

全国高等农业院校试用教材

农业生产机械化

(南方本)

华中农学院、江苏农学院主编

农 学 专 业 用

农 业 出 版 社

82
全国高等农业院校试用教材

农业生产机械化

(南方本)

华中农学院 江苏农学院主编

农学专业用

农业出版社

主 编 华中农学院 陈润芳
副 主 编 江苏农学院 章道元
编写人员 浙江农业大学 闵绍桓
华南农学院 冯新荣
西南农学院 张乃一
江苏农学院 任梅英
华中农学院 邓蕴南
华中农学院 张泽先

全国高等农业院校试用教材
农业生产机械化（南方本）
华中农学院江苏农学院主编

农业出版社出版（北京朝内大街130号）
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 26印张 559千字
1980年1月第1版 1985年6月北京第4次印刷
印数 42,601—53,600册
统一书号 15144·579 定价 4.00元

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 农业动力

第一章 内燃机	8
第一节 内燃机的工作原理	8
第二节 曲柄连杆机构	16
第三节 配气机构	27
第四节 燃料供给系	34
第五节 磁电机点火系	61
第六节 润滑系	68
第七节 冷却系	73
第八节 起动装置	78
第九节 内燃机的使用	79
第二章 拖拉机	84
第一节 传动系	84
第二节 拖拉机的行走系	98
第三节 拖拉机的转向系	104
第四节 拖拉机的制动系	111
第五节 拖拉机的工作装置	114
第六节 拖拉机的电气设备	126
第七节 拖拉机的使用	129
第三章 三相鼠笼式感应电动机	134
第一节 电动机的构造和工作原理	134
第二节 电动机的选用	141
第三节 电动机熔丝和引线截面的选择	144
第四节 三相鼠笼式感应电动机的起动	145
第五节 感应电动机的运行、维护和故障检查	157

第二篇 农业机械

第四章 耕耙机械	163
第一节 概述	163
第二节 犁	164

第三节	旋耕机	190
第四节	耙	198
第五章	水稻插秧机	207
第一节	概述	207
第二节	插秧机的类型和构造	211
第三节	插秧机的主要工作部件与工作原理	218
第四节	插秧机的使用	232
第六章	播种机械	238
第一节	概述	238
第二节	谷物条播机	241
第三节	棉花播种机	249
第四节	播种机的使用	250
第七章	中耕、施肥机械	259
第一节	概述	259
第二节	水田中耕机	260
第三节	棉田中耕机	266
第四节	施肥机	271
第八章	排灌机械	279
第一节	概述	279
第二节	水泵的工作原理和构造	282
第三节	水泵的性能	287
第四节	农用水泵的选配	292
第五节	离心泵的安装、使用和维护	297
第六节	喷灌机械	305
第九章	植保机械	312
第一节	概述	312
第二节	喷雾机械	313
第三节	喷粉机械	326
第四节	弥雾喷粉机	330
第五节	超低容量喷雾机	332
第六节	烟雾机及拌种机简介	337
第七节	航空植保简介	339
第十章	谷物收获机械	340
第一节	概述	340
第二节	谷物收割机	341
第三节	脱粒机	359
第四节	谷物联合收获机	374
第十一章	农田基本建设机械	384
第一节	概述	384

第二节 推土机	385
第三节 铲运机	391
第四节 平地机	396
第五节 开沟机	400
附录 农机具型号、分类号及组别号	405
一、分类号	405
二、组别号	405

绪 论

一、实现农业机械化的重大意义

农业机械化，是指农业生产中在农、林、牧、副、渔等一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，它是农业现代化的主要组成部分。

实现农业机械化，将几倍几十倍地提高农业劳动生产率，农业就可以向生产的深度和广度进军，促进农、林、牧、副、渔业全面发展；农业就能够为国民经济其他各部门提供更多的劳动力，为工业、特别是重工业开辟广阔可靠的市场，促进工业、交通、商业、科技、文教和卫生事业全面发展。

实现农业机械化，将增强抗御自然灾害的能力，较大幅度地提高农作物单位面积产量，使更多的地区实现高产稳产；农业就能够以更多的商品粮食、工业原料和其他农副产品支援国家建设，改善人民生活，并且增加国家、集体和社员的粮油棉等储备，更好地贯彻落实备战、备荒、为人民的方针。

