

262535

造船技工試用教材

# 船舶蒸汽机

謝汉琨 編著



上海科学技术出版社

造船技工試用教材

# 船 舶 蒸 汽 机

謝 漢 琨 編 著  
胡 廷 羨 審 閱

上海科学技术出版社

## 內 容 提 要

本書共分九章，着重闡述船舶蒸汽机的型式和工作原理、各部件的构造以及蒸汽机的附屬裝置。此外，对蒸汽的基本知識和配气原理也作了扼要的說明。最后，在第九章中介绍蒸汽机的装配工艺，在附录中列出蒸汽机装配时的間隙。

本書系造船技工試用教材之一，可用作船厂培訓新技工的課本，亦可供船上輪机工人參考閱讀。

### 造船技工試用教材 船 舶 蒸 汽 机

謝 汉 瑤 編 著

胡 廷 羨 审 閱

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市書刊出版业营业登记证出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

商务印书館上海厂印刷

开本860×1108 1/32 印張5 20/32 插頁2 字數143,000

1965年12月第1版 1962年12月第1次印刷

印數1—2,000

統一書号：15119·1962

定 价：(九) 0.60 元

## 序 言

在第一个五年计划期间，我局各厂因培训新技工编写了不少教学资料，也积累了一定的教学经验，在此基础上，我们编写了船体基础教程、船体放样、船体装配、船体加工、船舶电焊、船舶气焊与气割、轮机钳工工艺学基础、船舶蒸汽机、船舶辅机、船舶轴系、船舶铜工、船舶强电流工、船舶木工等13种教材。

遵照“国务院关于学徒的学习期限和生活补贴的暂行规定”的精神，结合造船企业的生产特点来编写，对教材深度、广度的要求均较过去为高，内容增加较多，各教材所需要的教学时数，一般地也较过去多一倍左右。同时也注意到教材内容符合船厂生产实际，尤其是工艺部分，均经有经验的老师傅审查并作了补充修改。

可是在生产大跃进和技术革命运动中，造船厂的工艺操作的许多重大革新未及编入教材；另一方面因很多企业急需教材，出版匆促，所以教材还有缺点和不妥之处，请读者批评并将书面意见寄上海科学技术出版社，以便再版时更正。

在编写教材过程中承上海市劳动局姚平同志给予工作上的帮助，特此致谢。

第一机械工业部第九局  
新技工教材编辑委员会

1958年9月

## 前 言

蒸汽机是船舶上最早采用的原动机。自从以蒸汽机作为原动机的第一艘机动船出世以后,到现在为止,已有一百六十多年的历史。在最近几十年中,船舶上虽已逐渐采用了汽轮机和内燃机作为原动机,但蒸汽机在目前使用上,仍占有很大的比重。因此,一个轮机工人,对于蒸汽机的基础理论知识,应该有很好的了解。

本书是根据一机部九局培养新技工的教学大纲编写的,主要内容是先简略地叙述船舶动力装置及仓面设备,对于蒸汽的基本知识也有扼要的介紹。但着重地讲述蒸汽机的零件、蒸汽的分配以及蒸汽机的附属装置。最后对于现代船舶蒸汽机和蒸汽机的安装工艺作了介绍和探讨。附录摘自苏联“修船厂机械车间工艺手册”及各船厂的安装标准中蒸汽机装配时间隙的有关资料,以供参考。

由于本人学识浅薄,并缺乏实际经验,书中可能存有許多錯誤,敬希讀者批評指正。

謝 汉 琨 1959.10 月于上海

# 目 录

序言

前言

第一章 船舶动力装置及仓面设备	1
第一节 船舶动力装置的组成	1
第二节 船舶动力装置的布置	7
第三节 船舶的仓面设备	7
复习题	17
第二章 蒸汽的基本知识	18
第一节 热和温度	18
第二节 热量的单位和比热	20
第三节 热的传播	22
第四节 压力和真空	23
第五节 水的汽化	25
第六节 蒸汽的性质	26
第七节 气体定律	28
第八节 气体的热力过程	29
第九节 热力学第一定律	37
第十节 热力学第二定律	40
复习题	41
第三章 船舶蒸汽机概述	43
第一节 蒸汽机的发展史	43
第二节 蒸汽机的分类	44
第三节 蒸汽机的汽水系统	48
第四节 蒸汽机的一般构造和动作	50
复习题	52
第四章 船舶蒸汽机的不活动部份	53

