



公路工程机械 构造与维修

公路工程机械使用与维修专业用

● 主编 纪玉国

● 主审 石香嫔



人民交通出版社
China Communications Press

全国交通高级技工学校通用教材

Gonglu Gongcheng Jixie Gouzao Yu Weixiu

公路工程机械构造与维修

(公路工程机械使用与维修专业用)

纪玉国 主编
石香嫔 主审



人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要包括:发动机构造与维修,底盘构造与维修,工作装置构造与维修。

本书是全国交通高级技工学校公路工程机械使用与维修专业教学用书,可作为高级工、技师、高级技师培训教材,也可供从事公路工程机械使用与维修的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程机械构造与维修/纪玉国主编. —北京:人民交通出版社,2006.1

ISBN 7-114-05894-2

I. 公... II. 纪... III. ①道路工程-工程机械-构造②道路工程-工程机械-维修 IV. U415.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第159237号

全国交通高级技工学校通用教材

书 名:公路工程机械构造与维修(公路工程机械使用与维修专业用)

著 作 者:纪玉国

责任编辑:钱悦良

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285838, 85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:31.25

字 数:781千

版 次:2006年2月 第1版

印 次:2006年2月 第1次印刷

书 号:ISBN7-114-05894-2

印 数:0001-3000册

定 价:48.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

FOREWORD

为了适应交通新的跨越式发展,积极推进一体化教学改革,进一步加快高级技工学校公路类专业教材建设,交通职业教育教学指导委员会公路类(技工)学科委员会和交通技工教育研究会公路专业委员会组织制定了高级技工学校公路施工与养护和公路工程机械使用与维修两个专业的教学计划与教学大纲,并依此确定了教学改革和教材改革的模式。2004年3月启动教材的编写工作,2005年7月交稿。

本套教材用于培养公路类专业高级技工和技师,具有以下特点:

1. 教材内容与高级工等级标准、考核标准相衔接,适应现代化施工与养护的基本要求,教材全部采用最新的标准和规范,符合先进性、科学性和实用性的要求。
2. 教材编写满足理实一体化和模块式的教学方式,以操作技能为主,体现职业教育特色,使学生具备较高的实用技能。
3. 教材与作业、题库配套。各课程均编写了“习题集和答案”,汇成题库和题解,供学生做作业和练习,也可供命题参考。

本套教材由柯爱琴担任责任编委。

《公路工程机械构造与维修》是全国交通高级技工学校公路工程机械使用与维修专业通用教材之一,内容包括:发动机构造与维修,底盘构造与维修,工作装置构造与维修。

参加本书编写工作的有:新疆交通技工学校孙珍娣(编写第一篇单元一~三),江苏交通高级技工学校李庭斌(编写第一篇单元四~九)、毕胜强(编写第二篇)、纪玉国(编写第三篇单元一~五)、韩才林(编写第三篇单元六~十四)。全书由纪玉国担任主编,四川公路交通技工学校石香嫫担任主审。

本套教材在交通技工教育研究会理事长卢荣林的指导下进行,在编写过程中得到了全国16个省市交通技工学校领导的大力支持和帮助,共有60余名公路类专业教师参与教材的编审工作,在此表示感谢。

由于我们的业务水平和教学经验有限,书中有不妥之处,恳切希望使用本书的教师和读者批评指正。

交通职业教育教学指导委员会公路类(技工)学科委员会
交通技工教育研究会公路专业委员会

二〇〇五年八月

目 录

CONTENTS

第一篇 发动机构造与维修

单元一 发动机的总体构造	3
课题一 发动机工作原理	3
课题二 发动机总体构造	7
课题三 发动机名称和型号编制规则	9
单元二 曲柄连杆机构	11
课题一 曲柄连杆机构的功用、组成、受力分析	11
课题二 机体组	14
课题三 活塞连杆组	21
课题四 曲轴飞轮组	27
单元三 配气机构	35
课题一 配气机构的功用、组成及工作原理	35
课题二 配气机构的零件和构件	37
课题三 配气机构的检查调整	46
课题四 废气涡轮增压	50
单元四 柴油机供给系	53
课题一 柴油机供给系的作用、组成	53
课题二 喷油泵	55
课题三 调速器	64
课题四 喷油器	75
课题五 燃油供给系的辅助装置	78
课题六 分配式喷油泵	84
课题七 PT 燃油系统	88
课题八 电控柴油喷射系统	97
单元五 汽油机燃料供给系	102
课题一 化油器式燃料供给系统	102
课题二 电控汽油喷射式燃料供给系统	104
单元六 废气净化技术	113
课题一 概述	113
课题二 废气净化技术原理及装置	114

