

船用蒸汽鍋爐的 構造與操作

彭紹曾 著

人民交通出版社

V48.11
30-86

船用蒸汽鍋爐的 構造與操作

彭紹會 著

人民交通出版社

本書的目的是介紹各式船用蒸汽鍋爐及其附屬設備的構造、管理和修理方面的操作方法。希望能給船員、輪機學員和船廠的同志們提供一些參考資料。

在編寫中，承交通大學柴志明教授及人民交通出版社提供寶貴意見；袁羣芳及夏潤斌同志協助騰稿製圖，特致謝意。惟以本人學識淺陋，疏誤難免，竭誠歡迎讀者對本書的批評與修正意見。

作 者

1954年10月

書號：6032-京

船用蒸汽鍋爐的構造與操作

彭紹魯 著

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

機械工業出版社印刷廠印刷

初編者：周雲錦 複審者：劉奉琦

1955年8月北京第一版 1955年8月北京第一次印刷

開本：33.5"×46" $\frac{1}{32}$ 印張：6 $\frac{7}{16}$ 張

全書：204,000字 印數：1—1,600冊

定價(9)：1.58元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

第一章 概 論

第一節	船用鍋爐的類別	1
第二節	火管爐與水管爐的比較	2
第三節	火管式鍋爐	3
第四節	水管式鍋爐	8
第五節	副鍋爐及廢熱鍋爐	14

第二章 鍋 爐 構 造

第一節	鉚釘及鉚接	16
第二節	爐殼圓筒及端板	19
第三節	爐胆	21
第四節	爐柵與爐門	24
第五節	燃燒室	27
第六節	牽條	30
第七節	管	32
第八節	人孔及手孔	36
第九節	烟箱、烟道及烟囪	38
第十節	鼓及聯箱	39
第十一節	蒸汽過熱器	40
第十二節	空氣預熱器及經濟器	43
第十三節	爐牆	47

第三章 鍋 爐 附 件

第一節	安全閥	51
第二節	停汽閥	55
第三節	給水閥及給水止回閥	57
第四節	給水調節器	57
第五節	水位表	60
第六節	汽壓表	65

第七節	吹閥及空氣塞	67
第八節	易熔塞	69
第九節	鋅板	70
第十節	爐水循環器	71
第十一節	爐座	71

第四章 燃料及燃燒

第一節	煤的種類	74
第二節	煤的性質	75
第三節	液體燃料(石油產品)的種類與性質	78
第四節	各種燃料的比較	80
第五節	完全燃燒	81
第六節	空氣需要量	82
第七節	烟氣與逾量空氣係數	85
第八節	烟氣分析器	87
第九節	通風	89
第十節	自動燃燒控制裝置	90
第十一節	熱能平衡	101

第五章 燃油系統

第一節	油櫃及油管	104
第二節	供油管路	105
第三節	濾油器及加熱器	106
第四節	燃油器與油的噴射	108
第五節	煤與煤灰的輸送	114

第六章 給水系統

第一節	給水系統的種類	117
第二節	給水濾清器	122
第三節	給水泵	123
第四節	給水加熱器	127
第五節	除氧設備	130
第六節	蒸餾設備	134

第七章 爐水處理

第一節	水中的雜質	136
第二節	水垢及化學軟化作用	136

第 三 節	腐蝕	140
第 四 節	泡溢及汽水併升	112
第 五 節	苛性脆化	143
第 六 節	P H 值	144
第 七 節	爐水試驗的方法	145
第八章 鍋 爐 管 理		
第 一 節	準備工作	148
第 二 節	生火	149
第 三 節	升汽	150
第 四 節	爐火的保持	151
第 五 節	壓火及熄火	155
第 六 節	封爐	157
第 七 節	鍋爐的清洗	158
第 八 節	鍋爐管理的注意事項	160
第九章 鍋 爐 修 理		
第 一 節	補綴	163
第 二 節	裂縫	164
第 三 節	腐蝕和頽塌	167
第 四 節	管	169
第 五 節	閥	173
第 六 節	爐牆	174
第 七 節	水壓試驗	175
附錄 1	船用鍋爐的檢查路徑	178
附錄 2	船用火管式鍋爐檢查時常見的缺點	181
附錄 3	全蘇標準 OCT НКТП 4034 規定的鋼的性質	184
附錄 4	船體與輪機製造用鋼的性質	185
附錄 5	蘇聯國家標準對內河船舶用煤的品質的規定	186
附錄 6	常用單位的公英制換算表	187
主要參考資料		189

