑 閥 開 汽 口

圖中 x 一定大於 y ，如已確定偏心輪偏心距即確定了滑閥行程，則在死點時

$$\text{偏心距 } r = i + a + y = e + a + x$$

而 a 為已知值，從上述關係，就可確定 i 及 e 值了，從而求出 l 長。

滑閥缸體，滑閥活寒桿，滑閥連桿的設計，均與汽缸相應部件的設計相同。

其他各部件茲不一一贅述，請參閱總圖。

三、製造工藝

土蒸汽機的製造工藝，唯一的施工原則是如何作到多快好省，因此我們在施工中靠群衆的智慧邊作邊想，最後的效果是達到了良好的目的，其單獨部件的製造工藝過程分別敘述如下：

汽缸體：汽缸體爲用鋼板焊接之部件，在施工中的要求，鈎製的筒體與法蘭盤達到設計需要的尺寸與角度，焊接要求是筒體接縫採用雙焊接（如圖9），法蘭焊接口亦採兩端焊縫焊接（如圖10），在焊接要求上按一般受壓器焊接方法進行施工。



圖 9 筒體焊縫

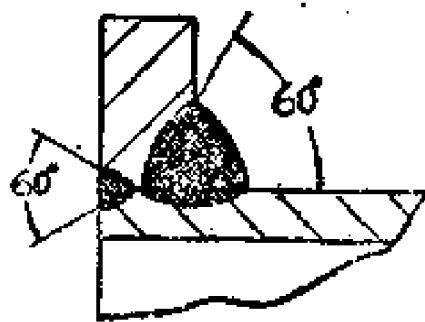


圖 10 法蘭焊縫

焊接可採用一般交流電焊，每道縫可採用兩層焊接，第一層用 $\phi 3$ 公厘的焊條，焊完後，清掃藥皮（熔渣），進行第二層焊接，焊條可採用 $\phi 6$ 公厘，同時電流應適當加大，筒體焊縫的背面應進行補強焊。焊接環境的溫度不適於太冷，以防焊縫處極速冷卻，造成局部金屬表面過硬，難於加工。當全部焊接完竣後，清除焊縫表面熔渣，即可車筒體內面與法蘭盤和蓋

接觸面，車工加工部位的精度，應充分考慮內徑尺寸應準備要與汽缸套密接，其表面不必要加工，其前後缸蓋為鋼板，經車工加工，圓邊接觸法蘭盤，與前後蓋中心處預焊接填函與螺帽的部分，繼之配製前後蓋，連接螺絲等工作。當全部施工完竣後，暫時密封填函孔，試水壓 15 公斤/公分²，檢查其耐壓與焊縫處的緊密性。

汽缸套：為鑄鐵澆注的圓筒，經加工而成。鑄體的質量要求無砂眼與其他缺欠存在，所以鑄體應較需要尺寸長一些，考慮冒口與上端的氣孔與砂眼太多，如此在加工中可將上端不良處砌成，表面加工精度，外面只要求外徑尺寸，不必進行精光，內部要求精光，用車床加工此汽缸套，可根據使用之車床規格確定加工方法，如車床較小，也進行用外削方法加工，如在加工中發現有局部不密集的砂眼或氣孔可用敲入生鐵螺絲的方法進行補孔加工，但砂眼等缺欠不宜太多或局部密集，在汽缸套加工完了後，須進行詳細的檢查，再行壓入缸體中，根據此蒸汽機的要求，可不採用熱裝的方法與汽缸體裝配。

活塞與漲圈：活塞為鑄鐵制，為了便於鑄造施工，可根據設計圖紙鑄成一個柱狀塊，即可進行加工，車漲圈槽表面與桿孔，加工精度應附合設計要求。其活塞的直徑應小於汽缸內徑 1 公厘左右。為了防止當活塞受熱膨脹後與汽缸密貼，影響運動，漲圈為高級鑄鐵或含鎳鑄鐵、錳鐵等材料鑄成。工藝條件較複雜，最好由專業生產的工廠製造或找到其他動力機械的成件利用。因為漲圈的金屬硬度不能過高，彈性也不能太大，不然會使汽缸壁磨損。如果彈性較小，使漲圈不能密接汽缸壁，使之漏汽，降低蒸汽機的效能，因此在漲圈的製造工藝上要求是較嚴格的，其施工方法將鑄成的漲圈件，先按上章設計部分所載的公式計算後，進行初步用車床加工搪鑲，後用手鋸，開

