

全国中等林业学校试用教材

营林机械

贵州省林业学校主编

林业专业用

农业出版社

全国中等林业学校试用教材

营 林 机 械

贵州省林业学校 主编

林 业 专 业 用

农 业 出 版 社

全国中等林业学校试用教材

营 林 机 械

贵州省林业学校主编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行
七二二六工厂印刷

787×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 388 千字

1979 年 9 月第 1 版 1979 年 9 月西安第 1 次印刷

印数 1-7,000 册

统一书号 15144·568 定价 1.55 元

前 言

本教材是根据中等林业学校林业专业现行教学计划制订的《营林机械》教学大纲由贵州林校（主编）、牡丹江林校（副主编）和山东林校共同编写的。

本着“少而精”和学以致用原则，在教材内容的选择方面，既照顾到本学科的科学性和系统性，又力求面向生产、面向全国，尽可能全面收集和介绍国内的新成就和新产品。同时，简单介绍了国外营林机械的现状和发展趋势，为赶超世界先进水平，加快我国林业机械化的步伐，提供借鉴。

教材编写的具体分工：绪论、排灌机械、割灌机、病虫害防治机具及参考资料四和五由贵州林校顾继祥同志执笔；整地机具、筑床、播种、起苗、挖坑、植树、打枝机及参考资料一由牡丹江林校王庆义同志执笔；内燃机、附 195 柴油机简介、油锯和参考资料二、三由山东林校林志忠同志执笔。

本教材在编审过程中，承有关单位大力支持和帮助；云南林学院、西北林机厂、黑龙江省营林局、贵州省山地农机所等单位，提出了宝贵的意见；贵州林机修造厂蔡圆堃同志协助绘制了部分插图，在此特向这些单位和同志表示感谢。

由于编写时间仓促，加之水平有限，难免有错漏之处，希广大读者批评指正。

编 者

78.10.30

目 录

绪论	1
第一章 内燃机	3
第一节 基本知识	3
一、内燃机的定义与分类	3
二、内燃机在农林生产上的应用	3
三、内燃机名称和型号编制规则	3
四、内燃机名词简介	5
第二节 汽油机的工作原理	7
一、单缸四行程汽油内燃机的工作循环	8
二、单缸二行程汽油内燃机的工作循环	9
三、二行程与四行程内燃机的比较	10
第三节 汽油机的组成	11
一、曲柄连杆机构	15
二、配气机构	22
三、燃油供给系统	27
四、点火系统	43
五、润滑系统	54
六、冷却系统	57
七、起动装置	58
第四节 汽油机的使用	60
一、起动前的准备工作	61
二、起动步骤	61
三、运转	61
四、停机	62
五、封存	62
六、安全防火规则	62
七、汽油机的拆装	62
第五节 汽油机的保养及故障的排除	64
一、汽油机的技术保养	64
二、汽油机常见故障的分析与排除	66
〔附〕 195 柴油机简介	70
第一节 柴油机基本知识	70
一、195 柴油机的基本工作原理	70

二、195 柴油机技术性能	71
第二节 195 柴油机的构造	73
一、曲柄连杆机构	73
二、配气机构	79
三、燃料供给系统	80
四、润滑系统	89
五、冷却系统	92
六、起动装置	93
第三节 195 柴油机的使用	94
一、柴油机的起动、运转、停车和封存	94
二、柴油机的技术保养	96
三、柴油机常见故障的排除	97
第二章 苗圃作业机具	103
第一节 整地机具	103
一、铧式犁	103
二、耙	111
第二节 苗圃筑床机	115
一、概述	115
二、一般构造与基本工作原理	116
三、筑床机的使用	117
第三节 播种机	117
一、概述	121
二、播种机的主要构造和工作过程	121
三、苗圃播种机的技术性能介绍	121
第四节 排灌机械	127
一、水泵的基本知识	127
二、离心式水泵	127
三、潜水泵	129
四、喷灌机	139
第五节 起苗机	141
一、林业技术对起苗机的要求	146
二、起苗机工作部分的类型	146
三、常用起苗机介绍	146
第三章 造林及抚育机械	147
第一节 整地挖坑机	152
一、手提式整地挖坑机	152
二、悬挂式挖坑机	156
第二节 植树机	158

