

全国交通中等职业技术学校通用教材

公路养护机械

CONGLU YANGHU JIXIE

〔公路（高等级公路）养护专业用〕

张荣滚 主编

纪玉国 主审

人民交通出版社

全国交通中等职业技术学校通用教材

Gonglu Yanghu Jixie

公路养护机械

[公路(高等级公路)养护专业用]

人民交通出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

公路养护机械 / 张荣滚主编. —北京: 人民交通出版社, 2000
ISBN 7-114-03572-1

I. 公... II. 张... III. 公路养护-养路机械
IV. U418.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2000) 第10059号

全国交通中等职业技术学校通用教材

公路养护机械

〔公路(高等级公路)养护专业用〕

张荣滚 主编

纪玉国 主审

责任印制: 杨柏力 正文设计: 周 园 责任校对: 王秋红

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街10号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

新世纪印刷厂印刷

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: 9.25 字数: 224 千

2000年3月 第1版

2000年3月 第1版 第1次印刷

印数: 0001 - 3000 册 定价: 16.00 元

ISBN 7-114-03572-1
U·02574

内 容 提 要

本书从公路养护机械的使用操作与保养的角度出发,以国内外高等级公路常用的公路养护机械典型机种为例,系统地介绍了不同机种的功用特点、主要结构及工作原理、机械的作业步序和使用操作保养技术等内容。

本书是交通中等职业技术学校公路(高等级公路)养护专业教材,也可供广大公路干部职工岗位培训、公路技工等级培训使用或相关专业人员学习参考。

前 言

随着我国公路建设事业的迅猛发展,新技术、新工艺、新材料在工程中得到广泛应用。为使技工学校的毕业生能更好地适应社会的需要,交通部交通职业技术学校教学指导委员会公路类(技工)学科委员会把不断提高教材质量和教学质量作为重点工作来抓,为此专门组织力量,对公路(高等级公路)养护专业配套教材进行了编审工作。

学科委员会根据交通系统技工学校公路(高等级公路)养护专业教学计划和教学大纲的要求,在教材编审中注意贯彻教材的思想性、科学性、先进性、启发性、正确性,充分体现技工学校突出技能训练的特点。

公路类(技工)学科委员会将出版的教材有《公路工程识图》、《机械基础知识》、《微机应用基础》、《公路概论》、《公路养护机械》、《地质土质与筑路材料》、《工程力学》、《公路养护工程》、《公路养护管理》、《公路测量》等 10 门配套教材。

为满足应用型人才培养的要求,本书在编写过程中,以机械使用操作有关的专业内容为核心,扼要性地介绍了养护机械各组成部分的构造和工作原理。在此基础上,系统地介绍了国内外高等级公路养护机械常用机种的功用、总体结构、工作装置的构造和工作原理、机械的作业步骤和使用操作技术要求等内容。本书在内容上力求做到理论联系实际、突出针对性和实用性。在使用本教材时,应尽量结合当地公路养护部门现有的养护机械进行教学,通过参观、观察实物机种的机械构造和养护施工的作业过程,加深对教材内容的理解。

本教材由广东省交通技工学校张荣滚、黄卓焕老师编写,其中第一章由张荣滚高级讲师编写,第二、三章由张荣滚、黄卓焕编写,第四章至第八章由黄卓焕老师编写。本教材由江苏省交通高级技工学校纪玉国高级讲师主审,韩方林工程师参审。

本教材由公路类(技工)学科委员会教材组委会担任责任编委。

本教材在编写过程中,得到很多技工学校、公路部门的支持、帮助,并提出不少宝贵意见,同时还引用了前辈们已取得的众多成果,使本教材更为丰富、充实,在此特致诚挚的谢意。由于编写时间仓促,探索认知偏颇,发展预见不足,加之编者水平有限,缺点和错误在所难免,诚望读者批评指正。

交通职业技术学校教学指导委员会
公路类(技工)学科委员会

1999 年 5 月

目 录

第一章 内燃机	1
第一节 内燃机的工作原理及总体结构.....	1
第二节 曲柄连杆机构.....	9
第三节 配气机构	16
第四节 柴油机供油系	21
第五节 汽油机供油系	26
第六节 润滑系	30
第七节 冷却系	33
第八节 起动系	37
第九节 汽油机点火系	38
第十节 内燃机保养	41
第二章 底盘	44
第一节 离合器	44
第二节 变速器	45
第三节 传动轴及驱动桥	46
第四节 制动系	48
第五节 转向系	53
第六节 底盘的保养和使用	55
第三章 电气设备	57
第一节 蓄电池	57
第二节 发电机及其调节器	58
第三节 起动机	60
第四章 沥青路面养护机械	63
第一节 沥青路面综合养护车	63
第二节 路面铣刨机	72
第三节 沥青混凝土搅拌设备	77
第四节 沥青混凝土摊铺机	82
第五章 水泥路面维修机械	89
第一节 水泥路面破碎机	89
第二节 多功能水泥路面维修机	92
第三节 水泥混凝土搅拌输送车	95
第四节 水泥混凝土搅拌设备	99
第五节 水泥混凝土摊铺机.....	103
第六章 路面清扫机及除雪机	112

第一节 路面清扫机(扫路车)	112
第二节 除雪机械	116
第七章 压路机	120
第一节 概述	120
第二节 光轮静力式压路机	121
第三节 轮胎压路机	124
第四节 振动压路机	128
第五节 压路机的使用	132
第八章 装载机	134
第一节 概述	134
第二节 轮胎式装载机的结构	135
第三节 装载机的使用技术	137
主要参考文献	140

