

內河船舶 蒸汽動力裝置的熱工試驗

A. C. 亞歷山大羅夫著
徐天麟 林鴻錚譯

人民交通出版社

內 河 船 舶
蒸汽動力裝置的熱工試驗

A.C.亞歷山大羅夫 著
徐天麟 林鴻鈺 譯

人民交通出版社

這本小冊子敘述對蒸汽機船舶蒸汽動力裝置進行熱工試驗的準備和進行程序，以及包括燃煤或燃油蒸汽鍋爐熱平衡的試驗資料的編製整理工作。

D2 30/05

書號：6027·京

內河船舶蒸汽動力裝置的熱工試驗

А.С.АЛЕКСАНДРОВ

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

ПАРОСИЛОВЫХ УСТАНОВОК РЕЧНЫХ СУДОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО МИНИСТЕРСТВА РЕЧНОГО ФЛОТА СССР

МОСКВА-1949

本書根據蘇聯河運出版社1949年莫斯科俄文版本譯出

徐天麟 林鴻鈺譯

人民交通出版社 出版

(北京北兵馬司一號)

新華書店發行

萃斌閣印刷廠印刷

初編者：周雲錦 複審者：郭秉鈺

1955年3月北京第一版 1955年3月北京第一次印刷

開本：31''×43'' 1/4 印張：2 1/4張

全書52,000字 印數：1—2100冊

定價：.41元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

序 言.....	1
緒 論.....	3

Ⅰ. 一般性的指示

1. 平衡試驗的任務和進行.....	5
2. 度量衡和儀器.....	6

Ⅱ. 進行試驗前的準備

3. 試驗前各項裝置的檢查.....	9
4. 承受試驗的裝置的構造特徵.....	11
5. 試驗的參加人及其職責.....	12
6. 觀測記錄簿.....	13
7. 試驗的條件.....	21

Ⅲ. 試驗的進行

8. 穩定狀態的建立.....	21
9. 進行試驗的幾點補充指示.....	22
10. 鍋爐裝置的度量.....	23
11. 主機的度量.....	24
12. 給水消耗量的度量.....	25
13. 燃料消耗量的度量.....	25
14. 燃燒殘餘物的度量.....	27
15. 燃料燃燒殘餘物和煙氣試樣的選擇.....	27
16. 試驗的結束.....	29
17. 試驗的重複.....	30

Ⅳ. 試驗資料的整理

18. 試驗結束時的工作.....	30
19. 觀察記錄簿的整理.....	31
20. 按試驗結果進行計算.....	33
1) 確定指示功率.....	33
2) 確定給水的消耗量和飽和蒸氣、過熱蒸汽的發生量.....	34

3) 燃料消耗的計算	38
4) 每小時爐渣量和灰塵量的確定	40
5) 爐膛工作強度指標的確定(爐膛的加強燃燒)	41
6) 蒸汽含熱量的確定	42
7) 受熱面工作強度的確定	43
8) 燃料蒸發率的確定	44
9) 實際燃料單位消耗量的確定	44
21. 燃料和燃燒殘餘物的質量特徵	45
22. 自實驗室獲得關於燃料和燃燒殘餘物的質量特徵以後 所進行的計算	47
1) 燃料特性的確定	47
2) 燃燒生成物中的一氧化碳含量和過量空氣係數的確定	47
3) 煙氣重量的確定	48
4) 參與燃燒的燃料中含碳量的確定	49
5) 爐膛工作熱力強度指標的確定	50
6) 鍋爐裝置效率的確定(總效率)	51
7) 熱平衡的編製和鍋爐裝置熱能的有效利用	51
8) 隨排出煙氣不斷帶走的熱損失	52
9) 化學的未完全燃燒的熱損失	53
10) 機械的未完全燃燒的熱損失	53
11) 散失於周圍介質的熱損失和平衡的差額	54
12) 標準燃料單位消耗量和根據示功圖計算蒸汽動力裝置 總效率的確定	55
23. 試驗報告書的編製	55
附 錄 I II III	66

序 言

在航行期間對船舶蒸汽動力裝置的工作進行熱工監督有其特別重要的意義，因為這樣能够及時發現并消除蒸汽鍋爐和機器工作中的不正常現象，因而促使船舶能不間斷的工作，并降低燃料消耗。航運管理局和區航道管理局通過對船舶蒸汽動力裝置進行熱工檢查、監督的熱工動力試驗和平衡的熱工試驗來實現這種監督。

