



全民办电叢書之八

怎样解决土汽輪机 的安全和經濟問題

沈陽冶煉厂著

水利电力出版社

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。主要内容是針對着目前土汽輪机在安全和經濟方面存在的問題，提供了解决的途徑。書內着重地介紹了沈陽冶鍊厂在設計、制造、安全和經濟方面所采取的措施。試驗証明：这些措施都是比較成功而且必需的。这对于解决土汽輪机普遍存在的問題，有着重要的意义。

怎样解决土汽輪机的安全和經濟問題

沈陽冶鍊厂 著

*

1800R383

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里）

北京市書刊出版業營業許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂印刷 新华書店發行

787×1092 $1\frac{1}{32}$ 开本 * $\frac{3}{8}$ 印張 * 9 千字

1958年11月大連第一版

1959年2月北京第2次印刷（7,001—10,520册）

統一書号：15143·1411 定价（第8类）0.06元

目 录

一、一般情况.....	1
二、办电经过.....	1
三、我們是怎样解决土汽輪机的安全和經濟問題的.....	2
四、目前存在的問題.....	12

一、一般情況

我廠係一個產品比較複雜的重有色冶金工廠，產品流程不但需要各種冶金設備，而且必須經過耗電量較大的電解過程，因此我廠的耗電量是較比多的，每日需要幾十萬度方能保證生產任務的完成，由於缺乏電力，已部份的影響我廠生產任務的完成，怎麼辦呢？是等待國家給分配呢？還是主動解決呢？我們採取了後面的辦法，主動想辦法解決，就是辦電，由10月份我們已辦出電為15,867度，雖然尚遠遠的不能滿足我廠生產的要求，但在生產上已取得一定效果，今把我廠辦電經過分別介紹如下。

二、辦電經過

1. 領導重視，書記、廠長親自掛帥。我廠的辦電，是在省、市委和廠黨委領導之下，書記、廠長親自掛帥，親自指揮辦電的一切工作。接受10月份市給辦電指標（要求辦全廠用電量20%的指標）以後，黨委決議指定書記一人、廠長一人親自主持辦電工作；而且從全廠各個有關部門抽出總動力師、總機械師各一人，設計技術員三名，職員二名，老技工二人，成立了辦電節電辦公室，專職搞節電辦電工作，各車間科室均有書記、主任（科長）各一人負責領導車間科室辦電工作，而且也指定了廠黨報編輯，對節電辦電工作及時的宣傳報道，因此在節辦電工作上無論政治上、領導上、技術上是有了一定的基礎，因此由10月份初即開始了工作。

2. 充分發動群眾，解放思想，破除辦電的神秘觀點，使全廠職工人人知道節電辦電，人人參加節電辦電，掀起辦電高

潮，是辦好電的主要保證。

我廠過去既沒有發電設備，也沒有發電的經驗，但是我們有一個主要的法寶就是發動群眾，人人參加辦電，因此我們對全體職工傳達了市委辦電的指示，說明了辦電的意義，而且也初步確定了辦電的方向和方法，經過幾個晝夜的苦戰，幾天之內即建立起電站13處之多，這裡包括，水力、風力的，真空泵改裝的，機車頭改裝的，利用煙筒抽力的，土汽輪機及空氣電池燈等各種各樣的電站，就是利用這樣辦法到11月末我廠每日可發出二萬度電，這充分說明了只有發動群眾，才能把辦電工作搞好。

3. 小土群先上馬，土裡又洋，土洋結合的方法，利用一切有利條件，是解決發電設備困難的主要措施。

我廠機械加工製造力量較比薄弱，洋發電設備製造時間既長，不能滿足生產要求，而且也製造不了，因此我們選擇了小土群先上馬，以土為主，用土洋結合的辦法製造發電設備的方針，因此發電設備的問題很快的就得到了解決，我們的土法，就是以土汽輪機為主，這些機器都是利用洋道理土辦法設計製造的，這樣利用的材料既省，需要的時間也少，3—4晝夜苦戰，就可制作一台40瓩以下的土汽輪機組，除此，我們還把真空泵壓縮機也改修汽力機，火車頭也改作發電用等等。

