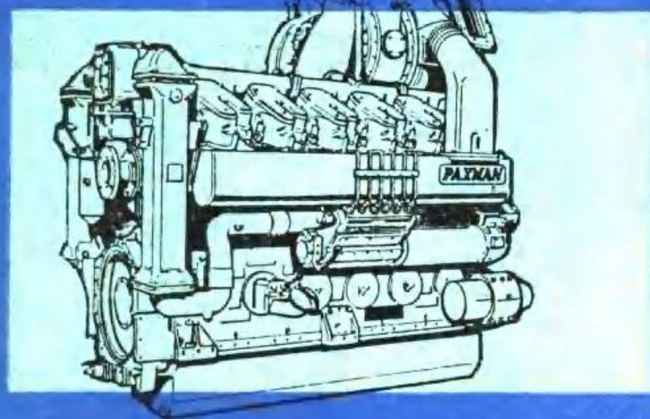
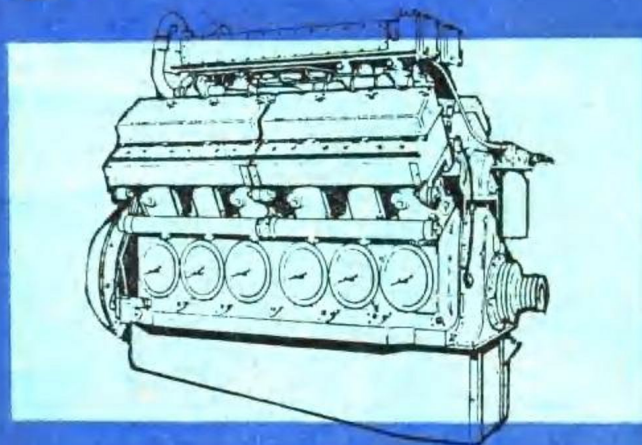
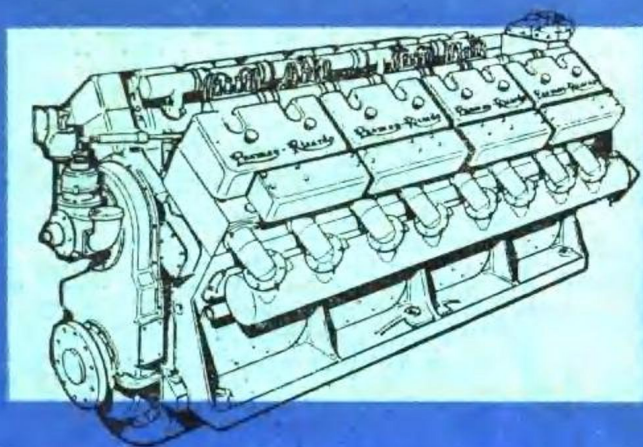


柴 · 油 · 机 · 修 · 理

〔美〕达格尔 著
邵 竟 武 译
倪 忠 诚
杨 振 汉 校



•Chaiyouji Xuli•

上海科学技术文献出版社

柴油机修理

〔美〕达格尔 著

邵竞武 译

倪忠诚

杨振汉 校

*

上海科学技术文献出版社出版、发行
(上海市武康路2号)

新华书店经销

昆山亭林印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 25.75 字数 642,000

1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷

印数: 1—6,400

ISBN 7-80513-137-6/T·82

定价: 7.85 元

《科技新书目》167—274

译 序

随着科学技术的发展,柴油机已经进入一个高效率、低污染、使用简便、工作可靠的成熟时期,成为世界上最广泛使用的动力设备之一。

近年来,由于我国“四化”建设的需要,已经在交通运输、矿山挖掘、石油开采、农业排灌和动力发电等各个使用领域中随设备大量地引进了各工业发达国家的柴油机。这些柴油机的品种繁多,结构各异,与我国原有机型的差别也较大。因此在国内使用中往往带来许多问题。为此我们翻译了美国达格尔 (John F. Dangel) 先生著的《柴油机修理 (Diesel Engine Repair)》一书,希望能对读者有所帮助。

本书主要阐述现代国外比较普遍应用的各种用途移动式发动机(移动式发动机在需要时也可作为泵水及发电等固定用途的动力),系统而完整地叙述了各种型号柴油机的具体结构与维护保养;还扼要地说明了柴油机零部件及辅助系统的工作原理,并详细地介绍了它们的检查修理与故障排除技术。

