

高等學校教學用書

# 鍋爐設備

卷二第一分冊

Э. И. РОММ 等著

馮俊凱 林 灝 李天鐸 譯

龍門聯合書局

高等學校教學用書



# 鍋 爐 設 備

卷二第一分冊

Э. И. 羅 姆 等著  
馮俊凱 林 灝 李天鐸 譯

龍門聯合書局

本書係根據蘇聯國營動力出版社出版的羅姆等合著“鍋爐設備”卷二 1946年版譯出。原書是“鍋爐設備”卷一的續集並已予以擴充，所需要參閱卷一中的插圖與表，也都已附在書末。原書經蘇聯人民教育委員會全蘇高等教育事業委員會批准作為高等工業學校教科書。原書是作為“鍋爐設備”一般課程與課程設計和畢業設計的教材之用，也是為了廣大的工程技術人員而寫。內容包括鍋爐整體、輔助裝置與鍋爐設備的運行。

本書中譯本分三分冊出版。第一分冊由清華大學熱力發電設備教研室馮俊凱、林灝、李天鐸三同志合譯，第二、三分冊則由交通大學鍋爐教研室陳學俊、吳有榮、許晉源、徐士民和張松壽五同志合譯。

第一分冊包括鍋爐整體的敘述和水循環計算，第二分冊包括蒸汽潔淨、熱力計算和材料及強度計算等，第三分冊包括加煤、除灰、給水、打風等輔助裝置及鍋爐整體的運行並有附錄（鍋爐計算例題）。

## 鍋 爐 設 備

卷二 第一分冊

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

ТОМ II

Э. И. РОММ 等 著

馮俊凱 林 灝 李天鐸 譯

★版權所有★

龍門聯合書局出版

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

上海茂名北路300弄3號

新華書店總經售

啓智印刷廠印刷

上海白忠路239弄28號

開本：787×1092 1/16 印數：0001—3000冊  
印張：22 1/16 插頁：1 1955年8月第一版  
字數：384,000 1955年8月第一次印刷  
定價：(8) 三元一角

## 編者序言

「鍋爐設備」第一卷是在 1941 年出版的。

第二卷為戰前已開始的工作之繼續，無論在次序上和內容上都與第一卷相配合。

這本書包括討論鍋爐整體與其基本設備的構造與工作原理、鍋爐製造材料、鍋爐整體的計算、鍋爐設備的輔助設備，鍋爐設備工作的管理與鍋爐設備的運轉諸篇。

燃料問題，鍋爐設備的工作介質和工作過程，爐膛裝置和燃料製備的問題都已包括在第一卷中。

這門課程的總任務都已在第一卷的序言中說明，至今並無大改變。

但是在過去幾年裏，提出了一系列的新問題，由於這幾年來技術的普遍提高，以及現時技術文獻的一般情況，這些問題應該能夠解決了。

因為第一卷出版的時間較早，要保證以現時鍋爐技術發展的水平來敘述第二卷的資料，同時使沒有第一卷的人能夠充分地利用它，第二卷的資料需要相當地補充和更新。

在本卷中必須利用第一卷的資料的篇章，其敘述基本上符合於第一卷中所用方法（特別是熱力計算方法），而且在特備的附錄（IV）裏，給出了屬於第一卷題材範圍的一些基本公式、表和線算圖。這些公式、表和線算圖在用第二卷時是必需的。這些數據在相當大的程度內都以目前在這方面的文獻為基礎而修改過。因此，在上述的附錄中給出關於應用這些數據的若干一般方法的說明，但是沒有詳細的討論以及理論的論證。

這樣，在讀者沒有第一卷的時候，仍可利用第二卷內的資料和內容。

與第一卷有關，但需根據技術的發展加以修改的一部分問題，如果可能，並且不佔太多的地方，就順便在第二卷的某些章節中加以說明了。

在戰後因為必需的參考資料失散很多，並且難於獲得許多專門出版物，所以必要超出預計地大量增加這本書的附加資料的篇幅。這些資料在本書中以小字印出。除此以外，還附有詳細的計算例題（如熱力計算、循環計算、通風計算等等）。

這本書，就其整個篇幅來說，可供高等工業學校各熱工專業的學生在學習鍋爐設備普通課程和某些專業課程時，以及在作課程設計和畢業設計時，作為參考書。

可用於基本課程的材料，在本書中以普通鉛字排印，這些材料的內容有其獨立的範

圍,學習時可不用補充材料。

補充材料,參考材料及計算例題都用小字印出。

這樣安排材料,可以便於高等工業學校中“鍋爐設備”基本課程的進行。

這本書也可以供熱力工程師廣泛地利用它作為參考資料。

正如第一卷一樣,第二卷也是一個集體的著作。大部分著者的工作是在戰前完成的,而以後內容的修改,各章節材料大量的補充,都是由本書編者在戰時進行的。

第二卷的主要著者如下(按字母次序排列):

К. Ф. 羅達吉斯 (Родатис), Э. И. 羅姆 (Ромм), Н. А. 謝米年柯 (Семенов), Т. Т. 吳先柯 (Усенко), В. Н. 茨岡闊夫 (Цыганков)。

下面是各個著者所編寫的章節的號數,其中個別的章節是由幾個著者共同編寫的。

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| В. Д. 米拉諾夫 (Миронов)    | 第 38 節。  |
| К. Ф. 羅達吉斯              | 第 5, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 37 各節, 附錄 I, II, III。   |
| Э. И. 羅姆                | 第 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 33, 34, 39, 40 各節, 附錄 I, II, III, IV。 |
| Н. А. 謝米年柯              | 第 1, 2, 3, 9, 12, 13 各節。   |
| В. Н. 齊墨費也夫 (Тимофеев)  | 附錄 IV。   |
| Т. Т. 吳先柯               | 第 11, 35, 36 節。  |
| В. Н. 茨岡闊夫              | 第 29, 30, 31 節。  |
| М. М. 西立克列特 (Шильдкрет) | 第 18 節。  |

關於蘇聯鍋爐設備的參考資料,其中一部分是鍋爐輪機工業管理局 (ГКТП) 的 М. М. 費力德曼 (Фельдман) 和紅色鍋爐製造者工廠 (ПКЗ) 的 Б. М. 沙爾闊維奇 (Шолкович) 同志所供給的。