第一节	汽缸与滑閥室	53
第二节	填料函	59
第三节	导板	64
第四节	机架和机柱	65
第五节	机座和机座軸承	66
	复习題	69
<b>第五章</b>	<b>船舶蒸汽机的活动部份</b>	<b>71</b>
第一节	活塞和活塞環圈	71
第二节	活塞杆	75
第三节	十字头和滑板	78
第四节	連杆及其軸承	78
第五节	曲軸	79
第六节	配汽閥	81
第七节	配汽閥的傳动机构	92
	复习題	99
<b>第六章</b>	<b>蒸汽分配</b>	<b>100</b>
第一节	蒸汽分配概述	100
第二节	滑閥的配气原理	102
第三节	滑閥配气机构的調整	107
第四节	示功图	110
	复习題	117
<b>第七章</b>	<b>蒸汽机的附属装置</b>	<b>118</b>
第一节	汽缸的附件	118
第二节	蒸汽机的潤滑系統	124
第三节	蒸汽机的冷却系統	126
第四节	凝汽器	128
第五节	蒸汽及凝結水的除油和清洁系統	131
第六节	蒸汽机的換向和盘車装置	134
第七节	由蒸汽主机帶动的各种輔助机械	137
	复习題	140
<b>第八章</b>	<b>船舶蒸汽主机</b>	<b>142</b>
第一节	三膨脹式蒸汽机	142

第二节	提閥式蒸汽机 .....	143
第三节	半单流式蒸汽机 .....	145
第四节	直流式蒸汽机 .....	148
复习题	.....	150
<b>第九章</b>	<b>蒸汽机装配</b> .....	<b>151</b>
第一节	蒸汽机装配时注意事项 .....	151
第二节	活塞机构的装配 .....	153
第三节	在船上安装蒸汽主机 .....	163
第四节	滑閥机构的装配 .....	165
第五节	滑閥机构安装于蒸汽机上 .....	169
复习题	.....	172
<b>附录</b>	.....	<b>173</b>



# 第一章 船舶动力装置及仓面设备

## 第一节 船舶动力装置的组成

无论是飞机、汽车或船舶，当它们需要行动的时候，就需要一种推力，以克服行动时的阻力。在船舶上，这种推力是由推进器产生的。推进器有明轮和螺旋桨两种形式，如图 1-1 a、b 所示。多数的船舶都是采用螺旋推进器，但在航行于浅水中的船舶，也有采用明轮作为推进器。当转动推进器的时候，必须有一种机械动力，这种机械动力是由燃料燃烧所获得的热能转变而来的。我们把由热能而转变为机械动力的机器称为热机。但是，由燃料燃烧所获得的热能，转变为机械动力而传达于推进器，必须经过一系列的机械和设备的相互协作。在船舶上我们把这些机械设备，统称为