近幾年來，在內河航運管理局已普遍推行熱工檢查和監督試驗，并成為熱工隊的主要工作。這是因為這種熱工檢查和監督試驗并不要求大量的監督測量儀器，也不需要花費很多的時間。而對改善船舶在正常營運的條件下來進行工作却有其實際而重大的作用。平衡的熱工試驗能較為深刻地分析動力裝置的工作，但是它需要專門的訓練和花費很多的時間，因此直到現在僅僅是在特殊的情況下才進行平衡試驗。目前由於各航運管理局的船隊不斷地補充了許多新建船舶，而且舊有的船舶也多經過了基本恢復修理和近代化了，因此平衡的熱工試驗應該日益普及起來，因為只有平衡試驗才能對新建船舶的熱力裝置進行全面的研究，同樣的也能查明舊船在進行各種近代化和合理化措施後的效果。

需要經常地進行平衡的熱工試驗，但是困難在於航運管理局和區航道管理局熱工隊的工作人員缺乏關於進行這種試驗的知識和經驗。這種情況促使作者在這本簡短的指導式的小冊子裡敘述對蒸汽機船舶蒸汽動力裝置進行熱工試驗的準備和進行程序，以及包括燃煤或燃油的蒸汽鍋爐熱平衡的試驗資料的編

製整理工作。

推荐本書作為內河航運管理局或區航道管理局熱工隊工作人員的實用參考書。

作 者

緒 論

內河船舶蒸汽動力裝置的熱工試驗可分為監督的、平衡的和全部的三種。為研究任一船舶蒸汽動力裝置的工作所採用的熱工試驗是由組織試驗時提出的目的和任務所決定的。

工. 監督試驗。該試驗係在航行期間船舶處於正常的工作狀態下來進行，其目的是檢查機器輸出的功率，汽缸上下部以及各汽缸間功率的分配情況，根據示功圖檢查機器的工作過程，同時還要檢查鍋爐爐膛內的燃燒過程，以及查明機器在一定的工作條件下（譯者註：一定的切斷點、工作壓力……等）每一指示馬力小時燃料的實際消耗量。

在監督的熱工試驗中要進行：

- 1) 測繪機器的示功圖，確定其轉數和凝汽櫃中的真空度；
- 2) 度量蒸汽的壓力和過熱蒸汽的溫度；
- 3) 確定給水和煙氣的溫度；
- 4) 分析煙氣；
- 5) 度量燃料消耗量。

在大多數情形下蒸汽拖輪的監督的熱工試驗總是與確定船舶航行速度和拖鈎牽引力為目的的動力試驗相結合，因此後者也被稱為熱工動力試驗。監督的熱工試驗和熱工動力試驗差不多不需要加以事先的準備，就可在正常的運轉條件下進行。該項工作所花費的時間也不多，並且也不要求大量的監督測量儀器。在每一種工作條件下進行這些試驗所需的時間，如係液體燃料不超過 2 小時，如係固體燃料不超過 3—4 小時。參加監督的熱工試驗的工作人員通常不超過四人，而在熱工動力試驗時

也只不過五人，其中還包括熱工試驗隊隊長。

這種熱工試驗在內河航運管理局和區航道管理局最為普遍。

照例在兩個航次中對每艘船舶進行監督的熱工動力試驗的次數不得少於一次。

II. 平衡試驗。當要求編製鍋爐裝置的熱平衡時，便進行這種試驗。進行這種試驗時除進行上述監督試驗的度量外，還要度量給水消耗量。此外，如採用固體燃料時還須度量爐內燃燒殘餘物（漏落及扒出的）和隨煙氣逸出的燃料細粒，其目的爲了要查明由於機械的未完全燃燒所招致熱損失的大小。於監督試驗時所進行的平衡試驗，除表示鍋爐的特徵外，還可能確定鍋爐的蒸汽發生量，計算其總效率，並編製完整的鍋爐裝置的熱平衡資料。平衡試驗比監督試驗要求較多的準備時間和試驗時間（主要是由於組織度量給水消耗量的關係）。進行平衡試驗所需的時間：如果不計算準備時間則燃用液體燃料的鍋爐不超過 4 小時，燃用固體燃料的鍋爐不超過 6 小時。這種試驗能更深刻地分析船舶蒸汽動力裝置的工作，查明其中任何個別部分工作的不正常，並爲消除該蒸汽動力裝置的缺陷和改善今後動力裝置的工作製定了措施。

