

机动木帆船轮机员教材

第一册

南京长江航运学校 编



人民交通出版社

“机动木帆船轮机员教材”是为了适应全国木帆船机动化，培训大批机动木帆船轮机人员的迫切需要，根据内河小型拖轮和机帆船的特点而编写的。本书适合具有高小以上程度的学员使用，可以作为各地内河船舶轮机人员训练班的教材或教学参考书，也可供内河船员自学或机务人员参考之用。

全书共分为四册：第一册内容是，柴油机的基本原理和柴油机的主要部件；第二册内容是，柴油机的各系统；第三册内容是，柴油机的辅助装置和柴油机的管理；第四册内容是，煤气机和煤气发生炉、规范系统和推进器、船舶辅助设备。本书为第一册。

在学习本教材之前，应视具体条件，先学习下列基本知识：看图知识、简单的物理、化学知识和基本电工知识。如作训练班教材使用，则教学时间为100小时，第一、二、三册占88小时，第四册占32小时。最好学员先在船上实习一、二个月，再按本书内容进行课堂教学。课堂教学尽量采取直观教学方法，在教完一定章节之后，立即在实习车间进行实习，并组织讨论，还适当的进行阶段测验，这样可使理论联系实际，对所学知识容易掌握和巩固。

机动木帆船轮机员教材

第 一 册

南京长江航运学校 编

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第〇〇六号

新华书店科技发行所发行 全国新华书店经销
人 民 交 通 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

*

1960年6月北京第一版 1960年8月北京第一次印刷

开本：787×1092毫米 印张：1.5张

全书：37,000字 印数：1—5,500册

统一书号：15044·5232

定价(8)：0.18元

目 录

緒 論.....	2
----------	---

第一篇 船用柴油机

第一章 柴油机的基本原理.....	6
第一节 动力的产生及传动.....	6
第二节 柴油机的工作过程.....	7
第三节 四冲程柴油机的工作体系.....	9
第四节 二冲程柴油机的工作体系.....	12
第五节 四冲程柴油机与二冲程柴油机的 优缺点的比较.....	15
第二章 柴油机的主要部件.....	16
第一节 固定部件.....	18
第二节 运动部件.....	29
第三节 气門机构.....	44

緒 論

一、內河航运形势与发展

在祖国广大的土地上，河流与湖泊縱橫交錯，遍布各地。因此，自古以来，船舶就成为交通运输的重要工具。而內河航运在我国整个交通运输事业中占有重要的地位。

解放以来，在中国共产党和毛主席的英明领导下，我国的內河航运事业蒸蒸日上。随着祖国社会主义建设事业的日益发展，尤其在1958年全国工、农业生产全面大跃进的形势下，交通运输的任务更其迫切与繁重。因此，在內河航运方面出现了运力不足的矛盾，形成运输战线上空前紧张的局面。

根据当前水上运输形势，如何进一步扩大运力，以适应当前运输的需要，便成为迫切需要解决的问题。很显然，在目前要迅速增添大量的运输工具来缓和运输的紧张局面，这不仅在客观条件上有困难，而且一时也来不及。所以必须依据两条腿走路的方针，一方面搞“大、洋、群”装备运输干线；另一方面，更重要的是紧紧地抓住“小、土、群”的一环。这也就是要抓紧和加速木帆船的技术改造。它对当前水运工作的跃进具有重要意义。

全国现有木帆船280多万吨，相当于輪駁船的三倍；以货运吨位計，木帆船所完成的货运量达水运总运量70%左右。从这些情况来看，木帆船技术改造的快慢，关系到水运事业能否跃进，关系到在水运方面能否成倍加番地增加运力，同时在政治上也有其重大意义。

目前，木帆船技术改造的方向是在短期內实现半机械化和机械化；在运输过程中实现机动化与拖带化，以提高运输效能，发挥潜在力量，并达到改善劳动条件，解放劳动力，保证完成当前繁重的运输任务。

在全国水网化的光辉远景下，内河航运事业的发展有着极其广阔的前途。面临木帆船技术改造的严重任务，作为一个内河航运工作者，就必须肩负起这个严重而光荣的任务，以共产主义的思想武装自己，勤学苦练，不断提高自己的政治觉悟，掌握科学技术与业务，学好本领为祖国的内河航运事业贡献出全部力量。