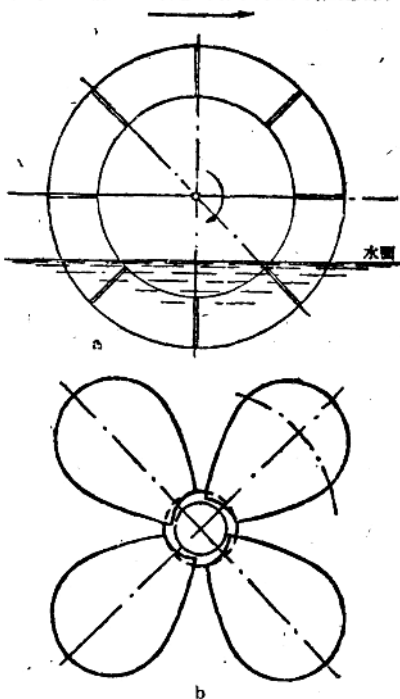


图 1-1

船舶动力装置。下面将介绍船舶蒸汽机的动力装置的主要组成及其用途。

### (一) 船舶主要机械和设备

船舶蒸汽机的动力装置由下列几个主要机械和设备所组成：

(1) 蒸汽锅炉 它的用途是将燃料燃烧的热量经过锅炉的受热面而传给水，使水汽化，产生具有一定压力和温度的蒸汽，作为蒸汽机的工质。蒸汽进入蒸汽机后，便推动活塞，使热能转变为机械动力。目前在船舶上所采用的锅炉有火管锅炉和水管锅炉两种。前者，锅炉炉膛内所产生的火焰及烟气是在管内流通，而在管子的外面则为水所淹没。后者，则相反。关于这两种锅炉的构造，分别简述如下：

a. 火管锅炉 如图 1-2 所示，锅炉的外壳为圆筒形，用钢板铆接或焊接而成。锅炉的两端，分别称为前端板和后端板，又可称为前封头和后封头，为凹面圆形，用钢板制成，其弯边与锅炉的外壳相铆接或焊接。在前端板上装有烟管和炉膛。炉膛装在锅炉里面的下部，其数目为一个到四个，需视锅炉的大小及炉排面积而

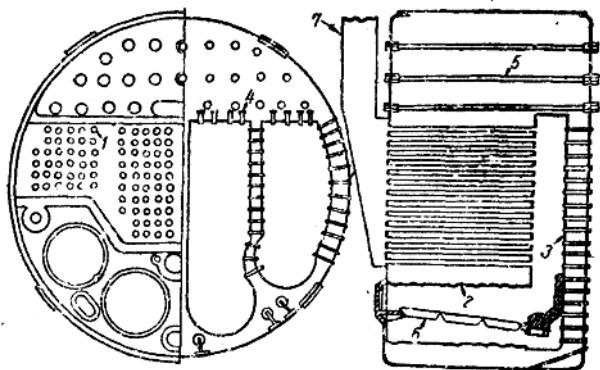


图 1-2

1—烟管；2—炉管；3—燃烧室；4—燃烧室顶部之支撑；  
5—横梁；6—炉排；7—烟箱

定。鍋炉內燃料的燃燒是在炉膛內进行，所产生的烟氣經過燃料室、烟管，进入烟箱而排出。鍋炉中的冷水在炉膛、燃燒室、烟管之外端，与它們的外壳面相接触。这样，可以使冷水充份吸收燃料燃燒的热量，而变为蒸汽。在鍋炉的内部，由于冷水汽化产生压力，作用在鍋炉各平面上，使这些平面发生变形或破裂。为了加强平面强度，在鍋炉之前后面、燃燒室的前后左右及上面頂部，还装有牵条及支梁。在鍋炉的烟管内部，还装有牵条管，可以作为烟管用，又可作为牵条用。

火管鍋炉的优缺点如下：

#### 优点

1. 构造简单，在制造和修理时，不需要特殊的技术和设备。
2. 这种鍋炉由于使用压力较低，对于給水的要求不高。
3. 有較大的容水量及时汽空間，因此当蒸汽机的馬力变动时，仍易保持蒸汽压力。
4. 对于鍋炉管理工，要求较低。

#### 缺点

1. 火管鍋炉的重量較重，并且在船上要占很大的地位。
2. 因容水量較大，鍋炉的炉水循环不良，不能迅速升汽。同时鍋炉的熄火冷却，亦需較长的时间。
3. 不适合于高压蒸汽，通常用于 12~16 大气压。

b. 水管鍋爐 水管鍋爐的型式很多，其中以三鼓式鍋爐为最常见，如图 1-8 所示。有三个鼓筒，上面一个鼓筒，直徑均比其他两个鼓筒为大，鼓筒的上部为蒸汽，下部为水，故称为汽水筒，下面两个鼓筒，被水充滿，故称为水筒，水管將汽水筒和水筒連接起来，构成一个人字形，故这种鍋爐又称为人字鍋爐。

在鍋爐工作时，下面的水筒、水管以及汽水筒的一半均盛滿水，燃料在炉膛內燃燒产生烟氣，經過前管束（也就是接近炉膛的水管）、蒸汽过热器、后管束以及炉水經濟器（即为增加鍋爐的給水