一、植树机的分类和工作过程	158
二、主要工作部分的构造	159
三、常用植树机的介绍	163
〔附〕 飞机播种造林简介	167
第三节 割灌机	168
一、概述	168
二、DG2型割灌机	169
第四节 油锯	177
一、油锯的简介	177
二、油锯的构造	181
三、油锯的使用	192
第五节 打枝机	197
一、打枝机的简介	197
二、DJ-40打枝机	197
第四章 病虫害防治机具	102
第一节 喷粉机具	102
一、手摇喷粉器	102
二、飞机喷粉器	205
第二节 喷雾机具	206
一、手动喷雾器	206
二、飞机喷雾器	210
三、超低容量喷雾器	211
四、飞机超低容量喷雾法	215
五、农药电子喷雾器简介	216
第三节 机动弥雾喷粉机	218
一、概述	218
二、3MF-1.6型弥雾喷粉机	218
第四节 喷烟机	223
一、概述	223
二、3Y-10型喷烟机	223
参考资料	231
一、国外营林机械简介	231
二、汽油机技术保养	236
三、汽油机常见故障排除	240
四、离心式水泵规格性能表	250
五、潜水泵规格性能表	254

绪 论

营林机械化是我国林业现代化的一项重要内容。在营林作业中使用机械操作，不仅能提高劳动生产率、减轻劳动强度、提高质量和降低成本，尤其能在较短的时间内征服大面积的荒山荒地。例如用机引植树机植树，比人工植树效率提高二十倍；使用喷灌机灌溉，比人工浇水灌溉效率提高二十倍以上；用机引筑床机筑床，比人工筑床效率提高近一百二十倍；用机动播种机播种，比人工播种效率提高近三十倍；若用飞机播种造林或防治病虫害，效率更可成百倍地提高。

我国幅员广大，但森林覆盖率很低。全国有大面积的荒山荒地有待造林绿化；多年新造和封山培育的幼壮林有待抚育间伐，任务十分艰巨。要加快造林、营林的步伐，“绿化祖国”和“实行大地园林化”，必须大力发展营林机械。

解放前的旧中国，营林机械几乎一无所有。我国的营林机械是从五十年代建立和发展起来的。在毛主席“独立自主，自力更生”的方针指引下，初步形成了研究、设计、制造和修配体系。现在已能成批生产植树机、除草机、割灌机、弥雾喷粉机、喷灌机、油锯、打枝机等营林机械。全国建有机林场一百一十多个。机械化水平较高的苗圃，整地、筑床、播种、灌溉、喷药、起苗等作业基本实现了机械化。西南地区及南方九省（区），虽然山高坡陡，地形复杂，也正逐步推广使用割灌机清理山场和迹地，配合挖坑机进行穴状整地。对国产割灌机进行改装和配套，即可用于除草、松土、抽水等作业，实现一机多用。一些省（区）正根据本地区的特点，设计试制适应坡地作业的山地拖拉机和人工抚育用的矮把小油锯等。

但是总的来说，我国造林、营林机械化水平还是很低，全国每年造林机械化的比重仅占百分之五；造林、营林作业中许多工序仍是手工操作，劳动强度大，工效低，成本高。这样的水平是远远不能适应大规模造林、营林的需要。

因此，加速营林机械化，用机械来代替落后的手工操作，是保护发展我国的森林资源，加快我国林业现代化的根本途径。

毛主席、党中央极为重视我国农业机械化事业的发展。早在一九五九年毛主席就指出“用机械装备农业，是农、林、牧三结合大发展的决定性条件”。其后又进一步指出：“农业的根本出路在于机械化”。

以英明领袖华主席为首的党中央，领导全国军民一举粉碎了“四人帮”，提出了抓纲治国战略决策和在本世纪末实现四个现代化的宏伟目标，使我国的社会主义革命和社会主义建设进入了一个新的发展时期。随着我国工业、农业、国防和科学技术现代化的加快实现，和全国到一九八〇年基本实现农业机械化的同时，也必将加速营林机械化的步伐。

学习《营林机械》是为初步掌握营林作业中常用的内燃机、苗圃作业机具、造林抚育机械、病虫害防治机具的构造、工作原理和使用方法等基本知识，为营林机械的推广使用和技术革新、技术革命打下基础。

由于我国幅员辽阔，自然条件复杂，所采用的机具种类繁多，加上本课程学时所限，只能将营林作业中常用的一些机具加以介绍。在参考资料中附有国外营林机械的现状和发展趋势、汽油机的技术保养、汽油机常见故障的排除、离心式水泵的规格性能表、常用潜水泵的规格性能表等，供参考。

本学科与物理、造林、土壤、森林、病虫害防治等学科有密切关系，应适当联系上述学科进行教学和学习。同时，要坚持理论与实践紧密结合的原则，才能收到良好的教学效果。

第一章 内 燃 机

第一节 基本知识

一、内燃机的定义与分类 凡是能够把燃料燃烧时所产生的热能，转换成机械能而作功的机器，就叫做热机。热机包括外燃机（如蒸气机）和内燃机。燃料在气缸内燃烧，并将热能转换成机械功的热机，叫做内燃机，通常也称为发动机。

