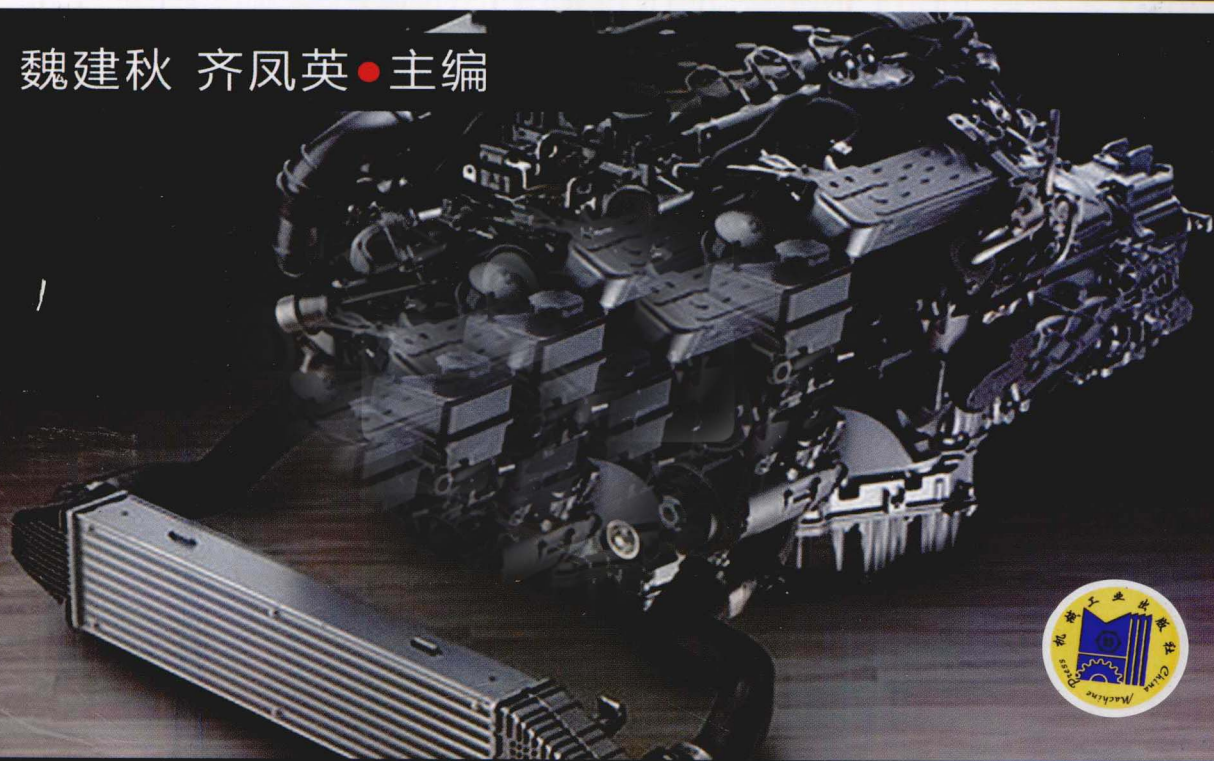


图解

车用新型柴油机 结构与维修

TUJIE CHEYONG XINXING CHAIYOUJI
JIEGOU YU WEIXIU

魏建秋 齐凤英 ● 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解

车用新型柴油机 结构与维修

本书可作为职业院校、培训机构、企业培训教材，也可供从事汽车维修工作的工程技术人员参考。

机械工业出版社



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解车用新型柴油机结构与维修

主 编 魏建秋 齐凤英
主 审 蒋耘农



机 械 工 业 出 版 社

本书利用大量图片和技术资料重点介绍了车用柴油机各组成部分的功用、使用、维修技术等,简要介绍了柴油机燃料系统的结构维修和电控原理,可作为广大柴油机用户、汽车工程技术人员、在校师生等人群的技术资料和参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

图解车用新型柴油机结构与维修/魏建秋,齐凤英主编. —北京:机械工业出版社,2012.2

ISBN 978-7-111-36518-1

I. ①图… II. ①魏…②齐… III. ①汽车—柴油机—构造—图解②汽车—柴油机—车辆修理—图解 IV. ①U464.172

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第238666号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:赵海青 责任编辑:赵海青 丁 锋

版式设计:张世琴 责任校对:闫玥红

封面设计:马精明 责任印制:杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2012年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm • 20.25印张 • 498千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36518-1

定价:49.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服 务 中 心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

19 世纪末，诞生在德国的第一台柴油机为我们提供了新的动力输出装置。经过一百多年几代科研人员的不懈努力，柴油机技术取得了巨大的进步和辉煌的成就。柴油机已经改变了简单、笨重、烟尘大的形象，结合电子技术的应用，当今的柴油机已成为国防、交通、航运、能源等多领域不可或缺的动力来源。特别是近些年，柴油机以其耗油省、动力大、故障低、寿命长等特点大量应用于汽车上，但是，任何机械装置都无法回避其需要不断维修的事实。我们不仅要掌握柴油机制造技术，更应掌握其维修技能，使柴油机更好地为我们的生活、生产服务。

柴油机得到广泛应用的领域主要是作为汽车动力。我国通过引进技术、消化吸收的方式，不断提高车用柴油机的技术水平，基本满足了汽车运输和环境保护的需要。虽然电控技术在柴油机上得到了广泛应用，柴油机的维修也发生了许多变化，但许多传统的维修技术并不落伍，仍是支撑柴油机基本维修的根本。

本书结合常见车用柴油机，就其基本原理、使用、维修技术做了详尽介绍，同时简单介绍了柴油机传统燃料系统和电控燃料系统的工作原理、技术性能等内容。本文在介绍工作原理和使用、维修技术的过程中采用了大量的图片，内容阐述深入浅出、通俗易懂，为广大车用柴油机用户、汽车工程技术人员、在校师生等人群提供了可靠的技术资料和参考材料。