這一卷的總編輯是 Э. И. 羅姆。他會對個別章節加以改寫,並補充重要的材料,選擇並編寫了主要參考資料和插圖材料。

在準備本書的草稿以便付印和選擇參考材料方面,參加工作的除編輯之外,還有 К. Ф. 羅達吉斯。

# 目 錄

## 第三篇 鍋 爐 整 體

### 編者序言

第一章 自然循環鍋爐.....	1
§ 1. 鍋爐的型式。大水容鍋爐.....	1
§ 2. 整聯箱與分聯箱水管鍋爐.....	19
§ 3. 沸水管直接聯到鍋筒的水管鍋爐.....	37
第二章 強制循環鍋爐和間接蒸發鍋爐。汽蒸鍋爐的特種型式及構造.....	101
§ 4. 特種型式鍋爐產生的原因。間接蒸發和多次強制循環的蒸汽鍋爐.....	101
§ 5. 單流鍋爐.....	114
§ 6. 壓入式鍋爐。旋轉式鍋爐.....	144
§ 7. 特種型式蒸汽鍋爐.....	152
§ 8. 雙汽動力設備鍋爐.....	165
第三章 鍋爐整體的輔助受熱面、輔助設備及管制件.....	175
§ 9. 蒸汽過熱器.....	175
§ 10. 省煤器.....	190
§ 11. 空氣預熱器.....	205
§ 12. 構架和爐牆.....	229
§ 13. 鍋爐管制件及烟道配件.....	252
第四章 鍋爐整體金屬壁的內部冷却.....	280
§ 14. 水循環的概念及其在鍋爐中的意義.....	280
§ 15. 水管鍋爐中自然循環的計算.....	283
§ 16. 水管鍋爐中自然循環的特性及安全性.....	310
§ 17. 過熱器和省煤器的蛇形管，具有水的強制流動的蒸汽鍋爐管的冷却.....	323

# 第三篇

## 鍋爐整體

### 第一章

#### 自然循環鍋爐

##### § 1. 鍋爐的型式。大水容鍋爐

###### (a) 鍋爐的型式

在十九世紀中，人們採用了一些小而簡單的鍋爐，以獲得蒸汽。在這種鍋爐中，水的加熱與蒸發是不劃分開的，而蒸汽的過熱則很少見。這種蒸汽發生器當時被稱為蒸汽鍋爐；這種名稱由歷史上一直保持到現代。但是在鍋爐技術發展中，除了其他的發展之外，也把在不同設備中進行的水的加熱與蒸發，蒸汽的過熱等過程劃分得更為清楚，同時更引用了高度的空氣預熱等。鍋爐技術這樣的發展，使蒸汽鍋爐這名稱，對現代型式的蒸汽發生器來說，已經過了時。

為了獲得蒸汽而設的複雜的裝置的綜合稱為鍋爐設備。而燃料的能量直接在其中轉變為蒸汽的能量的一些裝置，如果與共同的爐牆與骨架相聯，則稱為鍋爐整體。狹意來說，蒸汽鍋爐這名稱是指鍋爐整體中水蒸發並形成飽和蒸汽的部分來說的，但廣意來說，蒸汽鍋爐這名稱，到現在為止，常用來說明整個鍋爐整體。

在一些舊式鍋爐整體中，拿整個鍋爐整體來說，特點在於其蒸發部分的構造形狀。在很多現代化鍋爐整體中，汽鍋，也就是說對流蒸發受熱面，並不重要。相當大部分的蒸汽從爐膛水冷牆獲得，鍋爐整體的其他設備，如：蒸汽過熱器、省煤器、空氣預熱器等型式並不多，而且它們的形式在很多構造極不同的鍋爐整體中，幾乎是相同的。因此，通常將各種鍋爐整體分類時，首先是按汽鍋受熱面的構造來分。但是在很多新鍋爐設備中的特點是鍋爐整體的各種設備的配合。這種配合與其說是由汽鍋本身的構造來決定，不如說是由爐膛設備、汽鍋、水冷牆、過熱器、省煤器、空氣預熱器等相互位置來決定。鍋爐

整體配合的特性需由很多的情況來決定，這將在研究鍋爐整體的各種設備之後再來說明。在研究與上述事項有關的現代蒸汽鍋爐的構造時，不可避免地，必須論及整個鍋爐整體的配合問題。

研究鍋爐設備或鍋爐整體的各種構件時，必須考慮到其構造的歷史發展。這種歷史發展對於現代鍋爐技術的情況有顯著的影響。製造舊式蒸汽鍋爐時單個鍋爐設備的功率是不大的。當時的經濟條件（沒有集中的動力供應，蒸汽技術、鍋爐生產技術、冶金學、化學等的發展還很微弱）不允許把蒸汽的壓力、溫度弄得很高，雖然在19世紀就有這種建議。當時爐膛技術的特點是廣泛地採用放熱不均勻的簡單人工爐箆；鍋爐設備的負荷和汽鍋本身工作的調節是很原始化的。操作的機械化是沒有的。給水處理幾乎是不存在的，多半以未經處理的生水供給鍋爐。

在小型鍋爐設備中，各比較大的蒸汽用戶所需要的蒸汽量的變化使鍋爐的負荷劇烈的波動。

當時鍋爐的特點是：

(a) 蒸汽產量小；(б) 蒸汽壓力不高；(в) 蒸汽過熱程度很小，或無過熱；(г) 儲水量大，可調劑爐膛的熱慣性和調節的不足；(д) 因為受熱面單位熱負荷不高，比較易於清除鍋爐中的水垢，所以鍋爐對給水的品質的敏感性不大。在主要是暖氣或工業性質的小型鍋爐設備中，到現在還保留着這種舊式鍋爐，即所謂大水容鍋爐。在這些暖氣或工業性質的小型鍋爐設備中，還部分地保存着一些使這些構造發展的一些條件。

工業與技術的總的發展，特別是動力供應的集中化、單個鍋爐設備的加大，金屬工學、化學（特別是水化學）的發展，以及把技術過程與鍋爐整體操作自動化的企圖，把以前所存在的限制打破。在用戶數目很大時，個別用戶消耗量的波動，對總負荷曲線的影響較小。因此現代鍋爐技術發展的特點，首先是廣泛採用大功率鍋爐整體。這些大功率鍋爐用處理得很好的給水來運轉，單位熱負荷很高，儲水量小，操作相當地自動化。所謂水管鍋爐比其他一切鍋爐都適合這些要求。