III. 全部熱工試驗。這種試驗除了度量平衡試驗所需的項目外，還要逐個查明主機、每一座輔機以及鍋爐必需的附屬裝置（蒸汽噴油器、蒸汽送風器等）的蒸汽消耗量。

全部熱工試驗不僅僅是能編製鍋爐裝置的熱平衡資料，而且還可能對船舶所有的一切設備編製蒸汽消耗的熱平衡資料，也就是整個蒸汽動力裝置能量的熱平衡。可是必須指出：全部熱工試驗對船舶要求特殊的準備，並且還要打亂其正常工作，因此在內河船舶中僅在特殊情形下，例如爲查明大批生產中出

廠之第一艘船舶的熱力質量時，對個別船舶需要進行專門調查時才進行。

這種試驗多半是由科學工作者，或者是由科學工作者領導航運管理局的熱工工作人員來進行，而不是由航運管理局的熱工隊自己進行。該試驗係按專門的預先編製的計劃進行。

上述工作中的準備進程序，以及修正第二類熱工試驗，即平衡試驗的試驗資料，是被航運管理局熱工隊認為本身力量所能進行的各種試驗中最困難最重要的一種試驗。

以下所提到的各項指示也能同樣適用於監督試驗。因為進行監督試驗時其程序並未改變，而僅不過是減去了與度量給水、計算燃燒殘餘物以及選擇試樣等有關的工作，同時還減去了為查明鍋爐蒸汽發生量、燃料蒸發量以及為編製鍋爐裝置的熱平衡資料所進行的計算。下列的監督記錄簿和綜合的試驗記錄表的格式包括了最大數量的資料，因此不論於平衡的或監督的熱工試驗時都可以利用下列資料。

Ⅰ. 一般性的指示

1. 平衡試驗的任務和進行

內河船舶蒸汽動力裝置的平衡熱工試驗有下列各項任務：

- 1) 測定鍋爐每小時平均的蒸汽發生量、燃料消耗量以及鍋爐和爐膛加強工作時的實際指標（爐膛的熱力強度、鍋爐受熱面的單位蒸汽發生量）；
- 2) 測定鍋爐裝置的熱損失；
- 3) 測定鍋爐和蒸汽動力裝置整體工作時的質量指標（鍋爐裝置的總效率，每一指示馬力燃料的單位消耗量、整個蒸汽動

力裝置的總效率)。

根據試驗所得的資料便能發現動力裝置在工作中可能發生的不正常現象，從而確定措施并予執行，以便進一步改善該蒸汽動力裝置的工作。

船舶蒸汽動力裝置的平衡試驗在下列情形下進行：

1)接受新建蒸汽船舶時(即在其第一次參加營運時)，其目的在於查明船舶實際的熱力質量，並與設計資料相比較；

2)船舶進行基本恢復修理或大修前後各試驗一次，以確定船舶經修理後的熱力質量，並由此查明修理後熱力裝置的變化；

3)在更換蒸汽鍋爐以後，須查明由於所採取的措施對蒸汽動力裝置的功率和熱力指標的影響；

4)在更換燃料種類以後(例如鍋爐從燃用液體燃料改為燃用固體燃料，或是相反)須查明燃用新的燃料種類所發生的實際功率和熱力指標；

5)動力裝置進行近代化的改裝以後(改用過熱蒸汽，進行空氣預熱，改變爐膛設備的結構等)，在這種情況下必須在改裝前後都進行一次平衡試驗，以查明由於近代化改裝的結果，蒸汽動力裝置工作的質量指標的變化。

在個別的情形下，為查明近代化措施的效果，必須根據規定的任務，並按特殊的程序進行專門的試驗。

2. 度 量 和 儀 器

蒸汽動力裝置的平衡熱工試驗時，須進行下列度量：

編號	度量的項目	度量儀器	附註
1	鍋爐蒸汽的工作壓力	鍋爐汽壓表、監督汽壓表	
2	過熱蒸汽的溫度	刻度在350°C以下的水銀溫度計	
3	給水預熱器前的給水溫度	刻度在150°C以下的水銀溫度計	
4	給水預熱器後（進鍋爐前）的給水溫度	同上	
5	給水消耗量	度量櫃	
6	燃料消耗量 固體燃料 液體燃料	秤 度量櫃（按容積度量）最好在日用油櫃（消耗油槽）內具有刻度的水銀溫度計	2隻，最好是具有刻度的
7	日用油槽內的燃油溫度	液體比重計	
8	燃油比重	秤	
9	爐渣的數量（扒出的）	秤	
10	由爐膛灰坑漏落灰燼數量	秤	
11	鍋爐膛內的空氣溫度	刻度在100°C以下的水銀溫度計	
12	當裝有空氣預熱器時，在空氣預熱器後（進爐膛前）的空氣溫度	同上	
13	煙道中的煙氣溫度（在有空氣預熱器的裝置中測量空氣預熱器前的溫度）	熱偶（鐵與康斯坦湯的①或鐵銅鎳合金的）和電流計	熱偶和電流計的數量與鍋爐座數同，當只有一付熱偶和電流計時，則輪流度量鍋爐煙道的溫度