实现农业机械化，将进一步巩固和壮大人民公社集体经济，促进社队企业发展。

实现农业机械化，将使我们的工农联盟得到进一步巩固，并且有利于逐步缩小工农差别、城乡差别、体力劳动和脑力劳动的差别。

二、我国农业机械化事业的发展 and 展望

我国是一个历史悠久的伟大国家。我们的人民是勤劳勇敢、富有创造性的人民。早在公元前三千二百年间，我们祖先就创造了耒耜，春秋时候已经用牛犁耕田；汉武帝时赵过作耒犁（又叫耩子）；汉灵帝时毕岚作翻车（即龙骨水车）；其他如铲、镰、锹、锄、石磨、水碾等不胜枚举。这些事实充分说明我们祖先在农业生产工具的创造上是有卓越成就的。

落后的社会制度和生产关系阻碍了生产力的发展。清末和国民党统治时期，一些农业学校和农事试验场虽曾购进一些外国新式农业机具，也只是点缀门面的摆饰，有些地方仍然停留在刀耕火种的原始状态。

解放后，我国的农业机械化事业在党和政府的领导下，取得了显著成绩。现在，工作在祖国大地上的各种拖拉机，基本上都是我国自行设计制造的。我国的农机工业还生产有机耕船、多种用途的农业小动力，成系列的内燃机和多种作业机械。我们已经有了水田犁、水田耙、旋耕机、旱地犁、圆盘耙、谷物联合播种机、排灌水泵、拖车等系列产品；谷物收获机械、农田基本建设机械等成套产品；水稻插秧机、植保机械和其他机械。不少农机

产品的技术水平，已经从单项攻关进入系列成套的研究设计阶段。为了学习国外先进技术，贯彻洋为中用的方针，一九七八年十月，中国国际贸易促进委员会在北京组织了十二个国家的农业机械展览会，这对加快我国实现农业机械化的步伐将起积极的作用。

党的十一届三中全会以来，农村的各项经济政策，特别是联产承包责任制的贯彻、落实和不断完善，有力地推动了农机化工作的调整 and 改革。各地农村出现了农业机械的多种经营形式。三十多年来，尽管我国的农机化事业几经波折，但总的仍是发展的。并且也表现出了它顽强的生命力。目前，我国农业机械化已达到相当的水平。到 1983 年底，全国农业总动力达到 2.45 亿马力，其中排灌机械动力达 7,849 万马力，大中型拖拉机 84 万台，小型拖拉机 275 万台，联合收割机 3.5 万台，机动脱粒机 300 万台，农用汽车 27 万辆，粮油加工机械 371.6 万台，机耕面积占总耕地面积的 34.1%。农业机械化队伍近一千万人。随着 1983、1984 年中共中央两个一号文件和因地制宜、有步骤、有选择地发展农业机械化的方针，以及其他有关农机化的各项方针、政策的贯彻执行和广大群众对机械化的认识的提高，我国农机化事业必将以更快、更稳定的步伐向前迈进，从而对实现我国到本世纪末农业总产值翻两番的伟大任务，起到更大的作用。

三、农机与农艺相互适应是加速实现农业机械化的重要因素

农机和农业“两分家”不利于农业发展。对于农艺如何适应农业机械化的要求这个问题往往被人所忽视。绥化县委把农机和农业部门组织起来,共同总结经验,共同制订方案,凡农机具不合科学种田要求的就改革机具,农艺不适应机械操作的就革新农业技术。几年来,在农机和农业的相互配合下,已经初步摸索出机械化科学种田的路子。

国外在耕作制度、栽培技术和农业机械化相结合的研究上也取得了不少成果,如:

(一) 日本从十九世纪末就开始了插秧机研究,由于延用传统的育秧方法,使机械插秧难于推广,到一九七〇年,水稻插秧机械化程度仅为3.3%。一九七〇年,开始实行室内育秧,推广小苗带土移栽,这种盘育小苗与插秧机配合,免去了拔秧工序,仅两年时间,带土小苗插秧机就淘汰了需要拔秧洗根的大苗插秧机。到一九七七年,日本的水稻插秧机械化程度迅速增至80.6%。

(二) 美国从一八五〇年开始采棉机研究,由于棉花品种、栽培制度、机械收花质量等原因,直到一九四九年,棉花收获机械化程度仅为6%。由于培育成功了一种基本上同时结桃吐絮,棉桃不过于集中,果枝长度中等,抗风性好,叶子小而厚的棉花品种,这就满足了机械收获,两次收尽的要求(第一次收80%、第二次收20%)。到一九六四年,基本上实现了棉花收获机械化。六十年代起,美国对棉花的窄行距、高密度栽培法进行了大量研究工作。一九七〇年,由于窄行距采棉机研制成功,窄行距栽培法才得到推广,同时,使棉花收获机械化程度达到95%左右。

