



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

农业生产机械化 动力机械分册

南方本 第二版

华中农业大学
南京农业大学 主编

农学果蔬等专业用



中国农业出版社

全国高等农业院校教材

农业生产机械化

南方本

(第二版)

动力机械分册

华中农业大学
南京农业大学 主编

农学果蔬等专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农业生产机械化: 动力机械分册: 南方本/华中农业大学, 南京农业大学主编. - 2 版. - 北京: 中国农业出版社, 2000.3 重印

全国高等农业院校教材·农学果蔬等专业用

ISBN 7-109-00499-6

I. 农… II. ①华…②南… III. ①农业机械化-高等学校-教材②动力机械-高等学校-教材 IV. S 233

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 67566 号

出 版 人 沈镇昭
责任编辑 郑剑玲
出 版 中国农业出版社
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 中国农业出版社印刷厂

* * *

开 本 787mm×1092mm 16 开本
印 张 8.25 字数 177 千字
版、印次 1980 年 3 月第 1 版
2000 年 5 月第 2 版北京第 8 次印刷
印 数 46 451~48 450 册 定价 10.90 元

书 号 ISBN 7-109-00499-6/S·382

ISBN 7-109-00499-6



9 787109 004993 >

第二版说明

本书是根据1980年1月农业出版社出版的全国高等农业院校试用教材《农业生产机械化》(南方本)修订的。修订中遵照农牧渔业部教育司有关修订教材的指示精神,在广泛收集我国南方地区各高等农业院校使用原教材意见的基础上,本着从实际出发,突出改革,进一步提高教材质量,以适应我国农业现代化需要的原则,将原教材从一册修订为《动力机械分册》,《农业机械分册》,《果蔬机械分册》三个分册。其中《动力机械分册》为非农机专业共用的农业生产机械化教材的动力机械部分,对原教材的动力机械部分作了大力压缩,增加了单相异步电动机的内容;《农业机械分册》为农学、农经等专业机械化教材的作业机械部分,删去了原教材的农田基本建设机械一章,在耕整地、播种、插秧、植保、排灌、谷物收获机械等章节中均删去了陈旧和不必要的内容,增加了地膜覆盖、工厂化育秧、种子清选和烘干、农副产品加工以及农业机械化技术经济简介等新的章节;《果蔬机械分册》为果树、蔬菜专业机械化教材的作业机械部分,内容除结合专业选用了原教材中耕整地、播种施肥、植保等机械的部分内容外,其它如果园管理机械、灌溉设备、温室环境控制设备和果蔬收获机械等章节,均系新编。动力机械和作业机械两个部分的总篇幅较原教材压缩了五分之一左右。

本书的计量单位根据国务院1984年3月4日发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,采用了国家法定计量单位。

本书在修订过程中,得到了南方地区各高等农业院校的大力支持。方永建(广西农学院)、尹邦乾(江苏农学院)、刘学勤(西南农业大学)、吕大明(贵州农学院)、李植芬(浙江农业大学)、何志冠(江西农业大学)、张肇鲲(皖南农学院)、袁锡威(华南农业大学)、莫凤珠(湖南农学院)、黄绍文(福建农学院)等同志参加了本书《修订大纲》的修改和审定。以上同志和安徽、四川两农学院的农机系均对修订的初稿进行了审查,提出了不少宝贵意见,谨致衷心的感谢。

限于修订者的水平,书中难免还有缺点和错误,诚恳地希望读者批评指正。

《农业生产机械化》南方本 修订小组

一九八四年十一月

第一版编写者

主 编 华中农学院 陈润方
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

第二版修订者

主 编 陈润方（华中农业大学）
副主编 章道元（南京农业大学）
编写者 闵绍桓（浙江农业大学）
 陈润方（华中农业大学）
 林自强（华中农业大学）
 胡景龙（南京农业大学）

