

烘炉、煮炉与试运行

河南省电力工业局火电公司編

水利电力出版社

內 容 提 要

这本小册子的内容共分三部分，首先对以燃料、热风和蒸汽烘爐的操作方法和程序作了扼要的說明；其次对煮爐(按有压和无压两种方法分述)的程序、要求以及煮爐时应注意的事项等作了闡述；最后敘述了鏈条爐、煤粉爐的启动与調整，以及煤气煤粉爐燃燒煤气时的点火和燃燒过程中的調整等。

烘爐、煮爐与試运行

河南省电力工业局火电公司編

*

2085 R 457

水利电力出版社出版(北京西郊科学路二里沟)

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 16印張 * 18千字

1959年6月北京第1版

1959年6月北京第1次印刷(0001—2,320册)

統一书号: 15143·1663 定价(第9类)0.11元

525

目 录

一、烘炉	2
(一)燃料烘炉	5
(二)热风烘炉	6
(三)蒸汽烘炉	7
二、煮炉	8
三、锅炉的启动与调整	19
(一)链条炉的启动与调整	19
(二)煤粉炉的启动与调整	21
(三)煤气煤粉炉,燃烧煤气时的点火和燃烧过程中的调整	25

一、烘 爐

爐牆在施工完畢以後，都含有由於材料本身以及從空氣中吸收來的水分。為了避免潮濕爐牆與溫差很大的熱煙氣接觸後，引起爐牆水分急劇蒸發，使爐牆產生裂紋等不良後果，所以必須在爐牆正式投入運行前加以乾燥，其所含水分之多少和爐牆厚度、施工時間的長短、施工的季節有很大的關係，應根據鍋爐的型式和現場的特殊條件確定出烘爐方法和烘爐時間。烘爐的方法，大致可分為用燃料、熱風和蒸汽三種型式。無論採用那一種方法，都需要在事先作好準備工作：首先要求鍋爐本體的安裝及砌牆工作應全部結束，繼而進行水压試驗和漏風試驗。新鍋爐要求以1.25倍工作壓力進行水压試驗，拆遷的老鍋爐，可以工作壓力作水压試驗。在作水压試驗以前應將汽鼓安全門用物件壓住，以免跑錘冒水。加壓時要緩慢進行。加壓的速度最好每分鐘不超過2.0公斤/平方公分，待升到工作壓力後，察看有無漏泄處並作好記錄。在工作壓力下，保持5分鐘，看汽包內壓力有無下降，並詳細檢查鍋爐四周的人孔、手孔、截門等漏泄處，作好記錄，然後再升壓至試驗壓力。如無漏泄而放水降壓時，不要降得太快，以免壓力突降而損壞壓力表。作水压試驗時，應用清潔水，禁止用脏水，以免水冷牆下泥包及排污門處集有污垢，以致使排污門產生堵塞現象。然後作漏風試驗：可分為兩個步驟進行：

(1) 啟動引風機保持爐膛負壓在5左右，利用火把或蠟燭順着爐牆找尋漏風的地方。如發現有漏風處，用粉筆把它作出記號。

(2)在試运行过程中,用奥賽特瓦斯分析器,測定过热器出口、省煤器出口及空气預热器出口的 CO_2 值。根据所計算的过剩空气系数差 $\Delta\alpha$ 的大小来判断过热器、省煤器及空气預热器处的漏风是否超出允許的数值。 $\Delta\alpha$ 是烟道通路后部的过剩空气系数与前部过剩空气系数之差。

$$\alpha = \frac{\text{最大二氧化碳值}}{\text{分析出的二氧化碳值}}$$

最大二氧化碳值一般可依18.6計算。

如果所分析出的 $\Delta\alpha$,超出了法規所規定的允許值,則說明此处漏风很多,必須进行修补,然后才可以达到經濟运行的目的。法規上所規定的允許 $\Delta\alpha$ 值如下:

鍋炉本体及过热器.....	0.10
蛇形管式省煤器,每一級.....	0.02
生鉄省煤器.....	0.10
板式空气預热器,每一級.....	0.07
生鉄空气預热器,每一級.....	0.10
管式空气預热器,每一級.....	0.05
旋轉式空气預热器.....	0.20
烟道,每10公尺长.....	0.01
电气除尘器.....	0.10
多管式除尘器及其他离心式除尘器.....	0.05