(三) 国外较普遍地从改革耕作制度着手,采用农业生产专业化,使农业机械能发挥最大的效率,并加快了农业机械化的步伐。

实践说明,农机与农艺相互适应,对于加快实现农业机械化有着重大的作用。

四、农业生产机械化课程的任务、要求、内容与教学方法

搞农业生产的人当然要掌握生产工具。在现代的农业生产中,农业技术人员必须具有农业机械化的知识。本课程是农学专业的一门专业基础课。任务是使学生获得关于组织社会主义大农业生产中的机械化栽培、管理、收获和贯彻农业技术措施所必需的农业机械化的基本知识、基本理论和基本操作技能。

具体要求是:

- (一) 了解实现农业机械化的重大意义;
- (二) 了解党和政府关于实现农业机械化的方针政策;
- (三) 了解我国农业机械化事业的发展;
- (四) 明确农机与农艺相互适应是加速实现农业机械化的重要因素;
- (五) 了解南方地区农业生产上常用的内燃机、拖拉机、三相鼠笼式感应电动机的一

般构造，基本工作原理，主要技术性能和使用保养，学会基本操作方法；

（六）熟悉南方地区主要农业机械的一般构造、基本工作原理、使用调整和作业质量检查方法，具备分析影响作业质量因素的能力。

本教材分为两篇。第一篇农业动力，内容有内燃机、拖拉机及三相鼠笼式感应电动机。第二篇农业机械，内容有耕耙机械、水稻插秧机、播种机械、中耕施肥机械、排灌机械、植保机械、谷物收获机械及农田基本建设机械。

本课程采用课堂讲授、实验、实习等教学环节。课堂主要讲授机具的工作原理、工作特性及影响生产率和作业质量的因素等。机具的构造和使用调整应结合实物和现场，在实验和实习中进行。

第一篇 农业动力

常用的农业动力机械有拖拉机、内燃机、电动机等。

拖拉机是一种行走式的动力机械，它由发动机、底盘及电气设备三部分组成。它可与悬挂式或牵引式农机具配套，进行农田基本建设、耕整地、种植、田间管理、收获等田间作业；利用拖拉机动力输出轴和动力输出皮带轮等工作装置，可驱动排灌机械、脱粒机、农副产品加工机械等进行固定作业；当配用拖车时可进行运输作业。拖拉机的类型虽然很多，但主要可根据其行走系统的不同而分为轮式和履带式两类。图1至图4所示的四种拖拉机均属轮式；其中图4为船式拖拉机。它是轮式拖拉机的变型，采用船体轮式结构，可防止下陷，减少滚动阻力，故适合水田特别是海涂、沷田和湖田使用。东方红-75型拖拉机（图5）为履带式。

内燃机广泛地应用在农业生产上。它不仅用作拖拉机的发动机，自走机械的动力，还能直接驱动多种农业机械进行固定作业。

电动机是把电能变为机械能的动力机。它的结构简单、造价低廉、工作可靠、使用方便。在电源方便的地方，固定作业中电动机基本上取代了内燃机，得到广泛的应用。当前农业生产上最常用的电动机，是三相鼠笼式异步电动机。