本书可用作汽车运输、工程建筑和矿山石油等使用与维修部门作为培训驾驶及操纵设备的柴油机技术工人的课本,也可供有关院校、部门和工厂的教师及工程技术人员作为参考。

本书内容已略作删节。译文力求内容准确,然而由于译者水平与经验有限,不妥与错误之处恳请读者指正。

译 者

一九八六年八月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 工作原理	4
第一节 柴油机的部件	4
第二节 柴油机的工作	7
第三章 燃烧室的设计和运行	10
第一节 能量室	10
第二节 直接喷射	11
第三节 预燃室	12
第四节 涡流室	13
第四章 发动机的分解和诊断	15
第一节 分解前发动机的诊断和检查	15
第二节 发动机大修的形式	16
第三节 拆卸发动机的程序	17
第四节 发动机分解的程序	18
第五章 气缸体	25
第一节 柴油机的气缸体	26
第二节 气缸体的拆卸、检查与清洗的程序	27
第三节 最后检查、试验、修复与装配	30
第六章 气缸盖及部件	38
第一节 气缸盖的拆卸程序	38
第二节 清洗气缸盖的程序	39
第三节 试验和检查气缸盖裂纹的程序	39
第四节 检查气缸盖变形的程序	40
第五节 检查和更换喷油器套筒的程序	40
第六节 气门导管的检查和更换程序	41
第七节 检查气门十字头(桥式杆)和导管的程序	42
第八节 气门座圈的检查和修理程序	42
第九节 气门的检查、清理与修整表面	47
第十节 检查气门弹簧的程序	48
第十一节 气门旋转机构和锁卡	49
第十二节 气缸盖组装时的准备工作	49
第十三节 气缸盖最终组装的程序	51
第十四节 气缸盖安装到柴油机上去的程序	51
第十五节 推杆(管)的检查与安装程序	53

第十六节 摇臂的检查与安装	53
第七章 曲轴、主轴承、减振器和飞轮	56
第一节 曲轴	57
第二节 主轴承	59
第三节 主轴承和曲轴的装配程序	67
第四节 后端主油封的安装程序	68
第五节 减振器	69
第六节 飞轮	70
第七节 飞轮和起动齿圈检查的程序	70
第八节 飞轮的安装程序	71
第八章 活塞、活塞环和连杆部件	72
第一节 活塞的检查、清洗和拆卸	76
第二节 连杆的检查	78
第三节 活塞销检查的程序	79
第四节 活塞、活塞环和连杆最后组装的程序	79
第五节 活塞与连杆部件装配的程序	81
第九章 凸轮轴、凸轮从动件、挺杆、摇臂及定时齿轮机构	84
第一节 凸轮轴的清洗与检查程序	85
第二节 检查凸轮从动件的程序	87
第三节 检查挺杆的程序	87
第四节 摇臂的检查程序	87
第五节 定时齿轮机构的检查、更换和装配	88
第十章 润滑系统与润滑油	91
第一节 系统的设计	92
第二节 系统的部件	93
第三节 柴油机润滑油	96
第四节 对部件的检查和修理	97
第五节 润滑系统的检验	100
第六节 润滑系统的检验与排除故障的程序	101
第十一章 冷却系统和控制	102
第一节 液体冷却系统的部件、操作和功能	102
第二节 冷却系统的运行	104
第三节 部件的检查和修理	106
第四节 整个系统的试验、检查和检修故障	109
第十二章 进气系统	111
第一节 系统中的部件和作用	111
第二节 系统的型式与系统的工作	113
第三节 系统的维护保养与检查	114
第十三章 排气系统	121

第一节	系统的部件	121
第二节	系统的型式	121
第三节	系统的保养和试验	122
第十四章	燃油喷射系统	123
第一节	燃油系统的要求	123
第二节	燃油系统的型式	124
第三节	燃油的计量	126
第四节	出油阀	129
第五节	柴油的特性和选择	130
第六节	燃油系统的维护	131
第十五章	调速器	133
第一节	调速器的基本零部件	133
第二节	调速器的术语	134
第三节	调速器的基本工作过程(全程式调速器)	135
第四节	调速器的型式	136
第五节	调速器的分类	139
第六节	调速器的故障排除	139
第七节	调速器的检修与大修	140
第十六章	喷油器	142
第一节	零件的名称与作用	143
第二节	喷油嘴的使用维护	145
第三节	清洗喷油器	146
第四节	重新组装喷油器的程序	148
第五节	喷油器的试验	149
第六节	把清洗过的喷油器装上柴油机的程序	150
第七节	露莎·马斯特公司的铅笔型喷油器的维修	151
第十七章	美国波许公司的燃油喷射系统	154
第一节	APE 油泵的识别	155
第二节	APE 油泵的零部件	155
第三节	APE 油泵与 GV 调速器的工作	156
第四节	带 GV 调速器的 APE 油泵的拆卸	160
第五节	零件的检查和更换	161
第六节	重新组装	162
第七节	装有 GV 调速器的 APE 油泵的校正	164
第八节	美国波许 PSJ、PSM 与 100 型油泵的识别	167
第九节	部件 PSJ、PSM 与 100 型油泵	168
第十节	PSJ、PSM 和 100 型油泵的工作	168
第十一节	100 型油泵的拆卸、检查和重新组装	171
第十二节	100 型油泵的台架试验	176

