

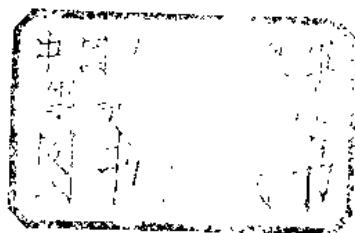
145342

艦用主蒸汽鍋爐設計

中國人民解放軍第二海軍學校

一九五七年一月

艦用主蒸汽鍋爐設計



中國人民解放軍第二海軍學校

一九五七年一月

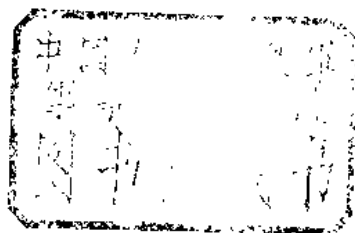
目 錄

序 言	5
緒 論	6
第一章 艦用鍋爐戰術技術上的基本要求	7
§ 1 艦用鍋爐戰術技術上的基本要求	7
§ 2 現代自然循環鍋爐的類型	9
§ 3 艦用鍋爐的類型線圖	11
第二章 全載荷下鍋爐裝置的熱計算	15
§ 1 計算所需的基本原始數據	15
§ 2 燃料（燃油）的成份及性質	15
§ 3 空氣、煙氣及 $I-t$ 圖	16
§ 4 燃料消耗量的確定	20
§ 5 鍋爐的預先組合	21
§ 6 爐部傳熱計算	27
§ 7 鍋爐裝置對流受熱面的計算	35
§ 8 排出部份受熱面的熱計算	61
§ 9 鍋爐熱平衡	72
第三章 鍋爐裝置在非全載荷下的熱計算	75
§ 1 計算所依據的數據	75
§ 2 空氣、煙氣及 $I-t$ 圖	75
§ 3 爐中傳熱計算	75
§ 4 蒸發管束的傳熱計算	77
§ 5 蒸汽過熱器中傳熱計算	77
§ 6 無空氣預熱器的鍋爐的節熱器計算	78

0230/17

§ 7	空氣預熱器的計算.....	80
§ 8	鍋爐熱平衡.....	80
第四章	鍋爐裝置空氣及煙氣流動阻力計算.....	82
§ 1	流經鍋爐前壁的空氣流動阻力.....	82
§ 2	在管束中煙氣及空氣的流動阻力.....	83
§ 3	煙氣或空氣的局部阻力.....	86
§ 4	自然通風.....	88
§ 5	鍋爐通風機的排送量及壓頭.....	88
第五章	鍋爐強度計算.....	90
§ 1	製造艦用鍋爐所採用的鋼.....	90
§ 2	圓筒形筒身計算.....	93
§ 3	矩形筒的計算.....	99
§ 4	端鈑計算.....	103
§ 5	圓筒形及矩形筒的隔鈑計算.....	110
§ 6	鍋爐管子的計算.....	111
第六章	ИКТМ 方法的鍋爐水循環計算.....	117
§ 1	計算的原始數據.....	117
§ 2	按鍋爐管列分配熱載荷.....	120
§ 3	管壁內水循環計算.....	122
§ 4	鍋爐對流水管束中水循環計算.....	124
§ 5	循環可靠性的判斷.....	131
第七章	確定鍋爐的重量及重心位置.....	135
§ 1	計算空鍋爐重量.....	135
§ 2	計算鍋爐中水重.....	137
§ 3	鍋爐重心的確定.....	137
參考書		141
附 錄		143

艦用主蒸汽鍋爐設計



中國人民解放軍第二海軍學校

一九五七年一月

目 錄

序 言	5
緒 論	6
第一章 艦用鍋爐戰術技術上的基本要求	7
§ 1 艦用鍋爐戰術技術上的基本要求	7
§ 2 現代自然循環鍋爐的類型	9
§ 3 艦用鍋爐的類型線圖	11
第二章 全載荷下鍋爐裝置的熱計算	15
§ 1 計算所需的基本原始數據	15
§ 2 燃料（燃油）的成份及性質	15
§ 3 空氣、煙氣及 $I-t$ 圖	16
§ 4 燃料消耗量的確定	20
§ 5 鍋爐的預先組合	21
§ 6 爐部傳熱計算	27
§ 7 鍋爐裝置對流受熱面的計算	35
§ 8 排出部份受熱面的熱計算	61
§ 9 鍋爐熱平衡	72
第三章 鍋爐裝置在非全載荷下的熱計算	75
§ 1 計算所依據的數據	75
§ 2 空氣、煙氣及 $I-t$ 圖	75
§ 3 爐中傳熱計算	75
§ 4 蒸發管束的傳熱計算	77
§ 5 蒸汽過熱器中傳熱計算	77
§ 6 無空氣預熱器的鍋爐的節熱器計算	78