内燃机的种类很多。按所用燃料的不同，可分为汽油内燃机（简称汽油机）、柴油内燃机（简称柴油机）、煤气机和天然气机。

按工作循环不同，可分为二行程（又称二冲程）内燃机和四行程（四冲程）内燃机。

按气缸数目不同，可分为单缸内燃机和多缸（二、四、六、八、十二缸）内燃机。单缸内燃机又有立式（气缸中心线与地面垂直）和卧式（气缸中心线与地面平行）两种。多缸内燃机，因气缸排列型式不同，又有直列式（气缸中心线与地面垂直，并成单行直线排列），V型（气缸排列成左右两行，且中心线在曲轴上构成V型夹角）和辐射型（多用于航空）三种。

按点火方法不同，分为高压电火花点火（汽油机）和压燃点火（柴油机）两类。

按活塞运动方式不同，可分为往复活塞式和旋转活塞式内燃机。

按冷却方式不同，分为水冷式和风冷式内燃机。

另外还有喷气式、脉冲式内燃机等。

二、内燃机在农林生产上的应用 农林作业所用的机械，多采用汽油机为配套动力。例如打枝机、割灌机、背负式机动喷雾机、背负式3MF-1.6（即JMP-1）弥雾喷粉机、3WCD-1.6（即东方红-18）超低容量喷雾机等，均用单缸二冲程风冷式曲轴箱换气的1E40F汽油机为动力；3MF-3背负式弥雾喷粉机、植保多用机、YJ-4油锯^①等，均用1E50F汽油机为动力；051和051-1型油锯用1E48F汽油机做动力；CY-5油锯^②用1E56F汽油机做动力；GJ-85油锯^③、1ZW-5^④和1ZW-4整地挖坑机等，用1E52F汽油机为动力。排灌机械中的离心泵、潜水泵、喷灌机等多用单缸四冲程风冷式的165F和175F汽油机配套，也可用单缸四冲程水冷式的195柴油机做动力。其他象整地、植树、筑床、起苗等大型移动式农林作业机械，多用拖拉机配套。

三、内燃机名称和型号编制规则 为了便于内燃机的生产、管理和识别，使产品逐步实

① YJ-4为四马力油锯的代号，YJ即油锯（yóu jù）二字汉语拼音首字母；

② CY-5为五马力采伐油锯的代号，CY分别为“采”（Cǎi）、“油”（yóu）二字开头拼音字母；

③ GJ-85为85毫升高把油锯的代号，GJ分别为“高”（Gāo）、“锯”（Jù）二字开头拼音字母，85为气缸的工作容积（毫升）；

④ 1ZW-5为五马力整地挖坑机的代号，“1”代表农机具分类号，“Z”代表整（Zhěng）字，“W”代表挖（Wā）字。1ZW-4依此类推；

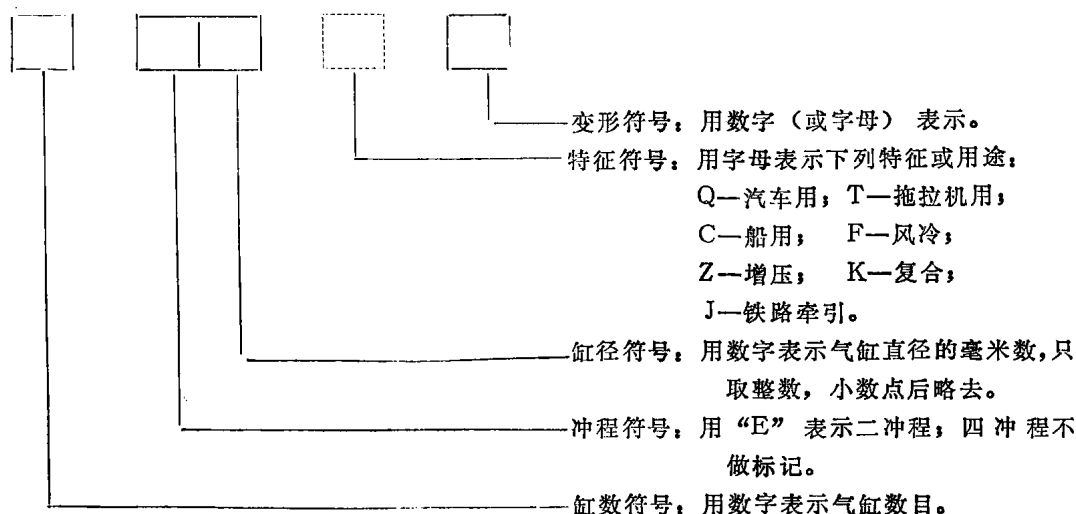
现“三化”^①，国家对内燃机的名称和型号编制方法，统一规定（GB725-65）^②如下：

