

530038

經濟部中央工業試驗所

研、究、專、報

第一四七號

Bulletin No. 147 National Bureau of Industrial Research

Ministry of Economic Affairs

改善自流井炭花鹽灶之研究

戈 福 祥

An Improvement of Coal Stills for Power

Salt Manufacture in Tzulinching

F. T. Kao

Published by

The National Bureau of Industrial Research,

Ministry of Economic Affairs,

P. O. Box No. 268, Chungking, China.

October 15 1943

民國三十二年十月十五日出版。



改善自流井炭花鹽灶之研究

3

改善自流井炭花鹽灶之研究

目次

- 1, 引言
- 2, 舊式爐灶應改進之點
- 3, 淡滷炭花灶之改進—塔爐灶
- 4, 淡滷炭花灶之改進—牛尾灶
- 5, 抽氣式炭花灶之設計
- 6, 結論

提要

自流井為抗戰期間鹽業中心，內地食鹽均由此地供應，惟該地至今仍用舊式爐灶煎製效率不高，耗費燃料，產量不多。為求節省燃料，增加生產起見，亟宜採用鑿鑽蒸汽，烟氣餘熱及抽氣減壓之原理而作塔爐灶，牛尾灶，及抽氣式炭花灶之設計，以達成此種目的，塔爐灶乃利用淡滷與煙氣直接接觸，吸收煙氣餘熱，以收濃縮之效，據試驗結果，可省煤百分之二十五以上，牛尾灶則將

滷水盛於溫鍋之中，利用餘熱以濃縮之，亦可省煤百分之二十五以上，且建築簡易，良堪推廣，抽氣式炭花灶則同時利用蒸汽及煙氣，其特點有四：即（1）烟氣蒸汽同時利用，爐灶之熱效率甚高（2）溫鍋較多，可濃縮多量之滷水（3）蒸發速度不受天氣之影響及（4）有局部真空，排汽迅速，蒸發速度大增，此灶雖未獲實地試驗之機會，然與前二者相比，效率之高，當可預料也。

1, 引言

自流井鹽灶有炭灶與火灶之分，前者以煤炭為燃料；後者則以天然煤氣為燃料，使用天然煤氣以煎製井鹽者，自火井開鑿之後，煤氣即可自然冒出，以供煎製，用煤炭以作燃料者，因煤炭之產量有限，運輸困難，供應不便，故該地曾發生煤荒現象。抗戰以後，川鹽奉命增產，除力求鹽滷汲取之速度增加外，並極力增設鹽灶，加緊推煎，供應全國關於鹽灶之增加，乃以炭灶為主，因火井之開鑿困難，絕非一朝一夕所能奏效。故規定建設炭花灶二千六百口，炭巴灶二百七十七口，其後又新增炭花灶五百五十四口，共成炭灶二千四百三十七口（新式平鍋製鹽灶不計在內）每月可製鹽二十萬五千餘担，炭灶增加，因鹽滷汲取迅速，尚可供應裕餘，但煤炭之供應日漸困難，一則產量不足，二則運輸難，故燃料之分配，極感不足，且煤炭之品質亦日見低下，影響增產至巨，且在成本計上，燃料費用恆佔成本百分之五十以上，故欲求燃料供應平衡，及減低製鹽成本起見，必需改進炭花灶之燃燒效率，觀天自流井炭灶區域其外則黑烟衝天，烟灰蔽日；其內則熱氣騰騰，雖於嚴冬，仍如酷暑，熱量之損失，為數至多，實有收回再加利用之必要，本文所論各種炭灶改良之目的，亦即在此。

