

高等农业院校試用教材

农业生产机械化

北京农业大学 河北农业大学 合編
山东农学院 山西农学院 河南农学院

农学类各专业用

农业出版社

高等农业院校試用教材

农 业 生 产 机 械 化

北京农业大学 河北农业大学 河南农学院 合編
山东农学院 山西农学院

农学类各专业用

农 业 出 版 社

高等农业院校试用教材

农业生产机械化

北京农业大学 河北农业大学 河南农学院 合编
山东农学院 山西农学院

农业出版社出版

北京老馆局一号

(北京市书刊出版业营业许可登记证出字第 106 号)

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

上海新华印刷厂印刷装订

统一书号 515144.203

1961年6月北京刚型

1961年8月内版

1962年6月上海第三次印刷

印数 13,371—21,370 册

开本 787×1692 毫米

十六分之一

字数 480 千字

印张 二十一又八分之七

定价 (9) 二角一角五分

編 者 的 話

本书专为高等农业院校农学类各专业学生学习“农业生产机械化”課程而編写的，亦可作为农业院校其他各专业学生学习本課程的参考。

全书共分三篇：第一篇农用动力机械；第二篇农业机具及第三篇农业机械的运用。

第一篇叙述农用发动机(內燃机)与拖拉机，鍋駝机，三相感应电动机及绳索牵引机的构造，基本工作原理和使用保养常識。第二篇叙述耕地，整地、播种、中耕、施肥、植保、排灌、收割、脱粒、清选等机具及谷物康拜因的构造，基本工作原理和使用保养。第三篇主要叙述农业机械运用中的机具編組和机組生产率。

本书由北京农业大学，河北农业大学，山东农学院，山西农学院，河南农学院农业生产机械化教研組合編。

全稿最后由五院校共同审定。由于編者收集資料不多，水平有限，因此本书的錯誤和缺点还是不少的。希望讀者多加指正。

編 者

目 录

緒 言	1
-----------	---

第一篇 农用动力机械

第一章 农用发动机(內燃机)与拖拉机	5
第一节 概述	5
第二节 发动机的工作过程	7
第三节 发动机的曲柄连杆机构	13
第四节 发动机的配气系	20
第五节 发动机的燃料供給系	25
第六节 发动机的点火系	48
第七节 发动机的潤滑系	58
第八节 发动机的冷却系	63
第九节 拖拉机的电气設备	67
第十节 拖拉机的傳动系	72
第十一节 拖拉机的行走、轉向和制動裝置	82
第十二节 拖拉机的牵引、悬挂和动力輸出裝置	89
第十三节 农用发动机和拖拉机的运用	91
第二章 鍋駝机	98
第一节 概述	98
第二节 蒸汽鍋炉	98
第三节 蒸汽机	103
第四节 鍋駝机的运用	106
第三章 三相感应电动机	108
第一节 三相交流电的概念	108
第二节 三相感应电动机的构造、工作原理和起动	112
第三节 三相感应电动机的使用	116
第四章 动力绳索牵引机	121
第一节 概述	121
第二节 动力绳索牵引机的构造和工作过程	123
第三节 动力绳索牵引机的使用	128
附 录:	
附表一 国内常用拖拉机型号性能資料(履带式)	130

附表二 国内常用拖拉机型号性能资料(轮式)	131
附表三 国产固定动力机型号性能资料(内燃机)	132
附表四 国产固定动力机型号性能资料(柴油机)	132
附表五 发动机(内燃机)及拖拉机燃料和润滑油使用资料	133
附表六 柴油机润滑油使用资料	133
附表七 国产(J系列)常用三相异步电动机(防护式鼠笼转子)性能资料	134

