

柴油机的使用和维修

柴油机的使用和维修

353

64

柴油机的使用和维修

邢国楨 著

江西人民出版社出版

(南昌市三緯路11号)

江西省书刊出版业营业许可证出字第1号

江西新华印刷厂印刷

江西省新华书店发行

书号: 2360

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张: $3 \frac{7}{8}$ · 字数: 66,000

1964年5月第一版

1964年5月第一版第一次印刷

印数: 1—11,000

统一书号: T 15110·106

定 价: 0.35元

前 言

为了响应党的号召，更好地支援农业，在为农业现代化的伟大事业中，贡献出自己一份力量，我根据自己长期的工作体验，写了《柴油机的使用和维修》。

编写这本书的目的，主要是为了适应目前农业机械发展的需要，帮助拖拉机手、柴油机手解决实际工作中的一些问题。所以，书中的内容主要着重于实际操作和维修的经验介绍；文字上尽量照顾拖拉机手、柴油机手的现有文化程度，力求做到简单明了通俗易懂。同时，根据2105型柴油机在我省广泛使用的实际情况，书中在介绍一般柴油机基本知识和结构时，又着重以2105型柴油机为例加以说明。

我的工作经验不足，文化水平很低，原稿写出后，虽然又经过许渊沅、徐家福等同志的整理、补充，并得到工程师的帮助，但因时间匆促，书中一定还存在不少缺点，希望读者批评和指正。

作 者

1963年12月

目 次

第一章 柴油机的一般工作原理	(1)
第一节 进气冲程	(2)
第二节 压缩冲程	(3)
第三节 作功冲程	(4)
第四节 排气冲程	(5)
第二章 柴油机各系统结构的简要说明	(9)
第一节 机体与汽缸	(9)
第二节 曲柄连杆机构	(13)
第三节 配气机构	(15)
第四节 燃油系统	(18)
第五节 调速机构	(24)
第六节 润滑系统	(26)
第七节 冷却系统	(28)
第八节 起动设备和预热装置	(30)
第九节 柴油机的仪表	(33)
第三章 常见的柴油机故障及解决方法	(34)
第一节 起动困难或不能起动	(34)
1. 天气过冷影响起动	(34)
2. 柴油机转动不灵活或摇不动影响起动	(36)
3. 柴油机漏气影响起动	(39)
4. 供油不正常影响起动	(46)
5. 喷油时间不对(喷油提前角不对)影响起动	(49)

	6. 配气时间不对影响起动.....	(53)
第二节	柴油机工作不均匀	(57)
	1. 空气进入燃油系统或油路阻塞.....	(57)
	2. 调速机构失灵或咬死.....	(60)
	3. 喷油咀喷雾不良.....	(63)
	4. 高压油泵有故障.....	(67)
第三节	柴油机发出的马力不足	(70)
	1. 燃料和空气的影响.....	(71)
	2. 燃油系统工作不正常的影响.....	(73)
	3. 其他因素的影响.....	(76)
第四节	柴油机的响声	(81)
	1. 粗暴燃烧过程中的“敲缸”声.....	(81)
	2. 金属敲击的响声.....	(81)
第五节	其他故障	(86)
	1. 柴油机冒烟.....	(86)
	2. 柴油机水泵的故障.....	(88)
	3. 柴油机机油泵的故障.....	(90)
	4. 咬死现象.....	(93)
第四章	怎样使柴油机不出或少出故障	(95)
第一节	操作维护	(95)
第二节	柴油机的负荷	(98)
第三节	停车时注意事项	(99)
第四节	柴油机的安装	(100)
	1. 安装柴油机地基的选择和要求.....	(101)
	2. 柴油机与被传动设备的连接方法和要求.....	(105)
	3. 有关柴油机附属设备的安装.....	(112)

第一章 柴油机的一般工作原理

为什么柴油机会转动起来？要知道这个道理，就需要了解一下柴油机的一般工作原理。

所谓柴油机，就是用柴油来作燃料，在汽缸内燃烧使气体膨胀推动活塞做功的一种活塞式内燃机。

凡是内燃机，它的工作都是由四个基本过程组成的：即进气、压缩、做功（燃烧膨胀）、排气等四个过程。这四个基本过程的总合，就称为内燃机的工作循环。如果个工作循环是在活塞四个冲程（相当曲轴转动二周）内完成的，那么这种发动机就称为四冲程发动机，如果个工作循环是在活塞二个冲程（相当曲轴转动一周）内完成的，那么这种发动机就称为二冲程发动机。所谓冲程，就是活塞在汽缸里从下死点（活塞在汽缸内最低位置）到上死点（活塞在汽缸内最高位置）或从上死点到下死点的行程，称为一个冲程。

柴油机有四冲程的，也有二冲程的，它们的工作原理都是一样：先使汽缸充满新鲜空气，并把空气压缩到一定温度和压力，使燃料（柴油）在汽缸内自行着火燃烧。这时由于燃料的燃烧，发出大量的热量，使汽缸内气体温度迅速上升，同时压力也急剧增加，于是气体就激烈膨胀，推动活塞

沿着汽缸运动，并通过连杆带动曲轴旋转。最后利用飞轮的惯性，使活塞将汽缸中的废气排除出去，然后又重新吸进新鲜空气，重复前面的过程，因此柴油机就不断的转动起来。这里，值得注意的是，这四个冲程中，只有做功冲程能使柴油机发出功率，而其他三个冲程都是消耗功率的。

为了更具体地说明柴油机的工作情况，下面再以四冲程柴油机为例，加以叙述。

第一节 进气冲程

当活塞在汽缸里由上死点开始向下死点运动时，进气阀就打开，由于汽缸中的压力比周围环境的压力低，所以外界的空气就被吸入汽缸，直到活塞到达下死点和进气阀关闭为止。这时，汽缸内部都充满了新鲜空气，这个冲程就叫做进气冲程（见图1—甲）。

实际上柴油机在这个冲程工作时，进气阀并不是当活塞刚到达上死点才打开，也不是活塞一到达下死点就关闭，而是活塞还未到达上死点前就打开和活塞已越过下死点后才关闭。如2105型柴油机，进气阀是在上死点前 $6^{\circ}\sim 18^{\circ}$ （曲轴旋转角度）打开，而在下死点以后 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 关闭的。这是什么道理呢？这主要是为了能使更多的空气进入汽缸。

进气阀提前（即活塞还未到达上死点）打开，是因为进气阀刚打开时，所形成的通道截面很小，引起的流动阻力就较大，使空气不容易进入汽缸。如果进气阀适当的提前打

开，可以使活塞开始由上死点向下死点运动时，已有足够的通道截面，这样，空气流动的阻力就较小，空气就可以比较容易的通过閥門通道进入汽缸。

进气閥迟后（即活塞越过下死点以后）关闭，是因为活塞到达下死点时，汽缸内的压力仍然低于外界的压力（这就有可能使空气繼續进入汽缸）同时，进气系统中的空气还具有一定的流动速度。如果这时还未关闭进气閥，虽然汽缸中的容积已不再增加，并且随着活塞向上运动，汽缸的容积即将减少，但是，空气仍然可以利用本身的流动惯性繼續进入汽缸。因此，为了充分利用汽缸中的低气压和空气的流动惯性，使更多的空气进入汽缸，就有必要使进气閥适当的迟后关闭。而且进气閥迟关，使它当活塞到达下死点时，还有一定的开度，不致于因通道截面縮小而增加空气流动阻力，这样就可以更充分地利用上述的作用。

至于进气閥提前打开和迟后关闭的角度数值是与发动机的轉速、汽缸直徑的大小、进气系統的结构等因素有关。所以，对于不同类型的发动机，有不同的提前角度和迟后角度。进气閥提前打开的角度，一般为曲軸旋轉角 $6^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 的范围，而迟后关闭的角度，一般为 $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 的范围。

第二节 压缩冲程

当进气冲程完成以后，活塞开始从下死点向上死点运动（这时进气閥和排气閥都是关闭的），汽缸中的空气因汽缸

容积不断减少而受到不断地压缩，一直继续到上死点为止。

这个冲程称为压缩冲程（见图1—乙）。

在这个冲程中，由于汽缸中的空气受到不断的压缩，因此空气的压力和温度也就不断的上升，到压缩终点时，空气的压力可达到30~50公斤/平方厘米，而空气的温度可达到 $550^{\circ}\sim 750^{\circ}\text{C}$ ，这个温度是完全可以使喷成雾状的柴油自行着火燃烧。由于柴油的自燃着火是决定于空气被压缩后的压缩温度，因此柴油机就需要有一定的压缩比，一般为14~20。2105型柴油机的压缩比为17~18（一般的汽油机为5~8，煤气机为6~9）压缩比就是活塞在下死点时汽缸的容积（包括燃烧室容积）与活塞在上死点时汽缸的总余隙容积的比值。

第三节 做功冲程

在压缩冲程即将结束时（即活塞由下死点向上死点运动并接近上死点时），柴油被很高的压力从喷油咀成雾状的喷入汽缸，并与受强烈压缩的高温空气接触，随后立即着火燃烧，柴油一燃烧，汽缸中空气的压力和温度就更急剧的增加，这时压力可达到55~80公斤/平方厘米，温度可达到 $1700^{\circ}\sim 2000^{\circ}\text{C}$ ，于是气体就激烈膨胀，迫使活塞沿着汽缸向下运动，并通过连杆转变为曲轴的旋转运动。这个冲程称为做功冲程（见图1—丙）。

实际上柴油并不是正在上死点时开始喷入汽缸，而是提

前一个角度噴入汽缸，这个角度通常称为“噴油提前角”。如2105型柴油机的噴油提前角为 $17^{\circ}\sim 24^{\circ}$ ，而以 22° 为最佳。这是什么道理呢？我們知道：为了使发动机发出最大的功率，总是希望柴油在活塞刚刚开始由上死点向下死点运动时燃燒。可是柴油噴入汽缸后并不是立刻着火燃燒，而是要經過一段过程，使柴油加热，汽化和产生氧化反应才能燃燒，这一段时刻，常称为“着火延迟期”。同时，柴油的着火是先由数点开始，然后才逐步傳播，形成燃燒，发出最大的压力。这个最大压力要在活塞到达上死点稍后（ 15° 左右）发生，才能使活塞受到最大的推力，因而使柴油机发出最大的功率。为了获得最大的功率，所以柴油开始噴入汽缸就需要提前一个角度。并随着发动机轉速的增加，噴油提前角也相应地增大。

第四节 排气冲程

当作功冲程結束，活塞又到达下死点时，排气閥就打开，当活塞再从下死点向上死点运动时，汽缸中的廢气就从排气閥門排除出去，直到活塞到达上死点和排气閥关闭为止。这一冲程称为排气冲程（见图1—丁）。

排气过程与进气过程一样。即排气閥也是提前打开，迟后关闭。如2105型柴油机的排气閥是在下死点前 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 打开，而在上死点后 $4^{\circ}\sim 18^{\circ}$ 关闭的。这是为什么呢？是为了减少排气过程中的阻力和延长排气时间，从而排除更多的廢

气。

排气阀提前打开，是因为燃烧的气体经过膨胀以后，当活塞到达下死点时气缸中还有比较高的压力（2—3公斤/平方厘米），如果等到活塞到达下死点时，排气阀才打开，那就会因气体一时排除不出而阻碍活塞上升，这样就会使排气过程中消耗更多的功率。若将排气阀提前打开，活塞虽然还在下行，但因废气本身具有比较高的压力，也会自行从排气阀冲出一部分，这样等到活塞上升时，废气的压力就显然减少（这时废气的压力一般低于1.5公斤/平方厘米），排气过程消耗的功率就少，这就有利于发动机发出更多的功率。

排气阀迟后关闭，是因为气阀是渐渐关闭，如果要使活塞到达上死点时，排气阀就关闭，那就必须使排气阀在活塞还未到达上死点前就开始关闭。排气阀关闭这么早，势必使废气不能得到充分的排除。大家知道，如果废气排除不干净，就要影响到新鲜空气的充气量和燃料的完全燃烧，这就使得发动机不能发出充分的马力。因此，为了使汽缸中的废气能够排除干净，这就要求排气阀适当迟关（即活塞超过上死点后才关闭），因为当活塞到达上死点时，虽然活塞这时已不能继续排挤废气，但是由于废气还具有一定的流动速度，还可以利用本身的惯性从汽缸中继续排除出去。排气阀迟关，也可以使活塞在上死点时，还有一定的排气通道截面，减少流动阻力，以便于排出更多的废气。

排气阀提前打开和迟后关闭的角度数值与进气阀一样，即与发动机的转速、汽缸直径的大小、排气管道的结构等因

素有关，所以对于不同类型的发动机，有不同的提前角度和迟后角度。排气阀提前打开的角度一般为 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，而迟后关闭的角度一般为 $7^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

四冲程柴油机的工作循环过程如图 1 所示，并综合列表如表 1。图 2 所示，乃 2105 型柴油机气体分配角度。

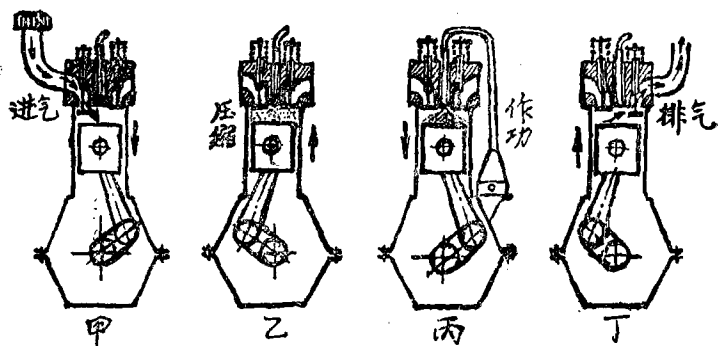


图 1 四冲程柴油机工作示意图

甲. 进气冲程；乙. 压缩冲程；丙. 作功冲程；丁. 排气冲程。

表 1 四冲程柴油机汽缸中所发生的工作过程

图示	冲程 顺序	冲程 名称	活塞运 动方向	气 阀 位 置		汽 缸 中 所 发 生 的 过 程
				进气阀	排气阀	
甲	1	进气	向下	开	关	外界空气进入汽缸。
乙	2	压缩	向上	关	关	汽缸中的空气被压缩，因而空气的压力和温度都上升。
丙	3	作功	向下	关	关	柴油经过喷油咀喷入汽缸燃烧，使汽缸中的空气温度压力急剧增加，并推动活塞运动而作功。
丁	4	排气	向上	关	开	废气经排气阀排至大气中去。

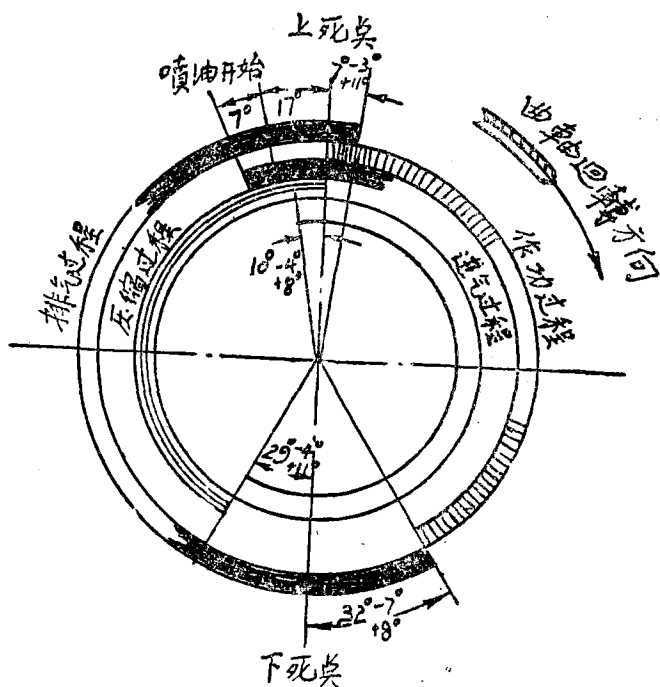


图2 2105型柴油机气体分配角度图

进气阀开：上死点前 $10^{\circ} - 4^{\circ} + 8^{\circ}$ 进气阀关：下死点后 $25^{\circ} - 4^{\circ} + 11^{\circ}$

排气阀开：下死点前 $32^{\circ} - 7^{\circ} + 8^{\circ}$ 排气阀关：上死点后 $7^{\circ} - 3^{\circ} + 11^{\circ}$

喷油开始：上死点前 $17^{\circ} \sim 24^{\circ}$

第二章 柴油机各系統結構的 簡要說明

柴油机一般都是由缸头、机体、曲柄連杆机构，气体分配机构、冷却系統、潤滑系統、燃料系統和調速机构所組成的。

柴油机的每个机构和系統，都有着它一定的作用，而且在工作过程中它們又是彼此配合、互相影响的。为了便于在下一章中研究和討論柴油机的故障，下面特将各个机构和系統的結構作一簡要的說明。