二、机动船舶的推进原理

过去，我们的木船是依靠人力及风力来推进的。现在，我们的机动船的特点就是在木帆船上加装了发动机，从而用机器的动力来代替人力及风力推进船舶，大大地提高了运输效率，解放了劳动力。

机动船舶的简单推进原理：当发动机运转后，通过离合器及减速齿轮箱的作用，可以使发动机的转动轴带动艏轴在低于发动机的转速下转动。于是螺旋桨转动，它推动水的分子运动，水的分子也就给螺旋桨一个反推力，这个力通过艏轴又传递给船体，于是推动船体前进或后退。

此外，还有采用明轮来推进船舶的。但在我国，除了东北地区以外，其他地区目前还很少应用，因此就不再加以介绍。

三、船舶发动机的一般类型

由于燃料供给，发动机的制造，以及航运条件等等具体情况的不同，各地内河船舶所采用的发动机类型很难趋于一致，也不一定要完全一致。因此只能根据目前情况及今后发展趋势作一般的介绍。

在內河中，一般多采用小型、立式发动机。由于固体燃料价廉、分布较广，由于柴油机的操作简便与安全，今后內河船舶发动机主要将采用燃烧固体燃料的煤气机，以及燃烧液体燃料的柴油机。但是，为了使用便利，节约燃料，降低成本及因地制宜起見，当然也将采用其他类型的发动机，例如：混合使用的汽油、酒精两用机；柴油煤气机；以及燃烧重柴油的热球式柴油机等。

这里将介绍柴油机与煤气机。

第一篇 船用柴油机

随着人类历史的进展，人们逐步地发明和掌握了利用热能、电能等工作的机械，从而大大地提高了生产力。这些帮助人们工作的机械装置，我们叫它为动力原动机，如安装在船上的蒸汽机、汽轮机和内燃机等都是动力原动机。

但是，在这些动力原动机中，我们又把利用热能来工作的动力原动机统称为热机。在目前来说，热机是最重要的一种发动机，它是利用固体、液体或气体燃料在燃烧时所产生的热能，变换为机械能而作功的机械装置。船上的蒸汽机、汽轮机和内燃机等也都是热机。

柴油机是一种内燃机，它是利用柴油作为燃料，在柴油机的气缸内部燃烧，产生热力，再转变为机械能而作功。在船上，可以用它作为推进船舶的动力，叫做船舶主机，也可以用它作为带动发电机或泵等辅助机械的动力，叫做辅机原动机。

过去，在反动派统治和帝国主义奴役之下，旧中国的工业衰败，航运事业不可能得到应有的发展，因此，在祖国的内河里，除了外商所经营的轮船外，本国的机动船舶很少，而且，所有这些船舶，在技术上都处于一种落后状态。

但是，自从解放以来，在中国共产党和毛主席的英明领导下，我国的航运事业有了飞跃的发展，新型船舶大批出现，技术状态迅速改变和提高。

在这种新的形势下，同时，也由于机器制造业和石油工业的迅速发展，以及柴油机本身在热效率、操纵管理、和对

船舶的适应性等方面所具有的种种优点，使得柴油机船舶有了相应的发展，而且在今后的发展趋势上，占有很重要的地位。

但是，柴油机究竟是怎样的机器，它是如何进行工作的，让我们来作进一步的深入探讨。

第一章 柴油机的基本原理

第一节 动力的产生及传动

图1为柴油机的示意图。在圆筒形的气缸顶部，固定装置着一个气缸头（或气缸盖），气缸头上有进气道和排气道，并装有进气阀、排气阀和喷油咀等机件。在气缸的内部装有活塞，它通过活塞销与连杆相连接。连杆的下端套在曲轴的曲拐销