第一章 内 燃 机

公路养护机械的动力来自发动机。发动机是将自然界能源(如煤、石油、石油气、木柴等)转化为人们所需要的机械运动能(如压路机的压路、装载机的装卸等)的装置。

燃料与空气混合,经过燃烧,将燃料中所包含的化学能转化为热能,再经气体膨胀过程将热能转化为机械能的动力装置,称为热力发动机。能量的这一释放与转换过程若在气缸内进行,称为内燃机,在气缸外进行则为外燃机。

由于内燃机具有热效率高、结构紧凑、质量轻、维修方便等特点,所以我国的公路养护机械均采用内燃机作为动力装置。

第一节 内燃机的工作原理及总体结构

一、内燃机的分类及型号

内燃机根据其活塞运动方式的不同,可分为往复式和旋转式两大类。鉴于现在绝大部分公路养护机械采用的是往复活塞式内燃机,故本章只讲述往复活塞式内燃机(以下简称内燃机)的工作原理及基本结构。

1. 内燃机的分类

内燃机的分类如图 1-1。

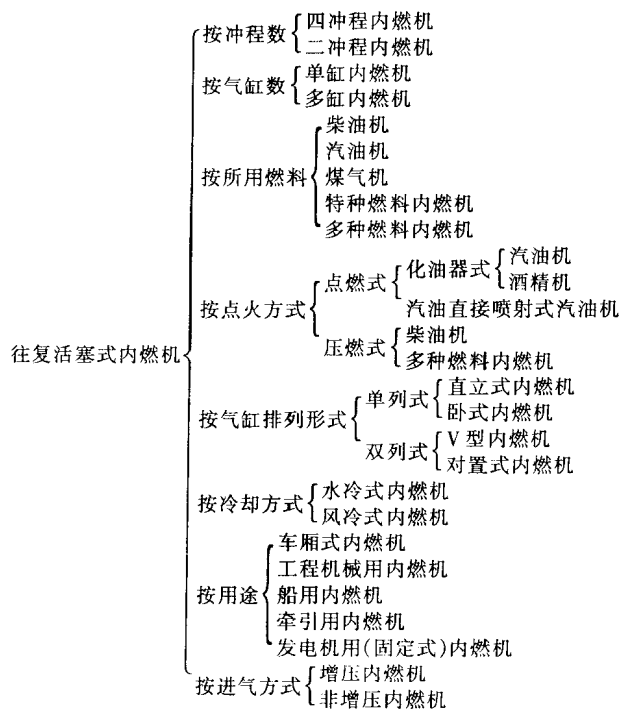


图 1-1 内燃机的分类

公路养护机械上广泛采用单列、多缸、直立、水冷、四冲程、顶置气门式柴油机,近年来,增压柴油机也日益增多。

2.我国内燃机名称和型号编制规则

为了便于内燃机的生产、使用和维护,国家标准(GB 725—82)《内燃机产品名称和型号编制规则》中对内燃机的名称与型号作了如下规定:

(1)内燃机产品名称均按所采用的燃料命名,例如柴油机、汽油机、煤气机、沼气机、双(多种)燃料内燃机等。

(2)内燃机型号由阿拉伯数码(以下简称数码)和汉语拼音字母(以下简称字母)组成。

(3)内燃机型号依次分为下列四部分:

首部:为产品系列符号和(或)换代标志符号,由制造厂根据需要自选相应字母表示(非系列设计产品可不标示系列符号)。

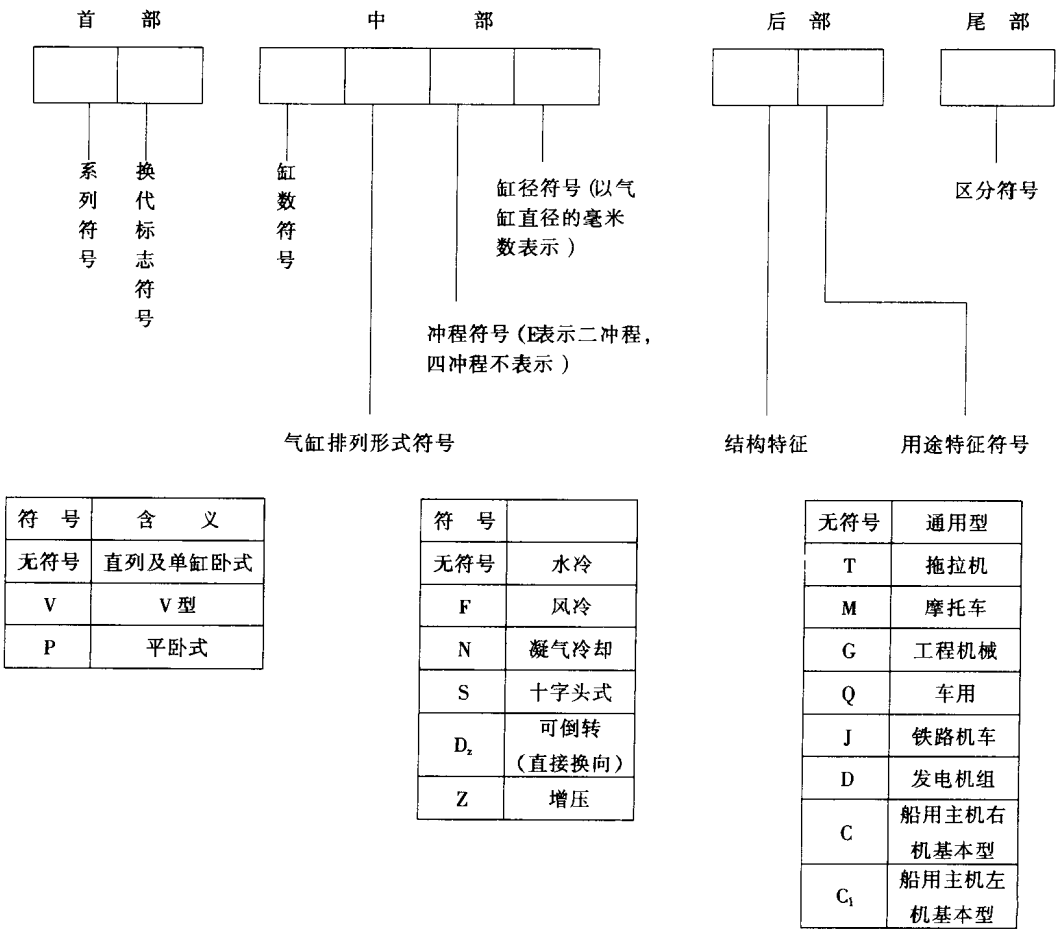
中部:由缸数符号、冲程符号、气缸排列形式符号和缸径符号组成。用数码表示气缸数、气缸直径或行程。必要时,如同一缸径系列产品有两种行程,可用缸径/行程表示。