編號	度量項目	度量儀器	附註
14	熱偶低溫端周圍的空氣溫度	刻度在100°C以下的溫度計	按鍋爐以及安裝熱偶的數量
15	煙道中煙氣的成份建議在試驗時同時使用吸氣器不斷地選取煙氣，隨後按次序用奧爾塞特(Orcel)燃燒的煙氣分析器(諸爾吉Horse氣分析器時，則輸流進行停個鍋爐的煙氣分析	燃燒的煙氣分析器(諸爾吉Horse型等等) 燃用固體燃料時經過吸氣器的分每一個煙氣分析器都必須具有銅析方法，能比較正確的反映試驗時燃燒過程的質量	當有數個鍋爐而祇有一個煙氣分析器時，則輸流進行停個鍋爐的煙氣分析
16	煙道內的真空(稀薄度)	克列略(Крелл)風壓計或Y型風壓計	風壓計的數量與鍋爐座數同。每一個風壓計均須具有足夠長度的橡皮帶和備以插入煙道內的管子風壓計應具有插入灰坑內的銅管和橡皮管
17	灰坑內空氣的壓力(當燃用固體燃料並安有送風裝置時)	克列略風壓計或薄膜風壓計	通常利用主機上的真空表
18	進缸吸管②前的蒸汽壓力	用監督汽壓表檢驗過的汽壓表	示功儀的數量和主機汽缸的數目
19	凝汽櫃內的真空	用監督真空表檢驗過的真空表	同
20	主機軸的轉數	具有滾子減縮裝置的馬依加克(Mahrac)式的示功儀	
21	指示功率		

①一種鑲製合金——譯者

②缸吸管即裝在煙函內的蒸汽噴嘴，蒸汽由其中噴出，隨同煙氣一同逸入大氣，以加強鍋爐的通風——譯者

所有用於試驗的儀器必須經過刻度檢驗，其中最重要的還應具有檢驗證。熱偶的電流計、示功儀彈簧、停表、監督汽壓表和秤應具有檢驗證。

於平衡試驗時除上述儀器外還需具有：鉢（最好每一觀測者具有一個），求積儀，計算尺，度量燃料用的桶，試驗時選取燃料、爐渣和灰燼試樣用的有蓋鐵桶，以及為保存一般試樣所用的瓶子，以便送到實驗室去進行分析。

II. 進行試驗前的準備

3. 試驗前各項裝置的檢查

平衡試驗應在蒸汽動力裝置處於良好的狀態下時進行，因此在此試驗以前應該預先對裝置加以檢查，其目的：

1) 查明動力裝置技術狀態的不正常現象。

2) 檢查船舶是否具有在試驗中要利用的各項監督度量儀器（汽壓表、真空表、溫度計）及其準確度。在管道上必要的地方是否具有溫度計的插頭，以及在導管處是否具有為插入風壓計和煙氣分析器的開孔等等。如果沒有開孔，則必須指示船舶輪機長在規定的地方開孔。

3) 確定適合於該船舶條件的最合理的度量櫃的給水系統，以便度量給水的進入量。必須按照一般管系將度量櫃接入給水系統。試驗前對裝置的檢查應由試驗領導人（熱工隊隊長）偕同船舶輪機長一起進行。

此外，在試驗以前還應該進行示功試驗，以檢查蒸汽分配情況。

如果發現蒸汽分配中有漏汽或煙道不密等缺陷時，則必須

將其在熱工試驗開始以前予以消除。

爲度量給水需要製造並安裝兩只度量櫃。每只度量櫃的容量應該在一只度量櫃的水尚未給完以前，另一只度量櫃已經重新盛滿，以能保證鍋爐的不間斷地給水。確定度量櫃的容量是根據對爐水消耗的估計，大約每隔5至7分鐘更換度量櫃一次。

