

海军舰艇机电教材

舰用小型汽油机

一九七九年八月

通 知

此教材是委托“海军工程学院”编写的，在使用中如发现
有缺点或错误之处，望报海司军训部。

海 军 司 令 部

一九七九年八月

前 言

目前在我海军舰艇上，一般都装备了应急用的汽油机消防泵和作为交通艇动力的艇尾机，其原动机都是小型汽油机。舰艇机电管理干部对于作为舰艇机电部门主要装备的柴油机都比较熟悉，会用、会保养、会修理。但对小型汽油机有的就缺乏了解或了解不多，存在着使用不当，保养不周，造成小型汽油机不应有的损坏或寿命缩短等不正常的现象，因而影响了舰艇的战备和训练。某舰在一次战斗中失火断电，电动消防泵失去作用，这时需要尽快启动汽油机消防泵，由于平时训练不够，一直启动不起来，以致造成很大的损失。这是一个惨痛的教训。如果舰艇在港口锚泊时，艇尾机的启动、使用不熟练，则会影响舰艇的训练、生活以及人员、物资的接送。所以舰艇机电管理干部对柴油机的用养修要比较熟悉，对小型汽油机也必须具备一定的理论知识和实际的操纵技能。

这本讲义是写给已学过柴油机的本院机电管理专业用的，也可供舰艇机电管理人员参考。它着重讲清了小型汽油机和一般柴油机主要不同的结构和工作原理。小型汽油机具有重量轻、体积小、结构简单等优点。但事物总是一分为二的，正是由于它结构简单，带来了性能较差、启动困难、易出故障等缺点。本教材以舰艇上目前用得最多的67式艇尾机、海鸥-16艇尾机和BJ15、BJ11消防泵为典型，先讲共性，后讲个性。内容包括小型汽油机的基本工

作原理与结构特点、汽化器与燃料系统、点火装置和使用管理等四部分。

解放后我国通用小型汽油机的生产，随着国民经济建设和国防建设的需要，有了很大的发展，在数量上和质量上都有很大的提高，新产品也不断涌现。为了使机电管理人员能正确的使用、保养小型汽油机，编写了这分教材，以便在工作中学习参考。

目 录

前 言

第一章 汽油机基本工作原理与结构特点

- 第一节 汽油机基本工作原理 (1)
- 第二节 汽油在发动机内的燃烧 (8)
- 第三节 小型汽油机结构特点 (18)

第二章 汽化器和燃料系统

- 第一节 简单汽化器 (30)
- 第二节 对汽化器的要求 (33)
- 第三节 汽化器的附加装置 (38)
- 第四节 汽化器结构 (48)
- 第五节 燃料系统 (57)

第三章 点火装置

- 第一节 产生电火花的原理 (62)
- 第二节 磁电机点火装置 (66)
- 第三节 飞轮磁电机的结构 (75)
- 第四节 蓄电池点火装置和无触点点火装置简介 (84)
- 第五节 火花塞 (88)

第四章 小型汽油机的使用管理

- 第一节 油料的准备 (95)
- 第二节 小型汽油机的使用管理 (100)

第一章 汽油机基本工作原理 与结构特点

小型汽油机与柴油机的基本工作原理、基本结构是相似的，也就是说它们之间是有共性的。在懂得了柴油机的基础上来学习汽油机是不困难的，主要应注意它的特殊性，就是说注意它和柴油机的不同点即个性方面。因此我们首先要找出小型汽油机和柴油机在基本原理和结构上的特殊点，而后再针对其特点进行研究和学习。

第一节 汽油机基本工作原理

一、四冲程汽油机工作原理

四冲程汽油机的简图如图 1-1 所示，与柴油机相比，四冲程汽油机除了所用燃料不同、燃烧方式不同外，从简图上看，在结构上它和四冲程柴油机很相似，不同的是在进气管前装有汽化器(3)，在气缸盖上装有火花塞(4)。

(一) 进气冲程 当活塞从上死点下行，进气阀开启，气缸内产生真空现象，新鲜空气被吸入。当空气流经汽化器时，由于喉管截面小而使空气流速升高，压力下降。伸入喉管里的喷管与贮有汽油的浮子室相通，新鲜空气将汽油吸出，吹散、并开始汽化。所以进入气缸的是空气和汽油的混合气。进气终了的压力为 $0.75\sim 0.90$ 公斤/厘米²，温度为 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ （在汽化器节气门全开的条件下）。