檢查出的各漏风处,应迅速地堵塞好,否則会造成极坏的后果。在烘炉开始前,最好将各种回轉机械:如引风机、送风机、球磨机、排粉机及鏈条炉的炉排等設備,进行1~2小时的試轉(如果能进行6~8小时的試轉,那就更为安全和可靠),并将所发现的情况作好記錄,而且应爭取甲方人員(电厂筹建、生产和运行方面的人員)参加。如果在烘炉前无条件来做試轉,也可

將這項工作移到烘爐中間來作。試運爐與其他正在檢修或安裝的鍋爐應該隔開，並將試運鍋爐的周圍打掃干淨，不必要的腳手架和其他的障礙物，應該全部拆除或搬開。凡與老廠鍋爐連接的汽水管路，而在試運行過程中不準備用的應一律加裝堵板。鍋爐車間所有的照明和走梯扶欄，也要求全部安裝完畢，以免發生危險。有關烘爐的各汽水門及風道擋板要進行靈活性試驗；標好開關方向，並要繪制好給水、疏水及制粉等系統圖，懸掛在試運行現場中，使參加試運行的每位工作人員，都很熟悉各系統的情況，以免產生誤操作。烘爐前的第一次上水，應當緩慢進行，最好用疏水泵來上水(圖1)。上水要上軟化水，

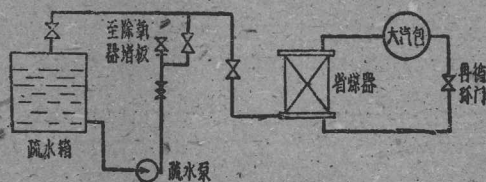


圖 1

因為較硬的水中所含的鈣鹽和鎂鹽較多，當水受熱後，即將這些鹽類分解出來，一部分附在鍋爐內壁積成水垢，另一部分沉淀至鍋爐的下部，形成堅硬的爐石，以致使排污門堵塞，所以我們在烘爐和煮爐期間不要上硬水。在烘爐點火前，將各處膨脹指示器調到零位，準備烘、煮爐過程中觀察鍋爐各部的膨脹情況，因此要求運行人員每小時記錄一次。為了監視爐牆溫度變化的情況，應在過熱器前，兩側爐牆的外表面上裝設溫度計，以便測量耐火磚表面的溫度；重型鍋爐亦應在鍋爐前牆中部加裝溫度計。烘爐前後以及在烘爐過程中應取灰漿樣進行水分分析，約取50克左右即可，取樣的位置(圖2)如下：

成堅硬的爐石，以致使排污門堵塞，所以我們在烘爐和煮爐期間不要上硬水。在烘爐點火前，將各處膨脹指示器調到零位，準備烘、煮爐過程中觀察鍋爐各部的膨脹情況，因此要求運行人員每小時記錄一次。為了監視爐牆溫度變化的情況，應在過熱器前，兩側爐牆的外表面上裝設溫度計，以便測量耐火磚表面的溫度；重型鍋爐亦應在鍋爐前牆中部加裝溫度計。烘爐前後以及在烘爐過程中應取灰漿樣進行水分分析，約取50克左右即可，取樣的位置(圖2)如下：

- (1) 噴燃器中心綫以上1~1.5公尺處；
- (2) 過熱器兩側的中部；

(3) 省煤器后墙中部；

(4) 鏈条炉燃燒室側墙 炉排 上方
2~3公尺处。

上述各項工作准备就緒后，就可以
开始烘炉了。烘炉的方法有三种：

(一) 燃料烘炉 这种方法应用得比
較普遍，各种型式的鍋炉均可采用。它
的特点就是利用燃料燃燒的輻射热和部

分对流热来烘燥炉墙。首先应准备好足够数量的木柴和煤。为了安全應該在点火前作好防火措施。烘炉的程序如下：

在冷灰斗、点火炉內或鏈条炉炉排上，先燒木柴后燒块煤或
其他燃料。利用自然通风維持小火燃燒，炉膛中的負压可保持
在1~2公厘水柱左右。

以后逐漸加强燃燒，提高过热器后的烟气温度，必要时可
将引风机启动起来，使炉膛負压增高。

燃燒强度应根据过热器后的烟气温度进行控制。温升的快
慢和烘炉時間的长短，应根据鍋炉的型式、炉墙的结构和現場
的特殊情况具体掌握（一般輕型炉墙最高不超过 140°C ，重型炉
墙最高不超过 220°C ），根据旧規程的規定，輕型炉墙烘干需0.5
~ 4天，重型炉墙需10~14天。实际經驗証明，这个規定已經太
保守了，重型炉墙可以在1~4天內完成烘炉任务。如某电厂的
18吨/时鍋炉，正式烘炉時間是50小时；某电厂国厂40吨/时鍋
炉的烘炉時間仅达80小时左右。由以上情况証明：1~4天的時
間完成重型炉墙的烘干任务是有可能的。如資料記載：东北某
电厂在进行国产 40 吨/时鍋炉快速烘炉試驗时，过热器后的烟
温第一天即可达 90°C ，第二天达 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$ ，第三天达 $150\sim$
 160°C ，大大超过了規程的規定。在烘炉后檢查情况良好，炉墙

