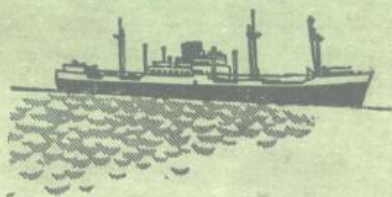


苏联内河运输部学校管理总局批准为
河运中等专业学校 and 河运学院教学参考书

船舶水管锅炉的热力计算

A.C. 亞歷山大洛夫著

葛益紀譯



人民交通出版社

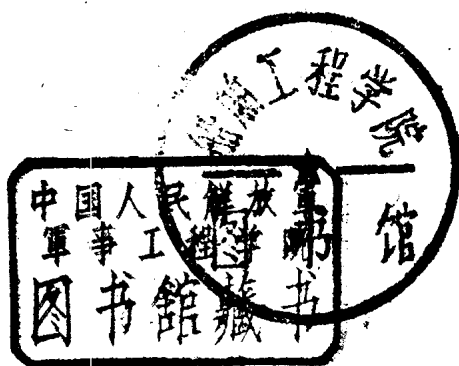
18471

162926

苏联内河运输部学校管理总局批准为
河运中等专业学校 and 河运学院教学参考书

船舶水管锅炉的热力计算

A.C. 亞歷山大洛夫著
葛益紀譯



人民交通出版社

本書研究水管鍋爐的熱力計算并敘述所研究鍋爐的構造。本書供河運中等專業學校和河運學院在進行船舶蒸汽鍋爐的課程設計時作為教學參考書。

本書系葛益紀譯出，經阮耀民審核。

統一書號：15044·6110-京

船舶水管鍋爐的熱力計算

А. С. АЛЕКСАНДРОВ

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

СУДОВЫХ

ВОДОТРУБНЫХ КОТЛОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО "РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ"

МОСКВА-1956

本書根據蘇聯河運出版社1956年莫斯科俄文版本譯出

葛益紀譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

公私合營慈成印刷工廠印刷

1957年8月北京第一版

1957年8月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{2}$

印張：3 $\frac{1}{2}$ 張

全書：82,000字

印數：1—750冊

定價(10)：0.50元

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號)

目 錄

序	4
緒論	6
第一篇 三鼓筒水管鍋爐的热力計算	7
第二篇 直管分节式鍋爐的热力計算	49
第三篇 AP 型双鼓筒水冷壁鍋爐的热力計算	69
第四篇 船舶三鼓筒水管鍋爐的热力計算示例	87
附录 I 船舶水管鍋爐的热工特性(設計数据)	102
附录 II 液体燃料爐膛的 KB-5 型鍋爐	104
附录 III 无烟煤爐膛的 KB-5M 型鍋爐	106
附录 IV 直管分节式鍋爐	108
附录 V AP-3 型水冷壁双鼓筒鍋爐	110
附录 VI AP-4.5 型水冷壁双鼓筒鍋爐	112
附录 VII 乾飽和蒸汽的特性 (按 M.П. 符卡洛維奇教授提出的)	114
附录 VIII 过热蒸汽的比容 (v_{ne} 公尺 ³ /公斤) 和焓 (ine 仟卡/公斤) ...	115

苏联内河运输部学校管理总局批准为
河运中等专业学校 and 河运学院教学参考书

船舶水管锅炉的热力计算

A.C. 亞歷山大洛夫著
葛益紀譯

人民交通出版社

本書研究水管鍋爐的熱力計算并敘述所研究鍋爐的構造。本書供河運中等專業學校和河運學院在進行船舶蒸汽鍋爐的課程設計時作為教學參考書。

本書系葛益紀譯出，經阮耀民審核。

統一書號：15044·6110-京

船舶水管鍋爐的熱力計算

А. С. АЛЕКСАНДРОВ

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ

СУДОВЫХ

ВОДОТРУБНЫХ КОТЛОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО "РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ"

МОСКВА-1956

本書根據蘇聯河運出版社1956年莫斯科俄文版本譯出

葛益紀譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

公私合營慈成印刷工廠印刷

1957年8月北京第一版

1957年8月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{2}$

印張：3 $\frac{1}{2}$ 張

全書：82,000字

印數：1—750冊

定價(10)：0.50元

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號)