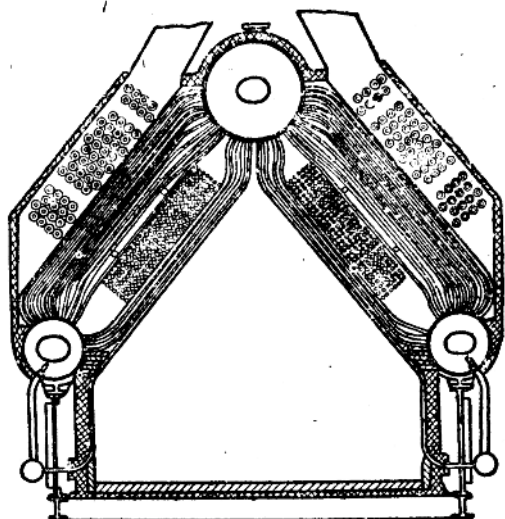


图 1-3

温度的器具), 由烟箱、烟道排出。

这种锅炉的结构特点, 是不需装设牵条, 因为它的各个接头处均为圆形, 所受之蒸汽压力是均衡的。

水管锅炉的优缺点如下:

#### 优点

1. 各接头之处均为圆形, 可以用于高压蒸汽, 最近已有 100 公斤/厘米<sup>2</sup> 的高压船用水管锅炉出现。
2. 汽水筒直径较小, 贮水量少, 所以重量较轻, 占地位亦较省。
3. 炉水循环良好, 可以在较短的时间内产生蒸汽。

#### 缺点

1. 构造复杂, 制造、修理、保养的费用均比火管锅炉为高。
2. 给水的质量比火管锅炉要求严格。

3. 管理人員的技术要求亦較高，因为貯水量較小，如果管理不仔細，会引起意外事故。

(2) 蒸汽主机 它的作用是将蒸汽的热能变为机械能，供給推进器的动力，从而推动船舶前进。在一般的蒸汽机船舶中，推进器均由蒸汽主机的曲軸，經過推力軸、中間軸、艙軸而直接帶动。

(8) 凝汽器 它的用途是将蒸汽机的乏汽加以凝結，使蒸汽机具有最低的背景压，以提高机器效率。

## (二) 船舶輔助机械和設備

以上所述是船舶动力装置中的最主要的机械和設備部份。但他們并不能够孤立地工作，因此尚須配备其他許多为它們服务的輔助机械和設備。

(1) 空气泵 它的作用是抽除凝汽器內所凝結的凝結水，部份未凝結的水汽以及由凝汽器、导管和低压缸的滑閘杆和活塞杆的填料函不严密处漏入的空气，其中以空气所占之体积为最大，故名为空气泵。

(2) 溫水箱 又称为热井，是由过滤器的水箱所組成，空气泵从凝汽器內抽出的凝結水就輸送到达箱內，作短时的积蓄之用，然后再將溫水箱內的凝結水，供給鍋炉的給水之用。

(3) 循环水泵 它的用途是供应凝汽器的冷却水，通常是将舷外水打入，經過凝汽器內的冷却管，使凝汽器內的乏汽迅速冷却凝結，然后再排出舷外。

(4) 給水泵 它的用途是将溫水箱內的凝結水輸送到鍋炉中去。供应鍋炉給水之用。

(5) 給水預热器 它的用途是預热給水，节省鍋炉燃料。預热給水的蒸汽，通常用輔机的乏汽或者特地从蒸汽主机的容汽器中抽出来供应。

(6) 鼓風机 它的用途是供应燃料在鍋炉中燃燒所需要的空气。但在一些小型或旧的船舶中，鍋炉中燃燒所需要的空气是采

用自然通风,不安装鼓风机。

### (三) 船舶其他机械和设备

船舶动力装置中除了上述的机械和设备以外,还有为了供应船上其他需要而装设的机械和设备,兹简述如下。

(1) 发电机 它的用途是供应船舶的照明,无线电以及各种电动机和设备所需要的电力。在船舶上所采用的发电机,一般多为直流发电机,但也有采用交流发电机。带动发电机的原动机有采用蒸汽机,也有采用内燃机和汽轮机。