總之，我們無論是新作的或改裝的，都是以土為主的，而後逐步用洋道理加以改進和提高。

三、我們是怎樣解決土汽輪機的安全和經濟問題的

1. 我廠製造土汽輪機的經過

在製造土汽輪機方面，我們是學習了沈陽化工廠及蘆袋廠

的經驗以後，才開始製造的，首先由二車間制成一台杓斗式的土汽輪機，安裝在車間內部，由於蒸汽管路壓力低、流量少，機器本身也有問題，開動起來只達到了同步轉速，而沒有發出電來。同時八車間職工也連夜苦戰趕制出一台仿沈陽化工廠單段的土汽輪機，經運行試驗消耗3000公斤蒸汽，發出13瓩電，汽耗230公斤/瓩左右。內汽耗太大，沒連續運行。我們以後學習兄弟廠經驗自己設計一台三段沖動式土汽輪機，外型和化工廠相仿，內部在噴嘴和葉片上我們改進了一下，動葉和導葉間間隙也比較小，約2公厘。經試車試驗進汽壓力2.5~3.5公斤/公分²（表壓）。排汽是直接排往大氣中，兩排噴嘴全部打開，發出121瓩，蒸汽量約10.0噸，汽耗為81公斤/瓩，轉數為1500轉/分，所配電動機容量為155瓩，葉片是由銅板銲接的，進汽角30°，排氣角26°。但由於葉片角度是在砂輪機上磨出的誤差很大，角度已不準了。整個葉輪經過靜平衡試驗很平穩，機組無劇烈震動現象。我們由於這一台運行的經驗認為土汽輪機的發電方式是符合我廠實際情況的，因此我們又設計了一台130瓩的土汽輪機，這台機器在設計方面我們是盡量求得合理，每一部份都是經過了計算，這些計算結果的數據如下：

- | | |
|-------------|---------------|
| 1. 土汽輪機進汽壓力 | 7 絕對大氣壓力 |
| 2. 土汽輪機進汽流量 | 3000公斤/小時 |
| 3. 土汽輪機進汽乾度 | 1 |
| 4. 土汽輪機進汽溫度 | 165°C |
| 5. 土汽輪機進汽熱焓 | 660大卡/公斤 |
| 6. 土汽輪機進汽比容 | 0.2778 立方米/公斤 |
| 7. 土汽輪機排汽壓力 | 0.3 絕對大氣壓力 |
| 8. 土汽輪機進汽熱焓 | 540大卡/公斤 |
| 9. 土汽輪機進汽比容 | 4.5 立方米/公斤 |

10. 土汽輪機理想熱降	120大卡/公斤
11. 噴嘴實際噴射速度	850米/秒
12. 速比	0.0927
13. 葉輪平均直徑	1000公厘
14. 葉輪圓周速度	78.7米/秒
15. 噴嘴噴射角	22°
16. 第一級動葉片進汽角	28°
17. 第一級動葉片排汽角	25°
18. 第一級導向葉片進汽角	32°
19. 第一級導向葉片排汽角	29°
20. 第二級動葉片進汽角	38°
21. 第二級動葉片排汽角	35°
22. 第二級導向葉片進汽角	49°
23. 第二級導向葉片排汽角	40°
24. 第三級動葉片進汽角	48°
25. 第三級動葉片排汽角	45°
26. 壓力比	$0.043 < 0.577$
27. 噴嘴型式,	漸縮漸擴形噴嘴
28. 噴嘴喉部面積	0.00083 平方米
29. 噴嘴高度	26公厘
30. 喉部寬度	8 公厘
31. 噴嘴個數	6 個
32. 噴嘴出口寬度	34公厘
33. 每個噴嘴進汽量	500公斤/小時
34. 噴嘴擴散角	12°
35. 擴散管長度	123公厘
36. 噴嘴節距	94公厘