单元七 冷却系	119
课题一 水冷却系的组成和 workflow	119
课题二 水泵和风扇	121
课题三 散热器	126
课题四 冷却强度调节装置	129
课题五 风冷却系简介	132
单元八 润滑系	134
课题一 润滑系的组成和 workflow	134
课题二 机油泵	136
课题三 机油滤清器及散热器	142
课题四 曲轴箱通风装置	146
单元九 总装与验收	148
课题一 总装	148
课题二 磨合与试验	153

第二篇 底盘构造与维修

单元一 公路工程机械传动系	159
课题一 传动系的功用、布置形式	159
课题二 主离合器	162
课题三 变速器	176
课题四 万向传动装置	192
课题五 驱动桥	197
单元二 公路工程机械制动系统	212
课题一 制动系	212
课题二 制动器	214
课题三 气压制动传动机构	223
课题四 液压制动传动机构	229
课题五 气液综合式制动传动机构	234
课题六 防抱死制动系统	238
单元三 公路工程机械行驶系统	241
课题一 行驶系的概述	241
课题二 车架	242
课题三 车轮与轮胎	248
课题四 悬架	253
课题五 四轮一带	263
单元四 公路工程机械转向系统	271
课题一 转向系的组成和功用	271
课题二 前桥	273
课题三 转向器	276
课题四 转向传动机构	279

课题五 动力转向系·····	281
单元五 底盘的总装与试验·····	288
课题一 底盘的总装·····	288
课题二 底盘总装后的试验·····	290

第三篇 工作装置构造与维修

单元一 推土机·····	295
课题一 概述·····	295
课题二 推土机工作装置·····	297
课题三 典型工作装置液压控制系统·····	304
单元二 装载机·····	307
课题一 概述·····	307
课题二 装载机工作装置·····	310
课题三 装载机液压系统·····	313
单元三 挖掘机·····	318
课题一 概述·····	318
课题二 液压式单斗挖掘机工作装置·····	321
课题三 挖掘机的回转装置·····	327
课题四 单斗挖掘机的液压系统·····	330
课题五 挖掘机的性能检测·····	331
单元四 平地机·····	335
课题一 概述·····	335
课题二 平地机总体构造·····	337
课题三 平地机的工作装置·····	338
课题四 平地机工作装置操纵系统·····	345
课题五 自动调平装置·····	348
单元五 压实机械·····	351
课题一 概述·····	351
课题二 静力式光面滚压路机·····	353
课题三 振动压路机·····	357
课题四 轮胎压路机·····	363
单元六 沥青混合料摊铺机·····	368
课题一 概述·····	368
课题二 沥青混合料摊铺机构造·····	371
课题三 自动找平装置·····	380
单元七 沥青混凝土搅拌设备·····	383
课题一 概述·····	383
课题二 沥青混凝土搅拌设备构造·····	386
单元八 水泥混凝土搅拌机·····	407
课题一 概述·····	407

课题二	自落式水泥混凝土搅拌机	408
课题三	强制式水泥混凝土搅拌机	415
课题四	水泥混凝土搅拌站	418
单元九	水泥混凝土输送设备	424
课题一	水泥混凝土搅拌运输车	424
课题二	水泥混凝土输送泵车	429
单元十	水泥混凝土摊铺机	433
课题一	概述	433
课题二	滑模式水泥混凝土摊铺机	434
单元十一	稳定土拌和机	445
课题一	概述	445
课题二	稳定土拌和机构造	449
课题三	稳定土拌和机工作装置	455
单元十二	稳定土厂拌设备	460
课题一	概述	460
课题二	主要结构与工作原理	461
单元十三	沥青路面铣刨机	471
课题一	概述	471
课题二	主要结构和工作原理	472
单元十四	沥青路面综合养护车	480
课题一	概述	480
课题二	主要结构与工作原理	482
参考文献		488

第一篇

发动机构造与维修





单元一 发动机的总体构造

【知识目标】

1. 熟悉发动机的概念及分类;
2. 熟悉基本术语;
3. 掌握四冲程柴油机、汽油机工作原理;
4. 了解二冲程发动机工作原理;
5. 熟悉发动机的总体构造;
6. 理解发动机主要性能指标的含义。