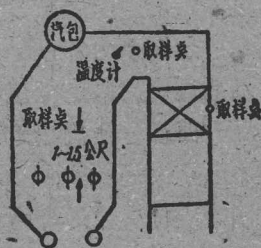


图 2

无有裂紋。

水利电力部电力建設总局电力科学技术研究所曾对重型炉墙的烘炉时间的縮短进行过研究，提出了一个快速烘干炉墙的温升曲线，他們認為：如果在煮炉前对炉墙先进行短时间的預热以除去一部分水分，利用煮炉的第一阶段同时烘干炉墙，这样可以将烘炉的时间縮短到一天左右。烘干的具体步骤是：第

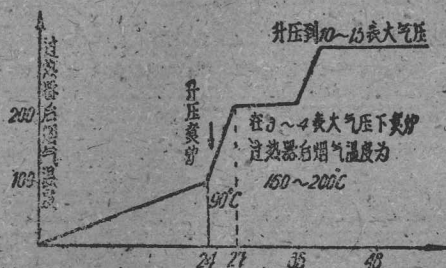


图3

一天內将过热器后烟气温度的由室温提高到90°C，烘炉开始时是用木柴(8~12小时)，然后改用煤块(图3)。火燃可分为两堆：一堆在前碛下、另一堆在炉膛中部，

应特別注意前碛的烘

干情况。炉膛的压力应保持在+1~2公厘水柱，第二天即可开始升压煮炉，在整个烘干过程中，应加强对炉墙的監視、定时取炉墙灰縫試驗。

(二)热风烘炉 多用于扩建厂的輕型鍋炉，在不影响供給热风的鍋炉正常运行情况下，应保持烘炉需用足够量的风量，热风的温度为200~250°C，其方法为：

(1)逐渐开启热风連絡管擋板，将热风送入炉膛进行烘炉。

(2)烘炉初期，微开除灰門及鍋炉上部炉門，使炉膛內的压力保持在+1~2公厘水柱內。后期开启烟道擋板，使炉膛內压力保持为-2~-3公厘水柱，以烘干后部炉墙。

(3)烘炉时间一般为1~4天，烘炉温度应根据过热器后

的热风温度进行控制。其末期温度应达 100°C 。

(三) 蒸汽烘炉 适用于有水冷壁的各种类型的锅炉。

使用 3 ~ 4 表大汽压的饱和蒸汽从水冷壁联箱的排污门送入锅炉逐渐加热炉水，保持炉水、水位正常温度为 90°C 。

蒸汽亦可由汽鼓的连续排污管进入，进汽压力为 α 表大汽压，汽鼓内的水温维持 $90 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 。然后启动炉水强制循环泵进行循环，使各处炉水温度均匀(见图 4)。

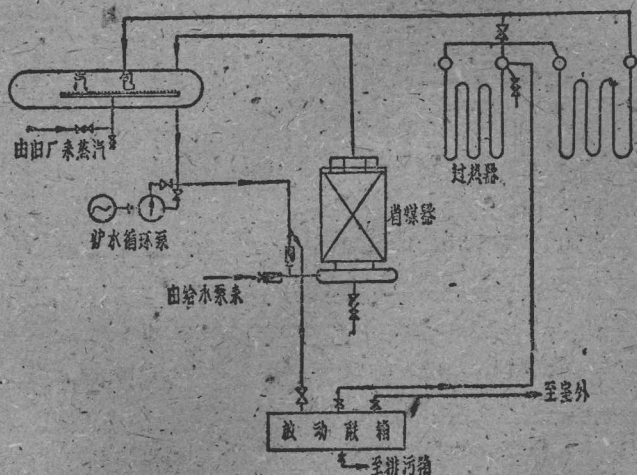


图 4 蒸汽加热炉水法烘炉系统图

使用纯蒸汽烘炉时，蒸汽的进口应直接接到汽鼓空气门上，所使用的管子应能安全承受蒸汽压力。每小时需两吨蒸汽即可，所采用蒸汽管的内径，可按下式计算：

$$Q = F \cdot \omega \quad F = \frac{Q}{\omega}$$

因为

$$F = D^2 \times \frac{\pi}{4}$$

故

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$$

因为

$$\Delta P = \frac{\gamma \cdot \omega^2}{2g},$$

所以

$$\omega = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \cdot \Delta P}.$$