口寬度按公式中的 α 進行，開口型式以 45° 傾斜或直綫切開，再在每側切除厚度的二分之一的一長塊（如圖11）。

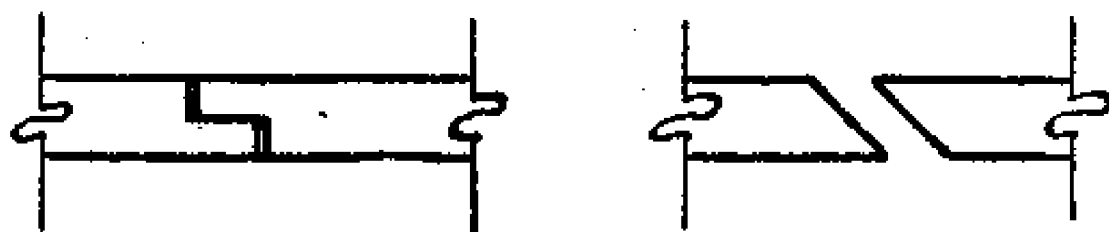


圖 11 漲圈開口型式

將開口後的漲圈，使其合攏，固定於車床的卡具上，進行最後內徑外徑的加工，使之達到要求的尺寸。後進行上下兩平面的刮平磨光操作，研磨工作可在平板上進行。最後銼好漲圈的開口，同時受熱膨脹應留出1~3公厘的間隙，其漲圈的寬度與活塞漲圈溝的寬度應適當，不得有間隙，但在加工時，應考慮熱膨脹後的適度。

爲了使活塞漲圈的開口處不在一個綫上，可採取使用螺絲固定，其方法是將開口處厚度減小一點，將螺釘固定於活塞上即可。

活塞與填函：活塞桿是連接活塞與十字頭的部件，其材料最好用中炭鋼製造，加工精度要求較高，同時活塞桿與活塞連接處要求尺寸公差亦高，應使其嚴密接合。



圖 12 漲圈固定圖

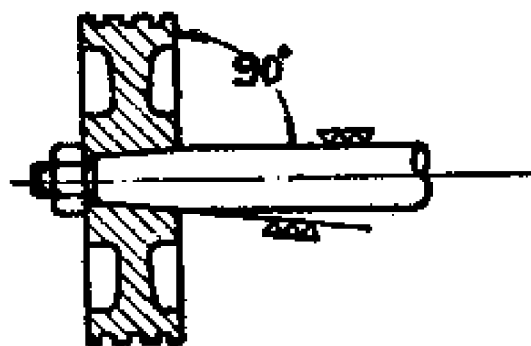


圖 13 活塞與活塞桿的連接

填函爲四個部份構成——填函體、活塞桿銅襯、壓蓋、壓底螺絲四件，填函體焊接於後汽缸底上，應嚴格掌握位置與角度，銅襯上入填函體內軸部份，摩擦面要求精加工，壓蓋可用鑄鐵或用圓鋼板焊接後車成，其接觸軸部份，應使其摩擦面減小，同時直徑應大於軸徑1~2公厘爲佳，螺絲可採用一般絲對與螺帽配合。

