

中等职业教育国家规划教材配套教材

柴油机维修专门化

【 汽车运用与维修专业 】

● 崔长海 主编

● 杨维和 主审

配套
教材



人民交通出版社

中等职业教育国家规划教材配套教材

Chaiyouji Weixiu Zhuanmenhua

柴油机维修专门化

(汽车运用与维修专业)

崔长海 主编

杨维和 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是中等职业教育国家规划教材配套教材,对柴油发动机的构造、工作原理、故障诊断及维修等方面进行系统地介绍,通俗易懂。

本书是中等专业学校汽车运用工程专业统编教材,也可供从事汽车柴油机使用与维修工作的技术人员、汽车驾驶与维修人员学习参考。

图书在版编目(C I P)数据

柴油机维修专门化/崔长海主编. —北京:人民交通出版社, 2003. 7

ISBN 7-114-04669-3

I. 柴… II. 崔… III. 汽车-柴油机-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 030796 号

中等职业教育国家规划教材配套教材

柴油机维修专门化

(汽车运用与维修专业)

崔长海 主编

杨维和 主审

正文设计:孙立宁 责任校对:戴瑞萍 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 24. 75 字数: 616 千

2003 年 6 月 第 1 版

2003 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001~3000 册 定价: 39. 00 元

ISBN 7-114-04669-3

按照教育部提出的“面向 21 世纪职业教育课程改革和教材建设规划”的要求,交通职业教育教学指导委员会汽车运用与维修学科委员会(以下简称学科委员会)组织项目课题组,于 2001 年 11 月完成了《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》(以下简称专业教学指导方案),2002 年 4 月专业教学指导方案经教育部颁布执行。

根据专业教学指导方案,汽车运用与维修专业课程分为主干课程和专门化课程。7 门主干课程教材被列为中等职业教育国家规划教材,并已于 2002 年 7 月由人民交通出版社出版发行。7 门主干课程是汽车运用与维修专业的基础专业课程,其中《汽车电控发动机构造与维修》和《汽车自动变速器构造与维修》各校可以根据本地区的实际情况选学相关部分或全部内容,其他 5 门专业课为必修课程。

学科委员会组织全国交通职业学校(院)的教师根据专业教学指导方案的要求,编写了与上述中等职业教育国家规划教材配套使用的 10 门专门化课程教材和 7 门实训课程教材,以及《汽车概论》课程教材,这些教材的编写融入了全国各交通职业学校(院)汽车运用与维修专业近 20 年的教学改革成果,结合了全国各地汽车维修业的生产实际,具有较强的针对性。新教材较好地贯彻了素质教育的思想,力求体现以人为本的现代理念,从交通行业岗位群的知识 and 技能要求出发,结合对学生创新能力的培养、职业道德方面的要求,提出教学目标并组织教学内容。

《汽车概论》是汽车运用与维修专业的入门教材;10 门专门化课程教材是与主干课程教材配套使用的教材,供各校根据本地区经济发展和车辆保有情况选择使用。各校可以在第三学年安排 2~3 门专门化课程。

7 门实训课程教材中的《汽车拆装实训》、《汽车发动机维修实训》、《汽车底盘维修实训》、《汽车电气设备维修实训》是与中等职业教育国家规划教材中相应课程配套使用的实训课程教材。《机电维修技术实训》是汽车维修机电基本操作技术的综合实训课程教材;《汽车驾驶实训》、《汽车维修工考工强化实训》是为学生毕业前考取驾驶证和汽车维修工等级证书而编写的实训课程教材。

《柴油机维修专门化》是汽车运用与维修专业的一门实践性很强的必修专业课,主要介绍了柴油发动机的构造、工作原理、故障诊断及维修等方面的知识。

参加本书编写工作的有:河南省交通学校(编写第三、第八、第十一、第十二章),宋保林(编写第一、第二、第五、第九、第十章)、冯顺利(编写第四、第六、第七章)、河南省义煤集团汽车改装厂韩涛(编写第八章第四节),全书由河南省交通学校崔长海担任主编,云南交通职业技术学院杨维和担任主审。编写过程中,得到了许多单位和朋友的支持和帮助,在此表示感谢。

限于编者经历及水平,教材内容很难覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在使用教材过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会
汽车运用与维修学科委员会
2002 年 11 月

第一章 绪论	1
第一节 柴油机的总体构造及分类	1
第二节 柴油机的工作循环	7
第二章 柴油机的性能指标与特性	11
第一节 柴油机的性能指标	11
第二节 柴油机的特性	17
第三章 柴油机的维修技术	27
第一节 柴油机技术状况变化的规律	27
第二节 柴油机的维修技术	31
第四章 柴油机曲柄连杆机构的构造与维修	33
第一节 柴油机曲柄连杆机构的作用与组成	33
实验一 曲柄连杆机构及配气机构的拆装实验	35
第二节 柴油机曲柄连杆机构的主要零部件	36
第三节 柴油机曲柄连杆机构主要零部件的校验及技术要求	69
第四节 柴油机曲柄连杆机构维修工艺	78
实验二 气缸检验、检测、缸套更换、镗削及磨削实验	82
实验三 连杆检验、校正及小头衬套铰削	88
第五节 柴油机曲柄连杆机构的装配与调整方法	89
实验四 活塞连杆组组装实验	91
第六节 柴油机曲柄连杆机构常见异响的诊断	92
第五章 柴油机配气机构的构造与维修	97
第一节 柴油机配气机构的作用与组成	97
第二节 柴油机配气相位与换气过程	103
第三节 柴油机配气机构主要零部件	106
第四节 柴油机配气机构主要零部件的校验与技术要求	120
第五节 柴油机配气机构主要零部件的维修工艺	124
实验五 气门座铰削及座圈研磨实验	127
第六节 柴油机配气机构的检测与调整	128
实验六 气门间隙调整及配气相位的检修实验	131
第七节 柴油机配气机构常见异响的诊断	133
第六章 柴油机冷却系的构造与维修	135
第一节 柴油机冷却系的作用与组成	135
第二节 柴油机冷却系主要零部件的构造及技术要求	136
实验七 柴油机冷却系主要总成的拆装实验	144
第三节 柴油机冷却系常见故障的诊断与排除	144