目 錄

序	4
緒論	6
第一篇 三鼓筒水管鍋爐的热力計算	7
第二篇 直管分节式鍋爐的热力計算	49
第三篇 AP 型双鼓筒水冷壁鍋爐的热力計算	69
第四篇 船舶三鼓筒水管鍋爐的热力計算示例	87
附录 I 船舶水管鍋爐的热工特性(設計数据)	102
附录 II 液体燃料爐膛的 KB-5 型鍋爐	104
附录 III 无烟煤爐膛的 KB-5M 型鍋爐	106
附录 IV 直管分节式鍋爐	108
附录 V AP-3 型水冷壁双鼓筒鍋爐	110
附录 VI AP-4.5 型水冷壁双鼓筒鍋爐	112
附录 VII 乾飽和蒸汽的特性 (按 M.П. 符卡洛維奇教授提出的).....	114
附录 VIII 过热蒸汽的比容 (v_{ne} 公尺 ³ /公斤) 和焓 (ine 仟卡/公斤) ...	115

序

本書供河運中等專業學校或河運學院輪機專業學生進行船舶蒸汽鍋爐的課程設計時作為參考書。

書中敘述各種類型的船舶水管鍋爐的熱力計算方法，並推薦有關進行熱力計算所必需的数据和共綫圖。

本書討論如下幾種類型的水管鍋爐的（自然循環的）熱力計算：

1) 裝置在大規模生產的蒸汽船上的 KB-5 和 KB-3 型三鼓筒水管鍋爐；

2) 單鼓筒分節式水管鍋爐；

3) AP 型雙鼓筒水管鍋爐，是一種供給高參數蒸汽的輕型水冷壁式鍋爐的可能型式。

比較詳盡地討論了近代廣泛採用於河船上的 KB-5 和 KB-3 型三鼓筒水管鍋爐的熱力計算。利用以波爾尊諾夫為名的中央鍋爐透平學院(ЦКТИ)的共綫圖，對這種鍋爐詳細地討論了確定沿鍋爐煙道的傳熱系數的順序。

KB-3 型三鼓筒水管鍋爐的熱力計算示例，是按表格的方式進行的，這樣對於進行熱力計算很方便。這種計算方式是設計局採用的，也可推薦給學生。

教員在採用本書中所研究的個別類型鍋爐的熱力計算方法來指導課程設計時，應給學生定出單獨的課題。

對每一種類型的鍋爐的課題，應在所燒燃料的種類、燃料的特性和鍋爐的計算蒸汽產量（不要與該型鍋爐的標準相差太

远)方面加以区别。

作者在编写本书时运用了河运部中央技术设计局 (ЦТКБ) 和 [列宁库兹尼察] 工厂设计局在设计水管锅炉时所得出的热力计算数据。

作者认为本书也可能对水运设计局的热工人员与工作人员, 在进行有关蒸汽船舶的改装和在船上装置水管锅炉的计算时有所帮助。

作者感谢列宁格勒水道工程学院教授 Л. В. 阿尔诺里德和基辅河运中等专业学校教师 В. В. 普利夏金在校阅本书时的宝贵意见, 以及 [列宁库兹尼察] 工厂总工程师 А. В. 拜巴柯夫和河运部中央技术设计局局长 М. И. 安德利也夫斯基供给有关锅炉的材料。

作者恳请读者给本书提出意见和希望, 以便在本书再版时加以改进, 这些意见和希望可寄给河运出版社。

作 者

緒 論

船舶蒸汽鍋爐的热力計算通常是在設計鍋爐時、革新鍋爐裝置時和鍋爐從一種燃料改用另一種時進行的。

热力計算用來決定鍋爐蒸汽產量和所需燃料消耗量之間的關係。

在大多數情況下热力計算的給定數據是鍋爐每小時的蒸汽產量、蒸汽參數和所用燃料的特性。热力計算的結果需要確定所燒燃料的消耗量和鍋爐效率（俄文縮寫為 $K. \Pi. \Delta.$ ）。热力計算是在規定的鍋爐負荷下進行的（給定的蒸汽產量），而在船舶設計時或船舶革新時，通常在相對於船舶不同工況的各種負荷下進行幾種負荷計算。

如果對幾種負荷（最少三種）進行热力計算時，則按計算數據就可繪出鍋爐的負荷特性綫。利用這種特性綫可以確定從最小到最大的計算負荷範圍內，任何給定的蒸汽產量下燃料的消耗量和鍋爐用該種燃料工作時的热工指標。

如果按一種負荷進行热力計算，則此時僅為了求出該給定蒸汽產量時的燃料消耗量和热工指標。但在該情況下，必須運用連續近似法，進行通常不少於 2 或 3 次的全部計算，以便使計算終了所得的數據與開始所採用的蒸汽產量和鍋爐效率相符合。