（一）内燃机名称 以主燃料种类命名，如汽油机、柴油机、煤气机、天然气机等。

（二）内燃机型号 应能反映出它的主要结构和性能。由下列各项组成：

1. 气缸数 表示一台内燃机所具有的气缸数目。
2. 机型系列 表示内燃机气缸直径（毫米）和冲程型式。如 95 系列、135 系列等。
3. 变形符号 表示该机型经过改革后在结构和性能上的变化。
4. 用途和结构特点 表示内燃机主要用途和结构特点。

内燃机型号由数字和汉语拼音字母组成，其排列顺序及符号所代表的意义规定如下：



（三）内燃机型号编制实例

1. 1E40F、1E50F、1E56F 汽油机 表示单缸二冲程，气缸直径分别为 40 毫米、50 毫米和 56 毫米的风冷式汽油内燃机。

2. 165F、175F 汽油机 表示单缸四冲程，气缸直径分别为 65 毫米和 75 毫米的风冷式汽油内燃机。

3. 4105、4125 汽油机 表示四缸四冲程，气缸直径分别为 105 毫米和 125 毫米的水冷式汽油内燃机。

4. 195、295、495、695 柴油机 分别表示单缸、二缸、四缸、六缸四冲程，气缸直径均为 95 毫米的水冷式柴油内燃机。

① 三化即标准化、通用化、系列化的简称。

标准化：有国家标准、部标准、企业标准之分，国家对产品和零件的式样、尺寸、规格和技术要求等定出统一标准。

通用化：将作用相同，规格尺寸相近的零部件，技术文件等，在一定范围内通用。

系列化：对同类产品，包括整机和零部件，按型式、规格加以归类，列成一个系统。在一个系列中有一种基本型号和多科变型。同系列的产品，大多数零部件做到通用能够互换，达到用较少的品种、规格，满足多方面需要之目的。

② GB725—65 的含意为：

GB——国家标准中“国”，“标”二字汉语拼音首字母；

725——国家制定该标准的编号；

65——表示该标准是 1965 年制定颁发的。

5.12V150 柴油机 表示十二缸四冲程，气缸排列成 V 型，缸径为 150 毫米的水冷式柴油内燃机。

6.Z12V190B 柴油机^① 表示十二缸四冲程，气缸排列成 V 型，缸径为 190 毫米的增压水冷式，经改革后的 B 型柴油内燃机。

四、内燃机名词简介

(一) 上止点 活塞在气缸内移至上极限位置，也就是活塞顶离曲轴中心线最远的极限位置，叫做气缸的上止点，又名上死点（参看图 1-1 的标注）。

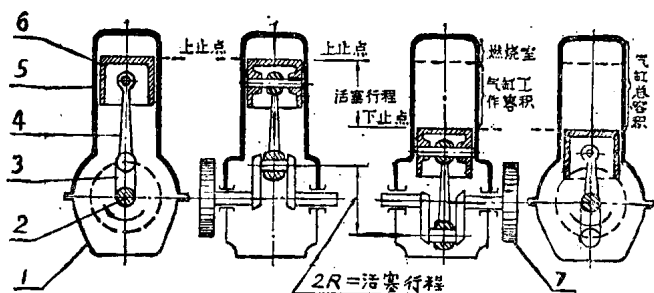


图 1-1 内燃机基本名词

1—曲轴箱 2—曲轴 3—曲柄 4—连杆 5—气缸
6—活塞 7—飞轮

(二) 下止点 活塞在气缸内移至下极限位置，即活塞顶离曲轴中心线最近的极限位置，叫做气缸的下止点，又名下死点。

(三) 活塞行程 上止点和下止点间的直线距离，叫做活塞的行程或冲程。通常用符号 h 表示， $h = 2R$ 。

R ——为曲柄旋转半径。

(四) 燃烧室容积 活塞到达上止点时，活塞顶与缸盖内壁构成的空间容积，叫做燃烧室容积，又称压缩容积。通常用符号 V_c 表示。

(五) 气缸工作容积 气缸内上止点与下止点间的空间容积，叫做气缸的工作容积，又称冲程容积或排量，通常用符号 V_h 表示。

$$\text{单缸内燃机的 } V_h = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^3} h \text{ 毫升}$$

$$\text{多缸内燃机的 } V_h = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^3} h \cdot i \text{ 毫升}$$