第一章 概 論

第一節 船用鍋爐的類別

蒸汽鍋爐是藉燃料燃燒產生的熱能，使水蒸發成為高於大氣壓力的蒸汽的熱工設備。凡利用蒸汽供給動力或熱能的場合，均須採用鍋爐。在船舶中，以往復蒸汽機及蒸汽輪機作推進主機的，固須裝置鍋爐；而以柴油機、燃氣輪機為動力的船舶，也常備有副用鍋爐，以供預熱柴油及加溫艙室之用。

船用鍋爐在設計與材料方面，應保證能符合下列要求：

1) 構造堅實，可靠耐用——由於船舶在航行中若遭遇故障，很難取得外界的供應和援助，故着重堅實可靠。

2) 重量輕，體積小——船舶的載重與空間，應盡量用作裝載客貨，否則船舶的營運能力就會減低。

3) 能長期在熱效率最高的狀況下運用——若效率低，消耗大，則增加船舶的航次成本，也就減低該船的經濟價值。

目前，船用鍋爐的種類已隨造船工業的發展而趨繁多。船用鍋爐的基本類型有：

- 1) 火管式——火管淹沒水中，火焰及燃燒煙氣在管內流通。
- 2) 水管式——水及蒸汽在管內流動，水管為火焰及燃燒煙氣所包圍。
- 3) 混合式——裝有少數水管的火管爐。

火管爐可再按下列標準而詳細分類：

- 1) 就爐胆數目而分，有單爐胆式、雙爐胆式、多爐胆式（爐胆最多四個）。
- 2) 就鍋爐的縱長軸線的位置而分，有水平式、直立式。
- 3) 就鍋爐的爐門端面而分，有單端式、雙端式。

水管爐的類別較為繁多，但基本上可分為聯箱式與鼓筒式兩大類。再按下列標準又可分為：

- 1) 就鼓筒的數目而分，有單鼓式、雙鼓式、多鼓式（最多可至五個）。
- 2) 就鼓與管的相對位置而分，有鼓與管平行的縱鼓式，鼓與管垂直的橫鼓式。
- 3) 就管的形式而分，有直管式、彎管式。

4)就管的裝置位置而分,有水平式,傾斜式,垂直式。

此外,不論火管或水管爐,就燃料而分,有燒煤鍋爐、燒油鍋爐、燒柴鍋爐(僅適合森林地區)與廢熱鍋爐(利用內燃機排氣作燃料)等類。依用途而分,有供應主副機一切蒸汽的主鍋爐和僅供應副機和加熱系統所需蒸汽的副鍋爐。

過去,船用鍋爐中以火管式為多,我國情況除沿海船舶及長江大型客輪有採用水管爐外,內河船舶幾全為火管爐。然就造船發展的趨勢上看,水管爐已逐漸代替火管爐而廣泛採用於海軍船艦及新型商船上。

第二節 火管爐與水管爐的比較

火管爐與水管爐實各有其特殊的優缺點。船舶選用何種鍋爐,應根據國內的燃料供應、修理設備、材料便利等具體情況而決定。

茲將火管爐與水管爐的優缺點比較如下:

(甲)火 管 爐

優點:

- 1)構造簡單,易於製造修理。
- 2)製造及修理保養的費用較小。
- 3)有較大的容水量及貯汽空間,故載荷彈性較好,對管理人員的技術要求較低。
- 4)不必如水管爐須極端注意給水的清潔。

缺點:

1)受熱面的比較蒸汽功率較小。每平方公尺受熱面每小時產生蒸汽量不超過 25 公斤,不能發出強大動力。

2)因貯汽空間大,故承受汽壓的面積多,若欲使廣大的受熱面能承受高壓,勢必增加爐殼厚度;但增厚爐殼的結果,除增加重量外,還會增加製造上的困難;加以受到爐水循環情況不良的限制,所以火管爐的蒸汽壓力限在 20 公斤/平方公分以下,無法造成高汽壓。

3)較水管爐為重。每平方公尺受熱面火管爐約重 170~200 公斤,而水管爐則在 150 公斤以下。

4)就鍋爐的體積言,其受熱面太少,故佔較大的空間。

5)因容水量多,爐水循環情況不良,故不能迅速升汽;鍋爐冷卻也需較長時間。

(乙) 水 管 爐

優點：

1) 比較蒸汽功率較大，每平方公尺受熱面每小時可產生蒸汽 30~70 公斤。又因爐水循環狀況良好，故易負擔超過定額的過負荷。

2) 水管爐的水、汽鼓、水管等均為可承受高壓的圓形截面，構造上沒有需要牽條支撐的平面部分，故工作壓力較高。近年已有 100 公斤/平方公分的高壓船用水管爐。

3) 水管爐管子的直徑較火管爐為細；因鍋爐的蒸汽產量與其受熱面成正比，大小與重量相等的鍋爐，以管徑較小的受熱面較多；故與同等受熱面的火管爐比較，水管爐的重量較輕，所占空間較小。

4) 因貯水量少（通常僅為相同受熱面的火管爐的 $1/10$ 至 $1/4$ ），爐水循環良好，故升汽迅速。

5) 當發生局部損壞或其他意外時，以其貯水不多，故因突然放水而致的災害，小於同等汽壓的火管爐。又因其構造上較富彈性，由溫度突變而產生的不均應力較小，故發生意外的可能性較少。

缺點：

1) 構造複雜，製造、修理、保養的費用遠較水管爐為高。

2) 貯水量及存汽量均小，爐火及給水必須注意調整，管理人員技術應較熟練。

3) 給水應絕對清潔，對附屬的冷凝及給水系統要求較高。

4) 高壓水管爐需用特殊的材料、附件和工具。備件的供應比較困難，尤以彎管鍋爐為甚。

第三節 火 管 式 鍋 爐

火管式鍋爐有四個主要部分：1) 作為整個鍋爐胴體的爐殼；2) 供燃料燃燒的爐胆；3) 使燃料中的揮發物質能獲得完全燃燒的燃燒室；4) 供烟氣傳遞熱量予水的火管（或稱烟管）。

圖 1—1 為一具單端三爐胆用煤作燃料的火管爐的剖視圖，現以此爐為例，說明火管爐的一般構造。

爐殼中段為鋼板滾碾成圓弧後，以鉚釘接合而成的圓筒。兩端的端板是多塊平鋼板鉚合的圓板，圓板的邊緣彎成凸緣，將凸緣套入圓筒內以鉚釘接合，即成爐殼。爐殼上開有供工人進入爐內從事檢修清理工作的人孔。爐胆為圓筒形，自

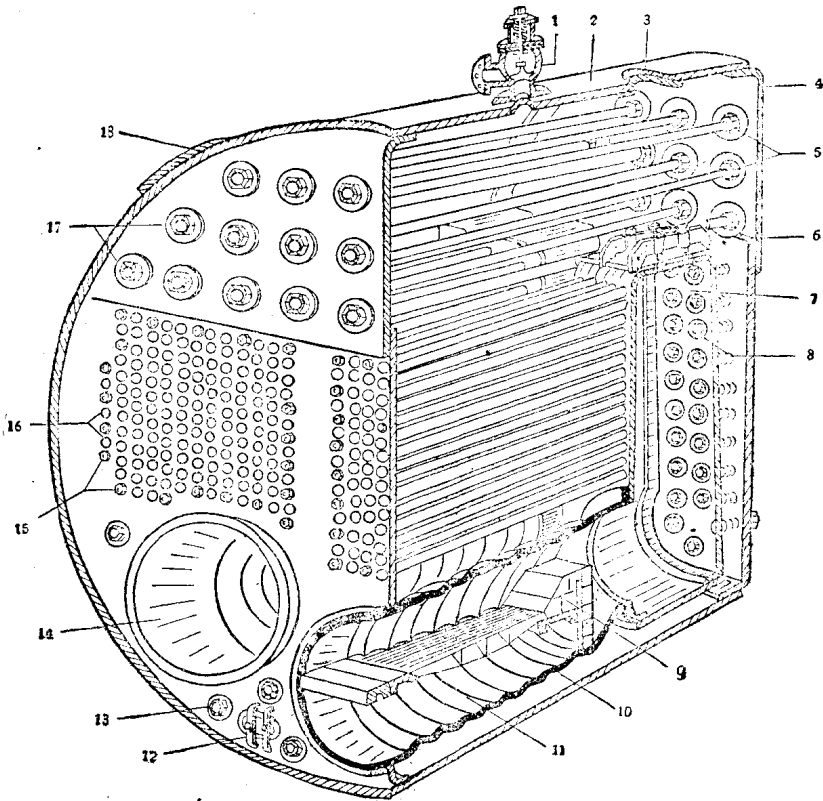


圖1—1 三爐胆火管爐的剖視:

- 1.安全閥; 2.爐殼圓筒; 3.上人孔; 4.後端板; 5.長牽條; 6.拉筋梁;
- 7.燃燒室; 8.短螺旋牽條; 9.爐橋; 10.爐胆剖面; 11.爐棚; 12.下人孔;
- 13.爐水區域的長牽條; 14.爐胆口; 15.牽條管; 16.火管(煙管);
- 17.牽條螺帽; 18.縱向,雙夾板對口接。

前端板伸延約至鍋爐全長的 $\frac{3}{4}$ 處。爐胆沿其縱長方向製成波浪形狀,使受熱後能自由膨脹,增加強度防止頹塌,同時也增加了受熱面積。爐胆後端連接燃燒室,燃燒室是向上垂直安裝的長方盒。在多爐胆火管爐,有每爐胆各連一燃燒室與二三爐胆共聯於一燃燒室的兩種構造方式。燃燒室背部以短牽條固定於爐殼後端板。爐殼前端板和燃燒室前部的鋼板上,鑽有很多圓洞,火管即插入在此二板的洞內,因此爐殼前端板和燃燒室前部的鋼板被分別稱為前管板和後管板。燃燒室被水所包圍,為防止受水壓及汽壓過大以致頹塌起見,其頂板裝設幾個用螺栓挾持的矩形鋼樑稱作拉筋梁的,以加強整個燃燒室的剛性。同樣,為了避免鍋爐前

後兩端板在汽壓作用下產生向外凸出的變形，在前後端板間適當的裝設若干實心鋼質的長牽條，使爐殼形狀保持完整。長牽條在兩端板的內外側各以螺帽旋牢，各牽條的位置均互相平行，並排成適當的間隔，使強度均勻，便於檢修。圖 1—1 的鍋爐，在蒸汽區域有長牽條三排，共二十四根（圖中僅能顯示十二根）。在爐水區域有八根（圖中顯示四根）。

燃燒室背部已有短牽條支撐，但其前部都是不能承力的火管，又因地位有限不能多裝實心牽條，故每隔一定數目的火管，裝置一根兩端車有絲扣（螺紋）的較普通火管稍厚的管子，旋入前後管板上已攻出絲扣的管洞內，有些並在前管板外面伸出稍許，套以螺帽，使燃燒室前部獲得適當的支撐。這種兼作牽條用的火管，稱為牽條管。因為有了牽條管，所以爐水區域的實心長牽條可以減少。普通火管固定於管板上的方法，是將管端插入板上平滑（無絲扣）的圓洞內後，用特殊工具將管端擴大捲邊，僅保持嚴密不漏而已，是不能作為承力構件的。

以煤為燃料的火管爐，在爐胆內稍低於中心綫處有為爐柵（或稱爐排）所構成的爐床。爐柵由鑄鐵或鑄鋼製成，被爐橋及承架所支持。鍋爐工作時煤鋪在爐床上燃燒；爐床下方是灰坑，供添煤、清火的爐門，設在爐胆開口端的上部（圖中未繪出）。當燃料在爐床上燃燒時，爐門經常關閉，維持燃燒所需的空氣，由灰坑進入，穿過爐柵間的空隙達到煤層，能獲預熱的功效。灰坑口（即爐胆開口端的下部）須懸裝一向內開的門，以調節通風的強弱。

烟氣在爐內流動的路徑表示於圖 1—2，助燃的空氣從灰坑口 B 進入；在爐床上燃燒的煤，放出大量熱能傳予圍繞爐胆的水；燃燒所成的烟氣向上流入燃燒室，在燃燒室中再完全燃燒爐胆內未及燃着的揮發成份，並放出更多的熱能。位於爐胆末端的爐橋，有引導烟氣向上折流使與空氣完全混合，及防止煤火落入燃燒室底的效用。烟氣從燃燒室改變流動方向 180° 而進入數目極多的火管，使烟氣所含的熱能有充分傳遞予水的機會。烟氣離開火管後，即流入鍋爐前端的方盒形導路（稱作烟箱），經烟道由烟囱排出船外。

在鍋爐中，凡一側為火焰、烟氣，他側為爐水的金屬面，稱為受熱面。無論何種鍋爐的受熱面面積，均以直接迎受火焰或烟氣的一側計算。受熱面在鍋爐中担任傳遞熱能的重要任務。當其受火焰或烟氣炙熱後，即將熱能傳導至與其接觸的爐水；由於對流作用，爐內的水的溫度逐漸上升而沸騰，乃產生蒸汽；當蒸汽逐漸累積，汽壓便逐漸增高；達到所需的汽壓時，蒸汽便可從汽管導出應用。

在火管爐中，一切受熱面（如爐胆、燃燒室、火管）全被爐水淹沒；鍋爐裝水後水面所達的高度稱為水位。

爐殼上除開有人孔外，尚有若干小的洞口以聯接各種附件，如表示爐內水位

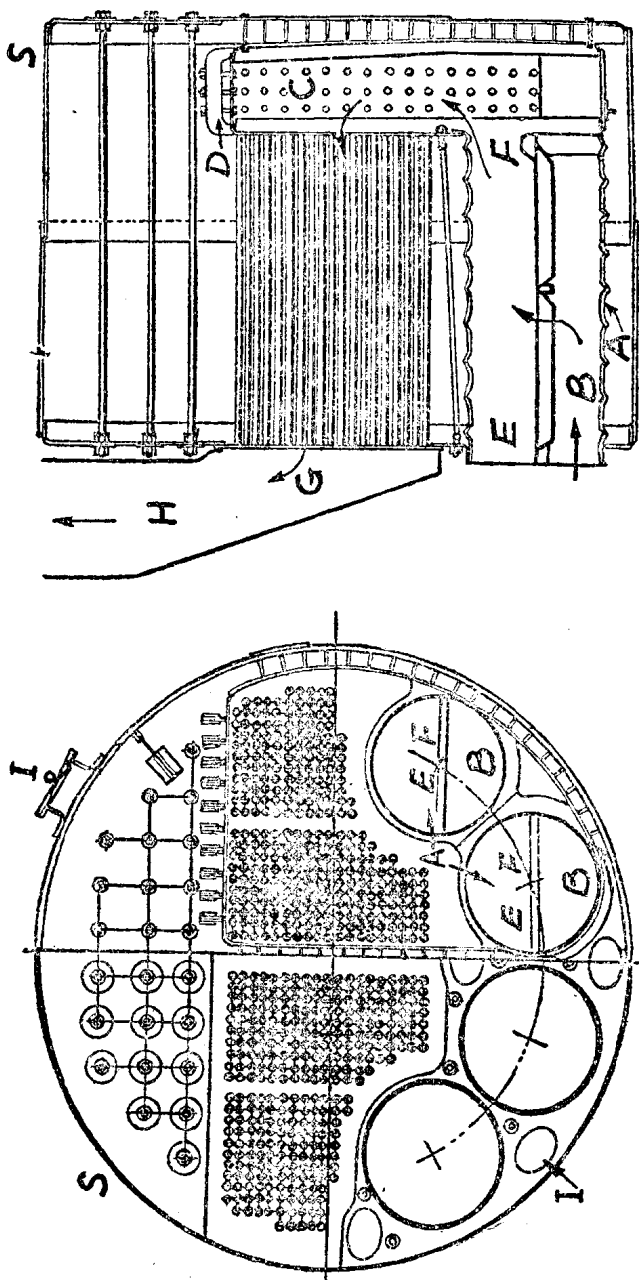


圖 1-2

S 爐殼; A 爐胆; B 灰坑; C 燃燒室; D 矩形梁; EF 爐床; G 煙箱; H 煙道; I 蒸汽出口。

和蒸汽壓力的水位表及汽壓表；防止汽壓過高而發生事故的安全閥；以及蒸汽與給水管路的閥門等。這些附件均將於第三章詳述。

燒油的鍋爐與燒煤的鍋爐的主要區別，是前者在每一爐胆口裝一具噴油器，將油噴射成細霧入爐胆內燃燒，爐胆內無爐柵、爐橋等裝置。助燃的空氣藉壓力通風經噴油器四週而入。

圖 1—3 表示一具燒油的混合式鍋爐。該爐的構造大體上與火管爐無異。惟在燃燒室內裝有水管數排，聯接爐胆周圍與接近水面處的水，促使循環加速；普通火管爐上面與底部爐水的溫度不同，故造成爐水的循環，惟在爐胆下方的水，由於通路狹隘比較呆滯；現以水管構成通路，大大的改善了爐水的循環情況。該爐裝有空氣預熱器和蒸汽過熱器。整個爐殼及燃燒室被另一層罩殼所包圍，以減少熱能的輻射損失。被烟氣所預熱的空氣離開空氣預熱器後，即在內外爐殼夾層內流動，經鍋爐背部、爐底而入爐胆。在燃燒室內火管與水管之間，設有蒸汽過熱器。由鍋爐本體產生的飽和蒸汽流經過熱器後，其溫度可再提高；空氣預熱器與蒸汽過熱器都是增高鍋爐效率的設備。在烟道處裝有阻風板（或節流瓣），可藉其開啓的程度，來阻礙或開放烟氣的流量，控制蒸汽的過熱溫度。此式鍋爐尚有一特點，即燃燒室是脫離鍋筒本體，另以火磚砌成的，不直接承受水、汽壓力，因而可以減少許多加強構件，同時燃燒室內也易於進入檢修。

事實上雙端鍋爐可視為兩具相背而立的取消了後端板的單端爐。雙端爐前後端均有爐胆，自兩端燒火，每端三至四具爐胆，全爐共有爐胆六具至八具。在同等受熱面的基礎下，雙端爐較單端爐的重量為輕，材料較省，造價略低；但在設計與運用上，雙端爐則須予以較多的注意。在造船史上，巨型輪船為節省地位，管採用極多的雙端爐。例如英國客輪不列大尼克號裝設直徑 4800 公厘，長度 6400 公厘的三爐胆雙端爐達 24 具之多。但自高效率的水管爐出現後，雙端爐便很少被採用。

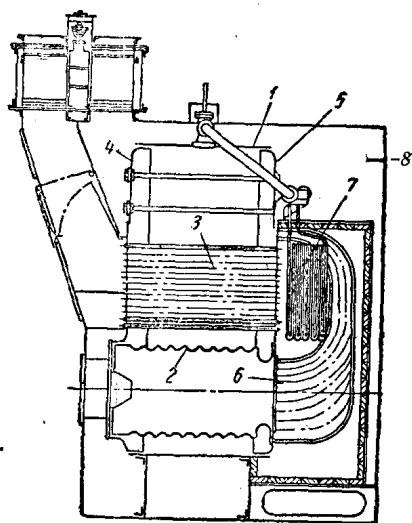


圖 1—3 混合式鍋爐：

1. 爐殼；2. 爐胆；3. 火管；4. 前端板；
5. 後端板；6. 水管；7. 蒸汽過熱器；
8. 罩殼。

船用火管爐的一般規格

表 1—1

項目	名 稱	單 位	單 端 爐	雙 端 爐
1	受熱面積(H_k)	平方公尺	10~300	300~600
2	比較蒸汽功率	公斤/平方公尺·小時	<25	<25
3	最高壓力	公斤/平方公分	15	15
4	鍋爐直徑(D)[$D \leq 1500 + 10H_k$]	公厘	1000~5000	3000~5000
5	鍋爐長度	公厘	1800~3500	3500~6500
6	爐胆平均直徑 ^① (d)	公厘	500~1200	500~1200
7	爐胆長度	公厘	1000~2500	1000~2500
8	爐胆數目	個	1~4	2~8
9	燃燒室長度	公厘	400~700	1000~1500
10	火管長度	公厘	2200~3300	2200~3300
11	火管外徑	公厘	63, 76, 89	63, 76, 89
12	火管數目	根	40~400	400~950
13	基地利用(受熱面積/基地面積)	平方公尺/平方公尺	3.5~13	3.5~13
14	水容量與受熱面之比	立方公尺/平方公尺	約0.09	約0.09
15	最大蒸汽功率(每小時最大的蒸汽產量)	公斤/小時	7500	15000

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad d &= (0.42 \sim 0.37) D \text{ 單胆爐} \\ &= (0.30 \sim 0.27) D \text{ 雙胆爐} \\ &= (0.27 \sim 0.25) D \text{ 三胆爐} \end{aligned}$$

第四節 水管式鍋爐

水管爐的主要部分有四:1)包圍整個鍋爐的火磚絕緣體;2)貯藏鹽水及收集蒸汽的水鼓及汽鼓;3)作為主要受熱面的水管;4)燃料燃燒設備。

茲以聯箱式和鼓筒式為例,來說明船用水管爐的一般構造。

(甲)聯 箱 式

圖 1—4 表示一具燒油的聯箱式水管爐。

聯箱式水管爐的上部有與各水管成垂直方向安置的汽鼓一具,鼓徑自 1000~1500 公厘,長度可達 5 公尺以上。汽鼓與前聯箱間以粗的管子聯接。聯箱的截面成方形,外形成正弦曲綫形狀;目的是使每相鄰兩道聯箱可以緊湊融合(若外形是直綫,則拼合時兩道聯箱之間必然產生隙縫)。同時使水管交錯排列,烟氣必須均勻的曲折的通過一切水管,不會有烟氣循捷徑逃逸或各部分的水管受熱不

勻的弊病。前聯箱下方連接一長方盒形的泥箱，爐水中的不潔物，隨水直降易於在此沉澱，藉連於泥箱的下吹管可將泥渣排出。後聯箱與汽鼓也是以較粗的管子相連；為檢查、清潔、拆換的便利起見，水管是成組的安裝於聯箱的管孔內的，每組管子有一共同的手孔門，可以啓開來進行該組管子的檢修拆換工作。所以每道聯箱上有很多手孔門蓋。水管兩端伸入前後聯箱管孔內，用管口擴大的方法使管的位置固定。水管的安裝是與水平綫成 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 傾斜的，目的是促進爐水的循環，提高熱能

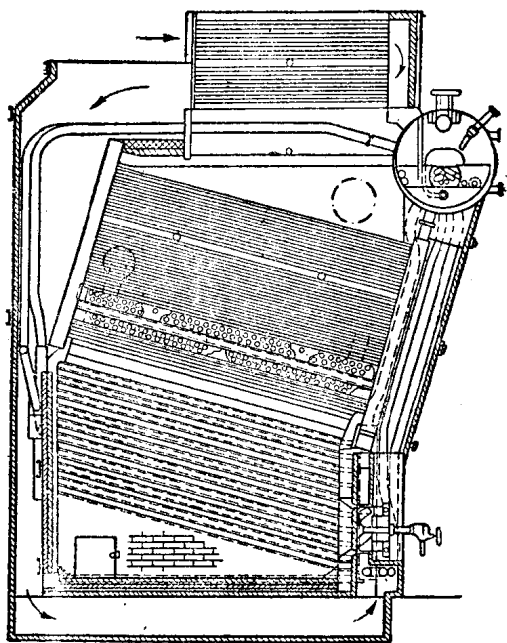


圖1—4 聯箱式水管爐

傳遞的效率。水管的直徑依水管的位置而不同，在最下方（最鄰近爐膛）的一二行管子較粗，其餘的較細。由於管徑的不同，故每一聯箱的手孔門內可安裝外徑 100 公厘的水管一根，或 51 公厘的四根（一組），或 32 公厘的九根（一組），各種組合方式隨水管的粗細和位置來採用。圖 1—5 是聯箱內的水管幾種常見的組合方式，但該圖是將聯箱垂直的截剖後從正面所視的形狀，所以聯箱上在每束水管前面的手孔門均不能表示。手孔門由山形螺栓固定，且用軟質墊圈密封，以防漏水。

聯箱、鼓、管的重量是由前後聯箱下的支架來承荷的。前支架是固定的，後支架是滑動的，因此，允許鍋爐在受熱後有稍許膨脹的可能性。

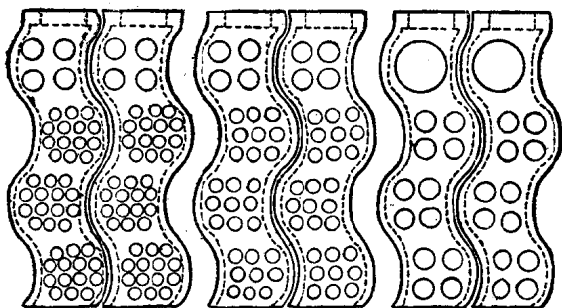


圖1—5 聯箱的剖視

水管下方的空間是

爐膛，是燃料中的可燃物與空氣混合並燃燒之處。其作用等於火管爐的爐阻與燃燒室合併。若為燒煤鍋爐，爐膛下方有爐柵，鍋爐前端下方開設二具至四具爐門。圖1—4所示的是燒油鍋爐，故無爐柵而在爐門處有噴油器。

聯箱式爐的烟氣是否水平的迂迴通過各水管或逕直上升，須視該爐是否裝有攔火牆(擋板)而定。裝有攔火牆時，烟氣迂迴起伏接觸同一水管達二次至四次之多。攔火牆裝於水管行列間，目的是延長烟氣流動路徑，增加傳遞熱量與水管的機會。但攔火牆過多，對鍋爐熱效率並不一定有利①。

水在鍋爐內的循環情況如此：給水沿給水管送入汽鼓內，從汽鼓向下流入前聯箱，由前聯箱流入水管，在管中受熱後密度減小，遂上升至後聯箱而回入汽鼓。部分已被蒸發的蒸汽回至汽鼓後，經收集蒸汽的乾蒸汽管引出應用或通往蒸汽

過熱器再度加熱。

除下吹閥外，鍋爐的一切附件均連接在汽鼓上。圖1—6所示剖出半面的聯箱式爐，以表示各附件的位置。圖中繪出相鄰兩道聯箱，14為其中的一道，15是該聯箱上的手孔，手孔上有山形螺栓及蓋，13是剖去手孔後所見的水管；汽鼓6上的附件有乾蒸汽出口接頭1，乾蒸汽收集管2，玻璃水表3，另有三個測驗水位高低的試水塞4（當玻璃水表臨時有故障時或校驗玻璃水表是否阻塞時，用試水塞）。當船舶航行搖動時用以阻擊鼓內水面波動的衝激板5，人孔8，吹去浮於水面的污物的上吹閥9及聯結吹閥的多孔管7。圖中10表示鍋爐上部側面的爐殼構造，12是絕緣物質，16是夾層空氣通道，19是火磚牆及爐底的火磚結構，11是過熱蒸汽的安全閥，安全閥下方的導管即為過熱蒸汽匯