第二篇 农业机具

第一章 耕地机具	135
第一节 概述	135
第二节 铧式犁耕翻的基本工作原理	136
第三节 犁的组成	140
第四节 几种常用的犁	154
第五节 犁的使用	160
第二章 整地机具	168
第一节 概述	168
第二节 耙	169
第三节 耢及平土器	177
第四节 震压器	177
第五节 作畦埂器	178
第三章 种植机具	180
第一节 概述	180
第二节 播种机的工作过程及其组成	181
第三节 几种播种机的介绍	194
第四节 播种机的使用	200
第五节 水稻插秧机	205
第四章 中耕机具	210
第一节 概述	210
第二节 中耕机具的构造	210
第三节 几种中耕机具的介绍	213
第四节 中耕机具的使用	216
第五章 施肥机具	219
第一节 概述	219
第二节 排肥装置	220
第三节 几种施肥机的介绍	222
第六章 植物保护机具	226
第一节 概述	226
第二节 喷雾器	227

第三节 噴粉器	237
第四节 联合噴粉噴霧机	242
第五节 噴粉噴霧噴烟三用机	244
第六节 种子消毒器	245
第七节 安全技术	247
第七章 排灌机具	248
第一节 概述	248
第二节 龙骨水車和解放式水車	249
第三节 离心式水泵	250
第四节 軸流式水泵	258
第五节 內燃水泵	259
第六节 水市揚水机	261
第七节 人工降雨系統	262
第八章 收割机具	268
第一节 概述	268
第二节 切割裝置	269
第三节 木翻輪	275
第四节 几种收割机具的介紹	278
第九章 脫粒机具	285
第一节 概述	285
第二节 脫粒裝置	286
第三节 分离裝置	288
第四节 清粮裝置	291
第五节 几种脫粒机具的介紹	292
第六节 复式谷物脫粒机	294
第十章 谷物康拜因	300
第一节 概述	300
第二节 牽引式谷物康拜因	301
第三节 自走式谷物康拜因	306
第四节 谷物康拜因的使用	310
第十一章 谷物清选机具	314
第一节 概述	314
第二节 清选的方法	314
第三节 几种清选机具的介紹	317
第十二章 其他作物收获机具	320
第一节 概述	320
第二节 棉花收获机	320
第三节 玉米收获机	323

第四节 馬鈴薯收获机	324
第五节 甘薯收获机	325
第六节 花生收获机	325

第三篇 农业机械的运用

第一章 概述	327
第二章 拖拉机的功率平衡和牵引性能	329
第一节 拖拉机的功率平衡	329
第二节 拖拉机的牵引性能	332
第三章 机組編制	334
第一节 概述	334
第二节 机組編制的要求	334
第三节 动力部分的計算	354
第四节 农具阻力的計算	336
第五节 机組編制的方法	338
第四章 机組生产率	341
第一节 机組生产率和生产率的計算	341
第二节 影响生产率的因素及提高生产率的措施	342
第五章 技术定額与机具配备	345
第一节 生产率定額和耗油量定額	345
第二节 机組作业的折合标准工作量系数	345
第三节 机具配备	346
第六章 农业机械的技术保养与保管	348
第一节 农业机械的技术保养	348
第二节 农业机械的保管	348
第七章 农业机械的試驗鉴定	350
第一节 試驗鉴定的意义和要求	350
第二节 試驗鉴定的主要内容	350
附录:	
附表一 K 型离心式水泵性能規格表	352
附表二 M 型离心式水泵性能規格表	353
附表三 軸流式水泵性能規格表	355
附表四 拖拉机各种作业折合标准工作量系数	356

緒 言

實現我国农业机械化,对根本改变我国农业技术的面貌和促进国民經济的全面跃进,有极端重要的意义。

毛主席在“关于农业合作化問題”的报告中曾經指出:“如果我們不能在大約三个五年计划的时期內基本上解决农业合作化的問題,即农业由使用畜力农具的小規模的經營跃进到使用机器的大規模的經營,……我們就不能解决年年增长的商品粮食和工业原料的需要同現時主要农作物一般产量很低之間的矛盾,我們的社会主义工业化事业就会遇到絕大的困难,我們就不可能完成社会主义工业化。”^①以后毛主席又进一步闡述了农业是国民經济发展的基础的理論,提出了加速我国农业技术改造的指示。