目 录

绪论	1
第一章 内燃机	7
第一节 概述	7
一、内燃机的类型	7
二、内燃机的系列和型号	7
第二节 内燃机的工作原理	8
一、基本名词和术语	8
二、单缸四行程柴油机的工作过程	9
三、单缸四行程汽油机的工作过程	10
四、单缸二行程内燃机的工作过程	11
五、多缸四行程内燃机的工作过程	12
六、内燃机的组成	13
第三节 曲柄连杆机构	13
一、曲柄连杆机构的功用和组成	13
二、机体组	13
三、活塞连杆组	15
四、曲轴飞轮组	18
五、曲柄连杆机构的平衡	19
六、曲柄连杆机构的使用维护要点	20
第四节 配气机构	21
一、配气机构的功用和类型	21
二、顶置式配气机构	21
三、侧置式配气机构	21
四、配气机构的主要零件	22
五、换气过程和配气相位	24
六、减压机构	25
七、配气机构的使用维护要点	26
第五节 燃料供给系	27
一、柴油机的燃料供给系	27
二、汽油机的燃料供给系	41
三、调速器	48
四、燃料供给系的使用维护要点	49
第六节 磁电机点火系	50

一、点火系的功用与组成	50
二、火花塞	50
三、磁电机	51
四、磁电机点火系的检查与调整	54
五、磁电机的使用维护要点	54
第七节 润滑系	55
一、润滑系的功用	55
二、润滑油	55
三、润滑方式	95
四、润滑系的组成	56
五、润滑系的主要机件	57
六、润滑系的使用维护要点	58
第八节 冷却系	59
一、冷却系的功用和冷却方式	59
二、冷却系的主要机件	61
三、冷却系的使用维护要点	62
第九节 起动装置	63
一、起动装置的功用与要求	63
二、起动方法	63
三、起动辅助装置	64
第十节 内燃机的使用	64
一、内燃机的主要性能指标	64
二、柴油机的特性	65
三、内燃机的磨合	67
四、内燃机的操作	67
五、内燃机的技术保养	69
第二章 拖拉机	70
第一节 概述	70
一、农用拖拉机的类型	70
二、拖拉机的主要组成部分	70
第二节 拖拉机的传动系	71
一、传动系的功用和组成	71
二、离合器	71
三、变速箱	74
四、后桥	76
第三节 拖拉机的行走系	77
一、轮式拖拉机的行走系	77
二、履带式拖拉机的行走系	80
第四节 拖拉机的转向系	80
一、轮式拖拉机的转向系	80
二、手扶拖拉机和机耕船的转向系	82

三、履带式拖拉机的转向系	83
第五节 拖拉机的制动系	83
一、制动器的功用	83
二、制动器的型式	83
三、制动器的正确使用	85
第六节 拖拉机的工作装置	85
一、液压悬挂系统	85
二、悬挂农具的耕深调节方法	89
三、动力输出轴	90
四、驱动皮带轮	90
五、牵引装置	90
第七节 拖拉机的电器设备	91
一、拖拉机的电路	91
二、拖拉机的电器设备总图	93
第八节 拖拉机的使用与维护	94
一、拖拉机的牵引力	94
二、拖拉机的操作	94
三、拖拉机的技术维护	95
第三章 异步电动机	97
第一节 三相异步电动机的构造和工作原理	97
一、三相异步电动机的构造	97
二、三相异步电动机的工作原理	98
三、三相异步电动机的主要性能指标	102
四、国产异步电动机的系列	103
第二节 三相异步电动机的使用	104
一、三相异步电动机的铭牌	104
二、三相异步电动机的起动	105
三、三相异步电动机的选择	107
四、电动机的导线和保险丝的选择	108
五、三相异步电动机的使用安全技术	109
第三节 常用电器的控制设备	110
一、闸刀开关	112
二、铁壳开关	112
三、交流接触器	113
四、继电器	113
五、按钮开关	114
六、磁力起动器	115
七、星三角形转换器	116
八、起动补偿器	116
第四节 单相异步电动机	117
一、单相异步电动机的构造和工作原理	117