(二) 压缩冲程 活塞从下死点向上行，当进、排气

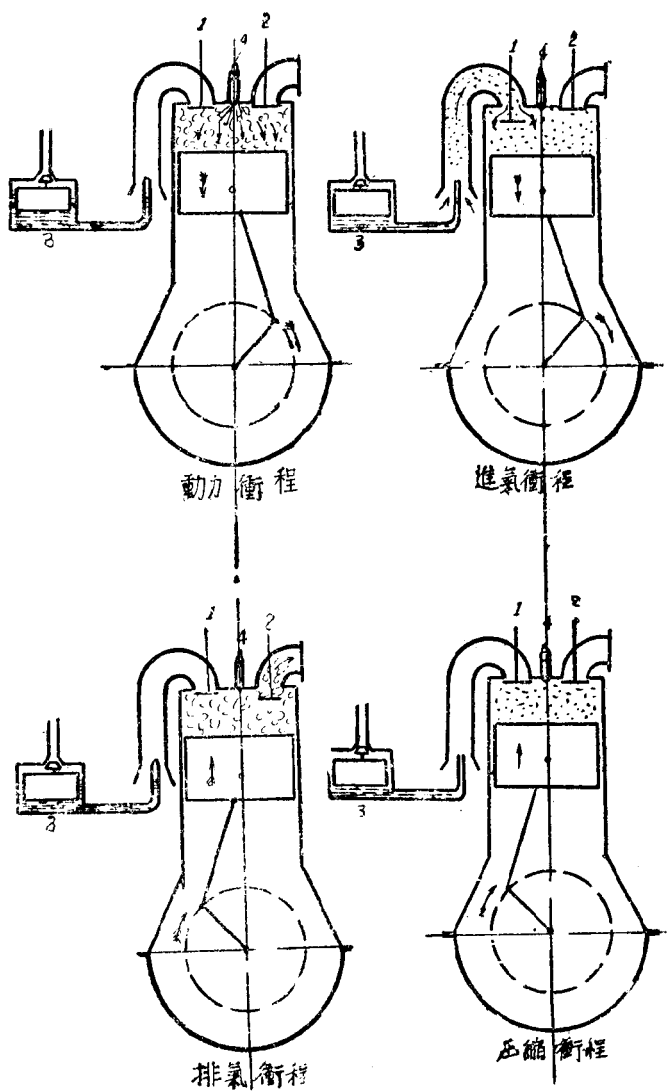


图 1-1 四冲程汽油机简图

阀都关闭之后，混合气被压缩，温度与压力升高，汽油进一步汽化，与空气混合得更充分了，为燃烧作好了准备。因为压缩的是油与气的混合气，压缩终点的温度必须低于汽油的发火点(440~500°C)；因此汽油机的压缩比都较小，一般为5~7。压缩终了时的压力约为6~10公斤/厘米²，温度约为350~450°C。

(三) 动力冲程 当压缩终了，活塞到达上死点前某一角度时，火花塞产生电火花将混合气点燃，混合气迅速燃烧。这时由于活塞在上死点附近，气缸容积变化很小，所以燃烧过程是在气缸容积近似不变的情况下进行的。燃烧时的最高压力达25~50公斤/厘米²，最高温度达1800~2000°C。由于高温高压燃气的膨胀，推动活塞下行而作功。随着气缸容积的增大，燃气的压力和温度逐渐下降，到膨胀过程终了时，压力约为3~6公斤/厘米²，温度为1100~1500°C。

(四) 排气冲程 当膨胀终了，活塞到下死点前某一角度时，排气阀开。废气利用其高压自行排出缸外。待活塞上行时再将剩余的废气排挤出去。排气终了时废气的压力约为1.1~1.2公斤/厘米²，温度约为700~800°C。

为了进气充分，排气干净，汽油机也采用使进、排气阀早开晚关的办法来达到此目的。由于进入的是油与气的混合气，为防止混合气从排气阀逸出，汽油机的重开角一般比柴油机的小。下面是小型四冲程汽油机BJ11的配气定时。

	开 启	关 闭	延 续 角 度
进气阀	上死点前37°	下死点后62°	279°
排气阀	下死点前52°	上死点后13°	245°

二、二冲程汽油机工作原理

小型二冲程汽油机大都没有单独的扫气泵，而采用所谓曲轴箱扫气。它就是把曲轴箱封闭起来，利用活塞的往复运动造成曲轴箱的容积变化，将混合气吸入并压缩，当扫气孔打开时再进入气缸进行扫气。

