

全民办电叢書之三

60瓩土汽輪机的 設計和运行

鞍山鋼鐵公司小型軋鋼厂著

水利电力出版社

5282/4328

內 容 提 要

这本小册子是大連全民办电現場會議的一个資料。主要是介紹了鞍鋼小型厂在全民办电的运动中試制成功60瓩土汽輪机的經驗，具体而通俗地敘述了土汽輪机的本体、噴嘴、叶片等各部份的設計、制造与安裝，強調地指出了在制造土汽輪机的过程中必須注意噴嘴与叶片的間隙、距离的正确性及噴嘴、叶片尺寸的精确性，內外表面的光滑程度。最后还談了一些运行經驗及注意事項。根据該厂試驗結果，汽耗每瓩小时为33.5公斤。由于設計制造較精密，經濟效果是較好的。

60瓩土汽輪机的設計和运行

鞍山鋼鐵公司小型軋鋼厂著

*

1272R262

水利电力出版社出版（北京西郊科學路二里碑）

北京市書刊出版業營業證出字第105号

水利电力出版社印刷厂印刷 新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * 7/16 印張 * 11 千字

1958年11月大連第一版

1959年2月北京第2次印刷（7,001—12,020册）

統一書号：15143·1049 定价（第8类）0.07元

目 录

一、政治掛帥，依靠羣眾，解放思想，就能办电·····	1
二、土汽輪机工作原理·····	2
三、土汽輪机的本体·····	3
四、叶片·····	4
五、噴嘴·····	5
六、土汽輪机的測定記錄·····	12
七、几点注意的事項·····	14

[illegible]

期限	表
----	---

附註：

傳單人 發出日期 保存

一、政治掛帥，依靠群眾，解放思想，就能辦電

自從鞍山市委號召發動群眾，大力開展辦電運動以來，鞍山電力抗旱小組就組織各廠到阜新礦務局十二廠及中央機電製造廠去學習，在鞍山我們又學習了化工總廠的辦電經驗，回廠後大家進行了研究，認為利用土汽輪機發電是我廠努力的方向之一。我們總結了學習的經驗，認為阜新礦務局十二廠和鞍鋼化工總廠的土汽輪機是同一類型，構造簡單，製作快，葉片為勺型，雖然效率低，出力小，但給我們很大啓發，加強了我們辦電信心。阜新中央機電製造廠製造的汽輪機都是鑄造加工的，基本上是照洋的辦法做，效率比較高。但我廠大鑄件鑄造不了，也加工不了，經過討論後，認為葉片和噴嘴部份，直接影響到汽輪機效率，要求尺寸精確，表面光滑。因此，葉片與噴嘴部份，我們是參考機電廠設計的，但使一般的牛頭鉋床和車床就可以加工。其他部份參考十二廠及化工總廠設計的，都只用土辦法製做。雖然我們對土汽輪機沒有經驗，但是本着黨所教導的破除迷信、解放思想、敢想敢幹的精神，採取了以土為主，土洋結合的方法進行製做。

在開始製做土汽輪機的時候進度是比較慢的一方面因為我廠過去沒有做過土汽輪機，缺少經驗；另一方面又忙於生產任務沒有把完成生產任務同時做好辦電工作很好地統一起來。黨委根據當時的具體情況及時召集會議，書記親自掛帥，把辦電工作提到首要地位，充分地發動群眾，所以辦法就出來了，製土汽輪機的進度也就大大加快了。在製做過程中也遇到一些問題：如葉片加工比較費事，進度慢，經過車工研究，車工馬德義等同志就創造了加工葉片的工具胎，黨委又深入了班組，召集了全體車工座談會，進行思想動員，車工幹勁十足，日夜苦

戰，兩天多的時間就完成了所剩餘70%的葉片加工量（牛頭鉋床只有兩台）；如噴嘴的加工要求比較嚴格，經技術員俞峯同志與鉋工李福錦同志共同研究也想出了加工製做的辦法。黨支部又召集了黨團員會議和群眾大會反復地講清了辦電的重大意義，全體職工都鼓足了幹勁信心百倍，保證提前完成，向黨報捷。經過了三天兩夜的苦戰，終於提前完成了製造土汽輪機的任務。這台土汽輪機共製做了十四天，但實際製造土汽輪機的大部份工作量是在最後五天內完成的，所以只要政治掛帥，依群眾，解放思想，就能辦電。