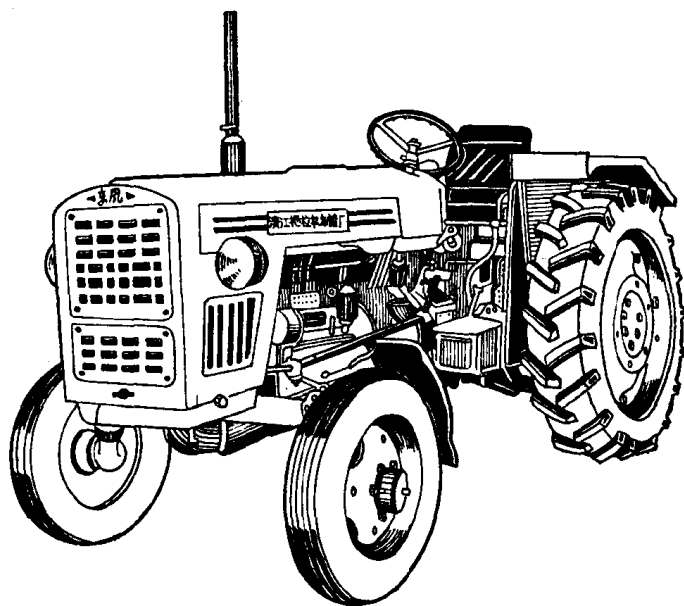


图1 东风-50型拖拉机

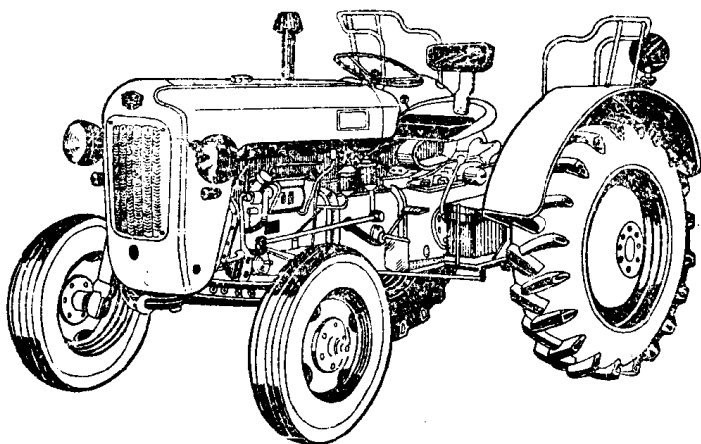


图2 丰收-35型拖拉机

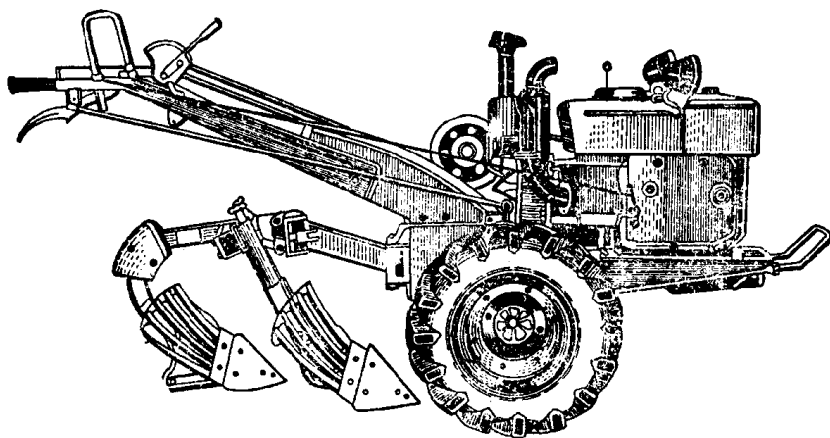


图3 东风-12型手扶拖拉机

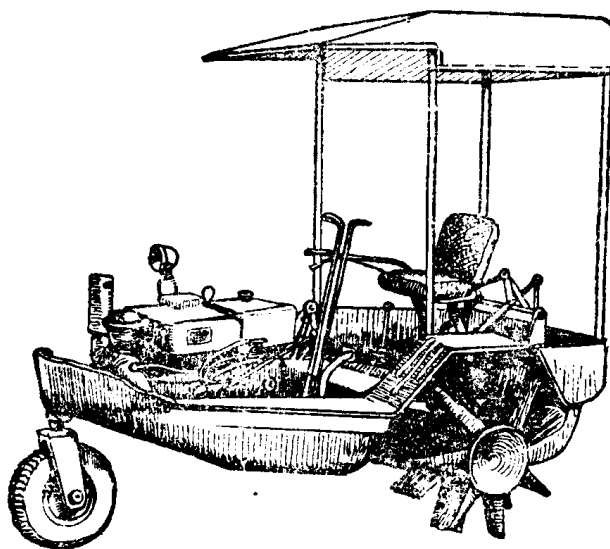


图4 船式拖拉机

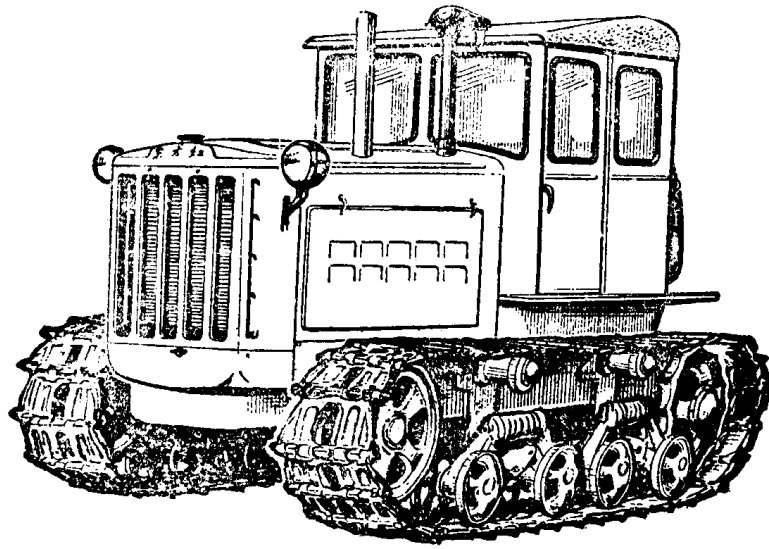


图 5 东方红-75型拖拉机

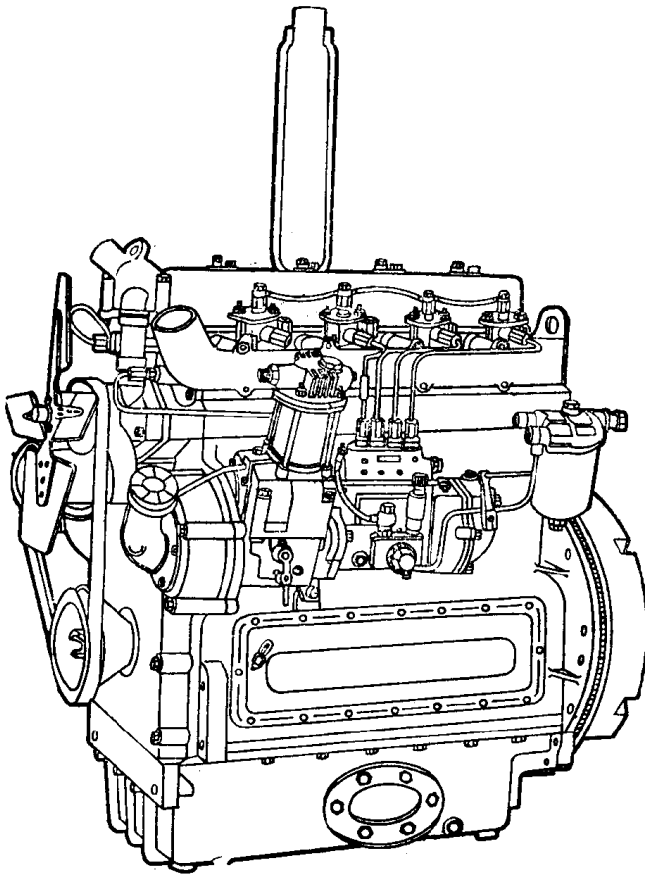


图 6 495 型柴油机

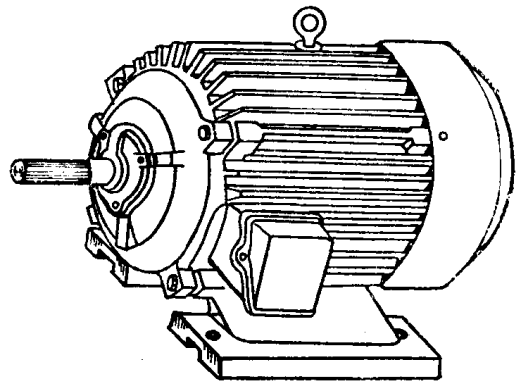


图 7 三相异步电动机

第一章 内 燃 机