二、单相异步电动机的起动方法	119
第五节 安全用电	120
附录 法定计量单位	122
中华人民共和国法定计量单位	122

绪 论

一、农业机械化在农业现代化中的作用

农业机械化，是指由劳动者操纵机器来逐步代替人、畜力进行农业（包括农、林、牧、副、渔各业）生产的农村经济发展过程。它是农业技术改造的主要内容之一，是现代化农业不可缺少的生产手段与主要标志。其主要作用是：

1. 可增强农业抗御自然灾害的能力，结合农艺措施，能有效地提高农作物的单位面积产量。

根据全国统计资料和许多典型调查说明，30 多年来农业生产中每增加 735kW 的农业机械，在其它因素同时起作用的条件下，粮食总产量增加 500t。原因是：

(1) 机械化农业可以提高光照和积温的利用率。凡是使用机械进行耕、耙、播、收的地方，大都争取了 150—200h 的光照和相应的积温，仅此一项每公顷就可增产 300kg 左右的粮食。

(2) 机械化可适时排灌，大幅度降低旱涝灾害的损失。30 多年来的统计数字说明，排灌动力、排灌面积同粮食增产均是正相关，其相关系数为 0.92、0.97。排灌机械的发展，使全国灌溉面积不断扩大。据 1983 年统计，机灌面积全国已达 2513 万 hm^2 ，占有效灌溉面积的 56.9%。全国灌溉面积不及总耕地面积的 1/2，而粮食产量却占全国粮食总产量的 1/3。

(3) 机械化可适时防治病虫。据统计，新中国成立初期我国农作物因病虫为害，平均每年粮食减收 10%，棉花减收 20%，果品蔬菜减收 40% 左右。随着植保机械的发展，这一损失在逐年降低。如 1975 年全国机械防治病虫 1.2 亿 hm^2 次，估计可减少损失粮食 1700 万 t，占当年粮食总产 6%；棉花 38 万 t，占当年棉花总产 17%。由于水、旱、病虫灾害的减轻，大大降低了我国粮食生产的波动率。近 30 年里，我国粮食生产的波动率为 5.6%，而新中国成立以前我国大部分地区基本上是靠天吃饭，波动率常在 30% 以上，有的地区重灾年份甚至颗粒无收。

2. 可以大幅度提高农业劳动生产率和农产品的商品率，有利于现有的农业劳动力从种植业向乡镇企业和多种经营转移，加快农村商品生产的发展。到 1983 年为止，全国农副产品加工机械已发展到了 500 多万台，已有 1 亿劳动力转入乡镇工业和多种经营，农村产品的商品率已达 51.9%，大大活跃了农村经济。

3. 可以减轻农民的劳动强度，逐步实现文明生产。目前，我国各种车辆已担负了农

村运输任务的一半以上，大大减轻了农民繁重的肩挑背驮的劳动。“三弯腰”的农活也在逐步减少，粮、棉、油和饲料的加工任务，几乎已全部由机械承担。

因此，根据不同地区条件，因地制宜，制定农业机械化发展战略，有选择、高效益地逐步实现农业机械化，是我国农业现代化进程中，促进农村两个“转化”、加快农村经济朝着专业化、商品化、现代化发展进程，加快农民劳动致富和实现 2000 年农业发展战略目标的重要措施之一，是农业发展的必然趋势。

二、国内外农业机械化发展概况

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，在生产工具方面早就有许多发明创造。如公元前 3200 年间，我们的祖先就创造了手工农具耒耜；春秋时代已经用牛犁耕田；汉武帝时赵过作耒犁（又叫耩子）用于播种；汉灵帝时毕岚作翻车（即龙骨水车）进行排灌；其它如铲、锹、锄、石磨、水碾等也早已发明。但由于受到长期的封建统治以及近百年来帝国主义的压迫，农业生产工具的改革长期处于停滞状态，发展十分缓慢。