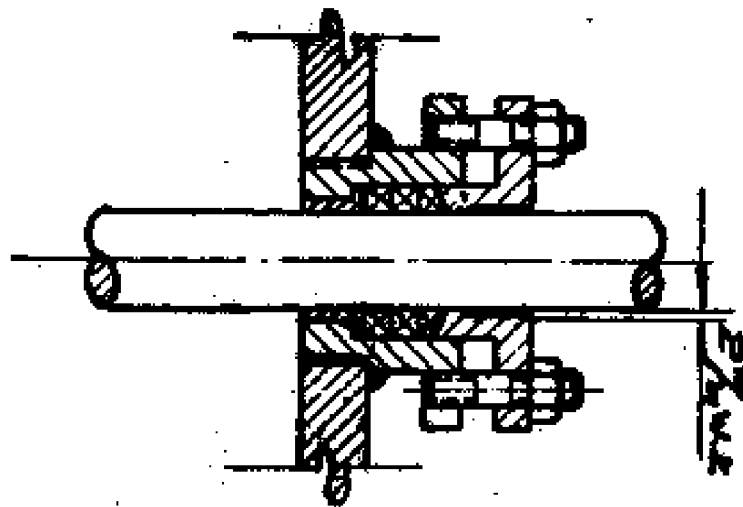


圖 14 活塞樣孔填函圖

填函中的填料種類頗多，有的蒸汽機使用金屬填料，其施工方法較繁，此蒸汽機我們採用一般黑鉛油浸石棉繩爲填料，在施工充填時，應切需要的圓週長度，分次填入，用壓蓋壓實，達到不漏汽爲目的，在此操作中，應防止砂粒或其他堅硬的物質混入，同時再澆一部份機油填入爲佳。

連桿：連桿體的製造材料，一般多用鋼製，但不嚴格要求種類。施工方法可採用鍛造與用不同厚度的鋼板或鍛件焊接，如果有條件亦可同鑄鋼製成，加工部位，只爲兩端軸承部份，其軸承襯瓦，可根據設計圖紙要求施工，連於十字頭處的錐形軸加工條件要求角度適宜，並要求精度。

十字頭與滑板：十字頭由十字體，十字頭錐形軸，上下滑瓦等四個主要部件構成，一般蒸汽機十字頭結構較爲複雜，多

爲鑄件，該設計的十字頭爲一塊鋼板後部焊螺絲頭一個，上下兩端有安裝滑瓦的部位構成一個十字頭，加工處只有接活塞桿的絲孔，軸瓦接合處與中心軸孔，軸孔鑲有銅襯，施工要求中心軸孔與活塞桿滑瓦接合處的角度準確，其他部位進行粗加工即可，十字頭錐形軸爲中炭鋼，加工要求應吻合連桿前錐形孔的角度，固定螺帽最好裝有固定墊片爲佳，防止自行脫落。上下滑瓦要求用鑄鐵或鑄青銅的材料製造，摩擦面要精加工，是用螺絲與十字頭相連接。