现代农业广泛采用内燃机作为动力，它的特点是燃料在气缸内部进行燃烧，使产生的热能变为机械能。目前农业上用得最多的是往复式活塞式内燃机，通常称为内燃发动机。

内燃机按使用的燃料不同，可以分为柴油机、汽油机等；按燃料着火方式的不同，可以分为压燃式发动机和点燃式发动机；按发动机完成一个工作循环的行程数不同，可以分为四行程发动机和二行程发动机；按发动机气缸数目的不同，可以分为单缸、两缸和多缸发动机；按气缸的排列形式的不同，可以分为直列式、卧式和V型发动机；按发动机的冷却方式不同，可以分为水冷发动机和风冷发动机等。

第一节 内燃机的工作原理

一、内燃机的基本概念

图 1—1 为单缸四行程柴油机的示意图。在圆筒形气缸中装有活塞，活塞通过活塞销与连杆小端铰连，连杆大端与曲轴铰连。曲轴支承在主轴承上，其末端固定有飞轮。气缸上面用气缸盖封闭。气缸盖上装有进气门、排气门及喷油器。当活塞在气缸内作往复运动时，通过连杆推动曲轴旋转。相反，当曲轴旋转时，活塞也必然要跟着进行往复运动。曲轴旋转一周，活塞上下运动各一次。