γ ——蒸汽重度(公斤/公尺³)($\gamma = \frac{1}{v}$);

v ——蒸汽比容;

ω ——蒸汽速度(公尺/秒);

Q ——蒸汽流量(吨/小时);

D ——蒸汽管内径(公厘)。

烘炉时,应开启必要的擋板及炉門,以排除湿汽并保証炉墙各部均能烘干。

在蒸汽通过汽鼓后,即会有一部分变为凝結水流至冷水壁的下降管内,为了保証烘炉工作能正常进行,必須經常的开启放水門放掉凝結水。

烘炉時間:輕型炉墙一般为4~6天,重型炉墙一般为14~16天。

采用热风或蒸汽的烘炉方法,如炉墙灰浆的湿分不能达到要求时,可在后期改为燃燒烘炉。当炉墙的水分达到7%左右时,即可进行煮炉工作,利用煮炉的第一阶段繼續烘炉。烘炉結束后要求水分在3%以下。

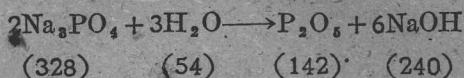
二、煮 爐

鍋炉在制造、运输或安装的过程中,生成的鉄锈和不清洁的东西,如油垢等,在設備投入运行前必須經過煮炉,将鉄锈

和不清洁的东西清除掉。为了这一目的，往锅炉内加入适量的药品 (NaOH 和 P_2O_5)，使在炉水中形成碱性炉水去掉污垢等物。 P_2O_5 将在炉管内形成保护层，以防腐蚀及侵蚀。 NaOH 有两种：一种是固体，一种是液体；而 P_2O_5 是买不到的，必须加磷酸三钠经过化学反应才能得到。磷酸三钠有三种形式：

1. Na_3PO_4

这种 Na_3PO_4 没有结晶水成分在内(也就是无水的 Na_3PO_4)，这种无水的 Na_3PO_4 在煮炉时呈下列的化学反应：

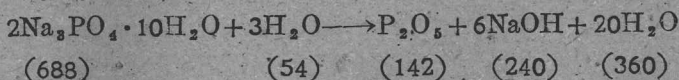


$$142:328=40\%$$

通过分子量，我们可以确定在 Na_3PO_4 中， P_2O_5 的浓度大约为40%。

2. $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

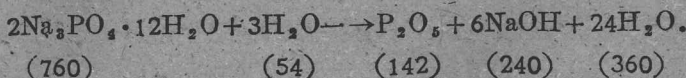
这种磷酸三钠具有结晶水成分，我们加入一部分磷酸三钠有下列的化学反应：



通过同样的分子量方法、可确定 P_2O_5 的浓度大约为20.6%。

3. $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

这种磷酸三钠具有十二个分子的结晶水，它的化学反应式是：



从分子量中用同样方法，可计算出 P_2O_5 的浓度大约为18.7%。

化学药品需要量在一般的情况下是不可以忽略的，用較多的化学药品能溶解鉄锈、不清洁的东西和油垢，所以在煮炉时应加入足够的和过量的化学药品。經驗証明，在煮炉时 P_2O_5 保持在 500 毫克/公升；NaOH 保持在 2,000 毫克/公升就能清洗得比較干淨。

实际加药量是与鍋炉的水容积有关的。例如有座鍋炉的水容积是 30 立方公尺，需加多少 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 才能得到 500 毫克/公升的 P_2O_5 ？我們已知这种磷酸三鈉有 18.7% P_2O_5 濃度，所以：

$$500 \text{ 毫克} = 18.7\%$$

$$x \text{ 毫克} = 100\%$$

$$\frac{500}{x} = \frac{18.7}{100}$$

$$x = \frac{100 \times 500}{18.7} = 2675 \text{ 毫克 } Na_3PO_4 \cdot 12H_2O.$$

通过上式計算可知，要有 500 毫克/公升的 P_2O_5 时就得加入 $2675 Na_3PO_4 \cdot 12H_2O = 2.675$ 公斤/公尺³。每台鍋炉需加 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 的数量如下：