船舶热力計算由下列幾個階段組成：

1) 热力計算的開始部分（包括選擇爐膛內的热損失），確定燃燒產物的體積和繪制焓溫圖；

- 2) 确定爐膛內的交熱數值;
- 3) 确定鍋爐和蒸汽過熱器受熱面對流部分的交熱數值;
- 4) 确定排煙熱損失、鍋爐效率、蒸汽產量和編制熱平衡。

熱力計算的開始部分和爐膛內的交熱數值的計算程序，對討論的所有類型的水管鍋爐均相同。因此這些計算步驟僅在第一篇中研究三鼓筒水管鍋爐時詳細地敘述。

鍋爐對流受熱面和蒸汽過熱器受熱面的計算順序，取決於鍋爐的類型和受熱面的布置，因此對每種類型的水管鍋爐分別地進行討論。

第一篇 三鼓筒水管鍋爐的熱力計算

下面研究對船舶三鼓筒自然循環的水管鍋爐在幾種負荷下進行熱力計算的方法。

計算的最終目的是繪制鍋爐的負荷特性綫，以便能夠在繪制的特性綫範圍內查明在任何小時蒸汽產量時的燃料消耗量和鍋爐效率。

1. 鍋 爐 的 構 造

船舶三鼓筒水管鍋爐的剖面如圖 1 所示。鍋爐具有三個鼓筒，它們的內徑：上鼓筒為 1000 公厘，兩個下鼓筒各為 500 公厘。

鼓筒由兩組直徑為 38/32 公厘的熱水管管束所連接。管子交錯排列成十排。管端彎曲沿徑向鑲在鼓筒上。蒸汽過熱器用

直徑 32/26 公厘的管子分成兩組管束，安置在熱水管管束的中間。

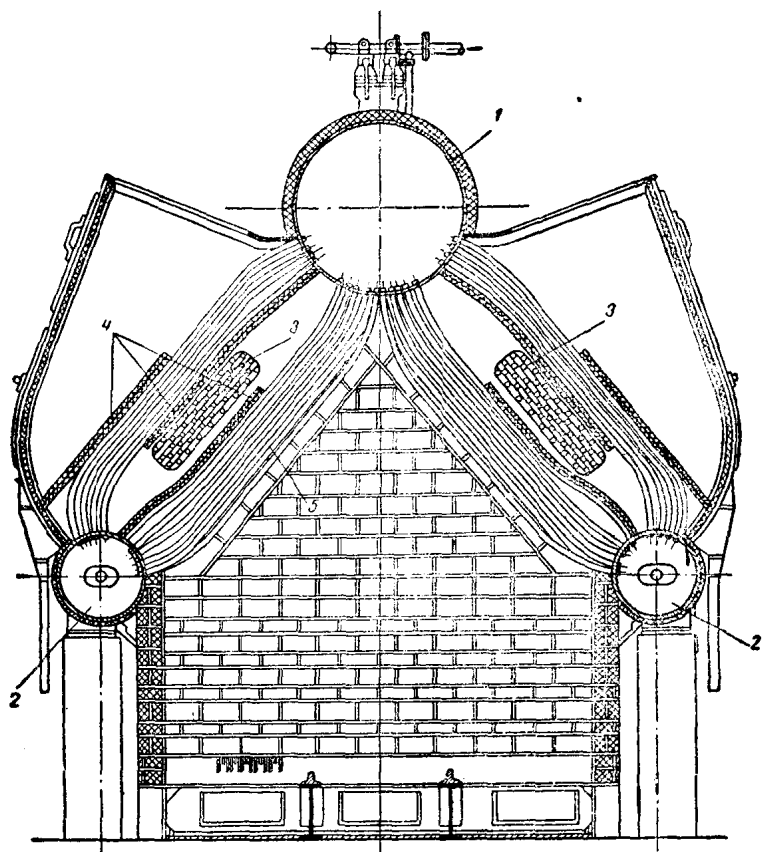


图1. 三鼓筒水管鍋爐

1-汽水鼓筒；2-水鼓筒；3-蒸汽过热器；4-导烟挡板；5-热水管。

燃燒产物从爐膛分兩股流出：一股沿左管束（从鍋爐前面看去）流出，而另一股沿右管束流出。

由于所示的烟气运动方向，这种鍋爐又称为双烟道鍋爐或[双流]式鍋爐。在每組管束內具有隔板，被称为导烟挡板。这种隔板保証烟气运动有如此的方向：使烟气更全面地冲刷鍋爐管子和蒸汽过热器的受热面。