二、土汽輪機工作原理

該汽輪機為單葉輪二級沖動式。蒸汽經過噴嘴時進行膨脹，壓力下降，產生高速度汽流沖擊葉片，推動葉輪旋轉，汽流速度減少，經過導向噴嘴，汽流又進行二次沖擊葉片，達到終速，由排汽管排出，這樣就相當於二個速度級。

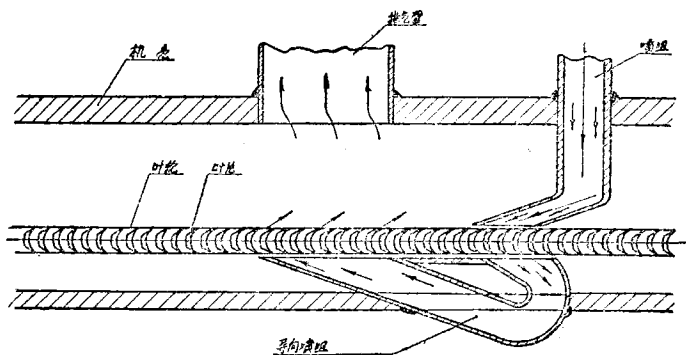


圖 1 土汽輪機工作原理圖

脹，壓力下降，產生高速度汽流沖擊葉片，推動葉輪旋轉，汽流速度減少，經過導向噴嘴，汽流又進行二次沖擊葉片，達到終速，由排汽管排出，這樣就相當於二個速度級。

三 土汽輪機的本體

土汽輪機本體（圖 2），機殼用鋼板焊接，鋼板厚度根據具體情況確定。（以對安全和機體的大小，切口的數量和大小等及對於機體的穩固性的影響為原則來考慮，可採用 20~30 公厘鋼板）。葉輪使用 40 公厘厚鋼板。為了在軸上安裝穩固和增加根部的強度，在葉輪兩側面覆上兩塊 20 公厘厚鋼板，用電焊焊接，然後根據圖紙要求尺寸加工，並將葉輪兩側面車平，以保證葉輪之平衡（圖 3）。在設計軸時，必須注意滾珠緊定帽、葉緊定帽絲扣與葉輪轉動方向，絲扣方向一定要與葉輪轉

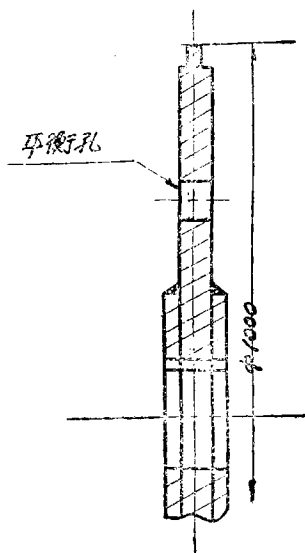


圖 3 葉 輪

動方向相反，避免在運轉中緊定帽鬆開。汽輪機的軸封部份，我們用兩半圓的軸封蓋，用螺絲固定在機殼上，內圓車上溝

槽，鑲上毯墊，以防止漏汽，該土汽輪機實際運轉時，該處稍有漏汽。爲了減少輪軸的溫度，在機殼兩側與瓦座之間加上小水管，往軸上澆細小水流，以限制軸的溫度上升和傳向軸承（圖4）。