動力供應的集中化與大工業及日常生活的電氣化，使鍋爐整體單位功率增加得相當大，使蒸汽的壓力與溫度提高。這種變化又使鍋爐技術及鍋爐的構造型式劇烈地改變。因為蒸汽動力設備經濟性提高，很多以前不用蒸汽的部門都採用了蒸汽動力設備，因而不普通的新式鍋爐構造漸次出現。

自然循環鍋爐是鍋爐流行得最廣的型式。在這種鍋爐中，水的蒸發是在水與汽水混合物的自然循環中進行，而汽水混合物在其中冷卻受熱面。近年來開始採用一種構造，以



使水與汽水混合物強迫流動而冷卻受熱面。此外也有一些用途特別的鍋爐構造。

(6) 大水容鍋爐

圓筒型,水筒型,火管,烟管與聯合型(動力車型、機車型、船用回流型等)鍋爐屬於大水容鍋爐類。

把久已消失的箱形鍋爐除外,最老式的大水容鍋爐是簡單的圓筒形鍋爐,它具有外置爐膛並以烟氣對其周圍表面加熱(圖1)。

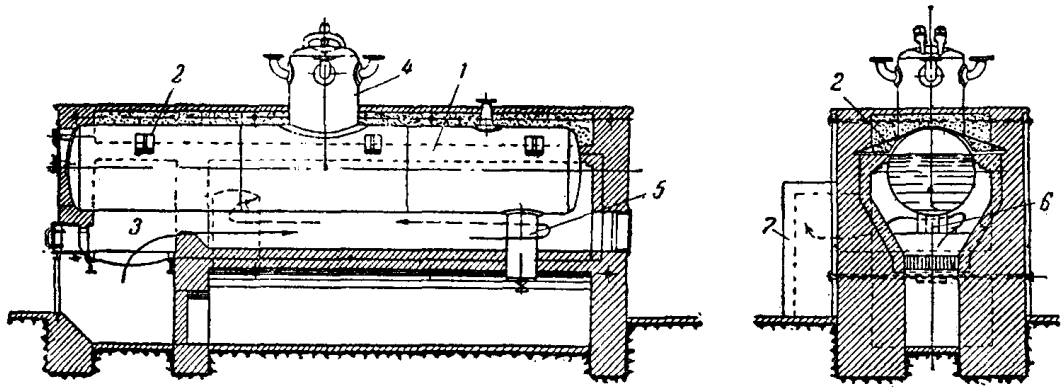


圖 1. 簡單圓筒形鍋爐

1—汽鍋殼; 2—脚; 3—爐膛; 4—乾汽筒; 5—泥水筒; 6—隔火牆,將氣道分為二程;  
7—烟道(圖中箭頭表示烟氣流動的方向)。

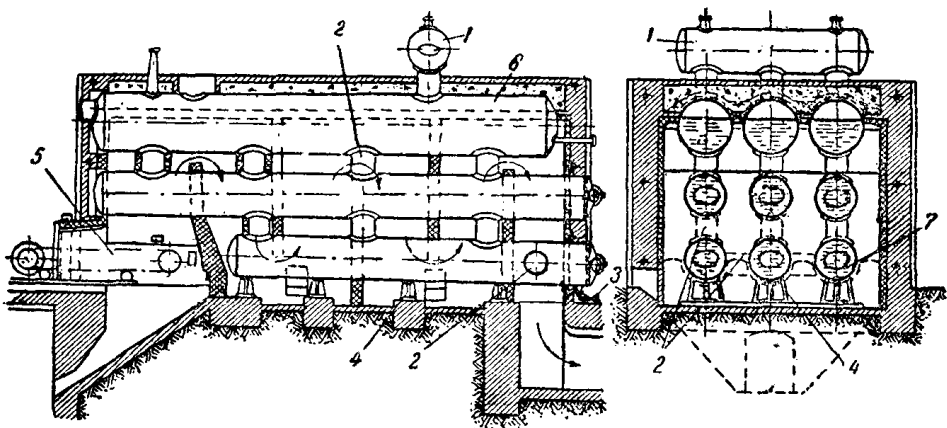


圖 2. 水筒型鍋爐「第九號」

1—乾汽筒; 2—短聯管; 3—放水門; 4—支座; 5—鏈篋; 6—上鍋筒; 7—下鍋筒。

圓筒形的鍋殼1以裝在它上面的脚2放在爐膛上。爐膛3置於汽鍋的前下部。烟氣一股或分兩股沖洗圓筒的受熱面的下部分(圖1)。圓筒上聯有乾汽筒4,蒸汽與水在其中進一步地分離。在乾汽筒上裝有一部分的鍋爐管制件。在圓筒下部裝有泥水筒5,以使泥沙沉澱下來,而由此用排污把泥沙間歇地排除。因為它的受熱面及蒸汽產量都有限、不適於增高蒸汽壓力、受熱面利用得不好和效率低、重量大、體積大、運轉不安全,所以現在沒有人再製造這種鍋爐來作為蒸汽發生器用。

由於同樣的原因,水筒型鍋爐(圖2)現在也不製造。這種鍋爐由兩個到九個圓筒形鍋筒剛硬地聯接而成。鍋

筒的直徑為 700—1 000 公厘，長度可達 12 公尺。這種具有可達 300 公尺<sup>2</sup> 受熱面的鍋爐可有 5 噸/時的產量。圖 2 中示有由三組鍋筒（各組三鍋筒）組成的水筒型鍋爐。上面三個鍋筒 6 的容汽空間與乾汽筒 1 相聯。各鍋筒與由三個鍋筒組成的鍋筒組用短聯管 2 聯接。汽水混合物由前面的短聯管上升，在汽鍋中循環的水由後面的短聯管下降，而蒸汽在上鍋筒中由汽水混合物中分離出來。汽鍋放於鑄鐵支座 4 之上。下面鍋筒 7 前方作得較短一些，以便佈置爐膛。圖中箭頭表示烟氣流動的方向。沉積在下鍋筒中的泥土，可從鍋筒後下方放水門 3 排除。圖 2 中繪有鏈式爐篦 5 的簡圖；但在此類鍋爐中很少見這種爐篦，通常裝以人工燒火爐膛。