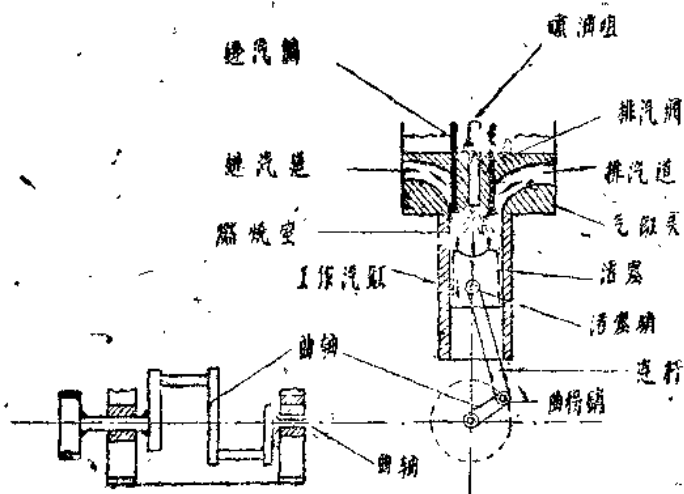


图1 柴油机的动力传动示意图

上，而曲軸又与艫軸系統相連接。

当柴油从噴油咀噴入气缸后立即燃燒起来，在气缸內就产生了热力，它作用在活塞上，推动活塞向下运动，这个动力又通过活塞銷传递給連杆及曲軸，使曲軸产生旋轉运动，曲軸再将动力輸出，传递給艫軸系統，使带动螺旋桨轉动。

柴油定时的向气缸內噴入，使得活塞連續的上、下运动，传递动力給曲軸，再輸出而作功。

第二节 柴油机的的工作过程

如果对柴油机的工作过程加以分析，我們就会发觉它是一个連續的、系統的，而又不断重复的工作过程，具体情况如下：

一、吸气过程

为了使柴油在气缸內燃燒，就必须充分的供給柴油燃燒时所需要的氧气，所以必須向工作气缸內充入新鮮空气。在柴油机中就是利用活塞下行时的抽吸作用，而将外界空气吸入气缸。我們將这个向气缸內充入新鮮空气的工作过程，叫做“吸气过程”。

二、压縮过程

为了使柴油在工作气缸內燃燒，光有氧气还不行，还必须提高气缸內的溫度，使达到柴油的自燃点以上，才能促使柴油着火燃燒。在柴油机中，就是利用活塞上行时对封閉在气缸中的新鮮空气进行压縮而达到的，这个过程叫做“压縮过程”。

三、燃燒及膨胀过程（动力冲程）

当工作气缸中有了足够的新鲜空气与一定的溫度之后，柴油即从噴油咀噴入工作气缸，于是在工作气缸中产生了燃燒。

燃燒的結果就產生大量的燃氣與熱力，推動活塞向下運行而產生動力。這就是柴油機的“燃燒及膨脹過程”或叫做“動力沖程”。

四、洩放與排氣過程

在產生動力之後，為了再一次的產生動力，使發動機能連續不斷地進行工作，必須使工作氣缸恢復到燃燒以前的工作狀態。所以，首先應該將工作完了，而仍充滿在工作氣缸中的燃氣（或稱廢氣）排除，然後才能重複前述的幾個工作過程，產生第二次的動力。在柴油機中，一般是利用在動力完成之後，活塞上行時的排擠作用而達到的。我們把這個從工作氣缸中清除廢氣的全部過程，稱為“洩放與排氣過程”。

當柴油機繼續不斷的運行時，事實上它也就是在周而復始的重複着上述的四個工作過程。因此，柴油機的這四個工作過程，我們往往又統稱為“工作循環”。意思就是說：當柴油機每將這四個工作過程完成一次的時候，就完成了一個“工作循環”，跟着又重複第二次、第三次……，循環不斷的這樣工作着。

但是，柴油機完成這四個工作過程（或循環）的方法有二種，即：四沖程工作循環與二沖程工作循環。

沖程，或叫做行程。即活塞在工作氣缸中從最低位置（或叫做下死點位置）運行到最高位置（或叫做上死點位置），或者說從最高位置運行到最低位置，所經過的路程大小。例如，活塞的沖程為5公寸，這就表示活塞在上、下死點間的運行距離是5公寸。

