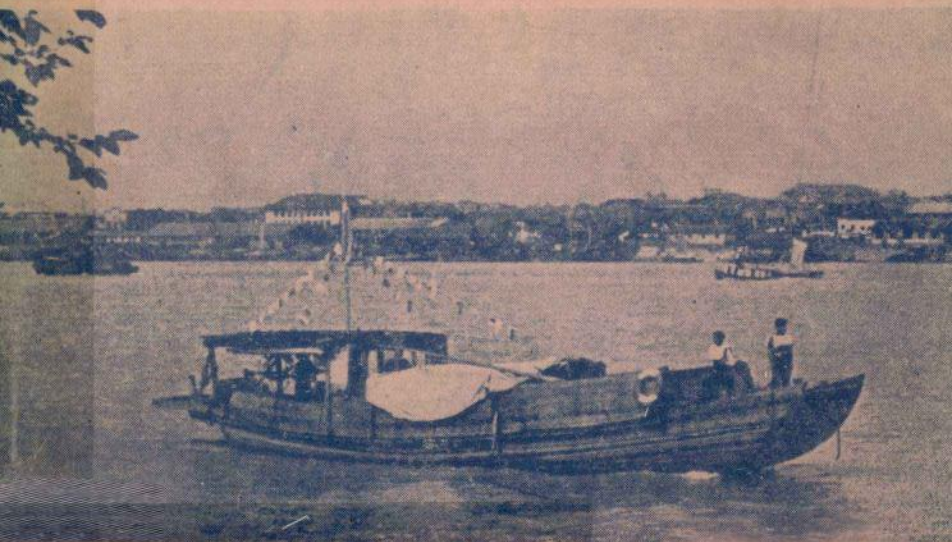


机动木帆船轮机员教材

(修訂本)

上 冊

南京長江航运技工学校 編



出版社

机动木帆船轮机员教材

(修訂本)

上 冊

南京長江航运技工学校 編

人 民 交 通 出 版 社

本書原分为一、二、三、四册,此次再版时,将它合併,分为上、下两册、其內容上册为柴油机的基本原理、主要部件和柴油机的各系統;下册为柴油机的輔助裝置和管理,煤气机和煤气发生爐、尾軸系統和推進器、以及船舶輔助設備等。

本書适合高小以上文化程度的學員使用。可作为內河船舶輪机人員訓練班的教材或教学参考書,也可供內河船員自学或机务人員参考用書。

机动木帆船輪机員教材

(修訂本)

上 册

南京长江航运技工学校 編

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版业营业許可証出字第〇〇六号

新华书店北京发行所发行 全国新华书店經售

人 民 交 通 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

*

1960年6月北京第一版印一次共印5,500册

1965年9月北京第二版 1965年9月北京第二次印刷

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印張: 3 $\frac{1}{2}$ 張

全書: 85,000字 印数: 5,501—9,150册

統一書号: K 15044·5232

定价(科二): 0.34元

上册目录

绪言	3
----------	---

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原理	9
第四节 二冲程柴油机的工作原理	13
第二章 柴油机的主要部件	16
第一节 固定部件	16
第二节 运动部件	28
第三节 配气机构	43
第三章 柴油机的各系统	55
第一节 燃油的喷射、燃烧及其系统	55
第二节 发动机的润滑与润滑油系统	88
第三节 发动机的冷却与冷却水系统	99
第四节 进排气系统	111

編 者 的 話

《机动木帆船轮机員教材》是为了适应全国木帆船机动化，培訓大批机动木帆船轮机人員的迫切需要，根据內河小型拖轮和机帆船的特点而編写的。本书适合具有高小以上文化程度的學員使用。可作为地方內河船舶轮机人員訓練班的教材或教学参考书，也可供內河船員自学或机务人員参考用。

全书分为上、下两册。其內容上册是柴油机的基本原理、主要部件和柴油机的各系統；下册是柴油机的輔助装置和管理、煤气机和煤气发生炉、尾軸系統和推进器以及船舶輔助設備等。

在学习本教材之前，应先学习看图知識、一般的物理化学、基本电工知識等，以便于掌握本教材的內容。如果作为訓練班的教材，則教学時間为100学时：第一篇为重点，約占68学时；第二、三、四篇約为32学时。如果學員还未上船工作过，則在学习之前最好先在船上实习一、二个月。課堂教学尽量采取直观教学方法。在教完一定章节之后，应結合教学內容进行实习。在教学过程中，应适当組織討論和阶段測驗，以便及时巩固和逐步提高。

本书是在1960年根据我校“內河小船司机”班培訓讲义改編出版的。在这次修訂再版时，由于時間仓促、人力和水平有限、又对內河航运缺乏深入而具体的調查研究，所以对书中的謬誤和不切合实际之处都未能作到細致的刪改和修正，还請讀者提出寶貴的意見，給予批評指正。