式中的 π ——常数，即圆周率 3.1416，

^① 该机型号编制方法与国家标准 (GB725-65) 的规定有出入，代表增压的“Z”字，照规定应放在“190”与“B”之间，而不应放在缸数符号“12”之前。

D ——气缸直径（毫米），

h ——活塞行程（毫米），

i ——气缸数目。

（六）气缸总容积 活塞在下止点时，活塞顶至缸盖内壁构成的全部空间，叫做气缸的总容积。通常用符号 V_a 表示。气缸总容积为气缸的工作容积与燃烧室容积的总和。用公式表示为： $V_a = V_h + V_c$

（七）压缩比 气缸总容积与燃烧室容积的比值，叫做压缩比。通常用符号 ε 表示。用公式表示为：

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

压缩比是内燃机技术性能的重要指标之一。它表示气体在气缸内被压缩后，体积缩小的倍数。压缩比越大，气体被压缩后的体积越小，气体密度越大，温度和压力也升得越高，点火后燃烧速度越快，燃气压力（通称爆炸浪）越大，内燃机的功率越足，经济性能也就越好。但是压缩比过大，则可能产生爆燃或表面燃烧（又称炽热点火）等不正常的燃烧现象。

汽油机的压缩比，一般多在 6—10 之间。例如：1E40F 汽油机的压缩比为 7.25；1E50F 汽油机的 $\varepsilon = 7.7$ ；1E52F 和 1E56F 汽油机的压缩比都是 8；165F 和 175F 汽油机的压缩比都等于 6。

柴油机的压缩比较大，一般多在 12—20 之间。例如：195 柴油机的 $\varepsilon = 19.5$ ；4125 柴油机的 $\varepsilon = 16$ ；12V150 柴油机的 $\varepsilon = 15$ ；495 柴油机的 $\varepsilon = 20$ ；Z12V190B 柴油机的压缩比为 13.5 等等。

（八）标定功率（额定功率） 内燃机在单位时间内所作的功，叫做功率，其单位是马力。标定功率是指内燃机在规定时间内连续运转时，所能输出的最大功率。由制造厂根据内燃机的用途和工作条件进行标定。分为四级：

1. 十五分钟功率 内燃机允许连续运转15分钟的最大有效功率。作为汽车爬坡、军用车辆追击的功率。

2. 一小时功率 连续运转一小时的最大有效功率，作为船用主机最大使用功率。

3. 十二小时功率 连续运转 12 小时的最大功率，作为拖拉机、柴油机使用功率。

4. 持续功率 允许长期运转的最大功率。

（九）标定转速 内燃机在标定功率下工作时，曲轴每分钟的相应转速。

（十）耗油率（燃油消耗率） 内燃机在每小时内每马力所消耗的燃油克数。它是内燃机的经济性能指标，单位为克/马力小时。

附：常用小型汽油机的主要性能于下表

表 1-1 常用小型汽油机主要性能

汽油机型号 主要性能	1E40F	1E48F	1E50F	1E52F	1E56F	165F	175F
气缸直径 (毫米)	40	48	50	52	56	65	75
活塞行程 (毫米)	40	52	40	40	36	55	75
工作容积 (毫升)	50	94	78.5	85	88.6	132	335
压缩比	7.25	6.7	7.7	8	8	6	5.8—6
标定功率 (马力)	1.6	2.7	4	5	5	3	6.6
标定转速 (转/分)	5000	4400	6000	7200	7200	1500	3000
燃料	混合油 (汽油 + 机油)	混合油	混合油	混合油	混合油	70号汽油	66号汽油
耗油率 (克/马力小时)	≤450	≤550	≤450	≤550	≤460	300	300
化油器类型	平吸浮 子式	K15 薄膜 式	泵膜式	泵膜式	泵膜式	浮子式	浮子式
点火方式	飞轮 磁电机	飞轮 磁电机	有触点或 无触点磁 电机	无触点 磁电机	有或无触 点磁电机	飞轮 磁电机	飞轮 磁电机
点火提前角	上止点前 30°	上止点前 28—30°	上止点前 28—32°	上止点前 32°	上止点前 32—34°	上止点前 19—23°	上止点前 24°
白金间隙 (毫米)	0.25— 0.35	0.25— 0.35	0.25— 0.35	0.25— 0.35	0.3	0.3—0.4	0.25— 0.35
火花塞电极间隙 (毫米)	0.5	0.6—0.7	0.5	0.6	0.5—0.6	0.5—0.6	0.5—0.6
润滑方式	混合油雾	同左	同左	同左	同左	飞溅	飞溅
冷却方式	强风冷却	同左	同左	同左	同左	同左	同左
配气方式	气孔式	同左	同左	同左	同左	气门式	气门式
配套工作机	3MF- 1.6弥雾 机; DG2 割灌机等	051 型油 锯	YJ-4 油 锯	GJ-85 油 锯; 3MF-4弥 雾喷粉机	CY-5 油 锯	工农-36 担架喷雾 机	8Y-25 (70-1) 型 喷灌机
制造厂	泰州 林机厂	柳州 机械厂	泰州 林机厂	西北 林机厂	西北 林机厂	上海 汽油机厂	秦州 林机厂
产 地	泰州	柳州	泰州	渭南	渭南	上海	秦州

