

交通系統中等專業學校試用教材

船舶蒸汽机

上 冊

湖北省交通學校 編



人民交通出版社

交通系統中等專業學校試用教材

船 舶 蒸 汽 機

上 冊

(河船輪機管理專業用)

湖北省交通學校 編

人 民 交 通 出 版 社

交通系統中等專業學校試用教材

船舶蒸汽机

上册

湖北省交通學校 編

人民交通出版社 出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新华书店北京發行所發行 全國新华書店經售

人民交通出版社印刷廠印刷

1961年6月北京第一版 1962年1月北京第二次印刷

開本: 787×1032 $\frac{1}{32}$ 印張: 7 $\frac{3}{4}$ 張 插頁3

全書: 149,000字 印數: 2,026—3,425冊

統一書號: 15044·5200

定價(10): 1.10元

本書作为交通系統中等专业学校河船輪机管理专业試用教材，亦可供交通部門有关专业人員工作或业余學習的參攷。

希望使用本教材的單位或个人，多多提出改进意見，逕寄湖北省交通學校，以便再版時修改。

目 录

第一篇 船舶蒸汽机的构造

第一章 概 論	4
§ 1 船舶蒸汽机的一般介紹	4
§ 2 船舶蒸汽机的动作及其工作原理	4
§ 3 船舶蒸汽机发展簡史	8
§ 4 船舶蒸汽机的分类	13
§ 5 船舶动力装置的布置	18
第二章 船舶蒸汽机的固定部分	21
§ 6 汽缸	21
§ 7 填料箱	33
§ 8 汽缸附件	36
§ 9 立式蒸汽机的机架、机座	43
§ 10 导板	50
§ 11 主軸承	52
第三章 船舶蒸汽机的活塞部分	56
§ 12 活塞	56
§ 13 活塞胀圈	60
§ 14 活塞杆	62
§ 15 十字头与滑板	63
§ 16 連杆	70
§ 17 曲柄軸	73
第四章 船舶蒸汽机配汽概念	77
§ 18 配汽机构的概念	77

§ 19	无余面滑閥的蒸汽分配	77
§ 20	有余面滑閥的蒸汽分配	81
§ 21	各种平滑閥的结构及其优缺点	86
§ 22	滑閥的平衡装置和补偿装置	92
§ 23	圆滑閥的结构	94
§ 24	提閥的构造	98
§ 25	提閥配汽与滑閥配汽的比较	101
第五章	船舶蒸汽机的配汽传动装置	104
§ 26	配汽传动装置的要求及分类	104
§ 27	双偏心轮传动装置	105
§ 28	单偏心轮传动装置	117
§ 29	具有转动配汽轴和转动偏心轮的传动装置	123
§ 30	换向装置	125
第六章	船舶蒸汽机的轴系	129
§ 31	船舶轴系的概念及布置	129
§ 32	推力轴和推力轴承	131
§ 33	中间轴和中间轴承	141
§ 34	艏轴和艏轴套筒	143
§ 35	明轮式船舶的轴系布置及结构	147
§ 36	船用蒸汽机的转车装置	150
第七章	船舶凝结器	153
§ 37	船舶凝结器的作用及分类	153
§ 38	表面式凝结器结构	155
§ 39	凝结水的过冷现象及其改善方法	164
第八章	船舶蒸汽机的润滑及冷却	168
§ 40	船舶蒸汽机对润滑油的要求及常用润滑油的种类	168
§ 41	船舶蒸汽机的润滑系统	175
§ 42	船舶蒸汽机的冷却系统	189

第九章 现代船舶蒸汽机整体结构	189
§ 43 三胀式蒸汽机结构	189
§ 44 斜卧式双胀提阀配汽蒸汽机	191
§ 45 成对双胀无容汽器立式蒸汽机的结构	194
§ 46 双胀半单流串缸式蒸汽机	197
§ 47 单胀单流式提阀配汽蒸汽机	200
§ 48 蒸汽机——乏汽汽轮机联合装置	206