我国社会主义建設进入連續跃进的新阶段以来,愈益証明着党中央和毛主席論断和指示的英明、正确。目前的形势是無論从工业发展的需要,农业本身的发展,或是从科学文化事业发展的要求來說,都和劳动力不足发生了矛盾。这个矛盾的实质就是农业基本上还是手工操作的状态同社会主义建設高速度的发展不相适应。解决这个矛盾的办法,一方面要进一步改进劳动組織,改善耕作方法,同时,根本出路是实现农业机械化,大大提高农业的劳动生产率。以黑龙江省为例,1959年基本上实现了机械化的国营赵光农場平均每个劳动力生产粮食三万九千九百斤,商品率达75%,部分使用机器生产的拜泉县,平均每个劳动力生产粮食一万多斤,商品率約50%以上,而主要使用旧式农具的生产队,平均每个劳动力生产粮食三千多斤,商品率只占40%。这就有力地說明了只有加速实现农业机械化,才能大大提高劳动生产率,这样,我們就能按照更高的标准解决水利、肥源、土壤改良等問題,就能在全部耕地上更全面地实行精耕細作,使各項生产不違农时,使农作物单位面积产量和总产量大幅度地增长,我們就可以用較少的劳动力生产出比現在多得多的粮食、副食品和工业原料。由此可見,只有使我国实现农业机械化,才能徹底解决劳动力不足的矛盾,保証社会主义建設事业繼續跃进,才能实现党中央和毛主席的要求,把五亿多人搞飯吃的落后局面,从根本上改变过来。

二

我国的农业有着悠久历史,生产經驗十分丰富,有着很多的发明創造。在生产工具方面,相傳神农氏时(約在公元前3000年左右)就創造了鋤和耒耜(原始的木犁),春秋战国时代

^① 毛澤东:“关于农业合作化問題”,人民出版社1955年版,第22頁。

(公元前 400 年左右)在木犁上就装上了铁制的犁铧和犁壁。汉武帝时(公元前 140—87 年)赵过发明了耒耨。汉灵帝时(公元 168—189 年)毕岚创制翻车(类似现在的龙骨水车)。这些成就都达到当时世界上最高的水平,在我国古代农业史上写下了光辉的一页。

但是,由于长期的封建统治,地主的残酷剥削,严重地束缚和破坏了生产力的发展。生产工具也得不到改良,直到解放前,农村中用的犁,耧头,镰刀等与汉墓中发掘出来的牛犁壁画,耧头,镰刀等几乎完全相像。满清末年和国民党统治时期,在一些农业学校和农事试验场中也曾输入过一些新式农具;可是,在半封建,半殖民地的旧中国,农业生产已成瘫痪状态,这点可怜的点缀品,当然不能起什么作用。

解放以来,在整个国民经济的迅速发展中,农业机械化工作也取得了伟大的成就。从建国开始,党和政府就十分重视农业生产工具的恢复、发展和改革工作,并有计划、有步骤地为实现农业机械化准备条件。在国民经济恢复时期(1949—1952年),农具普遍感到不足,党和政府确定了以大量增补旧式农具为主,结合进行新式农具的示范推广。在少数民族地区还无偿地发放了许多农具。与此同时,在东北、华北平原旱作地区,通过农业技术推广站,和试办农具站,示范推广了步犁,条播机,收割机,脱粒机等新式畜力农具。

在第一个五年计划时期(1953—1957年),各地有计划、有步骤地大量推广改良农具和新式农具,并开始试办了农业机器拖拉机站。

到了 1958 年由于工农业生产的大跃进,在全国农村掀起了大搞工具改革的群众运动,从大搞水利施工、积肥、运输工具开始,接着进行了排灌、耕作、农副产品加工等工具的改革。1958 年 7 月,党中央和国务院发出关于迅速在农村展开农具改革运动的指示,这一运动又进入了新的高潮。1959 年以来,工具改革运动又有进一步的发展和提高。不但大大提高了劳动效率,改进了耕作技术,而且在保证贯彻农业“八字宪法”方面也起了积极作用,并为农业机械的选型工作提供了宝贵的资料,为实现农业机械化做了准备。其中如电力绳索牵引机,水稻插秧机的创造和使用,不论在国内或国际上,都具有极其重要的意义。