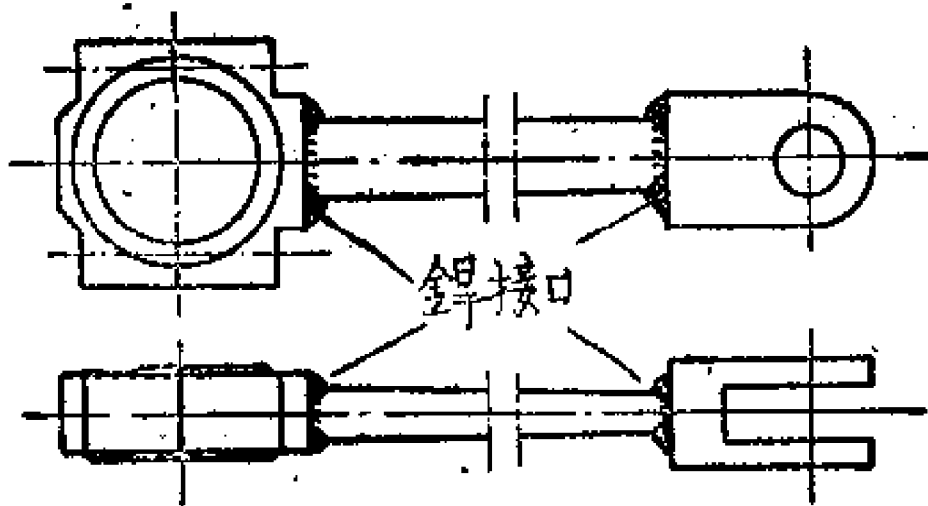


圖 15 連 桿

滑板一般多採用弧面滑板，該滑板是在一管體中，因施工繁雜，同時利用廢料而採用下滑板爲鋼軌，上滑道爲鐵管，兩端用兩個支架所支承，形成一滑板整體，上滑道與支架可焊接於機座上，上滑道用螺絲固定，其加工部位爲下滑道鋼軌的背部與上滑道鐵管的圓周表面，爲考慮運動中的潤滑，下滑道亦可浸於油槽中，上滑道可裝油杯，其滑瓦與滑道面應刻有油綫。滑板整體的位置應按照整個設備的運動綫來安裝。

曲軸：一般蒸汽機的曲軸多爲中炭鋼鍛製或鑄鋼件，這樣在施工上頗爲複雜，爲了解決曲軸施工問題，我們採用螺絲結合局部焊接的方法進行施工，在製造中使整個的曲軸分成五

部份，在接合處車絲扣，再行連接。接口處進行堆焊，當全部焊接完竣後，再行車鑲加工，焊完後最好作一次熱處理，消除焊接內應力，防止變形。這樣的施工我們在試運轉中認為尚能使用。

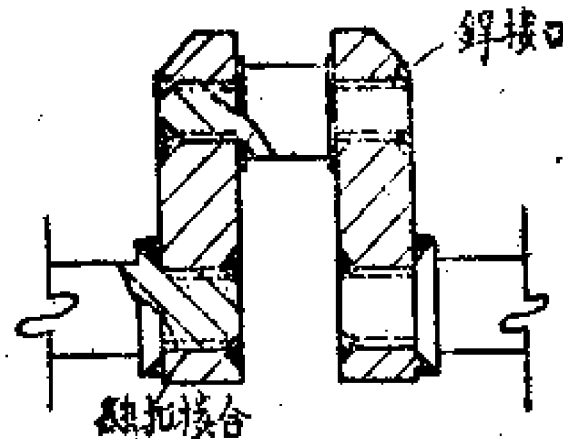


圖 16 曲 軸

軸承：一個整體的軸承，在這台蒸汽機的需要上，可採用銅襯瓦附浸油油環供油潤滑形式的一般定型產品來利用即可，但需考慮載荷能力來選擇，亦可按一般軸承的施工方法進行製造，但它的零件應包括有軸承座，軸承蓋，上下軸瓦襯，油環與蓋府接合螺絲等部件，不得簡化結構，保證應用。

飛輪：該蒸汽機的飛輪除了利用產生慣力外，還用作為傳動用的皮帶輪，一般蒸汽機均用鑄鐵鑄成，重量較大；同時應保持平衡，也有的將曲軸端的配重，固定於飛輪邊緣來配重，此蒸汽機的飛輪是尋出的一個舊飛輪，根據理論計算是不夠的，但與 П25 型的飛輪相比，這三個飛輪的直徑與重量還是相差不多的，我們認為還是一個問題沒有得出最後的結論。其施工方法除鑄造外，加工部份有軸孔鍵槽。如兼用作皮帶輪，飛輪的邊緣亦應根據皮帶的類型進行加工。

滑閥缸體、缸套、活塞、漲圈；滑閥缸體的結構一般與汽缸體相似，只多兩個半面凸出溝槽型的排汽連接口。前後蓋的

結構亦類似汽缸前後蓋的結構，後蓋亦焊有填函，加工情況亦相同，而缸套則比汽缸套在套體上多兩排方形排汽孔，排汽孔的寬度應仔細根據尺寸加工，表面加工要求與汽缸套相同，加工完後亦壓入滑閥缸體中，此操作亦可改用熱裝法進行。活塞為鑄鐵鑄製，施工法與活塞相同，該蒸汽機的漲圈是採用汽車活塞漲圈，對此漲圈不作特殊的選擇要求。

