



高等学校教材

现代工程机械 发动机与底盘构造

陈新轩 展朝勇 郑忠敏 主编
吴义虎 主审



人民交通出版社
China Communications Press

高等学校教材

Xiandai Gongcheng Jixie Fadongji Yu Dipan Gouzao

现代工程机械发动机与底盘构造

陈新科 展朝勇 郑忠敏 主编
吴义虎 主审



人民交通出版社

内 容 提 要

本书分两篇十八章介绍了现代工程机械发动机构造与原理和工程机械底盘构造等方面的基本知识,作为高等工业院校工程机械专业教材,也可作为矿山机械与起重运输机械专业的教学参考书,还可供工程机械行业的科研与生产单位的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代工程机械发动机与底盘构造/陈新轩, 展朝勇, 郑忠敏主编. -北京: 人民交通出版社, 2002
ISBN 7-114-04420-8

I. 现… II. ①陈…②展…③郑… III. ①道路
工程-工程机械-发动机-构造-高等学校-教材②道
路工程-工程机械-底盘-构造-高等学校-教材
IV. U415.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 060306 号

高等学校教材 现代工程机械发动机与底盘构造

陈新轩 展朝勇 郑忠敏 主编
吴义虎 主审

正文设计: 彭小秋 责任校对: 戴瑞萍 责任印制: 张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

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: 23 字数: 563 千

2002 年 9 月 第 1 版

2002 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—4000 册 定价: 38.00 元

ISBN 7-114-04420-8

U · 03260

前 言

随着现代科学技术在工程机械上的广泛应用,工程机械的结构和控制有了很大的改进。新结构、新材料和先进的电、液控制系统使工程机械的性能有了明显地提高。为了适应我国现代工程机械的发展形势以及提高工程机械技术教育,长安大学工程机械学院组织编写了该教科书。

本书在借鉴《工程机械发动机与底盘构造》、《汽车构造》等同类教材和参考书的基础上,体现“新、特、齐、详”的特点,以介绍现代国内、外的工程机械发动机与底盘的构造和工作原理为基础,重点介绍现代国内、外具有代表性的先进机型发动机与底盘的构造特点及控制系统的结构和原理。全书分两篇,共十八章。在第一篇发动机部分主要介绍工程机械上广泛采用的具有代表性的柴油机,以及典型汽油机的先进系统和结构,以便读者对发动机有更完整的了解。

第二篇底盘部分,考虑到工程机械品种繁多,本书将以使用最为广泛的铲土运输机械为主,本着突出共性,照顾特殊的思路,以轮式装载机、履带推土机和工程运输车辆为典型机械,分系统集中讲述自行式工程机械底盘各系统部件的构造和原理。为保证内容的先进性和具有代表性,书中将以国内、外先进机型(如:日本小松 WA380-3 型装载机、黄河 TY-220 型履带式推土机及美国 Caterpillar 966D 装载机等)为重点进行讲述,另外还着重介绍了工程运输车辆上具有代表性的先进系统和结构。

本书作为高等工业院校工程机械专业教材,也可作为矿山机械与起重运输机械专业的教学参考书,同时也可供工程机械行业的科研与生产单位的工程技术人员参考。

本书由长安大学陈新轩副教授、展朝勇副教授、郑忠敏副教授担任主编。编写组成员(分工)是:陈新轩副教授(绪论、第三章、第四章、第九章、第十二章、第十三章);郑忠敏副教授(第一章、第十四章、第十七章、第十八章);展朝勇副教授(第二章、第六章、第十一章、第十五章);车胜创副教授(第五章);任征讲师(第七章、第八章、第十六章);贾长海高级工程师(第十章),全书由陈新轩副教授统稿。并由长沙交通学院吴义虎教授进行了审稿。

在本书编写过程中曾得到小松培训中心、黄河工程机械集团有限公司及《建筑机械》编辑部雒泽华、《筑路机械与施工机械化》编辑部刘华等多家单位和个人的大力支持。在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中定有不足之处,恳望广大读者指正。

编者

2001.12

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 现代工程机械发动机构造与原理

第一章 发动机工作原理和组成	7
第一节 概述	7
第二节 发动机的工作原理	8
第三节 发动机的总体构造	14
第四节 发动机主要性能指标和结构特征	15
第二章 曲柄连杆机构与机体组件	19
第一节 曲柄连杆机构的运动和受力	19
第二节 旋转平稳性和惯性力的平衡	21
第三节 活塞连杆组	25
第四节 曲轴飞轮组	37
第五节 机体组件	42
第三章 配气机构与进、排气系统	47
第一节 气门式配气机构的布置及传动	47
第二节 配气机构的零件和组件	53
第三节 配气相位和气门间隙	58
第四节 进、排气管系统	61
第五节 废气涡轮增压	62
第四章 柴油机燃油供给系	66
第一节 燃油供给系的组成及燃油	66
第二节 混合气的形成及燃烧过程	67
第三节 燃烧室	69
第四节 燃油的喷射装置	71
第五节 调速器	79
第六节 喷油提前角调节装置	87
第七节 柴油机供给系的辅助装置	90
第八节 转子分配式喷油泵简介	92
第九节 PT 燃油系统简介	98
第五章 汽油机燃料供给系和点火系	115
第一节 化油器式燃料供给系	115
第二节 汽油喷射式燃料供给系	129
第三节 汽油机点火系	142

第四节 点火与汽油喷射相结合的电控系统	151
第六章 润滑系	156
第一节 概述	156
第二节 典型油路分析	157
第三节 润滑系的主要机件构造	159
第四节 曲轴箱通风	163
第七章 冷却系	165
第一节 冷却系的功用和冷却方式	165
第二节 水冷却系	165
第三节 冷却水和冷却系清洗及防冻液	170
第八章 起动装置	172
第一节 概述	172
第二节 发动机的起动方式	172
第三节 便于起动的辅助装置	176

第二篇 工程机械底盘构造

第九章 传动系概述	179
第一节 传动系统的功用和类型	179
第二节 几种典型的传动系统	181
第十章 液力偶合器和液力变矩器	185
第一节 液力偶合器的结构和工作原理	185
第二节 液力变矩器的构造与工作原理	189
第三节 液力变矩器的特性参数	192
第四节 液力变矩器的类型和典型结构	192
第十一章 主离合器	202
第一节 主离合器的功用、工作原理及类型	202
第二节 经常接合式主离合器	204
第三节 非经常接合式主离合器	209
第十二章 变速箱	216
第一节 变速箱的功用与类型	216
第二节 机械换档变速箱	217
第三节 行星齿轮式动力换档变速箱	230
第四节 定轴式动力换档变速箱	241
第五节 动力换档变速箱的电液控制系统	243
第十三章 万向传动装置	257
第一节 万向传动装置的组成与功用	257
第二节 万向节	258
第三节 传动轴	264
第十四章 驱动桥	266
第一节 驱动桥的组成和功用	266

第二节	主传动器	267
第三节	差速器	272
第四节	几种特殊的驱动桥	278
第五节	最终传动	281
第六节	转向驱动桥	285
第七节	半轴与驱动桥壳	286
第十五章	转向系	289
第一节	概述	289
第二节	偏转车轮式机械转向系统主要部件构造	291
第三节	液压动力转向系	295
第四节	履带式车辆转向系	303
第十六章	制动系统	307
第一节	概述	307
第二节	制动器	309
第三节	制动系的传力、助力机构	318
第四节	防抱死制动系统(ABS)	323
第十七章	轮式行驶系	328
第一节	轮式行驶系的功用和组成	328
第二节	车架、车桥、车轮与轮胎	328
第三节	典型悬架的结构和工作原理	336
第十八章	履带行驶系	339
第一节	履带行驶系的功用和组成	339
第二节	机架和悬架	340
第三节	履带和驱动链轮	343
第四节	支重轮和托轮	347
第五节	张紧轮和张紧装置	349
参考文献		352

绪 论

工程机械(在国外称建筑机械或建设机械)是指广泛应用于建筑、水利、矿山、筑路、港口和军事工程等建设施工中的各种机械。工程机械产品的种类和数量的多少,技术水平与产品质量的高低都将直接影响国民经济生产建设的发展。因此,工程机械和其它各种机械一样,在整个国民经济建设中占有很重要的地位。

随着现代科学技术在工程机械上的应用,工程机械的结构和控制发生了很大变化,各项性能指标有了明显提高。尤其是电、液技术提高了工程机械的自动化程度,使现代工程机械向着机电液一体化、低耗能、高效率 and 环保型发展。另外,为了满足各项工程的不同要求,现代工程机械还向着大型化和小型化以及一机多功能方向发展。

一、工程机械的分类

工程机械通常分为铲土运输机械、挖掘机械、起重机械、压实机械、桩工机械、路面与凿岩机械、钢筋混凝土机械与风动工具、工程车辆等十大类。每大类工程机械又包括许多不同类型的品种。例如,铲土运输机械又可分为推土机、装载机、铲运机、平地机等;挖掘机械分为单斗挖掘机与各种多斗挖掘机等。

考虑到工程机械的类型和品种繁多,本书将着重介绍在各种建筑施工中应用最广泛的自行式工程机械,如推土机、装载机、平地机、单斗挖掘机、工程起重机及压路机等 6 种机型的发动机与底盘构造和工作原理。

(一)推土机

推土机广泛应用于各种建筑施工中,完成推运、开挖、回填土石方以及其它散粒物料的作

业。推土机按其底盘型式分为履带式推土机和轮胎式推土机两种。

轮胎式推土机具有行走速度快、机动灵活、生产率高、耗用金属量少、不破坏路面等优点,近年来得到了迅速的发展。美国的轮胎式推土机已占其国内推土机生产总量的 1/3。

履带推土机具有良好的越野性与较大的牵引力,应用较广泛。履带推土机按其接地比压和用途可分为高比压、中比压和低比压 3 种。高比压为 $1.3 \times 10^5 \text{N/m}^2$ 以上,主要用于土石方工程作业;中比压适合于一般性推土作业;低比压一般在 $0.18 \times 10^5 \text{N/m}^2$ 以下,适用于湿地、沼泽地带工作。

推土机的等级划分,一般是以机重或发动机功率来区分,我国目前生产的推土机有 44.1kW、55.1kW、73.5kW、88.2kW、117.6kW、132.3kW、170.4kW、235.2kW、441kW 等几个不同功率等级。当前世界上最大的推土机是美国 Caterpillar 公司的 D10 推土机,其功率为 522kW (700hp);日本小松公司已研制成功了功率 735kW 的推土机。最小的推土机是日本洋马公司的 5.2kW(7hp)推土机。

图 0-1 为履带推土机外貌图。

(二)装载机

装载机广泛应用于各种建筑施工中进行各种土方与散粒物料的装卸作业,还可进行推土、

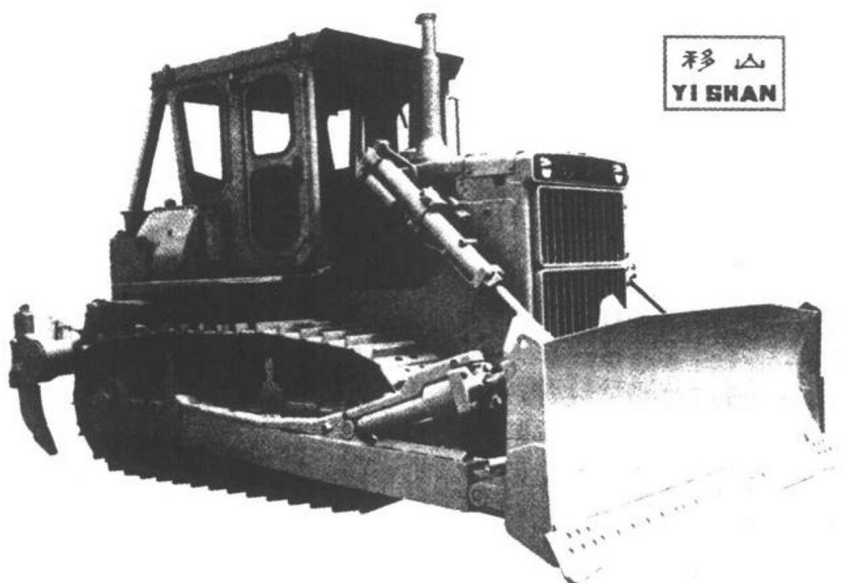


图 0-1 履带推土机外貌图

平地、运输和吊装等作业,用途很广泛。

装载机按其行驶机构可分为履带式和轮胎式两大类。由于轮胎式装载机灵活机动、速度快,较履带式装载机应用更广泛。

履带式装载机与轮胎式装载机相比,具有越野性好、牵引力大的优点,在某些条件下,特别是对低比压的湿地与沼泽地带作业更是不可缺少的。因此,履带式装载机的应用也比较广泛。

轮胎式装载机按其转向方式或车架型式可分为偏转车轮转向(整体式车架)和铰接转向(铰接式车架)两类。由于铰接式装载机转向半径小、机动灵活性好,可以在狭小的场地作业。因此,这种装载机的用途最大。

装载机通常按铲斗载质量或斗容量来划分等级。我国生产的装载机已按载质量吨位形成系列:0.5t、1t、1.5t、2t、3t(3.5t)、4t、5t、7t、9t 等几种不同吨位。

图 0-2 为轮胎式装载机外貌图。



图 0-2 轮胎式装载机外貌图

(三)平地机

平地机是一种能从事多种作业的工程机械,在各种建筑工程中,主要进行大面积平地修整作业。此外,还可进行推土、挖沟、刮坡等作业。

平地机分为牵引式和自行式两种。目前各国生产的平地机大多数为自行式平地机。我国生产的 PY160 型自行式平地机是全轮驱动、液压操纵、液力机械传动、柴油机功率为 119.3kW (160hp),刮刀长度为 3970mm。

图 0-3 为自行式平地机外貌图。

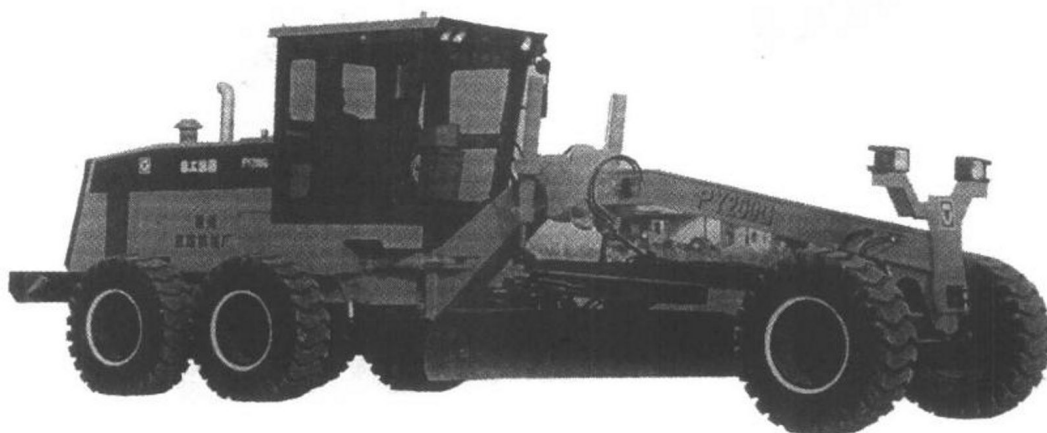


图 0-3 自行式平地机外貌图

(四)单斗挖掘机

单斗挖掘机是挖掘土方作业的主要工程机械之一,广泛用于建筑、水利、矿山和军事工程上。

单斗挖掘机分为机械式和液压式两种。由于液压操纵的优点,从 20 世纪 70 年代以来,国际市场上液压挖掘机产量不断上升,已占总产量 90% 以上。

单斗挖掘机以自重区分等级。如引进技术生产的 PC200、PC220、PC300 等型。

图 0-4 为单斗液压挖掘机外貌图。

(五)工程起重机械

工程起重机械是在各种建筑施工中进行起重作业的工程机械。工程起重机械包括汽车起重机、轮胎起重机、履带起重机、塔式起重机和缆索起重机等。

轮胎起重机是装在轮胎底盘上的起重设备,按操纵方式分为杠杆操纵式起重机和液压操纵式轮胎起重机。液压式轮胎起重机的起重动作(即变幅、伸缩起重臂、驱动卷扬机、驱动转台等)均由液压操纵。此外,还有液压收放支腿和液压操纵稳定器。由于轮胎起重机机动灵活,在各种建筑施工中使用很广泛。

国产轮胎起重机起重量从 2 ~ 100t。目前世界上最大的轮胎起重机起重量已达 300t。

图 0-5 为液压轮胎起重机外貌图。

(六)压路机

压路机是用于压实公路路基和路面、铁路路基、建筑物基础及土石堤、河堤、广场和机场跑道等各类工程的基础,以提高基础的强度、不透水性及稳定性,使之达到足够的承载力和表面的平整。

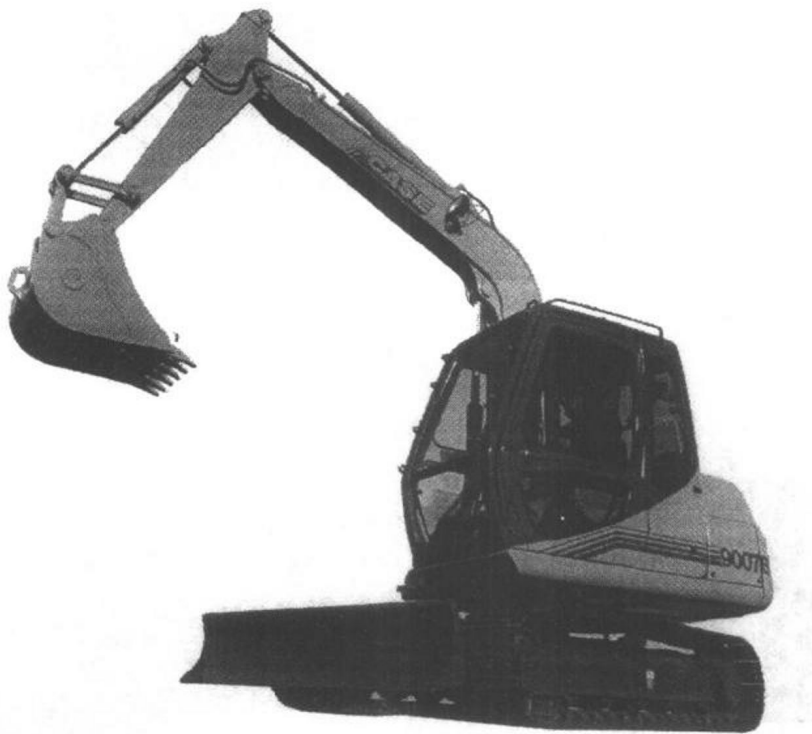


图 0-4 单斗液压挖掘机外貌图

压路机的类型很多,按对介质的作用可分为静力压路机和振动压路机。其中振动压路机具有单位线压力大、振动力影响深,因此压实深度可增加,压实遍数相应减少,生产效率高等特点。

图 0-6 为振动压路机外貌图。

二、自行式工程机械的总体构造

自行式工程机械虽然因机种和类型不同,其总体构造也各有特点,但是基本上都可划分为动力装置(发动机)、底盘和工作装置三大部分。

如图 0-7 所示为轮式装载机的总体构造。动力装置(一般采用柴油机)装在底盘的后车架上;工作装置则装在前车架上。现将各部分的功用简述如下。

(一)柴油机

柴油机是内燃机的一种,由于其经济性和动力性较汽油机好,被工程机械广泛采用。其功用是将供给的燃油燃烧并将热能转变为机械能,并通过传动系与行驶系驱动装载机行驶;通过液压系统操纵工作装置进行作业。

(二)底盘

底盘的功用是将发动机的动力进行适当转化和传递,使之适合机械行驶和作业的需要。底盘又是整机的基础,所有机件都安装在底盘上。底盘一般由传动系、行驶系、转向系和制动

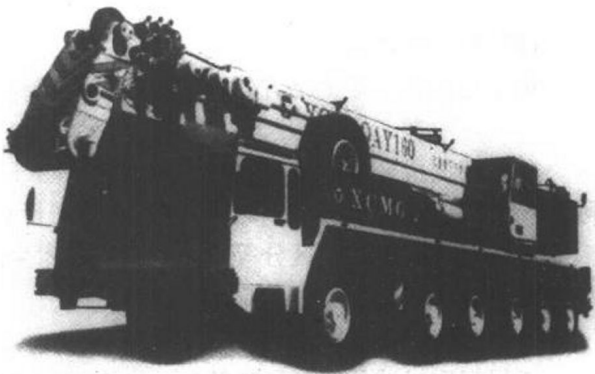


图 0-5 液压轮胎起重机外貌图



图 0-6 振动压路机外貌图

系等组成。

1. 传动系

传动系的功用是将发动机的动力进行适当改变后传给驱动轮,如图 0-7 所示。轮式装载机的传动系由离合器或变矩器 2、变速箱 3、万向传动装置 7、前、后驱动桥 4、8、最终传动 6、9 等部件组成。

离合器是用来接合或切断动力,一般设在机械式传动系统中。在液力机械传动系中一般不设离合器,而装有液力变矩器 2,以便改善传动系的牵引性能。变速箱 3 是供改变行驶速度和进、退用的。前、后驱动桥 4、8 则用来增大转矩、降低转速并将动力传递方向改变 90° 角后传给驱动或最终传动 6、9。

2. 行驶系

行驶系由车架和车轮组成,起支承底盘各部件和保证机械行驶的作用。

3. 转向系

转向系是保证机械行驶时转向用的。转向系类型较多,在近代装载机上广泛采用液压操纵的铰接式车架转向。

4. 制动系

制动系的功用是控制机械的行驶速度,使之按需要减速或停车,以确保安全。制动系由制动器和传动装置组成。

(三) 工作装置

工作装置是工程机械进行各种作业的装置。装载机的工作装置是由铲斗、动臂、摇臂、连杆、油缸及液压系统等构件组成,由液压系统操纵。

各种机械的工作装置因作业特点不同,其构造是不同的。各种自行式工程机械的动力装

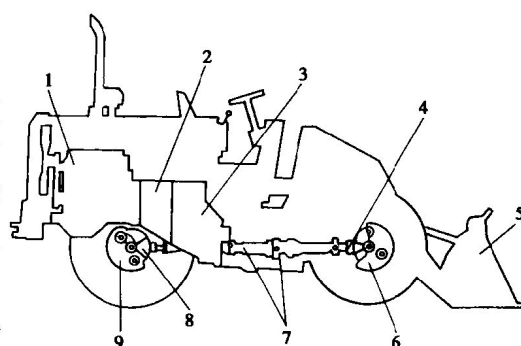


图 0-7 轮式装载机总体构造简图

1-柴油机;2-离合器或变矩器;3-变速箱;4-前驱动桥;5-工作装置;6-最终传动;7-万向传动装置;8-后驱动桥;9-最终传动

置一般采用内燃机,特别是广泛采用柴油机。各种自行式工程机械随着用途的不同,虽然从总体构造、工作装置都有各自的特点。但从它们的底盘总布置与各部件构造和工作原理来看,则是大同小异,基本上可以概括为轮式底盘与履带底盘两大类。

根据工程机械的特点,本书将按照“以点带面”的精神,体现“新、特、齐、详”的特点,在动力装置部分将以柴油机为主(并适当介绍汽油机的关键系统)介绍发动机的构造与工作原理。在底盘部分以轮式装载机和履带推土机为典型机种,并适当兼顾其它机种,以部件体系集中讲述底盘各系统部件的构造与工作原理。

第一篇 现代工程机械发动机 构造与原理

第一章 发动机工作原理和组成

第一节 概 述

将自然界的能源转化为人们所需要的机械运动的装置,称为动力机械,也叫发动机。地球上能源的种类甚多,如煤、石油、天然气、水力、风力、原子能、太阳能、潮汐能和地热等,人类还将继续探索新能源和不断创制出新的动力装置。

燃料与空气混合,经过燃烧,将其中包含的化学能转化为热能,再经气体膨胀过程把热能转化为机械能的动力装置,称为热力发动机。能量这一释放与转化过程在气缸内部进行的,称为内燃机,反之则属于外燃机。

内燃机的种类很多,通常按下列几个方面分类:

按所用燃料分:柴油机、汽油机、煤气机;

按活塞运动方式分:往复式、旋转式;

按工作循环过程分:四行程、二行程;

按气缸数分:单缸机、多缸机;

按气缸排列方式分:直列立式、对置卧式、V型;

按点火方式分:压燃式、点燃式;

按进气方式分:非增压式(吸入式)、增压式;

按冷却方式分:水冷、风冷;

按额定转速分(柴油机):高速(1000r/min以上)、中速(600~1000r/min)、低速(600r/min以下);

按用途方式分:固定式、移动式。

现代工程机械上广泛采用往复式四行程高速多缸柴油机作为动力。也有少量采用汽油机、燃气轮机、电动机等其它动力装置的,但以柴油机最普遍。预计在今后相当长时期内,柴油机仍将作为工程机械的主要动力装置而难以被取代。

柴油机之所以被广泛采用是由于具有以下优点:

1. 热效率较高。现代柴油机的热效率为 30%~40%,最高可达 46%,高于汽油机,显著高于外燃机。柴油机耗油率低、经济性好。
2. 体积小、质量轻、机动性好。
3. 动力性能好,单机功率小至几千瓦,大至几百千瓦,可以满足各种用途的需要,适应性

好。与同功率的其它内燃机相比,柴油机飞轮转矩较大,从而使工程机械传动系的设计简化。

4.操作简便、使用可靠,且不受地区限制。

5.有较好的燃料安全性:汽油机的燃料是汽油,煤气机的燃料为各种可燃气体。柴油与这些燃料相比较,它有着较小的火灾险情。

在工程机械上使用的柴油机必须满足下列要求:

1.作业时冲击和振动大,要求有较高的刚度和强度;

2.工作负荷大,且经常可能出现短暂超负荷工况,要求转矩储备系数应达到 $1.25 \sim 1.4$,最低不小于 $1.15 \sim 1.20$;

3.作业时速度和负荷剧变,要求有性能良好的全制式调速器;

4.作业现场空气含尘量高,要求有高效的各种类型滤清器;

5.常在倾斜地面作业,应能保证在前后左右倾斜 $30^\circ \sim 35^\circ$ 的坡地上,可靠的工作;

6.常在野外偏僻地区工作,要求工作可靠、维护方便、寿命长,目前先进产品的大修间隔已达到 10000h 以上;

7.柴油机常常还要针对一些特殊环境下的作业分别满足特殊的使用要求,如严寒地区和热带地区作业,地下坑道和潜水作业,高海拔地区和沙漠缺水地区作业,以及军用工程机械等。

所有这些要求,现代柴油机技术基本上都可解决。当然,随着科学技术的不断进步,柴油机在结构、材质和性能等方面,会得以不断完善和改进。

第二节 发动机的工作原理

柴油机和汽油机,四行程发动机和二行程发动机,尽管从基本工作原理上讲,它们都是燃料在气缸内燃烧,首先将化学能转变成热能,进而将热能再转化为机械能。但是,由于燃料不同和工作过程等方面存在一些重要差别,从而导致结构上的许多差异。现着重阐述单缸四行程柴油机的工作过程和工作原理。为了便于比较,将对二行程柴油机和四行程、二行程汽油机的工作过程也略作介绍。

一、四行程柴油机的工作原理和工作过程

为了实现“化学能→热能→机械能”这种能量形式的转化过程,并使之连续进行,构成循环运动,人们设计了如图 1-1 所示的装置:在圆筒形的气缸 5 中有一个活塞 6,连杆 8 的上端通过活塞销 7 与活塞 6 铰接,其下端与曲轴 9 的连杆轴颈铰接,从而把只能作直线往复运动的活塞与只能作旋转运动的曲轴联系起来,使这两种机械运动可以相互转换。气缸的上端由气缸盖 1 封闭,气缸盖上装有进气门 2 和排气门 3,并由专门机构分别控制而实现对进排气孔道的开闭。另一个由专门机构控制的喷油器 4,负责定时向燃烧室喷射柴油。曲轴的一端装有飞轮 10,以使曲轴均匀旋转。

为了便于说明发动机的工作原理及其基本组成之间的运动关系,我们给出以下术语。

活塞离曲轴回转中心最远处,通常为活塞的最高位置,称为上止点;活塞离曲轴回转中心最近处,通常为活塞的最低位置,称为下止点。上、下止点间的距离 S 称为活塞行程。曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离 R 称为曲柄半径,显然 $S = 2R$ 。同时曲轴每转一周,活塞移动二个行程。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,用 V_h 表示。

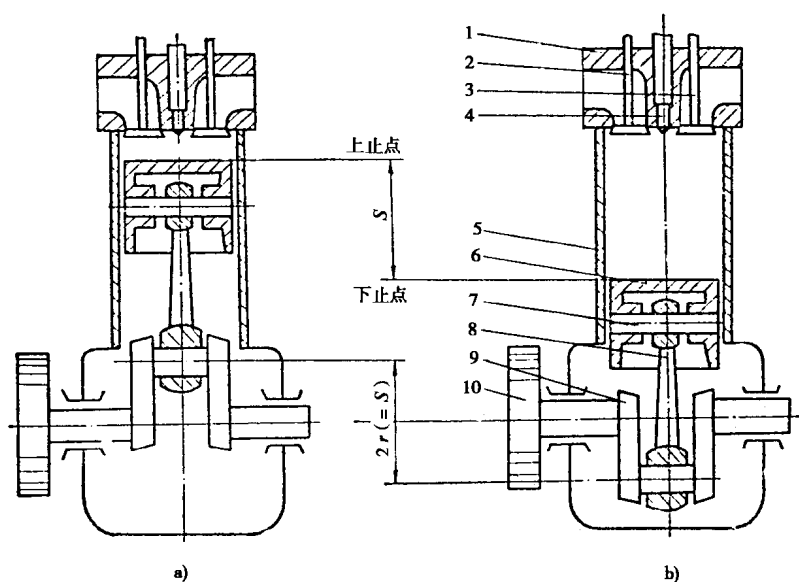


图 1-1 单缸四行程柴油机结构简图

1-气缸盖;2-进气门;3-排气门;4-喷油器;5-气缸;6-活塞;7-活塞销;8-连杆;9-曲轴;10-飞轮

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^6} \times S(L)$$

式中: D ——气缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm。

多缸发动机各缸工作容积的总和称为发动机工作容积或发动机排量, 用 V_L 表示。若发动机的气缸数为 i , 则

$$V_L = V_h i (L)$$

活塞在上止点时, 活塞上方的容积为燃烧室容积, 用 V_c 表示, 气缸总容积 V_a 等于气缸工作容积与燃烧室容积之和, 即:

$$V_a = V_h + V_c$$

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比, 用 ϵ 表示。

即

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

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, 则压缩终了时气缸内气体的压力和温度就越高。

四行程柴油机一个工作循环经历以下四个过程, 每一过程由一个活塞行程完成, 如图 1-2 所示。

进气行程(图 1-2a), 曲轴旋转通过连杆带动活塞自上止点移向下止点, 在此期间进气门开启, 排气门关闭。由于活塞上方空间容积不断扩大, 气缸内压力降至大气压力以下, 新鲜空气经进气门不断被吸入气缸。

压缩行程(图 1-2b), 曲轴继续旋转推动活塞自下止点移向上止点, 在此期间进、排气门都关闭。由于气缸内容积不断减小, 空气受压缩后温度、压力随之升高, 为下一步柴油的燃烧准备了有利条件。

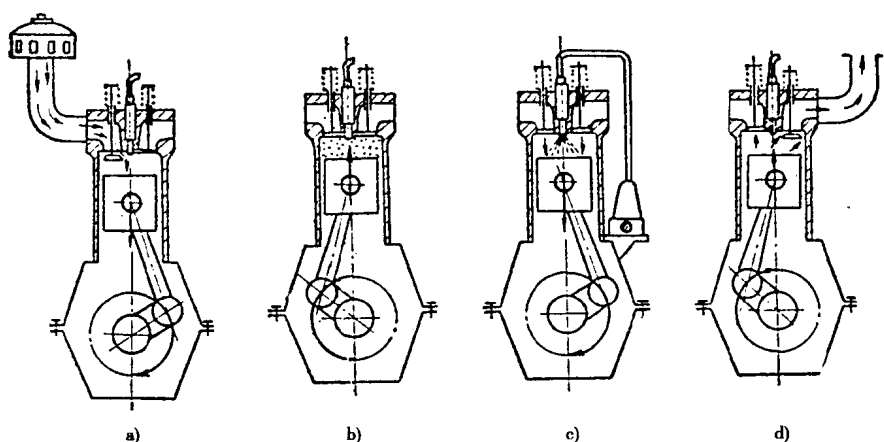


图 1-2 四行程柴油机的工作过程

作功行程(图 1-2c)当压缩行程接近终了(即活塞接近上止点时),喷油器以高压将燃油迅速喷入气缸。雾状燃油进入高温气体后,边混合边蒸发,迅速形成可燃混合气并自行着火燃烧,产生的大量热能使气缸内的温度和压力急剧升高。此时由于进、排气门仍都关闭着,高压气体将活塞从上止点推向下止点,并通过连杆推动曲轴旋转。随着活塞下移,气缸容积不断增大,缸内气体的压力和温度也逐渐降低,这一过程实现了化学能变热量、热能变机械能的两次能量转换。

排气行程(图 1-2d)曲轴继续旋转,又将活塞自下止点推向上止点,在此期间排气门开启,进气门关闭,使燃烧后的废气经排气门排出气缸外。

至此,柴油机经历了进气、压缩、作功、排气四个过程,完成了个工作循环。由于曲轴一端装有飞轮,依靠飞轮旋转的惯性将使曲轴继续旋转,则下一个工作循环又开始,如此周而复始,使柴油机得以连续不断地运转。

由于在每一个工作循环中活塞需上下运动四个行程(曲轴转两圈),因而得名四行程柴油机。

显然,上述四个行程中只有作功行程发出能量,其余三个行程都要消耗能量。最初(起动时)这些能量需依靠外力提供,当柴油机一旦着火工作以后,则由作功行程向其余三个行程提供能量,而这三个行程又为作功行程创造必要的条件。

柴油机实际工作循环的各个过程,可以用实验方法测得的示功图来加以表示,示功图是表示某一工作循环中,随着活塞的位移,气缸中气体压力 P 和气体容积 V 之间的变化关系。

图 1-3 是四行程柴油机的示功图。其横坐标表示气缸容积(与活塞位置相对应),纵坐标表示气缸中的气体压力,图中 p_0 表示大气压力(即 10kPa), V_c 表示燃烧室容积(活塞在上止点时活塞上方的空间容积), V_h 表示工作容积(活塞上、下止点之间所包含

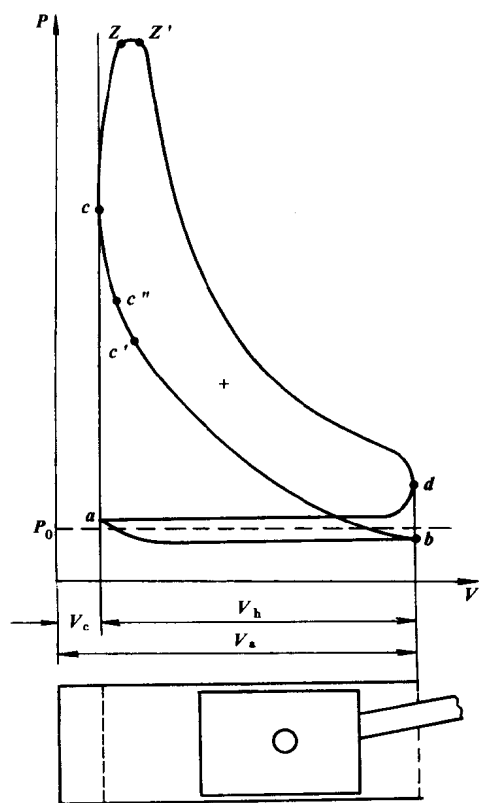


图 1-3 四行程柴油机示功图