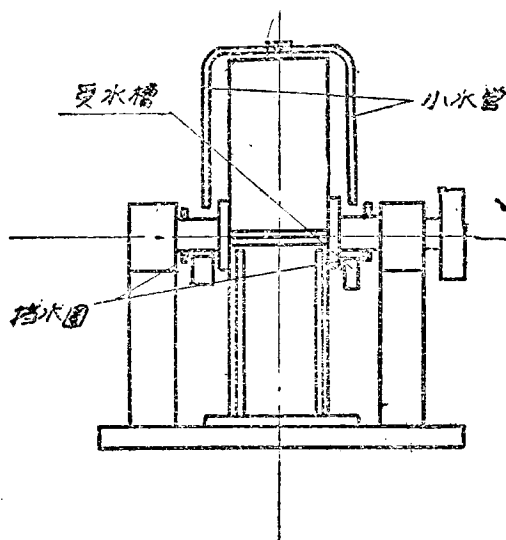


圖 4 軸承冷却

噴嘴的固定是焊在機殼上的。噴嘴共有兩組，每組各有一個主噴嘴，一個導向噴嘴。一組的安裝位置約佔機殼四分之一（圖5）。主噴嘴直徑爲30公厘，噴射4個葉片。導向噴嘴噴射8個葉片。主噴嘴噴出口與導向噴嘴入口必須相對。排汽孔直徑195公厘，安裝位置與導向噴嘴出口相對，排汽孔不能太小。排汽孔太小會影響廢汽的排出，排出壓力就會增加，效率就會受到影響。

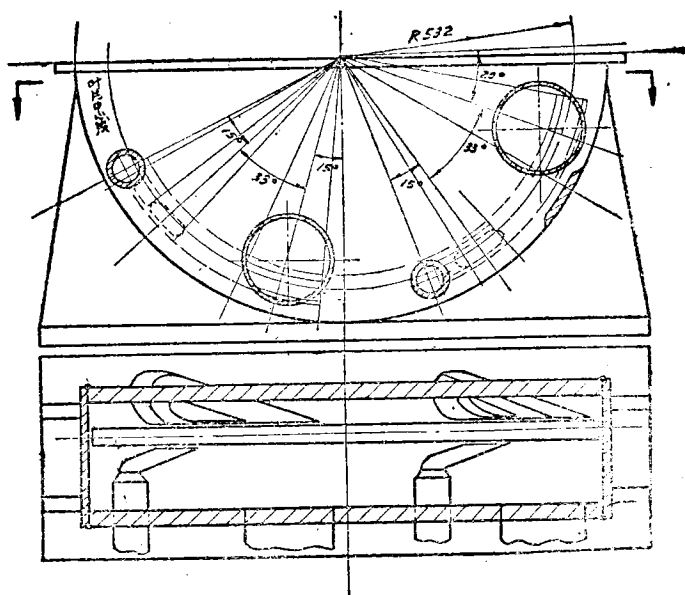


圖 5 噴嘴安裝位置

爲了便於安裝，汽輪機的噴嘴集中在機殼的下半部。安裝時，先將瓦座，機殼下半部和葉輪找正，並在基礎上固定好，然後再安噴嘴。噴嘴與葉輪之間間隙保持3~4公厘。焊接噴嘴時，在噴嘴與葉輪之間墊上3公厘厚的鋼板，找正後再進行焊接。噴嘴中心綫與葉片中心綫必須相對，以免噴嘴安裝偏斜，汽流噴在葉片外部，影響效率。焊接時，先焊切口大的部份，因爲焊接大的切口，對機殼可能產生的形變稍大，所以先焊大切口，後焊小切口，就能保證噴嘴與葉輪之間間隙的正確性。

四、葉 片

葉片的精確和表面光滑程度，直接影響到汽輪機的效率，

所以在可能條件下，要求盡量做到光滑平正和尺寸精確。汽流在葉片中通過，如圖 6.a 所示，我們爲了製作方便起見，將葉片背部鼓圓去掉，如圖 6.b 所示（該葉片背部在汽流通過時，