新中国成立后，为了适应生产发展的需要，首先从国外引进一批拖拉机和农业机械，并积极研制推广各种新式畜力农具。随着我国机械工业的迅速发展，从 1959 年起，就开始生产各种类型的拖拉机，同时也在我国各地建立了许多农业机械专业厂，生产配套的农业机械和自走式农业机械，并逐步确定了我国拖拉机的系列型谱，成功地研制了机耕船、水稻插秧机以及分别适应南北方需要的犁、耙、旋耕机系列产品和联合收获机、脱粒机、农副产品加工机械等许多农机产品，初步形成了我国的农机工业体系，并具有一定的生产能力。到 1984 年为止，全国农用动力已达 1.94 亿 kW；农用拖拉机 413.1 万台；排灌动力 5770.5 万 kW；农用载重汽车 34 万辆；农副产品加工机械 3572 万 kW；畜牧机械 120 万台；渔业用机动船 243 万 kW。集体和农民个人拥有的农业机械总值已达 466 亿元。这是我国实现农业现代化的重要物质技术基础。随着农业生产责任制的实行，户营农机有了很大的发展，农机专业户和采用机械化生产的各种专业户大量涌现。在党的十一届三中全会精神的指引下。我国的农业机械化事业已进入了一个新的历史时期，走上了有选择高效益的发展道路。

国外的农业机械化事业，开始于本世纪初叶，到现在已有 70 多年的历史。一些经济发达国家，根据各自的国情，采用不同的步骤与途径，花了 17~30 年的时间先后实现了农业机械化，并于 20 世纪 50 到 60 年代，又先后实现了农业现代化。农业机械化水平较高的国家有美国、西德、日本、英国、法国和苏联等，以美国的机械化水平最高。美国目前大田作业各环节已全部实现了机械化；在果蔬方面，黄瓜、番茄、包心菜以及制酒用的葡萄、杏、核桃等的收获也都采用机械了；种子清选、烘干、饲料加工与猪、鸡、乳牛等

畜禽饲养已实现了工厂化和自动控制。目前经济发达国家的农业机械化正在向一机多用、宽幅、高速、联合作业和自动化方向发展, 液压、电子、激光、微型计算机等现代化技术已经日益广泛地被农业机械采用; 农业机器人也已经在个别国家出现; 工程措施和生物技术措施的密切结合, 生物工程的兴起与应用, 已经成为他们进一步发展农业生产、更高水平地提高劳动生产率和经济效益的重要措施。国外的一些经验, 值得我们借鉴。

三、农机与农艺相互适应的重要意义

在农业生产中, 农艺科学的作用是不断揭示农业生产的客观规律, 提出科学的增产措施, 使作物高效地从土壤中吸收营养, 从阳光获得能源并转换为人类的食品 and 工业原料。但先进的农业科学技术要大面积地、经济有效地和尽可能快地得到推广应用, 必须与先进的生产工具相结合。农机和农艺的研究相结合, 互相适应并重视经济效益, 早已成为一些国家发展农业的重要途径。美国在农业机械化过程中, 从获得最优的总体经济效果出发, 不仅根据农艺要求研究成功了各种优质高效的农业机械, 而且培育出了一大批适合机械化生产的品种, 如结桃少、吐絮期短的棉花; 高矮与水稻差不多的高粱; 第一结荚位置高的大豆, 以及韧皮番茄、方型番茄等新品种, 以适应机械化收获。

日本从 19 世纪末就开始研究水稻插秧机, 但采用培育拔秧苗的传统方法, 机械化插秧一直难以推广, 1970 年水稻的机插化程度仅为 3%。经过长期的实践与摸索, 从 1970 年开始, 改传统育秧农艺为工厂化盘式育秧, 培育与机插配套的带土小苗和中苗, 免除了拔秧工序, 仅两年工夫原有拔秧苗插秧机即被淘汰。到 1978 年, 插秧机械化程度即提高到了 86%^①, 并形成了以良种为基础, 工厂化育秧和机械化插秧为中心的水稻机械化高产栽培体系, 现在全国一季稻每公顷产量超过了 6000kg。

此外, 国外还普遍从改革耕作方法入手, 因地制宜地采用少耕法或免耕法, 以提高土壤肥力, 减少农业机械的品种与下地次数, 节约投资。

以上经验证明, 要实现一种农作物生产过程或某一作业环节的机械化, 或为了提高一种农业机械的使用效率, 往往需要培育适合机械化栽培的品种和改变耕作制度, 形成机械化高产栽培体系, 才能发挥机械化的优越性, 增产增收。

我国的农业历来具有精耕细作的优良传统, 应当继承与发扬。但必须看到, 由于受千百年小农经济的束缚, 在人、畜力操作基础上形成的许多农艺措施, 不仅劳动强度大、用工量多, 且作业环节复杂, 不便于机械化; 或者有了机械, 但“化”的经济效果很差, 农民不愿意采用。为此, 今后发展农业机械化, 除了要与资金来源、劳力转移和能源等条件相适应外, 首先要研制出符合农艺要求且质优价廉的农机产品供农民选用; 也必须有稳定而便于机械化的农艺规范和适合机械化生产的品种, 作为研制农业机械的依据。只有农机和农艺相互适应, 才能优化生物技术措施和机械化措施, 取得最佳的经济效果。

^① 据农机化服务报 1985.5.20 载, 日本现在机械插秧面积已占 98%

四、本课程的内容、学习目的与要求

《农业生产机械化》是农学等专业的一门专业基础课，内容包括动力机械和作业机械两个主要部分：

(一) **动力机械** 主要介绍农用内燃机、拖拉机、三相和单相异步电动机。它们是农业机械化的心脏，但必须有配套的各种作业机械，才能进行农、林、牧、副、渔的各项生产作业。

(二) **作业机械** 按工况可分为移动作业机械与固定作业机械两种。

1. **移动作业机械** 如耕地、整地、播种、施肥、地膜覆盖、植保、收获(谷物和果品、蔬菜的采收)以及农村运输等作业机械。

2. **固定作业机械** 如场上脱粒、种子清选、烘干、农副产品和饲料加工，以及固定式排灌等作业机械。

此外，根据专业要求，还要介绍工厂化育秧、温室环境控制设备以及与本课程有关的农业机械化技术经济等内容。

农、林、牧、副、渔中各项作业的机械化，是农业生产机械化的中心环节；这些作业机械化程度的高低，是农业机械化的主要标志；高经济效益，是农业机械化的主要目标。

本课程的任务是使农科学生获得组织社会主义现代化农业中的机械化栽培(包括保护地栽培)、管理、收获和主要农副产品加工所必需的农机化基本知识和基本操作方法，以便今后合理选择和正确使用这些机器。

本课程的具体要求是：

1. 了解农业机械化在农业现代化中的地位与作用，了解国内外机械化事业的发展概况和发展趋势。

2. 了解南方地区农业生产中常用的内燃机、拖拉机和异步电动机的主要性能、一般构造、基本工作原理和正确使用方法。

3. 根据专业的要求，了解南方主要农作物、果蔬等作业机械以及温室环境控制设备等的一般构造、基本工作原理、主要技术性能、使用调整和作业质量检查方法。

4. 了解农业现代化对培育良种和制定合理的耕作栽培制度等农业技术措施的要求；明确农艺措施与机械技术紧密结合，相互促进，讲究经济效益，是构成我国现代化农业的农机农艺技术体系和实现农业机械化和农业现代化的必要条件。

本课程采用课堂讲授、实验、实习等教学环节。课堂主要讲授农业机械的一般构造、工作原理、主要技术性能和影响生产率及作业质量因素等。机器的构造和使用调整等则结合实物在实验和现场实习中进行。