课题一 发动机工作原理

一 发动机的概念

将某种形式的能转变为机械能的机器叫做发动机。各种发动机按能源不同又可分为风力发动机、水力发动机和热力发动机等。

热力发动机把燃料燃烧所产生的热能变为机械能。按燃料燃烧所处部位不同,热力发动机又可分为外燃机和内燃机两大类。

燃料直接在内部燃烧的发动机叫内燃机,如柴油机、汽油机、煤气机等。本篇主要讲述内燃机。

一 内燃机的分类

内燃机的结构形式很多,可按下列方法分类:

(1) 按使用的燃料不同可分为柴油机、汽油机、煤气机和天然气机等。

(2) 按工作循环的行程数可分为:

四冲程式 活塞往复四个行程,曲轴转两个 360° ,完成一个工作循环。

二冲程式 活塞往复两个行程,曲轴转一个 360° ,完成一个工作循环。

(3) 按燃料在气缸内的着火方式可分为:

压燃式 利用气缸内被压缩的空气所产生的高温高压使燃料自行着火燃烧。柴油机就属



于这种着火方式。

· 点燃式 利用外界热源(如电火花)点燃燃料,使其着火燃烧。汽油机、天然气机、煤气机就属于这种着火方式。

(4)按进气方式可分为:

增压式 装有增压器,空气经过增压后进入气缸。

非增压式 不装增压器,利用活塞的抽吸作用将空气吸入气缸。

(5)按气缸冷却方式可分为:

风冷 利用空气作为冷却介质。

水冷 利用水作为冷却介质。

(6)按气缸排列方式(图 1-1-1)可分为:

直列式 所有气缸中心线在同一垂直平面内。

卧式 所有气缸中心线在同一水平平面内。

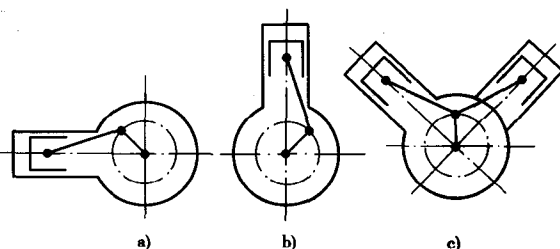


图 1-1-1 气缸排列方式

a) 直列卧式; b) 直列立式; c) V 型

V 型 气缸中心线分别在两个平面内,并且两平面相交呈字母“V”形状。

(7)按可燃混合气形成方式分为外配剂式(汽油机)、内剂式(柴油机)。

此外,还可以按旋转速度、气缸数目、起动方式和用途等特点来分类。

三 内燃机的一般结构和基本术语

1. 内燃机的一般结构(图 1-1-2)

2. 常用的名词术语及定义(图 1-1-3)