滑閥桿、滑閥拉桿與偏心輪：滑閥桿的施工要求與活塞桿相同材料以中炭鋼者為最佳，可根據圖紙進行施工。滑閥拉桿可用不同厚度的鋼板焊接，亦可採用鑄鐵製造抱瓦部份，連桿部份可用螺絲連接，瓦的摩擦部位應削出油綫，同時留出注油孔。偏心輪為鑄鐵製表面施行加工，對偏心孔的施工尺寸，與鍵槽的開口方向角度，應嚴格注意，保持配汽運動的正常。

機座：該蒸汽機的機座採用型鋼焊接，我們的意見是根據製造單位的現有條件與材料自行設計與製造，要求是達到應有的強度為原則。

潤滑裝置：蒸汽機的潤滑是保證各摩擦部位運動靈活與延長使用期限的裝置，潤滑效能不佳會使摩擦力加大產生局部機件加熱，發生擦傷，該蒸汽機各軸承的摩擦部位均採用局部的油杯注油，油杯下部連接口的油道與軸瓦的油綫，在施工完竣後應進行試驗形成油膜與加油速度等現象，蒸汽機開動後汽缸油注入情況與汽缸的潤滑情況，同時亦應標定單位時間各部位的耗油量。

蒸汽機部件的整體安裝：蒸汽機的安裝，主要應使汽缸的中心綫與蒸汽機主軸中心綫垂直（ 90° 角），同時這兩個中心綫應該在一個平面上，其中段滑道的中心亦應和汽缸中心成一直綫，其曲軸的軸承兩個應成水平面，那裏機座的安裝亦應達到水平面的程度。

蒸汽機的安裝步驟，首先將機座裝於基礎上同時找平，次將軸承裝好使與中心綫成 90° 角，再將曲軸裝於軸承，先研合銅瓦，於軸承中注入油後，將曲軸配重找其平衡，再裝上飛輪進一步的試平衡，當主軸飛輪裝好後，再裝滑道連桿與十字頭，當曲軸連桿十字頭運轉正常後，再行安裝汽缸活塞等部件，在安裝調整活塞在汽缸中行程時，應使活塞行至兩端的間隙平均。

安裝滑閥缸與配管，應與安裝汽缸的施工情況相同，後將滑閥連桿與偏心輪安裝於一直綫上，並調節滑閥運動的行程與距離，達到配汽機構運轉的完善，最後在試運轉中進一步找問題，使之達到靈敏而正常。

四、性能與效果

蒸汽機用途很廣，如提水、磨粉、造紙、發電都可以利用蒸汽機。蒸汽機很容易啓動，也很容易調節速度。有調速裝置的蒸汽機工作更爲可靠。維修費用也不大。蒸汽機能承受較大超負荷。蒸汽機直接帶動機械比帶動電機更經濟，它適用在盛產木柴，煤炭地區。如果蒸汽機作成多次膨脹的，或加凝汽設備的，那末經濟性更大。

蒸汽機所用蒸汽是由專用鍋爐或廠用蒸汽管道供應的，設計要求是過熱蒸汽，如爲條件限制改用飽和蒸汽，但效率降低。

我們試制的蒸汽機經過二次變速帶動了40馬力感應電動機發電，電機是系統電激磁，蒸汽壓力8公斤/公分²（飽和蒸汽），主軸轉速80轉/分，發出電力33瓩。每1瓩/小時汽耗40公斤。

如將存在的以下幾個問題，加以改善，效率還能進一步提高，汽耗還可能降低：

1. 蒸汽管路沒有保溫，
2. 飛輪重量不夠，原設斗需要2,000

- 公斤, 實際只有 500 公斤重,
3. 採用飽和蒸汽, 熱焓利用率低,
4. 汽缸襯筒加工不圓, 有漏汽現象,
5. 蒸汽流量測定不够準確,
6. 用的是飽和蒸汽。

五、蒸汽機的使用與運轉中的注意事項

蒸汽機的使用技術不是很複雜的, 但是操作者必須熟悉全部蒸汽機的構造與工作原理, 才能很好的掌握與使用, 所以在使用蒸汽機單位, 應有切實可行的操作規程或操作法來控制運行, 保證安全運轉, 防止事故發生, 根據此蒸汽機的具體情況定出簡要的操作規程, 以保證正常運行。

開車前的準備工作:

- 1) 檢查各部件表面有無異狀, 各部件的連接螺絲有無鬆落情況, 如發生有失常情況應立即修好。

- 2) 將所有油杯裝滿潤滑油, 同時檢查滴油情況, 清除滑道與軸瓦邊緣的附着灰塵污物。汽缸注油器一定要加入汽缸油, 不得使用一般潤滑油, 並檢查與調整注油閥, 與注油器上的蓋密閉程度, 防止運轉中漏汽而不能將油注入汽缸內。

- 3) 放空蒸汽管與汽缸中的冷凝水, 同時打開各排水與廢汽閥門。

- 4) 用人力搬動飛輪, 使之旋轉運動一週以上, 觀察運動當中是否發生故障。

- 5) 檢查送汽管道, 汽壓表, 溫度計、汽罐、汽門等處, 有無故障與失靈等現象。

開車操作:

- 1) 使汽罐中之蒸汽達到需要的壓力與溫度, 打開通蒸汽回水門的閥門。

- 2) 漸漸的打開蒸汽機進汽閥門, 使蒸汽逐漸通入汽缸

中，將滑閥缸汽缸預熱三至五分鐘，然後關閉進汽閥門。

3) 打開各油杯門，將蒸汽機活塞調整到運轉位置，然後再開進汽閥門，使在緩慢的空運轉中開動蒸汽機，當至運轉正常後，汽缸全部預熱達到無冷凝水排出時，關閉排水閥門。

4) 蒸汽機運轉正常後，帶入負荷，並調整汽壓與轉速，達到正常運轉之限度。

正常運轉：

1) 時常檢查轉速，蒸汽壓力，和機件之運動聲音。

2) 檢查主軸承與其他軸承，有無發熱情況，並調節給油量，觀察軸承油環運動情況，並添加够用的油量。

3) 每隔半小時或再少的時間，打開廢水閥門一次，使汽缸中的冷凝水放出。

4) 運轉中不得操作運動中機件，防止發生事故。

停車操作：

1) 停車前應首先通知鍋爐房，準備停止送汽，同時逐漸關閉進汽閥門，降低蒸汽機轉速及汽壓。

2) 在汽壓降至將停車之際，拉下設備負荷，全部關閉進汽閥門，進行停車。

3) 關閉汽罐送汽與進汽閥門，打開蒸汽機排水閥門。

4) 關閉油杯放油門，清掃機身油污與灰塵。

5) 檢查傳動皮帶的磨損情況與安裝位置等。

運轉中的事故處理：

1) 軸受與摩擦部位，如發現生熱或摩擦噪音和其他各部有金屬響聲時，應立即停車。

2) 部件連接螺絲與各連接有鬆落彈動等情形時，應立即停車。

3) 蒸汽壓力變化太厲害時，應時刻準備停車或停車。

4) 傳動皮帶過鬆或裂縫，跑空而引起降低轉速時應停車修理。

5) 事故發生後，應即時修好，不得稍加檢修即恢復運轉。

技術安全條件：

1) 徹底使操作人員，充分了解蒸汽機構造與操作規程，然後方許可其獨立操縱運轉。

2) 操作人員能了解機體各處所有受壓部份的耐壓極限與爆破極限度。

3) 汽罐上須安裝安全閥及壓力計。

4) 所有皮帶輪應罩皮帶罩。

5) 不得在運轉中進行檢修或清掃等工作。

6) 檢修後不得高速運轉試車，與使用過熱蒸汽試車，以防止檢修遺留廢渣等的磨損。

以上例舉的各項條例，只供在一般情況下參考，應由使用者在運轉一定時間後，總結實際情況，修改或另行編制，但絕對不應該盲目掌握操作。

六、改進意見與存在的問題

在全民辦電的躍進當中，原動機的製造與使用在各個地方開花，所以它由小到大，由土到洋，土洋結合，無論如何是要叫它發展效能，在破除迷信敢想敢幹的思想基礎上，土的再進一步的改良也會比純洋的更好，因此我們提出在設計製造運轉中發現的問題，供大家研究，用集體與群眾智慧使這台土蒸汽機更好的為辦電事業服務。