1. 上止点和下止点：活塞在气缸内作往复运动的两个极端位置称为止点。活塞离曲轴中心线最远时，活塞顶的位置称为上止点；活塞离曲轴中心线最近时，活塞顶的位置称为下止点。

2. 活塞行程：上、下止点之间的距离称为活塞行程（也称活塞冲程），常用 S 表示。

3. 燃烧室容积：活塞位于上止点时，活塞顶与气缸盖之间的空间叫燃烧室，其容积称为燃烧室容积，常用 V_c 表示。

4. 气缸工作容积：活塞上止点与下止点之间的气缸容积称为气缸工作容积，常用 V_h 表示，也称为排

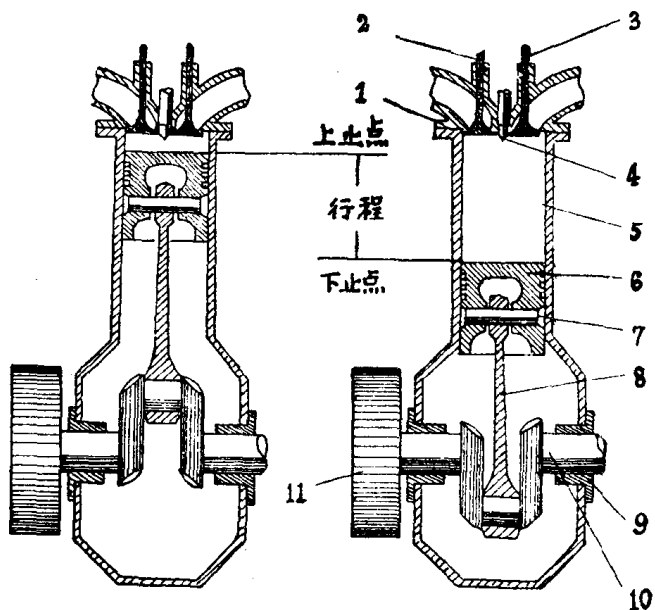


图 1—1 单缸四行程柴油机的示意图

1. 气缸盖 2. 排气门 3. 进气门 4. 喷油器 5. 气缸 6. 活塞 7. 活塞销 8. 连杆 9. 主轴承 10. 曲轴 11. 飞轮

量。显然 V_h 等于气缸截面积乘活塞行程 S 。多缸发动机各气缸工作容积之和称为发动机的总排量, 以 V_L 表示, 单位为升。若气缸直径 D 、活塞行程 S 的单位为厘米, 则:

$$V_L = \frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^3} i (\text{升})$$

式中 i ——气缸数

例如 495 型柴油机 (东风-50 拖拉机配用该发动机) 和 195 型柴油机 (东风-12 手扶拖拉机配用该发动机) 的工作容积分别为 3.26 升和 0.814 升。

5. 气缸总容积: 活塞位于下止点时, 活塞上方的气缸容积称气缸总容积, 常用 V_a 表示。

$$V_a = V_h + V_c$$

6. 压缩比: 气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比, 常用 ϵ 表示:

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

压缩比表示气体在气缸内被压缩后体积缩小的倍数。目前柴油机的压缩比一般为 16—22 (如 495 型、195 型、485 型 (丰收-35 拖拉机配用该发动机) 柴油机的压缩比均为 20)。汽油机的压缩比一般为 5—9 (如 165 F 汽油机的压缩比为 6)。

二、单缸四行程柴油机的工作过程

柴油机是利用气体受热膨胀的特性, 让柴油在气缸内燃烧, 形成高温、高压的燃气, 推动活塞, 并通过连杆带动曲轴旋转, 将热能转变为机械能。发动机工作时, 气缸内能量的转化需要经历进气、压缩、燃烧膨胀做功、排气等四个过程。发动机每进气、压缩、做功、排气一次叫作一个工作循环。工作循环不断重复, 因而连续不断地产生动力。

单缸四行程柴油机的工作过程如图 1—2 所示。

进气行程 (图 1—2a) 曲轴转第一个半圈, 经连杆带动活塞由上止点向下止点移动, 这时排气门关闭, 进气门打开。由于活塞下行时, 其上部的气缸容积增大, 以致气缸内的压力低于外界大气压力, 在压力差的作用下, 新鲜空气不断地被吸入气缸。

压缩行程 (图 1—2b) 曲轴继续转第二个半圈, 带动活塞由下止点向上止点移动, 这时进、排气门都关闭, 气缸内的气体便被压缩, 温度和压力不断升高, 为即将喷入的柴油创造了自燃的条件。