图 1-2 所示为二冲程汽油机的简图，在它的气缸上除有扫气孔、排气孔之外，还有与汽化器相通的进气孔。这三个孔的开关均由活塞所控制。

当活塞上行关闭排气孔以后，气缸内的混合气被压缩，而活塞背面曲轴箱的容积增大，当压力降低到 $0.4\sim 0.6$ 公斤/厘米²时，活塞将进气孔打开，混合气进入曲轴箱。当活塞快到上死点时，火花塞产生电火花，点燃缸内的混合气。燃气的压力温度急剧升高，待活塞转过上死点后，燃气膨胀推动活塞下行而作功。当活塞下行关闭进气孔后，混合气停止进入曲轴箱内，这时由于活塞继续下行，曲轴箱容积不断减小，混合气便受到压缩。由于曲轴箱的余隙容积较大，其压力一般只有 $1.3\sim 1.4$ 公斤/厘米²左右。

当活塞下行到将排气孔打开时，这时具有 $3\sim 5$ 公斤/厘米²压力的废气从排气孔排出气缸，因而气缸内废气的压力迅速下降，继之活塞又将扫气孔打开，这时曲轴箱内混合气的压力已大于气缸内废气的压力，混合气便进入气缸，同时继续排气，开始了换气过程。当活塞转过下死点又向上运

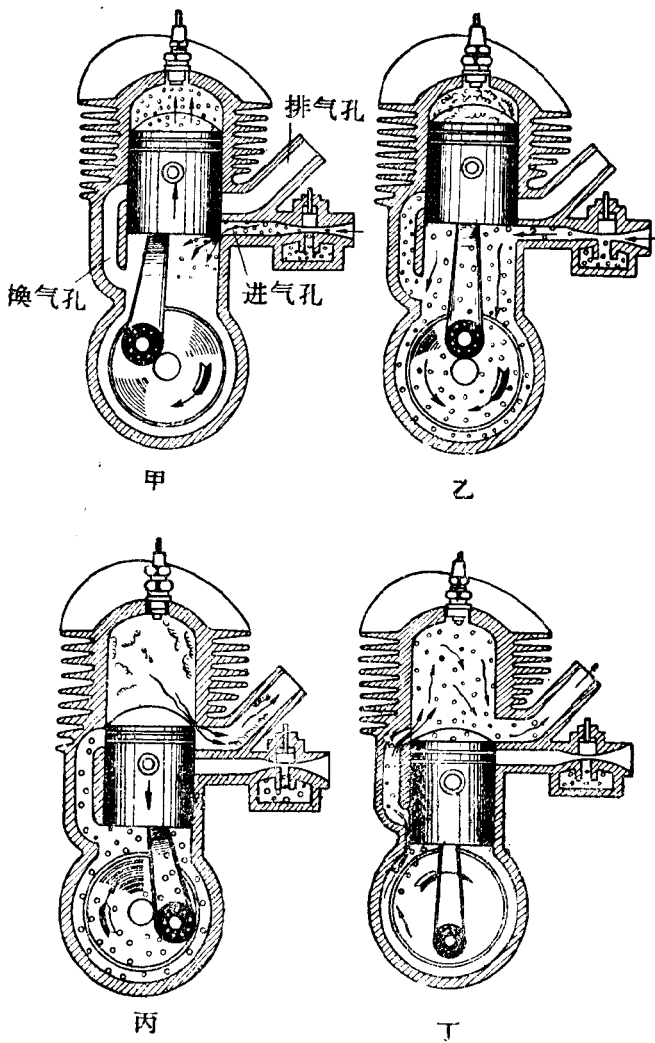


图 1-2 二冲程汽油机简图

动，相继关闭扫气孔和排气孔之后，就又开始了新的循环。

上面介绍的二冲程汽油机工作原理，按照扫气流方向或气孔的配置方法来分类，是属于横流扫气，除此之外，小型二冲程汽油机还广泛采用回流式扫气。采用这两种扫气方式，在气缸里都存有扫气死角，易于残留废气；但其最大的优点是结构简单，所以才为小型二冲程汽油机广泛采用。直流式扫气效果虽好，但由于结构复杂，在小型汽油机上则未见采用。