$$30 \times 2.675 = 80 \text{ 公斤}.$$

此外，还需加 2,000 毫克/公升的 NaOH。这些 NaOH 不需要全加进去，因为我們加入 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 时还能产生 845 毫克/公升的 NaOH，那么我們只要加入：

$$2,000 - 845 = 1,155 \text{ 毫克/公升} = 1.155 \text{ 公斤/公尺}^3 \text{ 就够了}.$$

因为 $2Na_3PO_4 \cdot 12H_2O + 3H_2O = P_2O_5 + 6NaOH + 24N_2O$

$$(760)$$

$$(240)$$

$$240:760 = 0.315 \quad 31.5\% \text{ NaOH 濃度,}$$

$$100\% = 2,675$$

$$31.5\% = x$$

$$\frac{100}{31.5} = \frac{2675}{x}$$

所以 $x = \frac{31.5 \times 2675}{100} = 845 \text{ 毫克/公升 NaOH}$

所以 NaOH 需要加入量为 $30 \times 1.155 = 34.7 \sim 35$ 公斤。

根据1958年水利电力部电力建设总局所颁发的规程规定：

第一类锅炉：每立方公尺水需加 NaOH 2~3 公斤，
 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 2~3 公斤。

第二类锅炉：每立方公尺水需加 NaOH 3~4 公斤，
 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 2~3 公斤。

第三类锅炉：每立方公尺水需加 NaOH 5~6 公斤，
 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 5~6 公斤。

显然，较计算的加药量是多了一些，但这是有益无害的，是适宜地。所谓第一类锅炉是指，出厂不久只有较薄铁锈的新锅炉。第二类锅炉是指，有较多铁锈的新锅炉。第三类锅炉是指拆迁的旧锅炉（除有铁锈外尚有水垢）。

锅炉煮炉开始前，要求给水管路冲洗完毕，锅炉盘所有的仪表均需经过校验，并可随时投入运行，然后将水上至最低水位，把搅拌好的药品溶液由临时加药箱放入汽包中，或者将汽包入孔门打开，将水上到人孔门下200公厘时停止上水，把药品溶液直接加进去。当然也可用加药泵或其他的泵经过改装管路，由锅炉联箱或省煤器的排污门加入。加药完毕后即可升压煮炉。煮炉的程序和时间应按下表和图5甲和5乙中的曲线查得。

順序	煮 爐 升 压 程 序	煮 爐 時 間(小时)		
		第一类鍋	第二类鍋	第三类鍋
1	藥品注入	3	3	3
2	升到3~4表大气压	3	3	3
3	維持3~4表大气压并进行紧螺絲	12	12	12
4	降压并排污(排污量为10~15%)	1	1	1
5	升到10~15表大气压	8	12	24
6	降压到3~4表大气压下进行排污	2	2	2
7	升压到20~25表大气压	8	12	24
8	保持20~25表大气压进行多次排污、換水到运行标准碱度,同时投入連續排污	16	16	36
9	共 計	53	61	105

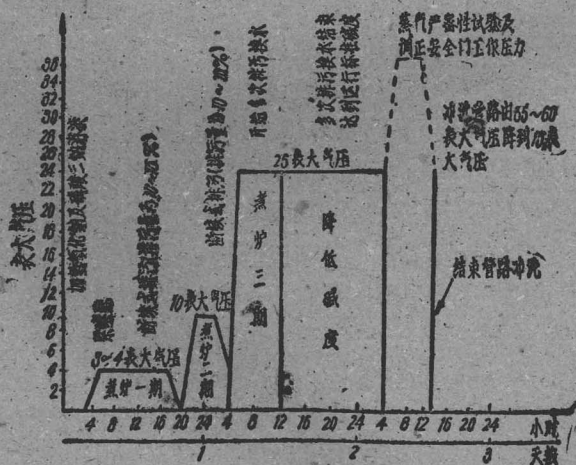


图 5 甲 第一类鍋炉煮炉及蒸汽严密性試驗图
(第二类鍋爐同本图, 時間同前表)

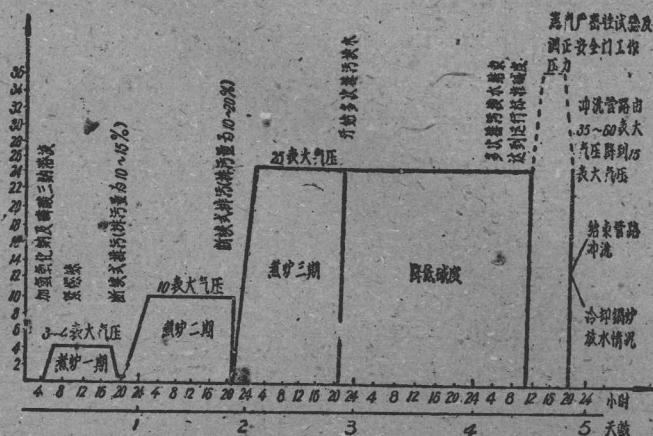


图 5 乙 第三类鍋炉煮炉及蒸汽严密性試驗图

煮炉时的要求:

- (1) 各分場应安装通訊設備。
- (2) 試运行区要有足够的消防設備。
- (3) 所加藥品一定要过磅, 并經過純度化驗。
- (4) 化驗室在煮炉前提交煤質化驗单一份。
- (5) 在煮炉期間每隔两小时取炉水样一次, 化驗: P_2O_5 , $NaOH$, AZ 。

(6) 煮炉期間保持炉水碱度在130度(德国度)以上。过低时应进行补充加药。

(7) 水面計玻璃应有备品, 水面計后的灯泡也 應該有备品。

(8) 煮炉过程中应作好記錄。

安全措施:

(1) 参加節药和加药的人員应有工作服、橡皮手套、橡

皮鞋和防护眼鏡等用具。

(2)在篩药地点的周圍应加好遮栏。

(3)加药时防止溶液掉到梯子或平台上，用繩圍住加药区防止有人进入。

(4)碎药与加药地点应备有清水、石灰水各一桶和下列各种药品：

1)2%的硼酸液；

2)2%的高錳酸鉀；

3)紅药水、紗布、药棉等。

(5)加药完毕后必須洗手，并把临时加药箱挪开。

煮炉的方法可分为两种：一种是点火煮炉，一种是无火煮炉。点火煮炉法如前所述。

无火煮炉法，是借助水泵来强制鍋炉的水循环，使之产生較大的循环速度，并在保証药品能充分發揮作用的水温下进行煮炉。这种方法是苏联的先进經驗，目前在我国东北各地已經广泛的采用了。它的优点是：

(1)煮炉工作与安装工作可以交叉起来进行，能縮短工期。

(2)因整个煮炉过程中不需启动引风机、送风机、排粉机、球磨机及其他附屬設備，故而可以节约煤电，并比点火煮炉更加安全、可靠，很符合多快好省的要求。

(3)解决了因設備沒有到达，或者某种原因回轉机械不能运轉所造成的不能煮炉的困难。

无火煮炉的系統和进行的方法、步驟，可依不同型式的鍋炉和当时現場的情况来确定(这种无火煮炉的方法在“电力技术”杂志第一期上有介紹)。

(一)吉林热电厂某号炉在苏联专家的亲自指导下，采用了

无火煮炉法，所采用的系统如下图所示。

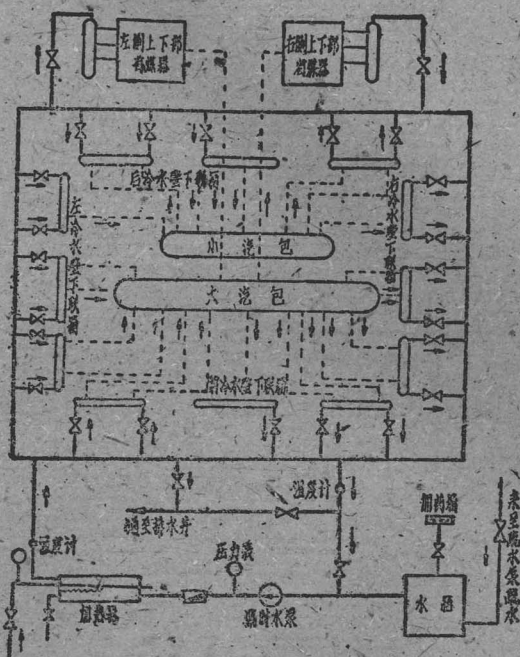


图 6

从整个循环来看左半边形成循环的通路部分，右半边形成循环的排污部分。碱液由水泵排出经加热器，进入左半边水冷壁下联箱、经由左半边水冷壁及下降管上升至大小汽包，再经右半边的水冷壁和下降管下降至右半边水冷壁下联箱回到水泵入口，形成一个完整的循环(为了流速较高，煮炉效果更好起见，分为7个系统，轮流循环)。

(二)大連发电厂在扩建时，曾采用下列两种系统(图7甲和7乙)来进行无火煮炉。