(2) 舱底水泵 它的用途是排除船舱的积水或调节船舶的稳性。

(3) 救火泵 它是在遇险和失火等情况下使用的。

(4) 卫生泵 是供应船员生活上的需要用水,例如洗浴、洗衣、饮食等等的用水。

### (四) 船舶特殊设备

在船舶动力装置中,除了上述这些机械和设备以外,还有为了船舶的特殊用途而设置的,例如长期航行于海洋中的船舶,就需要安装淡水装置;装载易腐物品的船舶,就需要安装冷藏装置。

### (五) 船舶轴系

船舶的轴系是用来传递蒸汽主机的动力,经过推力轴、中间

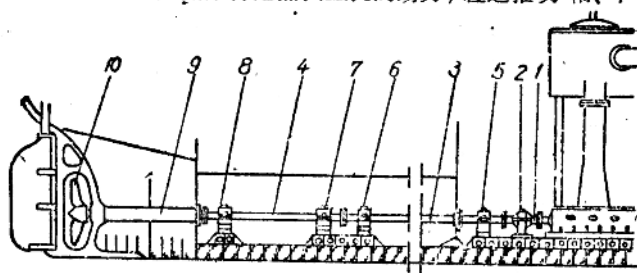


图 1-4

1—推力轴; 2—推力轴承; 3、4—中间轴; 5、6、7、8—中间轴承;

9—艉轴; 10—推进器

軸、艫軸而傳給推進器，它的組成部份如图 1-4 所示。

(1) 推力軸 前端与蒸汽主机的曲軸相連接，后端与中間軸相連接，安裝于推力軸承之內。旧式的船舶，推力軸上的推力环有 5~7 个，而現代的船舶，大多数采用单个推力环的推力軸。

(2) 推力軸承 有两种型式，一为多环式的推力軸承，一为单环式的推力軸承。它的用途是承受螺旋推進器产生的經過中間軸傳遞来的推力，通过本身的底座而傳遞給船壳，使船舶移动。

(3) 中間軸 在大的船舶上，由于軸系很长，因此中間軸是由几根軸組成，在軸系較短的小型船舶上，中間軸可以用单独一根組成，中間軸的前端与推力軸相連，后端与艫軸相連，中間軸通常裝在船壳的隧弄內，俗名地軸弄。

(4) 中間軸承 它的用途是用来支承中間軸。

(5) 艫軸 前端与中間軸相連，后端裝有螺旋推進器。

## 第二节 船舶动力裝置的布置

船舶动力裝置的布置，是根据船舶的用途而不同。但大多数的船舶，船舶动力裝置都集中在一个或二个仓室中，而不是沿着整个船仓而分配。这是因为考虑到蒸汽管路的合理安排以及船舶航行时的操縱方便。这两个仓室，一为鍋炉仓，在这个仓室中，放置鍋炉以及为鍋炉服务的一些机械和設备。一为机仓，在这个仓室中放置蒸汽主机以及为主机服务的一些輔机和設备。至于发电机、仓底水泵、卫生泵等設备，通常亦是放在机仓內的。