第十三节 对美国波许 100 型油泵排除故障	179
第十八章 罗伯特·波许喷油泵	181
第一节 波许直列式喷油泵的标志	182
第二节 零部件及其作用	183
第三节 泵的运行	183
第四节 直列式喷油泵的调速器	185
第五节 燃油送油泵的运行	189
第六节 限烟器的运行	190
第七节 正时装置(直列式泵)	191
第八节 罗伯特·波许分配式喷油泵	192
第九节 修理指南(直列式泵)	195
第十节 修理指南(分配式油泵)	201
第十一节 在试验台上试验直列式油泵的程序	205
第十二节 分配式油泵校准的程序	209
第十三节 油泵安装到发动机上	211
第十四节 罗伯特·波许PE油泵的故障排除	212
第十九章 西爱维·西姆斯喷油泵	214
第一节 DPA 喷油泵	214
第二节 将西爱维 DPA 喷油泵安装在发动机上的程序	227
第三节 DP-15 分配式喷油泵	228
第四节 西爱维·西姆斯喷油泵	237
第五节 西爱维和西姆斯喷油泵故障的检查 and 排除	244
第二十章 罗莎·马斯特喷油泵	246
第一节 组成零件(DB、DO)	247
第二节 工作原理	248
第三节 DB、DO 和 DB2 型喷油泵的分解、检查和重装	254
第四节 校准和试验的程序	263
第五节 在试验台上排除罗莎·马斯特喷油泵的故障	267
第六节 将喷油泵装到发动机上的程序	268
第七节 在发动机上排除故障	268
第二十一章 卡明斯柴油机燃油系统 (PT)	270
第一节 零部件(PTR、PTG 和 AFC)	271
第二节 油泵的识别	272
第三节 油泵的工作与燃油的流动	273
第四节 喷油泵的拆卸与检查	275
第五节 泵的组装和校准	278
第六节 卡明斯油泵的排除故障	284
第七节 喷油器	286
第八节 喷油器的拆卸、清洗和检查	290

第九节	喷油器的组装和校准	294
第十节	PTD 喷油器的安装与调整	297
第十一节	卡明斯喷油器的故障排除	299
第二十二章	底特律柴油机燃油系统	301
第一节	燃油系统的部件和功能	301
第二节	燃油系统中的燃油流动	303
第三节	泵喷嘴的标号	303
第四节	泵喷嘴的组成零件	304
第五节	泵喷嘴的燃油流动(N 系列的运行)	305
第六节	泵喷嘴的分解、检查和重装	306
第七节	泵喷嘴的试验	310
第八节	泵喷嘴安装的程序	311
第九节	发动机的调整和调节	312
第十节	故障的排除和试验	316
第二十三章	卡特匹勒燃油系统	319
第一节	紧凑壳体油泵	319
第二节	紧凑壳体油泵的取下与拆卸	322
第三节	紧凑壳体油泵零部件的检查程序	324
第四节	重新组装和装上柴油机	325
第五节	在柴油机上检验和调整的程序	328
第六节	滑套油量调节式喷油泵	330
第七节	卡特匹勒燃油系统的故障排除	337
第二十四章	喷油泵试验台	339
第一节	喷油泵的安装	340
第二节	喷油泵运转的程序	341
第三节	泵喷嘴比较仪或校准台(卡明斯和底特律柴油机)	342
第四节	对喷油泵试验设备设计和运行的未来要求	343
第二十五章	柴油机的故障排除与调整	344
第一节	柴油机不能起动或者起动困难	344
第二节	柴油机耗用滑油量过多	346
第三节	柴油机一缸或数缸不发火	347
第四节	在通常负荷下柴油机冒烟过浓(冒黑烟)	347
第五节	柴油机消耗燃油过多	348
第六节	柴油机滑油压力低	348
第七节	曲轴箱中滑油稀释	349
第八节	柴油机功率不足	350
第九节	柴油机在大修之后滑油消耗过大	351
第十节	气缸盖垫片压缩漏气	351
第十一节	柴油机热车时起动困难	352

第十二节	柴油机异常振动	352
第十三节	柴油机敲缸(机械声)	353
第十四节	柴油机冷却不正常(冷却水太热)	353
第十五节	柴油机热不起来(冷却水温度太低)	354
第十六节	柴油机的调整	355
第二十六章	起动系统	356
第一节	起动系统部件	356
第二节	起动装置的零部件和工作原理	356
第三节	电磁线圈开关零部件及其工作原理	359
第四节	电气系统中部件的拆卸、检查以及大修	360
第五节	电起动系统的维护保养	365
第六节	空气起动系统部件	365
第七节	起动装置的零部件和工作原理	366
第八节	空气起动系统的维护保养	367
第九节	系统的试验、排除故障以及修理	368
第二十七章	充电线路系统	371
第一节	系统的部件	371
第二节	发电机零部件和工作原理	372
第三节	交流发电机的零部件和工作原理	374
第四节	系统元件的检查和修理	377
第五节	试验和排除故障	384
附录一	换算系数	387
附录二	换算表	389

第一章 绪 论

柴油机是一种内燃机。这说明燃油在发动机气缸内部燃烧。柴油机可以有多种气缸的排列及尺寸大小(图 1-1)。自 1895 年儒道夫·狄赛尔博士研制成第一台实用柴油机以来,柴油机就成为一种可靠、有效和耐用的动力源。

现代柴油机出现在一切可能用到的场合,并在我们日常生活中担负着重要的作用。例如:

1. 建筑施工

几乎所有的建筑施工设备都用柴油机驱动。这些设备是用来修筑道路、建造房屋和建造工厂的。

2. 柴油发电

柴油机在发电机组中每年发出大量的电力。如医院、民防和国防等重要作业场合均备有使用柴油机的备用发电机组,当正常供电中断时立即可以发电。

3. 运输

过去二十年来,几乎所有的载重汽车和公共汽车都装上柴油机。近来小型、高速、轻型柴油机已经装在小轿车和轻型载重车上。能源危机以及汽油机有污染空气的威胁,都给上述的趋势以推动力。许多工业都依赖于快速高效的柴油机运输。

4. 农业生产

美国拥有世界上最有效而且最可靠的农业系统。这个成就应部分地归功于以柴油机为动力的农业拖拉机。今日美国农业拖拉机百分之九十是以柴油机为动力的。此外,联合收割机、打包机和许多其他农业设施也是柴油机驱动的。

5. 航天与国防

许多第一线防御均采用发动机作为动力源来发电。送人登月的空间计划采用柴油机来移动巨型火箭使它进入发射地点并提供发射的动力。数以千计的军用车辆是用柴油机驱动的。

6. 船舶

几乎所有的小型渔船和游艇都采用柴油机。在这些应用场合,柴油机已被证实是一种可靠的动力源。

7. 排灌和水泵

由于灌溉的结果,大量土地为这个食物匮乏的世界开始生产粮食。这种灌溉系统很多是以柴油机为动力的。

为什么柴油机会成为如此普及的动力源呢?原因很多,但主要的是:

1. 效率

柴油机发出一定功率所耗用的燃油较少。与同样的汽油机相比,效率提高了 20~30%。

2. 发动机的耐用性

由于柴油机必须制造得笨重些,因此它能经得起内部的压力,它比汽油机能运行更长

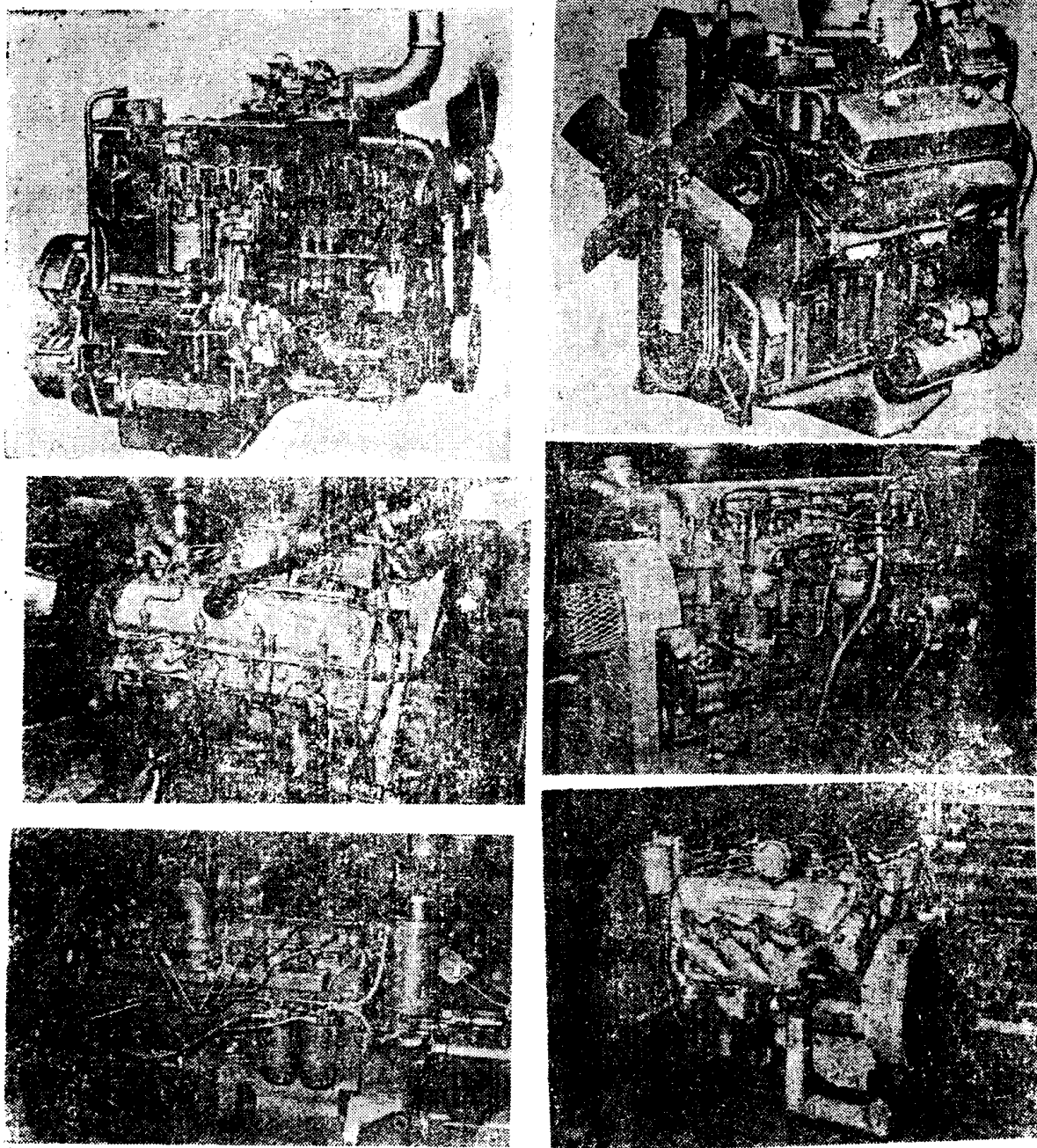


图 1-1 几种现代柴油机

的时间。

3. 较大的牵引力

负载时扭矩上升是柴油机固有的特性。柴油机负载牵引而使扭矩增加是容积效率增加以及喷油泵具有燃油补偿装置的结果。这个特性使发动机成为一种非常理想的动力。

4. 低污染

柴油机的排气虽然有时是看得见的，但它含有对人类有害的有毒成分并不多。现代柴油机的可见排烟是轻雾状，只是由极小的颗粒(碳或烟灰)组成。近十年来，在防止冒烟方面取得了巨大的进展。

5. 可靠性

• 8 •

柴油机不象汽油机那样容易受潮湿天气和酷热的影响(因为它不用点火系统)。

柴油机虽有许多优点,但也有一些缺点:

1. 重量/功率比

虽对早期柴油机进行了大量的改进,但重量/功率比还是比汽油机高,因为柴油机需要较重的零部件。

2. 寒冷天气起动困难

在寒冷天气,柴油机不象汽油机那样容易起动。

3. 高的起始售价

由于复杂的燃油系统和较重的零部件,柴油机价格比汽油机高。

4. 维修服务与修理零件的供应

当前许多地方的修理站还缺少柴油机服务人员或零部件。

当然这些缺点迟早都会缩小或消失。目前柴油机的应用在可以预见的将来还会增长。而各种柴油机的销售量预测都认为要继续迅速增长。

中型载重汽车、轻型工具车和汽车提供了柴油机最大的增长可能。但直至今日用于中、小型汽车的小型柴油机尚未得到充分发展。

现今柴油机的世界市场示于图 1-2。在 1976 年,生产并销售了 552 万台柴油机。

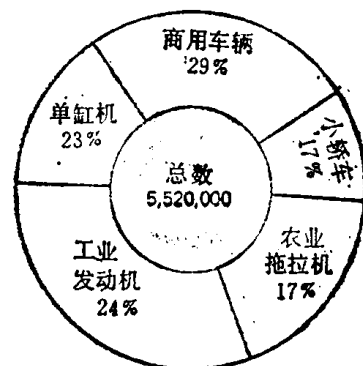


图 1-2 1976 年柴油机世界市场的分布

第二章 工作原理

柴油机在很多方面与汽油机相似。柴油机的外观与汽油机几乎一样,而且乍一看来,柴油机的内部部件也与汽油机的相似;但进一步观察便可发现,柴油机内部的大多数部件比汽油机的更结实和更沉重,这是因为柴油机要承受机内更大的压力。两种内燃机的主要区别在于点火装置与燃油系统。汽油机用一个汽化器、一个分配器、以及若干个火花塞,而柴油机却是个压燃式内燃机,它使用一个喷油泵以及若干喷油嘴。

柴油机的运行正如汽油机一样,有赖于空气、燃油和点火。汽油机与柴油机的区别在于:

1. 燃油的种类

柴油是比汽油挥发性低的燃油,但每加仑却具有较大的热值。因此,从一加仑柴油可比从一加仑汽油获得更多的功率。

2. 点燃的类型

在汽油机的气缸内,燃油和空气的混合气是用火花塞点燃的。在柴油机内,混合气是用压缩形成的热量点燃的。

3. 燃油与空气的混合

在汽油机内,燃油与空气是在汽化器与进气管道中混合的。在柴油机内,柴油与空气的混合是在柴油被喷入气缸之后进行的。

因此,柴油机具有特殊设计的燃烧室,这个燃烧室有助于燃油与空气的混合。由于这种混合必须紧接在燃油喷射之后,因此燃烧室的设计与制造对柴油机有效的工作是非常重要的。

第一节 柴油机的部件

为了充分了解柴油机及其工作情况,必须知道柴油机的所有部件的正确名称。图 2-1 示出了一台现代柴油机及其工作部件。现逐个说明如下:

一、气缸体

气缸体是一台内燃机的骨架,柴油机的一切其他部件都是用螺钉或其他连接方式装在气缸体上的。气缸体上有许多螺纹孔,以便用螺栓与其他部件连接起来。在气缸体内还有:支承曲轴的孔或支座;支承凸轮轴的钻孔;可装入缸套的气缸孔。