第二篇 船舶蒸汽机的维护管理

第十章 船舶蒸汽机的管理和保养	213
§ 49 蒸汽机在航行前的准备及暖机工作	213
§ 50 蒸汽机运转中的管理	217
§ 51 蒸汽机在停止运转及停泊时的维护保养	219
第十一章 船舶蒸汽机在运转中可能发生的故障及其处理方法	223
§ 52 凝結器真空下降的原因及其处理方法	223
§ 53 蒸汽机各运动部分发生不正常响声的原因及其消除方法	226
§ 54 蒸汽机各摩擦部分发热的原因及其紧急处理方法	229
§ 55 典型机损事故产生的原因及其防止方法	231

第一篇 船舶蒸汽机的構造

第一章 概 論

§1 船舶蒸汽机的一般介紹

蒸汽机是船舶原动机的一种。它是利用鍋爐中产生的蒸汽的热能轉变为机械功的一种热机，并通过船舶軸系传递給推进器，产生軸向推力而驅使船舶运动。

由于船用蒸汽机跟陆用蒸汽机的使用条件不同，故有以下特殊要求：

1. 要求机器在船舶傾側和搖摆时能安全運轉，并有良好的安全设备。这点在社会主义国家中受到了特殊的重視。

2. 力求結構簡單緊湊，重量輕，这样可以增加船舶的載貨量，从而提高船舶的經濟性。

3. 必須裝有倒順車裝置，并具有良好的操縱性能。

4. 要求轉速有很大的調節範圍，并保證在最低轉速下能穩定地工作。

5. 經久耐用，管理方便。

§2 船舶蒸汽机的動作及其工作原理

蒸汽机属于热机的一种，它的工質水蒸汽是从一套独立的設備——蒸汽鍋爐——中获得的。若以一公斤热焓为 i_1 的蒸

汽进入机器中作絕热膨胀,并以热焓为 i_2 的状态排出,如不考虑热损失,則有 $(i_1 - i_2)$ 的热量(千卡/公斤)轉变为机械功。根据能量不灭定律,这时蒸汽机所作的机械功为:

$$L_0 = \frac{1}{A} (i_1 - i_2) \text{ 公斤-米/公斤}$$

式中: A 为功的热当量,其值为 $\frac{1}{427}$ 千卡/公斤-米

蒸汽热能轉变为机械功有以下两种方式:

1. 活塞在封閉的汽缸內,受蒸汽压力的作用而作往复运动,水蒸汽的压力能在汽缸內直接轉变为机械功,其大小等于作用在活塞两面的总压力差与活塞移动距离的乘积。由于活塞是直綫往复运动,故称为往复式蒸汽机。以之用于船上則称为船舶往复式蒸汽机(以后簡称蒸汽机)。

2. 蒸汽的势能首先在机器內变为动能,由于它的压力差而逐渐膨胀,使蒸汽的速度增加,然后高速的蒸汽噴到机器的叶片上推动叶片作旋轉运动,因此蒸汽的速度降低,并将动能轉变为机械功。这种机器称为蒸汽汽轮机。

現代蒸汽机虽有各种不同型式,但其基本构件和工作过程大致是相同的。

图1为一立式单缸滑閥式船舶蒸汽机的結構簡图。汽缸本体2的两端为汽缸盖1及汽缸底4封閉着,汽缸內的活塞3固定在活塞杆6上,活塞就在汽缸內作往复运动。活塞把汽缸分为上下两空間(在臥式和斜臥式蒸汽机中,分为前后两空間)。蒸汽交替地进入上部空間或下部空間,当一空間进入新蒸汽时,另一空間便排出上一冲程作功后的乏汽。蒸汽作用在活塞一面的压力大过另一面的反抗压力时,便推动活塞运动而作功。