第一节 机体与汽缸

机体是柴油机的一个主体。在机体上裝置着柴油机的运动組件和其他附件，它受到气体压力、运动組件的慣性力以及連接机体各組件的緊固力。因此机体必須具有足够的剛度和强度，所以它是一个用鑄鉄澆注而成的堅固整体(見图3—7)。

机体頂平面裝有汽缸头(見图3—10)。汽缸头內部有保証柴油得到完全燃燒的燃燒室和进排气通道。在汽缸头上还裝有噴油器，进排气閥、气閥导管、彈簧、搖臂等零件。另外还裝有进排气管和空气濾清器等部件。

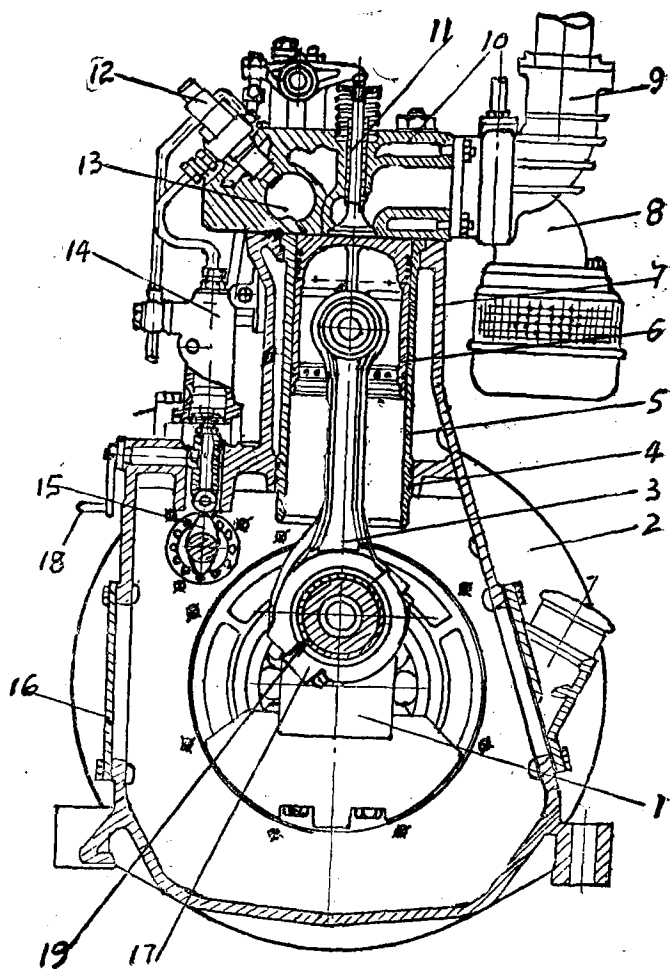


图3 2105柴油机横剖面图

- | | | | | |
|---------|---------|----------|----------|---------|
| 1. 曲轴 | 2. 飞轮 | 3. 连杆 | 4. 防水圈 | 5. 缸套 |
| 6. 活塞 | 7. 机体 | 8. 进气管 | 9. 排气管 | 10. 缸头 |
| 11. 气阀 | 12. 喷油器 | 13. 燃烧室 | 14. 高压油泵 | 15. 凸轮轴 |
| 16. 侧盖板 | 17. 连杆盖 | 18. 油泵手柄 | 19. 连杆轴瓦 | |