大跃进的三年来,我国拖拉机增加了 2 倍左右,排灌设备增加了 8 倍左右,有二十七个省、市、自治区已经建立了 110 个农业机械化试点。

在自然能源方面,如风、水、沼气等,也有了很大的发展和进一步的利用。

获得这些成就的根本原因是由于党的领导和贯彻群众路线,采取了一系列“两条腿走路”的方针的结果。今后,在党的社会主义建设总路线、大跃进、人民公社三面红旗的光辉照耀下,农业机械化工作将会取得更加巨大的成就。

三

根据党中央和毛主席的指示,为了彻底改变我国农业的落后面貌,逐步实现我国农业机械化,学习外国的先进经验固然重要,但更主要的必须结合我国的实际情况,也就是说对于我国农业机械化的特点要有充分认识。

首先,农业机械化必须适合于我国传统的精耕细作制度。毛主席所总结的农业增产“八

字宪法”，就是精耕細作制度的集中表現。我国农业增产的主要途径是認真貫徹执行“八字宪法”，因此农业机械化就必須在現有基础上繼續发展“八字宪法”，提高单位面积产量。由此可知，我們的农业机械應該是精致的，而不是粗笨的；对它的要求不仅在于提高劳动生产率，而且要提高作业质量。

其次，农业机械化必須适应我国复杂的自然条件。我国的幅員广闊，有山区、平原，有丘陵、洼地，各地的气候、土壤条件各不相同，农作物品种异常丰富、繁多，耕作栽培技术也不同，因此，我們的农业机械必須具有极大的多样性，不只是大型的，也要有中型、小型的，实行大、中、小相結合；同时，人民公社經營的規模大，范围广，农村中生产季节性很大，不能使一种机械只有一种用途，利用效率很低，必須尽可能使一种机械用于多項作业，做到常年使用。

从以上特点看，說明我国的农业机械既要求质量高，又要求品种多；既要有大、中、小各种类型，又要尽可能綜合利用。这样的机械，不仅我国暂时还没有，在机械化水平較高的国家也难找到完全現成的，因此需要通过生产实践来发明創造和改进提高。

四

实现我国农业机械化的关键在于坚决貫徹党的总路綫，認真执行“两条腿走路”的方針，实行土洋并举，大、中、小相結合。

农业机械化的事业是全民性的事业，必須依靠广大群众，特别是广大农民群众的无穷智慧和不断創造。因此，农村中大规模开展的群众性工具改革运动是完成农业机械化的基础和准备。1958年大跃进以来，工具改革运动获得了更广泛、更迅速的发展。在1958年和1959年，各地創造和改良了不少新式农具，到1959年底各地还因地制宜地推广了大量的改良农具和半机械化农具。有人认为改良农具是土办法，水平低，因而輕視改良农具，显然是錯誤的。土生土长的改良农具和半机械化农具具有我国地方特色，不但解决了当前的实际問題，而且也為今后农业的机械化打下了基础。所以必須大搞群众运动，貫徹执行土洋并举、大、中、小結合的正确方針，才能不断創制出具有我国特点，符合精耕細作要求的新式农业机械。

現在，加速实现农业机械化已經有了許多比过去任何时候都有利得多的条件。人民公社的发展和巩固对实现农业現代化提出了迫切要求，也为实现农业現代化創造了有利条件；我国工业已經有可能用更多的装备来武装农业，特别是党中央和毛主席总結提出农业是国民經济的基础的方針以后，各行各业支援农业已經形成了群众性的运动。只要我們坚决依靠党的領導，鼓足干劲，充分利用有利条件，克服困难，提前实现我国农业机械化的光荣任务是完全可能的。

五

本課程的內容共分三篇：第一篇为农用动力机械，包括农用发动机（內燃机），鍋轮机，电动机，绳索牵引机等。第二篇为农业机具，包括耕地，整地，种植，中耕，施肥，植保，排灌，

收割,脱粒,谷物康拜因,谷物清选等机具。第三篇为农业机械的运用。

学习本课程的目的使学生具备在现代化的农业生产中根据农业技术要求正确地运用农业机械的基础知识和一定的实际操作技能,具体要求是:

1.了解各种农用动力机械的主要构造和工作原理,掌握基本操作方法,能够合理选择,并正确使用这些机器。

2.熟悉农业机具的构造性能和工作原理,掌握主要机具的操作、调整 and 保养,在生产中做到良好的作业质量,并充分发挥和提高它们的工作效率。

3.按照农业技术要求,合理选择和正确使用农业机械并获得良好的作业质量。

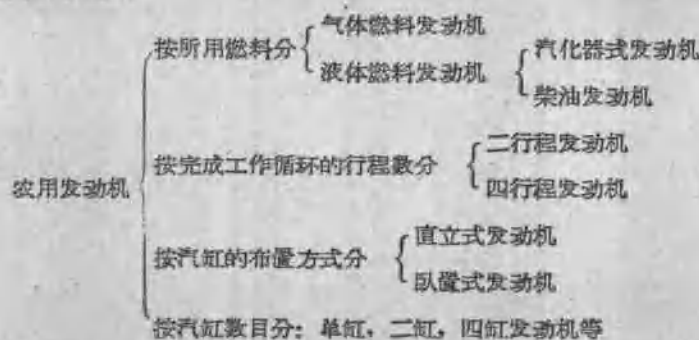
第一篇 农用动力机械

第一章 农用发动机(内燃机)与拖拉机

第一节 概 述

一、农用发动机和拖拉机的分类

1. 农用发动机的分类:



2. 拖拉机的类型: 拖拉机通常有手扶式, 轮式和履带式三种。

1) 手扶式拖拉机(图1): 这种拖拉机的特点是: 外形尺寸较小, 机身较矮, 重量较

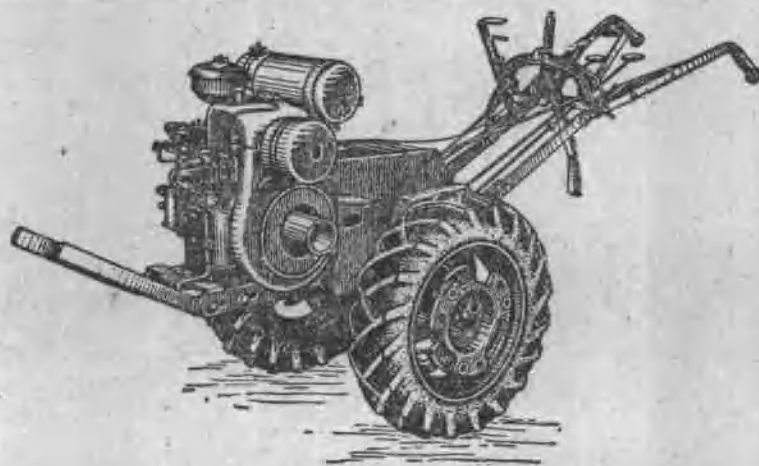


图1 手扶式拖拉机

轻,发动机功率在 5—20 馬力之間,牵引力为 300—600 公斤,工作速度在 2—3.5 公里/小时的范围内,运输速度不小于 15 公里/小时。适用于果园,菜园,小块土地,山地,丘陵地等地区工作。

2) 輪式拖拉机(图 2A): 这种拖拉机的行走部分,通常采用胶輪,当在中等湿度的土壤上进行工作时,因本身移动而引起的功率损失较小,所以生产率和經濟性较高;但当在湿度较大的田地上或水田地区工作时,由于打滑而消耗的功率大,严重时,甚至丧失工作能力。輪式拖拉机的功率通常为 20—40 馬力,牵引力在 700—1400 公斤之間,工作速度范围为 4.5—7.5 公里/小时,运输速度不小于 20 公里/小时,除可用作一般田间作业外,并能作运输工作。同时,因它离地間隙较大,輪距又能調节,因此能用于中耕作业,大多数輪式拖拉机还具有悬挂装置和动力輸出装置,可用以悬挂农具,必要时也能用作固定作业。