37. 進汽度	53.7°
38. 第一級動葉片寬度	30公厘
39. 第一級動葉片內弧半徑	17公厘
40. 第一級動葉片節距	20公厘
41. 第一級動葉片數	157
42. 第一級動葉片高度	32公厘
43. 第二級導葉片寬度	30公厘
44. 第二級導葉片內弧半徑	18公厘
45. 第二級導葉片節距	22公厘
46. 第二級導葉片數量	34
47. 第二級導葉片高度	40公厘
48. 第二級動葉片寬度	30公厘
49. 第二級動葉片內弧半徑	19公厘
50. 第二級動葉片節距	23公厘
51. 第二級動葉片數量	133
52. 第二級動葉片高度	52公厘
53. 第二級導葉片寬度	30公厘
54. 第二級導葉片內弧半徑	21公厘
55. 第二級導葉片節距	25公厘
56. 第二級導葉片數量	30
57. 第二級導葉片高度	68公厘
58. 第三級動葉片寬度	30公厘
59. 第三級動葉片內弧半徑	25公厘
60. 第三級動葉片節距	30公厘
61. 第三級動葉片數量	105
62. 第三級動葉片高度	88公厘
63. 噴嘴損失	33.1 大卡/公斤

64. 第一級動葉片損失	25.3 大卡/公斤
65. 第一級導葉片損失	12.5 大卡/公斤
66. 第二級動葉片損失	5.7 大卡/公斤
67. 第二級導葉片損失	2.23 大卡/公斤
68. 第三級動葉片損失	0.716 大卡/公斤
69. 餘速損失	0.624 大卡/公斤
70. 濕氣損失	1.98 大卡/公斤
71. 鼓風摩擦損失	0.385 大卡/公斤
72. 總的損失	82.635 大卡/公斤
73. 有效熱降	37.365 大卡/公斤
74. 汽輪機內效率	31%
75. 汽輪機功率	130瓩
76. 汽耗	23.1 公斤/瓩
77. 噴嘴與動葉間間隙	2~3公厘
78. 噴嘴與導葉間間隙	2~3公厘
79. 葉片厚度	3~4公厘
80. 進汽管直徑	105公厘
81. 排汽管直徑	400公厘

在製造方面爲了求得速度快，我們幾乎全部採用了鋼材焊接，在導葉動葉的材質是採用了白鋼板製造的，在工藝過程上主要部份，我們盡量要求合理，如動葉角度噴嘴角度葉片的光滑度等，在軸承方面採取了用水直接冷卻，由於時間限制，設備基礎採用了打樁加固的臨時性基礎，事實證明，這樣的作法，還基本上滿足了生產要求，這樣一台汽輪機，我們只要經過七個晝夜苦戰就可以投入運行，而花費的鋼材只需要主要材料如下：

元 鋼	120公厘	130公斤 (軸承)
鋼 板	12公厘厚	420公斤 (筋板、外殼)
鋼 板	6 公厘	50公斤 (輪盤)
鋼 板	26公厘	130公斤 (圍檔板)
槽 鋼	20 × 30公厘	480公斤 (機架)
鑄 鐵		50公斤 (軸承)
球型閥	4"	1個 (危急保安器)。
主汽門	4"	1個 (汽門)
總重量		約1500公斤 (不包括凝汽器)

2. 土汽輪機的安全問題是如何解決的

我們知道在土汽輪機運行時，當其負荷一撤去時，其轉數就急劇增高，因而有使葉輪飛出的危險，急忙去關汽門也來不及了。在洋汽輪中都設有調速器及危急保安裝置以保安全。我們也曾到撫順發電廠去看過，但由於太洋，我們無力製造，但是它的道理我們可弄明白了，安全問題是我廠很大的一個問題，廠領導很重視，要求我們一定要把土汽輪機的安全問題加以解決。因此我們發動群眾以土洋結合的方法來摸索解決的途徑，此時遼吉電業管理局瀋陽中心試驗所也派來了幾名同志協助我們搞，經過工友的改進，以洋道理，土辦法的方式將蒸汽球型閥門改造一下，自己做了幾個彈簧沒花一文錢，制作成功了，經過試車運行證明很好用，操作靈敏，構造簡單、既容易製造又經濟，它的主要結構和工作原理，是由一個偏心環、一個連桿，一個球型閥門所組成的，是利用轉數增加、離心力相應增加的原理，而把偏心環拋出，碰撞拉桿插梢，使插梢撥出閥門，彈簧彈力使閥門很快的關閉，汽流切斷轉數減低，因而保證了安全。我們在計算上，只計算一下偏心環的離心力和彈簧彈力，即可，球型閥部份的改裝，需視閥的直徑和行程大小

