

柴油机维修培训教材

看图学修柴油机

赵新房 编著

人民邮电出版社

前 言

柴油机作为一种基本的动力设备，广泛应用于汽车、拖拉机、农用车、工程机械、发电机组、船舶以及农业排灌机械等。目前，国内生产内燃机的厂家近 300 家，柴油机年产量在 720 万台左右，其中单缸柴油机约为 600 万台，多缸柴油机为 100 万台左右。柴油机的主要优点是在整个使用过程中燃油消耗率较低，起动及加速性能好，体积相对较小，功率大，在低转速时有良好的扭矩特性，可用低质燃油，空气消耗量较小，排气量也较小；主要缺点是单机功率较小，噪声及振动较大，需消声及隔振设备等。随着世界范围内柴油机工业的迅速发展以及技术的不断进步，柴油机产量不断增加，质量不断提高，越来越受到用户的欢迎。

为了使柴油汽车驾驶员、柴油机维修工以及柴油发电机组操作手尽快地掌握柴油机的基本知识以及使用与维修技能，提高柴油机的使用效能，作者根据长期从事的柴油机使用、维修和教学经验，结合必备的理论知识，对使用和维修柴油机所必须了解的内容加以精心概括、总结，并采用数字照相技术，真实地拍摄了柴油机的外形、各系统的组成部件及所在位置、一般维修工具及特种工具在柴油机上的简单使用，介绍了柴油机的基本结构、工作原理以及常见故障的现象、产生原因、所在部位、检查和维修方法，便于读者快速掌握柴油机的使用和维修技巧。

本书通过列举大量的故障维修实例向读者介绍柴油机的使用和维修知识，结合典型机型，更加充实了柴油机使用、保养和维修方面的实用技术知识，具有较强的针对性、实用性和可操作性。本书以目前国内使用较为广泛的 135 系列柴油机为典型机型，提供了使用和维修中常用的技术数据，以供读者在工作中查阅。

以图解的形式进行讲解是本书的一个重要特色，书中采用了大量的数字照片，避免冗长枯燥的文字叙述，力争给读者更加直观、生动的印象，有助于读者在较短的时间内轻松掌握有关知识和操作技能，取得事半功倍的学习效果。

在本书编写过程中，得到了部队首长、机关和基层官兵的关心支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

为了保护作者合法的劳动成果不受侵犯，本书所有实拍图片版权属作者所有，任何人未经同意不得选用，特此声明。

由于作者编写水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不足之处，恳切希望读者提出宝贵意见。

作者

目 录

第一章 柴油机的基本结构和工作原理	1
第一节 柴油机的种类及其基本结构	2
一、柴油机的分类	2
二、柴油机的基本结构	3
第二节 柴油机的工作原理及使用注意事项	5
一、柴油机的工作原理	5
二、柴油机的使用注意事项	7
第二章 看图识件	9
第一节 机体与汽缸盖组件	10
一、机体	10
二、汽缸盖	15
三、汽缸垫	19
四、汽缸套	20
第二节 曲柄连杆机构	24
一、活塞连杆组件	24
二、曲轴飞轮组件	28
第三节 配气机构及进排气系统	31
一、配气机构	31
二、进排气系统	42
三、柴油机增压系统	44
第四节 燃油供给系统	47
一、低压油路	48

二、高压油路	52
第五节 润滑系统	69
一、机油泵	70
二、机油滤清器	72
三、限压阀和旁通阀	73
四、机油散热器	74
第六节 冷却系统	75
一、节温器	76
二、水泵	77
三、水散热器	79
四、风扇	80
第七节 电起动系统和仪表	81
一、起动机的组成	81
二、起动机常见故障及检修方法	85
三、硅整流交流发电机的组成	88
四、硅整流交流发电机的常见故障及检修方法	89
五、调节器	93
第三章 柴油机的拆卸与装配	95
第一节 柴油机的拆卸	96
一、柴油机拆卸前的准备工作	96
二、柴油机的拆卸原则	101
三、柴油机拆卸中的各项安全技术规则	102
四、柴油机拆卸的一般技术	103
五、柴油机主要部件的拆卸	103
六、柴油机整体部件的拆卸	109
第二节 柴油机的装配	110