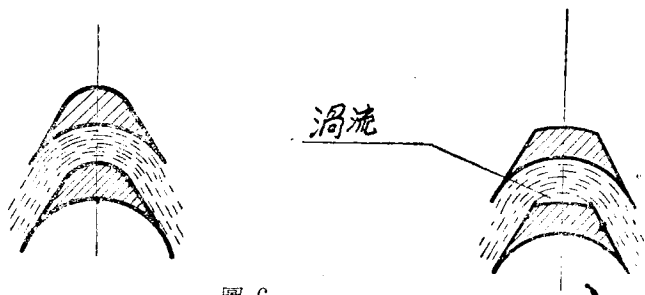


圖 6

a. 葉片間無渦流

b. 葉片間有渦流

不能充滿，產生渦流，效率減低，最好保留鼓圓，但是等厚葉片內外圓弧爲同心圓，在車床上便於加工）葉片的實際尺寸如圖 7 所示。製作時將鋼料（鋼五，鋼四）鍛成長方塊，厚度爲

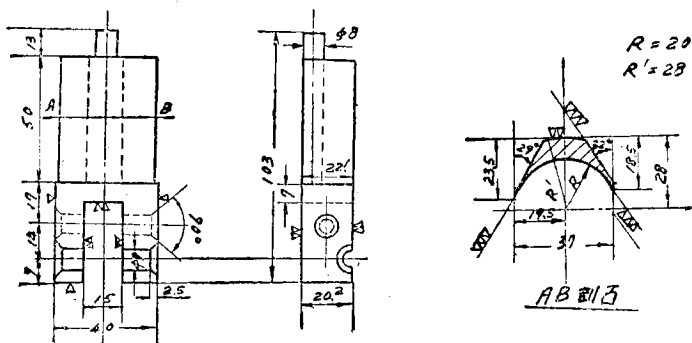


圖 7 葉片的實際尺寸

28公厘的二倍，並留出加工餘量，先在車床上按 $R=20$ 公厘， $=28$ 公厘加工裡外圓，並在鉋床上鉋出葉片凹槽後再對面鉋

開成二片葉片。爲了便於在半頭鉋床上加工作，葉片斜面可採用工具胎，如圖 8a 所示，加工時，將葉片凹槽插在圖 8a I 處，

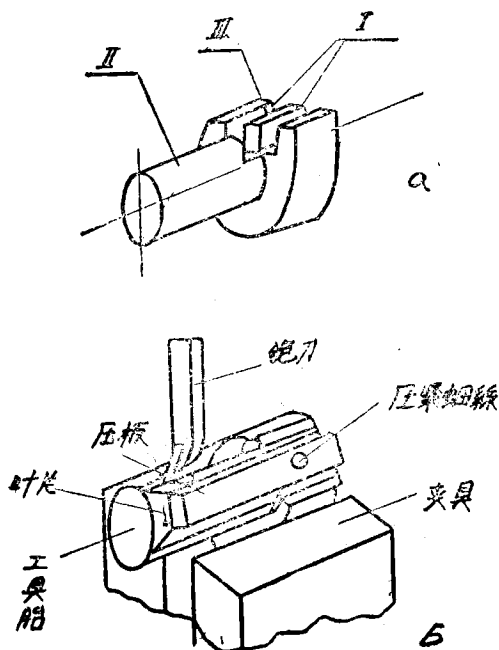
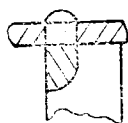


圖 8

葉片內圓弧靠在圖 8a II 處，再用壓板利用壓緊螺絲（圖 8a III）將葉片壓緊，按圖 8b 的加工方法將工件卡緊進行加工。

葉輪直徑爲 1 公尺，葉片與葉片的間距爲 22.1 公厘。葉輪上共有葉片 142 片。葉片與葉片之間的距離要保持合適，太小了就影響汽流通過，太大了汽流作功效率低。我們製作時，葉片間距是採取葉片內圓弧半徑之 1.1 倍左右。葉片與葉輪的固定是用鉚釘鉚接。安裝時，葉片與葉輪上的鉚釘孔眼是同時鑽