农用动力机械有内燃机、拖拉机、电动机、风力发动机、水轮机、动力绳索牵引机等。其中以内燃机、拖拉机和电动机为最常用。

内燃机是移动机组和固定作业机械的动力。目前应用最广泛的为往复活塞式内燃机。

拖拉机是一种行走式的动力机械，配上农机具，可进行耕地、整地、种植、田间管理、收获、运输等移动作业；也可作为排灌、脱粒、发电、农副产品加工等固定作业的动力。

拖拉机有轮式与履带式之分。南方使用最广的为四轮式、手扶式和船式。

电动机是把电能转变为机械能的动力机。它具有结构简单、造价低廉、工作可靠和使用方便等优点。在电源方便的地方，电动机得到广泛应用。目前农业生产上常用的是三相异步电动机。

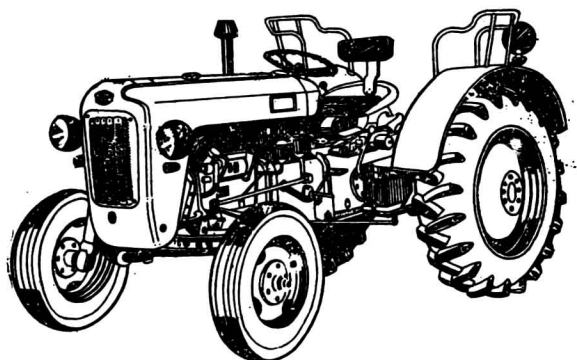


图 1 轮式拖拉机

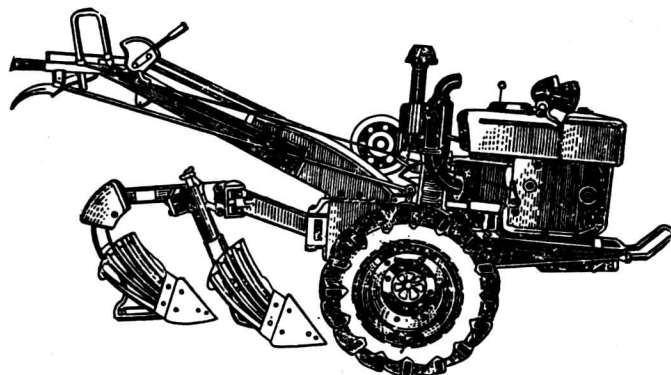