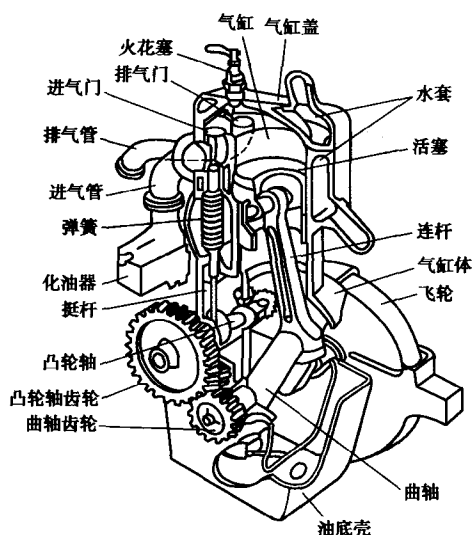


图 1-1-2 单缸汽油机构造简图

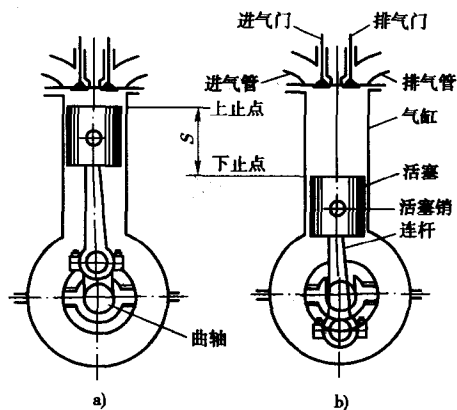


图 1-1-3 内燃机工作简图

上止点:活塞在气缸中运动,当活塞离曲轴中心最远时,活塞顶所处的位置。



下止点:活塞在气缸中运动,当活塞离曲轴中心最近时,活塞顶所处的位置。

活塞行程:活塞从一个止点到另一个止点所经过的距离,常用字母 S 表示。曲轴每转半圈 (180°),活塞运动一个行程。

冲程:活塞从一个止点运动到另一止点的动作或过程。

燃烧室容积:活塞处于上止点时,活塞顶与气缸盖之间的空间容积,常用 V_c 表示。

气缸工作容积:活塞从一个止点移动到另一个止点时,所扫过的空间容积,常用 V_h 表示。

气缸总容积:活塞位于下止点时,活塞顶与气缸盖之间的空间容积,常用 V_a 表示。它等于燃烧室容积与气缸工作容积之和,即 $V_a = V_c + V_h$ 。

压缩比:气缸总容积与燃烧室容积之比值,常用 ε 表示。

压缩比表示活塞从下止点移到上止点时,气体在气缸内被压缩的程度。各种类型的内燃机对压缩比的要求不同,柴油机较高 ($\varepsilon = 16 \sim 24$),汽油机较低 ($\varepsilon = 6 \sim 10$)。

发动机总排量:多缸内燃机所有气缸工作容积之和。

四 四冲程柴油机的工作过程

四冲程柴油机的工作过程如图 1-1-4 所示。

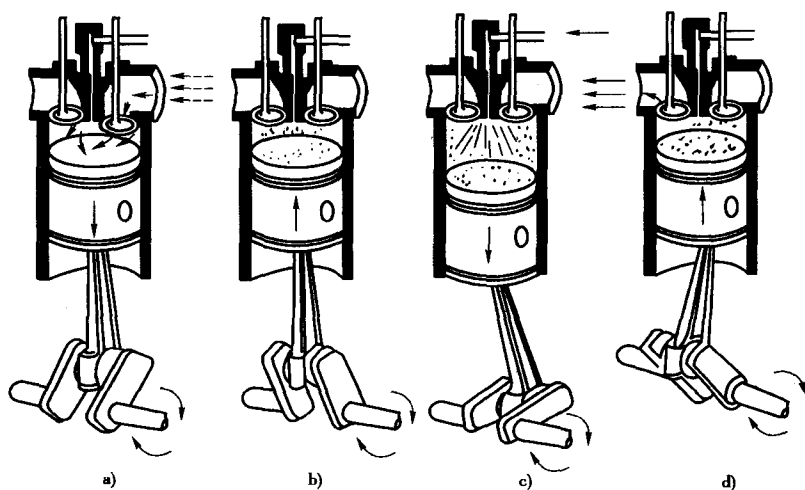


图 1-1-4 四冲程柴油机的工作过程

a) 进气; b) 压缩; c) 做功; d) 排气

为了表示气缸内气体压力随容积而变化的情况,还绘出了四冲程柴油机的示功图(图 1-1-5)。图中横坐标表示气缸容积,纵坐标表示气缸中气体的绝对压力,水平虚线表示绝对压力为 1 个大气压。 V_c 和 V_h 分别表示燃烧室容积和气缸工作容积。

进气行程(图 1-1-4a):由于曲轴旋转,活塞由上止点向下止点移动,这时排气门关闭,进气门打开。进气过程开始时,活塞位于上止点(图 1-1-5,点 r),气缸内残留有上一循环未排净的废气,因此气缸内的压力稍高于大气压力。随着活塞下移,气缸内部容积增大,压力减小。当压力低于大气压力时,新鲜空气被吸入气缸,直至活塞移至下止点。

在进气过程中,受空气滤清器、进气管道、进气门等阻力的影响,进气终了时(图 1-1-5,点 a)气缸内的压力略低于大气压力,约为 78.5 ~ 93.2 kPa。示功图上 $r-a$ 线表示进气过程气缸内气体压力随容积变化的情况。

实际柴油机的进气门都是在活塞到达上止点前打开,并且延迟到下止点以后关闭,以便吸进更多的新鲜空气。

压缩行程(图 1-1-4b):曲轴继续旋转,活塞由下止点向上止点移动,这时进、排气门都关闭。气缸内的气体受到压缩,压力和温度不断升高。压缩行程终了时,气体的压力达 2940 ~ 4900kPa,温度达 750 ~ 1000K。示功图上 $a-c$ 线表示压缩行程中气缸内气体压力随容积变化的关系。