南京长江航运技工学校

1964年9月

上册目录

绪言	3
----------	---

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原理	9
第四节 二冲程柴油机的工作原理	13
第二章 柴油机的主要部件	16
第一节 固定部件	16
第二节 运动部件	28
第三节 配气机构	43
第三章 柴油机的各系统	55
第一节 燃油的喷射、燃烧及其系统	55
第二节 发动机的润滑与润滑油系统	88
第三节 发动机的冷却与冷却水系统	99
第四节 进排气系统	111

緒 言

我国有漫长的海岸线和众多的江河、湖泊，水运条件十分优越，水运历史悠久。但在半封建、半殖民地的旧中国，水运事业和其他事业一样，得不到应有的发展。

解放以后，在中国共产党和毛主席的英明领导下，我国的内河航运事业蒸蒸日上。随着我国社会主义建设事业的日益发展，交通运输任务更加迫切与繁重。在这种形势下，如何迅速扩大水上运输能力就成为一个重要问题。全国木帆船在水上运输中，所完成的货运量（以吨位计）约达水运总运量的70%左右。因此，如果能够对木帆船进行技术改造，则对运输能力的提高将起很大的作用。

目前，木帆船的技术改造工作正在进行。在很多内河上，机帆船的数量不断增多。而在这些机帆船上，一般装有1~2部小型柴油机或煤气机作为推进船舶的动力；同时也配备一些必要的辅助机械，以保证机器和船舶的有效运行及安全。随着木帆船技术改造的发展，进一步提高了对这些船舶运行管理的技术要求，特别是轮机管理方面更为突出。

木帆船的机动化，在技术上是比较复杂些，所以要求使用、管理人员也要具备一定的技术水平。否则，一方面可能由于使用、管理不当而使机器设备容易产生故障或加速磨损；另一方面，当机器设备产生故障或进行维修时，不能及时而妥善地处理、排除故障和保证修理质量。总之，所有这些情况的产生，都会影响生产、减低设备的使用率和寿命、造成浪费和提

高了生产成本。显然,这对我国的社会主义建设事业是不利的。

“厉行节约、反对浪费”,这是社会主义建设事业的基本方针之一。毛主席教导我们说:“要使全体干部和全体人民经常想到我国是一个社会主义的大国,但又是一个经济落后的穷国,这是一个很大的矛盾。要使我国富强起来,需要几十年艰苦奋斗的时间,其中包括执行厉行节约、反对浪费这样一个勤俭建国的方针。”^①因此,在内河机帆船技术改造的过程中,我们也必须执行党和毛主席所指出的这条勤俭建国的方针。

在总路线、大跃进、人民公社三面红旗的光辉照耀下,内河航运事业的发展是有着极其广阔的前途。面临木帆船技术改造的重大任务,作为一个内河轮机人员就必需肩负起这个光荣的任务。勤学苦练、不断提高自己的政治觉悟、掌握轮机管理技术,为彻底改变我国内河航运事业上的落后面貌而努力。

① 毛泽东:《关于正确处理人民内部矛盾的问题》。人民出版社1957年版,第36页。

第一篇 船用柴油机

随着人类历史的进展，人們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。这些帮助人們工作的机械装置，我們叫它为“动力原动机”，如安装在船上的蒸汽机、汽轮机和內燃机等都是动力原动机。

但是，在这些动力原动机中，我們又把利用热能来工作的动力原动机統称为“热机”。在目前來說，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转变为机械能而作功的机械装置。船上的蒸汽机、汽轮机和內燃机等也都是热机。

柴油机是一种內燃机，它是利用柴油作为燃料，在柴油机的气缸內部燃烧，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輔助机械的动力，叫做“輔机原动机”。

过去，在反动派統治和帝国主义奴役之下，旧中国的工业很落后，航运事业不可能得到应有的发展。因此，在祖国的內河上，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。

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，新型船舶大批出現，技术状态也迅速改变和提高。

由于机器制造工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，怎样正确地使用和管理它，等等。所有这些问题都将在以下各章节中探讨。

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。在气缸顶部，固定装置着一个气

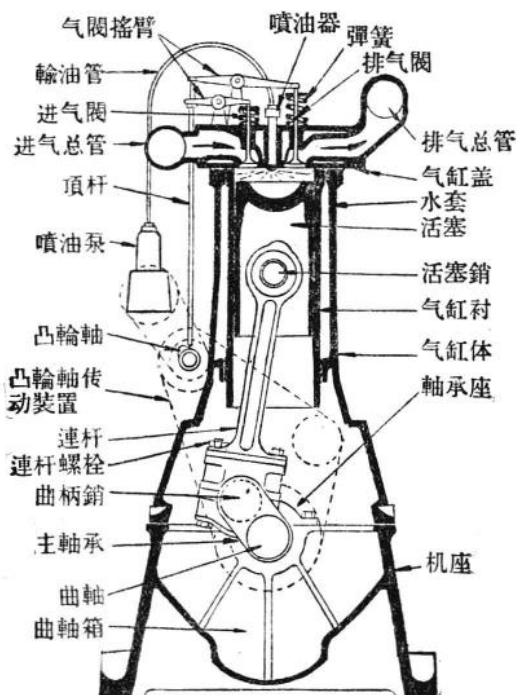


图1 柴油机的工作示意图

缸头(或称气缸盖)。气缸头里有进、排气道，用以把新鲜空气吸入工作气缸和把工作气缸中的废气排出。在气缸头上还装有进、排气阀和喷油咀等机件。气缸内有活塞，它通过活塞销与连杆相连接，而连杆的另一端则套置在曲轴的曲拐销上。曲轴是一根特殊形状的转动轴，它与尾轴相连接。

燃油从油箱中经油管进入高压油泵（装在柴油机侧面），在油泵中燃油被增压到约为 $150\sim 350$ 公斤/厘米²。然后经高压油管输送给喷油咀，再由喷油咀喷入工作气缸。

当燃油喷入工作气缸后，就和气缸中的高压、高温空气相混合，并随即燃烧起来，在气缸中产生热力。而活塞在热力作用下向下运动，于是经活塞销、连杆的传动，使曲轴转动起来。就带动尾轴与推进器一起转动。

燃油定时的向工作气缸内喷入、燃烧，使得活塞定时地向下运动，结果就使曲轴获得动力而连续地转动做功。

第二节 柴油机的工作过程

如果对柴油机的工作过程加以分析，我们就会发觉它是一个连续的、系统的，而又不不断重复的工作过程，具体情况如下：

吸 气 过 程

为了使柴油在气缸内燃烧，就必须充分的供给柴油燃烧时所需要的氧气，所以必须向工作气缸内充入新鲜空气。在柴油机中就是利用活塞下行时的抽吸作用（或用增压泵充入），而将外界空气吸入气缸。我们将这个向气缸内充入新鲜空气的工作过程，叫做“吸气过程”。

压 缩 过 程

为了使柴油在工作气缸内燃烧，光有氧气还不行，还必须提高气缸内的温度，使达到柴油的自燃点以上，才能促使柴油着火燃烧。在柴油机中，就是利用活塞上行时对封闭在气缸中的新鲜空气进行压缩而达到的，这个过程叫做“压缩过程”。

燃烧及膨胀过程（动力冲程）

当工作气缸中有了足够的新鲜空气与一定的温度之后，柴油即从喷油咀喷入工作气缸，于是在工作气缸中产生了燃烧。燃烧的结果就产生大量的燃气与热力，推动活塞向下运行而产生动力。这就是柴油机的“燃烧及膨胀过程”或叫做“动力冲程”。

洩放与排气过程

在产生动力之后，为了在工作气缸中再一次的产生动力、使发动机能连续不断地进行工作，必须使工作气缸恢复到燃烧以前的工作状态。所以，首先应该将工作完了而仍充满在工作气缸中的燃气（或称废气）排除，然后才能重复前述的几个工作过程，产生第二次的动力。在柴油机中，一般是利用在动力完成之后，活塞上行时的排挤作用而达到的。我们把这个从工作气缸中清除废气的全部过程，称为“洩放与排气过程”。

当柴油机继续不断地运转时，事实上它也就是在周而复始地重复着上述的四个工作过程。因此，柴油机的这四个工作过程，我们往往又统称为“工作循环”。意思就是说：当柴油机

每将这四个工作过程完成一次的时候，就完成了—个“工作循环”，跟着又重复第二次、第三次……，循环不断的这样工作着。

但是，柴油机完成这四个工作过程（或循环）的方法有二种，即：四冲程工作循环与二冲程工作循环。

冲程，或叫做行程。即活塞在工作气缸中从最低位置（或叫做下死点位置）运行到最高位置（或叫做上死点位置），或者说从最高位置运行到最低位置，所经过的路程大小。例如，活塞的冲程为5分米，这就表示活塞在上、下死点间的运行距离是5分米。

凡采用四冲程工作循环方法：即四个工作过程是在活塞四个冲程内完成而进行工作的柴油机，叫做四冲程柴油机；而采用二冲程工作循环方法：即四个工作过程是在活塞二个冲程内完成而进行工作的柴油机，叫做二冲程柴油机。

第三节 四冲程柴油机的工作原理

工作循环的各个工作过程情况

一、吸气过程（进气冲程）

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的引动，经过上死点位置后由上死点向下死点运行，排气阀随即关闭，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作用下经进气阀开始充入工作气缸内。当活塞运行经过下死点位置之后，曲拐位于下死点后 $20\sim 50^\circ$ 时，进气阀关闭，终止进气，进气过程也就完成。