图 1-5 所示为拖輪，航行于內河，裝有双脹式滑閥配汽的半单流式蒸汽机、水管鍋炉以及为这些服务的机械和設备的布置图。

## 第三节 船舶的仓面設备

船舶的仓面設备是根据船舶的用途而不同。例如对于拖輪，它必須有拖行的設备；对于貨輪，它必須有裝卸貨物的設备。但是

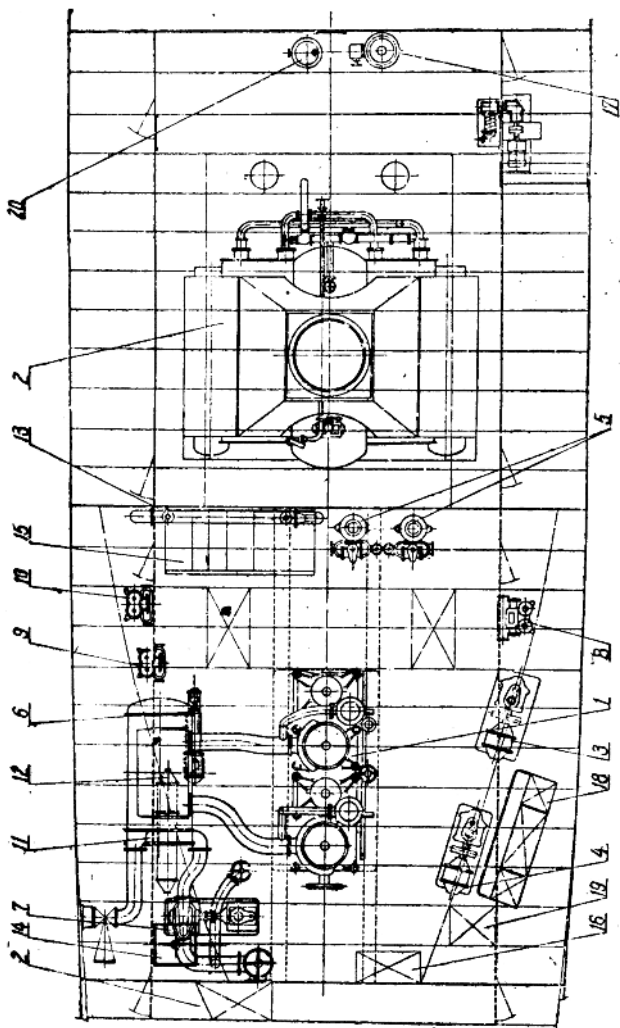


图 1-5

1—蒸汽机；2—锅炉；3、4—发电机；5—给水泵；6—凝水泵；7—循环水泵；8—通用水泵；9—卫生泵；10—仓底水泵；11—凝汽器；12—空气抽液器；13—给水箱；14—凝油器；15—通水箱；16—配电箱；17—锅炉给水泵；18—日用油箱；19—工作台；20—泥箱分离器



無論拖輪或貨輪，以及一般船舶，都必須有舵機械、錨機械兩種主要設備。下面將簡略地介紹這兩種設備以及為它們服務的機械。但在目前我國製造和修理的船舶中，以貨輪為最多，故這裡將起貨設備以及為它服務的機械，也作一般的介紹。

### (一) 舵機設備

當魚在水中游的時候，一定要擺動它的尾巴，才能隨心所欲地游來游去。在船舶上，為了使船舶依照人們所要求的方向航行，一定要裝置舵機設備。舵機設備通常由下列幾部份所組成。

(1) 舵 它是裝置在船的尾部，為了使船舶改變方向容易，操縱輕便，舵的面積應該具有一定的尺寸。至於舵的數目，在大多數的船舶中，都裝置一個舵，但也有裝置二個或三個舵的。

舵由下列幾部份所構成，如圖 1-6 所示。a. 舵葉 1，它的面積有兩種形式，一為平板，一為流綫型剖面（又稱機翼剖面）。前者在小艇上可以看到。後者在目前所有的船舶中都採用。因為流綫型剖面的舵可以減小船隻在航行時的阻力。舵葉的上部與舵杆相連接。在船舶航行時，舵葉差不多是完全浸在水流中，當改變船舶的航行方向時，只要圍繞着它的垂直軸綫而轉動即可。舵葉俗稱為水關葉子。b. 舵杆 2，是一根圓形的杆子，下端與舵葉相連接，上端伸入船體之內，與操舵器的舵柄相連接。舵葉的轉動是由舵杆來帶動的。

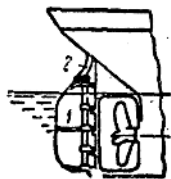


圖 1-6

(2) 操舵器 它是一種傳動機構，其作用是將手動舵輪或者舵機的运动傳給舵，從而改變船舶的航行方向。這種傳動機構，在目前船上最常遇到有三類型式，茲分別敘述如下。

a. 舵柄式操舵器 它是操舵器中最簡單的傳動機構，如圖 1-7 所示。圖中  $OA$  是一根杆子，稱為舵柄，它的一端用鏈裝在舵杆的頭部  $O$  上，而另一端則與鏈或鋼索相連接。鏈或鋼索再通過