为了充分利用燃料燃烧的热能,要求燃烧过程在活塞到达上止点略后的位置完成,使气体充分膨胀作功。由于柴油喷入气缸后要经过着火准备阶段,因此实际柴油机都在压缩行程结束前(上止点前 $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$) 喷油。示功图上点 1 表示喷油开始。

做功行程(图 1-1-4c):这时进、排气门都关闭;由于燃料燃烧放出热能,使气缸内气体压力急剧升高,最高压力达 $5900 \sim 8800\text{kPa}$,温度升高到 $1800 \sim 2200\text{K}$;高温高压的气体迅速膨胀,推动活塞从上止点向下止点移动做功,并通过连杆使曲轴作旋转运动。做功行程终了时,气体压力下降到 $290 \sim 580\text{kPa}$,温度降至 $1000 \sim 1200\text{K}$ 。

示功图 $c-z-b$ 线表示做功行程中气缸内气体压力与容积的变化关系。曲线 $c-z$ 段表示燃料急剧燃烧, 气体压力升高的程度, z 点表示最大爆发压力。

排气行程(图 1-1-4d):曲轴继续旋转,活塞从下止点往上止点移动,此时进气门关闭,排气门打开。因为废气压力高于大气压力,并在活塞的推动下,使废气经排气门排出。排气終了,气缸内气体压力约为 $103 \sim 123\text{kPa}$,温度约 $700 \sim 800\text{K}$ 。示功图上 $b-r$ 线表示排气过程中气缸内气体压力与容积变化的关系。

实际柴油机的排气门都是在活塞到达下止点前打开、上止点后关闭,以便排除更多的废气。

曲轴继续旋转,活塞从上止点向下止点移动,开始下一循环的进气过程。柴油机每完成进气、压缩、做功、排气四个行程称为一个工作循环。四冲程柴油机每完成一个工作循环,活塞往复四次,曲轴旋转两圈。

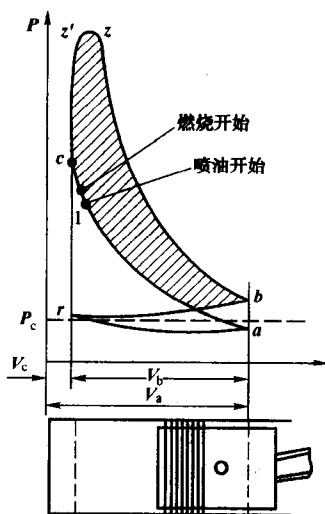


图 1-1-5 四冲程柴油机的示功图

五 四冲程汽油机的工作过程

四冲程汽油机的简图如图 1-1-6a) 所示。

其工作过程与四冲程柴油机相似。主要区别是汽油机压缩比较低;吸进的是空气与汽油相混合的可燃混合气,并采用电火花点火。

如图 1-1-6b) 是四冲程汽油机的示功图。进气行程终了时, 气缸内的气体压力约为 $73.6 \sim 88.3 \text{ kPa}$, 温度为 $350 \sim 400 \text{ K}$ 。压缩行程终了时, 可燃混合气的压力达 $830 \sim 1960 \text{ kPa}$, 温度 $500 \sim 700 \text{ K}$ 。活塞到达上止点前 $20^\circ \sim 25^\circ$ 时, 用电火花点燃混合气 (如图 1-1-6b 中点 c), 使混合气迅速燃烧, 气缸内气体压力骤然增加, 可达到 $2940 \sim 4900 \text{ kPa}$, 瞬时温度可达 $2200 \sim$



2800K, 作功行程终了, 压力为 $300 \sim 500\text{kPa}$, 温度降到 $1500 \sim 1700\text{K}$ 。排气过程终了时, 气缸内气体压力下降到 $103 \sim 123\text{kPa}$, 温度降到 $900 \sim 1100\text{K}$ 。