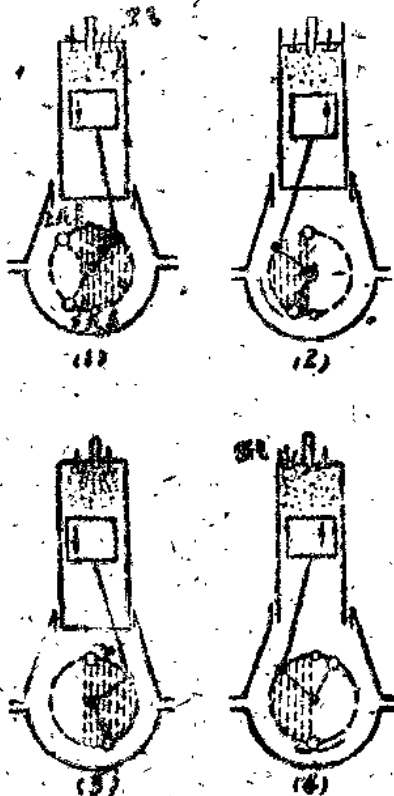
凡採用四沖程工作循環方法而進行工作的柴油機，叫做四沖程柴油機；而採用二沖程工作循環方法而進行工作的柴油機，叫做二沖程柴油機。

第三节 四冲程柴油机的工作体系

一、工作循环的各个工作过程情况

1. 吸气过程（进气行程）：

吸气过程即第一冲程，如图2之(1)所示。过程开始时，活塞运行接近上死点位置，曲拐位于上死点前 $10\sim 40^\circ$ ，进气阀开启。活塞因受曲拐与连杆之引动，经过上死点位置后，由上死点向下死点运行，排气阀关闭，气缸内容积扩大，压力减低，形成局部真空状态，外界新鲜空气，在大气压力下，就经进气阀开始充入气缸内，当活塞运行经过下死点位置之后，曲拐位于下死点后 $80\sim 50^\circ$ 时，进气阀关闭，终止进气，进气过程也就完成。



2. 压缩过程：

压缩过程即第二冲程，如图2之(2)所示。当进气过程终止后，活塞继续向上死点位置运行，此时，由于进、排气阀均关闭，于是封闭在工作气缸内的空气被压缩直到活塞和曲拐运行至上死点位置时为止，这

图2- 四行程柴油机循环原理

就是压缩过程。压缩过程終了时，气缸内的压力叫做压缩压力，而压缩压力与压缩过程开始时气缸内的压力之比值，叫做压缩比。

3. 燃烧及膨胀过程（动力冲程）：

动力冲程即第三冲程，如图2之(3)所示。在压缩过程末期，当活塞运行接近上死点位置，曲拐位于上死点前 $10\sim 30^\circ$ 曲拐轉角时，燃油开始从噴油咀内呈雾状噴入高温的压缩空气中，并很快地自行着火燃烧。接着噴油停止，而曲拐和活塞已越过上死点位置，气缸内的燃气膨胀，推动活塞向下死点运动，使曲軸轉动而輸出动力，当曲拐运转至下死点前 $35\sim 55^\circ$ 曲拐轉角位置时，排气閥开启，燃气在本身压力下，开始向外洩放，动力冲程至此就宣告完成。

4. 洩放和排气过程：

洩放和排气过程即第四冲程，如图2之(4)所示。如上所述，在动力冲程末期，排气閥开启，燃气开始向外洩放，至曲拐运行到下死点位置时，洩放也就結束。但由于活塞轉而向上死点位置繼續运行，驅使燃气更大量地由排閥排出，这种排气过程，直到活塞运行經過上死点，曲拐位于上死点位置后 $5\sim 35^\circ$ 曲拐轉角时結束。至此，也就完成了一个工作循环。但在此时，进气閥又已开启，于是，柴油机便开始了第二次的进气过程。

由此可得出这样的結論：四冲程柴油机，每完成一个工作循环时，活塞上、下运行四次（即四个冲程），曲軸旋轉两周。

二、四冲程柴油机的規时圖

从上述的工作过程里，我們已經很清楚的知道：柴油机的进、排气閥的启閉，以及噴油咀的噴油开始和停止等，根据柴油

机的不同型式和构造，都有其一定的時間与关系。如果在安装发动机时，对于这些規定的時間（即規时），不能調整准确，那么就会影响到发动机的工作，甚至发生故障。为此，对于一部发动机的規时，在我們使用它时，应加以特別注意。

为了便于了解发动机的規时情况，一般常把发动机的規时体現在一个以曲拐轉角的大小以及和上、下死点的关系来表示的平面图上，这个平面图就叫做“規时图”。

今以我国上海柴油机厂所制造的立式四冲程六缸柴油机的規时为例，繪出其規时图，如图3所示，并列表1。

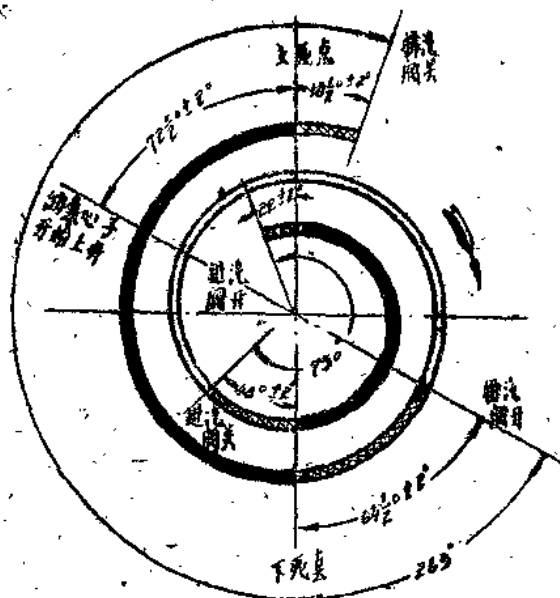


图3 40、80瓩馬力四冲程規时角度图

表 1

規 時 機 物	規 時 (曲拐轉角——度)	
進 氣 閥	開 關	上 死 點 前 $22^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 下 死 點 后 $46^{\circ} \pm 2^{\circ}$
	開 關	下 死 點 前 $64.5^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 上 死 點 后 $18.5^{\circ} \pm 2^{\circ}$
排 氣 閥	開 關	上 死 點 前 $72.5^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 上 死 點
	開 關	上 死 點

第四節 二冲程柴油機的工作體系

一、工作循環的各個工作過程情況

1. 第一冲程——清扫、充气与压缩过程：

如图 4 之(1)和(2)所示。当活塞越过下死点向上运行时，扫气孔和排气阀均已开启，新鲜空气由鼓风机增压后，经扫气孔充入工作气缸内，将气缸内的废气清扫，由排气阀排出。

活塞继续上行，当曲拐位于下死点后 $30 \sim 40^{\circ}$ 曲拐转角时，活塞即将进气孔遮闭，而排气阀也已经关闭，于是气缸内的空气被压缩，直到活塞运行至上死点位置为止。

2. 第二冲程——燃烧、膨胀、洩放与清扫过程：

如图 4 之(3)和(4)所示。当活塞运行接近上死点，曲拐位于上死点前 $10 \sim 20^{\circ}$ 曲拐转角位置时，喷油器把燃油呈雾状喷入工作气缸内，燃油随即着火燃烧，产生燃气与热力，推动活塞下行。当活塞向下运行接近下死点，曲拐位于下死点前 $80 \sim 90^{\circ}$ 曲拐转角位置时，排气阀开启，废气借本身压力开始洩放。而当活塞继续下行，曲拐位于下死点后 $30 \sim 40^{\circ}$ 曲拐转角位置时，扫气孔开启，新鲜增压空气流入工作气缸，对气缸内的废气进行