改裝即可。事實證明，這種安全閥，只要調整準確，是能起到保安作用的。

3. 我們是怎樣解決了土汽輪機的經濟問題

我們作了好幾台土汽輪機，一運行，耗汽量很大，約80~100公斤/瓩，最近我們試驗也有60公斤/瓩，怎樣能降低土汽輪機的汽耗呢？這是我們特別注意的問題，因為我們耗電量大，缺電多，就得多辦電，但我們只能擠出一台10噸的鍋爐來，如汽耗不降低，10噸汽只能發出100~200瓩，那就不合算了，我們知道洋汽輪機汽耗量才4~6公斤/瓩，雖然我們的條件差，但也不能有這樣大的差別。因而我們着手想法要使汽耗降低。經過群衆討論，邊學、邊幹、邊試驗，我們知道了要提高土汽輪機的出力，有三條出路：

(1) 提高進入蒸汽的壓力和溫度。這要看鍋爐的條件來決定，因為壓力越高過熱蒸汽的熱焓量就多，因而作的功多，就多發電。這一條我們是先提高壓力到6公斤/平方公分，以後又考慮在鍋爐上加過熱器。這點經過試驗成績很顯著，我們有台機器，同樣的汽量，在4公斤/平方公分發出80瓩，提高到6公斤/平方公分時，就發出約100瓩。

(2) 土汽輪機本身在設計上要合理，制造上要精細，出力也可提高。據我們估計，現在一般土汽輪機效率均在26~30%之間，好的可達40%左右，機器本身損耗很大，特別是噴嘴葉片。如設計不合理，制造太粗糙，那就會使汽流在機器裡面發生渦流碰撞，沒有把蒸汽的熱能充分利用，因而損耗很大。我廠有一台仿瀋陽麻袋廠圖紙製的，因為我們作的不規矩，別人汽耗55公斤，而我們120公斤，可見設計理論和制造精度，對土汽輪機出力影響很大。我們現在作的就比較細致一些，估計汽耗可能降低到30公斤左右（設計計算值是23公斤）

(3) 裝設冷凝器降低排汽壓力，使汽輪機出力增加，汽耗降低。同樣的機器，同樣的進汽壓力，只是由於排汽壓力不同，即可將出力增加百分之幾十到二百，如我廠現在一台土汽輪機進汽壓力不變（6 公斤/平方公分）排汽壓力由 1.1 絕對壓力降到 0.3 時，原來 6 噸汽發 100 瓩，現在估計 3 噸多點就可發 100 瓩的電。因而我們就考慮加冷凝器，在這個問題上我們也考慮必須土洋結合，洋汽輪機一個冷凝器僅要銅管，就有幾百根甚至幾千根，而且一噸汽要冷却水 75 噸，這樣在我們都辦不到。我們決定仍想一個土辦法，利用一個閒置的收塵器筒體改裝成一個混合式逆流的凝汽器，兩天就幹出來了，它的水消耗也較少，每噸汽 26 噸水，我廠水也缺，我們因地制宜的準備把出水溫度提高到 69°C ，使冷却水消耗量降低到 1 噸汽 11 噸水，同樣達到凝汽目的。

凝汽器結構形式。我們是採用混合式逆流型的凝汽器，因為它是水與汽直接接觸，因而水的消耗量較少，我們採用的是兩層圓盤，上面鑽 $\phi 5$ 孔，共計 10,800 個，蒸汽由下部進入上升與冷水相遇而被冷凝由下部出口，經水泵抽出排往鍋爐房和生產管網中重復利用。凝汽器中尚有部份未凝結汽體與空氣由頂部抽汽器抽出排往大氣中。我們的凝汽器因利用廠內閒置旋渦收塵器改裝，因而尺寸較計算值大，同時我們是兩台土汽輪機，共用一個凝汽器，汽量按 20 噸/小時計算的。抽汽器噴嘴原設計是用水噴射，現因施工不方便，改用蒸汽。凝汽器全部是銲接的，如處理 3 噸以下蒸汽的凝汽器，可用舊油桶改裝即可。