做功行程 (图 1—2c) 压缩行程接近终了, 活塞到达上止点前, 喷油器将高压柴油喷入燃烧室, 在高温气体作用下, 细小油雾很快蒸发, 并与空气混合成可燃混合气, 自行着火燃烧放出大量热能, 使气缸内的气体温度和压力急剧升高。高温高压气体便推动活塞向下止点移动, 从而推动曲轴转第三个半圈。这样柴油和空气燃烧所发出的热能变成了活塞、曲轴的机械运动而输出动力。随着活塞下行, 气缸内的气体压力逐渐下降, 温度也逐渐降低。

排气行程 (图 1—2d) 曲轴继续转第四个半圈, 使活塞再次由下止点向上止点移动。

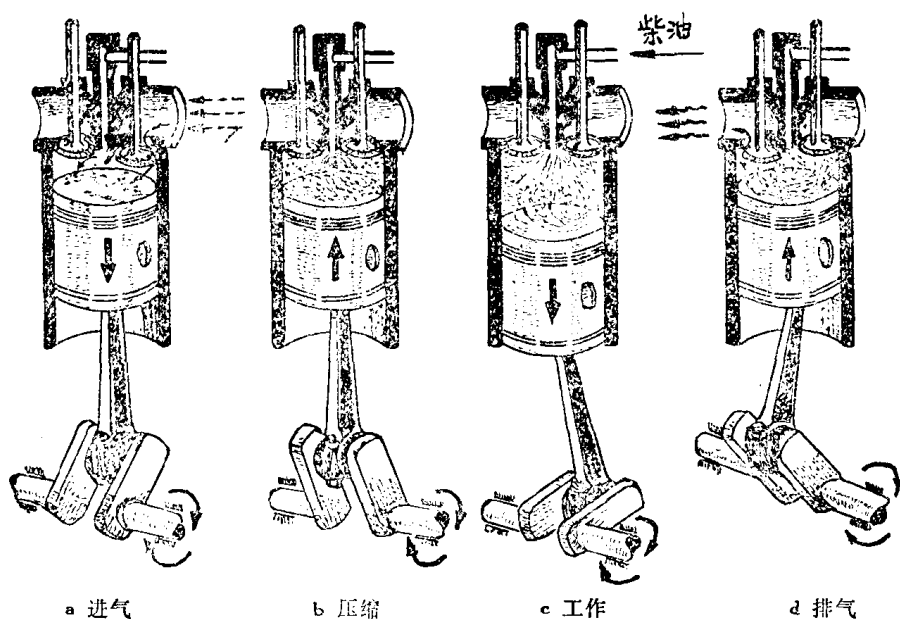


图 1—2 单缸柴油机的工作过程

这时排气门打开，进气门仍关闭。燃烧后的废气在活塞的排挤下，经排气门排出气缸。

排气终了后又开始进气、压缩、作功、排气，进入第二个工作循环。所以四行程发动机，每完成一个工作循环，需要曲轴旋转两圈，使活塞上下运动四次。

从上述工作过程可以看出，尽管各个行程的任务不同，但它们都是互相联系，不可分割的。进气、压缩、排气三个行程为作功行程作了准备，而作功行程所产生的部分动力，又为上述三个行程提供必要的能量，使曲轴得以继续旋转，周而复始地进行工作循环。为使发动机运转平稳，单缸发动机的曲轴上装有质量较大的飞轮，以储存动能，平衡转速。

示功图 为了掌握发动机工作的内部规律，可以用实验的方法测取和记录在整个工作循环中气缸内压力 P 与活塞在不同位置时气缸内容积 V 的变化数值，把它绘成曲线，就得示功图。此图能表示发动机在一个工作循环中气缸中活塞所作的功。

图 1—3 为四行程柴油机的示功图。图中 $a-b$ 、 $b-c$ 、 $c-d$ 、 $d-a$ 分别为进气、压缩、作功、排气行程的气体压力变化曲线。 P_0 表示大气压力，约 1 公斤/厘米²。