0230/17

§ 7	空氣預熱器的計算.....	80
§ 8	鍋爐熱平衡.....	80
第四章	鍋爐裝置空氣及煙氣流動阻力計算.....	82
§ 1	流經鍋爐前壁的空氣流動阻力.....	82
§ 2	在管束中煙氣及空氣的流動阻力.....	83
§ 3	煙氣或空氣的局部阻力.....	86
§ 4	自然通風.....	88
§ 5	鍋爐通風機的排送量及壓頭.....	88
第五章	鍋爐強度計算.....	90
§ 1	製造艦用鍋爐所採用的鋼.....	90
§ 2	圓筒形筒身計算.....	93
§ 3	矩形筒的計算.....	99
§ 4	端鈑計算.....	103
§ 5	圓筒形及矩形筒的隔鈑計算.....	110
§ 6	鍋爐管子的計算.....	111
第六章	ИКТМ 方法的鍋爐水循環計算.....	117
§ 1	計算的原始數據.....	117
§ 2	按鍋爐管列分配熱載荷.....	120
§ 3	管壁內水循環計算.....	122
§ 4	鍋爐對流水管束中水循環計算.....	124
§ 5	循環可靠性的判斷.....	131
第七章	確定鍋爐的重量及重心位置.....	135
§ 1	計算空鍋爐重量.....	135
§ 2	計算鍋爐中水重.....	137
§ 3	鍋爐重心的確定.....	137
參考書		141
附 錄		143

序 言

在本書中研究艦用主蒸汽鍋爐的設計基礎。

第一章講述了對艦用鍋爐戰術技術要求的論證及現代自然循環鍋爐類型的特性。

接下去的兩章敘述了鍋爐裝置在全載荷及部份載荷下的熱計算，以及介紹了鍋爐管子部份的組合情形。

第四章包含鍋爐裝置煙氣及空氣的阻力計算。

在第五章中研究製造艦用鍋爐用鋼及鍋爐主要元件的強度計算。

第六章講述艦用蒸汽鍋爐中的水循環計算。

在第七章中簡單地介紹了鍋爐重量及重心位置的求法。

在本書正文和附錄中，均有插圖及參考材料。

本書供已經瞭解艦用鍋爐構造及其原理的人在設計艦用主蒸汽鍋爐時作參考之用。

緒 論

祇有全面地考慮目前艦用鍋爐製造工業的情況，並深刻地懂得近代熱力工程基礎及與其有關的科學，才能科學地設計艦用蒸汽鍋爐。

在蘇維埃時代裡，祖國（指蘇聯，下同）工業急劇的發展，尤其是在偉大的衛國戰爭以後，已經有了現實的可能性去製造高度適應現代戰術技術要求的艦用蒸汽鍋爐。

由於蘇聯學者及工程師的辛勤勞動，在艦用熱力工程及與其有關的科學方面達到的水平已許可創造高級艦用蒸汽鍋爐。

鍋爐設計工作是集體創作的過程，設計的質量決定於所有設計者以及設計指導者的熟練程度。經驗證明，蘇聯的設計者在世界上最優秀的。

當設計艦用鍋爐時，設計者的任務是如何合理的全面的解決一系列相互間有矛盾的問題。例如，很明顯地，在其他條件不變時，增加鍋爐效率，其重量同時也將增加，而隨着蒸汽的溫度及壓力的提高必須採用特殊的昂貴的合金鋼，在所有類似的情況下，設計者應找出最好的解決辦法。此時，他不僅單從鍋爐方面，而且要從整個軍艦方面來判斷這種或那種解決辦法的利弊。此外，他還不應忽略將來鍋爐發展的方向。