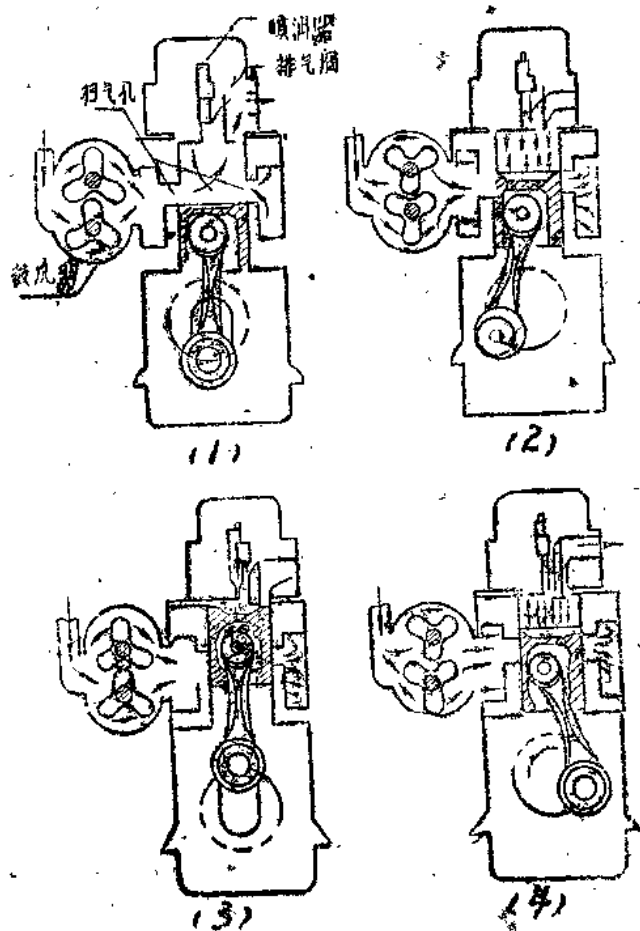


图4 二冲程柴油机工作过程

清扫。至此，也就完成了一个工作循环，于是柴油机又开始了第二个工作循环。

显然，可以得出这样的结论：二冲程柴油机每完成一个工作循环，活塞上、下运行二次，曲轴旋转一周。

二、二冲程柴油机的规时图

图5所示，为6-71型二冲程柴油机的规时图。现列表2分析如下。

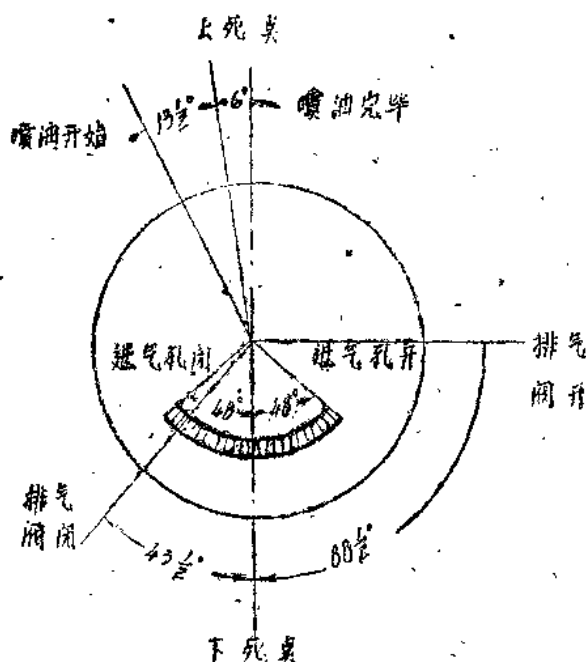


图5 6-71型二冲程柴油机规时图

表 2

規 時 機 構	規 時 (曲 拐 轉 角)	
掃 氣 孔	開 關	下 死 點 前 48° 下 死 點 后 48°
	開 關	下 死 點 前 $88\frac{1}{2}^{\circ}$ 下 死 點 后 $43\frac{1}{2}^{\circ}$
排 氣 閥	開 關	上 死 點 前 $23\frac{1}{2}^{\circ}$ 上 死 點 前 6°
	始 畢	

第五節 四冲程柴油機與二冲程柴油機優缺點的比較

一、四冲程柴油機

1. 優點:

- 1) 氣缸長度全為有效衝程;
- 2) 一般的不設鼓風器, 空氣完全在氣缸內進行壓縮, 所以, 不另外消耗動力;
- 3) 如轉速相同, 氣閥及其它部份的損耗比較輕, 噪音也小。

2. 缺點:

- 1) 因四個行程中才產生一次動力, 轉矩不平均, 因此飛輪必須加重;
- 2) 如馬力相同, 四冲程柴油機的重量就比較大。

二、二冲程柴油機

1. 優點:

- 1) 如轉速、氣缸的數目和內徑、衝程長度、壓縮壓力等都和四冲程相同, 動力衝程就多一倍, 動力可增加70~90%, 轉矩平均, 飛輪也比較小;
- 2) 如馬力相同, 二冲程柴油機比較輕。