从图 1—3 可以看出，当活塞在上止点 a 时，由于上一循环的废气不可能完全排净，燃烧室内残余废气的压力略高于大气压。随

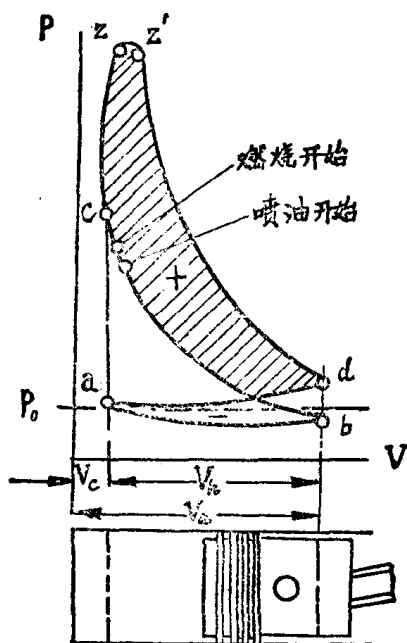


图 1—3 四行程柴油机示功图

着活塞向下移动, 气缸内容积不断增大, 使气缸内压力下降, 当低于大气压力后空气被吸入气缸, 直至活塞运动到下止点 b 时。由于进气流有阻力, 不可能把气缸完全充满, 所以 b 点的气缸压力略低于大气压, 约为 $0.8—0.9$ 公斤/厘米², 温度约为 $50—70^{\circ}\text{C}$ 。

活塞从下止点 b 向上止点移动, 对空气进行压缩, 气缸内的气压和温度随着压缩程度的增加而不断升高。在压缩终点 c 时, 气缸内的压力达到 $30—50$ 公斤/厘米², 温度约为 $500—700^{\circ}\text{C}$, 此温度已大大超过柴油的自然燃温度 (柴油的自然燃温度约为 330°C)。

压缩临近终了时, 喷油器喷入雾状柴油, 很快与空气混合而自行着火燃烧。气缸内的压力和温度急剧上升, Z 点的最高压力达 $60—90$ 公斤/厘米², 温度约为 $1,500—2,000^{\circ}\text{C}$ 。随着活塞被高温高压膨胀的气体推向下止点移动, 气缸容积不断增大, 到 Z' 点燃烧基本结束, 因此气缸中的压力和温度就不断降低。当活塞到达 d 点时, 气缸内的压力约为 $3—4$ 公斤/厘米², 温度约为 $800—900^{\circ}\text{C}$ 。

活塞从下止点 d 向上止点 a 移动, 因排气流也有阻力, 气缸内的废气不可能完全排净, 因此气缸内废气压力略高于大气压力, 约为 $1.05—1.25$ 公斤/厘米², 温度约为 $300—500^{\circ}\text{C}$ 。

发动机示功图中两封闭曲线所包围的面积, 表示气缸内活塞所做的功。图中带 “+” 号的面积表示作功行程所做的功和压缩行程所消耗的功之差。带 “-” 号的面积表示进、排气行程所消耗之功。“+” 面积减去 “-” 面积之后就相当于活塞可以输出的功。发动机曲轴、飞轮可以输出的功, 显然要比活塞输出的功小, 因为活塞可以输出的功有一部分要用于克服活塞、连杆、曲轴等运动的摩擦阻力, 并驱动油泵、气门等机构。

三、单缸四行程汽油机的工作过程

图 1—4 为单缸四行程汽油机简图。在它的气缸盖上装有一个火花塞。它的每一工作循环也要经历进气、压缩、作功、排气四个行程, 与柴油机不同的是:

1. 进气行程时, 进入气缸的不是纯空气, 而是空气和汽油的混合气。如简图所示, 在进气通道上装有汽化器, 空气流经汽化器时具有很高的速度, 将汽油吸出、吹散和汽化, 并与之混合一起进入气缸。在进气终了时, 气缸内的压力约为 $0.75—0.9$ 公斤/厘米², 温度约为 $90—120^{\circ}\text{C}$ 。

2. 压缩过程压缩的是混合气体, 因此压缩比较小, 压缩终了时的压力约为 $8—14$ 公斤/厘米², 远低于柴油机。温度约为 $300—400^{\circ}\text{C}$ 。因压缩比过高容易产生过早燃烧, 使发动机不能正常工作。

3. 在压缩行程接近终了时, 火花塞及时放出电火花, 将混合气点燃。

4. 四行程汽油机的示功图如图 1—5 所示。由于汽油易挥发, 可燃混合气又经过进气和压缩两个行程的充分准备, 所以燃烧进行很快, 燃烧过程的延续时间很短。从 $c'—Z$ 近于瞬时完成, 气体压力成直线上升, Z 点的压力约为 $30—45$ 公斤/厘米², 温度约为 $2,000—2,500^{\circ}\text{C}$ 。作功终了到 d 点的压力约为 $3—4$ 公斤/厘米², 温度约为 $900—1,200^{\circ}\text{C}$ 。当排气终了时气缸内的压力约为 $1.05—1.10$ 公斤/厘米², 温度约为 $500—800^{\circ}\text{C}$ 。