一、一般装配程序.....	111
二、柴油机易损部件的装配及要求.....	111
三、柴油机的总装配.....	114
四、柴油机总装配后的冷、热磨合.....	119
第四章 柴油机的调整.....	121
第一节 供油提前角和气门间隙的调整.....	122
一、供油提前角的调整.....	122
二、气门间隙的调整.....	124
第二节 配气定时和机油压力的调整.....	126
一、配气定时的检查与调整.....	126
二、机油压力的调整.....	127
第三节 调节器、风扇皮带的调整及减压调整.....	128
一、调节器的调整.....	128
二、风扇皮带的调整.....	128
三、减压调整.....	129
第五章 柴油机常见故障检修方法.....	131
第一节 判断和排除柴油机故障的原则及主要方法.....	132
一、柴油机故障判断和排除的原则.....	132
二、判断柴油机故障的主要方法.....	134
第二节 柴油机故障检修实例.....	136
一、2135 型柴油机故障检修实例.....	136
故障 1: 柴油机起动后, 震动和响声较大且排气管冒黑烟	136
故障 2: 柴油机停止转动后, 在给机油散热器放水时, 发现有少量机油从 水散热器放水阀中流出, 进一步检查发现油底壳内已进水.....	137
故障 3: 柴油机大修后在额定转速下运转时, 连杆螺栓断裂, 连杆大头	

把机体打破	139
故障 4: 柴油机经大修后起动困难	140
故障 5: 柴油机起动时, 能听到起动机内部的甩轮与飞轮齿圈的撞击声, 但柴油机无法起动	141
故障 6: 柴油机起动时, 起动机不转且能听到磁力开关有吸合的动作 响声	141
故障 7: 柴油机在冬季工作时, 磁力开关的内部静触点和动触点易接触 不良或烧结在一起	143
故障 8: 柴油机在怠速运转时, 听到清晰的“嗒、嗒”声	143
二、4135 型柴油机故障检修实例	143
故障 1: 柴油机起动时, 起动机不转动	143
故障 2: 柴油机起动后, 排气管持续冒蓝烟	144
故障 3: 柴油机起动后, 充电电流表显示充电电流过大	146
故障 4: 柴油机起动后, 排气管排出的烟呈蓝黑色	147
故障 5: 柴油机在正常工作中, 发现油底壳内进水	148
故障 6: 柴油机转速不稳定	149
故障 7: 柴油机在运转过程中, 突然听到汽缸内发出有节奏的、清脆的金 属敲击声并看到排气管排出大量的蓝烟	151
故障 8: 柴油机在运转过程中, 发现在汽缸盖的第四汽缸进、排气门附 近有少量乳白色的气泡出现	152
故障 9: 柴油机在运转过程中, 发现高压油泵温度过高	153
故障 10: 柴油机起动至额定转速后, 发现加机油口处向外冒蓝烟	153
故障 11: 柴油机起动后, 在气门室罩壳内有一种不正常的响声, 转速提 高时响声也变大, 且在汽缸内发出有节奏的沉重敲击声	153
故障 12: 柴油机在运转过程中突然停机, 按压手油泵, 系统内充满燃油 后, 继续起动, 但柴油机转动不到 3min 又突然停机	154
故障 13: 柴油机在正常运转中, 发现机油油面升高且排气管排出大量蓝	

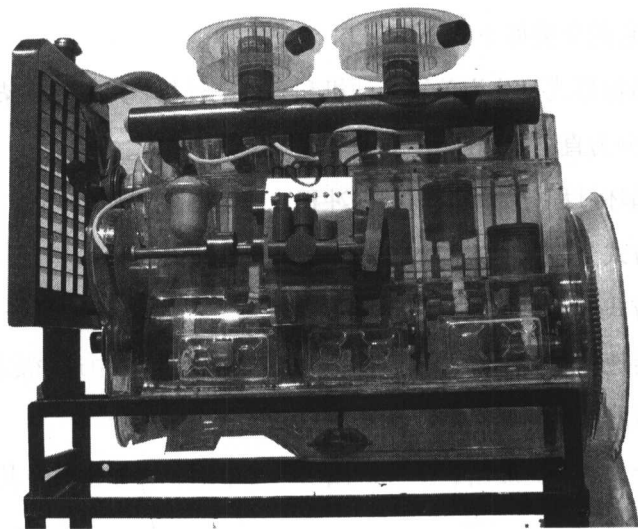
黑色的烟雾	155
故障 14: 柴油机起动后, 能听到机体上部有一种非常尖锐的金属敲击声; 柴油机转速从高速突然降到低速时, 又能听到一种“当、当”的 金属冲击声	157
故障 15: 柴油机起动后, 发生“游车”现象	158
故障 16: 柴油机在运转过程中突然停止转动, 且飞轮无法扳动	158
三、6135 型柴油机故障检修实例	160
故障 1: 柴油机在起动之前, 按顺序连接蓄电池线, 先连接“+”极接线柱 并固定好, 在连接“-”极接线柱时发生打火现象	160
故障 2: 柴油机在运转时, 发现水箱加水口处向外喷水, 同时油底壳内 也进水	160
故障 3: 柴油机起动后, 排气管排出大量黑烟	161
故障 4: 柴油机在运转中, 发现排气管冒黑烟且伴有黑色的油滴溢出 ..	162
故障 5: 柴油机起动时, 起动机运转无力, 柴油机飞轮只能转动半圈左右, 不能够使起动机带动柴油机飞轮达到柴油机的最低起动转速 ..	163
故障 6: 柴油机更换新的 ST614 起动机后, 当进行起动时, 起动机却不 工作	163
故障 7: 柴油机起动后, 起动电机甩轮脱不开	163
故障 8: 柴油机起动后, 排气管排出大量的白烟	164
故障 9: 柴油机在运转过程中, 发现冷却水从水泵轴承处溢出	166
故障 10: 柴油机在起动和停止时, 听到柴油机的中间位置有一种金属碰 撞声	166
故障 11: 柴油机起动后, 机体内部有一种“当、当”的响声, 转速提高时 响声随着增大	168
故障 12: 柴油机在长时间的带载运转过程中, 发现汽缸盖与机体之间有 水溢出	168
故障 13: 柴油机在额定转速下, 转速突然下降至怠速, 且转速不稳定	

.....	169
故障 14: 柴油机在额定转速下运转时, 机油压力过低	169
故障 15: 柴油机起动后, 在气门室内发出“嚓、嚓”的声音	171
故障 16: 柴油机起动至额定转速后, 机油压力过高	171
故障 17: 柴油机在工作时, 发现功率不足	172
四、其他系列柴油机故障检修实例	175
故障 1: 一台 495A 型柴油机起动至 1000r/min 时, 突然听到一种机械撞 击的响声, 然后柴油机停止转动	175
故障 2: 一台 6110 型柴油机起动时, 发现该机已烧瓦	176
故障 3: 一台 12V135 型柴油机, 使用半小时后便发现散热器内的冷却水 出现“开锅”现象, 同时还发现机体温度过高	177
故障 4: 柴油机起动到额定转速后, 充电电流表无充电指示, 打开蓄电 池通气盖后也没有发现充电迹象	178
附录一 135 系列柴油机主要技术参数	180
附录二 190 系列柴油机主要技术参数	190

第一章 柴油机的基本结构和工作原理

主要内容:

- ① 介绍柴油机的分类;
- ① 介绍柴油机的基本结构;
- ① 介绍柴油机的基本工作原理;
- ① 介绍柴油机的使用注意事项。



第一节 柴油机的种类及其基本结构

近年来，随着科学技术水平的不断提高，柴油机作为一种基本的动力源，已广泛应用于汽车、拖拉机、农用车、工程机械、发电机组、船舶以及农业排灌机械等，它为人类的进步和社会的发展做出了重大的贡献。

柴油机是用柴油作为燃料的内燃机，靠汽缸中压缩后形成的高温高压空气使喷入的雾状柴油燃烧膨胀而做功。

柴油机作为一种动力机械，与汽油机相比，它的主要优点是在整个使用过程中燃油消耗率较低，这是因为柴油机的热效率较高。在工况变化时，燃油消耗率也较低。另外，柴油机的起动及加速性能好，体积相对较小，功率大，在低转速时有良好的扭矩特性，可使用低质量的柴油，空气消耗量较小，排气量小。柴油机的主要缺点是噪声及振动较大，需消声及隔振设备等。

一、柴油机的分类

柴油机的结构形式较多，按其原理可分为往复活塞式和旋转活塞式两种。目前使用最广泛的是往复活塞式柴油机，本书在没有特别说明的情况下一般都是指这种类型的柴油机。它的分类如下：

- ① 按机体结构形式可分为单缸柴油机和多缸柴油机，其中多缸柴油机按汽缸排列方式的不同又分为直列式和V形排列式。
- ② 按工作循环过程分为二冲程和四冲程。
- ③ 按冷却方式分为风冷式和水冷式。
- ④ 按进气方式分为自然吸气型和增压型。
- ⑤ 按额定转速分为高速（额定转速在1000r/min以上）、中速（额定转速在600~1000r/min的范围内）和低速（额定转速在600r/min以下）。
- ⑥ 按用途分为车用、船用、工程机械用、发电用、农业排灌及其他工业配套用柴油机。

二、柴油机的基本结构

目前，柴油机的结构形式很多，具体构造也有很大不同，例如康明斯柴油机，根据使用性能要求和用途的不同分为 C 系列和 B 系列。即使同系列的柴油机也有很多不同之处。但柴油机无论怎样变化，其基本工作原理和构造是相同的。

四冲程柴油机由下列组件和系统组成。

1. 机体与汽缸盖组件

机体、汽缸盖和油底壳等部件构成了柴油机的骨架，所有运动部件和辅助系统都以此为支承。

2. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由活塞组、连杆组和曲轴飞轮组等部件组成。这部分的功用是利用活塞承受的燃气推力，将连杆组的往复运动转变为曲轴的旋转运动，从而输出动力。

3. 燃油供给系统

如图 1-1 所示，燃油供给系统主要由低压油路和高压油路两部分组成，其功用是保证在活塞向上运动到压缩上止点前一定度数时，定质、定量、定时地向燃烧室内喷入高压燃油。低压油路内的组成部件主要包括油箱、低压油管（即柴油软管）、低压输油泵和柴油滤清器等；高压油路内的组成部件主要包括高压喷油泵、调速器、高压油管和喷油器等。

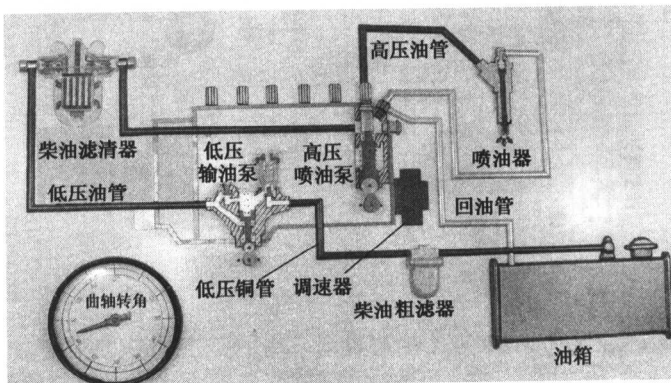


图 1-1 燃油供给系统

4. 润滑系统

如图 1-2 所示，润滑系统主要由油底壳、机油泵、吸油盘、机油管、机油散热器、机油粗滤器、机油细滤器、缸盖内部油道、机体内部油道、传动齿轮和各种相对运动的润滑部件等组成。润滑系统的功用是减轻零件表面摩擦，带走零件所吸收的部分热量，冲洗零件表面，提高密封效果，防止部件生锈。

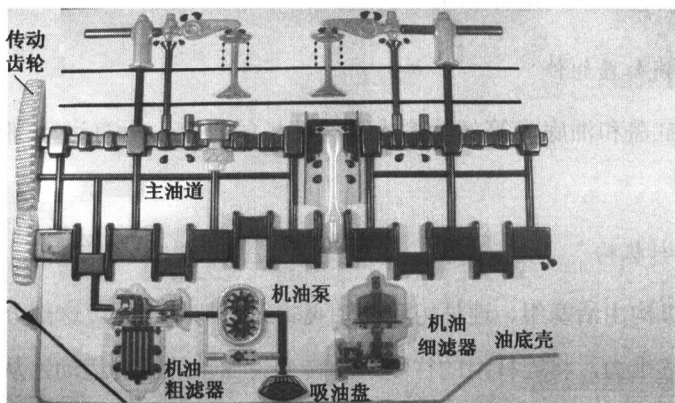


图 1-2 柴油机润滑系统

5. 冷却系统

冷却系统如图 1-3 所示，它主要由水泵、风扇、水散热器、水温表、节温器、机体内部水道以及缸盖内部水道等组成。冷却系统的功用是冷却机体内部各运动部件及少部分固定部件，并对机油进行强制冷却。

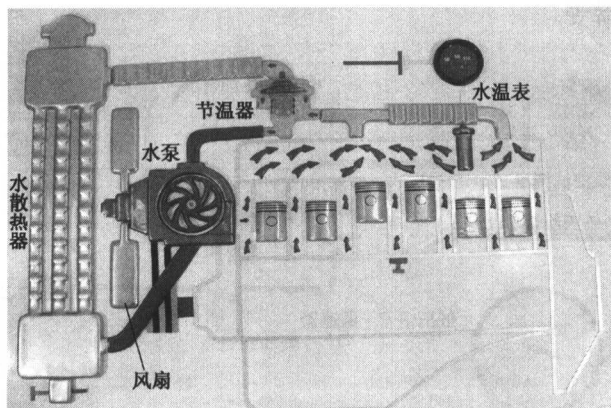


图 1-3 柴油机冷却系统

6. 配气系统

配气系统主要包括进气管、排气管、空气滤清器、消声器、进气阀、排气阀、挺杆、配气凸轮和传动齿轮等。配气系统的作用是定时打开和关闭各汽缸的进、排气门，以使燃烧室内进气充足、排气干净，且达到密封良好的目的。

7. 起动系统和充电系统

起动系统主要由蓄电池、起动机、磁力开关以及控制按钮等组成。充电系统主要由调节器、交（直）流发电机、充电线路、用电负载和控制开关等组成。起动系统和充电系统的功用是保证柴油机准时起动和按时给蓄电池充电。

第二节 柴油机的工作原理及使用注意事项

一、柴油机的工作原理

柴油机的基本工作原理就是将高压柴油喷入燃烧室中燃烧，释放出热能，再将热能转变成机械能做功。要想全面掌握柴油机的工作原理，首先必须了解上止点、下止点、活塞行程、配气相位、燃烧室容积、汽缸工作容积、压缩比、进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程等概念。

① 上止点：指活塞离曲轴中心最远的位置或离汽缸盖最近的位置，如图 1-4 所示。

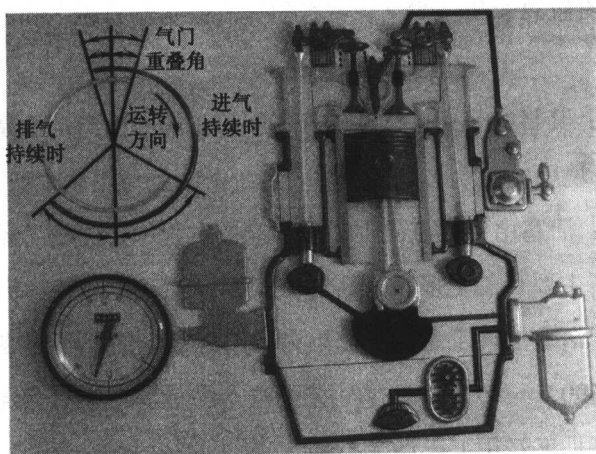


图 1-4 活塞在上止点的位置

② 下止点：指活塞离曲轴中心最近的位置，如图 1-5 所示。

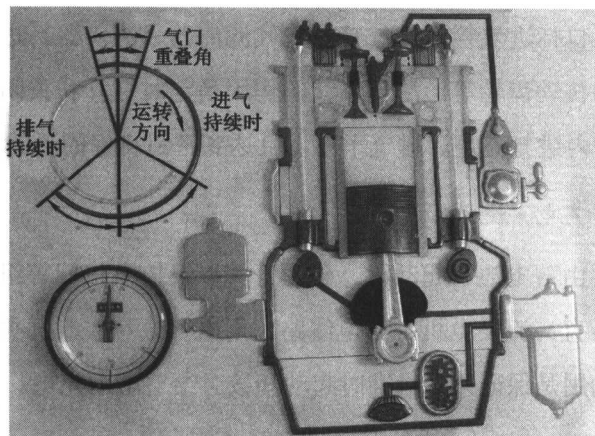


图 1-5 活塞在下止点的位置

③ 活塞行程：指活塞在上、下两个止点间的距离。从目前使用的柴油机情况看，135 系列柴油机中活塞行程有 140mm 和 150mm 两种，两者之间有的配件相同，有的则不同，选购配件时应注意。