的，以保證孔眼的正確。將葉片在葉輪上排好，在葉片根部與葉輪接觸地方用電焊點焊，再在鑽床上進行鑽孔。孔眼排列如



A處放大

8

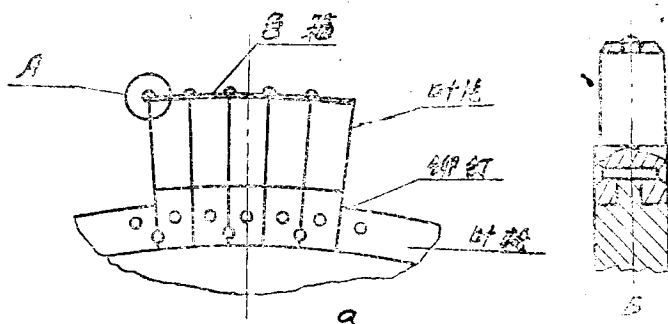


圖 9 葉片與葉輪固定圖

圖 9 所示。葉片的頂端蓋有包箍，包箍鋼板為 3 公厘。包箍與葉片固定是用鉚接。鉚接時將葉片端部凸釘用乙炔焰烤紅後再用手鎚將凸釘打扁。每段包箍聯接 12 個葉片，如圖 9. a、b 所示。

葉片的固定鉚釘所受的應力可以簡略計算如下：

$$(1) \quad P = \frac{G}{g} \times \frac{C^2}{R}$$

P 葉片上的離心力

G 葉片重量

C 葉片重心速度

R 葉片上的重心半徑

g 自由落體加速度 9.81公尺/秒²

求得 $C = 83.5$ 公尺/秒 (根據葉輪每分 1500 轉計算的近似值)

$P = 465$ 公斤

(2) 鉚釘斷面積

$$f = \pi r^2$$

$r = 4.5$ 公厘 鉚釘半徑

$$f = 63.1 \text{ 公厘}^2$$

(3) 鉚釘所受的剪應力

$$\tau_{cp} = \frac{465}{3 \times f} = \frac{465}{3 \times 63.1} = 2.46 \text{ 公斤/公厘}^2$$

(4) 鉚釘材質鉚釘許用剪應力

屈服強度 $\sigma_s = 34$ 公斤/公厘²

鉚釘許用剪應力 $[\tau_{cp}]$ 按 1—1.2 公斤/公厘²

(鉚釘實際剪應力 $\tau_{cp} < \text{鉚釘材質許用剪應力 } [\tau_{cp}]$ 所以可以使用。)

註：鉚釘實際承受剪力 τ_{cp} 不宜太大，應考慮到汽輪機可能超速運轉該 τ_{cp} 之值仍不應超過 $[\tau_{cp}] = 9 \sim 12 \text{ kg/mm}^2$ 之值為原則。

五、噴 嘴

主噴嘴 (即第一道噴嘴) 它的外形尺如圖 10.a 所示。噴嘴的內表面要求光滑，製作時，先在車床上加工，如圖 10.6 圓筒一個，然後在筒內裝滿砂子，兩端用木頭堵塞，用乙炔焰將必須彎曲部份烤紅，彎成噴嘴要求的外形，再將噴出口部份按圖紙鋸成要求的角度 (19°)，並將鋸切面用砂輪或銼刀找平，噴出口的毛刺用圓銼打光。