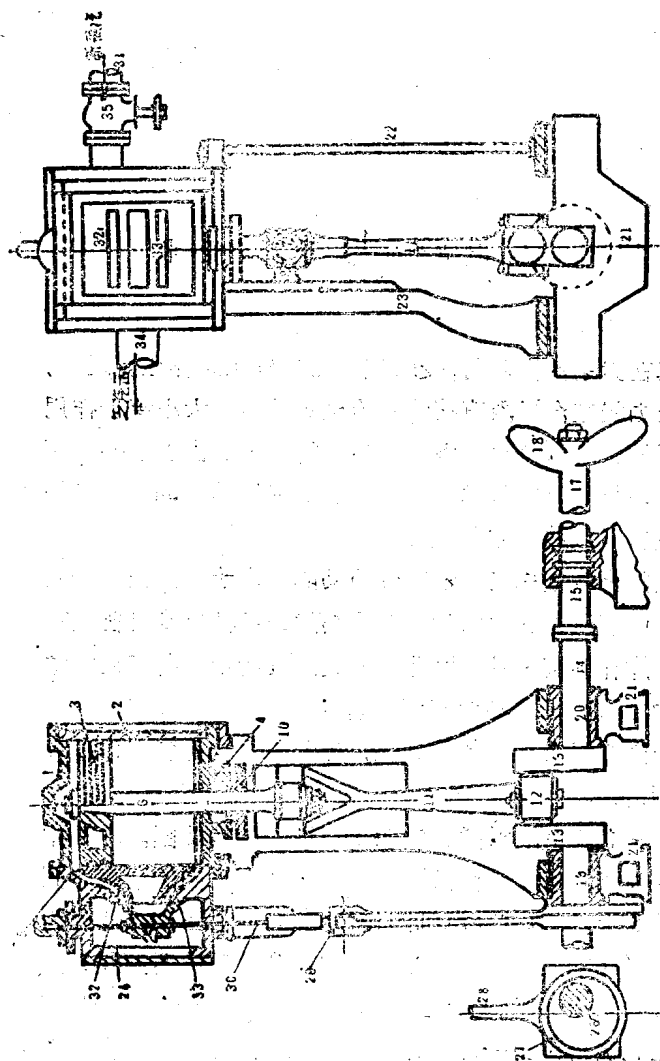


图 1. 立式单缸滑阀式蒸汽机结构简图

1. 汽缸盖; 2. 汽缸本体; 3. 活塞; 4. 汽缸座; 5. 活塞杆; 6. 十字头; 7. 滑板; 8. 滑板; 9. 导板; 10. 填料箱;
11. 连杆; 12. 曲柄销; 13. 曲柄臂; 14. 主轴; 15. 推力轴; 16. 中间轴; 17. 副轴; 18. 螺旋桨; 19. 前主轴
承; 20. 后主轴承; 21. 机座; 22. 前机座; 23. 后机座; 24. 滑阀室; 25. 滑阀; 26. 偏心轮; 27. 偏心环; 28.
偏心杆; 29. 滑阀机构; 30. 滑阀杆; 31. 主汽管; 32. 上部汽道; 33. 下部汽道; 34. 蒸汽管; 35. 主调阀

图示位置为上部空间进汽，下部空间排汽，此时活塞向下运动。当活塞向上运动时，蒸汽的流动方向恰好相反。活塞的往复运动通过活塞杆6、连杆11使曲轴14旋转。然后经推力轴15、中间轴16（图中未示出）及穿过船体的艏轴17带动推进器（螺旋桨）18旋转，从而推动船舶运动。

为了防止活塞杆穿过汽缸底的地方漏汽，装有填料箱10。为了保证活塞杆的中心线和汽缸中心线一致，在活塞杆与连杆相连的十字头上装有滑板8，滑板沿导板9作直线往复运动。卧式和斜卧式蒸汽机的导板还能承受部分往复运动机件的重量，因此减少了汽缸壁的磨损。

活塞冲程的两个端点位置称为极端位置，上端称为上极端位置，下端则称为下极端位置（卧式和斜卧式则分别称为前、后极端位置）。当活塞到达上极端（前极端）位置时，活塞杆、连杆和曲柄三者在一根线上，此时曲柄的所在位置称为上死点（前死点）。反之，当活塞在下极端位置时，曲柄所在的位置称为下死点（后死点）。曲柄销中心和曲轴中心的距离称为曲柄半径 R ，因此活塞的每一冲程 H （活塞由一个极端位置到另一个极端位置的距离）等于两倍曲柄半径，即 $H=2R$ 。当曲柄旋转一周时，活塞应完成两个冲程。

蒸汽机的曲轴在主轴承19、20中转动（主轴承不得少于两个），主轴承固定在机座21上。汽缸则以机架22、23和机座联成一刚性的结构。

汽缸中的进排汽由滑阀室24中的滑阀25直接控制。滑阀的运动也是直线往复运动，而且和活塞的运动相配合。它是由固定在主轴上的偏心轮26来带动的。偏心轮的圆心和曲轴中心不重合，这两中心间的距离称为偏心距（或称偏心半径），用 r 表示之。偏心轮的外缘套着偏心环27，在偏心环上安有偏心杆28，

偏心杆与滑閥杆30通过滑环机构29连接起来，当主軸旋轉时偏心輪便同时旋轉，因而推动偏心杆使滑閥作往复运动。

要使蒸汽机能够正常地运转，活塞与滑閥的动作必須完全协调。当滑閥打开上部汽路32的汽口时，由主汽管31经过主调节阀35导入滑閥室的新蒸汽经过上部汽路流入汽缸的上部（前部）空间，于是活塞向下运动。这时汽缸下部空间的乏汽经下部汽路32及滑閥凹腹部分而排至乏气管34。若滑閥向上运动时，新蒸汽则经下部汽路33进入汽缸下部空间，推动活塞向上运动，上部空间的乏汽经上部汽路32排至乏气管。滑閥由曲軸带动的偏心輪、偏心杆等传动而运动，它的运动使蒸汽周期而交替地进入汽缸，从而推动活塞使机器連續运转。

§3 船舶蒸汽机发展簡史

很早以前人們就会想到要利用蒸汽热能，但直到十八世紀初才实现这个理想——发明了蒸汽提水泵。但由于它不能連續工作，发出的功率又小，故当时还不能作为工业上的原动机。

随着生产力的日益发展，要求具有万能用途的原动机。世界上第一部万能用途的蒸汽机是俄国天才发明家伊凡·波尔祖諾夫于1766年創造的。这一創造不是偶然的，而是波尔祖諾夫以俄国天才科学家罗蒙諾索夫“热的机械理論”知識为指导，以百折不挠的精神努力鑽研，并且以理論和实际紧密相結合的結果。

波尔祖諾夫蒸汽机的构造如图2所示。該机具有两个汽缸1，汽缸直立地安装在蒸汽鍋爐7上，并用蒸汽管与鍋爐接通，装在蒸汽管上的旋塞可輪流开启和关闭。蒸汽仅被用来使活塞上升，当活塞位于汽缸上端位置时，开启管3上的旋塞，冷却水即从水箱2沿着管3自动地噴入汽缸中而使蒸汽凝結，因此在汽缸中产生真空。由于汽缸上部是敞开的，所以活塞在

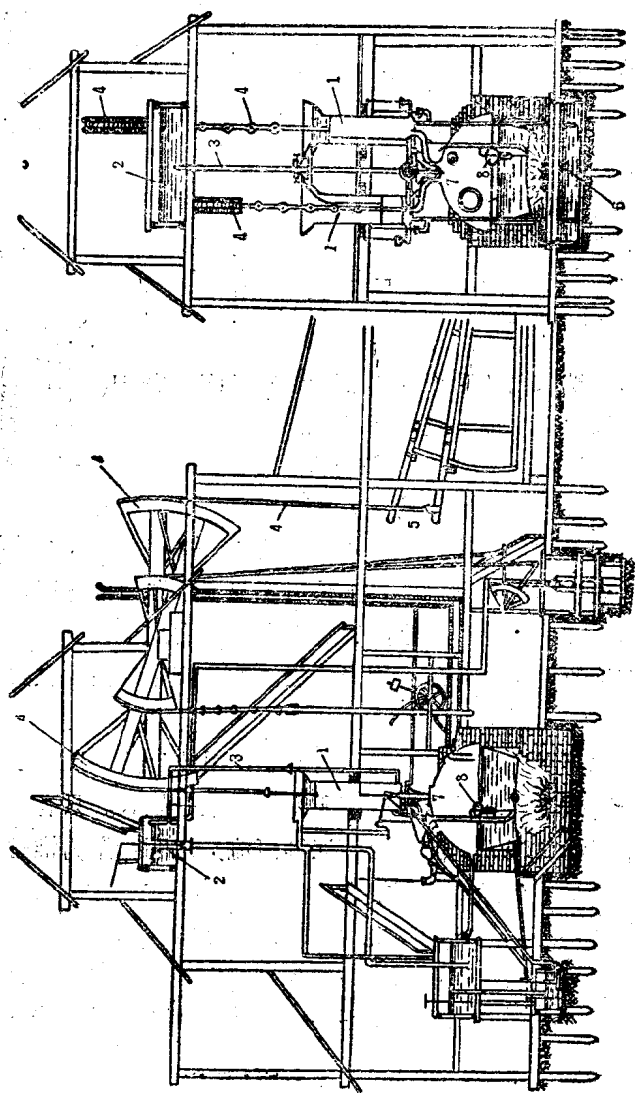


图2 波尔祖诺夫蒸汽机图

大气压力的作用下便向下运动。活塞的运动借带有键条的活塞杆和平衡摇杆4传给风箱5。

蒸汽机是由两个汽缸交替地工作，故保证了机器连续地工作。该机在每分钟15个双活塞冲程时，发出的功率为40馬力，鍋爐压力为1.2绝对大气压力。

在波尔祖諾夫后20年，英国工人瓦特将蒸汽机作了改进。

瓦特創造了凝結器，使乏汽在汽缸外的凝結器內凝結，同时由单作用改为双作用，另外他还創造了旋轉运动机械和調速器等。

第一艘蒸汽机船“克萊蒙脫”号在1807年完成了試航，此后蒸汽机就广泛地被应用于船上。

1832年在俄国建成了第一部用連杆——曲柄机构的蒸汽机，它改进了笨重的搖臂式蒸汽机。

1840年前，明輪还是船舶唯一的推进器。在1848年俄国所建造的战艦“阿基米德”号上采用了螺旋桨作为推进器。

由于明輪改为螺旋桨，船舶蒸汽机也由原来长度較大的臥式蒸汽机改为长度較短的簡形式蒸汽机，直到現在的立式蒸汽机。

立式蒸汽机占用机艙面积为最小，因此目前在以螺旋桨为推进器的船上，它是蒸汽机中所采用的唯一型式。只有在浅水河流中（如我国黑龙江、松花江等河流）以明輪作为推进器的船舶上才采用斜臥式蒸汽机作为主机。

为了提高蒸汽机的經濟性，1820年俄国工程师立脫溫諾夫首先提出复膨胀蒸汽机結構。直到1880年复膨胀蒸汽机还是立式蒸汽机的主要型式。1881年后，才开始建造三級膨胀的蒸汽机。

十九世紀后半期是蒸汽机蓬勃发展的时代；此时12~13公

斤/厘米² 的蒸汽压力极为普遍，其功率也已接近万匹馬力。

到二十世紀初期出現了各种型式的蒸汽机：三胀式、四胀式、提閥配汽式、单流和半单流式以及蒸汽机——汽輪机联合装置等。

我国是热机原理发明最早的国家。早在1150年左右（南宋高宗时代）就发明了具有燃气輪机雛形的走馬灯。热机用于船上是我国首創的。在1678—1679年（清康熙17—18年）南怀仁在北京試驗的冲动式汽輪机用于一艘小船上。这些科学技术成就，由于历代反动的封建統治，不但没有得到应有的发展，有的甚至失传了。

我国自1866年設立馬尾船政局开始自造蒸汽机船舶至今将近有一百年历史了。但在半封建、半殖民地的旧中国，造船工业也和其它工业一样，得不到应有的发展。解放前自造的船舶很少。在船机制造方面，例如蒸汽机，不仅式样老、功率小，而且数量也极少。那时全国稍具規模的船厂尚不滿十家，而且大都只能做些修配工作。

解放十年来，在党和政府的英明领导下，在苏联和各社会主义兄弟国家的无私援助下，我国船机制造工业也和其他工业一样得到了飞速的发展。尤其是近两年来，在党的总路綫光輝照耀下，在大跃进形势的鼓舞下，我国工人阶级发挥了冲天的革命干劲，使得船机制造工业得到了很大的发展。目前装在拖輪和貨輪上的1000馬力三胀式蒸汽机、700馬力成对双胀无容汽器低压缸半单流式蒸汽机，我国已成批制造。我国自己制造的500馬力的半单流式蒸汽机質量很好，达到了很高的水平。