后部:结构特征和用途特征符号,以字母表示。

尾部:区分符号。同系列产品因改进等原因需要区分时,选用适当符号表示。

(4)同一产品型号应一致,不得因转产等原因而随意更改。

上述规定列表如下:



型号编制示例:

柴油机:

- (1)165F——单缸、四冲程、缸径 65mm、风冷。
- (2)R175——单缸、四冲程、缸径 75mm、通用型(R 为换代标志符号)。
- (3)R175ND——单缸、四冲程、缸径 75mm、凝气冷却、发电用。
- (4)X4105——四缸、四冲程、缸径 105mm、水冷(X 为系列代号)。
- (5)495T——四缸、四冲程、缸径 95mm、水冷、拖拉机用。
- (6)12V135ZG——12 缸、V 型、四冲程、缸径 135mm、水冷、增压、工程机械用。

汽油机:

- (1)1E65F——单缸、二冲程、缸径 65mm、风冷、通用型。
- (2)6100Q——六缸、四冲程、缸径 100mm、水冷、车用。

注:除以上统一规则外,由于历史和地方性的一些原因,某些内燃机用其它方法表示。

二、内燃机的基本术语

单缸内燃机结构如图 1-2 所示,在圆筒形气缸 4 内有一个可以往复移动的活塞 5,活塞通过活塞销 6 与连杆 7 的一端相连,连杆的另一端与曲轴 8 相连,曲轴绕其轴线作旋转运动。当内燃机工作时,活塞(作为主动件)上下运动各一次,通过连杆带动曲轴(作为被动件)旋转一周。

活塞在气缸中运动到离曲轴轴线最远点时,气缸壁上与活塞顶平面所对应的位置,称为活塞运动的上止点或上死点,而相反的位置则称为活塞的下止点或下死点。

活塞运动上、下止点的距离,称为活塞行程 S 。一般发动机的活塞行程是曲轴的连杆轴颈的轴线旋转半径的两倍,即 $S = 2R$ 。

活塞在上、下止点间运动的动作或过程,称为活塞的冲程或行程。

单个活塞(单缸发动机)在上、下止点间单向运动一次所扫过的气缸容积,称为气缸工作容积 V_L 。而多缸机各气缸工作容积的总和,称为内燃机的排量 V_L 。即:

$$V_L = \frac{\pi D^2}{4 \cdot 10^3} S i$$

式中: D ——气缸直径(cm);

S ——活塞行程(cm);

i ——气缸数。

当活塞处于上止点位置,活塞顶上的空间称为燃烧室,其容积称为燃烧室容积 V_C 。而当活塞处于下止点位置,活塞顶上的空间称为气缸总容积 V_a 。即:

$$V_a = V_L + V_C$$

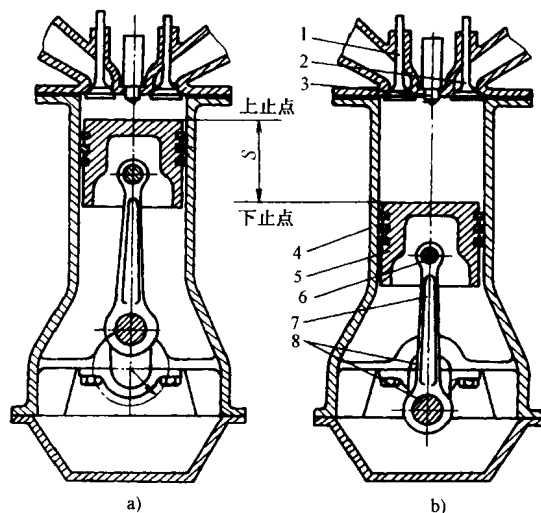


图 1-2 单缸内燃机结构简图

a) 活塞位于上止点; b) 活塞位于下止点

1-排气门;2-进气门;3-喷油器(或火花塞);4-气缸体;5-活塞;
6-活塞销;7-连杆;8-曲轴

而气缸总容积与燃烧室容积之比,称为发动机的压缩比 ϵ :