在所有情況下設計者在他設計的艦用蒸汽鍋爐上必須採用便利於製造及管理的各種方法。

第一章

艦用鍋爐戰術技術上的基本要求

§ 1 艦用鍋爐戰術技術上的基本要求

在艦用蒸汽動力裝置的總線圖中主蒸汽鍋爐起着決定性的作用。鍋爐合適的構造及其可靠的工作保證艦艇的高度的戰鬥性能。

鍋爐重量及尺寸

現代艦艇上主蒸汽鍋爐應具有儘可能小的重量及尺寸。減小鍋爐的重量及尺寸可以保證排水量小的艦艇具有大功率的蒸汽動力裝置或擴大其航行區域，或加強艦艇的武備。

要達到縮小鍋爐的重量及尺寸，須提高爐部容積的熱載荷及受熱面的總傳熱係數，增加排出部份受熱面（節熱器）以及提高蒸汽的參數。

鍋爐工作的可靠性

現代艦用鍋爐的工作應可靠，即無論在規定的載荷下或迅速改變載荷時都不致於停止工作。

整個鍋爐及個別元件的正確構造，以及艦上正確的管理鍋爐及不工作時正確的保養鍋爐才能保證鍋爐工作可靠。

經濟性

現代艦用鍋爐應有盡可能高的效率，但是得考慮在其他條件不變下提高鍋爐的效率會促使鍋爐重量增加。因此，對不同等級的艦艇採用不同的鍋爐效率。艦艇的排水量越小，鍋爐的計算效率越小；反之，要設計鍋爐的艦艇排水量越大，則可以在設計時採用較大

的鍋爐效率值。

安裝排出部份受熱面，鍋爐主體合理的構造以及使用能正確管理鍋爐的自動裝置，使在所有載荷下及轉換載荷時燃料的燃燒過程具有最小的空氣過餘比這些措施均可提高鍋爐的效率。

操縱性

現代艦用鍋爐應有較高的操縱性，能許可迅速的升汽，停汽及轉換載荷。由於空中及水底攻擊的高度發展必須要有高度的操縱性。

增加鍋爐操縱性的主要方法是減少其水部容積，採用可靠的水循環線圖（自然的及強制的）及鍋爐合適的構造。

§ 2 現代自然循環鍋爐的類型

當組合現代艦用鍋爐時應遵循下述諸點：

鍋爐主體

鍋爐主體即管子部份，設計時應考慮依靠減少不起直接作用的元件（例如，爐底，磚壁）來保證有最大的輻射受熱面；盡量使煙氣能流經全部對流受熱面應不存在煙氣的『停滯』空間；在許可選擇鍋爐通風機的總壓頭值下，保證煙氣流速最高；保證在所有載荷範圍內水循環工况正常和可靠以及保證鍋爐主體的重量最小。

蒸汽過熱器

目前對蒸汽過熱器構造的選擇及其安裝位置的問題存在着二種觀點。

按照第一種觀點，在各載荷下要使得過熱蒸汽的溫度變化小，蒸汽過熱器必須按置得靠近爐子。這樣能使決定艦艇最大航行區域的蒸汽動力裝置低載荷效率有所提高。這種蒸汽過熱器一般採用置於爐前的立式汽箱，帶有臥式環形管。但是將過熱器置於近爐意味着處於高溫煙氣區域及大的熱載荷下工作。這就必須採用特種鋼來製造蒸汽過熱器及伴隨而來的是其管子過熱可能性增大。此外，臥式蒸汽過熱器由於管子全部排乾困難，在不工作時對乾燥保管須給以

特別的注意，並應在鍋爐前面留出裝修用的地位。

根據第二種觀點，爲了使蒸汽過熱器處於有利的溫度及熱條件下工作，即爲了減小其過熱的可能性，同時又不使鍋爐水循環圈複雜的前提下，則採用置於鍋爐管束外邊的立式蒸汽過熱器。

立式安裝的蒸汽過熱器在乾燥保管情況下易於排洩，因此其遭受銹蝕的可能性小。但是，置於外部的蒸汽過熱器當鍋爐載荷小時過熱蒸汽溫度顯著減低，以致減低了蒸汽動力裝置的效率。

排出部份受熱面積

對上水溫度較低的高壓鍋爐即在一次再生線圖中採用節熱器是最合理。節熱器構造同鍋爐線圖有着密切的關係，因此，每次選擇時應特別注意所根據的主要理由。

在低壓鍋爐中或上水溫度很高時較合理的是採用空氣預熱器或同時安裝空氣預熱器和節熱器。

燃燒用的空氣的輸送

要提高鍋爐煙氣流速及爐部容積熱載荷，必須將鍋爐通風機的壓頭提高，由於艙員在這種情況下不可能工作而不用密閉艙通風（開式通風）。因此越來越普遍地採用，直接向鍋爐爐部通風的方法（閉式通風）。

汽部容積的蒸汽產生率

爲了得到乾淨的且濕度不超過 0.5% 的蒸汽，在現代艦用鍋爐中將汽部容積的蒸汽產生率及由蒸發水面出來的蒸汽速度限制如下（表 1）：

表 1

所取的計算值的名稱	蒸汽壓力（絕對氣壓）			
	28	40	60	80
由蒸發水面出來的蒸汽速度 ($w \frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$)	0.36	0.32	0.24	0.20
許可的汽部容積蒸汽產生率 ($\delta \frac{\text{公尺}^3}{\text{公尺}^3 \text{時}}$)	1750	1550	1250	1050

由蒸發水面出來的蒸汽速度按下式計算：

$$w = \frac{D \cdot v''}{3600 \cdot F_{\text{с.в.}}} \text{公尺/秒}, \quad (1)$$

式中：D——鍋爐蒸汽產生量，公斤/時；

v'' ——乾飽和蒸汽的比容，公尺³/公斤；

$F_{\text{с.в.}}$ ——汽筒蒸發水面的面積，公尺²。

汽部容積的蒸汽產生率按下式計算：

$$\delta = \frac{D \cdot v''}{V_{\text{н.в.}}} \frac{\text{公尺}^3}{\text{公尺}^3 \text{時}}, \quad (2)$$

式中： $V_{\text{н.в.}}$ ——汽筒汽部容積，公尺³，按水位表的中間水位計算。

§ 3 艦用鍋爐的類型線圖

目前艦用蒸汽鍋爐有很多不同的類型及構造。這些鍋爐可分為特殊構造的強制循環鍋爐（包括直流式）及自然循環鍋爐。

這裡不研究特殊構造的及高壓輸送助燃空氣的鍋爐。

自然循環鍋爐又分為帶側管壁的單煙道式（圖1及2），無管壁的雙煙道式（圖3及4），中間管壁的雙煙式（圖5）及帶中間管束將爐部分成兩半的單煙道式（圖6）。

在艦用蒸汽動力裝置中需要蒸汽產生量大的鍋爐時，一般均採用雙煙道式。如果鍋爐的蒸汽產生量較小（60~80噸/時），則採用單煙道式較合理。

圖5及6所示的鍋爐可利用改變每邊爐子燃油量的方法來調節過熱蒸汽的溫度。例如，為了增加雙煙道鍋爐（圖6）的過熱蒸汽溫度，須增加左邊爐部的燃油量並相應地減少右邊爐部的燃油量。這樣就增加了流經蒸汽過熱器的煙氣量，增加了蒸汽過熱器的傳熱量，因而就提高了過熱蒸汽的溫度。如果左邊爐部不輸入燃油只將燃油輸入右部爐部，則將得到飽和蒸汽。這時所有煙氣均不流經蒸汽過熱器。