在每組管束中安置三块导烟挡板：第一块在第六排管子后面（沿烟道看去），第二块在蒸汽过热器后，第三块在鍋爐管束的最末排管子后面。

在河船上安裝的三鼓筒水管鍋爐有受热面为 70、85 和 160 公尺² 的三种。最普遍的是受热面为 160 公尺² 的鍋爐（鍋爐牌号是 KB-5）和受热面为 85 公尺² 的鍋爐（鍋爐牌号是 KB-3）。这些鍋爐的工作气压为 15~18 公斤/公分²。蒸汽过热器后正常的蒸汽温度为 300°C。

牌号 KB-5M 和 KB-3M 的鍋爐也有相同的受热面，它們是为获得高参数蒸汽而設計的（ $p_k = 29$ 絕對大气压， $t_{ne} = 350^\circ\text{C}$ ）。

这些鍋爐与 KB-3 和 KB-5 型鍋爐的区别仅在于鼓筒壁較厚和蒸汽过热器的受热面稍大而已。

2. 計算用的数据

正常的每小时鍋爐蒸汽产量 D 公斤/小时，包括过热蒸汽 D_{ne} 公斤/小时和通过蒸汽冷却器的饱和蒸汽（冷却蒸汽） D_{oxa} 公斤/小时。

工作气压 P_k 公斤/公分²。

所烧燃料的种类（給出或从燃料技术特性表上查出其工作成份及其低发热量 Q_n^p 仟卡/公斤）。

給水温度 $t_{n.o}$ °C。

进入爐膛的空气的温度 t_θ °C。

离开鍋爐的蒸汽的乾度 χ 。

3. 鍋 爐 特 征

鍋爐的总受热面 H_k 公尺²。

鍋爐輻射受热面 H_p (有效輻射受热面) 公尺²。

蒸汽过热器前的管束受热面 H_1 公尺²和蒸汽过热器后的管束受热面 H_{II} 公尺²。

蒸汽过热器受热面 H_{ne} 公尺²。

爐柵面积 ΣR 公尺²。

爐膛容积 ΣV_m 公尺³。

組成爐膛空間容积的壁和平面的面积 H_{cm} 公尺² (这个数值取决于爐膛的構造和燃料的种类, 应按爐膛和鍋爐的图紙来計算)。

爐膛容积与組成爐膛空間容积的壁和平面壁面积之比 $\frac{\Sigma V_m}{H_{cm}}$

爐膛的水冷度 $\psi = \frac{H_p}{H_{cm}}$ 。

对計算所必需的各类型三鼓筒水管鍋爐和蒸汽过热器的構造数据, 由表 1 中选取。

船舶三鼓筒水管鍋爐的特征

表 1

鍋 爐 牌 号	鍋爐总 受热面 H_k , 公尺 ²	有效輻 射受热 面 H_p , 公尺 ²	蒸汽过 热器前 的鍋爐 受热面 H_1 , 公尺 ²	蒸汽过 热器 受热面 H_{ne} , 公尺 ²	蒸汽过 热器后 的鍋爐 受热面 H_{II} , 公尺 ²	爐柵 面积 ΣR , 公尺 ²	爐膛 容积 ΣV_m , 公尺 ³	正常的鍋爐 蒸汽产量, 公斤/小时	
								总产量 D	其中飽和 蒸汽量 D_{nac}
KB-5	160	8.93	87.69	23.3	74.04	5.25	8.5	4000	400
KB-5M	160	8.93	87.69	39.0	74.04	5.25	8.5	4000	400
KB-3	85	4.65	41.13	12.7	44.55	2.9	3.85	2250	250
KB-3M	85	4.65	41.13	19.0	44.55	2.9	3.85	2250	250

4. 計算的負荷

为了繪制鍋爐負荷特性曲綫起見，按三种蒸汽产量的負荷进行計算。

主机的过热蒸汽消耗量：正常負荷时采用 D_{ne} 公斤/小时；輕負荷时采用 $0.8D_{ne}$ 公斤/小时；过負荷时采用 $1.2D_{ne}$ 公斤/小时。