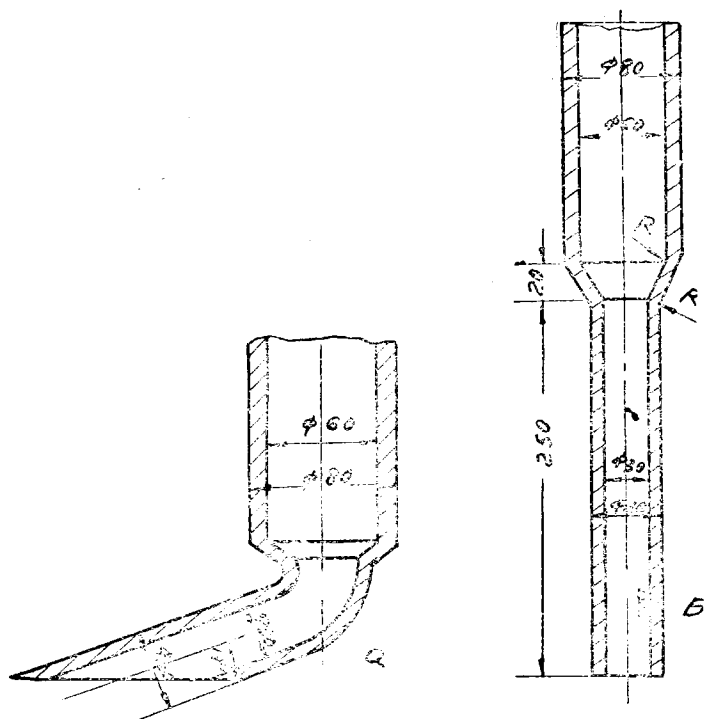


圖 10 主 噴 嘴

導向噴嘴（第二道噴嘴）製做時用10公厘厚鋼板按照圖11要求製做。

葉輪上第一道噴射汽流是在邊緣夾角較小之一端進汽，汽流在葉片中的運動情況如圖12所示，圖中 C 表示汽流的速度， u 表示葉片運動速度， w 表示噴射汽流對於葉片的相對速度，所以在圖中可以看出該汽輪機葉片的進汽速度為 C_1 排汽速度為 C_2 。