在輪式拖拉机的基础上,出現了一种新型的拖拉机——万能底盘(图 2B)。

万能底盘和一般輪式拖拉机比較具有許多优点: ①万能底盘的农具一般悬挂在駕駛員的前面,因此視野清楚,轉弯半徑小,便于精耕細作。②它的前面,中間和后面都可悬挂农具,便于几种工序联合作业,利用率高。③更便于使用悬挂农具,并可省掉农具本身的机架,因而大量的节省了农具用料。④耕作时前后輪負荷平衡,便于操纵,并可延长輪胎寿命。⑤携带农具在路上运行时,重心更接近前后軸的中間,不像輪式拖拉机携带悬挂农具时那样后沉。它的主要缺点是每部万能底盘需有专配的一整套农具,从而使各种农具和万能底盘的設計和改进受到一定限制。万能底盘的功率通常为 10—70 馬力,能进行各种农业作业。目前我国正在試制中。

3) 履带(鏈軌)式拖拉机(图 3): 履带式拖拉机的优点是: 作用在每单位面积土壤上的压力较小,不致使土壤压得过紧;对土壤的附着能力和超越性能强,不易打滑,功率损失少,效率高;能在砂性重或土壤湿度较大的地区工作。但是它的重量大,运行不灵活,消耗金属材料多,制造較复杂,造价亦高。履带式拖拉机的功率为 40—250 馬力,牵引力为 2200—14000 公斤,工作速度范围为 3.5—6.5 公里/小时,运输速度不小于 10 公里/小时。可用以完成主要农业作业,如耕地、整地、播种、收获等。另外,設有特殊裝置的履带式拖拉机,也能用作推土、平地、滑运木材等特殊用途或在沼澤地区工作。



图 2 (A) 輪式拖拉机



图 2 (B) 万能底盘

二、发动机和拖拉机的主要组成部分

1. 发动机的主要组成部分 发动机是将燃料在汽缸内燃烧所产生的热能, 转换为机械能。其主要部分有: 曲柄连杆机构, 配气系, 燃料供给系, 润滑系, 冷却系, 点火系(汽化器式发动机和煤气机上用)等。

2. 拖拉机的主要组成部分 拖拉机由发动机、传动、行走等部分和牵引、悬挂、动力输出等装置所组成。

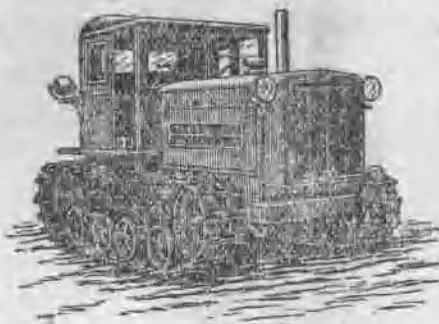


图3 履带式拖拉机

发动机是拖拉机动力的来源。

传动系是将发动机所产生的动力, 传递到行走轮以及动力输出装置, 以保证供应拖拉机行走或作固定作业所需的动力, 并借助于传动系的机构可以保证拖拉机的起步、变速、停车、改变运动方向(前进或后退)及转向。传动系由离合器、变速箱、后桥、最终传动装置等组成。

行走装置用来支持发动机和传动系等, 并且保证拖拉机的行走。轮式拖拉机的行走装置包括驱动轮、导向轮、车架和前桥等。履带式拖拉机的行走装置, 包括链轨、驱动轮、导向轮、支重轮、随动轮和悬架等。

与行走装置相联系的还有转向和制动装置。

此外, 在拖拉机上还设有连接农具用的牵引装置, 挂结农具的悬挂装置和供给农具旋转部分所需动力的动力输出装置。

第二节 发动机的工作过程

一、发动机工作的基本概念

发动机由汽缸、汽缸盖、活塞、连杆、曲轴以及气门等部分组成(图4)。当活塞在汽缸中作往复运动时, 曲轴就通过连杆的作用作旋转运动。活塞到达离曲轴中心距离最大的位置, 称为上止点, 活塞到达离曲轴中心距离最小的位置, 称为下止点。在止点时活塞的运动方向开始改变。活塞从一止点到另一止点所经的距离, 称为活塞行程或冲程。若以 S 表示活塞行程, R 表示曲柄半径, 则

$$S = 2R$$

当活塞在上止点时, 活塞上面的汽缸容积称为燃烧室(或压缩室)容积, 以 V_1 表示。活塞从下止点

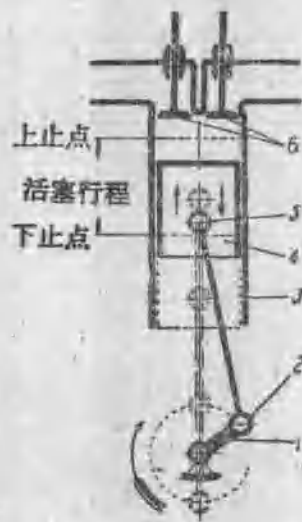


图4 发动机简图

1. 曲轴 2. 连杆轴颈 3. 汽缸 4. 活塞
5. 活塞销 6. 气门

到上止点所排出的容积称为汽缸的工作容积,以 V_1 表示。若发动机有数个汽缸,则所有汽缸的工作容积之和,称为发动机工作容积。当活塞在下止点时,在活塞上面的汽缸容积,称为汽缸总容积,以 V_0 表示,所以汽缸总容积 $V_0 = V_1 + V_2$ 。

汽缸总容积与燃烧室容积之比,称为压缩比,以 ε 表示:

$$\varepsilon = \frac{V_0}{V_1}$$

为了从发动机获得机械功,必须首先在汽缸中充满可以燃烧的混合气(柴油机为空气),然后进行压缩,使混合气的温度和压力升高,接近压缩终点时,使其着火燃烧,利用燃烧所产生的压力推动活塞做功,最后将废气排除,所有这些连续的工作称为发动机的工作过程或工作循环。根据完成一工作循环,活塞所经过的行程数,可将发动机分为四行程和二行程两种。

发动机在一个工作循环内,其汽缸容积与压力的变化情况,可以用示功图表示,其横坐标 V 为汽缸容积,纵坐标 P 为汽缸内气体压力。

二、四行程发动机的工作过程

各种发动机中最常用的循环方式是四行程的,即发动机曲轴每旋转二周,活塞共经过四个行程,每个汽缸内连续地发生进气、压缩、做功、排气等过程。

1. 单缸四行程汽化器式发动机的工作过程(图 5)

1) 进气行程: 活塞自上止点向下止点运动,汽缸中压力降低,进气门开放,燃料与空气的混合气,通过进气门进入汽缸内,进气行程终止时,进气门关闭。此时汽缸内压力约为 $0.7-0.90$ 公斤/厘米², 温度约为 $50-80^{\circ}\text{C}$, 充气系数约为 $0.6-0.85$ (充气系数是进气行程进入汽缸内的可燃气体的体积与汽缸工作容积之比)。进气行程中汽缸内压力与容积的变化情况见图 5A。

2) 压缩行程: 进气行程終了,由于曲轴的继续旋转,活塞自下止点向上止点运动,此时进排气门都关闭,汽缸内混合气被压缩。压缩終了时,汽缸内压力和温度的大小与压缩比有关,压缩比愈大,温度和压力愈高。汽化器式发动机为了减少与避免产生不正常的燃烧现象其压缩比较柴油机为低,一般压缩比为 $4.5-7$, 此时汽缸内压力约为 $5-9$ 公斤/厘米², 温度约为 $250-300^{\circ}\text{C}$ (图 5B)。

3) 做功行程: 在压缩行程末了,当活塞接近上止点时,用外热强制点燃混合气,这时进排气门仍保持关闭状态,因此汽缸内气体的温度和压力骤然增加,推动活塞向下运动,并通过连杆使曲轴旋转做功。

混合气在汽缸中燃烧可分为二个时期,第一时期为燃烧的准备阶段,由点火开始到压力显著上升为止。第二时期为燃烧的主要阶段,压力上升达最高值。做功行程开始时,气体的压力约为 $25-30$ 公斤/厘米², 汽缸内温度约为 2500°C (图 5C)。