第二节 汽油机的工作原理

要使汽油内燃机产生动力,就必须先将燃油与空气按一定比例混合成可燃混合气吸入气缸,然后进行压缩,并在压缩终了时,使可燃混合气燃烧膨胀发出热能,再通过一定的机构把热能转换成机械功,最后把燃烧后的废气排出气缸。这样反复进行进气、压缩、作功、排气的连续过程,叫做内燃机的一个工作循环。

对于往复活塞式内燃机来说,活塞在气缸内上、下止点间移动四次(即走四个行程)完成一个工作循环的,叫做四行程内燃机。活塞在气缸内的上、下止点间只移动两次(即两个行程)就完成一个工作循环的,就叫做二行程内燃机。

为了进一步了解四行程与二行程内燃机的工作原理，以单缸四行程汽油内燃机和单缸二行程汽油内燃机为例，分别介绍其工作循环。

一、单缸四行程汽油内燃机的工作循环 活塞在气缸内的上、下止点间移动四次，曲轴旋转两圈（ 720° ），完成进气、压缩、做功、排气四个过程（图 1-2）的，就叫做四行程内燃机的工作循环。

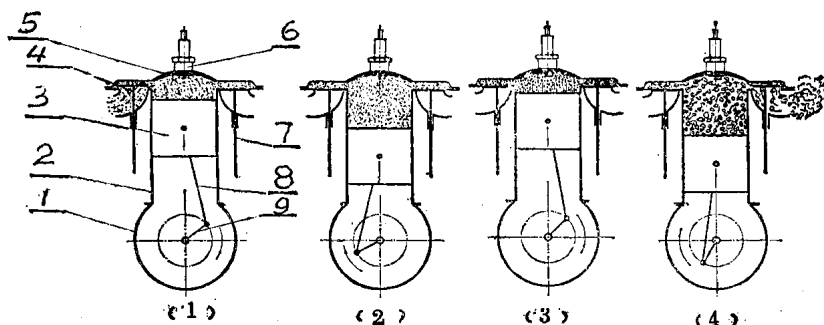


图 1-2 单缸四行程汽油机工作循环示意图

(1) 进气 (2) 压缩 (3) 做功 (4) 排气

1—曲轴箱 2—气缸 3—活塞 4—进气门 5—燃烧室 6—火花塞
7—排气门 8—连杆 9—曲柄

(一) 进气行程〔图1-2(1)〕 进气行程开始前，化油器先将燃油与空气按 1:15 的比例（理想混合气）混合成可燃混合气。此时配气机构的进气门 4 打开，排气门 7 关闭，活塞 3 从上止点向下止点移动，气缸 2 的容积增大，压力渐渐降低到小于一个大气压（约 0.8 公斤/平方厘米），可燃混合气（处于一个大气压状态）在压差的作用下，由化油器经进气管和进气门被吸入气缸。

(二) 压缩行程〔图1-2(2)〕 为使气缸内的可燃混合气，能迅速燃烧膨胀，以产生较大的燃气压力，必须在燃烧前对它进行压缩，使其体积缩小，密度加大，温度升高，压力增强。因此，必须有压缩过程。在此过程中，进气门 4 和排气门 7 全部关闭，在飞轮的惯性作用下，曲轴 9 通过连杆 8 推动活塞 3 由下止点向上止点移动，压缩气缸 2 内的可燃混合气，使其体积缩小到压缩比所预定的范围，温度升高到 $300-400^\circ\text{C}$ ，压力升到 6—9 公斤/平方厘米，处于一触即发的准燃状态。

(三) 做功行程〔图1-2(3)〕 做功行程又叫燃烧膨胀冲程或爆发冲程。当活塞 3 上行到接近压缩终了时，点火系统的火花塞 6 适时跳出高压电火花，点燃被压缩在燃烧室 5 内的高温高压可燃混合气。燃烧后，气体的体积迅速膨胀，产生极大的燃气压力。此时，由于进气门 4 和排气门 7 仍处于完全关闭状态，所以燃气压力全部作用于活塞顶，迫使活塞 3 以较快的速度（线速度达 6—10 米/秒）从上止点迅速向下止点冲动，通过连杆 8 带动曲轴 9 旋转做功。因为只有这一行程才实现将热能转换为机械功，所以称它为做功行程。

做功行程开始时，汽油机气缸内的燃气温度高达 $2000-2700^\circ\text{C}$ ，燃气压力达 30—45 公斤/平方厘米。

在做功行程中所产生的动力 除一小部分储存于飞轮，作为进气、压缩、排气三个非做功行程的动能外，大部分动力在克服内燃机本身各运动件的运转阻力之后，全部从曲轴向外输出。

(四) 排气行程〔图 1-2(4)〕 混合气燃烧后, 就变成废气。为了使内燃机能继续工作, 必须把气缸内的废气排除出去, 以便空出气缸的工作容积, 为下一个工作循环的进气过程创造条件。为此需要有一个排气过程。在此过程中, 排气门 7 打开, 进气门 4 关闭, 曲轴在飞轮惯性的作用下, 继续旋转, 通过连杆带动活塞从下止点向上止点移动, 把缸内的废气从排气门排出缸外。

由于燃烧室结构上的关系, 排气行程结束时, 燃烧室内仍有一部分残余废气排不干净。这部分废气残留在气缸内, 势必使下一个工作循环的进气行程充气不足, 由于进气不充分, 必然导致内燃机功率不足。为克服此矛盾, 在内燃机设计上, 多采用延长进、排气的时间, 使配气机构的进气门和排气门的开放时间, 不是象理论上所说的那样各占曲轴转角 180° , 而是使进、排气门持续开放时间各占曲轴转角的 $200-260^\circ$ 左右。关于这个问题可以参看本章第三节配气相位图。

从单缸四行程内燃机工作循环中可看出: 曲轴转两圈 (720°) 才有一个作功行程, 其余一圈半 (540°) 全是消耗功的非作功行程。因此内燃机的工作不平稳, 震动量较大, 要克服此缺点, 必须配备一个大飞轮, 以便在作功行程时, 储存一部分能量, 供其他三个非作功行程使用。事情总是一分为二的, 配备飞轮固然能储存能量, 平衡转速, 但飞轮过大了, 势必加大机器的重量, 增加功率的消耗。为解决此矛盾, 中等马力以上的内燃机, 多采用四行程多缸(如四缸、六缸、八缸、十二缸等)的结构, 因为在多缸内燃机中, 各个气缸的作功行程是相互错开的, 通称内燃机的工作顺序。例如四缸四行程内燃机的工作顺序有 1—3—4—2 和 1—2—4—3 两种; 六缸四行程内燃机的工作顺序常用 1—5—3—6—2—4。以四缸四行程内燃机的 1—3—4—2 顺序为例(见表 1-2), 可看出曲轴每半转就有一个气缸作功, 也就是说曲轴转两圈的过程中, 每一个气缸都完成各自的工作循环一次, 但各缸的作功行程却是在曲轴每转 180° 时, 按工作顺序完成的。

表 1-2 四缸内燃机 1-3-4-2 工作顺序

气缸序号 工作顺序 曲轴转角	气 缸			
	1	2	3	4
第一半转 $0^\circ-180^\circ$	作功	排气	压缩	进气
第二半转 $180^\circ-360^\circ$	排气	进气	作功	压缩
第三半转 $360^\circ-540^\circ$	进气	压缩	排气	作功
第四半转 $540^\circ-720^\circ$	压缩	作功	进气	排气

由于曲轴每转 180° 都有一个气缸工作, 所以内燃机的工作就比较平稳, 转速均匀, 震动量小, 因此无需配备大飞轮。在这样的内燃机里, 飞轮的主要功用是传送动力, 储存能量和均衡转速的作用虽仍存在, 但已降为次要的作用。

背负式或手持式营林机械, 为了减轻劳动强度, 要求重量轻, 震动小, 工作平稳, 使用方便。单缸二行程汽油机基本上能够满足这些要求, 所以小型营林机械多用单缸二行程汽油内燃机为配套动力。