度量櫃在給水系統的安裝應該使水從空氣泵的溢流管流往度量櫃。度量櫃與空氣泵的溢流管則是用軟管連接起來的。

裝置度量櫃的方法主要的有兩種：一種是將度量櫃裝置在機艙裏靠近空氣泵處，另一種則是裝置在甲板上。

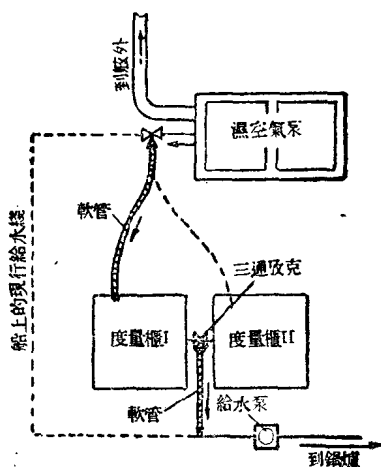


圖1 度量櫃在機艙內的安裝圖

如果機艙地位很擠，並且沒有地方安放笨大的度量櫃，或者給水泵的泵力很低，必須藉助於水頭將水壓入水泵時，方將度量櫃安裝在甲板上。度量櫃在第一種情況下給水是自動流入其中，而在第二種情況下，則必須藉助某種輔助泵（例如救火泵）將水打入度量櫃。度量櫃的安裝系統如圖1與圖2所示，由圖可見：圖1是度量櫃安裝在機艙裏的情形，圖2則是安裝在甲板上的情形。

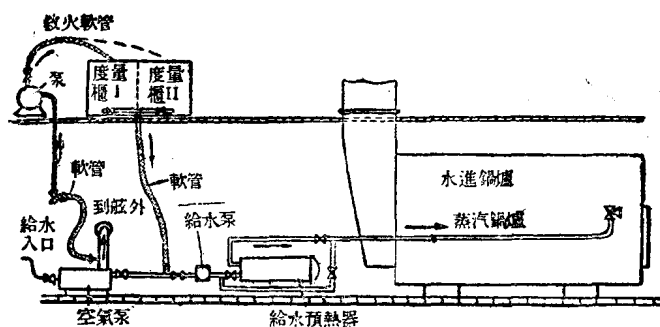


圖 2 度量櫃在甲板上的安裝圖

4. 承受試驗的裝置的構造特徵

在進行試驗之前，必須查明該船舶的鍋爐和主機的下列構造特徵：

- 1) 鍋爐的總受熱面積 ΣH_k (平方公尺)。
- 2) 爐腔的總火床面積 (燃用固體燃料時) ΣR (平方公尺)。

火管鍋爐：

$$\Sigma R = D_{ж.т.} \cdot L_{к.р.} \cdot Z \text{ (平方公尺)},$$

式中： $D_{ж.т.}$ —— 爐腔直徑 (公尺)，

$L_{к.р.}$ —— 爐柵長度 (公尺)，

Z —— 爐腔數。

水管鍋爐：

$$\Sigma R = n \cdot L_{к.р.} \cdot B_{к.р.} \text{ (平方公尺)},$$

式中： $B_{к.р.}$ —— 爐柵寬度 (公尺)，

n —— 鍋爐座數。

- 3) 爐腔空間總容積： ΣV (立方公尺) (火管鍋爐尚應包

括減去磚牆體積的燃燒室)。

爐膛空間的容積是根據該鍋爐裝置爐膛的結構而定。

4) 爐膛煙道總截面積 (只限於火管鍋爐)：

$$\Sigma F_{ж.т.} = 0.785 D_{ж.т.}^2 Z \text{ (平方公尺)}。$$

5) 主機每一汽缸空間的設計常數：

$$A = \frac{0.785 (D_{цн.}^2 - d_{шт.}^2) S}{4500},$$

式中： $D_{цн.}$ —— 汽缸直徑 (公分)，

$d_{шт.}$ —— 該汽缸空間的活塞桿直徑 (公分)，

S —— 活塞行程 (公尺)。

此外，於試驗中所應用的度量工具必須預先查明以下各項：

1) 每一只給水度量櫃的尺寸及其每一公分高度的容積 (度量櫃常數)。

度量櫃常數按下式計算：

$$K = 0.01ab \text{ (立方公尺)},$$

式中： a 和 b —— 度量櫃內部的長與寬 (公尺)。

2) 秤燃料和燃燒殘餘物用的量桶 (木桶或箱) 的重量。

3) 藉以進行度量燃料消耗的燃料桶的橫斷面。橫斷面積用下面公式算出：

$$f = ab \text{ (平方公尺)},$$

式中： a 與 b —— 量桶內部的長和寬 (公尺)。

5. 試驗的參加人及其職責

對蒸汽船舶動力裝置進行平衡熱工試驗時，其參加人除了