1) 製造材料問題 我們認為選擇製造材料的品種，除了幾件主要的部件有所限制外，大多數部件在不影響機構的功能

原則下，可以改變，製造單位可以用你現有的材料或廢舊材料應用，但是受壓部分應通過強度計算，我們覺得這台蒸汽機在使用鋼鐵方面，還是有不同程度的浪費，如機座我們利用工字鋼焊接製成，實際可以利用零碎的舊型鋼或零舊鋼板焊成或用強度不夠的型鋼製成機腳，用混凝土澆製機座補充其強度，在十字頭的上下滑道製造上，我們下部用鋼軌，上部用鋼管，實際上下滑道都可用鋼管或相對角面的角鋼亦可，這樣又可節約了一段舊鋼軌，其滑道的支架更可以考慮代用材料了。如果我們再開動一下腦筋，我們在這台土蒸汽機的使用材料上，還可大大節約鋼鐵材料，這樣並不一定減少其效能。

2) 施工問題：這台蒸汽機的製造我們廣泛的利用焊接，節省了鑄造工作，因此可以不受較高的鑄造技術工作限制，容易遍地開花，但仍有部份部件施工手續還較複雜，如軸承，漲圈與曲軸等部份，在施工上還很複雜，我們除建議多利用一般通用的軸承和汽車、拖拉機等內燃機的活塞漲圈外，還可以採用在一個地區內施行分工合作的方法進行施工，這台土蒸汽機的施工所需要的機床，是本着只有一台一般的車床，一台牛頭鉋床和一台鑽床即可施工製造。

3) 補加調速裝置：爲了使這台土蒸汽機也能自行調速掌握運行，可增加一離心閘門調節調速器或滑閘偏心調節平面調速器來解決運轉速的穩定性。同時解決人工控制工作。

4) 合理的改善油潤滑裝置：潤滑是蒸汽機保證安全運轉的重要因素，應在可能的施工條件下按裝強制給油裝置爲佳。

5) 廢汽利用；蒸汽機的排出廢汽，還存在很大的熱量，不應當使其白白跑掉。廢汽亦含有少量的汽缸油，此種廢汽不適於冷凝後，仍送回鍋爐作爲鍋爐用水，將廢汽管直接接到用熱管道上，這樣會使廢汽管增加了阻力，使蒸汽機工作部份壓

差減少，大大降低了效率，影響運轉，所以我們認為是不能這樣作的。較好的方法是在廢汽排出口處接於凝汽器，使廢汽初步冷凝，再經噴水凝汽器使其廢汽基本上冷凝，得到 80°C 以上的熱水，此水可送至需熱部分供熱或送至暖汽管中採暖，其熱水中的含有的油類可分離回收。廢汽於凝汽裝置中冷凝，會造成排汽管中局部真空減低阻力，這樣蒸汽的消耗量也可減少，提高蒸汽機的經濟效果。

6) 增加汽缸滑閥缸與管道的保溫層，蒸汽機使用蒸汽的溫度是決定其功率的，所以蒸汽的溫度在可能的範圍內提高，一般多用過熱蒸汽，如果管道與設備的散熱面積很大，溫差又大，這樣會有很大程度的降低蒸汽的功能，因此管道與保溫是一件很重要的事情，我們建議所有的散熱面均應在保溫層外保持在 35°C 以下的溫度，靠汽缸部份的保溫層應有防水面層保護，其保溫材料一般可採用石棉灰，硅藻土、菱苦土、水塘底輕積土等與石灰混合使用，或用其他多孔狀物質，如泡沫水泥，泡沫玻璃等亦可，這些均需根據地區的有無來選用。

7) 飛輪的形式與結構問題：飛輪的型式應根據發電機或皮帶輪型式轉速和需要馬力或和其他拖動設備之皮帶輪等的需要來製造，但需通過計算，也可使飛輪只用於維持一定的旋轉角速度，在曲軸的另一端安裝皮帶輪，總之飛輪結構應根據需要來設計製造為佳，不一定能完全根據此設計製造。