二 单缸二行程汽油内燃机的工作循环 二行程汽油机的工作循环, 是活塞在气缸的上、下止点间移动两次, 曲轴旋转一圈 (360°) 的时间内完成一个工作循环。二行程汽油机的工作循环虽然也包括: 进气、压缩、作功、排气等步骤, 但不象四行程内燃机那样界线分明地截然分开, 而是在两个行程中交替出现这些步骤的。图 1-3 是单缸二行程曲轴箱换气风冷式

汽油机工作循环的示意图。

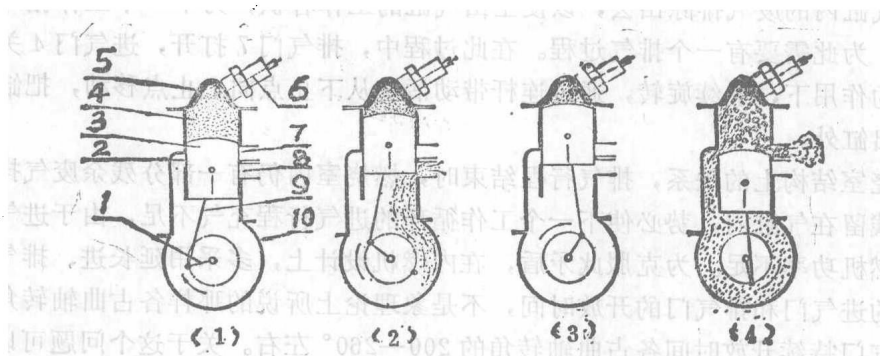


图 1-3 单缸二行程汽油机工作循环示意图

1—曲柄 2—换气孔 3—活塞 4—气缸 5—燃烧室 6—火花塞
7—排气孔 8—进气孔 9—连杆 10—曲轴箱

这种内燃机的气缸壁上有三个孔，即进气孔 8、排气孔 7 和换气孔 2。这三个孔的开与关，完全靠活塞 3 在气缸 4 内的运行来控制。进气孔 8 与化油器相通，可燃混合气经此孔进入曲轴箱 10，并经换气孔 2 进入气缸 4。而废气则是由排气孔 7 经消音器排出缸外的。

图 1-3(1)表示活塞 3 从下止点向上止点移动，当三个气孔全被活塞堵死（即关闭）时，先前换气时进入气缸 4 内的可燃混合气受到压缩，使体积逐渐变小。与此同时，活塞下方的曲轴箱 10（这种内燃机的曲轴箱是密闭的）的容积却逐渐加大，压力渐渐减小。当活塞 3 的下边缘离开进气孔 8 时，在内外压力差的作用下，可燃混合气便从化油器经进气孔 8（有的汽油机在化油器与进气孔间还有单向进气阀）进入曲轴箱 10〔图 1-3(2)〕。活塞 3 继续上行到接近上止点时〔图 1-3(3)〕，火花塞 6 的电极间适时跳出高压电火花，点燃被压缩在燃烧室 5 内的混合气。气体燃烧后，体积迅速膨胀，产生极大的燃气压力，迫使刚刚到达上止点的活塞 3 以极高的速度向下止点冲动，通过连杆 9 带动曲轴 1 旋转作功。当活塞下行至其下边缘堵住进气孔 8 时，密闭的曲轴箱 10 内的可燃混合气受到预压。活塞继续下行，其顶部离开排气孔 7 时，气缸 4 内燃烧过后的废气便从孔 7 经消音器排出缸外。紧接着活塞顶也就离开换气孔 2，曲轴箱 10 与气缸 4 通过换气道和换气孔互相沟通，于是曲轴箱内受到预压的可燃混合气，便从换气孔 2 冲入气缸 4，并把缸内的残余废气扫出缸外〔图 1-3(4)〕。

归纳起来，单缸二行程汽油机工作循环的两个行程为：

第一行程（冲程）：活塞从下止点向上止点移动，压缩上一个工作循环时进入气缸的可燃混合气。新的混合气从化油器经进气孔被吸入曲轴箱。

第二行程（冲程）：压缩终了时，火花塞跳出电火花，点燃压缩气体。活塞在燃气的膨胀压力推动下，从上止点迅速向下止点移动。活塞上方进行作功和换气，活塞下方则对曲轴箱内的混合气进行预压。

三、二行程与四行程内燃机的比较 从上述二行程和四行程内燃机工作原理中，可看出二行程内燃机具有较多的优点：

（一）二行程内燃机曲轴每转一圈（ 360° ）就作一次功。因此，从理论上分析，当气缸的工作容积、压缩比、曲轴转速等参数完全相同时，二行程内燃机的功率，理论上应比四行