這樣的土冷凝器，我們裝在一台 155 瓩土汽輪機的出口，試運結果如下：

使用冷凝器前			使用冷凝器後		
進汽壓力	7絕對大氣壓力		進汽壓力	7絕對大氣壓力	
排汽壓力	1.5絕對大氣壓力		排汽壓力	1.0絕對大氣壓力	
機器轉數	1,500轉		機器轉數	1,800轉	
4"閥門	全開(24扣)		4"閥門開放	7~8扣	
發電量	100瓩		發電量	100瓩	

以上試驗僅是根據汽門開放扣數，即可證明加裝了凝汽器後汽降量有顯著降低。

我們在一台裝有冷凝器和一台未裝冷凝器的土汽輪機上進行汽耗量試驗結果如下：

設 備	電 流 (安)	出 力 (瓩)	蒸汽流量 (公斤/小時)	汽 壓 (公斤/平方公分)	汽耗率 (公斤/瓩)
凝 汽 式	137	67	2,600	6	38.7
	128	65	2,300	6	35.5
	平均汽耗 36.6				
排 汽 式	150	84.5	7,000	6	83.0

由以上試驗結果可以看出：裝了凝汽器以後，土汽輪機的耗汽率減少了

$$\frac{83-36.3}{83} = \frac{42.7}{83} \times 100\% = 53\%$$

因此加裝了冷凝器後的效果是顯著的。

以上的試驗是在 6 公斤/平方公分進汽壓力時的汽耗，當進汽壓力降低時，汽耗量相對就要增加，可以從下面的試驗數據看出：

設 備	電 流 (安)	出 力 (瓩)	蒸汽流量 (公斤/小時)	汽 壓	汽 耗 率 (公斤/瓩)
凝 汽 式	110	54	2,300	5.4	12.5

因此我們認為，爲了提高土汽輪機的效率，提高運行的經濟效果，除了盡量將進汽壓力提高以外，在有條件的單位，加裝凝汽設備，是一個很好的措施。

如果把進汽壓力提高到設計的進汽壓力 7 公斤/平方公分，則汽耗量可以降低得更多。

我廠冷凝器計算主要數據如下：

凝汽器計算數據

進汽壓力	7 絕對大氣壓力
排汽壓力	0.3 絕對大氣壓力
冷却水進水溫度	15°C
排汽量	20 噸/時
進汽熱含量	660.0 大卡/公斤
排汽熱含量	622.3 大卡/公斤
排水溫度	69°C
每公斤蒸汽所需冷却水量	10.7 公斤
總共所需水量	214 噸/小時
傳熱系數	12,000 大卡/平方米、小時、度
冷却面積	64.1 平方米
圓盤間距離	500 公厘
圓盤內水位	100 公厘
圓盤上的孔徑	5 公厘
總水流數目	10,800
每股水流的表面面積	$\frac{59.3}{104}$ 平方米
填充系數	6
圓盤面積	1.28 平方米

圓盤數	2
每個圓盤面積	0.64平方米
圓盤直徑	903公厘
每個圓盤的孔數	5,040

註：我廠現有凝汽器是利用我廠閒置的旋渦收塵器改裝的，因而直徑等尺寸均較計算值大。

抽汽器計算數據

工作蒸汽壓力	7絕對大氣壓力
土汽輪機乏汽量	20噸/小時
被抽入汽體的壓力	0.1絕對大氣壓力
凝汽器出口壓力	0.3絕對大氣壓力
擴散管出口處之壓力	1.2絕對大氣壓力
被抽出的蒸汽、空氣混合物	100公斤/小時
噴射系數	0.5
工作水量	200公斤/小時
噴射管喉部直徑	17公厘
擴散管出口直徑	43公厘
噴射管長度	102公厘
擴散管長度	122公厘
擴散角	12°C
噴嘴直徑	1.4公厘

四、目前存在的問題

1. 目前我們的汽輪機設備是有了，但可靠發電量還是不高的，因此仍須繼續學習和提高。
2. 危急保安器調整時間較長，並且有時不按理想轉數操作。
3. 冷凝器進水量和出水量平均性的調整較費時間。
4. 一部份冷却水尚未完全利用。