图 2 手扶拖拉机

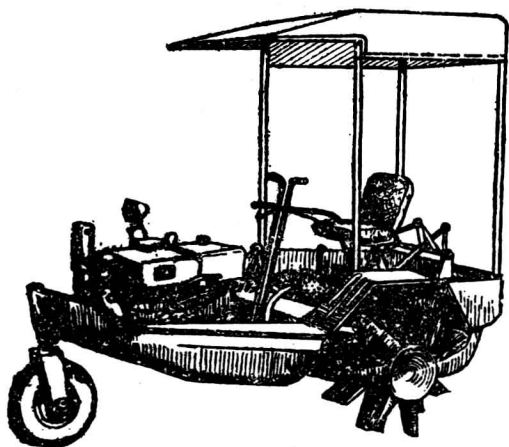


图 3 船式拖拉机

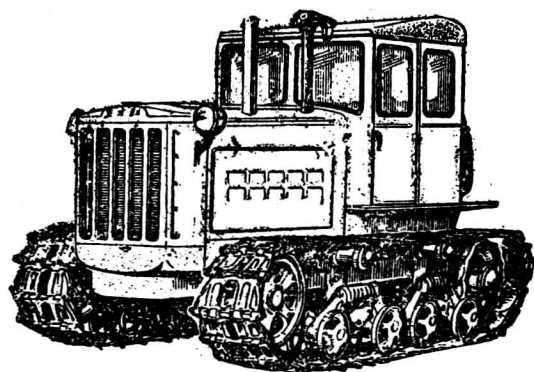


图 4 履带式拖拉机

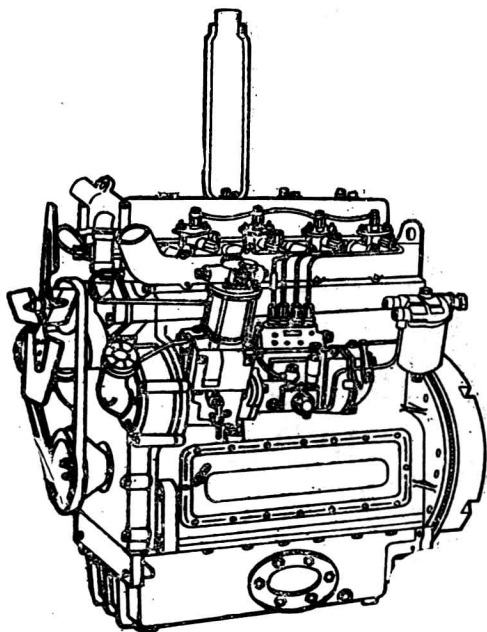


图 5 柴油机

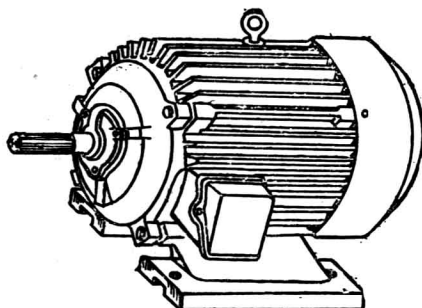


图 6 三相异步电动机

第一章 内 燃 机

第一节 概 述

一、内燃机的类型

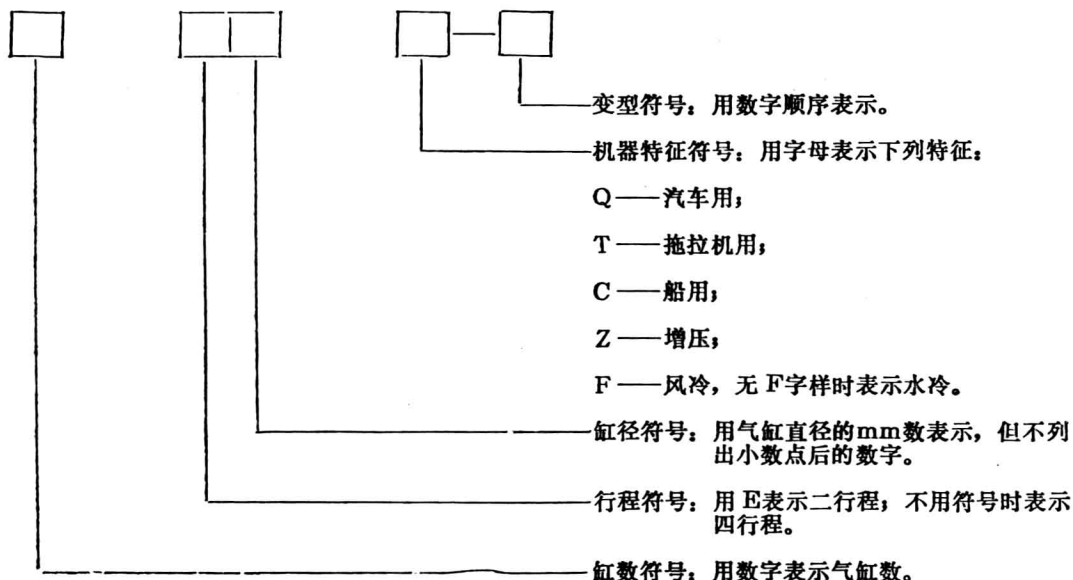
将燃料燃烧所产生的热能转变为机械能的机器称为热力发动机（简称热机）。燃料直接在机器汽缸内部进行燃烧的热机称为内燃机。