二、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,这就是压缩过程。压缩过程终了时,气缸内的压力叫做压缩压力。压缩开始时气缸内的容积与压缩过程终了时气缸内的容积之比值,叫做压缩比。

三、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 $10\sim 30^\circ$ 曲拐转角时,燃油开始从喷油咀内呈雾状喷入高温的压缩空气中,并很快地自行着火燃烧。接着喷油停止,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,使曲轴转动而输出动力。当曲拐运转至下死点前 $35\sim 55^\circ$ 曲拐转角位置时,排气阀开启,燃气在本身压力下,开始向外洩放,动力冲

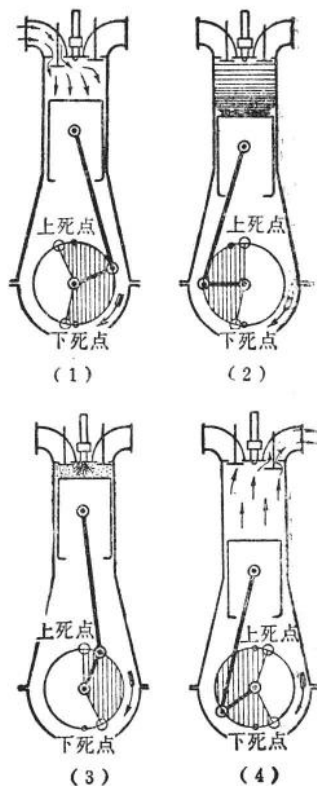


图2 四冲程柴油机循环原理

程至此就宣告完成。

四、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，排气阀开启，燃气开始向外洩放，至曲拐运行到下死点位置时，洩放也就结束。但由于活塞转而向上死点位置继续运行，驱使燃气更大量地由排气阀排出，这种排气过程，直到活塞运行经过上死点、曲拐位于上死点位置后 $5\sim 35^\circ$ 曲拐转角时结束。至此，也就完成了一个工作循环。但在这时，进气阀又已开启，于是，柴油机便开始了第二次的进气过程。

由此可得出这样的结论：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），曲轴旋转两周。

四冲程柴油机的规时图

从上述的工作过程里，我們已经很清楚地知道：柴油机的进、排气阀的启闭以及喷油咀的喷油开始和停止等，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现在一个以曲拐转角相对于上、下死点的位置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。除了用規时图来表示外，还可以用表 1 的形式来表明发动机的規时情况。

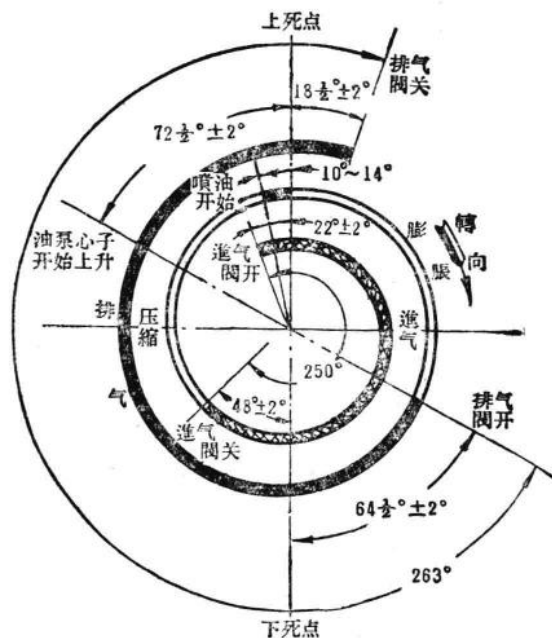


图3 40、60馬力四冲程規时角度图

表1

規 時 機 構		規 時 (曲拐轉角——度)
進 氣 閥	開 關	上死点前 $22^{\circ}\pm 2^{\circ}$ 下死点后 $48^{\circ}\pm 2^{\circ}$
排 氣 閥	開 關	下死点前 $64.5^{\circ}\pm 2^{\circ}$ 上死点后 $18.5^{\circ}\pm 2^{\circ}$
噴 油 閥	始 畢	上死点前 $10^{\circ}\sim 14^{\circ}$ 上死点

第四节 二冲程柴油机的工作原理

工作循环的各个工作过程情况

一、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，活塞即将扫气孔遮闭，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。

二、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，曲拐位于下死点前 $30\sim 40^\circ$ 曲拐转角位置时，扫气孔开启，新鲜增压空气充入工作气缸，对气缸内的废气进行清扫。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。

二冲程柴油机的规时图

图5所示，为GM6HN9型二冲程柴油机的规时图，可参看表2分析其规时情况。