這種鍋爐構造很笨重。因為各鍋筒受熱得不均勻、膨脹得不同，互相又用剛硬的短聯管聯接起來，對體系的热變形來說，它也是不能令人滿意的。因為水在其中熱得很慢而又不均勻，所以在這種鍋爐中，筒壁也熱得不均勻。

把圓筒直徑減得相當小並把它的數目增得相當大時，水筒鍋爐就改進成水管鍋爐。

**火管鍋爐** 具有一個、兩個、三個（較少見）內火管的圓筒形鍋爐稱為火管鍋爐（圖 3，4）。火管通過容水空間，由一端通到另一端；火管外部承受汽鍋中的工作壓力；火管整個表面都被水所沖洗。這種鍋爐的爐膛放在火管中。有時燃燒低值煤時，必須裝設外置爐膛，以過渡頸管與火管相聯接（見第一卷圖 97 及 105）。烟氣通過火管後，順鍋筒兩側及下部被水沖洗的筒壁而流。水在鍋筒中空着的空間中循環，而汽水混合物則在受熱較強烈的筒壁附近上升。

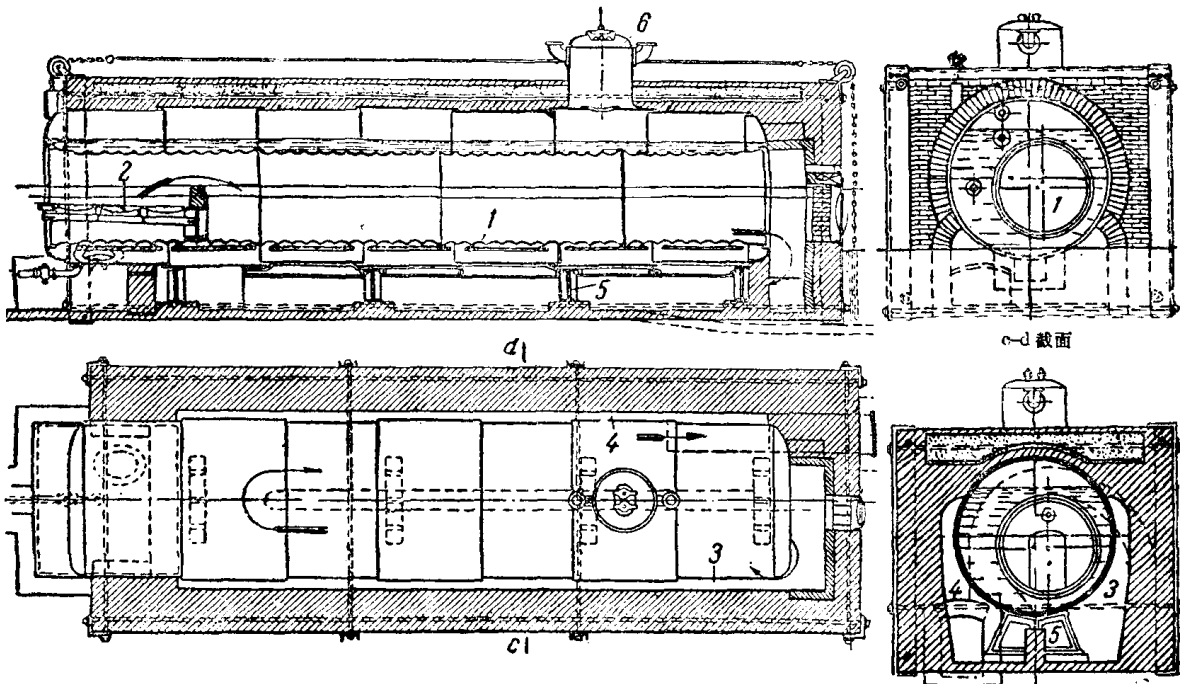


圖 3. 單火管（康瓦利式）鍋爐

1—火管；2—爐膛；3—烟氣第二程；4—第三程；5—底座；6—乾汽筒。

對小型鍋爐設備來說，現在有時用單火管鍋爐，所謂康瓦利式鍋爐（圖 3），與雙火管鍋爐，所謂蘭開夏式鍋爐（圖 4）。康瓦利式鍋爐常具有達 75 公尺<sup>2</sup> 的受熱面，而蘭開夏式

表 1. 十月革命工廠所製康瓦利式鍋爐

行次	受熱面 (公尺 <sup>2</sup> )	鍋爐直徑 (公厘)	火管為平滑管時		火管為波形管時		管 制 件 直 徑			爐 體				
			鍋爐圓柱形 部分長度 (公厘)	火管 外徑 (公厘)	鍋爐圓柱形 部分長度 (公厘)	火管外徑 (公厘/公厘)	蒸汽門 (公厘)	給水門 (公厘)	安全門 (公厘)	放水門 (公厘)	寬度 (公厘)	長 度		
												火管為平 滑管時 (公厘)	火管為波 形管時 (公厘)	高度 (公厘)
1	15	1 170	4 150	630	4 000	630/705	50	25	2×40	25	2 400	5 000	4 850	1 850
2	20	1 170	5 250	630	5 100	630/705	50	25	2×40	25	2 800	6 300	6 150	1 850
3	25	1 170	6 400	630	6 250	630/705	50	20	2×40	20	2 800	7 500	7 350	1 850
4	30	1 170	7 650	630	7 500	630/705	60	40	2×50	40	2 800	8 750	8 600	1 850
5	35	1 375	7 500	705	7 350	705/780	60	40	2×50	40	2 975	8 600	8 450	1 950
6	40	1 375	8 500	705	8 350	705/780	70	40	2×50	40	2 975	9 600	9 450	1 950
7	45	1 525	8 700	785	8 550	785/860	80	40	2×60	40	3 200	9 800	9 650	2 000
8	50	1 600	9 300	800	9 150	800/875	80	50	2×60	50	3 300	10 400	10 250	2 050
9	55	1 700	9 400	900	9 250	900/975	90	50	2×70	50	3 400	10 500	10 350	2 100
10	60	1 800	9 950	900	9 800	900/975	90	50	2×70	50	3 500	11 050	10 900	2 150
11	65	1 900	10 250	950	10 100	950/1 025	90	50	2×70	50	3 600	11 350	11 200	2 200
12	70	1 900	11 000	950	10 850	950/1 025	100	60	2×80	60	3 600	12 100	11 950	2 200