自二十世紀以来，由于汽輪机和內燃机的发展，使蒸汽机的使用范围受到了很大的限制。但是蒸汽机在动作原理和結構上与其他动力机械相比較在很多方面仍有其独特的优点：

1. 蒸汽机具有良好的操縱性能，在任何工况下都能保証其最大轉矩；

2. 功率和轉速的調节范围很大，能长时期的輕載和超載；

3. 坚固耐用，使用寿命长，制造和維護費用低廉；

4. 管理簡單，管理人員容易培养。

此外，还由于它几乎能使用任何燃料（主要是煤），因此蒸汽发动机比需用一定等級的昂貴液体燃料来工作的內燃机要优越得多。尤其在目前我国燃油生产尚不能滿足需要的情況下，这一点更有其重大意义。所以在一定时期內，蒸汽机仍有其发展前途。

船舶蒸汽动力装置中，其功率如在2500馬力至5000馬力之間可以采用汽輪机或蒸汽机，目前5000馬力以上的船舶已很少采用蒸汽机了。功率在3000馬力以下的船舶，如采用蒸汽机，不仅在耗热率上較汽輪机低，并且制造成本也低，維護保养容易。就其耗用燃料的絕對价值計算，在这功率范围內也是最经济的动力机。

从制造和使用的角度来说，改良式蒸汽机（单流机、半单流机）有許多优点；这类机器是多缸的，各缸尺寸相同，零件都可通用，并能和內燃机一样用变更缸数来改变功率。这样可以簡化船舶蒸汽机的类型，使产品达到标准化、系列化和通用化。这对簡化制造、修理、維護管理和降低造价都是非常有利的。

大跃进以来，广大船員充分發揮了敢想敢做的共产主义风格，紛紛把原有蒸汽机的操縱改由駕駛台直接控制，實現了輪艙合一。从而減輕了广大船員的劳动强度，同时提高了机器的操縱性和灵活性，減少了机务事故。

学习蒸汽机的目的，是为了了解蒸汽机的結構，掌握其基本理論及管理方法，以便在实际工作中更好地改进机器的結構

和性能，进一步提高机器效率并延长其使用寿命。

§4 船舶蒸汽机的分类

船舶蒸汽机的分类方法很多，现将几种主要的简述如下：

1. 按用途分：

1) 主机：在机动船上，用来转动推进器（明轮或螺旋桨）而使船舶运动。在非机动船上（起重船、吸泥船等）则作为驱动这些船舶的主要机械之用。

2) 辅机：用来带动船舶辅助机械，如舵机、起锚机、鼓风机、发电机及各种泵等。

2. 按汽缸中心线分：

1) 立式蒸汽机：汽缸位于机架之上，其中心线垂直于曲轴（图1）。

2) 卧式蒸汽机：汽缸中心线成水平方向布置（图3），这种蒸汽机主要作为

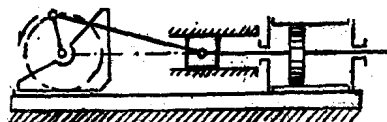


图 3

辅机用。

3) 斜卧式蒸汽机：汽缸中心线成倾斜方向布置（图4）。

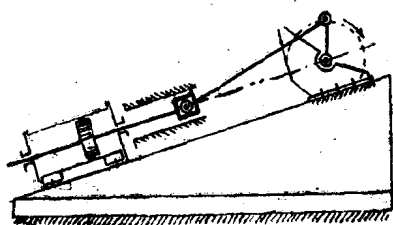


图 4

3. 按蒸汽机工作空间分：

1) 单作用蒸汽机：蒸汽仅在汽缸的一个空间作功。

2) 双作用蒸汽机：蒸汽在汽缸上下两个空间作功。

单作用蒸汽机的曲轴旋转一周时，仅作一次功，而双作用蒸汽机则作两次功，显然，在相同的条件下，双作用蒸汽机所