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_L + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_L}{V_c} > 1$$

压缩比表示了进入气缸的气体(空气或混合气)被压缩后容积缩小的倍数,也近似地表明进入气缸的气体被压缩后其状态的变化程度。例如, ϵ 越大,则压缩终了时缸内气体的压力及温度就越高。目前,一般柴油机的 ϵ 为16~22,而汽油机为6~9。其不同的原因是点火方式不同,而追其根源是针对两种燃料的燃点不同而设计的。

三、单缸内燃机工作原理

在气缸内将燃料中所包含的化学能转变为机械能的一系列连续过程,称为内燃机的工作循环。一个工作循环是由进气、压缩、作功和排气四个工作过程组成。对于四冲程内燃机来说,这四个冲程分别是进气冲程、压缩冲程、(作功)冲程、排气冲程;二冲程内燃机的一个循环,用两个冲程的时间完成上述四个冲程所含的全部内容。

1. 四冲程柴油机的工作循环

图 1-3 为单缸四冲程柴油机工作循环示意图。

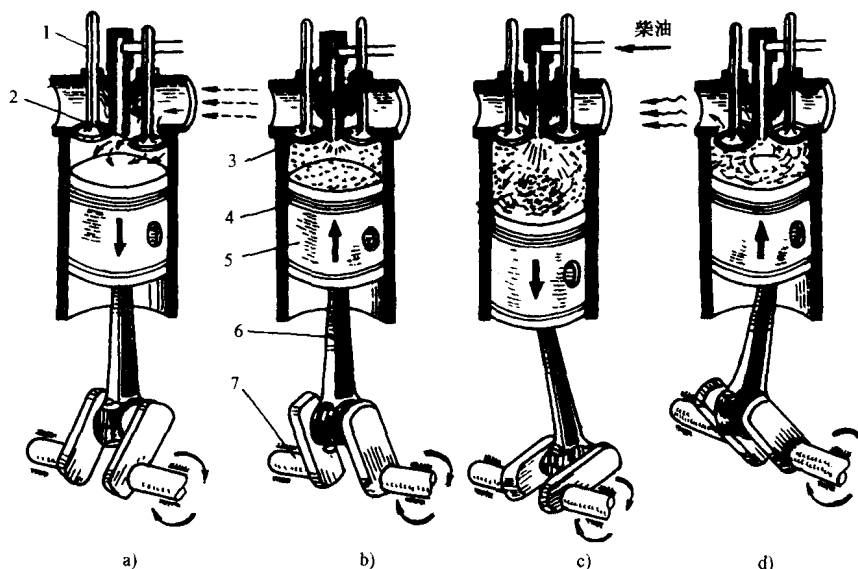


图 1-3 单缸四冲程柴油机的工作过程

a)进气;b)压缩;c)作功;d)排气

1-排气门;2-进气门;3-喷油器;4-气缸;5-活塞;6-连杆;7-曲轴

进气行程(图 1-3a) 在进气冲程开始时,活塞处于上止点,此时进气门开启,而排气门关闭,活塞在曲轴、连杆的带动下,由上而下运动。随着活塞的运动,活塞上方的容积不断增大,而缸内的气体压力降低于大气压力产生吸力,缸外的新鲜空气就会通过进气门进入气缸。当活塞到达下止点,进气门关闭,进气冲程结束。

由于进气气流遇到阻力及上一工作循环的余热的影响,进气结束时,缸内气体的压力较大气压低,而温度则升高。

压缩行程(图 1-3b) 进气行程结束后,活塞在曲轴、连杆的带动下,由下往上止点运行。此时两个气门均处于关闭状态。随着压缩行程的进气,气缸容积不断减少,被密封在气缸内的

空气受到压缩,其压力,温度都逐渐升高,为柴油喷入气缸后自行着火燃烧创造了有利条件(向雾化后的柴油传导热量)。

作功行程(图 1-3c) 在压缩行程接近终了时(活塞到达上止点前),喷油器以很高的压力将柴油喷入气缸,细小颗粒的油雾很快地从高温的空气中吸收热量并汽化,与空气混合成可燃混合气,自行着火燃烧。由于进排气门还是关闭的,所以燃后的高温气体,在密封的气缸内形成很高的气体压力。当活塞一旦到达上止点,该气体会推动活塞自上往下运动,并通过连杆带动曲轴向外输出机械能而做功。活塞运动到下止点,作功行程结束。由于本行程是内燃机向外输出功,故称为作功行程。

排气行程(图 1-3d) 为了使下一工作循环能继续进行,需要一个排气行程,将膨胀行程中燃烧形成的废气在其剩余压力及活塞驱赶作用下排出缸外。待活塞到达上止点,排气行程结束。此后,新的工作循环又开始了。内燃机的工作循环就是这样周而复始地进行着。

2. 四行程汽油机的工作循环

四行程汽油机的工作循环与四行程柴油机一样,也由进气、压缩、作功、排气等四个行程所组成。但由于汽油机的燃料是汽油,其黏度比柴油小,易挥发,而且自燃温度比柴油高,所以它的混合气形成与着火方式都与柴油机不同。

从图 1-4 中可以看到,汽油机的四个行程中,曲轴、连杆、活塞、气门的运动全部与柴油机相同。而混合气的形成是:在缸外单独由化油器或燃油喷射方法完成,在进气行程中,通过进气门进入气缸是汽油与空气的混合气;着火方式是:在压缩行程活塞将近上止点,由火花塞跳火而点燃已被压缩的混合气。

综上所述,对于四冲程内燃机,在一个循环中,活塞共运行了 4 个行程,进、排气门各开启一次,曲轴转了 2 周。

在四冲程内燃机工作循环中,只有膨胀行程是对外做功,而作为辅助行程的其余三个行程均要消耗能量。所以,从理论上来说四冲程内燃机的曲轴旋转是非匀速的。

3. 二冲程柴油机的工作循环

二冲程内燃机的工作循环与四冲程内燃机一样,也包括进气、压缩、作功、排气四个过程,但它们的工作循环是在两个行程(曲轴旋转一周)内完成。因此,它们的工作循环和结构,与四冲程内燃机是有区别的。

图 1-5 是带有增压器的二冲程柴油机工作循环示意图。这种柴油机只设有排气门,未设进气门。空气由增压器将压力提高后,经气缸外部的空气室及气缸体上的进气孔进入气缸。进气孔的开、闭,由往复运动的活塞来控制。

第一行程:活塞在曲轴的带动下,自下向上运动。冲程开始不久,进气孔和排气门均打开,从增压器来的新鲜空气使气缸换气(图 1-5a)。当活塞将进气孔遮蔽时,排气门也关闭,气缸内空气被压缩(图 1-5b),其温度、压力同时升高。当活塞接近上止点时,高压柴油喷入气缸,与高温的空气混合并自行着火燃烧。

第二行程:活塞受燃烧气体的膨胀作用自上往下运动,通过连杆带动曲轴旋转。活塞下移三分之二的行程时,排气门开启,废气在剩余压力作用下开始排出气缸(图 1-5d),随后,活塞打

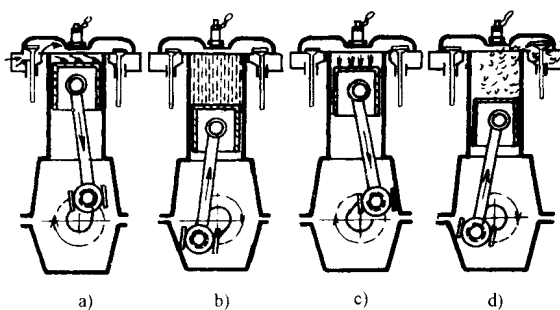


图 1-4 单缸四冲程汽油机工作循环

a) 进气行程; b) 压缩行程; c) 膨胀行程; d) 排气行程

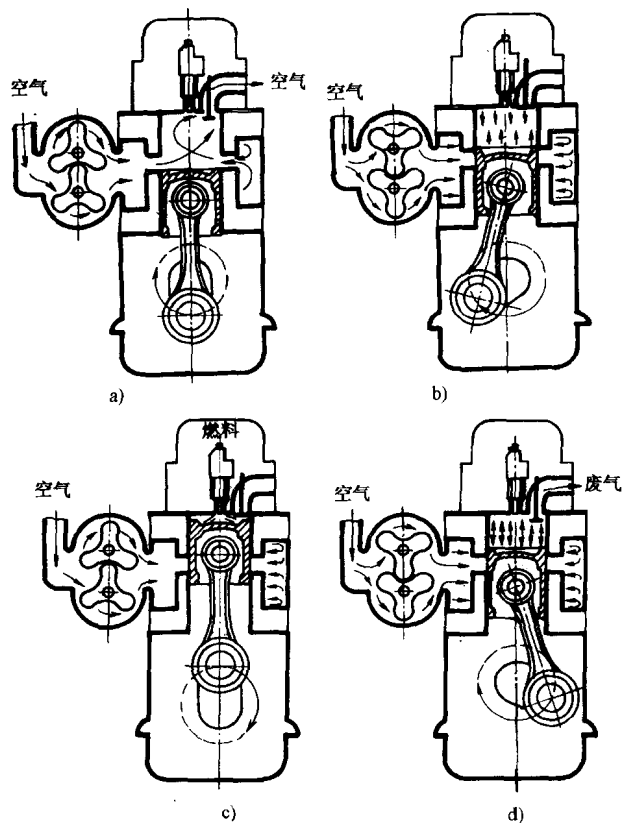


图 1-5 用增压器的二冲程柴油机工作示意图
a)进气;b)压缩;c)作功;d)排气

开进气孔并开始换气。换气一直持续到下一行程活塞向上运行三分之一行程,进气孔重新被遮蔽为止。

4. 二冲程汽油机的工作循环

二冲程汽油机的气缸壁上设有进气孔、排气孔及换气孔,如图 1-6。

进气孔与化油器相通,排气孔与排气管相通。上述三孔的开闭均由活塞来控制。

第一行程,在曲轴的带动下,活塞从下止点向上止点运动,当活塞将气缸壁上三个孔都遮蔽时,便开始压缩上一冲程已进入气缸的可燃混合气。与此同时,由于活塞上行,曲轴箱内形成一定真空度(图 1-6a)。而活塞继续上行便打开进气孔,在大气压及上述真空度的同时作用下,汽油与空气在化油器形成的混合气便流入曲轴箱(图 1-6b)。活塞运行到上止点时第一冲程结束。

第二行程,在第一冲程将结束时,火花塞跳火点燃缸内混合气(图 1-6c)。可燃混合气燃烧以后形成的高温气体膨胀,推动活塞向下运行,从而实现对外做功。当活塞下行一定距离后,进气孔被遮蔽,活塞对上一冲程进入曲轴箱的混合气进行预压缩。活塞继续下行到排气孔被打开,部分废气在剩余压力作用下,经排气孔、排气管而排入大气。随后换气孔打开,曲轴箱内经预压的可燃混合气便经换气孔进入气缸,并驱除气缸内的剩余废气(图 1-6d)。

二冲程汽油机活塞顶面制成凸起的特殊形状以引导气流向上,使废气排除较干净和减少新鲜混合气换失。

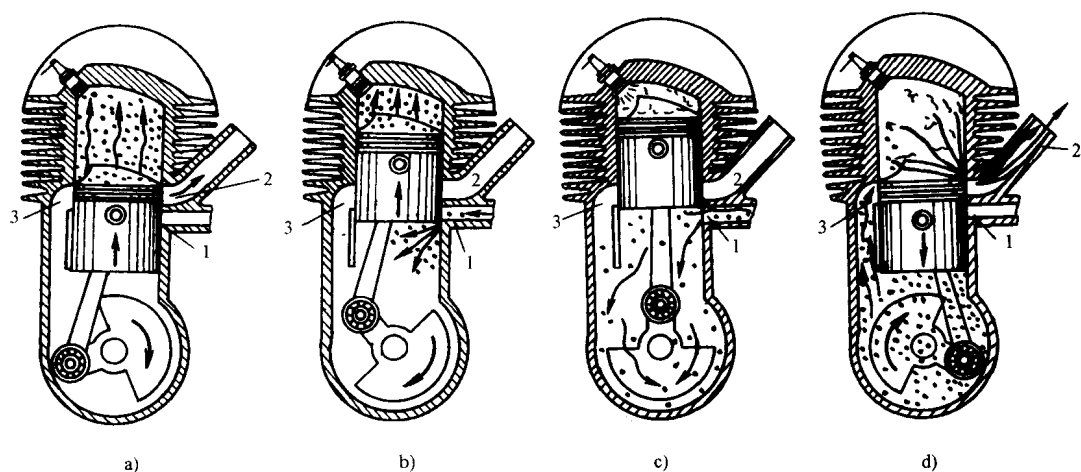


图 1-6 二冲程化油器式发动机工作示意图

1-进气孔;2-排气孔;3-换气孔

四、内燃机的总体构造

内燃机由以下机构及系统所组成:

曲柄连杆机构:是内燃机产生并输出动力的主要机构,它由缸体、缸盖、曲轴箱、活塞、连杆、曲轴及飞轮等主要零件所组成。

配气机构:它的作用是使新鲜空气(柴油机)或可燃混合气(汽油机)及时地进入气缸,燃烧所产生的废气排出缸外。它由进气门、排气门、气门弹簧、凸轮轴等主要零件所组成。

燃料供给系:它的作用是向气缸提供燃油或混合气。柴油机的燃料供给系由空气滤清器、进排气管道、柴油箱、柴油滤清器、喷油泵、喷油器等主要部件组成,而汽油机则由空气滤清器、化油器、进排气管道、油箱、汽油滤清器、汽油泵等主要部件组成。

润滑系:它的作用是减少运动零件摩擦、磨损,并延长其寿命。润滑系由机油泵、机油滤清器、油道等部件组成。

冷却系:它的作用是保持内燃机正常工作温度,保证内燃机能连续运转,且使内燃机有良好的动力性及经济性。水冷却系主要由水泵、风扇、散热器和节温器所组成,机油冷却系主要由机油温控制阀、油管及散热器所组成。

起动系:它的作用是使静止的内燃机转入自行运转状态。它由起动机(电动机或小型汽油机)及附属装置组成。

点火系:只有汽油机才设有此系统。它的作用是按照要求及时点燃气缸内已压缩的可燃混合气。根据电源及产生电火花的装置不同,点火系可分为磁电机点火系、蓄电池点火系以及晶体管点火系三种。小型汽油机起动多采用磁电机点火系,它主要由磁电机,火花塞所组成;而大中型汽油机起动所采用的蓄电池点火系,由蓄电池、点火线圈、分电器、火花塞所组成。为了保证高转速、高压缩比汽油机可靠点火,并完全燃烧以提高汽油机的经济性,目前越来越多的汽油机采用晶体管点火装置,其组成除了传统元件外,还增加了一个晶体管及电阻、电容等元件。公路养护机械常用内燃机如图 1-7 和图 1-8 所示。

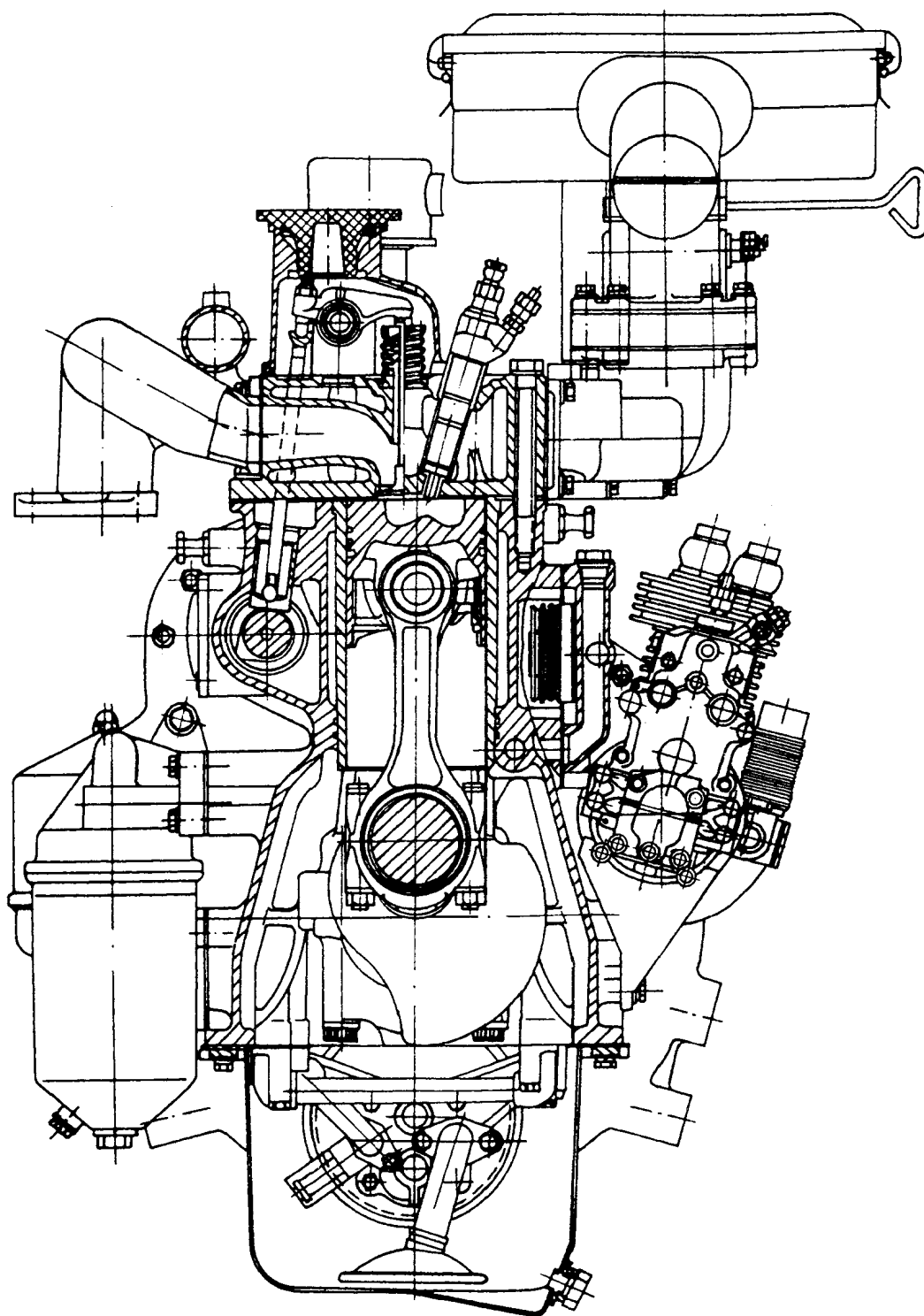


图 1-7 内燃机横断面

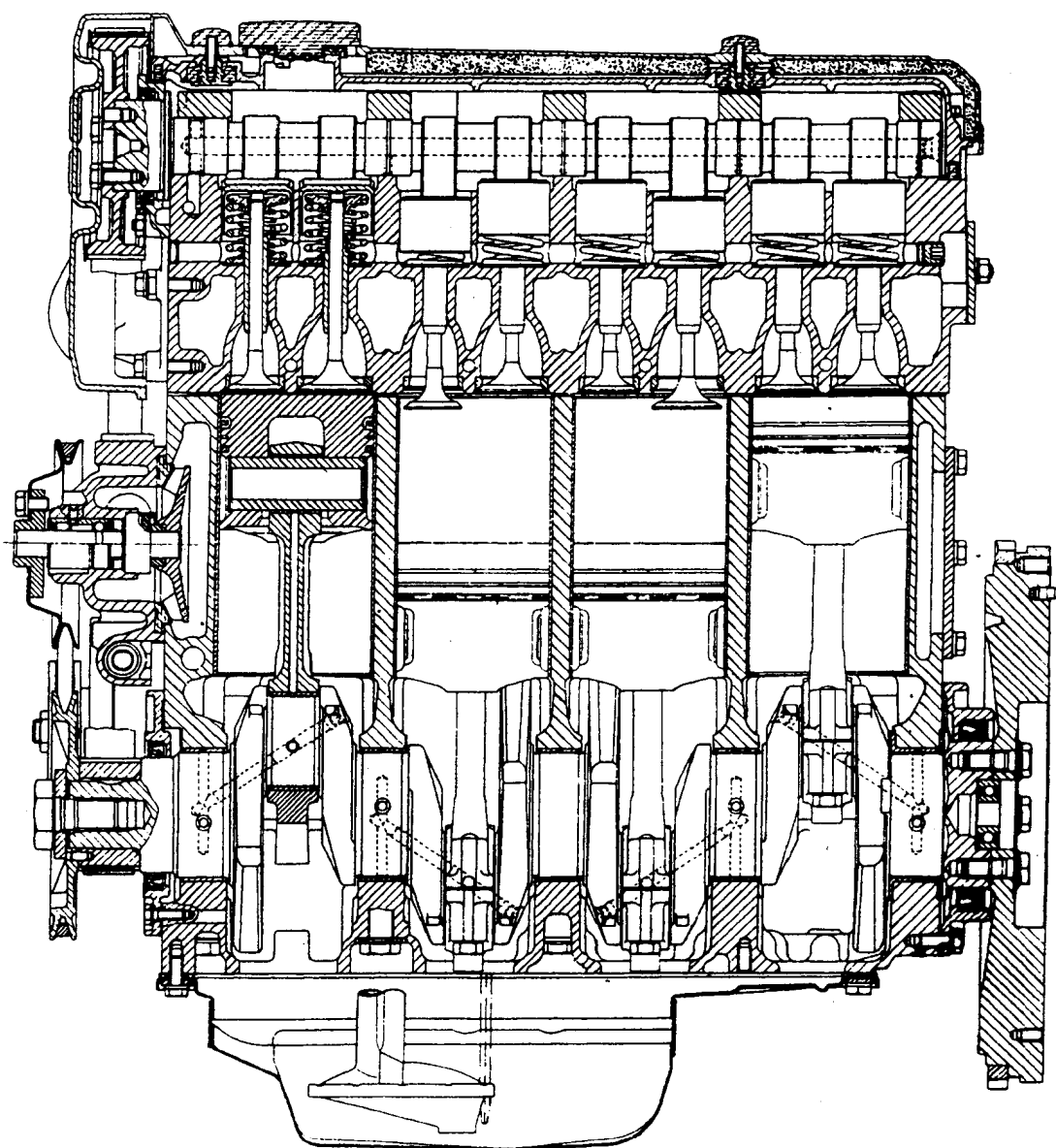


图 1-8 内燃机纵断面

第二节 曲柄连杆机构

一、组成及运动

曲柄连杆机构是内燃机完成能量转换、对外输出动力的机构,是内燃机运动的基础件。它的组成如下:

机体组:包括气缸盖、气缸体、曲轴箱等;

活塞连杆组:包括活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴承等;

曲轴飞轮组:包括曲轴、曲轴轴瓦、飞轮等。

因曲柄连杆机构是在高温、高速、腐蚀的条件下工作的,其主要零件应具有足够的强度和刚度及良好的耐磨、耐热、耐腐蚀和抗氧化等性能。为减轻内燃机的质量及运动零件的惯性力,其结构应力求紧凑合理。为了保证运动零件的正常运动,减少内耗,延长其寿命,除合理选材外,还应具有一定的加工精度、装配精度及良好的润滑。曲柄连杆机构中的活塞是受缸套的限制作直线往复运动,它的运动速度是变化的,因而它的运动惯性力也是比较大的。而连杆的小头连着活塞——作直线运动,而它的大头是连着曲轴——作圆周运动,就其整体来说是作平面复杂运动。曲轴通过轴瓦安装在缸体上只作圆周运动。

二、机 体 组

1. 气缸体

气缸体是内燃机的骨架,是一个形状相当复杂的整体化铸件。各个零件都以它为安装基础。

图 1-9 所示为柴油机的气缸体。体内有水平隔壁将它分为上下两部分,上部分为气缸体部,下部分为曲轴箱部。缸体的上平面经过加工,用以安装气缸盖。气缸体的上平面和水平隔壁上加工有镗孔,用以安装气缸套。为了减轻重量,并保证有足够的刚度和强度,缸体内外表面铸有凸起的筋条,下部还有轴承座,用以安装曲轴。前后端面有正时齿轮室及飞轮室。

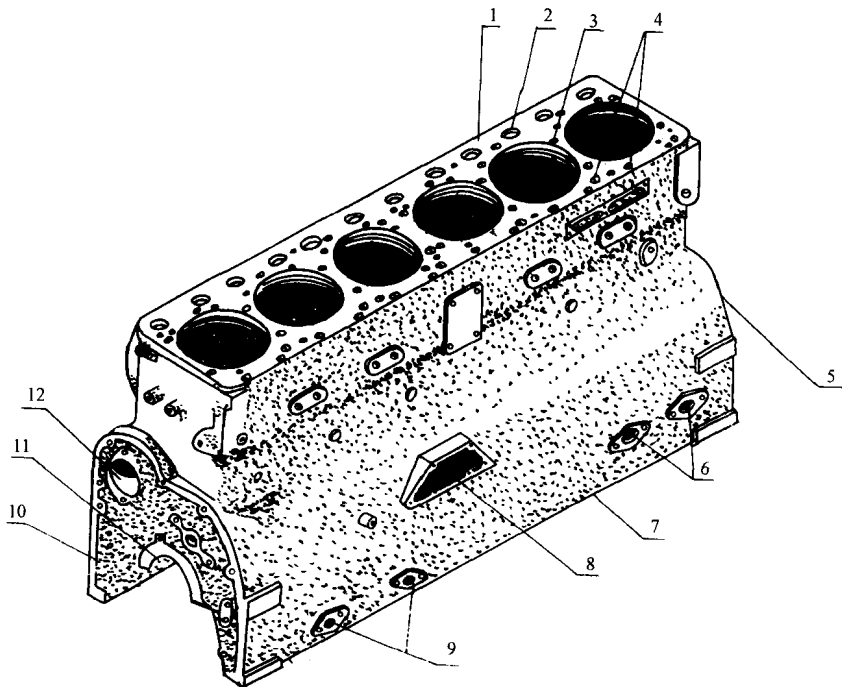


图 1-9 柴油机气缸体

1-气缸体上平面;2-水套孔;3-气缸套安装孔;4-缸盖螺栓孔;5-气缸体后加工面;6-呼吸器座孔;7-气缸体下平面;8-高压油泵支架安装座;9-润滑油道;10-气缸体前加工面;11-主轴承座;12-凸轮轴轴承座孔

2. 气缸套

气缸套安装在缸体内,对活塞的运动起导向作用。它不但承受燃烧气体的高温、高压和活塞侧压力的作用,而且润滑条件很差,因此要求气缸套有足够的强度、耐高温、耐磨,有较高的