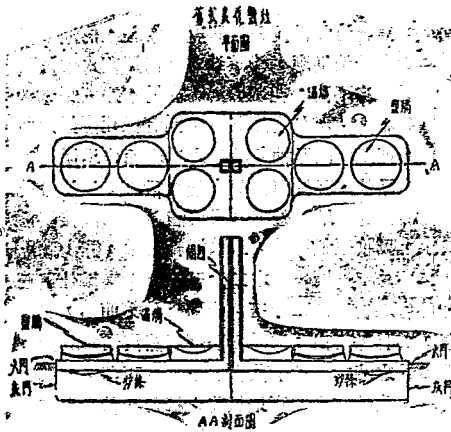
3, 舊式鹽灶應改進之點

自流井鹽灶，已有悠久之歷史，前因交通不便，且海鹽發達，未加注意，故迄今仍



改善自流井炭花鹽灶之研究

沿用法，其燃燒效率異常低下，後入川人口漸多，海鹽漸絀，川鹽日趨重要，故對於川鹽之研究，已成當前之急務，作增產改進者已大不乏人，如枝條架晒滷台之建造，火灶之改良等，均成效卓著，但對於炭灶之改良，似尚未見有整個之紀錄，本文就炭灶改良之形式，加以有系統之試驗，與舊式爐灶作詳細之比較，並計算其功率，作為改良之根據。



(第一圖)

此地所用之炭花鹽灶，其形式為一圖所示，通常稱為一連。配列方法有兩連並立或對立兩種，第一圖即對立式炭花灶，煤炭從兩端個別加入，大者（兩口）為鹽鍋，食鹽即在此鍋內生成；小者曰溫鍋，乃利用煙氣等熱以沸滷滴水。通常溫鍋內之滴水可升至沸騰之溫度（約 105°C ），可見由煙氣逸散之煙氣，尚含有相當熱量也。大概鹽灶一連每日二十四小時可煎滷水四十餘斤，產鹽約千斤，平均成鹽一斤約耗煤二斤半。

爐灶燃燒效率之所以減低者，

大概有一部份熱量受意外之散失，未能盡量利用，熱量散失之原因，計有下述數種。——

- 1, 煙氣帶去熱量，散失於空氣之中。
- 2, 煤氣中之水份吸收蒸發熱而蒸發。
- 3, 一部份燃料未能完全燃燒，致煙道中尚有可燃之氣體逸散。
- 4, 煤炭從爐條跌落灰坑，未能燃燒。
- 5, 輻射及其備損失。

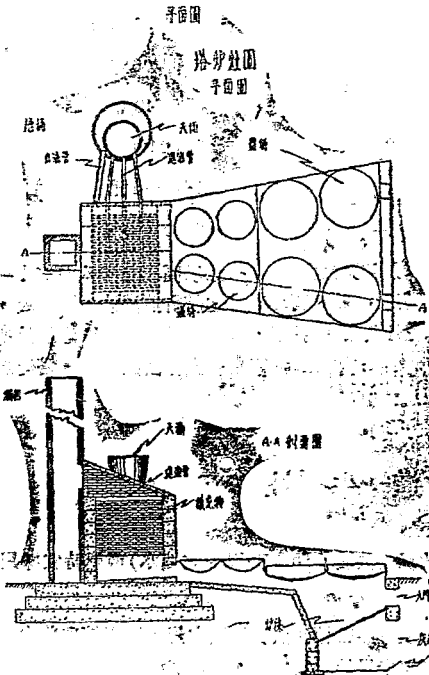
上述種種損失可大別為人為的與自然的二種，前者由於爐灶建築時不合原理，除修改外並無補救之法；後者則由於鹽工疏懶，不注意燃燒之狀況，及煤渣堆積爐條之上，久不疏通，若竟將爐條之間隙阻塞，則空氣之進入不足，煤炭燃燒不得完全，以至可燃之 CO 向煙道逃逸，若爐渣堆積疏鬆，則空氣或竟未與煤炭接觸，即行進入煙道，因此氧氣既未能利用而徒增煙氣之產量，故由煙道帶去之熱量增加。鹽工常於一次加入大量之煤炭，可以燃燒數十分鐘之久，尚毋需加入第二次，此種情形於晚間尤甚，鹽工貪睡，往往將燃料大量加入，灶內煤炭堆積如山，燃燒不得完全，故燃料之損失，大都在煙道之中。舊灶雖設有溫鍋兩口，但實亦未能補償其損失也。