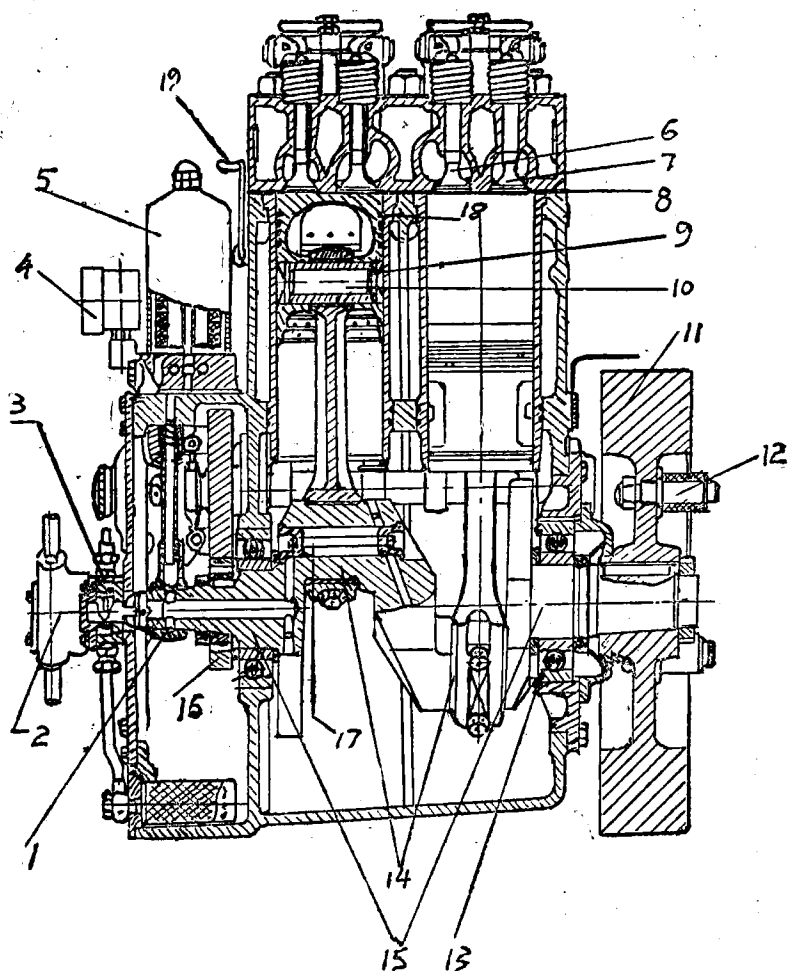


图4 2105柴油机纵剖面图

- | | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------|---------|
| 1. 供油圈 | 2. 水泵 | 3. 机油泵 | 4. 机油压力表 | 5. 滤清器 |
| 6. 进气阀 | 7. 排气阀 | 8. 气缸垫 | 9. 活塞销挡圈 | 10. 活塞销 |
| 11. 飞轮 | 12. 联接销 | 13. 滚珠轴承 | 14. 曲拐 | 15. 主轴颈 |
| 16. 曲轴齿轮 | 17. 曲轴除尘孔 | 18. 活塞环 | 19. 减压轴手柄 | |

機體內部裝有汽缸套（見圖3—5）。雙缸的柴油機裝有二個汽缸套，四缸的裝有四個汽缸套。汽缸套內又裝有活塞（見圖3—6）。汽缸套活塞和汽缸頭組成一個封閉的汽缸，它承受着活塞上下運動的側壓力和作為活塞運動的導軌。為了防止缸頭和缸套之間的漏氣以及機體與缸頭之間冷卻水的漏出，所以，在機體與缸頭之間，裝有一張紫銅皮包石棉板或夾鋼石棉板制成的墊片，人們通常叫做氣缸墊（見圖4—8）。

柴油機的工作過程：吸氣（進氣）——壓縮——膨脹（作功）——排氣都是在汽缸中進行的。

汽缸套外部與機體組成冷卻水套，汽缸套外圓下部有二個環形槽，內裝有圓截面的橡皮防水圈（見圖3—4），這樣就可以使冷卻水套內的水不致漏到曲軸箱去。為了更好地保證汽缸的嚴密性，所以把缸套的頂平面制成比機體的頂平面高出0.1~0.2毫米。機體下部是油底殼，用來儲油。機體的內腔裝有曲軸（見圖3—1）、凸輪軸（見圖3—15）。機體前端的空腔裝有傳動齒輪（見圖4—16）和過輪座等零件，並用前蓋板蓋住，在前蓋板上裝有機油泵（見圖4—3）、水泵（見圖4—2）等部件。機體的二側有檢查窗口，作為檢查曲軸和裝拆連杆等機構之用，並且都用蓋板蓋着，其中左側蓋板還作為曲軸箱通風和加注機油之用。

在機體的一側，裝有高压油泵，在帶有電動起動裝置的柴油機上，在機體的另一側還裝有起動馬達用來起動，並附裝有充電發電機用以給蓄電池充電。