④ 配气相位：柴油机的进气门和排气门开始开启和关闭的时刻用曲轴转角表示时称为配气相位。

⑤ 燃烧室容积：指上止点以上的空间。

⑥ 汽缸工作容积：指活塞由上止点移动到下止点时所对应的汽缸的容积。

⑦ 压缩比：汽缸总容积（即燃烧室容积与汽缸工作容积之和）与燃烧室容积之比，称为压缩比。

⑧ 进气行程：其目的是保证汽缸内充满足够的新鲜空气。活塞往下运动时，进气门打开，周围环境中的空气被吸入汽缸，直到活塞到达下止点时，进气门才关闭。

⑨ 压缩行程：活塞由下止点向上止点运动的过程中，进气门经下止点后延续了一定角度后关闭（主要目的是多吸入新鲜空气）。此时，排气门仍然关闭，汽缸处于密封状态。由于活塞的向上运动，汽缸内的空气被压缩，压缩终点的压力达 3~4MPa，温度可达 500℃~750℃。注意，柴油喷入燃烧室内开始燃烧的时刻是在上止点前一定角度而不是正好在上止点。

⑩ 做功行程：当活塞运行到上止点前一定角度时，喷油器开始向燃烧室内喷入高压雾化柴油，柴油与高温高压空气混合后，很快着火燃烧并释放出大量的热能。这时，汽缸内气体的压力和温度急速上升。在高压气体的推动下，活塞向下止点运动并通过连杆使曲轴旋转输出动力。做功行程实际上是柴油机将热能转化为机械能的过程。

⑪ 排气行程：在这个行程里，汽缸内的废气全部排出并再次吸入新鲜空气，以便进行下一个工作循环。

实际上活塞在做功行程下止点前就打开了排气门，越过下止点后活塞上行，此时排气门已完全打开，进气门仍然关闭着，这时汽缸内的废气压力高于大气的压力而冲出排气门。为了使汽缸内的废气排干净，排气门在活塞过了上止点后才关闭。柴油机经过进气、压缩、做功和排气的循环过程使热能转变为机械能。这样以四个行程完成一个工作循环的柴油机称为四冲程柴油机。

二、柴油机的使用注意事项

柴油机在使用时应注意以下事项：

① 柴油机低温起动后，转速的增加应尽可能缓慢。柴油机低温起动后，机油压力的升高都要有一个过程，而在这个过程中柴油机的各运动部件得不到足够的润滑，如果快速地提高转速，易造成轴承、汽缸套内部及其他需要润滑的部件的磨损加剧，而且直接加负荷还会造成燃烧室及其他部件损坏。

② 不同牌号的机油不允许混合使用。不同牌号的机油的粘度指数是不一样的，其运动粘度、水分含量和使用环境温度都有区别，所以不允许 CA 级机油和 CC 级机油混合使用或增压和非增压的机油混合使用。

③ 不允许在柴油机重负荷运转中打开水箱压力盖，因为柴油机在重负荷运转时，水温往往过高，易造成蒸汽伤人。

④ 柴油机使用的柴油必须进行净化。如果柴油内混入过多的机械杂质，会加剧喷油泵和喷油器内部精密偶件的磨损，严重时还会使各运动部件发生卡滞现象，易造成高压油泵的各缸供油不均、功率下降和柴油消耗增加等。

⑤ 柴油机起动后不允许长时间怠速运转。柴油机起动后，如果长时间怠速运转，会导致柴油喷入燃烧室后燃烧不充分，形成过多的积碳而发生喷油器内部偶件堵塞现象，还会引起气门座和活塞环内部结胶等。柴油机的怠速运转时间一般不要超过8min。

⑥ 新购买或经过大修的柴油机要有一定的磨合期。车用柴油机的磨合期一般为2500km左右，柴油发电机组配置的柴油机的磨合期一般为70h左右。

⑦ 柴油机在起动前一定要对机油的质量和数量进行检查。机油的添加一定要符合技术要求，一般情况下柴油机运转前，机油的液面应在机油标尺的静满刻度处，运转中应在动满刻度处，若不符合要求，应及时添加。