内燃机按使用的燃料不同，可分为柴油机、汽油机、煤气机等；按燃料着火方式不同，可分为压燃式和点燃式；按完成一个工作循环的行程数不同，可分为四行程和二行程；按气缸数目不同，可分为单缸和多缸；按气缸的排列形式不同，可分为直列式、卧式和V式；按冷却方式不同，可分为水冷和风冷等。

二、内燃机的系列和型号

1. 内燃机的系列 为了减少机型、统一规格、简化生产和维修、降低生产成本等起见，我国按气缸直径不同将内燃机分成几个系列。在同一系列中，包括缸数不同的多种机型。例如95系列柴油机有195、295、395、495、695等型号。用这样的产品系列，可满足生产上不同功率级内燃机的不同用途的要求。

2. 内燃机的型号 根据国家制定的内燃机产品名称和型号编制规则（GB725—65），现摘要介绍如下：



内燃机产品名称均按其采用的主要燃料命名, 例如柴油机、汽油机、煤气机等。

内燃机型号由阿拉伯数字(以下简称数字)和汉语拼音文字的首位字母(以下简称字母)组成。为避免字母重复, 也可使用其它汉语拼音字母, 但不得用其它文字或代号。

内燃机型号依次由首、中、尾三部分组成, 排列顺序及符号规定如 7 页图:

例如: 495 柴油机, 表示四缸, 四行程, 缸径 95mm, 水冷通用式柴油机; 1E40F 汽油机, 表示单缸, 二行程, 缸径 40mm, 风冷汽油机。

第二节 内燃机的工作原理

一、基本名词和术语

图 1—1 为单缸往复式活塞式内燃机的工作简图, 分别表示活塞在气缸内作上下往复运动的两个极限位置。

上止点: 活塞在气缸内作往复运动时, 活塞顶面距曲轴旋转中心最远的位置。

下止点: 活塞在气缸内作往复运动时, 活塞顶面距曲轴旋转中心最近的位置。

活塞行程: 活塞在上、下止点之间的移动距离称为活塞行程, 也称活塞冲程, 常用符号 S 表示。它等于曲轴的曲柄半径 R (曲轴旋转中心距连杆大头中心的距离) 的两倍, 即 $S = 2R$ 。曲轴每转半圈, 活塞运动一个行程。

燃烧容积: 活塞在上止点时, 活塞顶上方的封闭容积, 常用符号 V_c 表示。

气缸容积: 上止点与下止点之间的气缸容积, 常用符号 V_h 表示。

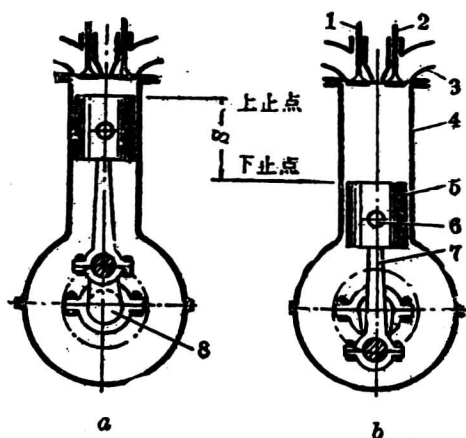


图 1—1 内燃机工作简图

1. 进气门 2. 排气门 3. 排气管 4. 气缸 5. 活塞
6. 活塞销 7. 连杆 8. 曲轴

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4} S \times 10^{-3} \text{ (L)}$$

式中: D ——气缸直径 (mm)

S ——活塞行程 (mm)

多缸内燃机各气缸工作容积之和称为内燃机的总排量, 用 V_l 表示。如气缸数为 i , 则: $V_l = V_h \cdot i$ 。

气缸总容积: 活塞位于下止点时, 活塞顶上方的封闭容积, 常用符号 V_a 表示。它等于燃烧室容积与气缸工作容积之和。

$$V_a = V_c + V_h$$

压缩比: 气缸总容积与燃烧室容积之比, 常用符号 ε 表示。