本书由魏建秋副教授齐凤英副教授担任主编，蒋耘农副教授担任主审，参加本书编写工作的人员还有汽车管理学院的赵炳强、杨希锐、李金学、李涛、张新强、闫彬、黎才武、王宁等同志。在编写过程中得到了总后军交部、总装通保部和有关汽车制造厂家技术服务部及科研部的大力支持，同时参阅了大量图书、杂志，在此一并对有关单位领导和作者表示深深的感谢。

由于编者水平有限，再加之资料欠缺，书中疏漏、错误肯定存在，还望广大读者批评指正，我们不胜感激。

编 者

目 录

前言

第一章 总述 1

第一节 柴油机发展历程 1

一、狄塞尔发动机的诞生 1

二、柴油机在汽车上的应用 1

三、机械式燃油系统的突破 2

四、增压和中冷技术的发展 2

五、电控喷射技术的创新 2

第二节 柴油机基本工作原理 与结构 3

一、基本工作原理 3

二、基本结构组成 4

第三节 柴油机的正确使用 8

一、柴油机的使用与维护 8

二、润滑油（机油）的使用 10

三、燃油（车用柴油）的使用 13

四、冷却液的使用 15

第四节 柴油机的维护 16

一、日常维护（例行技术维护） 17

二、定期维护 17

三、入冬前技术维护 19

四、长期停放期间的技术维护 19

第五节 待修柴油机的技术准备 20

一、柴油机的检验 20

二、柴油机整机拆装 22

三、柴油机零件的清洗 22

第二章 曲柄连杆机构 26

第一节 机体组的维修 26

一、气缸盖的维修 26

二、气缸体的维修 30

三、气缸套的维修 32

四、气缸盖衬垫的检修 36

五、机体的组装 38

第二节 曲轴飞轮组的维修 43

一、曲轴的维修 43

二、曲轴轴承的维修 47

三、飞轮与飞轮壳的维修 53

第三节 活塞连杆组的维修 55

一、活塞的维修 55

二、活塞环的更换 57

三、连杆的维修 65

四、活塞销的选配 69

五、活塞连杆组的组装 69

第三章 配气机构 73

第一节 气门组的维修 73

一、气门组件的拆卸 73

二、气门的检修 73

三、气门座的检修 76

四、气门密封性的检查与处理 79

五、气门弹簧和气门弹簧座的检修 80

第二节 气门传动组的维修 81

一、摇臂和摇臂轴的检修 81

二、气门挺柱、推杆的检修 82

三、正时同步带和正时齿轮的检修 84

四、正时链条、正时链轮的检修 84

五、凸轮轴的检修 86

六、凸轮轴轴向间隙的检调 88

第三节 气门间隙的调整 88

一、WD615 系列柴油机气门间隙
的调整 88

二、福田 BJ483（SD22）系列柴油机
气门间隙的调整 89

三、CA6110 系列柴油机气门间隙
的调整 89

四、康明斯 6B 系列柴油机气门间隙
的调整 89

五、SOFIM 系列柴油机气门间隙的
调整 90

六、YC6105、YC6108 系列柴油机气门
间隙的调整 91

七、道依茨系列柴油机气门间隙的调整 91

八、朝柴 6102 柴油机气门间隙的调整 92

九、三菱 DC 系列柴油机气门间隙的

调整	93	与使用	131
第四节 齿轮传动系统的检修	94	一、自然吸气系统	131
一、WD615 系列柴油机齿轮传动系统	94	二、增压式进气系统	131
二、解放 CA6110 系列柴油机的正时 齿轮传动系统	98	三、旁通涡轮增压器	134
三、康明斯 6B 系列柴油机联动齿轮组	99	四、增压中冷式进气系统	135
四、五十铃正时齿轮系统	100	第二节 进排气系统的维修	136
五、其他机型齿轮传动系统	101	一、空气滤清器的使用维护	136
第四章 润滑系统	105	二、进、排气管的维修	139
第一节 润滑系统的使用与维护	105	三、废气涡轮增压装置的维修	139
一、润滑系统的组成	105	四、冷起动装置的维修	147
二、润滑系统的使用	105	第七章 柴油机燃料供给系统	149
三、润滑系统的维护	106	第一节 可燃混合气的形成与 燃烧室	149
第二节 润滑系统的检修	108	一、对燃料供给系统的要求	149
一、齿轮式机油泵的检修	108	二、可燃混合气的形成	149
二、转子式机油泵的检修	109	三、燃烧室的结构形式	150
三、内外齿轮式机油泵的检修	111	四、燃烧室的清洁	152
四、机油散热器的检修	112	第二节 燃油供给低压油路部分	152
五、整体式机油粗滤清器的更换	112	一、输油泵	152
六、转子式机油细滤清器的检修	113	二、滤清器	156
七、机油集滤器的检修	114	三、燃油箱	158
八、油道的清理	115	第三节 喷油泵	158
九、曲轴箱通风装置和油气分离器	115	一、柱塞式喷油泵	159
十、机油压力开关的检验	115	二、转子分配式喷油泵	167
十一、机油压力调节装置的检调	116	三、PT 泵喷嘴	174
十二、油底壳的检修	116	四、道依茨 BFM1013 柴油机单体 喷油泵	176
十三、SOFIM 附件箱的拆装	116	第四节 调速器	178
第五章 冷却系统	119	一、调速器的分类	178
第一节 冷却系统的使用与维护	119	二、RSV 全程式调速器	179
一、封闭式冷却系统的正确使用	119	三、RAD 两极式调速器	180
二、冷却系统的维护	119	四、RFD 调速器	180
三、冷却液的更换与加注	121	五、RQ 型两速式调速器	181
四、防止冷却液温度过高的措施	123	第五节 喷油器	182
第二节 冷却系统的检修	124	一、结构特点	182
一、水泵的检修	124	二、工作原理	183
二、散热器的检修	126	三、喷油器的分解与清洗	184
三、硅油风扇离合器的检修	128	四、零件检修	185
四、电动风扇离合器的检修	129	五、装配与调试	186
五、节温器的检修	129	六、PT 喷油系统的调整	187
六、冷却液温度表感温塞	130	第六节 燃料供给系统其他装置	190
第六章 进排气系统	131	一、供油提前角自动调节器	190
第一节 进、排气系统的形式			

二、供油调节拉杆（齿杆）限位器	192	五、电控共轨系统的特点	225
三、增压补偿器	195	第九章 车用柴油机性能参数	226
第八章 电控燃油喷射供给系统	197	一、解放 CA 系列柴油机	226
第一节 概述	197	二、康明斯系列柴油机	227
一、电控系统基本组成和原理	197	三、WD615 系列柴油机	236
二、控制方式和内容	199	四、索菲姆系列柴油机	239
第二节 直列泵电控喷射系统	200	五、玉柴系列柴油机	241
一、组成及工作原理	200	六、道依茨系列柴油机	243
二、供油量的控制	201	七、福田系列柴油机	247
三、供油正时的控制	202	八、三菱车用系列柴油机	249
第三节 分配泵电控喷油系统	204	九、五十铃车用系列柴油机	250
一、电控分配泵结构特点	204	十、朝柴系列柴油机	251
二、位置控制式电控分配泵系统	204	十一、扬柴四缸系列柴油机	254
三、时间控制式电控分配泵系统	205	第十章 车用柴油机主要机型维修	
第四节 泵喷嘴电控喷油系统	207	参数	256
一、电控泵喷嘴系统组成	207	一、解放 CA 系列柴油机	256
二、电控泵喷嘴系统工作原理	207	二、康明斯系列柴油机	259
三、宝来 TDI 柴油机电控泵喷嘴系统	208	三、WD615 系列柴油机	270
第五节 单体泵电控喷油系统	214	四、索菲姆系列柴油机	272
一、电控单体泵系统的优点	214	五、玉柴系列柴油机	279
二、电控单体泵的组成	214	六、道依茨系列柴油机	284
三、电控单体泵结构形式	215	七、福田系列柴油机	288
第六节 电控共轨式燃油喷射系统	216	八、三菱车用系列柴油机	290
一、共轨式电控燃油喷射系统的类型	216	九、五十铃车用系列柴油机	298
二、典型的高压电控共轨燃油系统	217	十、朝柴系列柴油机	302
三、电控高压共轨燃油系统的组成	218	十一、扬柴系列柴油机	304
四、部件的设计及功能	220	参考文献	315

第一章 总 述

汽车的动力源是发动机。发动机是把一种形式的能转变成机械能的机器。柴油机是把柴油喷入发动机燃烧室内部燃烧，产生巨大的热能，然后通过活塞、连杆、曲轴等组件将热能转变成机械能，并对外输出动力的机器。

第一节 柴油机发展历程

一百多年来，柴油机的发展经历了一个漫长的历程，从诞生到成熟，再到今天的电子控制，显示出柴油机强大的生命力，为农业生产、交通运输、国防建设等提供了强大的动力支撑。

一、狄塞尔发动机的诞生

1892年，鲁道夫·狄塞尔（1858~1913年）在德国的奥格斯堡着手研究一种燃油可以被压燃的新型发动机。历经多年的艰苦工作后，1894年2月17日，狄塞尔发动机第一次依靠自身的力量开始输出动力。这次运转虽然仅仅稳定工作了一分多钟，却迎来了一个新时代。自此，许多公司对狄塞尔发动机的未来坚信不疑，慢慢地、一步一个脚印地继续开发研制。1897年，世界上第一台柴油机终于诞生了，这台发动机能在转速为175r/min时输出14.7 kW的最大功率，可以使用更便宜而且少量的燃油，并且能够通过改变尺寸获得更高的动力输出。

这个阶段可以称为狄塞尔发动机的第一历史阶段——探讨和徘徊阶段，该阶段一直持续到1926年。狄塞尔发明的发动机采用炭粉作为燃料，故燃料系统一直限制着狄塞尔发动机的发展。狄塞尔的这一发明迅速地在船舶和固定安装领域得到了认可。

二、柴油机在汽车上的应用

进入20世纪以后，人们试图将狄塞尔发动机应用在汽车和机车上，但是，一直没有获得成功。其最大的障碍就是空气压缩机将很少量的燃料送进燃烧室的技术难以操纵，柴油机在如何达到更高的转速、更小的体积等方面仍然存在很多问题。1910年，对40hp的狄塞尔发动机进行实验，同样也因为没有良好的燃油系统而结束。

开发更高转速柴油机的最大问题是燃油供给系统。在当时使用的进气方法条件下，燃油是通过压缩空气直接向燃烧室喷射，这种方式不能适应很高的发动机转速，而且要求使用的空气压缩机体积非常庞大，其尺寸和质量都没有明显的降低。

1915年，MAN公司开始研究将燃料直接喷入燃烧室的方法，具体方法是在气缸盖的中央用弹簧控制一个燃料阀，燃烧室是设在活塞顶部的凹坑。1923年，第一辆车用狄塞尔发动机试制成功。第二年，MAN公司将其装在4t载货汽车上，从此，开辟了柴油机汽车的新纪元。

柴油机发展的100多年历程中，有三次重大的技术突破，使柴油机技术达到今天的水平。其中的两次都是和燃油系统直接相关，这也足以说明燃油系统在柴油机技术中的地位。

三、机械式燃油系统的突破

在 1922 年的下半年, Robert Bosch (德国博世公司) 决定集中精力开发柴油机的燃油喷射系统。到 1923 年初, 已经产生了 12 种不同的设计方案。在这一年, 该系统被装在发动机上进行了首次试验。到 1925 年的夏季, 喷射泵的设计完成。1927 年, 博世公司研制出了第一代系列产品组件——直列式合成泵, 奠定了机械式泵管嘴型燃油系统, 为柴油机的高速化、改善燃烧、提高性能创造了条件, 博世燃油喷射泵的使用实现了柴油机达到高转速的突破。机械式燃油系统为柴油机提供了强有力的“心脏”, 为柴油机的技术腾飞创造了条件。从那个时候起, 柴油机得到了更加广泛的应用。1936 年, 安装有柴油机的汽车首次进行批量生产, 车型为奔驰 260D (2.580 L, 36.75 kW), 狄塞尔的愿望终于得到了实现。

其后, 美国通用汽车公司研制成功单体柱塞泵, 康明斯公司开发成功泵喷嘴系统。20 世纪 60 年代研制成功的分配式喷油泵, 适用于中、小型柴油机, 为轿车和轻型车用柴油机的发展开辟了广阔的前景。

四、增压和中冷技术的发展

增压技术是提高柴油机燃油经济性的基本手段之一, 最初是应用在飞机发动机上。1954 年, 沃尔沃汽车公司首先将增压技术应用到汽车柴油机上。进气增压技术的应用, 极大地提高了发动机的进气效率, 提高了发动机的压缩比, 使燃油燃烧更完全。但是由于进入气缸内的空气因压力升高而温度太高, 在一定程度上影响到进入气缸的空气量, 进气效率得不到更大程度的提高, 为了进一步提升进气效率, 中冷技术几乎同时得到应用。20 世纪 60 年代, 中冷技术在欧美开始应用, 大大推动了涡轮增压技术的发展, 使柴油机功率成倍提高, 同时改善了增压柴油机的综合性能, 显示出巨大的发展潜力。可以说, 涡轮增压及中冷技术是柴油机的第二次技术飞跃, 为柴油机带来了强大的生命力。进入 20 世纪 80 年代以后, 增压器技术迅速进步, 并在增压柴油机设计方面也积累了丰富的经验。此后, 生产出了可靠性非常高的增压柴油机。

五、电控喷射技术的创新

柴油机电控技术得到发展, 主要是由于汽车迅速发展引发的污染问题和能源危机导致的。另外, 20 世纪汽车电子控制技术的迅速发展也为电控柴油喷射提供了技术支持。

从 20 世纪 50 年代中期开始, 汽车的排放物对大气的污染日趋严重。特别是从 1957 年到 1960 年的上半年, 美国联邦和加利福尼亚州两个政府机关陆续公布了污染调查报告, 强烈要求各汽车制造厂采取措施控制汽车排放。1960 年, 加利福尼亚州制定了汽车排放污染物控制法规, 并决定于 1965 年 7 月开始实施。从此以后, 柴油机的排放污染物控制法规也就被逐步提上议事日程。

1973 年, 第一次石油危机向世人表明了石油资源是有限的, 自此, 降低油耗、节省资源成为世人重要的追求目标。1979 年, 出现了第二次石油危机, 石油供需平衡被打破, 世界经济出现危机, 燃油价格持续高涨。在这样的历史背景之下, 对于柴油机的燃油装置来说, 仅仅根据发动机转速控制喷油量和喷油时间已经无法满足节能降耗的目的, 需要根据实时转速和实际负荷进行特殊形式的控制, 或者根据温度、进气压力、运行状态等进行综合控制, 以达到节能、降耗、降排的目的。显然, 机械式燃油系统已经不能满足要求, 传统的控制方法再也不能适应时代的要求。

从 20 世纪 70 年代开始, 另一场技术革命——电子技术迅速发展, 并向各个应用领域渗

透。电子控制技术在满足柴油机排放法规、进一步提高燃油经济性、提高安全驾驶性能等社会要求的背景下,从20世纪80年代开始,先后被各汽车生产厂用来控制喷油定时和喷油量,引起了柴油机燃油系统的一场革命——柴油机电控喷油技术,到目前为止已经经历了三代变化。第一代主要是凸轮压油、位置控制方式;第二代是凸轮压油、时间控制方式,比第一代要精准;第三代则是共轨蓄压、电磁阀时间控制方式,结构更简单,彻底改变了传统供油方式。

随着柴油机电控喷油技术的进步,现在的技术发展动向已经清楚地说明:21世纪是绿色柴油机的世纪,将是电控共轨燃油系统的世纪,电控技术已经促使柴油机排放水平接近和超过同等汽油机。

第二节 柴油机基本工作原理与结构

现在汽车上使用的柴油机都是四冲程内燃机,发动机曲轴旋转两周,活塞在气缸内往复运动四个行程完成一个工作循环。

一、基本工作原理

1. 常用术语介绍

发动机常用术语如图1-1所示。

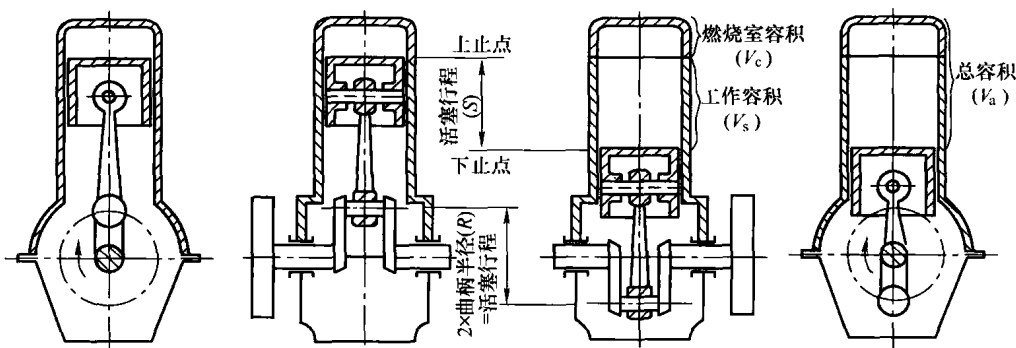


图 1-1 发动机常用术语示意图

- 1) 上止点:指活塞顶部离曲轴中心最远处,即活塞的最高位置。
- 2) 下止点:指活塞顶部离曲轴中心最近处,即活塞的最低位置。
- 3) 活塞行程 (S):指上、下止点间的距离。若用 R 表示曲柄半径,则活塞行程等于曲柄半径的2倍,即 $S=2R$ 。曲轴每转一圈,活塞运动两个行程。

- 4) 曲柄半径 (R):指曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离。

- 5) 气缸工作容积 (V_b):活塞从上止点到下止点所扫过的容积称为气缸工作容积或气缸排量。多缸发动机各气缸工作容积的总和,称为发动机工作容积或发动机排量,用符号 V_L (单位为 L) 表示:

$$V_L = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^6} S i$$

式中, D 为气缸直径,单位是 mm; S 为活塞行程,单位是 mm; i 为气缸数。

- 6) 燃烧室容积 (V_c):活塞在上止点时,活塞顶上面的空间为燃烧室,它的容积叫燃

烧室容积（单位为 L）。

7) 气缸总容积 (V_a)：指活塞在下止点时，活塞顶上面整个空间的容积（单位为 L）。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和，即

$$V_a = V_h + V_c$$

8) 压缩比 (ϵ)：指气缸总容积与燃烧室容积的比值，即

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_s + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

它表示活塞由下止点移动到上止点时，气缸内气体被压缩的程度。压缩比愈大，压缩终了时气缸内的压力和温度就愈高。目前，一般车用柴油机的压缩比为 16~22。

9) 发动机工作循环：指在气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转换为机械能的一系列连续过程（进气、压缩、做功、排气）。

2. 基本工作过程

与汽油发动机相同，四冲程柴油机的工作循环也是由进气、压缩、做功和排气四个行程组成。但由于柴油机使用的燃料是柴油，柴油粘度大，不易蒸发，自燃温度低，故在可燃混合气的形成和着火方式等方面和汽油发动机有所不同。图 1-2 所示为四冲程柴油机工作原理示意。

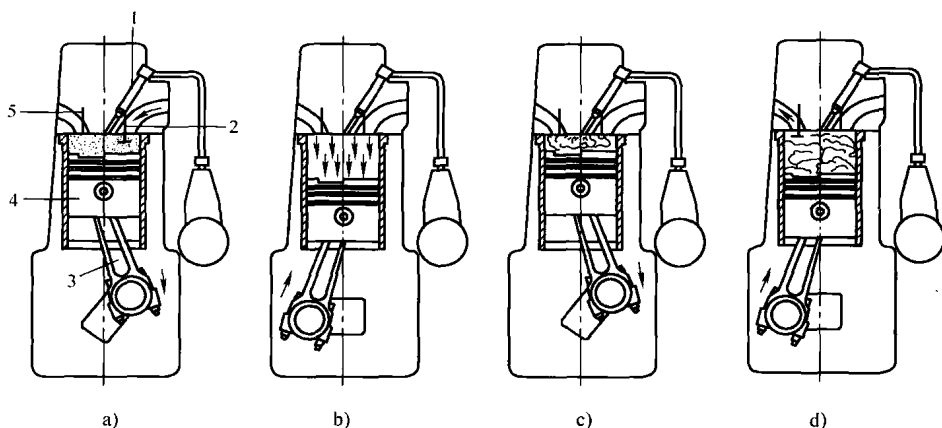


图 1-2 四冲程柴油机工作原理示意图

柴油机在进气行程吸入气缸的是纯空气，进气终了时气体压力约为 80~90kPa，气体温度大约为 320~350K。在压缩行程接近终了时，气体压力为 3.5~4.5MPa，温度为 750~1 000K，大大超过了柴油的自然温度。此时柴油经喷油泵将其压力提高到 10MPa 以上，通过喷油器的高压喷射，将柴油分散成细小颗粒油雾喷入气缸，在很短时间内与压缩后的高温、高压空气混合后便立即自行发火燃烧，气缸内气压急剧上升到 6~9MPa，温度也升到 2 000~2 500K。做功终了时，气体压力为 0.2~0.4MPa，气体温度为 1 200~1 500K。在高压气体推动下，活塞向下运动并通过连杆推动曲轴旋转做功，废气同时经排气管排入到大气中去。排气终了时，气缸内气体压力为 105~125kPa，气体温度为 800~1 000K。

与汽油机比较，柴油机热效率高、耗油率低、排放性能较好。它的主要缺点是转速低、笨重、噪声及振动大、制造和维修费用高。

二、基本结构组成

柴油机主要由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统和起动系

统等组成,简称两大机构四大系统。起动系统一般放在电器书中介绍,在本书中不作赘述。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是柴油机完成能量转换的主要机构。在做功行程中,该机构将柴油燃烧产生的热能通过活塞的往复运动转变成曲轴的圆周运动,对外输出动力;而在其他三个行程中,曲轴通过连杆推动活塞做上下往复运动。

曲柄连杆机构又由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组组成。机体组包括气缸体、曲轴箱、气缸盖、气缸垫和油底壳等零件。活塞连杆组包括活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴承等零件。曲轴飞轮组包括曲轴、主轴承、飞轮等零件。

2. 配气机构

配气机构的作用是按照发动机各缸工作顺序和每个气缸工作循环的要求,定时开启和关闭气缸的进、排气门,使新鲜可燃混合气或空气及时进入气缸,废气及时从气缸内排出。在压缩、做功行程中,保证气门与气门座有良好的密封。为了提高发动机的动力性和经济性,要求配气机构有利于减小进、排气阻力,能够合理地控制进、排气门的开启时刻和开启持续时间,使进气和排气都尽可能充分。

柴油机一般采取凸轮轴下置式配气机构,其进、排气门都倒装在气缸盖上,凸轮轴装在曲轴箱内。配气机构主要由气门传动组和气门组组成。气门传动组主要由正时齿轮、凸轮轴、气门挺杆、推杆、调整螺钉和锁紧螺母、摇臂、摇臂轴、摇臂轴支架等组成。气门组由气门锁片、气门弹簧、气门弹簧座、气门、气门导管、气门座等组成。

工作时,由曲轴通过正时齿轮驱动凸轮轴旋转,凸轮的凸起部分通过挺杆、推杆、调整螺钉推动摇臂,摇臂的另一端向下推开气门,同时使气门弹簧进一步压缩。当凸轮的凸起部分的顶点转过以后,在气门弹簧的作用下,气门开度逐渐减小,直至最后关闭,进气或排气行程即告结束。

3. 燃料供给系统

柴油机供给系统的功用是储存、滤清和输送燃油,并按照柴油机各种工况的要求,将燃油定时、定量、定压地以一定的喷雾质量喷入燃烧室,使其与空气迅速而良好地混合和燃烧,最后将废气排入大气。

柴油机供给系统由燃油供给系统,进、排气系统等部分组成。燃油供给系统由燃油箱、输油泵、低压油管、滤清器、喷油泵、喷油器、调速器、限压阀、高压油管及回油管等组成。进、排气系统包括空气滤清器,进、排气管及排气消声器,有的还装有增压器。燃料与空气在燃烧室内形成可燃混合气。

如图 1-3 所示,柴油机工作时,输油泵将柴油从燃油箱吸出,经油水分离器、燃油滤清器滤清后,通过油管送入喷油泵。喷油泵将柴油增压,并通过高压油管,将高压柴油定时定量地经喷油器喷入气缸内。从燃油箱到喷油泵入口的这段油路中的油压是由输油泵建立的,这段油路称为低压油路;从喷油泵到喷油器这段油路中的油压是由喷油泵建立的,这段油路称为高压油路。输油泵供给的多余燃油及喷油器工作间隙泄漏的极少量燃油经回油管返回滤清器或燃油箱,这段油路称为回油油路。

4. 润滑系统

润滑系统的基本任务就是将清洁的机油不断地提供给各零件的摩擦表面,形成润滑油膜,减少零件的摩擦和磨损,降低功率损失。循环流动的机油不仅可以清除摩擦表面上的磨

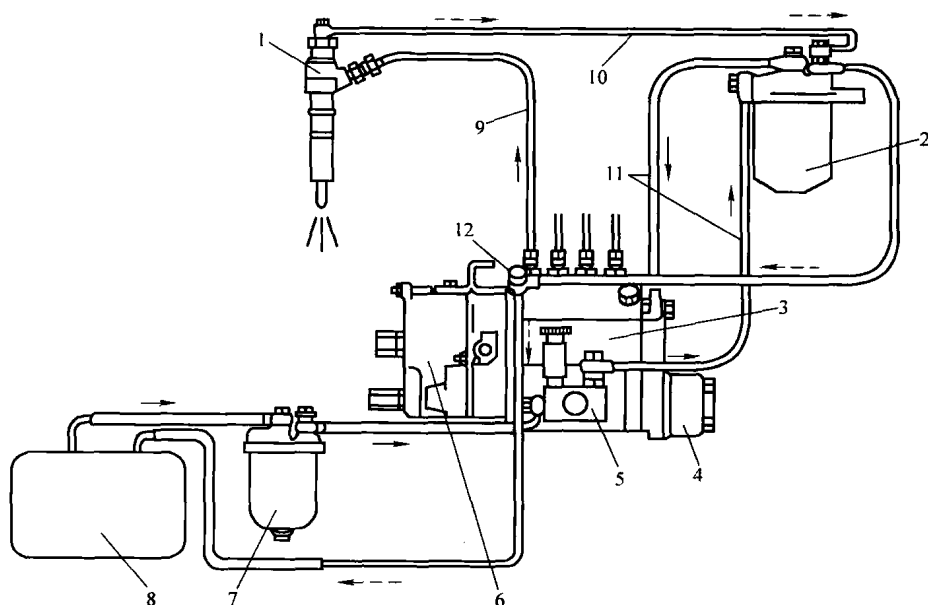


图 1-3 柴油机燃油供给系统结构组成示意图

- 1—喷油器 2—燃油滤清器 3—柱塞式喷油泵 4—喷油提前器 5—输油泵 6—调压器
7—油水分离器 8—燃油箱 9—高压油管 10—回油管 11—低压油管 12—限压阀

屑等杂质，而且还可以冷却摩擦表面。气缸壁和活塞环上的油膜还能提高气缸的密封性。此外，机油还可以防止零件生锈。

柴油机的机械负荷和热负荷较大，其活塞一般专设油道进行冷却；所配用的喷油泵、调速器、增压器等也需要润滑，因此，要求柴油机的润滑强度较高。为了保证润滑系统工作可靠，通常设有机油散热器。机油泵安装在曲轴箱内前端，由曲轴正时齿轮直接或间接驱动。这样，可使机油泵的转速等于或高于发动机转速，以满足柴油机高强度润滑的需要。

图 1-4 为斯太尔 WD615 系列柴油机润滑油路。机油经集滤器、机油泵（设安全阀）、机油滤清器（设旁通阀）、机油散热器进入主油道。机油散热器上装有限压阀，当油压过高时，限压阀开启，机油直接由此阀进入主油道，避免机油散热器损坏。主油道中的机油通过各支油道分别流向曲轴主轴颈、凸轮轴轴颈、连杆轴颈、增压器（若柴油机为自然吸气式则无增压器）、喷油泵和压气机等处。从机身到挺杆孔有一斜油道，用以润滑挺杆，并经空心推杆到摇臂轴进行压力润滑。从缸体到缸盖间无专门润滑油道，缸盖上配气机构的润滑是靠空心推杆作为唯一的输油通道。为了保证活塞的冷却，对应各缸处有机油喷嘴，来自于主油道的机油直接喷到活塞内腔。

此外，润滑系统主油道中还装有机油压力过低传感器，能自动报警；窜入曲轴箱及气缸体内腔的油气可通过油气分离器，使凝结下来的机油回到油底壳。分离出来的气体则通过增压器进入柴油机进气管。

5. 冷却系统

实践证明，发动机温度过高或过低对发动机的工作都是不利的。因此，冷却系统的作用就是使发动机得到适度的冷却，从而保持在最适宜的温度范围内工作。柴油机冷却系统按照

冷却方式的不同有水冷和风冷两种。目前，汽车发动机上普遍采用的是强制循环式水冷却系统，利用水泵强制冷却液在冷却系统中进行循环流动。冷却系统主要由散热器、水泵、风扇、冷却水套和温度调节装置等组成，如图 1-5 所示。

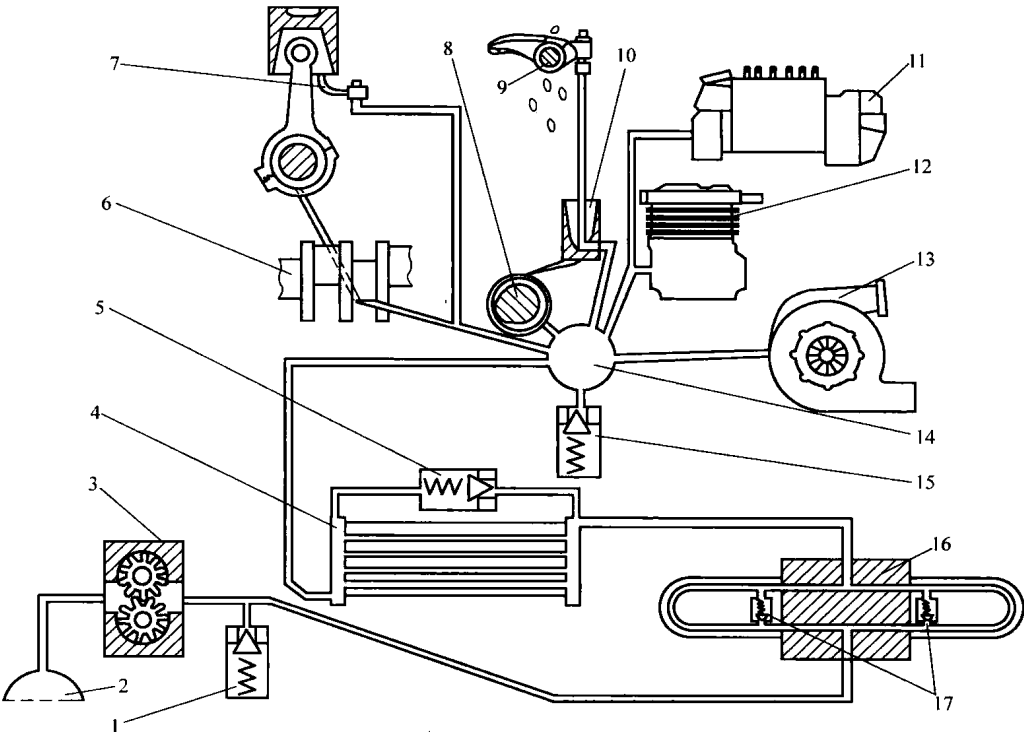


图 1-4 斯太尔 WD615 系列柴油机润滑油路

- 1—机油泵安全阀 2—集滤器 3—机油泵 4—机油散热器 5—散热器限压阀 6—曲轴
7—机油喷嘴 8—凸轮轴 9—摇臂轴 10—挺杆 11—喷油泵 12—压气机 13—增压器
14—主油道 15—限压阀 16—机油滤清器 17—滤清器旁通阀

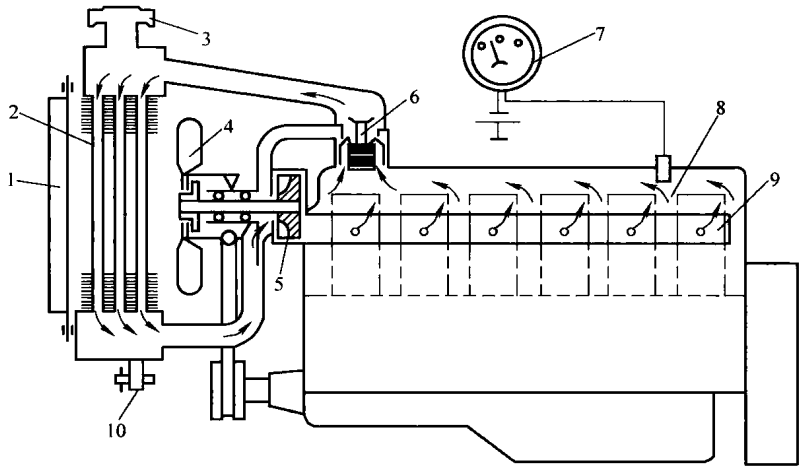


图 1-5 强制循环水冷却系统结构示意图

- 1—百叶窗 2—散热器 3—散热器盖 4—风扇 5—水泵 6—节温器
7—冷却液温度表 8—水套 9—分水管 10—放水阀

第三节 柴油机的正确使用

一、柴油机的使用与维护

1. 使用注意事项

柴油机在使用时,操作人员和管理人员应注意下列事项:

- 1) 柴油机在开始使用前,操作人员必须熟知操作规程,并认真阅读有关说明书。
- 2) 一台新的柴油机投入使用时,应在提前做好有关准备工作的基础上,严格按照要求进行磨合。
- 3) 严格按照柴油机的技术维护作业内容,定期进行维护作业。
- 4) 向柴油机加注燃油和润滑油时,必须使用专门的清洁容器。对于存放容器,应当保持洁净。
- 5) 在起动前,油浴式空气滤清器油盆必须加足机油。
- 6) 要严格使用规定牌号的柴油和机油(注意季节的不同)。
- 7) 全部机油应在规定的时间间隔内进行更换,避免把不同级的机油混在一起使用。
- 8) 为了避免柴油机的零件和部件,特别是燃油供给系统的零件和部件的损坏,没有必要时,不要拆卸。
- 9) 柴油机在运转期间,操作人员应注意对运行中的柴油机进行观察和检查,其中主要包括:
 - ① 零部件有无敲击、松动或其他工作不正常的响声。
 - ② 有无发电机或其他电器因高热所发生的异常烧焦气味。
 - ③ 燃料、液压、润滑各系统有无泄露现象。
 - ④ 机油压力、电流以及柴油等仪表的读数是否正常。如发现不正常情况的出现,应及时查明原因,分析排除。

2. 柴油机的起动

(1) 起动前的准备

- 1) 柴油机在起动前应认真检查各部位紧固连接情况,检查操纵机构是否灵活、风扇传动带是否完好无损、风扇导向罩是否扣牢等,并排除不正常现象。
- 2) 检查油底壳内机油油面高度是否在机油标尺上、下限之间,新的或经过检修过的柴油机必须将机油加至机油标尺的上限。
- 3) 检查柴油箱内柴油量及供给系统的完好情况,注意油路中有无渗漏和进气,用手动输油泵泵油后对燃油系统进行排气。
- 4) 检查蓄电池内电解液的液面高度。
- 5) 检查电气系统电路接线是否正常。

(2) 柴油机的起动过程 柴油机从静止状态转入运转状态时,必须克服阻止曲轴旋转的机件摩擦面的摩擦阻力,机件加速运动的惯性力,以及活塞压缩气体时的压缩阻力等起动阻力。起动阻力的大小与柴油机的大小有关。缸数多、排量大的柴油机,起动时的摩擦力、惯性力、压缩阻力都大。其中的摩擦阻力与机油的粘度有关。低温时由于机油稠,摩擦阻力大,因而冷车起动比热车费劲,冬季起动比夏季费劲;压缩阻力与压缩比有直接的关系;此

外，惯性阻力是变化的，由静止到运动的最初阶段的惯性阻力是最大的。因此，柴油机启动时，应重视和遵守一定的有利于柴油机启动的步骤，并对低温启动采取某些有效措施。

启动柴油机的步骤：

1) 通过离合器使柴油机与传动装置脱开。

2) 通过手柄或脚踏板将喷油泵的调速杆推到最大供油位置上。

3) 打开启动开关到工作位置，这时充电指示灯亮，然后继续转到启动位置，只要柴油机着火，就松开钥匙，使其回到工作位置。

对于装有预热装置的柴油机，启动前都要预先预热（发动机热车状态时再启动不需要预热），将预热启动开关钥匙转到预热位置，预热约 1min，然后启动柴油机，如果柴油机低速空转时排放白烟不能启动，将钥匙转到预热位置，对柴油机再预热。柴油机启动机连续启动最长时间不得超过 10s，启动时间间隔为 1min。

4) 柴油机启动后，把转速降下来，在低转速下进行暖车。

5) 柴油机启动后应检查仪表工作是否正常。在低速空转时要对油压进行监视，冷车低速空转时，油压指示灯必须熄灭，热车低速空转时，允许油压指示灯亮。检查充电指示灯是否熄灭（判断发电机是否发电）以及零部件有无敲击、松动和其他不正常的响声以及各部位有无渗漏情况。

(3) 低温启动 所谓低温启动是指柴油机在寒冷气候条件下的启动。这时，如不采取一定的辅助启动措施，柴油机在低温下是比较难启动的。这主要是因为燃烧室中的空气温度达不到燃油的着火温度，所以喷入的燃油不能发火。因此，柴油机低温启动前，必须采取对柴油机进行预热等措施，以保证柴油机能够在低温环境中正常可靠地启动。同时，必须注意以下几点：

1) 在冬季，应按规定使用相应牌号的柴油和机油，加入油浴式空气滤清器内的机油，也应适合环境温度的要求。当气温在 0℃ 附近或者低于 0℃ 时，带火焰预热装置的柴油机就应该使用火焰预热装置进行启动。其启动工作过程是：将预热启动开关钥匙转到预热位置，停留约 1min，只要预热指示灯一亮，就可以启动柴油机。柴油机还未完全平稳地运转或还冒白烟时，则应转到预热位置再预热，最多预热 3min，连续启动时间不得超过 10s。如果柴油机第一次未能启动成功，那么就要停留 1min 后再进行下一次启动，下一次启动必须在预热位置重新开始（预热 1min）。

2) 在冬季柴油机停车后，可以将蓄电池拆下存放到温暖的室内，启动时再装上，但要注意接线柱应接触良好。

3) 在冬季柴油机停车后，应立即将热机油放入干燥清洁的容器内，再次启动时，先将机油加热到 80~90℃，然后注入柴油机内，转动曲轴数圈（同时让柴油机气缸内预先喷入少量柴油），禁止用明火烘烤柴油机的油底壳。

4) 柴油机启动后，严禁不经暖车就大油门“轰车”和高档起步。

3. 柴油机的磨合

新的或经大修后的柴油机在投入正式使用之前，还应进行 50h 或 2500km 的磨合（经中、小修后的柴油机可适当地进行试运转），以改善柴油机各运动部件的工作状况，提高柴油机的运行可靠性和使用寿命。未经磨合的柴油机不得投入全负荷运行，否则，不仅会引起零部件的摩擦表面迅速磨损，而且会造成零件卡住和损坏。