二、曲轴与主轴承

曲轴是装入气缸体下部的一根长轴,在轴上制有偏置的连杆轴颈,即曲轴曲柄销,这是用来将活塞连杆的往复运动转换成旋转运动的。在曲轴内部钻有供油通道,以便向主轴承和连杆轴承供给润滑油。

气缸体内支撑曲轴的主轴承是滑动轴承。

三、气缸套

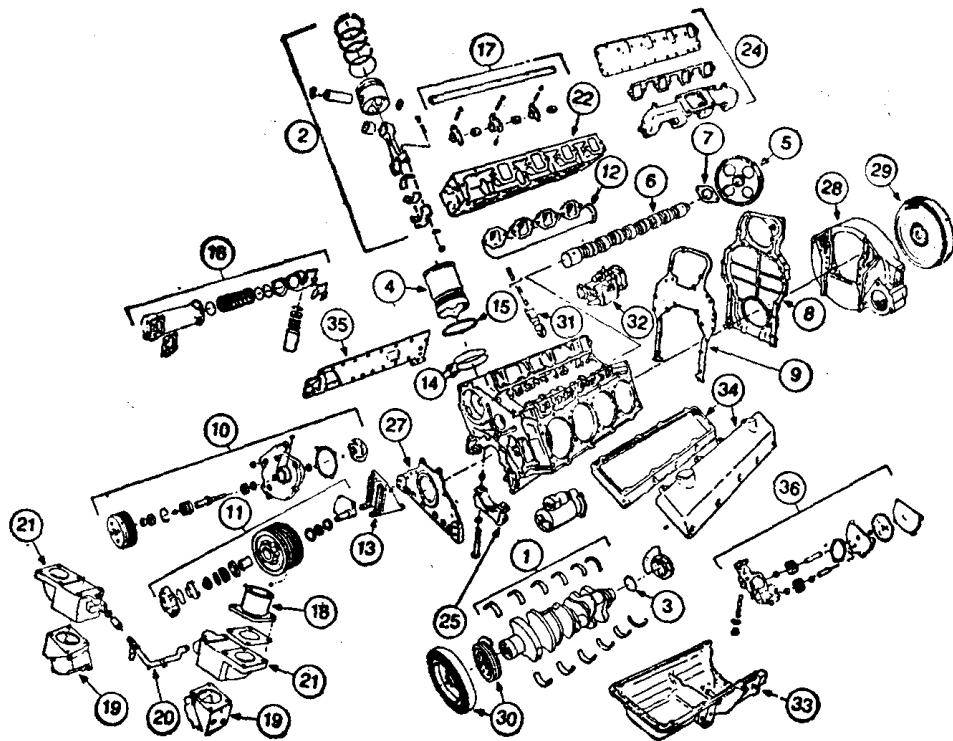


图 2-1 一台现代柴油机

1. 主轴承 2. 活塞连杆组件 3. 曲轴齿轮及连接套 4. 气缸套 5. 凸轮轴齿轮 6. 凸轮轴 7. 凸轮轴止推盘 8. 齿轮室 9. 齿轮室盖板 10. 水泵组件 11. 风扇轮毂组件 12. 排气管 13. 风扇轮毅托架 14. 气缸套密封圈 15. 缸套肩胛密封垫圈 16. 机油冷却器及滤清器 17. 摇臂及摇臂轴 18. 出水口接管 19. 接头 20. 旁通水管 21. 恒温器壳 22. 气缸盖 23. 起动电机 24. 进气管 25. 主轴承盖 26. 气缸体 27. 前盖板 28. 飞轮壳 29. 飞轮 30. 减振器及皮带轮 31. 推杆/推管 32. 输油泵 33. 油底壳 34. 气缸盖罩壳及摇臂室 35. 水箱罩壳 36. 滑油泵

大多数柴油机使用可更换的气缸套，这样在气缸套磨损时便于更换且毋须重镗气缸孔或更换气缸体。气缸套应是下述两种型式之一：

1. 干式

这是一种装入气缸体气缸孔内的缸套，在它上面不带“O”型圈或其他密封件。有时也把它叫做可更换缸套。

2. 湿式

这是一种装入气缸体并与冷却水相接触的气缸套。由于允许水绕它周围环流，因此缸套的顶部与底部必须密封。顶部是通过缸套装在气缸体中镗出的肩胛孔内而密封住的。缸套底部装有防油防水的聚氯丁橡胶“O”型圈，可防止冷却水渗入曲轴箱或油底壳。

四、活塞、活塞环和连杆

活塞和装在其环槽中的活塞环的作用是将燃油与空气燃烧的压力传递到联在曲轴上的连杆上去。连杆的作用是把活塞与曲轴连接起来。把活塞与连杆联接在一起的是活塞销，它通常是全浮式(指活塞销对活塞和连杆都是浮动的)。

五、凸轮轴与定时齿轮

在柴油机中，凸轮轴是操纵进气门和排气门的；在有的柴油机中，它还可以驱动滑油泵或喷油泵。凸轮轴由曲轴通过与曲轴前端齿轮啮合的定时齿轮或凸轮轴齿轮来定时。这样既驱动了凸轮轴，并且也保证柴油机的气门能随着曲轴和活塞而处于准确的位置。

六、凸轮挺柱

凸轮挺柱(有时称为挺杆套筒)装在气缸体的钻孔内,并靠在凸轮的凸角上。嵌在凸轮挺柱里的长杆或者中空的管子叫做推杆,由它来操纵气门。

七、气缸盖和气门

气缸盖的主要作用是为气缸提供个盖子。另外,气缸盖上有进气道和排气道,让空气进入气缸和让废气排出。这些气道由装在气缸盖上气门导管中的驱动式气门来开启和关闭。

八、摇臂和推杆

摇臂装在一根心轴上,摇臂的一端在气门上,而另一端在推杆上。推杆的运动引起摇臂在心轴上摇动,因此获得摇臂的名称。推杆是实心或空心的杆件,装入凸轮挺柱内,从而传递凸轮轴上凸轮的作用。

九、油底壳

油底壳是一个用螺钉连接在气缸体底部的盆状盖壳,作为柴油机润滑油的贮存器。

十、滑油泵

滑油泵通常是个容积式的齿轮泵(每转均输出定量润滑油的泵)。它向柴油机供应有压力的润滑油。

十一、水泵

水泵是一种变容积式离心泵(每转不输出定量水的泵)。它使冷却水流经气缸体与水箱。此泵通常装在柴油机气缸体的前方,由曲轴上的V型皮带拖动,并用橡皮接管通向冷却系统。

十二、水箱散热器

水箱散热器是使水流过并通过辐射散热形式得到冷却的装置。

十三、滑油冷却器

滑油冷却器是当柴油机运转时用来冷却润滑油的装置。冷却器的结构将允许冷却水和柴油机润滑油同时流过而又不会搅混。

十四、飞轮壳

飞轮壳是一个用螺钉连接在发动机后面的圆形壳体,作柴油机与传动装置的支座用。飞轮就装在飞轮壳内。

十五、飞轮

飞轮是一个用螺钉装在曲轴后部的沉重的金属轮盘,飞轮上装有起动齿圈以及传动装置的离合器。柴油机的脉冲功率被吸收并贮存在装在曲轴后端的重的金属轮盘内。

十六、扭转减振器

减振器的主要作用是衰减柴油机在运转时产生的扭转振动。减振器装在曲轴的前方。

十七、进气管

用螺钉连接在气缸盖或进气道上,进气管是新鲜空气从空气滤清器流向柴油机的通道。

十八、排气管

排气管连接在柴油机排气口上,收集排气并把排气导入消声器。

十九、燃油系统

根据柴油机的负荷和转速,燃油系统在准确的时刻向柴油机的气缸喷入准确数量的燃油。

二十、起动机

起动机是一个用蓄电池带动的起动柴油机的电动机。

二十一、交流发电机

交流发电机用以向蓄电池充电并为车辆照明以及其他附件供电。

二十二、增压器

增压器是一个由废气驱动的空气泵，它向柴油机提供具有压力的空气。这种压力的增加，称为增压，提高了柴油机的效率。

第二节 柴油机的工作

大部分柴油机的设计采用“四冲程循环”，只有少部分柴油机采用“两冲程循环”。

一、四冲程循环

四冲程循环是柴油机完成一个工作循环所需要的作用过程是四个。这种循环由柴油机活塞的四个行程组成，那就是：

1. 进气

进气是在柴油机气缸内完成的，此时进气门打开，新鲜空气便可涌入气缸。这种新鲜空气的运动是由于活塞向下移动形成了真空而引起的。

2. 压缩

在柴油机中，只有活塞向上移动时空气才会被压缩。在如此急剧压缩 (15:1~22:1) 条件下，空气温度可以升到高达华氏 800~900°K (427~482°C)。当活塞到达此行程之顶端 (压缩终了)，空气升温完毕，等待燃油喷入。

3. 做功

开始做功行程之前，燃油被喷油器以高度雾化微粒状喷入气缸。一接触高温空气，燃油与空气立即自发点燃。体积膨胀，活塞便被推动向下，形成了做功行程。

4. 排气

当活塞到达它的行程的底部时，排气门打开，废气开始逸出。此时活塞再向上运动并有助于从气缸中清除废气。当活塞到达它的行程的顶部时，排气门或者说进、排气门都关闭，于是循环再重新开始。当活塞开始向下运动时，进气门打开，开始进气行程。

图 2-2 表示出四冲程柴油机的配气定时，指出每个行程的曲轴旋转角度。在四冲程柴油机中，配气定时控制了每个行程的延续时间，现说明如下：

1. 进气门在上止点以前 10~12° 时开启，在进气行程时活塞向下运动。进气门一直开启到活塞越过下止点 40~50°，并开始回头向上运动时关闭。

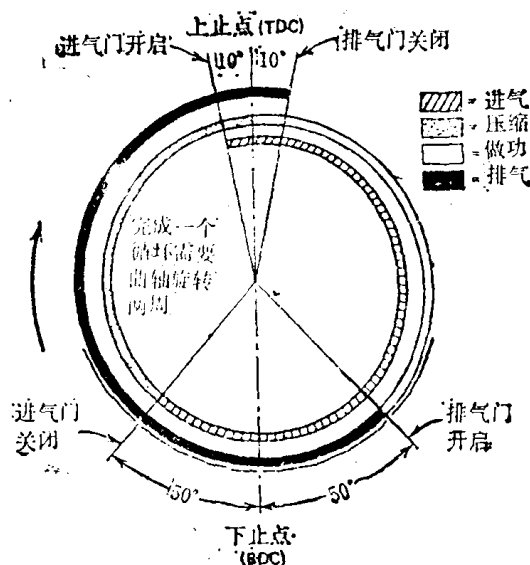


图 2-2 典型的四冲程柴油机的配气定时图

2. 进气门在下止点后 $40\sim 50^\circ$ 时关闭, 活塞在压缩行程向上运动之时, 进气门与排气门都关闭着。

3. 在活塞到上止点之前约 $25\sim 28^\circ$ 时开始喷油, 进气门与排气门都关闭着。

4. 经历着火滞后期以后, 燃油开始燃烧, 并对活塞施加压力。

5. 做功行程。当燃油继续燃烧和膨胀时, 对活塞施加压力, 使之向下运动(进气门与排气门都关闭着)。

6. 排气门在活塞到达下止点之前 $40\sim 50^\circ$ 时开启, 排气门早开, 功率虽略有损失, 但当排气行程持续期大于 180° 时, 气缸内的废气扫除反而会更加完善。

7. 当活塞向上运动时, 排气行程不断进行。排气门一直保持开启, 直到活塞到达上止点后 10° , 这使整个排气行程持续约 200° 。在上止点前 10° 时进气门打开, 此时气缸中就开始充入新鲜空气, 并为下面紧接而来的做功行程所用。

二、二冲程循环

有些柴油机设计时取消了四冲程柴油机中的吸气和排气两个行程。与四冲程柴油机曲轴每转两圈有一个做功行程对比, 二冲程柴油机曲轴每转一圈就有一个做功行程。理论上来说, 二冲程柴油机所能发出的功率应比相同气缸排量的四冲程柴油机多一倍, 但实际上这是不可能做到的, 因为二冲程柴油机换气不够好。换句话说, 从气缸内扫气或者作功行程完成之后从气缸内清除废气的工作并不完善, 因为可利用的时间太短。二冲程循环工作的说明如下(图 2~3):

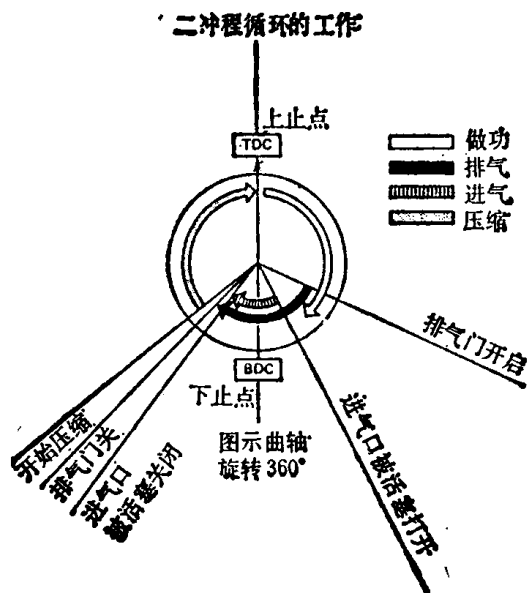


图 2-3 典型的二冲程柴油机配气定时图

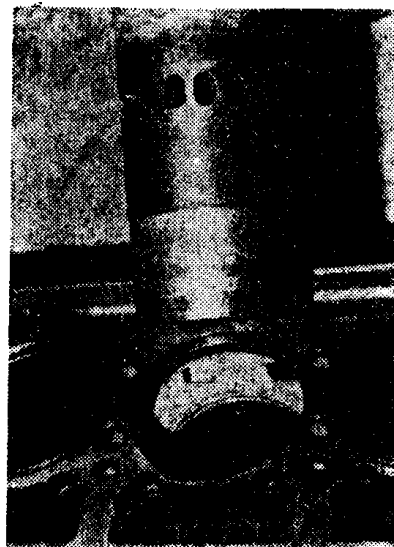


图 2-4 二冲程柴油机的气缸套

1. 当活塞向上运动时, 新鲜空气被挤进气缸的气口进气口(设在气缸套的半腰处, 如图 2-4 所示), 新鲜空气是用齿轮驱动的压气机压入进气口的。

2. 当活塞继续向上运动时, 它关闭了进气口, 于是压缩开始。活塞的持续向上运动完成了空气的压缩, 此时空气加热到约 $800\sim 1000^\circ\text{F}$ ($427\sim 538^\circ\text{C}$)。

3. 此后燃油喷入热空气中, 燃烧开始。气体膨胀的结果推动活塞下行, 成做功行程。

4. 由于活塞在做功行程中不断向下运动, 凸轮轴通过推杆和摇臂打开排气门(放置在气缸盖内的驱动式气门)。