4) 排气行程: 作功行程終了, 由燃燒产生的廢气必須排出, 这时活塞自下止点向上止点运动, 將廢气由排气門排到机体之外。这时汽缸內压力約为 $1.05-1.1$ 公斤/厘米², 温度約为 $900-1100^{\circ}\text{C}$ (图 5D)。因为活塞在汽缸內运动, 不可能达到燃燒室頂端, 因此廢气不可能自汽缸中完全排除淨尽。

四行程煤气发动机的作功过程与汽化器式发动机基本相同, 不过煤气发动机进气行程所吸入的是煤气与空气的混合气, 且其压缩比稍大于汽化器式发动机, 通常为 $7-8$ 。

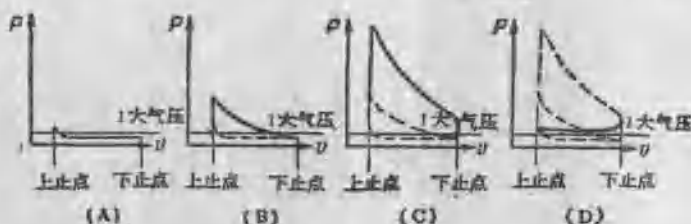
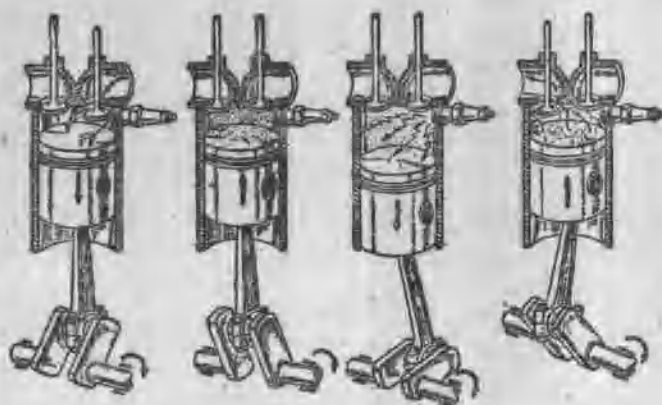


图 5 四行程汽化器式发动机的工作简图和示功图
(A) 进气 (B) 压缩 (C) 作功 (D) 排气

2. 单缸四行程柴油发动机的工作过程(图 6)

柴油发动机与汽化器式发动机的工作过程的主要不同在于混合气的形成和点燃方式。柴油发动机进气行程吸入的是空气, 經压缩后温度增高, 然后噴入燃油, 使与高温空气混合而自燃。

1) 进气行程: 由于柴油发动机进气系統的阻力較小, 故进气压力較高, 在示功图上由曲线 $0-1$ 表示。充气系数亦較大, 一般为 $0.75-0.9$ 。

2) 压缩行程: 由于所用燃料为柴油, 因而可采用較高的压缩比, 約为 $12-20$ 。压缩終了温度达 $600-650^{\circ}\text{C}$ 以上, 压力达 $35-40$ 公斤/厘米²。在示功图上由曲线 $1-2$ 表示。

3) 作功行程: 在压缩行程終了, 活塞接近上止点时, 噴油装置將燃油噴入燃燒室, 燃油在很高的噴射压力作用下形成极細小的雾点, 与汽缸內热空气相混合, 經過很短一段时间后开始自燃。从开始噴油到燃油开始燃燒, 这一阶段称为自燃延迟期。自燃延迟期的长短, 对发动机的工作有很大影响, 这个时期长, 会使汽缸內集聚較多的燃油, 当自燃开始后, 这些集聚的燃油几乎在同一时期內燃燒, 于是汽缸內压力急剧上升, 造成发动机工作时的敲击

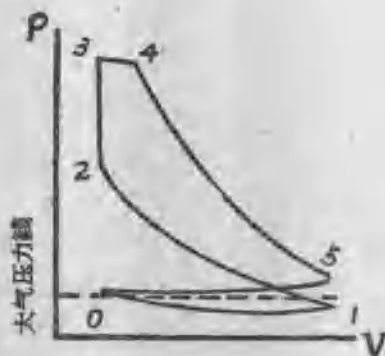


图 6 四行程柴油发动机的示功图