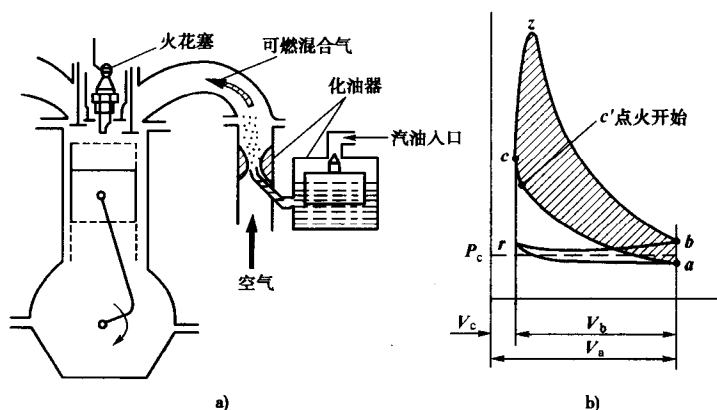


图 1-1-6 四冲程汽油机的简图及示功图

此外, 还有二冲程柴油机, 其工作过程如图 1-1-7 所示。

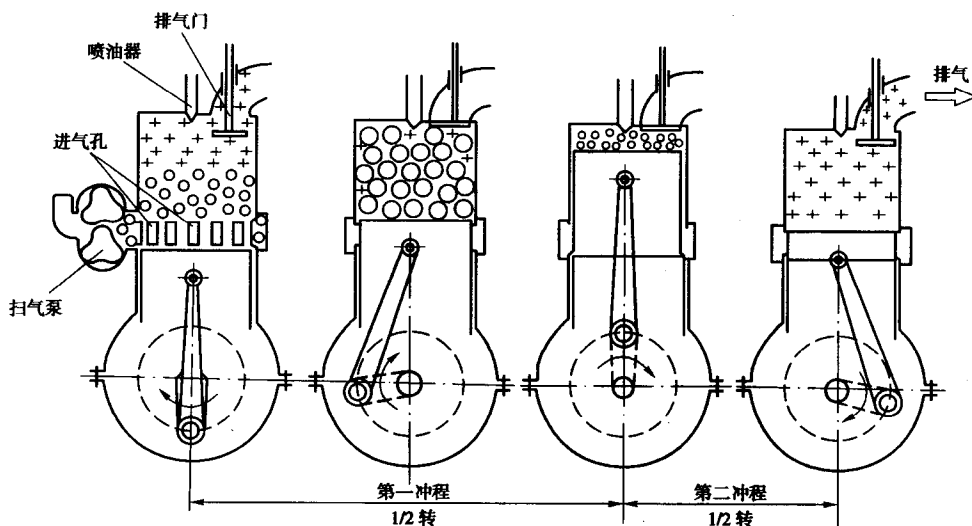


图 1-1-7 二冲程柴油机工作过程示意图

课题二 发动机总体构造

发动机是一种比较复杂的机器, 它由许多机构和系统组成。由于它们的互相配合, 使内燃机能很好地实现燃烧放热、膨胀作功的能量转换, 保证内燃机能长期正常工作。尽管内燃机的型式有多种, 具体结构也有所区别, 但它们都必须由一定的机构和系统组成。图 1-1-8 为 6135 型柴油机构造图。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构包括机体组、活塞组连杆组及曲轴飞轮组等运动件。其作用是接受气体膨