其次損失較多者，當為輻射之損失，本地不論火灶或炭灶，灶之週圍均用泥板薄鋪，泥板厚僅一寸，在火灶中因天然煤氣燃燒之溫度不甚高，故輻射損失熱量不大，但因輻射損失與溫度差之四乘方成正比，故溫度愈高，則輻射之損失愈大，通常炭灶之溫度，高於火灶數倍，故其輻射損失當甚可觀。因此作炭灶改良工作者，均主張加厚爐壁，以減輻射損失，同時並盡量設計以利用煙道之餘熱，下述塔爐灶及牛尾灶均就此原理而設，其試驗

結果，及其效用當於下章述之。

3. 淡滷炭花灶之改進——塔爐灶

所謂塔爐灶者，乃將淡滷從烟筒洒下，吸收烟氣之熱量以濃縮滷水之爐灶也，因烟筒之形狀如塔，故名塔爐灶，滷水經循環蒸發，其濃度可增 3° — 4° Be，但塔爐僅適用於利用淡滷之炭灶（約 12° Be）若所用之濃水，濃度過高，則不但濃縮之效率微少，且滷水有析出食鹽而阻塞烟筒之弊。火灶之所以不宜採用塔爐灶者，即因烟筒氣經冷滷吸熱之後，溫度即行降低，因而減低烟氣之上升力，天然煤氣之壓力本已極微，若再減低其烟氣之上升力，則除非另用抽氣之設備，天然煤氣發生量必然大減，故塔爐之用於火灶，實非所宜，塔爐灶本由黃海化學工業研究社首先試驗，但因其未在同樣情形與舊灶作詳細之比較，故本所與川康鹽務管理局合組之技術室，另作有系統之試驗，並在同樣情形下與舊灶相比較所得結果甚屬確實詳盡足供各界之參考。



(第二圖)

塔爐灶之式樣如第二圖所示，煤炭自火門加入，以煎煮鹽滷之滷水，一方面置過鍋數口以利用餘熱，烟氣進入烟筒後，即經填充物而逸出大氣之中。淡滷即由天桶用輸滷竹管導入烟筒，由上而下，流經填充物使與烟氣密切接觸以增濃縮之效率。然後滷水由下部流出，引儲地桶之中，再利用人力吊桶，將滷水提至天桶，繼續循環蒸發，及滷水濃度增至 14 — 16° Be時，即另換淡滷此濃縮之滷水，即可作煎煮之用，惟滷水經塔爐濃縮之後，因直接與烟氣接觸，故混入煤灰等雜物，因此必需先用筲簾細砂將雜質濾去，方能煎製試驗結果，塔爐灶較之舊式爐灶，約可省煤 26% 茲將試驗結果表列於後，試驗時塔爐與舊灶連續煎煮一月，以求其平均數，但塔爐因有數天修理故僅試驗二十六天。

塔 爐 灶 試 驗 紀 錄

灶 式	舊 灶	塔 爐 灶
所 用 油 水	黃 油	黃 油
油 水 濃 度	12° Be	由12濃縮至155° Be
全 期 耗 煤 量	1,331,341市斤	78,285市斤
煎 製 日 數	30天	26天
全 期 產 鹽 量	529,370市斤	41,600市斤
平 均 一 晝 夜 產 量	1,150市斤	1,600市斤
鹽 煤 比 例	1 : 2,515	1 : 1,858
省 煤 量	—	26%
增 產 量	—	40%
每 担 鹽 成 本	38,211元	73,2428元
每 担 鹽 省 費	—	14,9691元
全 月 省 費 總 數	—	6,227,15元

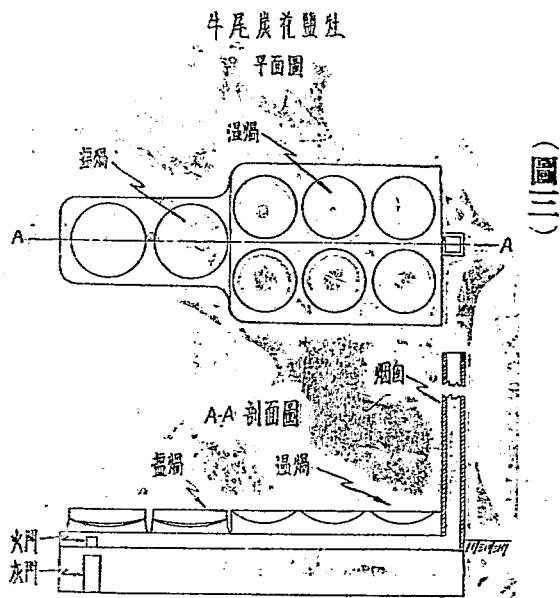
由上列試驗結果觀之，可知塔爐灶實有其獨特之價值。按東場區三十年八月三十一日統計，炭灶煎濃油者計139,5連，煎淡油者計65連，西場同日之統計煎濃油者計三連，煎淡油者120,5連，按該日東西兩場淡油炭花灶共煎185,5連，故全年僅自貢一區之炭灶即可節省一千九百六十餘萬元，約可省煤三分之一，當此煤斤不足，運糧困難之際，塔爐灶實有提倡之價值也。

4. 濃 滷 炭 花 灶 之 改 進 一 牛 尾 灶

塔爐灶不能使用濃油，已知前述，故採用濃油（15° Be以上之油水）煎製時宜採用牛尾灶，方能達成收回餘熱之目的。

牛尾灶本沿用於彭山煎製芒硝及內江資中一帶糖區煎製蔗糖之用，因製糖與煎鹽，均不外蒸發濃縮，然後使之結晶析出，故利用牛尾灶以製食鹽，亦可同樣收節省燃料之效，牛尾灶之形式，在製糖之區，溫鍋本成一列佈置；但在自流井則多排成兩列，其形式與舊灶相似，所不同者即溫鍋較多而已，第三圖即牛尾灶一連之形式，溫鍋之數目，四口至六

口不響。



本所對於牛尾灶煎鹽，亦曾作有系統之試驗，並連續煎製一月之久，逐日記錄其所產之結果，便與舊灶比較，以測驗其燃料效率，據試驗結果，平均之鹽煤比例為1:1.55（見第二表），可節省燃料百分之25—30，故牛尾灶實亦一極可採用之改良形式，且牛尾灶建造簡單，與舊灶相差無幾，不需任何特殊設備，即可改建，與塔爐灶相較簡易甚多，故牛尾灶實亦極有提倡之價值之。

牛尾灶全月試驗記錄

日期	油水溫度	煤別	產鹽量(斤)	耗煤量(斤)	鹽煤比例	日期	油水溫度	煤別	產鹽量(斤)	耗煤量(斤)	鹽煤比例
1	14° Be	二車	1,110	2,600	1:2.34	16	18° Be	一灶	1,560	2,600	1:1.67
2	14°	???	1,700	2,600	1:1.53	17	14°	三車	1,680	2,600	1:1.55
3	14°	???	1,710	2,609	1:1.52	18	14°	???	1,620	2,600	1:1.60
4	14°	???	1,620	2,600	1:1.60	19	18°	???	1,700	2,600	1:1.55
5	14°	三車	960	1,400	1:1.56	20	18°	一灶	1,520	2,600	1:1.70
6	14°	???	800	1,400	1:1.75	21	14°	二車	1,160	2,600	1:2.24
7	14°	二灶	780	2,000	1:1.78	22	14°	三車	—	1,200	—
8	14°	三車	780	1,400	1:1.79	23	14°	???	1,580	2,600	1:1.69
9	14°	???	1,510	2,600	1:1.72	24	14°	正炭	1,510	2,600	1:1.72
10	14°	???	1,620	2,600	1:1.59	25	14°	???	1,820	2,400	1:1.32
11	14°	???	1,640	2,600	1:1.58	26	14°	一灶	1,910	2,300	1:1.15
12	14°	???	1,790	2,600	1:1.45	27	14°	正炭	1,910	2,200	1:1.15
13	13°	一灶	1,750	2,600	1:1.48	28	14°	???	1,590	2,200	1:1.38
14	18°	三車	1,890	2,600	1:1.86	29	14°	一灶	2,320	2,200	1:0.95
15	18°	???	1,490	2,600	1:1.74	30	14°	正炭	1,560	2,200	1:1.41

本均鹽煤比例

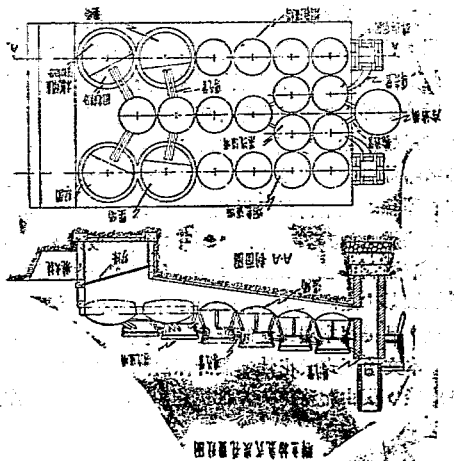
1:1.55

5. 抽氣式炭花灶之設計

前述爐灶燃燒效率低減之原因，乃因烟筒氣中帶走有用之熱量，未得收回利用，故有改良之塔爐灶，使液滴直接與烟氣接觸，吸收餘熱；並利用牛尾灶，多設蒸鍋，預熱油滴，但此等爐灶之設計，均係針對本地不合理之鹽灶而言，若爐灶皆為合理之建築，烟筒之高度適宜，空氣之分量適恰，則熱量之無謂損失，當可減至最低限度，故有合理建築之爐灶，若另增建築費以收回此少部之餘熱，不特不合經濟之原則，有時且足以使烟筒之溫度降低過甚，以致影響烟氣之上升力妨礙通風，所得殊不足以償所失也。

根據新式真空蒸發器之原理，利用初級蒸發器所蒸出之蒸汽以蒸發次級蒸發器中之物質，當可節省極多之燃料，本所試驗之抽氣式火灶即基於此理，據試驗結果，可節省燃料百分之三十以上（另見抽氣式火灶研究報告）收效至宏，但塔爐灶及牛尾灶既不能以回烟筒之餘熱，而抽氣式火灶亦祇能利用蒸汽之熱量，二者均顯此失彼，若能既回收餘熱與蒸汽潛熱同時利用，則爐灶之效率當在塔爐灶牛尾爐及抽氣式火灶之上。依此原理乃作聯立抽氣式炭花灶之設計。

抽氣式火灶之圖樣如第四圖所示，鹽滴預儲於冷油桶中，以棉竹作輸送管，藉溫鍋排列之斜度，次第將冷滴送入溫鍋預熱之。屆時鹽鍋中並已存有濃縮之滴水，晶鹽即在此鹽鍋內生成，鹽鍋用拱形木蓋遮蓋之一小半固定於鹽鍋之上，另一大半則可自由活動，以便清理去渣等操作，滴水注滿後，即將木蓋罩鹽鍋燃料分別於各排前端之火門加入，鍋內滴水漸次升至騰沸之溫度，蒸汽發生漸多，所生蒸汽由竹製導管通至溫鍋之底部。溫鍋直徑約三尺許，安置於木桶之上，蒸汽即引入木桶之中，木桶之直徑幾與溫鍋相等，故溫鍋適能放置其上，木桶內裝置直之隔板數層，使蒸汽迂迴其中，以增加其流通之路程，使能與溫鍋之底無密切接觸，以增加吸熱效能，桶底有小洞，以備凝結之蒸汽流出。木桶之間，均用竹管互相聯接，輸送蒸汽，竹管及木桶之外壁，均以稻草包裹並塗以石灰漿，以減少輻射損失，蒸汽流至最後之木桶後，即導入烟筒，散至火氣之中，烟氣溫鍋乃藉烟氣餘熱以濃縮滴水，其作用與牛尾灶同，不必詳述。



(圖四)

以此抽氣式炭花灶與塔爐灶牛尾灶等比較，可知此種灶有下述之特點：——

1. 同時利用烟氣及蒸汽，增加爐灶之熱效率燃料節省。

2. 溫鍋較多，利用餘熱以濃縮之滴水亦多，煎製速率增加

3. 鹽鍋具有木蓋故蒸發速度不受季候之影響，普通鹽鍋在冬季期間，冷風吹拂，以致降低鍋內滴水之溫度，減低蒸發速度。

4. 蒸汽通入烟筒之中，與烟氣同時逸散，故可增加蒸汽排出之速度，再者，蒸汽在溫鍋桶底沿途凝結，可使變成局部真空，蒸發速度既與壓力成反比，上述諸點均足以減低氣壓，故蒸發速度當可增加不少。

至於溫鍋之數量，圖中雖為十六口，但尚有少量增加之可能，牛尾灶有溫鍋六口，故抽氣式炭花灶之烟氣溫鍋，尚有增加四口之可能，即在蒸汽溫鍋而言，實亦未達最高限度，照抽氣式火灶試驗之結果，鹽鍋一口可阻礙蒸汽溫鍋兩口，燃燒天然煤氣之溫度大不若炭灶，且炭灶鹽鍋亦較火灶所用者為大，故溫鍋之總數尚可增加。

獨立抽氣式炭花鹽灶，因時間與環境之關係，尚未獲得正確之試驗結果，故其效率如何，容後續報。

6. 結論

上述各種鹽灶均就自流井情況，及目前環境將舊灶加以研究改進，然均不能稱之為新法，則較舊灶合理，亦不能謂之盡善盡美。蓋平鍋製鹽真空蒸發均早已為世界上鹽業界所採用，其效率甚屬美備；該項方法限於環境，目前實難普遍採用，因此祇能就目前現有之鹽灶設備，依據利用烟氣餘熱蒸鹽，發汽及抽氣裝置之原理，謀局部之改善，又因自流井一般鹽業界大都缺乏科學知識，對於使用分析儀器及依據分析烟氣燃料及鹽渣之結果，以增進燃燒效率，勢屬不可能，且普遍推廣之時，亦無知許技術人員及充分之設備，同時在各區鹽灶担任此項修正之工作，較為易於引起當地鹽業界之興趣起見，將使用之煤炭，滴水，鹽鍋，建築材料及燃燒與製鹽之方法，將所有改良之灶，均由舊灶改建，並仍用舊法製鹽燒煤，使其新舊相比，以求其實際效果，俾一般鹽商明瞭舊灶改良後，可增加產量，而節省燃料，且需費無多，操作簡便，引起效率，則川鹽增產可計日而待也。至於新舊鹽灶燃燒效率之研究，降塔爐灶已由本所陳韋洲先生著有『黃河燃炭式塔爐灶熱衡之研究』一文，已提出本屆工私師學會外，其餘亦當另文作有系統之檢討。

本文抽氣式炭花灶之設計係由陳韋洲先生之指正，及蔡昌瑛程日光先生之賜助，試驗完成後，復由鹽務總局譚世銘先生繼續督導，工作益著成效，謹此附誌。

1