輔机的冷却蒸汽消耗量 D_{oxa} 在主机不同的工作負荷时假定采用同值。因此三种負荷时的总蒸汽产量为：

正常負荷时

$$D = D_{ne} + D_{oxa} \text{ 公斤/小时；}$$

輕負荷时

$$D = 0.8D_{ne} + D_{oxa} \text{ 公斤/小时；}$$

过負荷时

$$D = 1.2D_{ne} + D_{oxa} \text{ 公斤/小时。}$$

5. 蒸汽的溫度

蒸汽过热器后的过热蒸汽的溫度取决于蒸汽过热器受热面的数值和鍋爐的工作負荷。在增加負荷时蒸汽的溫度略有提高。

对 KB-5 和 KB-3 型鍋爐在蒸汽压力为 15~18 公斤/公分² 时，用于計算負荷的蒸汽溫度可采用：

正常負荷时 $t_{ne} = 300^{\circ}\text{C}$ ；

輕負荷时 $t_{ne} = 285^{\circ}\text{C}$ ；

过負荷时 $t_{ne} = 310^{\circ}\text{C}$ 。

对于工作压力为 28 公斤/公分²，并較諸 KB-5 及 KB-3 型鍋爐具有較大的蒸汽过热器受热面的 KB-5M 及 KB-3M 型鍋爐，其过热蒸汽溫度采用：

正常負荷时 $t_{ne} = 350^{\circ}\text{C}$;

輕負荷时 $t_{ne} = 340^{\circ}\text{C}$;

过負荷时 $t_{ne} = 365^{\circ}\text{C}$ 。

6. 計算的燃料消耗量和爐膛热强度的確定

編制爐膛热平衡和計算爐膛內的交热，必需知道所燒燃料的数量，因为热損失的数值要取决于爐膛的热强度。由于鍋爐效率 η_K 在开始計算时是未知的，所以每小时燃料消耗量要按預定的鍋爐效率來確定。

用以確定爐膛热强度的每小时燃料消耗量 B ，对于三种負荷中的任一种來說，可由下式求出：

$$B = \frac{D_{ne}(i_{ne} - i_{n.g}) + D_{oxl}(i_{oxl} - i_{n.g})}{Q_h^p \eta_K} \text{ 公斤/小时}$$

式中：

i_{ne} ——在給定的压力和采用的蒸汽温度时过热蒸汽的焓，
仟卡/公斤；

$i_{n.g}$ ——給水的焓，仟卡/公斤；

i_{oxl} ——蒸汽冷却器后的冷却蒸汽的焓，仟卡/公斤。它等于給定压力下的乾飽和蒸汽焓再加5~8仟卡/公斤；

η_K ——在各种負荷下三鼓筒鍋爐的效率，它取决于燃料的种类，可在表2所示的範圍內預先选定。

三鼓筒鍋爐在各种工作負荷时的效率 表2

鍋 爐 的 工 作 負 荷	燃 料	
	煤	重 油
正常負荷.....	0.68~0.70	0.73~0.75
輕負荷.....	0.70~0.73	0.76~0.78
过負荷.....	0.65~0.67	0.71~0.73

用上述方法求得的燃料消耗量，通常与鍋爐的給定蒸汽产量并不相适应的，因为对任何情况的效率数值要想一下子就确定得很准确是做不到的。因此要获得与课题相应的蒸汽产量所必需的每小时燃料消耗量，要在真实的效率确定和鍋爐的特性綫繪成后才能明确。

这样确定了任何負荷的燃料消耗量后，再确定热强度的数值：对燒固体燃料的鍋爐为爐柵(火床)热强度 $\frac{BQ_n^p}{\Sigma R} \times 10^3$ 仟卡/公尺² · 小时，对燒液体燃料的鍋爐为爐膛容积热强度 $\frac{BQ_n^p}{\Sigma V_m} \times 10^3$ 仟卡/公尺³。

7. 热損失的选择和爐膛效率的確定

已知所燒燃料种类、鍋爐構造、爐膛構造及在所取的計算負荷下的热强度数值，根据实际数值选取在爐膛中的化学和机械不完全燃燒的热損失以及爐膛和鍋爐的散热損失(散入四周环境的热損失)。化学不完全燃燒的热損失取决于燃料的种类和热强度，可按表 3 和 4 选取。

表 3

燃重油时化学不完全燃燒热損失 q_3 与 Q_n^p 的百分比

燃 料	爐膛容积热强度, 10^3 仟卡/公尺 ³ · 小时		
	400~500	500~600	600~700
重油.....	2.5~3.0	3.0~3.5	3.5~4.0