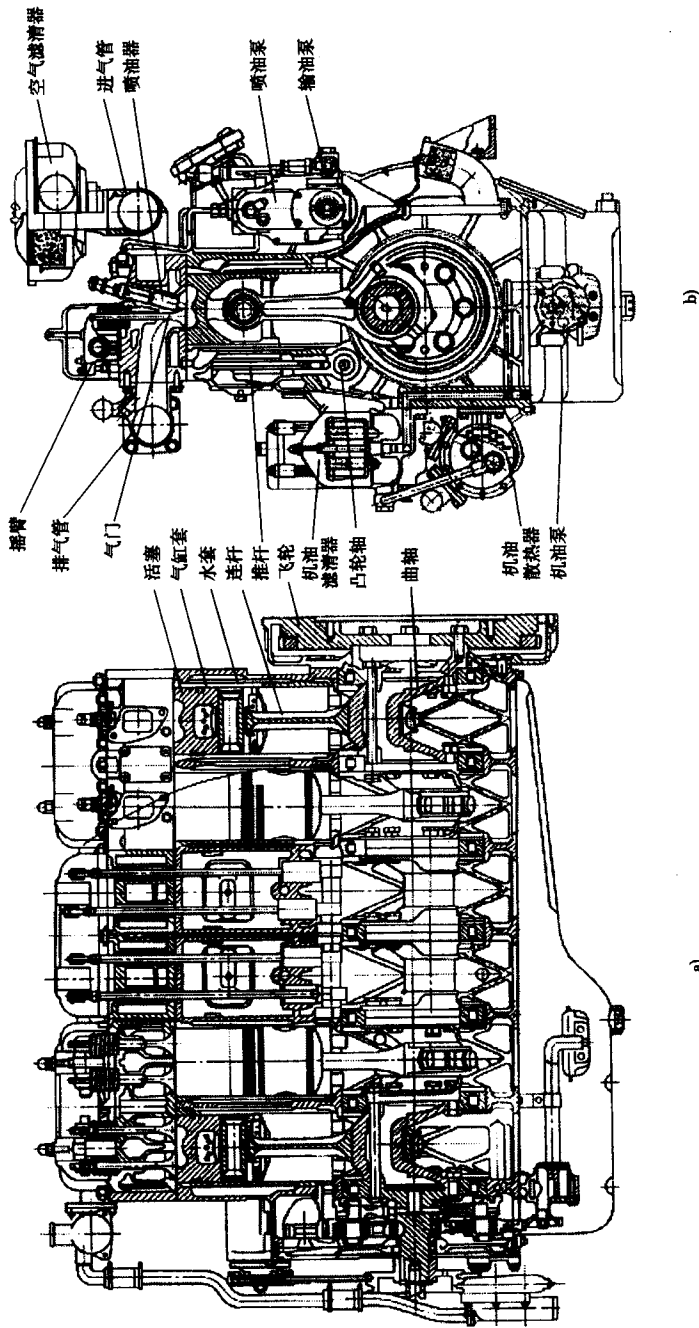


图 1-1-8 6135 型柴油机构造图
a) 纵剖面图; b) 横剖面图



胀作功时产生的动力,并通过它把活塞的往复直线运动变换为曲轴的旋转运动而输出动力。

2. 配气机构

配气机构包括气门组、传动组以及凸轮轴等。其作用是把干净的可燃气体及时充入气缸,并适时从气缸排除废气。

3. 供给系

供给系因使用燃料不同,其供给方式及机构也有很大的差别。

汽油机供给系包括汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、空气滤清器、化油器及进、排气管等。其作用是把汽油和空气按一定比例混合成可燃混合气送入气缸,以供燃烧,并将燃烧后产生的废气排出发动机。因为汽油机属于强制点火燃烧,所以它设有点火系统。

柴油机供给系包括油箱、滤清器、输油泵、喷油泵、喷油器及进、排气管等。其作用是根据发动机的负荷要求,定时、定量地向气缸内供给雾化了的柴油,使之与气缸内的高压空气混合,形成可燃混合气并充分燃烧。燃烧后产生的废气排出气缸之外。

4. 润滑系

润滑系包括机油泵、限压阀、油道、滤清器及冷却器等。其作用是将润滑油送至运动件的摩擦表面,减小它们之间的摩擦阻力,减轻零件的磨损,并部分地冷却摩擦零件,清洗摩擦表面,从而延长机器使用寿命,具有较高的机械效率。

5. 冷却系

冷却系包括水泵、散热器、调温器、风扇、水管及气缸体和气缸盖的冷却水套等。其作用是将受高温的零件的热量通过冷却水散发到大气中去,以保证内燃机正常工作温度。

6. 点火系

点火系分为磁电机点火和蓄电池点火两种。磁电机点火包括磁电机和火花塞;蓄电池点火包括蓄电池、发电机、点火线圈、分电器及火花塞等。其作用都是保证按规定时间及时产生强烈火花来点燃气缸中被压缩的混合气。

7. 起动系

起动的方法有多种;手摇起动、电起动、汽油机起动及压缩空气起动等。除手摇起动外,一般都包括起动机构及其附属装置。其作用都是使静止的内燃机起动并转入自行运转。

此外,内燃机还有测量仪表装置,用来表示内燃机的工作状态。

综上所述,一般汽油机由两个机构(即机体与曲柄连杆机构、配气机构)和五个系统(即供给系、点火系、冷却系、润滑系和起动系)组成。而柴油机则由两个机构和四个系统(无点火系)组成。

课题三 发动机名称和型号编制规则

为了便于内燃机的生产管理和使用,我国于1965年对内燃机名称和型号编制方法颁布了国家标准(GB 725—65)。该标准的主要内容如下:

(1) 内燃机名称按其所采用的主要燃料命名,例如柴油机、汽油机、煤气机等。

(2) 内燃机型号应能反映内燃机的主要结构特征及性能。型号由表示以下四项内容的符号所组成: