



公路施工与养护机械

公路工程机械使用与维修专业用

● 主编 刘雅洲
● 主审 姚为民



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 Shigong Yu Yanghu Jixie

公路施工与养护机械

(公路工程机械使用与维修专业用)

刘雅洲 主编

姚为民 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要介绍公路施工与养护机械的基本知识,内容包括:公路施工与养护机械的发展概况,工程机械发动机与底盘,工程机械电器设备与液压传动知识,公路工程施工机械的一般结构、工作原理与使用技术,工程机械管理等。

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,也可供有关人员学习参考,或作为高级工、技师、高级技师培训的选用教材。

图书在版编目(CIP)数据

公路施工与养护机械 / 刘雅洲主编. —北京: 人民交通出版社, 2005.11
ISBN 7-114-05823-3

I. 公... II. 刘... III. ①道路工程—工程机械
②公路养护—养路机械 IV. ① U415.5 ② U418.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 124902 号

全国交通高级技工学校通用教材

书 名: 公路施工与养护机械 (公路工程机械使用与维修专业用)

著 作 者: 刘雅洲

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)85285656, 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: 北京交通印务实业公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 12.25

字 数: 300 千

版 次: 2005 年 11 月 第 1 版

印 次: 2005 年 11 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05823-3

印 数: 0001 — 3000 册

定 价: 21.00 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。

《公路施工与养护机械》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:公路施工与养护机械的发展概况,工程机械发动机与底盘,工程机械电器设备与液压传动知识,公路工程施工机械的一般结构、工作原理与使用技术,工程机械管理的基本知识。

参加本书编写工作的有:河南南阳公路技工学校刘雅洲(编写绪论,单元三的课题二,单元四、五、六),青海交通职业技术学院罗国玺(编写单元二,单元三的课题三),河南省交通技工学校冯宝山(编写单元一,单元三的课题一)。全书由刘雅洲担任主编,浙江公路机械技工学校姚为民担任主审。

本套教材在编写过程中,得到了全国16个省市的高级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了教材的编审工作,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

**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**

柯爱琴 周以德 刘传贤

卞志强 严 军 朱小茹

高连生 毕经邦 姚为民

梁柱义 程兴新 张文才

易连英 蒋 斌 周萌芽



目 录

CONTENTS

绪论	1
单元一 工程机械发动机与底盘	5
课题一 发动机的基本知识	5
课题二 发动机的构造	10
课题三 工程机械底盘	15
单元二 电器设备与液压传动	28
课题一 工程机械电器设备	28
课题二 液压传动的基本知识	36
单元三 公路工程施工机械	48
课题一 土石方施工机械	48
课题二 压实机械	75
课题三 路面机械	102
单元四 公路路面养护机械	124
单元五 桥涵工程机械	143
单元六 工程机械管理基本知识	158
参考文献	185



绪 论

为了减轻施工与养护工人的劳动强度,提高公路施工与养护的质量和技术水平,机械化施工作业越来越广泛,大量先进科学的公路施工与养护机械已经普遍被推广应用到施工生产实际中。

一 公路施工与养护机械在公路与桥涵施工中的地位和作用

随着国民经济的可持续发展,对公路的质量要求越来越高,尤其是高等级公路的施工与养护,必须有现代化的施工工艺和手段,因此,对机械化程度的要求必将越来越高。

近年来,随着招标投标法的颁布实施,在公路工程施工与养护招标投标活动中,对投标单位的资质要求越来越严格,其中主要是对施工与养护机械等技术装备进行严格的把关。公路施工与养护机械不能满足施工需要的承包商是不可能中标的。公路施工与养护机械化程度的高低是一个施工单位综合实力的反映。

公路施工与养护机械在公路与桥涵施工中具有主导和基础地位,现代公路建设与养护离开公路施工与养护机械,寸步难行。公路施工与养护机械在施工中的主要作用,概括起来有以下几点:

(1)公路施工与养护机械是确保工程质量,加快工程进度,改进施工工艺与方法的重要保障。

(2)公路施工与养护机械化是确保工程周期的必要条件。施工周期的长短与采用的施工工艺和方法密切相关。在公路施工与养护中,施工周期的长短取决于工程量,科学、规范地使用施工机械,会加快工程建设的进度,缩短施工周期。

(3)采用机械化施工不仅能够提高工作效率,减轻工人劳动强度,而且能直接降低施工成本,提高经济效益。

二 国内外公路施工与养护机械发展概况

1. 国外施工与养护机械的发展

国外公路施工机械的出现比较早,早在1860年,英国就首先发明了自行式压路机,因当时内燃机尚未问世,采用的是蒸汽机。1919年,美国首先制造出自行式内燃机压路机,之后,各种公路施工机械相继问世。国外公路施工机械的发展始终处于领先地位,20世纪90年代以后,国外公路施工机械的发展越来越快,生产技术水平也越来越高,机电液一体化新技术、新工艺应用于公路施工机械中,目前国外公路施工机械已经向智能化方向发展。

进入20世纪80年代中期,随着国外新建公路的速度趋于平缓,公路养护工作已经提到重要位置。为适应养护工作的需要,国外发达国家将大量的资本和开发力量投向养护机械的研制生产,从而使养护机械得到了迅速发展。养护机械已经从单功能机向多功能机方向发展,如



国外目前生产的多功能养护车,一机即可以完成交通设施保洁、公路绿化、路面除雪等养护作业工作。

2. 国内施工与养护机械的发展

在 20 世纪 60 年代以前,我国的公路施工与养护主要是靠人工进行的,大量的施工、养护劳动是“人海战术”。当时,公路施工与养护机械机型少,技术含量比较低。

我国公路施工与养护机械的研制和大量生产起步于 20 世纪 60 年代,到了 80 年代后才有了较快的发展,特别是“七五”、“八五”、“九五”三个五年计划的发展,公路施工与养护机械才有了相当的基础和实力。

自从改革开放以来,我国公路建设取得了突飞猛进的发展,到 2002 年底,全国公路总里程已经达到 175.8 万 km,高速公路从无到有,已达到 2.52 万 km。随着公路建设的迅速发展,我国公路施工与养护机械也取得了长足发展。目前我国的公路施工与养护机械已经初具规模,基本能够生产国内公路施工与养护所需的大部分机械设备。特别是改革开放以后,随着对外技术交流的广泛开展,我国公路施工与养护机械生产技术已有了很大提高,有些技术水平已达到国外 20 世纪 90 年代的水平。

我国公路施工与养护机械的发展虽然取得了很大成绩,但与国外的同行相比,仍然存在很大的差距。

3. 国内外高等级公路养护机械的发展趋势

公路建设,特别是高速公路的建设,不仅数量增长快,技术标准不断提高,而且交通量日益增加,车速加快,载重量加大,对公路养护的要求越来越高,因此养护机械也必须不断改进和发展。养护机械与筑路机械一起,将发展成为品种型号齐全、技术先进、产量大、生产率高的重要工程机械行业;公路养护的所有作业项目,将全面实现机械化操作。纵观国内、外养护机械发展情况,主要呈现如下趋势:

(1)广泛采用先进技术。机、电、液一体化高新科技成果不断应用到养护机械上。电脑和高灵敏传感器等现代高新技术在养护机械的各种装置和机具的操纵、计量、控制、报警、排障和作业智能化等方面得到推广应用。红外线、激光等先进技术也逐步应用在养护机械上。这些高新技术的应用将使养护机械更加可靠、多功能和高度自动化。

(2)不断开发新产品。为了适应公路养护作业项目多、工序繁杂、工艺要求严的需要,在激烈的市场竞争下,各国生产厂家都致力于开发新产品,随着养护工艺的发展,不断推出新类型的养护机械。养护机械正朝着产品多样化、系列化、成套化、一机多能综合化、大型与小型两极化方向发展。

二 公路施工与养护机械的分类

目前公路施工与养护机械种类越来越多,为了便于管理和使用,我们通常把公路施工与养护机械按不同方式进行区分。

1. 按行走方式

公路施工与养护机械绝大部分是自行式机械,一般由三部分组成:基础车(即行走装置)、工作装置和操纵控制机构,如图 0-0-1、图 0-0-2 所示。其中,基础车是公路施工与养护机械的行走装置,是实现各类作业、地点转移的主体部分,工作装置和操纵控制机构都要安装在它上

面。因此,按行走方式不同一般分为两大类:

1) 履带式公路施工与养护机械

履带式公路施工与养护机械主要应用于基础泥泞、沼泽等恶劣环境中以及作用力较大机械,主要机型包括:履带式推土机、履带式挖掘机(图 0-0-1)、履带式铲运机等。

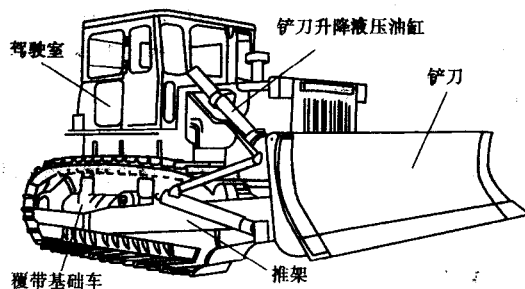


图 0-0-1 履带液压操纵式推土机总体

2) 轮胎式公路施工与养护机械

轮胎式公路施工与养护机械适用于在一般道路上行走,地点转移、作业比较灵活,主要机型包括:轮胎装载机、轮胎压路机、轮胎式平地机(图 0-0-2)等。

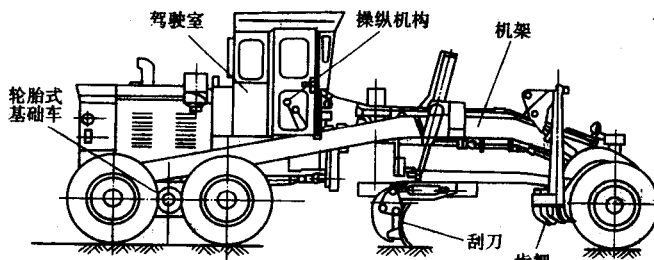


图 0-0-2 PY160 型液压操纵式平地机总体组成图

2. 按用途和使用范围

公路施工与养护机械按照用途和使用范围一般可分为 5 类:土石方施工机械,压实机械,路面机械,桥涵工程机械和养护机械。

1) 土石方施工机械

土石方机械是以土石方施工为主的工程机械。该类机械的作业对象主要是土质结构和松散物料。主要包括:推土机、铲运机、平地机、装载机、挖掘机械和破碎筛分机械等。

2) 压实机械

压实机械主要用于公路、铁路、市政、水坝、机场等基础施工的压实作业。主要包括:静压压路机、振动压路机、振荡压路机、冲击式压路机、轮胎压路机、平板夯、冲击夯和蛙式夯实机等。

3) 路面机械

路面机械是公路施工与养护的专用机械。该类机械主要是完成路面材料的拌制和铺筑。主要包括:沥青路面机械(沥青混合料拌和机、摊铺机、沥青洒布车、沥青熔化及加热机械、沥



青运输车、乳化沥青机械、改性沥青机械等)、水泥路面机械(水泥混凝土搅拌机械、水泥混凝土摊铺机、拉毛机、切缝机、养生机)以及路面施工与养护检测仪器(如压实度、平整度、抗滑能力、几何形状等检测仪器)。

4) 桥涵工程机械

桥涵工程机械主要运用于公路桥梁、涵洞的基础开挖、冲孔、水泥混凝土灌注等施工与养护。主要包括:桩工机械、起重机械(如龙门吊)、排水机械(如各种抽水机)、空压机、钻挖孔机械(如冲击钻机、回旋钻机等)和架桥机等。

5) 养护机械

养护机械主要适用于路面日常养护,主要包括:路面清扫机、除雪机、沥青路面综合养护车以及路面洗刨机等。

四 本课程的内容和任务

本课程是公路施工与养护专业的一门专业技术课,其内容主要包括公路施工与养护机械的基本构造与工作原理、公路工程施工机械、公路养护机械和桥涵施工机械的选用与合理使用、维护以及公路施工与养护机械管理的基本知识。

通过本课程的教学,使公路施工与养护专业的学生能够对常用公路施工与养护机械的一般构造、工作原理熟悉和了解,能够正确选用施工与养护机械并合理使用与管理,同时,在组织公路施工与养护工作中,科学安排、合理调度,充分发挥公路施工与养护机械的作用,提高机械化施工的效率,确保公路工程施工与养护质量。

学习本课程必须做到:

- (1) 理论联系实际,及时将所学理论知识应用于施工实际,在施工现场了解和掌握各种公路施工与养护机械的使用性能。
- (2) 善于总结分析,科学选用各种施工与养护机械,确保使用合理,提高机械化施工效率。
- (3) 注重动手操作能力的培养,克服死记硬背的学习方法。机械的性能与原理只有在直接动手操作后才能加深认识。

技能实训1 初步认识公路施工与养护机械

实训目的	实训设施	实训方法	实训工艺步骤	技术要求及注意事项
使学生感性认识公路施工与养护机械及其分类,初步了解公路施工与养护机械在施工中的地位	选择一个施工工地,确保该工地现场履带式 and 轮胎式公路施工与养护机械各有一台以上,最好这些机械正在施工作业	现场参观讲解	1) 组织学生到施工现场; 2) 分组参观; 3) 让机械设备负责人介绍设备的厂牌型号、使用性能以及在施工中的作用等; 4) 回校总结,让学生交流参观感受	1) 向学生介绍清楚公路施工与养护机械的类别; 2) 往返施工工地的途中要注意交通安全; 3) 要求学生在施工现场注意人身安全



单元一 工程机械发动机与底盘

【知识目标】

1. 了解发动机分类的基本知识;
2. 了解发动机的基本构造与一般工作原理;
3. 了解工程机械底盘的基本构造;
4. 了解工程机械底盘运行材料的有关知识。

【能力目标】

1. 能够区分各类发动机;
2. 能够对发动机各总成进行一般拆装;
3. 能够根据不同底盘选用相应的运行材料。

课题一 发动机的基本知识

发动机是将某一种形式的能量变为机械能的一种机器。现代工程机械用发动机多为活塞往复式内燃机,简称活塞式内燃机。它是将燃料在气缸内燃烧产生热能,并将热能转化为机械能对外输入。

现代发动机的燃料有柴油、汽油、液化石油气、煤气等。根据使用的广泛性,本课题主要讲述燃用柴油发动机(简称柴油机)和燃用汽油发动机(简称汽油机)。

一 发动机的分类及型号编制规则

1. 发动机的分类

发动机的结构形式很多,其分类如图 1-1-1 所示。

2. 发动机名称和型号编制规则

为了便于发动机的生产管理和使用,我国于 1982 年对发动机名称和型号编制方法重新审定,颁布了国家标准 GB 725—82。该标准的主要内容如下:

- (1) 发动机产品名称均按所采用的燃料命名,例如柴油机、汽油机等。
- (2) 发动机型号由阿拉伯数码和汉语拼音字母组成。
- (3) 发动机型号由下列四部分组成:
 - ①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,但



需主管部委或由主管部委标准化机构核准。

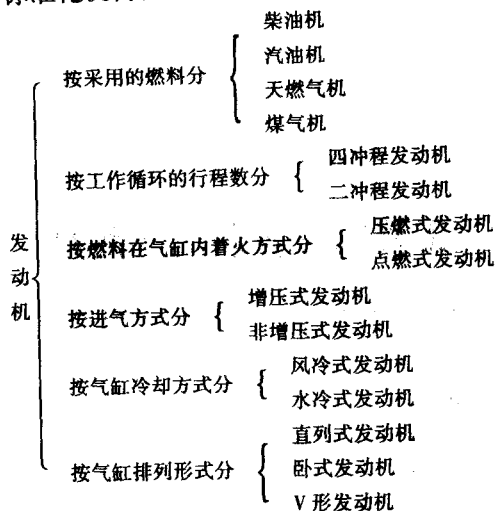


图 1-1-1 发动机的分类

②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。

③后部:结构特征和用途特征符号,以字母表示。

④尾部:区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时,由制造厂选用适当符号表示。

发动机型号排列顺序所代表的意义规定,如图 1-1-2 所示。

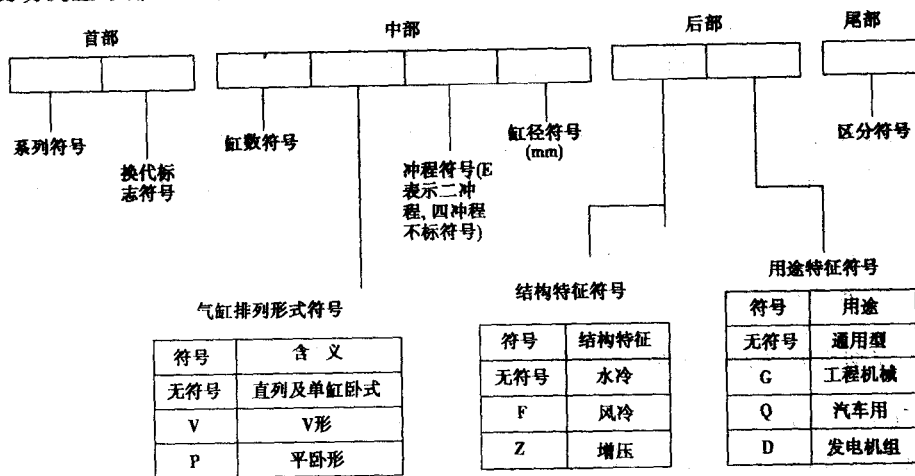


图 1-1-2 发动机型号排列示意图

型号编制示例:

6135ZG——表示六缸、直列、四冲程、缸径 135mm, 水冷、增压、工程机械用。

YZ6105——表示玉柴厂生产、六缸、直列、四冲程、缸径 105 mm, 水冷、通用型。

12V135ZG——表示十二缸、V 型、四冲程、缸径 135 mm, 水冷、增压、工程机械用。

CA6102Q——表示一汽厂生产、六缸、直列、四冲程、缸径 102 mm, 水冷、汽车用。



EQ6100Q—1——表示东风厂生产、六缸、直列、四冲程、缸径 100 mm, 水冷、汽车用、第一次改型。

4120F 柴油机——表示四缸、直列、四冲程、缸径 120mm, 风冷、通用型。

二 发动机的常用术语

发动机的常用术语主要包括以下几方面, 如图 1-1-3 所示。

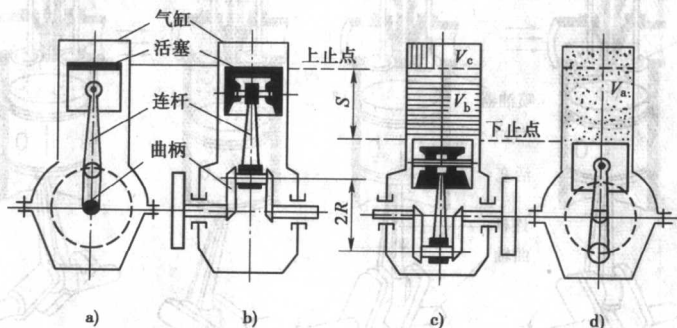


图 1-1-3 发动机常用术语示意图

- (1) 上止点: 活塞顶离曲轴回转中心最远处, 通常指活塞顶上行到的最高位置。
- (2) 下止点: 活塞顶离曲轴回转中心最近处, 通常指活塞下行到的最低位置。
- (3) 活塞行程(S): 指上、下两止点之间的距离(mm)。
- (4) 曲柄半径(R): 指与连杆下端(即连杆大头)相连的曲柄销中心到曲轴回转中心的距离(mm)。从图 1-1-3 可以看出, $S = 2R$ 。曲轴每转一圈, 活塞移动两个行程。
- (5) 气缸工作容积(V_b): 指活塞从上止点到下止点所扫过的容积, 也称为气缸排量。

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

式中: D ——气缸直径, mm。

- (6) 发动机工作容积(V_l): 发动机所有气缸工作容积之和, 也称为发动机排量。设发动机的气缸数为 i , 则: $V_l = V_b i$ 。

- (7) 燃烧室容积(V_c): 活塞在上止点时, 活塞上方的空间称为燃烧室, 它的容积称为燃烧室容积。

- (8) 气缸总容积(V_a): 活塞在下止点时, 活塞上方的容积称为气缸总容积, 它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和, 即 $V_a = V_b + V_c$ 。

- (9) 压缩比(ε): 指气缸总容积与燃烧室容积的比值, 即 $\varepsilon = V_a / V_c = 1 + V_b / V_c$ 。它表示活塞由下止点运动到上止点时, 气缸内气体被压缩的程度。压缩比越大, 压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。一般柴油机的压缩比为 15 ~ 22, 汽油机的压缩比为 6 ~ 10。

- (10) 发动机的工作循环: 是气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转化为机械能的一系列连续过程(进气、压缩、做功和排气)。

- (11) 冲程: 指活塞从一个止点运动到另一止点的动作或过程。



发动机的基本原理

1. 四冲程柴油机的工作原理

四冲程柴油机是由进气、压缩、作功和排气四个行程完成的一个工作循环,如图 1-1-4 所示。

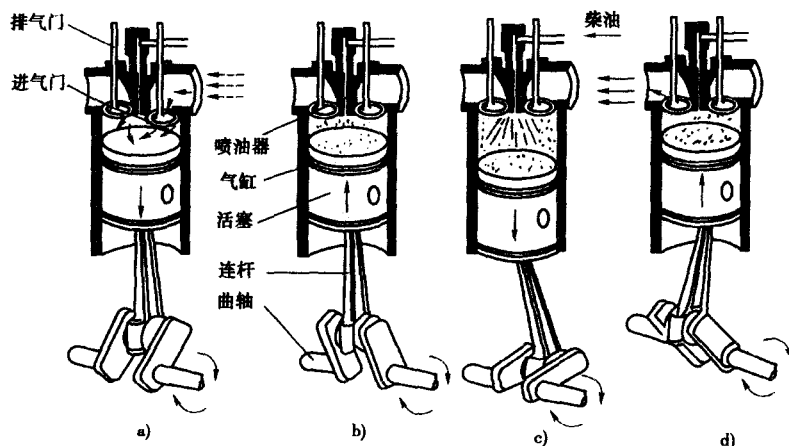


图 1-1-4 单缸四冲程柴油机工作原理示意

1) 进气行程

是活塞由曲轴带动,从上止点向下止点运动的过程。此时,进气门开启,排气门关闭,如图 1-1-4a)所示。由于活塞下移,活塞上腔容积增大,形成一定的真空度。在真空吸力的作用下,被滤清的纯净空气,经进气门被吸进气缸。至活塞运动到下止点时,进气门关闭,停止进气,进气行程结束。

进气行程结束时,由于进气过程中进气管、进气门等有进气阻力,气缸内压力低于大气压力,一般为 $0.08 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。由于气缸壁、活塞等高温机件及残留高温废气的加热,气体温度为 $320 \sim 350 \text{ K}$ 。

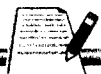
2) 压缩行程

指进气行程结束时,活塞在曲轴的带动下,从下止点向上止点运动的过程,如图 1-1-4b)所示。此时,进、排气门均关闭。随着活塞上移,活塞上腔容积不断减小,气缸内的空气被压缩,至活塞到达上止点时,压缩行程结束。在压缩行程过程中,气体压力和温度同时升高。由于柴油机压缩比较大,在压缩终了的温度和压力均较高,压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$,温度可达 $800 \sim 1000 \text{ K}$ 。

3) 作功行程

指压缩行程末,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温空气中,柴油迅速汽化并与空气形成可燃混合气的过程。因为此时气缸内的温度远远高于柴油的自燃温度(柴油的自燃温度为 500 K 左右),柴油自行着火燃烧,且在以后的一段时间内,喷油和燃烧同时进行(即一边喷油,一边燃烧)。气缸内的温度、压力急剧升高,推动活塞下行作功,如图 1-1-4c)所示。

此行程中,开始阶段气缸内气体压力和温度急剧上升,瞬时压力可达 $5 \sim 10 \text{ MPa}$,瞬时温度可达 $1800 \sim 2200 \text{ K}$ 。随着活塞的下移,压力和温度下降。作功行程终了时,气缸压力为 $0.2 \sim$



0.4MPa,温度为1200~1500K。

4) 排气行程

是在作功行程终了时,排气门被打开,活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动的过程,如图1-1-4d)所示。废气在自身的剩余压力和活塞的驱赶作用下,自排气门排出气缸,至活塞运动到上止点时,排气门关闭,排气行程结束。

排气终了时,由于燃烧室容积的存在,气缸内还在少量的废气,气体压力也因排气门和排气道等有阻力而高于大气压力。此时,气缸内压力为0.015~0.125MPa,温度为800~1000K。

排气行程结束后,进气门再次开启,又开始了下一个工作循环。如此周而复始,发动机就自行运转。

2. 四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机和四冲程柴油机工作原理一样,每个工作循环也是由进气、压缩、作功和排气四个冲程所组成,但汽油机和柴油机性质不同,汽油机在可燃混合气的形成、着火方式等方面与柴油机有较大的区别。下面主要介绍与柴油机工作原理不同之处。

1) 进气行程

进气行程不同于柴油机的方面是:进入气缸的不是纯空气,而是混合气。在真空吸力的作用下,被滤清的空气与化油器供给的汽油形成混合气,经过气门被吸入气缸。由于进气阻力比柴油机大,上一冲程残留的废气温度比较高等原因,进气终了的压力和温度与柴油机稍有不同,压力为0.075~0.09MPa,温度为370~440K。

2) 压缩行程

压缩行程不同于柴油机的方面是:被压缩的是混合气。在压缩过程中,混合气得到进一步混合。由于汽油机的压缩比较柴油机小,所以压缩终了时,缸内的压力和温度均低于柴油机。汽油机压缩终了时,气缸内的压力为0.6~1.5MPa,温度为600~800K,这已远高于汽油的点燃温度(汽油的点燃温度约为263K),因而很容易被点燃。

3) 作功行程

压缩行程末,火花塞产生电火花,点燃气缸内的可燃混合气,并迅速着火燃烧,气体产生高温、高压。在气体压力的作用下,推动活塞由上止点向下止点运动,直至活塞到达下止点时,作功行程结束。

在此行程中,瞬时压力可达3~5MPa,瞬时温度可达2200~2800K。该行程终了时,压力为0.3~0.5MPa,温度为1500~1700K。

4) 排气行程

排气行程与柴油机的排气行程基本相同。排气行程终了,气缸压力为0.105~0.125MPa,温度为900~1200K。

由上述单缸四冲程柴油机和单缸四冲程汽油机的工作原理可知:

两种发动机工作循环的基本内容相似,其共同特点是:①每个工作循环曲轴转两圈(720°),每一行程曲轴转半圈(180°)。进气行程是进气门开启、排气门关闭,排气行程是排气门开启、进气门关闭,其余两个行程进、排气门均关闭。②四个行程中,只有作功行程产生动力,其他三个行程是为作功行程做准备的辅助行程,虽然作功行程是主要行程,但其他三个行程也是必不可少的。③发动机运转的第一个循环,必须有外力使曲轴旋转完成进气、压缩行



程,当混合气着火进入作功行程后,依靠曲轴和飞轮贮存的能量,发动机便可自行完成以后的行程进行运转。

3. 多缸发动机的工作

从上述各单缸发动机工作原理可知,只有作功行程产生动力,其他三个行程都要消耗动力。为了维持运动,单缸发动机必须有一个贮备能量较大的飞轮。即使如此,发动机运转仍然是不平稳的,作功行程快,其他行程慢。另外,单缸发动机还有其他缺点,使其在工程机械上的应用受到限制。

工程机械上实际使用的是多缸发动机,它由若干个相同的单缸排列在一个机体上共用一根曲轴输出动力。现代工程机械上用得较多的是四缸、六缸、八缸、十二缸等四冲程柴油发动机。

多缸发动机是在曲轴转角 720° 内,各缸都像单缸发动机一样完成一个工作循环。为了使发动机运转平稳,除少数发动机因结构限制外,各缸作功间隔角大多均等。如四冲程六缸发动机作功间隔角 $\varphi = 720^\circ / 6 = 120^\circ$,即曲轴每转 120° 就有一个缸作功,各缸作功行程略有搭接,这样发动机运转较单缸平稳得多。另外,由于各缸的作功行程为其他缸的准备行程提供动力,所以储存能量的飞轮也较单缸发动机要小得多。

多缸发动机工作行程发生的顺序称为发动机的工作顺序或点火顺序,一般与发动机的结构有关,如直列四冲程六缸发动机的点火顺序为 1-5-3-6-2-4。发动机缸数越多,发动机运转得就越平稳,发动机功率也就越大。

课题二 发动机的构造

一 发动机的构造

发动机的总体结构由机体、曲轴连杆机构、配气机构、燃油供给系统、点火系统、润滑系统、冷却系统和起动系统组成。柴油机的着火方式为压燃式,不设点火系统。汽油机的着火方式为点燃式,因此,必须设点火系统。

1. 机体

发动机的机体主要包括气缸盖、气缸体、曲轴箱。机体是发动机各机构、各系统的装配基件,如图 1-2-1 和图 1-2-2 所示。

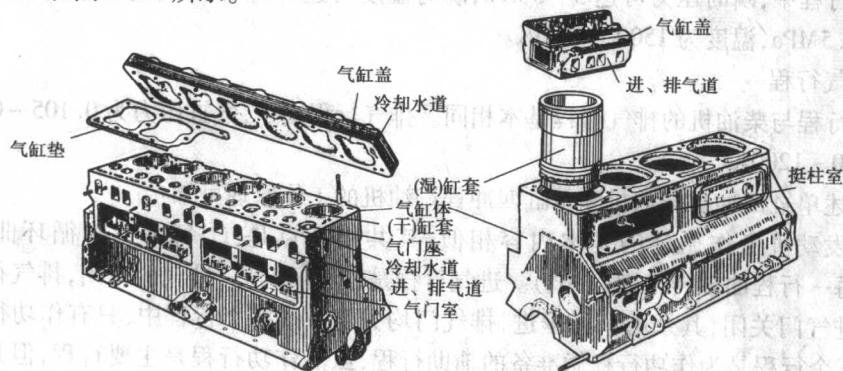


图 1-2-1 机体总成



2. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是实现工作循环,完成能量转换的主要机构,它的具体功用是:一方面将燃料燃烧的热能转换为机械能,另一方面将活塞在气缸内的往复直线运动转换为曲轴的旋转运动而输出动力。所以既是能量转换机构,又是运动方式转换机构。

曲柄连杆机构由活塞组、连杆组、曲轴飞轮组组成。

(1) 活塞组与连杆组。活塞组包括活塞、活塞环、活塞销和挡圈等零件,连杆组包括连杆、连杆螺栓、连杆轴瓦等零件。活塞组和连杆组的装配关系如图 1-2-3 所示。

活塞组的功用是:使活塞与气缸套、气缸盖构成气缸容积和燃烧室;活塞直接承受燃气压力并将其压力传给连杆;活塞的气环起到密封气缸的作用,防止燃烧室中的气体漏入曲轴箱和曲轴箱中的机油窜入燃烧室。连杆组的功用是连接活塞与曲轴,实现直线往复运动与旋转运动的转换并传递动力。

(2) 曲轴飞轮组。曲轴飞轮组主要由曲轴和飞轮及不同作用的零件和附件组成,如图 1-2-4 所示。零件和附件的种类和数量取决于发动机的结构和性能要求。

曲轴飞轮组的功用是:将连杆传来的气体作用力转换成转矩,从而输出动力,并储存能量以克服非作功行程的阻力,使发动机转动平衡;与起动机齿轮啮合起动发动机。

曲轴的形状和各曲柄的相对位置,取决于缸数、气缸排列方式和着火次序。

3. 配气机构

配气机构的功用是按照发动机工作次序和各缸工作循环的要求,定时打开和关闭各气缸的进、排气门,使新鲜空气(柴油机)或可燃混合气(汽油机)吸进气缸,并将废气排出气缸,在压缩和作功行程中保证气缸的密封。发动机的配气机构一般由气门组和气门传动组组成。根据气门安装位置的不同,配气机构通常可分为顶置气门式和侧置气门式两种。

(1) 顶置气门式配气机构。顶置气门式配气机构的进、排气门倒装在气缸盖上,如图 1-2-5 所示。顶置气门式发动机由于进气弯道少,进气阻力小,燃烧室结构紧凑,充气良好,因此具有较高的动力性和经济性。故现代发动机广泛采用顶置气门式配气结构。

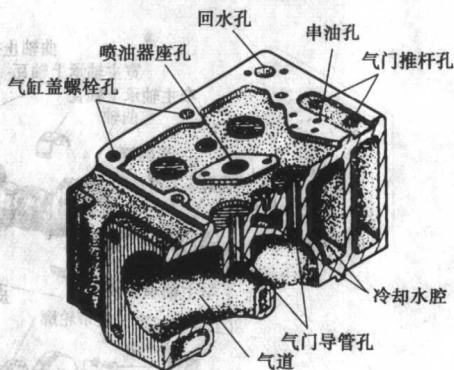


图 1-2-2 四行程柴油机气缸盖结构

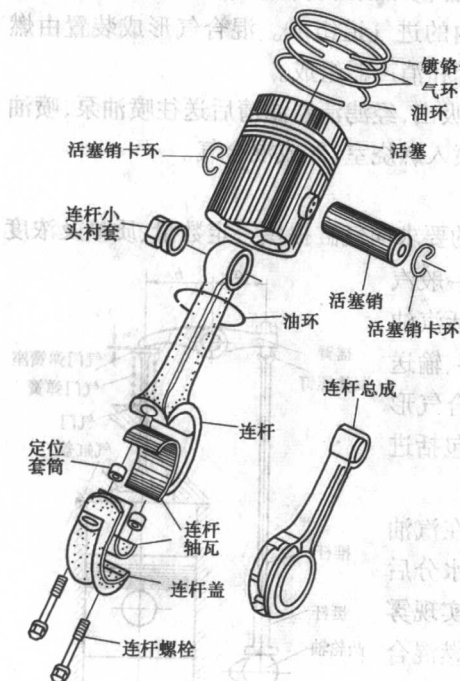


图 1-2-3 6135 型柴油机活塞连杆组