第七章 柴油机润滑系的构造与维修	148
第一节 柴油机润滑系的作用与组成.....	148
第二节 柴油机润滑系主要零部件的构造及技术要求.....	150
实验八 柴油机润滑系主要总成的拆装与维修实验.....	157
第三节 柴油机润滑系常见故障的诊断与排除.....	160
第八章 柴油机燃料供给系的构造与维修	163
第一节 柴油机燃料供给系概述.....	163
第二节 柴油机燃烧过程及燃烧室.....	165
第三节 喷油器.....	174
实验九 喷油器的拆装与维修实验.....	179
第四节 柱塞式喷油泵.....	180
第五节 分配(压缩)柱塞式喷油泵.....	197
第六节 调速器.....	220
实验十 喷油泵及调速器总成的拆装实验.....	247
第七节 供油正时与调节装置.....	248
第八节 燃料供给系辅助装置.....	253
第九节 废气涡轮增压技术.....	256
实验十一 废气涡轮增压器的拆装与性能检测实验.....	260
第十节 PT 燃油供给系统.....	261
实验十二 PT 燃油系统的拆卸和装配.....	277
实验十三 PT 燃油系常见故障诊断实验.....	278
第十一节 柴油机电控燃油喷射系统.....	280
第十二节 柴油机燃料供给系常见故障诊断与排除.....	291
实验十四 柴油机燃料供给系常见故障诊断实验.....	301
第十三节 柴油机供油(喷油)正时的检查与调整.....	302
实验十五 柴油机供油正时的检查与调整实验.....	304
第十四节 柱塞式喷油泵与调速器的调试.....	304
实验十六 喷油泵调速器总成的调试实验.....	318
第十五节 分配泵的调整和试验.....	321
第十六节 喷油器与输油泵的检查与调试.....	335
第十七节 柴油机燃料供给系精密偶件的检修方法.....	338
第十八节 柴油机燃料供给系的维护.....	341
第九章 柴油机起动系的构造与维修	344
第一节 柴油机起动系的作用与组成.....	344
第二节 柴油机起动系各零部件的构造及工作.....	344

第三节 柴油机起动系常见故障的诊断及维护	350
实验十七 柴油机起动系电路接线与起动故障诊断实验	353
第四节 柴油机起动系自动控制冷起动装置	354
第十章 柴油机充电系的构造和工作过程	357
第一节 柴油机充电系的作用与组成	357
第二节 柴油机充电系基本电路	357
第三节 蓄电池	358
第四节 硅整流发电机与调节器	363
实验十八 柴油机充电系接线与故障诊断实验	371
第五节 柴油机发电及附属系统常见故障的诊断与排除	372
第十一章 柴油机综合故障诊断	374
第一节 气缸压缩压力的测定与分析	374
实验十九 气缸压缩压力检测实验	375
第二节 柴油机综合异常响声的诊断	375
第三节 润滑系、冷却系、燃油系的综合故障诊断	376
第十二章 柴油机的装配、调试与磨合	379
第一节 柴油机的总装工艺与技术要求	379
第二节 柴油机的磨合与调试	382
参考文献	385

第一章 绪 论

学习目标:

熟悉并掌握柴油机的总体构造、柴油机的分类、柴油机与汽油机的优缺点、四冲程柴油机的工作循环。

熟悉二冲程柴油机的工作循环。

第一节 柴油机的总体构造及分类

一、柴油机的总体构造

目前,车用柴油机主要还是往复式活塞式内燃机,其在结构上与汽油机是很相似的,都具有曲柄连杆机构和配气机构两大机构,不同的是汽油机由冷却系、润滑系、燃料系、起动系和点火系组成,而柴油机则由冷却系、润滑系、燃料系、起动系组成。但是,由于柴油机的一些总成或部件(如凸轮轴、喷油泵、水泵、机油泵、动力转向油泵等)需要曲轴的驱动,使其驱动装置显得较为复杂。为叙述的方便,这里称其为柴油机的传动系。因此,柴油机由冷却系、润滑系、燃料系、起动系和传动系组成。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构主要由构成气缸的缸体、活塞、连杆、曲轴和飞轮等组成。对于往复式活塞式柴油机来说,混合气在气缸内燃烧所产生的热能以高压气体的形式通过活塞、连杆、曲轴而转变为可用的机械能而经飞轮输出的;而工作循环的准备过程也是由曲轴通过连杆带动活塞作往复运动来实现的。因此说曲柄连杆机构是发动机维持工作循环,实现能量转换的核心。在这一点上,柴油机和汽油机是相同的。

2. 配气机构

为使发动机工作循环能连续的进行,必须定时地开闭气门,以便向气缸内充入新鲜气体和排出废气。为此,柴油机和汽油机一样设置了配气机构。它主要由气门和控制气门开闭的气门弹簧、凸轮轴及其他传动件组成。

3. 燃料供给系

柴油机要完成一个接一个的工作循环,必须要向气缸内供应纯空气并在规定的时刻向气缸内喷入雾化的柴油,并将燃烧后的废气按规定的管路导出。这就是柴油机的燃料供给系所担负的任务。它主要由燃油箱、输油泵、喷油泵、喷油器、进排气管、滤清器及高低压油管等组成。

4. 润滑系

柴油机内部有很多高速运动的摩擦面,为了减小摩擦阻力和减缓磨损,需要向这些摩擦表面提供一定压力和流量的润滑油,即用湿摩擦代替零件之间的干摩擦。为此,柴油机设有润滑系,它主要由油底壳、机油泵、油道、滤清器及机油散热器等组成。

5. 冷却系

柴油机工作时,燃料燃烧所产生的热能并非全部转化为了机械能,未转化为机械能的热能实际上是被一些零部件(如气缸盖、活塞、气缸体等)所吸收。这就不可避免的使这些零部件的温度升高。为了保持柴油机的正常工作温度,就需要将机件的多余热量散发出去。为此,发动机设有冷却系,它有水冷式和风冷式两类。水冷式主要由散热器、风扇、水泵、水套等组成;风冷式主要由风扇、散热片、导流板等组成。

6. 起动系

由于柴油机开始运转的第一个工作循环的准备过程,必须有外部动力带动曲轴转动。因此,发动机设有起动系,它主要由起动机和附属装置组成。

7. 传动系

传动系的作用是保证柴油机的曲轴与配气机构凸轮轴、驱动喷油泵凸轮轴保持严格的相对位置关系。同时也驱动其他一些辅助装置(如水泵、机油泵、发电机、空气压缩机)等。车用柴油机主要传动部件多用齿轮传动、链传动或同步齿带传动,其组成也因传动的方式而异;辅助装置的传动多采用皮带传动。

柴油机的总体构造见图 1-1、图 1-2、图 1-3。

二、柴油机的分类

柴油机的分类可按工作方式、燃烧方式、冷却方式、增压方式和气缸布置来分类,具体到某一台柴油机,它可能是这些方式中若干方式的组合。

1. 工作方式

按工作方式,可分为二冲程和四冲程柴油机两种。目前,我国正在使用的汽车装用的柴油

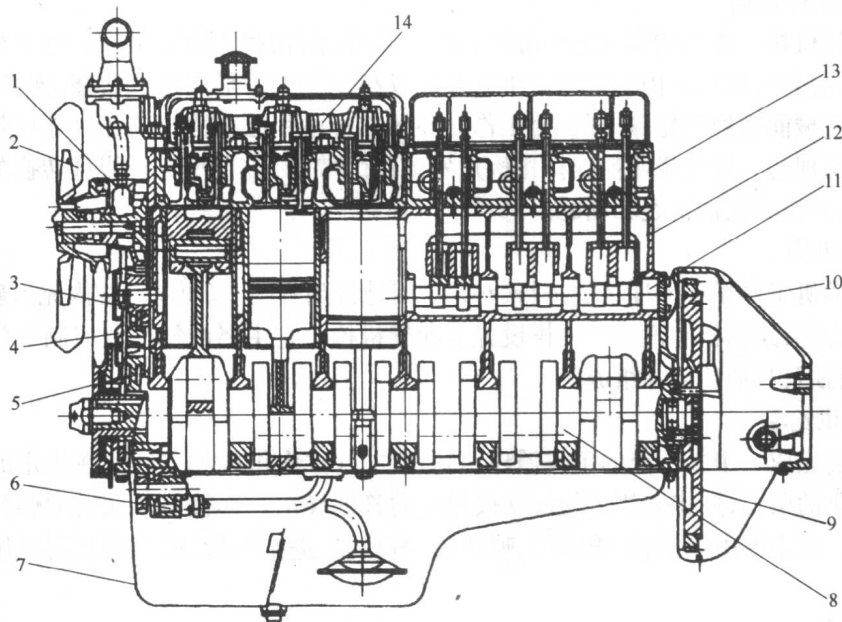


图 1-1a) YC6105QC 型、YC6108QC 型柴油机纵剖面图

1-水泵;2-风扇;3-正时齿轮;4-正时齿轮室;5-惰齿轮;6-机油泵;7-油底壳;8-曲轴;9-飞轮;10-飞轮离合器壳;11-凸轮轴;12-机体;13-气缸盖;14-摇臂轴

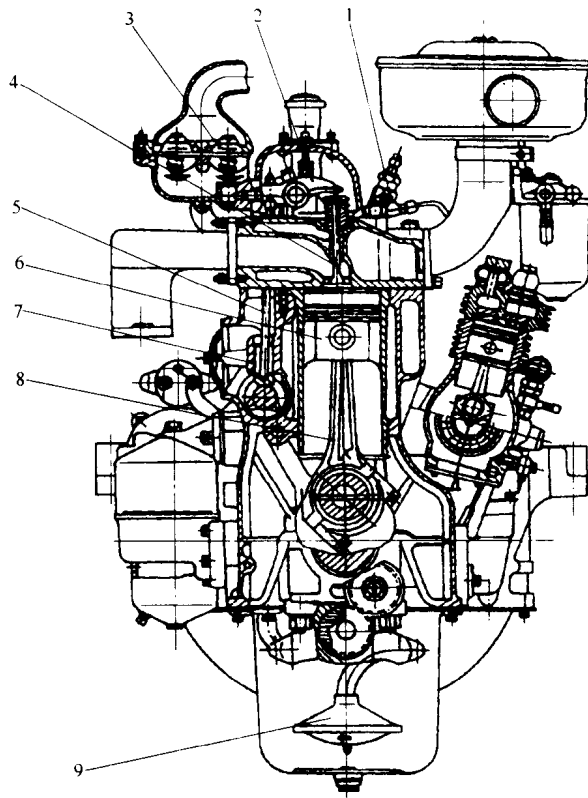


图 1-1b) YC6105QC 型、YC6108QC 型柴油机横剖面图

1-喷油泵;2-气门摇臂;3-节温器;4-气门组件;5-推杆;6-活塞组件;7-挺柱;8-连杆组件;9-机油集滤器

机大部分都是四冲程柴油机,如 6135Q-1、斯太尔 WD615 系列、IVECO 柴油机等。但有些车辆也选用二冲程柴油机,如意大利佩尔利尼 T20-203 重型汽车装用的 GM6V-71N 型二冲程柴油机、佩尔利尼 T20-205 装用的 GM12V-71N 二冲程柴油机等,但是数量很少。

2. 冷却方式

柴油机的冷却方式可分为风冷式和水冷式两种。

国产 HY480 型半挂牵引车装用的德国道依茨 BF12L413FC 型柴油机和前捷克斯洛伐克产太脱拉系列汽车所装用的柴油机均为风冷式。但大部分车用柴油机为水冷式的。

3. 增压方式

一般来说,功率在 221kW 以上的柴油机多采用增压结构,但随着增压技术的越来越成熟和人们对车辆动力性的要求越来越高,如今增压技术的使用已经较过去更为广泛,许多中小功率的柴油机也开始使用增压技术,如 IVECO8140.27 型发动机(最大功率为 76kW)就使用了 K14 型和 GARRETT 型废气涡轮增压器。

增压器可分为机械式(罗茨式扫气泵)、废气涡轮增压器和气波增压器。二冲程柴油机必须采用机械式的,主要是为了扫气,而其增压仍采用废气涡轮式的;四冲程增压柴油机都装用废气涡轮增压器或正在研制和发展着的气波增压器。

4. 燃烧方式

柴油机燃烧方式可分为:直接喷射式和间接喷射式(分开式)。

目前大多数柴油机多采用直接喷射式,如日产(NISSAN)RD8、玉柴系列、康明斯 KTA-2300 系列、IVECO 系列等。间接喷射式(分开式燃烧室)使用得较少。

5. 气缸布置

车用柴油机按气缸的排列可分为直列式和 V 型两种,小功率的柴油机多为直列式,而大、中功率八缸或八缸以上的多为 V 型,见图 1-3 及图 1-4。

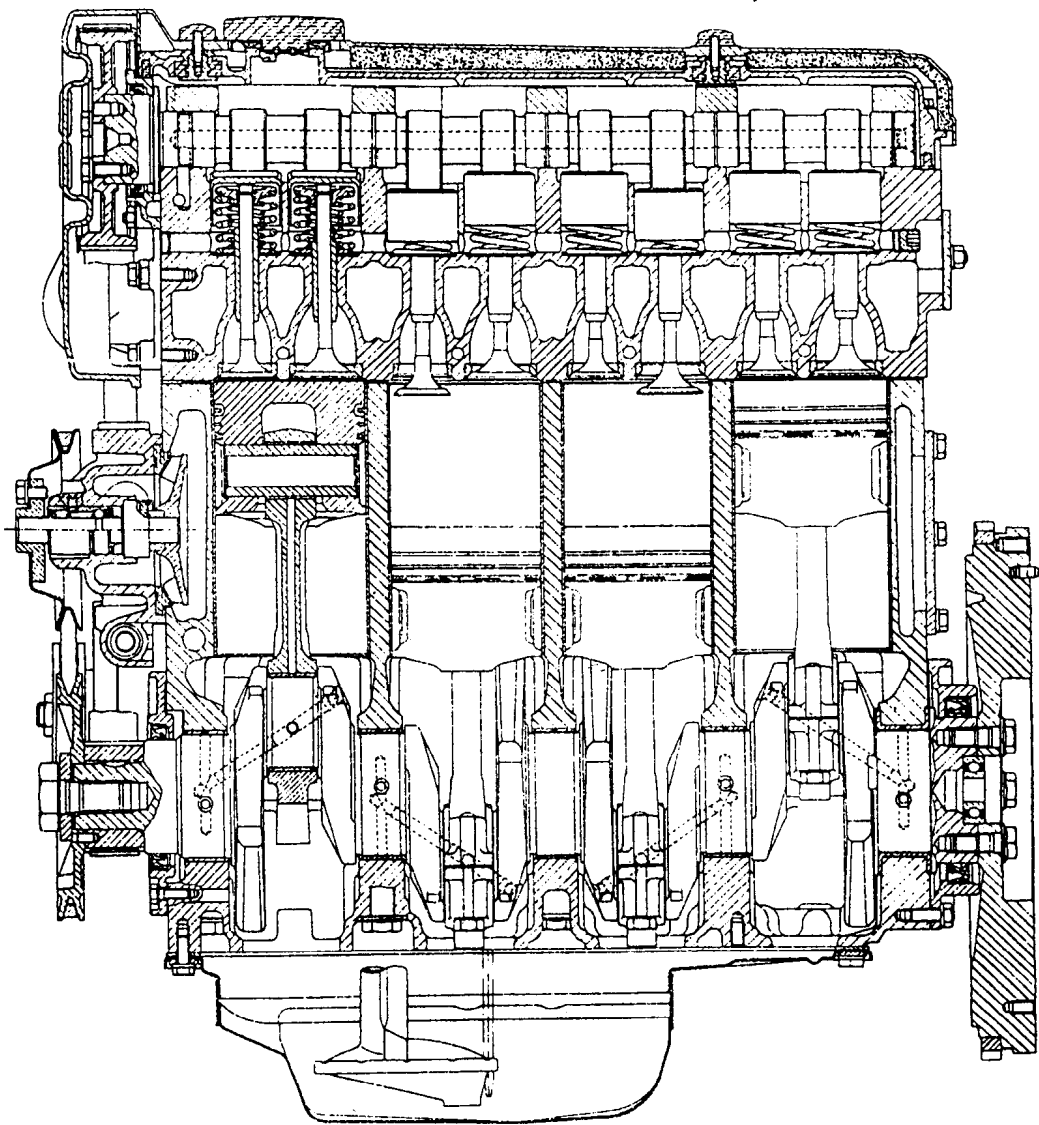


图 1-2a) 依维柯(IVECO)柴油机纵剖面图

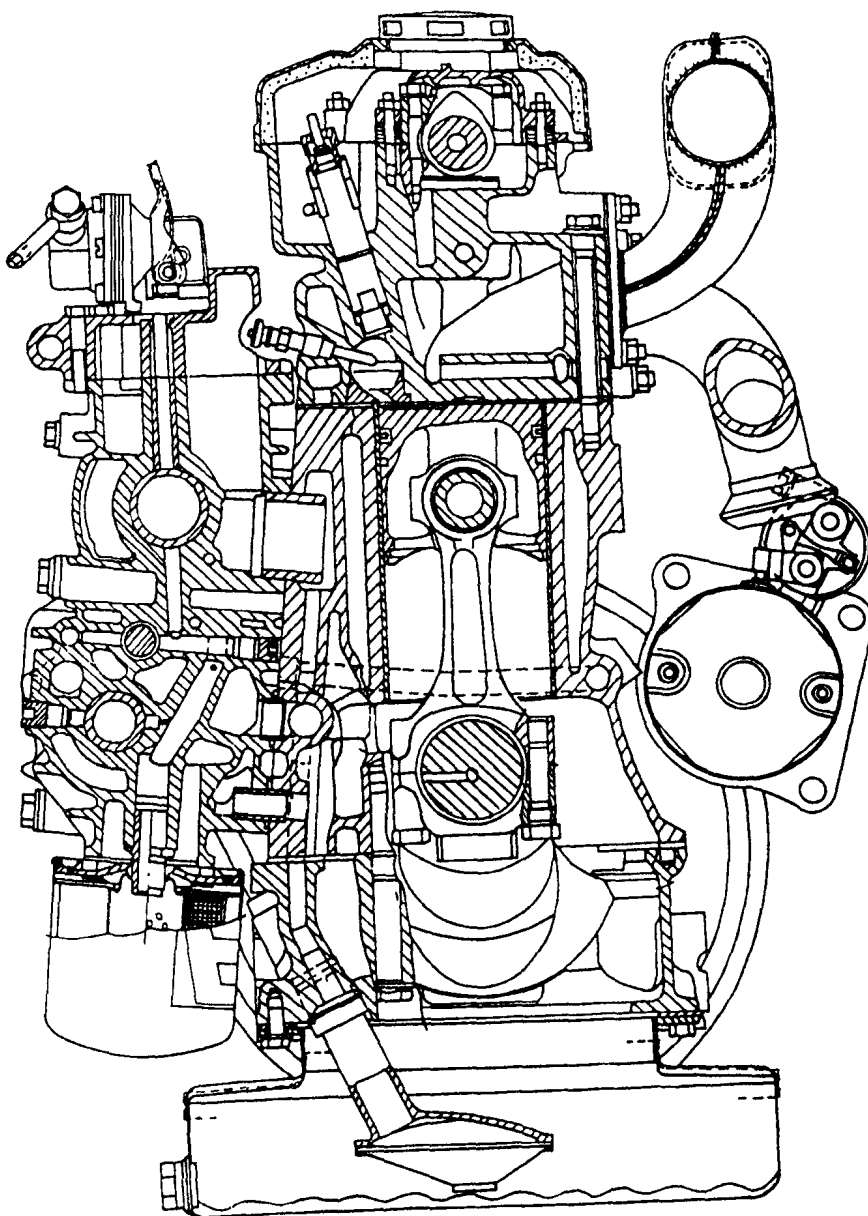


图 1-2b) 依维柯(IVECO)柴油机横剖面图

三、柴油机与汽油机的比较

目前汽车用发动机仍以往复活塞式为主,其中重型汽车,尤其超重型汽车均以柴油机作为动力,这是因为柴油机比汽油机有更多的优越性。

柴油机与汽油机相比,其主要优点为:

(1)柴油机的热效率高,约为 $34\% \sim 38\%$,所以柴油机比汽油机的经济性好。

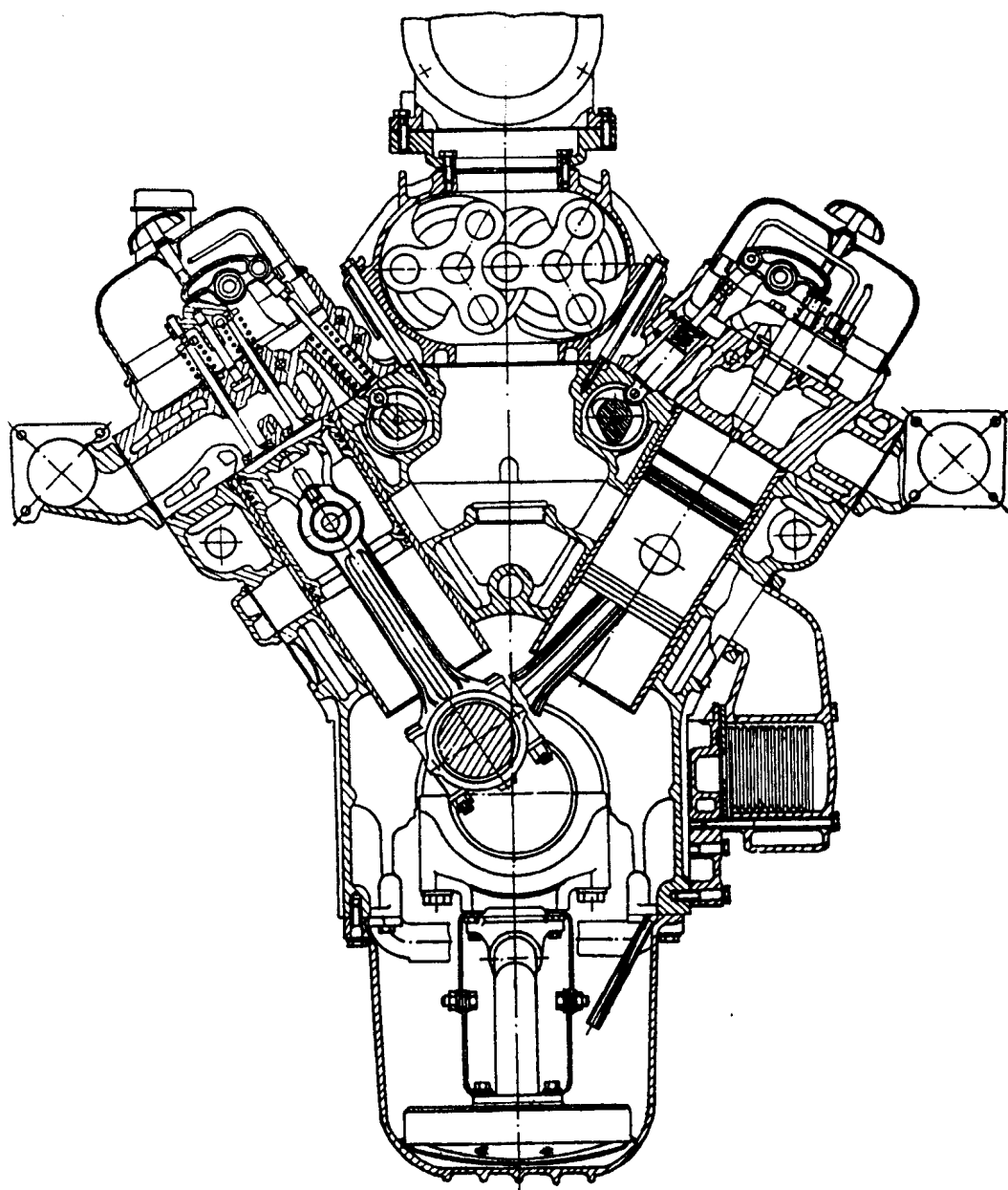


图 1-3 GM6V71N 型二冲程柴油机横剖面图

(2) 由于柴油机没有点火系, 故柴油机燃料供给系统和燃烧都较汽油机可靠, 不易出现故障。

(3) 柴油机所排出的废气中, 对大气污染的有害成分相对少一些。

(4) 柴油的引火点高, 不易引起火灾, 有利于安全生产。

但柴油机也存在着一些缺点, 主要表现在柴油机的结构复杂, 质量大, 燃油供给系主要装置要求材质好, 加工精度要求高, 其制造成本较高。另外柴油机起动时需要的动力大, 噪声大和排气中含 SO_2 与游离碳多等。

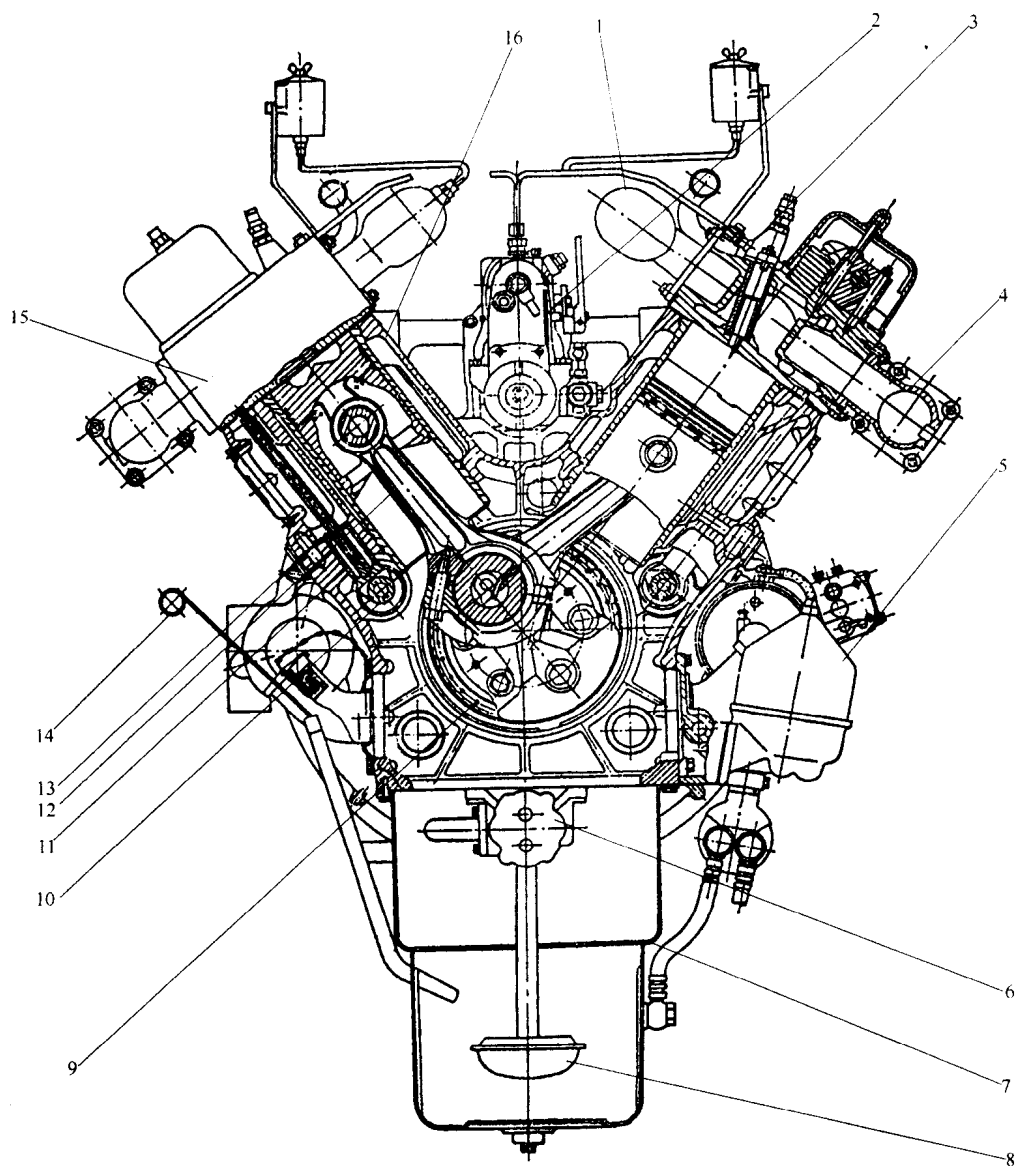


图 1-4 12V135AQ 型柴油机横剖面图

1-进气歧管;2-喷油泵;3-喷油器;4-排气歧管;5-离心式机油滤清器;6-机油泵;7-油底壳;8-集滤器;9-曲轴主轴承;10-凸轮轴;11-挺杆;12-连杆;13-推杆;14-油尺;15-气缸盖;16-气缸体

第二节 柴油机的工作循环

一、四冲程柴油机的工作循环

往复式柴油机的每一工作循环是由进气、压缩、燃烧、作功和排气等过程组成。如果曲轴每转两圈,活塞在上下止点间往复二次而完成一个循环的柴油机,称之为四冲程柴油机。如图 1-5 所示。为了理论上分析的方便性,往往使循环中的一个过程相当于柴油机的一个冲程。所

谓四冲程,即进气冲程、压缩冲程、作功冲程和排气冲程。

1. 进气冲程

为使柴油机得到充足的进气量,气门在活塞到达上止点前就预先开启,当活塞自上止点向下止点移动时,活塞上方将产生一定的真空度,纯空气被吸入气缸,随着活塞的下行,越来越多的空气进入气缸。为获得充足的进气量,进气门往往在活塞到达下止点以后迟后关闭。全负荷时,进气压力约为 78.5 ~ 93.2 kPa,增压柴油机的进气压力,一般在 108 ~ 294kPa。

2. 压缩冲程

当活塞上行至进气门关闭时,气缸中的气体将被压缩。在压缩过程中,气缸中的气体温度和气体压力将升高,由于柴油机的压缩比较汽油机大(非增压柴油机的压缩比 $\epsilon = 15 \sim 22$,汽油机的 $\epsilon = 6 \sim 11$)。因此,在活塞到达上止点时,被压缩的空气压力可达 3.5 ~ 4.5MPa,温度约为 800 ~ 1000K,远高于柴油的自然温度(约 500K)。

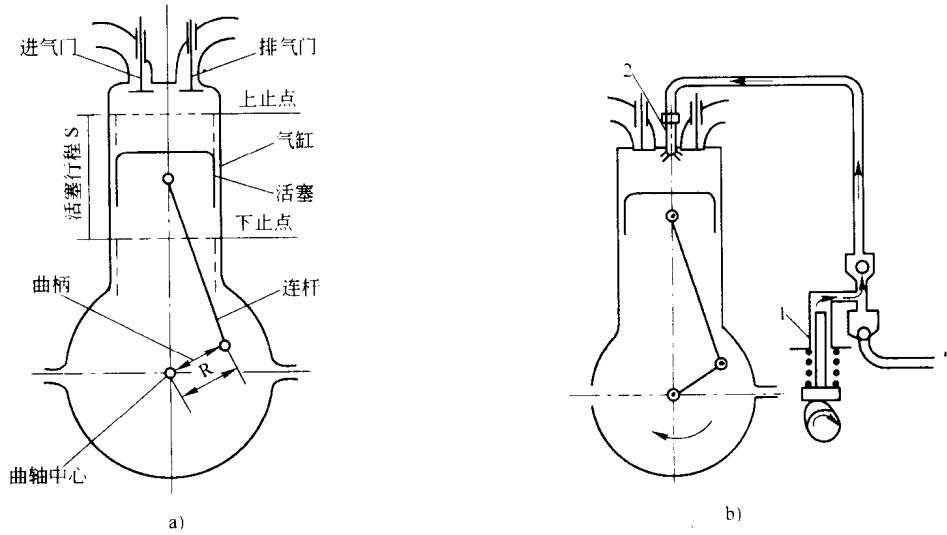


图 1-5 柴油机示意图
a) 发动机示意图; b) 四冲程柴油机示意图
1-喷油泵; 2-喷油器

3. 作功冲程

在压缩冲程接近终了时,由喷油泵送至喷油器的柴油在高压作用下以极细的雾状喷入被压缩的空气中并自行燃烧,且此后一段时间边喷边燃烧,并以急剧的燃烧速度传播至整个燃烧室。燃烧室中气体的最高压力可达 6 ~ 9MPa,最高温度可达 2000 ~ 2500K。在高压气体的作用下,活塞被迅速地向下推动,通过连杆使曲轴转动,并由曲轴将动力输出。气缸中的燃气不断地膨胀,燃气压力和温度也相应地不断地降低。冲程终了时,气缸内压力为 200 ~ 400kPa,温度为 1200 ~ 1500K。

4. 排气冲程

为了使废气尽可能地排除干净,在膨胀作功接近终了时排气门便提前开启,并在活塞越过上止点后一定距离(此时为下一个循环的进气冲程)才关闭。全负荷时,柴油机排气温度约为 500 ~ 700K。

二、二冲程柴油机的工作循环

所谓二冲程柴油机,即柴油机曲轴每转一周,活塞经过两个冲程而完成一个工作循环的发

动机。

图 1-6 为带有扫气泵的二冲程柴油机工作循环示意图。新鲜空气由扫气泵提高压力后经过气缸外部的空气室和气缸壁上的进气孔进入气缸内,而废气经由专设的排气门排出。工作循环如下:

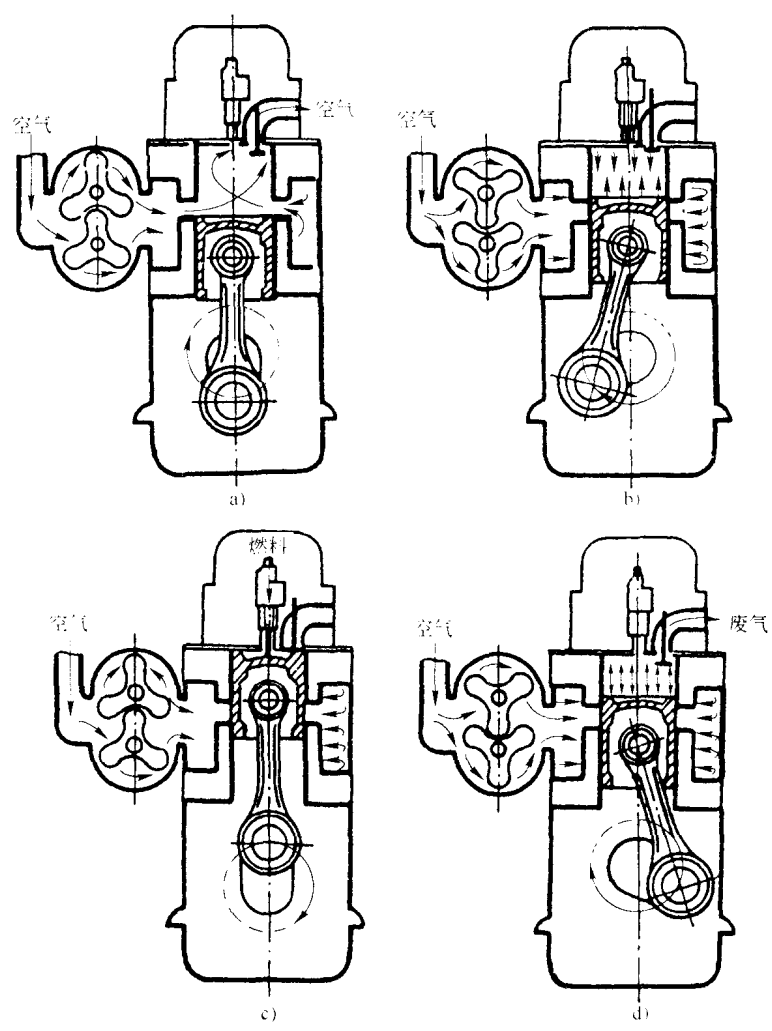


图 1-6 带扫气泵的二冲程柴油机工作示意图
a)换气;b)压缩;c)燃烧;d)排气

第一冲程——活塞自下止点向上止点移动。冲程开始前,进气孔和排气门均已开启,由扫气泵提高压力的空气进入气缸,这样新鲜的空气可起驱逐废气的作用,这一过程称为二冲程柴油机的换气过程(图 1-6a)。当活塞继续上移至进气孔被关闭,排气门也关闭时,开始压缩气体(图 1-6b)。当活塞接近上止点时,喷油器向气缸内喷入雾状柴油,并自行着火(图 1-6c)。

第二冲程——活塞到达上止点后,着火燃烧的高温高压气体推动活塞下行做功。活塞下行至约 2/3 行程时,排气门开启,废气靠自身压力自由排出气缸(图 1-6d)。此后进气孔开启,再次进行换气过程。换气一直持续到活塞向上移动 1/3 活塞行程的距离、进气孔完全被遮盖为止。

这种形式的发动机称为气门—窗孔直流扫气柴油机,与四冲程柴油机比较,它运转较为平稳,配气机构也较简单(只有排气门)。而且,完成一个工作循环它的曲轴只转一周。因此,从理论上说,当发动机的工作容积、压缩比和转速相同时,二冲程柴油机的功率是四冲程柴油机功率的2倍(实际上约为1.7倍)。虽然二冲程柴油机的换气过程不可避免地有一部分新鲜气体随废气排出,但由于是纯空气,其经济性并未受到影响。

思考练习题

1. 柴油机由几部分组成? 各部分有什么作用?
2. 现代柴油机是按什么方式分类的?
3. 柴油机与汽油机相比有哪些特点?
4. 叙述四冲程柴油机的工作循环过程?