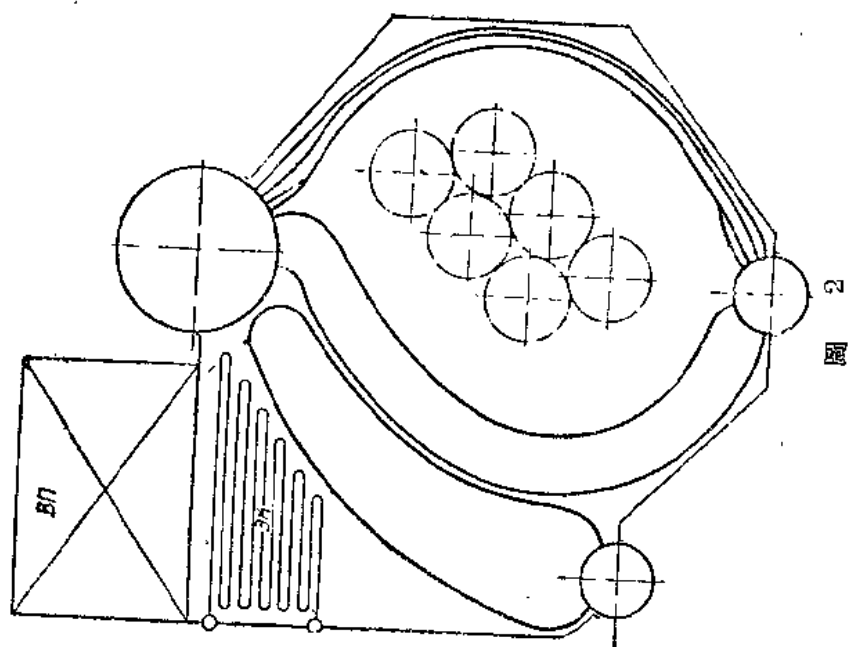


圖 2

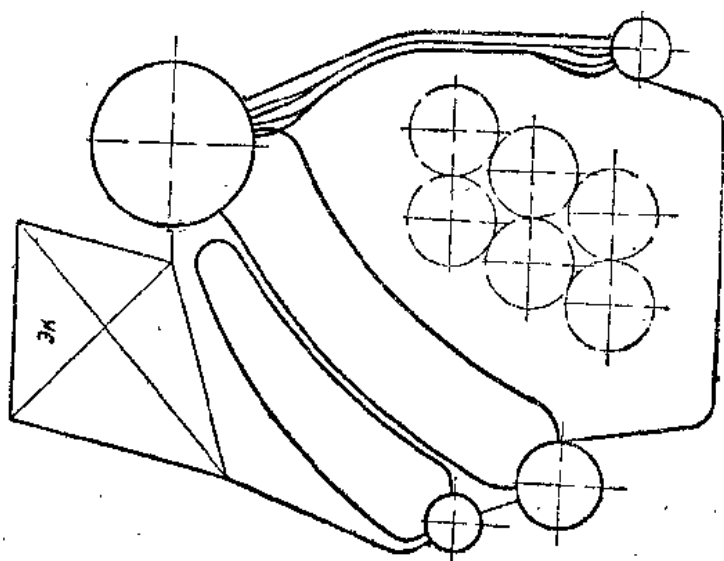


圖 1

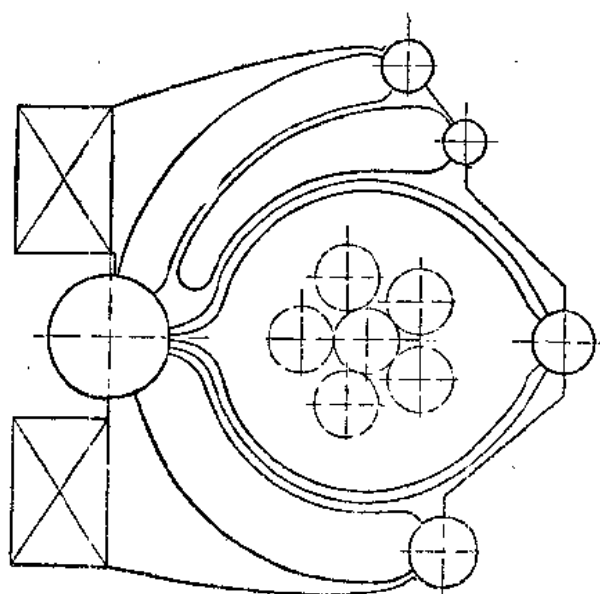


图 4

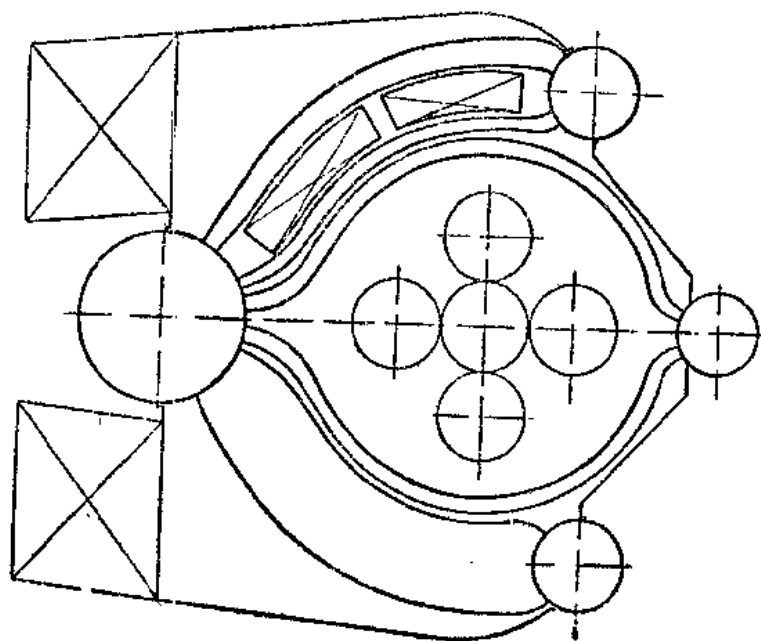


图 3