乾汽筒  $d=660$  公厘,  $h=700$  公厘。

附註: 以上 12 種鍋爐尺寸僅共採用 6 種火管直徑並與 6 種相當的鍋筒直徑。

柵式爐徑的面積決定鍋爐功率, 爐體面積與火管直徑有關。火管相同時鍋爐加長可使排出氣體的温度降低一些。

表 2. 十月革命工廠的蘭開夏式鍋爐

行次	受熱面 (公尺 <sup>2</sup> )	鍋爐直徑 (公厘)	鍋爐圓柱形部分長度		火管外徑		管制件直徑			無蒸汽過熱器時爐體尺寸			
			鍋爐圓柱形部分長度 (公厘)	火管外徑 (公厘)	蒸汽管 (公厘)	安全門 (公厘)	放水門 (公厘)	高度 (公厘)	寬度 (公厘)	總長			
										當火管為平滑管時 (公厘)	當火管為波形管時 (公厘)	當火管為平滑管時 (公厘)	當火管為波形管時 (公厘)
1	50	1 600	7 700	605	660	80	40	2×60	40	3 300	2 000	8 800	8 500
2	55	1 600	8 500	605	660	80	40	2×60	40	3 300	2 000	9 600	9 300
3	60	1 600	9 100	605	660	90	50	2×70	50	3 300	2 000	10 200	10 100
4	65	1 800	9 000	650	660	90	50	2×70	50	3 500	2 100	10 100	9 800
5	70	1 900	9 000	710	660	90	50	2×80	50	3 600	2 150	10 100	9 800
6	75	1 900	9 700	710	660	100	50	2×80	50	3 600	2 150	10 000	10 700
7	80	2 000	9 900	750	800	100	50	2×80	50	3 700	2 200	10 800	10 500
8	85	2 000	10 200	750	800	100	60	2×80	60	3 700	2 200	11 300	11 000
9	90	2 100	10 500	775	800	100	60	2×90	60	3 800	2 300	11 700	11 400
10	100	2 200	10 700	825	800	100	60	2×90	60	3 900	2 350	11 900	11 700
11	110	2 300	10 800	925	800	125	60	2×90	60	4 000	2 400	12 200	11 700
12	120	2 300	11 800	925	800	125	70	2×100	70	4 000	2 400	13 000	12 700

附註見表 1。當鍋爐直徑相同時，在蘭開夏式鍋爐中兩個火管中的槽式爐管的面積較康瓦利式鍋爐者為大，因此，此種鍋爐較康瓦利式者為佳。

論

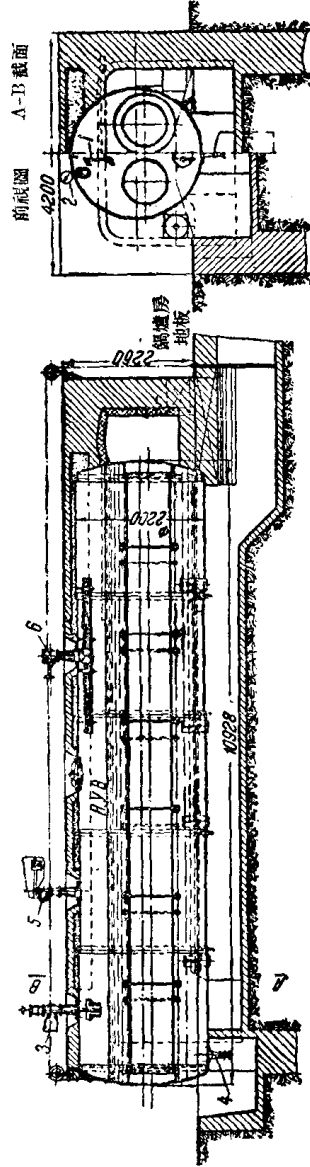


圖 4. 雙火管(蘭開夏式)鍋爐

1—接管水位計；2—壓力計；3—給水門；4—放水門；5—安全門；6—取汽門；HVB—低水位。

可達 140 公尺<sup>2</sup>。

“紅色鍋爐製造者”工廠製作過受熱面 100 公尺<sup>2</sup> (圖 4)、焊接鍋殼、兩端筒端焊接的蘭開夏式鍋爐。有些小工廠也製造過很小的康瓦利式與蘭開夏式鍋爐。表 1 及表 2 中列出我們某些工廠從前所製火管鍋爐的尺寸。

現時鍋筒兩端筒端外形的縱截面多在接緣處製成，具有大曲率半徑的橢圓形。筒端上為聯接火管用的邊緣最好放在筒內，這樣可以保證有水來冷卻接頭，同時有可能把兩面對接頭都斂縫，而當接頭為焊接時，在這樣的情況下，接頭在壓縮力下工作，而非在剪力下工作。因為鍋筒與火管溫度不同，火管須製成波形者。具有所謂“亞當遜式管端”的光滑火管 (圖 4)，照一般規律來說，只有在火管直徑小 (<800 公厘)、蒸汽壓力不超過 8 ати (表大氣壓) 時才許應用，但是，有時也在較大型的這種型式的鍋爐中採用這種接頭。對具有相當大蒸汽容量的火管鍋爐來說，乾汽筒是不必要的 (圖 3)，所有的鍋爐管制件可直接安置在鍋殼上。同時安裝管制件的最正確的方法如下 (圖 4)：給水門 3 裝於鍋爐前部，玻璃管水面計 1 和壓力計 2 裝在鍋爐前筒端上，放水門 4 應裝於鍋爐前部下部，安全門 5 裝於鍋殼前上部，取汽門 6 裝於接近鍋爐後部處。取汽門 6 放於後部有利於獲得乾蒸汽，因為蒸汽在筒中流動較慢時乾燥得比較好。

可以用幾種不同的方法把火管鍋爐砌起來。最適當的砌法是圖 3 所示的三程砌磚法，方法如下：第一程順火管向後，第二程 3 從筒的一側流向前端，而第三程 4 為由前端從另一側流向後方。在康瓦利式鍋爐中。第二程放於最接近火管的一側，在這種鍋爐中火管向一側移了一些。這樣在加熱時，汽水混合物由火管和鍋殼的較窄的空間上升，而循環水主要地從另一側下降。在蘭開夏式鍋爐中火管是對稱着放的，而汽水混合物從兩火管之間的空間上升。在圖 4 所示的砌法中，氣體通過火管，然後順兩側平行的烟道流動而後順其次 (下部) 的烟道流出進入烟筒。為了迫使烟氣氣流流向鍋筒兩側的表面，需在兩側烟道中順着長度的方向裝些導向擋板。這種擋板可製成可旋轉的鑄鐵擋板形式，或製成半塊磚厚的乾着砌成的小磚牆的形式，以便在修理或清除氣路時拆去。從後筒底到後方轉向室的內爐牆面間的距離不得小於 800 公厘。兩側氣路在最狹處 (順着鍋筒水平直徑的方向) 的寬度不得小於 180—220 公厘，以便於清掃烟道。3—5 個放於鍋爐下面的鑄鐵支架或底座 5 (圖 3) 當作鍋爐的支架，由清理氣路的觀點來看是最安全和方便的。鍋爐常剛定地裝在後面支架上，而其餘的支架備有圓柱形滾柱，滾柱放於支架下部平面與特備的支架鑄鐵板之間。當鍋爐為鉚製鍋爐時，支架放於橫接頭上——鍋筒的各外環板之下。有時鍋爐掛在放於磚牆上鉚製的腳座上。

近些年來在國外不在這種鍋爐的圓筒形部分裝設磚牆，而以絕緣物代替磚牆。在火管後面安裝附加的受熱面 (蒸汽過熱器、省煤器等) 代替兩側烟道的受熱面。

對簡單的小型設備來說，火管鍋爐到現在還沒失去其重要性，因為這種鍋爐具有良好的特性：水容量大 (220—230 公升/公尺<sup>2</sup>)，保證在以人工添煤、鍋爐供水不均勻、蒸汽需要不均勻時工作穩定。修理與養護都很簡單。因為水容量很大，受熱面單位熱負荷不高，能以硬給水供給鍋爐，單位蒸汽產量相當高；可達 20—30 公斤/公尺<sup>2</sup>-時。

除以上良好的特性以外，火管鍋爐也有很多缺點。鍋爐所佔面積與鍋爐的重量都相當大。對康瓦利式鍋爐來說每 1.3—2.0 公尺<sup>2</sup> 受熱面需地面 1 公尺<sup>2</sup>，對蘭開夏式鍋爐每 1.8—2.5 公尺<sup>2</sup> 受熱面需地面 1 公尺<sup>2</sup>。每 1 公尺<sup>2</sup> 受熱面的金屬重量平均接近 250 公斤。點火很慢，因此耗費也大。

因為鍋筒直徑大，鍋爐構造不適於把蒸汽壓力提高。在燃燒低質燃料時，必須採用使設備尺寸相當增加的外置爐膛。因為燃燒面的面積有限、煤層厚度小、爐膛過度冷卻，在裝於火管內的爐篋上燃燒低質燃料難於令人滿意。

對火管鍋爐來說，蒸汽壓力的極限等於 15—18 ат。

火管鍋爐按照增加火管的數目與減小其直徑的途徑演進，便出現了其他不同構造的、烟氣在管內流動的烟管鍋爐，其中有直徑小的烟管鍋爐。最簡單的這種型式的鍋爐（圖 5）是由圓筒形鍋筒 1，嵌入兩側筒端 2 之間的大數量的烟管 3 所組成；熱烟氣就順着這些管子而流動。爐膛裝置 6 放在汽鍋下方，而烟管構成第二烟道。烟管是脹裝在兩側平面形筒端 2 上的，筒端 2 以固定拉桿 4 和特別的角撐 5 額外地加固。把烟管脹裝在筒端上時，管子的一端，通常為接近前方的一端，製得較大，以便在修理時把管子裝上與抽出時方便（見圖 106）。有時一部分管子的管壁製得較厚（達 5—7 公厘）；這些管子稱為加固管，常以螺紋固定在筒端上；用它們來代替固定拉桿。烟管鍋爐的爐牆也可以砌成使鍋爐的圓筒形鍋筒側面受熱的三程烟道式爐牆。這樣砌的鍋爐受熱面增加不了很多，而爐牆的尺寸及價值都增大了。

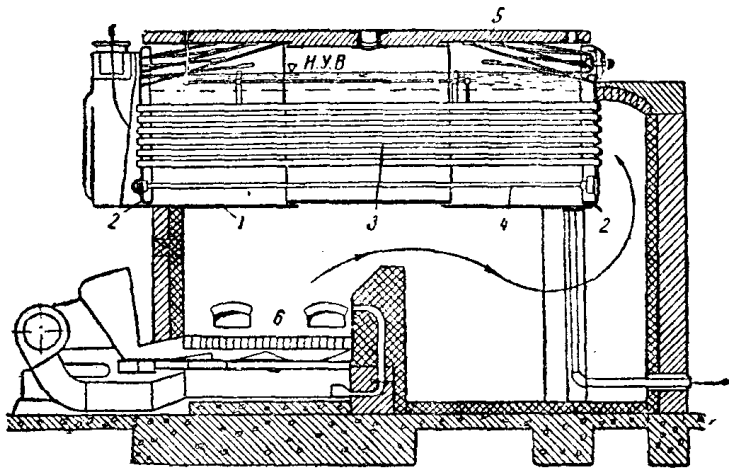


圖 5. 烟管鍋爐

1—鍋筒；2—筒端；3—烟管；4—固定拉桿；5—角撐；6—爐膛。

可以用放在正方形四角上的方法，或是放在等邊三角形的頂點上的方法把烟管佈置在筒端上，使管間間隔為 25—30 公厘。用放在等邊三角形頂點上的佈置方法時，可以保證有較大的受熱面。烟管最常用的直徑為 89, 76, 60 與 51 公厘。

烟管鍋爐多製成受熱面由 25 到 150 公尺<sup>2</sup>，而其單位蒸發量不高於 20—25 公斤/公尺<sup>2</sup>-時。烟管鍋爐每單位受熱面積的水容量為 45—60 公升/公尺<sup>2</sup>，金屬重 45—55 公斤/公尺<sup>2</sup>。這種鍋爐的缺點如下：

1. 曝露在爐膛中的鍋筒火飯，與被高溫烟氣所沖洗的後方管飯的工作情況過重。
2. 鍋爐構造剛硬，這種缺點在迅速點火時，和突然改變工作情況時，會使金屬產生附加的過度應力以及脹管處漏水。
3. 因為在一個鍋爐內烟管中的對流受熱面發展得相當大，單位蒸汽產量是有限的。由於鍋筒直徑大和筒端為平面，烟管鍋爐不適於增加蒸汽壓力。

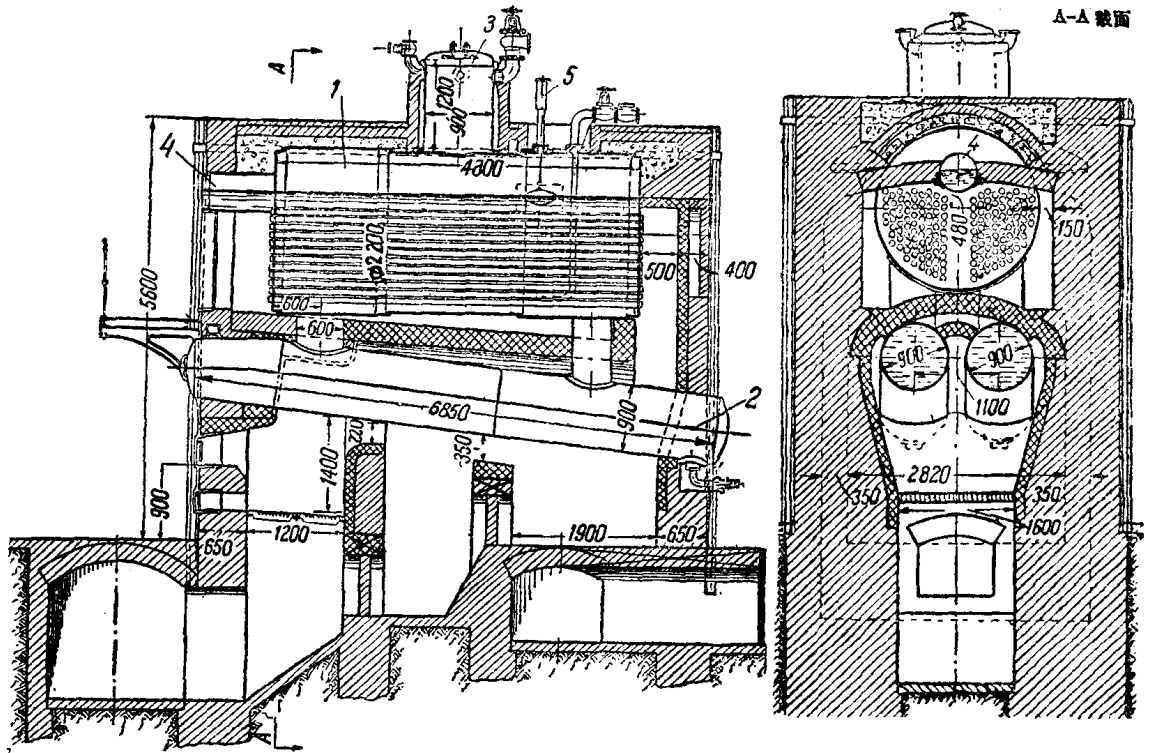


圖 6. 門式鍋爐

1—烟管鍋爐；2—沸水筒；3—乾汽筒；4—為接玻璃管水位計用的引出管；5—極限水位警報器。

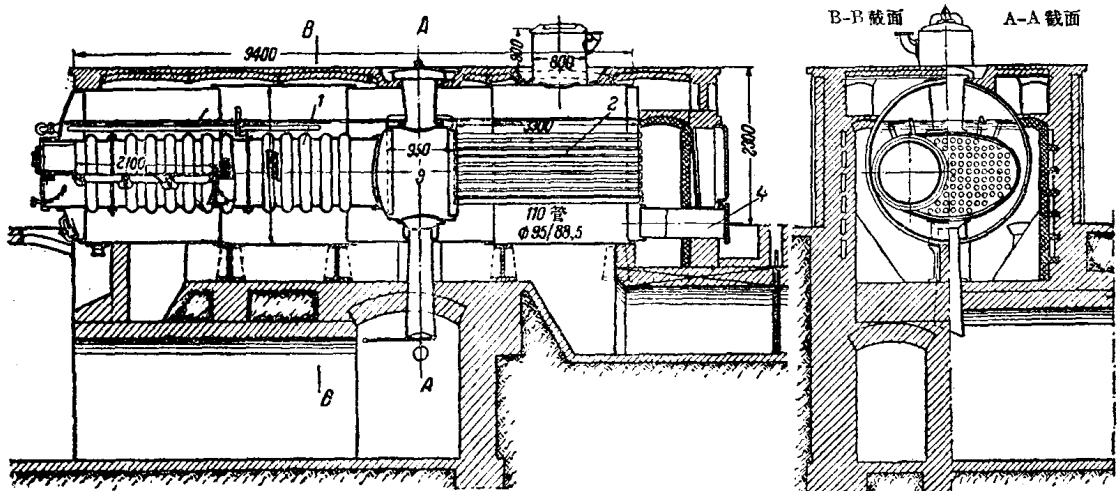


圖 7. 費爾別爾納式鍋爐

1—火管；2—烟管；3—具有除灰用短管的中間室；4—泥水筒。

當作蒸汽發生器來用的,具有獨立的下方爐膛的簡單烟管鍋爐,現時幾乎已不製造,而在特殊情況下只用來作為廢氣鍋爐(見 § 7 a)。

在從前,人們採用過很多聯合鍋爐的構造,這種構造是把火管、烟管和水筒鍋爐的各種設備連接起來的。大多數的這種構造已不再被人採用。在我們的一些鍋爐設備中,主要在製糖工業中,仍保持由一些工廠製出的老式的門轟式的鍋爐(圖 6),這種鍋爐是烟管鍋爐與兩個置於下方的沸水罐配合而成,在兩個沸水罐的下方為爐膛。這種鍋爐的受熱面可達 200 公尺<sup>2</sup>,而單位蒸發率達 15 公斤/公尺<sup>2</sup>。這種鍋爐中蒸發率被蒸汽汽泡從熱水罐的前方放出的困難所限制。我們某一工廠所製出的門轟式鍋爐的基本尺寸列在表 3 中。

表 3. 蘇木斯基機械製造工廠的門轟式鍋爐

I 型	鍋爐直徑		沸水罐直徑		烟 管		乾 汽 筒		爐 牆	
	(公厘)		(公厘)		數 目	直 徑 (公厘)	直 徑 (公厘)	長 度 (公厘)	寬 度 (公厘)	高 度 (公厘)
一 般 尺 寸	2 080		800		118	89/82.5	900	1 000	3 600	5 000
受熱面 H,公尺 <sup>2</sup>	150	160	170	180	190	200	210	220	230	230
長度 (公厘)	鍋爐與烟管	3 690	3 940	4 190	4 440	4 690	4 940	5 190	5 440	5 690
	沸 水 罐	5 010	5 260	5 510	5 760	6 010	6 260	6 510	6 760	7 010
	爐 牆	5 510	5 760	6 010	6 260	6 510	6 760	7 010	7 260	7 510
II 型	鍋爐直徑		沸水罐直徑		烟 管		乾 汽 筒		爐 牆	
	(公厘)		(公厘)		數 目	直 徑 (公厘)	直 徑 (公厘)	長 度 (公厘)	寬 度 (公厘)	高 度 (公厘)
一 般 尺 寸	2 300		900		158	89/82.5	900	1 000	3 800	5 300
受熱面 H,公尺 <sup>2</sup>	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
長度 (公厘)	鍋爐與烟管	3 850	4 040	4 230	4 420	4 610	4 800	4 990	5 180	5 370
	沸 水 罐	5 170	5 360	5 550	5 740	5 930	6 120	6 310	6 500	6 690
	爐 牆	5 670	5 860	6 050	6 430	6 620	6 810	7 000	7 190	7 380

管制件 ( $d_{en}$  公厘)

p	8 ати		12 ати	
		H ≤		H ≤
取 汽 門	150	210	125	210
	175	260		
	200	300	150	300
放 水 門	70	H ≤	260	
	80		300	
給 水 門	2×100	H ≤ 260	2×90	H ≤ 210
	2×120	H ≤ 300	2×100	H ≤ 300
安 全 門	70	H ≤	260	
	80		300	

附註: 由表中可看出,在擬定大量的鍋爐的尺寸類型時,工廠實際上,按截面形狀來說,只出產兩種型式,而截面的形狀決定爐膛設備的功率。對每一種型式來說,受熱面不同,可使排出烟氣的溫度較高或較低,而對功率的影響很小,但對設備的效率則影響很大。對沒有省煤器的鍋爐設備來說,這一點是很重要的。



現在還可以遇到一種舊的聯合型費爾別爾納式鍋爐(圖7),這種鍋爐為火管鍋爐1與烟管鍋爐2的聯合,並具有中間室3,由此室可藉特備的通過鍋殼圓筒形部分的管子將灰除去。表4中列出我們某一工廠所製此種鍋爐的尺寸。

表 4. 十月革命工廠的費爾別爾納式鍋爐

	汽鍋直徑 (公厘)	火管直徑 (公厘)	燃燒室深度 (公厘)	烟 管		乾 汽 筒		爐 牆	
				數 量	直 徑 (公厘)	直 徑 (公厘)	高 度 (公厘)	寬 度 (公厘)	高 度 (公厘)
受熱面總尺寸	2 300	930/780	900	126	89/82.5	900	1 000	4 000	2 400

管制件尺寸, 公厘

受熱面, 公尺 <sup>2</sup>	受熱面尺寸, 公厘						壓 力			
	150	160	170	180	190	200	8 ати	10 ати		
長度 (公厘)	汽鍋圓柱形部分	7 250	7 790	8 060	8 330	8 600	8 870	蒸 汽 門	150	125
	烟 管	2 800	3 070	3 340	3 610	3 880	4 150	給 水 門	70	70
	爐 牆	8 720	8 990	9 260	9 530	9 800	10 070	安 全 門	2×100	2×90
								放 水 門	70	70

見表3附註。在以上的情況下,鍋爐整體大約只有一種功率,而其效率不同。

火管鍋爐與烟管鍋爐的聯合到現在仍具有現實性。

在火管鍋爐中只有最初2.5—3.5公尺的火管長度上能強烈的吸收輻射熱。在那裏傳熱可得到55—65千千卡/公尺-時的平均值。在其餘受熱面上可得6000—7000千卡/公尺<sup>2</sup>-時的平均值。相反地,在烟管鍋爐中,因為烟管直徑小,並且在尺寸一定的鍋筒中可以裝數量很大的烟管,所以對流受熱面有比較有利的傳熱條件;因此,火管烟管聯合型鍋爐採用得很廣,常用來作為火車、船舶、動力車、小型固定設備的鍋爐。

圖8中所示者是一種具有蒸汽過熱器的現代固定式的火管烟管鍋爐。烟氣在此鍋爐中以以下的方式流動。烟氣從放有爐膛的火管流到蒸汽過熱器,此後流入佈置在火管兩旁的烟管管簇中。在這種鍋爐中烟氣由前方進入收集烟氣的烟道。

在一些其他構造中無蒸汽過熱器。

在1944年,我們的工業開始出產這樣型式的鍋爐,其蒸汽產量為1.75噸/時,壓力為10 ата(絕對大氣壓),無蒸汽過熱器。鍋爐的金屬重量接近8.2公斤/公尺<sup>2</sup>。鍋筒直徑2200公厘,長度3.5公尺。火管直徑1000/900公厘(見圖374)。

鍋爐尺寸: 總長4530公厘,寬2300公厘,在地面上的高度~1800公厘。

有時在這樣構造的鍋爐中,烟氣二程沖洗烟管,這樣就必須用強迫通風,因為需提高烟氣的速度。

這種小型鍋爐(1.5—2噸/時)的主要優點如下: 鍋爐尺寸小,特別是高度尺寸更小。