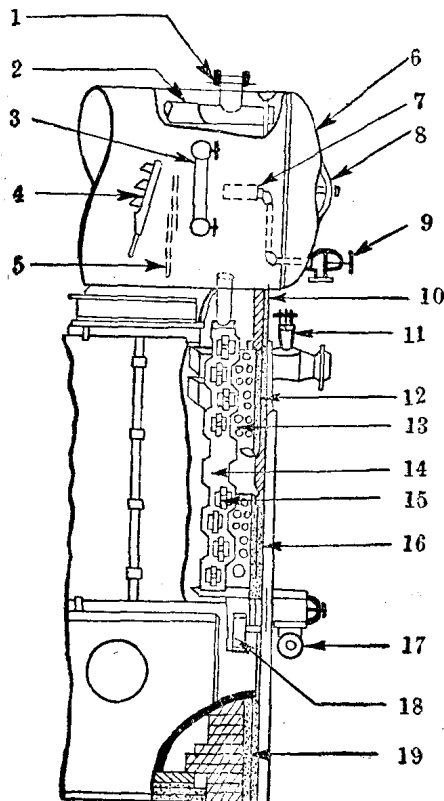


圖1—6

① 根據天津中紡一廠的經驗，將一座煙道隔斷為四段的田熊式水管爐，改為隔斷三段，再在管理上研究改進，使煤耗量由每度電0.959公斤降至0.68公斤，每平方米受熱面積的蒸汽產量自6.5磅提高至8磅（生產與技術1951年1、2月份）。

開鍋爐的通路。17爲下吹閥，18是支撐泥箱的支架。圖中未能表示的尚有汽壓表和降熱器。

聯箱式水管爐的爐頂烟氣出口處常裝設空氣預熱器，空氣被預熱後，流過夾層爐殼由鍋爐前端進入爐膛燃燒（圖 1—4 中的箭頭代表空氣流動方向）。蒸汽過熱器常裝於水管行列間，過熱管的裝置方向與普通水管成垂直。

水管爐的牆壁，不論是聯箱式或鼓筒式，均可能有兩種：一種是單純的用耐火磚及絕緣物質砌成；一種是用粗的水管排列於爐牆內壁而成。前者稱爲磚工爐牆，後者稱爲水冷爐牆。設置水牆的目的，主要是儘量利用爐膛內的熱能，使添入鍋爐的給水首先流經此種管內加熱，升高水進汽鼓前的溫度，以節省燃料，並防止對汽鼓有害的溫度應力。新式水管爐常部分的或完全的採用水冷牆壁。裝有水牆的爐膛，稱爲水冷爐膛。圖 1—4 所示的鍋爐，在水管下方的虛綫管代表爐牆水管。

聯箱式水管爐的受熱面積可達 1000 平方公尺，其中對流受熱面約佔總受熱面積的 80%。比較蒸汽功率依燃料的不同在 30~60 公斤/平方公尺·小時。鍋爐重量每平方公尺受熱面約 140~190 公斤（包括爐水在內）。每平方公尺受熱面的爐水容量約 30 公斤。

（乙）鼓 筒 式 鍋 爐

圖 1—7 表示一具三鼓式水管爐。

這種鍋爐有三具鼓筒，上面一個直徑較大的是汽鼓，下面兩個直徑較小的是水鼓。水管聯接於汽、水鼓之間，合成一「人」字形。我國常稱爲「人字爐」。水管與水平綫的交角常不小於 45°。管子在鼓內的固定方法是管端擴大，在管與鼓的相交處，管應垂直於鼓壁。汽鼓的重量即支持於各排管子上。管徑通常在 $2\frac{9}{16}$ ~ $4\frac{5}{16}$ 公厘間。

二水鼓下各有鞍形支架，支架聯接於船底的梁座，故鍋爐的重量可經支架傳予船殼。爐膛周圍有冷水牆，爐膛底部是用火磚砌成。爐殼和水、汽鼓外側都包以絕緣物質。

圖中所示的鍋爐有蒸汽過熱器和空氣預熱器。其裝於汽鼓上的附件也與前述相同。

在爐膛內燃燒所成的烟氣，分兩路橫跨水管、過熱器、水管、空氣預熱器，由烟道排出。

於正常運用中，爐水充滿於水鼓、各水管及汽鼓的一半；在接近火焰一面（爐膛內側）的管子中，爐水受劇烈加熱上升入汽鼓，較冷的水則從外層管子（鄰近空