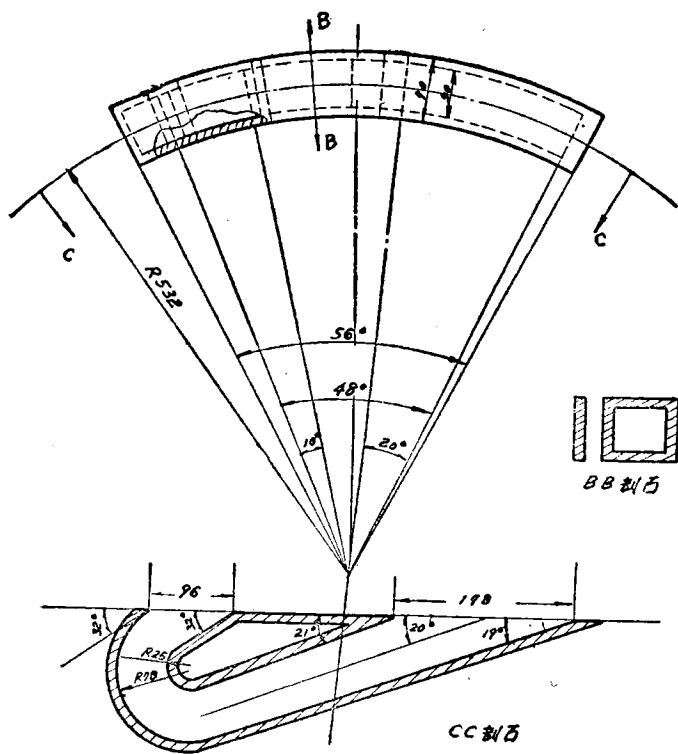


圖 11 導向噴嘴

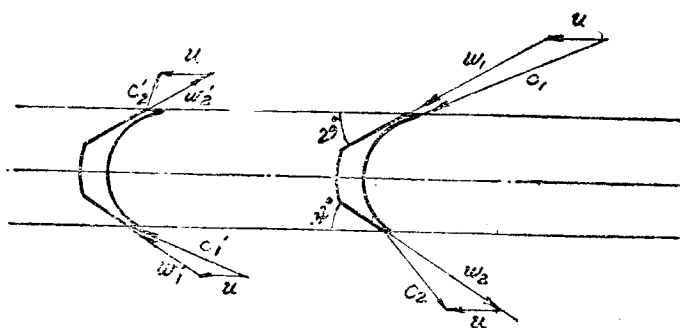


圖 12

- a. 爲第一道噴射汽流在葉片中的三角形圖
b. 爲第二道噴射汽流在葉片中的三角形圖

六、土汽輪機的測定記錄

土汽輪機測定記錄表

用公司蒸汽車間蒸汽進行測定（利用二個噴嘴調節汽量）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	備 註
記錄 時間	蒸汽壓力	汽輪機轉數	電動機轉數	蒸汽流量	電壓	電流	發出電量	單位 耗汽量	
	公斤/ /平方公分	每分鐘 轉數	每分鐘 轉數	噸/ /每小時	伏	安	瓩	公斤/ /瓩	
14.19	6	1500	750	1.4	400	68	33.3	42.1	
14.36	6.5	1550	755	1.79	400	84	47.7	37.5	
14.53	6.5	1600	760	2.0	400	95	56.8	35.3	
15.02	6.9	1600	760	2.40	400	100	60.8	33.5	
15.19	6.5	1550	755	1.9	400	94	55	34.7	
15.30	6	1550	755	1.9	400	90	52.7	36	

用本廠蘭克夏鍋爐蒸汽進行測定

1	2	3	4	5	6	7	8	9	備 註
記錄 時間	蒸汽壓力	汽輪 機轉 數	電動機 轉 數	蒸汽流量	電 壓	電 流	發出 電量	單 位 耗 汽 量	
	公斤/ 平方公分	每分 鐘轉 數	每分鐘 轉 數	噸/ 每小時	伏	安	瓩	公斤/ 瓩	
15.54	4.5	1500	750	1.1	400	64	29.5	37.3	
16.08	3.6	1500	750	1	400	58	22.5	44.5	
16.15	3.6	1500	750	1	400	58	22.5	44.5	
16.40	3.2	1500	750	0.9	400	54	17.3	52	
16.52	3	1500	750	0.8	400	54	17.3	46.2	
17.08	3	1500	750	0.8	400	52.5	14.8	53	

用公司蒸汽車間蒸汽測定出力，單噴嘴（一噴嘴全開，另一全閉）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	備 註
18.43	7	1600	760	1.6	400	88	51	31.4	
18.53	7	1600	760	1.6	400	88	51	31.4	
19.03	6.8	1550	755	1.6	400	87	50.3	31.8	
19.13	6.8	1550	755	1.6	400	87	50.3	31.8	

測定時間：1958年10月5日

1. 該土汽輪機經用三角皮帶減速帶動60瓩捲綫型馬達一台，作為發電使用，與供電系統並車。測定時使用不同的蒸汽來源，不同的壓力和流量進行測定，如列表所示。最高發出電量為60.5瓩，達到馬達額定負荷。若僅使用一個噴嘴，全開時發出電量為51瓩，所以該汽輪機若二個噴嘴全開，出力還能有一定的提高。

2. 根據測定結果，氣壓增大汽耗減少、發電量增多，汽耗也減少。

3. 表中 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7 欄為測定數據，8. 9 為計算數據。

$$KW = \sqrt{3} V I \cos \varphi \quad I \cos \varphi = \sqrt{i_1^2 - i_0^2}$$

i_1 為測定電流

i_0 為空載電流

七、幾點注意的事項

1. 該汽輪機沒有調速或超轉速自動停車裝置。在使用中應注意到汽輪機的荷載驟然減少；就會引起汽輪機速度突然上升。所以在操作時需要時加注意；荷載變動，及時調節汽門。

2. 葉輪葉片鉚好後，應該再在車床上車削一次，將鉚釘凸出部份和焊處凸出部分車平，以保證葉輪的平衡。在可能條件時應找一次靜平衡以減少在運轉中震動。

3. 軸承及軸承座，我廠是利用舊有的，該 37720 軸承許用轉速較低。在新設計時應考慮軸承座水冷却和選用適當的軸承。

4. 我們所採用的邊緣角度不等，相差 3 度。但也可考慮採用相等的葉片邊緣角度。葉片圓弧加工可考慮採用軋製鍛造等方法，但主要保持邊緣角正確及葉片表面光滑。

5. 蒸汽壓力越大，溫度越高，則汽流速度越快，要求葉輪的直徑也就越大或級數越多，所以用比較高參數的蒸汽，在按照該土汽輪機的結構形式設計時，在可能條件時可適當考慮加大葉輪直徑或採取三級噴射。

6. 軸承座與機體的相關位置必須保持一定，所以機件在基礎上必須穩固好，可能時可將軸承座與機體用鋼件拉固在一