混合气如何进入曲轴箱也即如何控制进气口的开关，称为进气方式。小型二冲程汽油机的进气方式一般有三种，如图 1-3 所示。第一种是活塞控制式的，它的进气口开闭时间对称于上死点（见图 1-4），若开闭的时间一扩大，进到曲轴箱的混合气又会被压出去，使进气量不够充分，因而出现了第二种回转阀式的。它是把进气口从气缸移到曲轴箱上，在曲轴的圆形曲柄臂上设有扇形切口或在曲轴上装有专门的控制阀。进气口的开闭时间和上死点不对称，

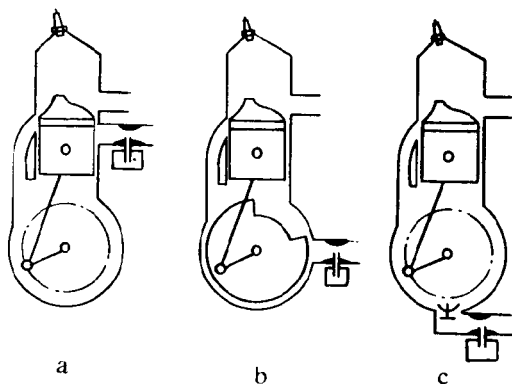


图 1-3 小型二冲程汽油机的进气方式

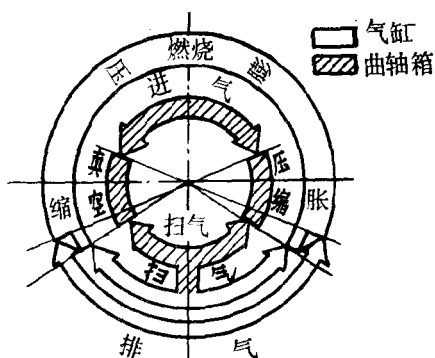


图 1-4 活塞控制式二冲程汽油机定时图

进气比较充分；但因结构复杂，加工精度要求高，且耐久性差。另外考虑到气流惯性随转速的变化，进气口的这一开闭时间仅仅能在某一转速下保证进气比较充分；在其他转速下则就不能了。因而对工况、转速多变的二冲程汽油机，这种方式就不太合适，所以又出现了第三种簧片阀式的。它的进气口也是设在曲轴箱上，在进气口上有用合金钢作的薄簧片(厚0.2~0.3毫米)单向阀，它自动控制阀的开闭，当曲轴箱内的压力低于外界的大气压力时，簧片阀开启，混合气进入曲轴箱；当曲轴箱内的压力高于外界大气压时，簧片阀关闭，曲轴箱内的混合气开始受压缩。这一方式进一步提高了进气量，增加了功率。因此现代小型二冲程汽油机，有越来越多的采用簧片阀式进气的趋势。

本讲义将要介绍的海鸥-16 和 B J 15 汽油机就属于回转阀式的，而67式汽油机则是簧片阀式的。下面是这三种汽油机的进气、扫气和排气的开关定时比较表。

机 型		B J 15	海 鸥-16	67 式
进气方式		回 转 阀	回 转 阀	簧 片 阀
扫气方式		横 流 式	横 流 式	横 流 式
进 气	开 启	上死点前133°	上死点前129°	
	关 闭 延 续	上死点后59° 192°	上死点后51° 180°	
扫 气	开 启	下死点前57.5°	下死点前60°	下死点前61°
	关 闭 延 续	下死点后57.5° 115°	下死点后60° 120°	下死点后61° 122°
排 气	开 启	下死点前69°	下死点前70°	下死点前75°
	关 闭 延 续	下死点后69° 138°	下死点后70° 140°	下死点后75° 150°

活塞控制进气口的开闭时间，一般为上死点前后55°~70°，即延续110°~140°，与上表所列回转阀式的进气延续角度相比，显然要小得多，因而进气量就少。

小型二冲程汽油机由于没有配气机构、扫气泵和单独的润滑系统，所以结构特别简单，制造容易，使用方便。但是由于它采用混合气扫气，以致耗油率较大，这是它的缺点。

第二节 汽油在发动机内的燃烧

汽油在发动机内的燃烧过程，就是将燃料的化学能转变为热能的过程。由于燃烧而发出的热量使燃气的压力和温度升高，然后将其中一部分能量转变为机械功。汽油燃烧是否完全，影响放出热量的多少，因而影响燃气作功的

能力，也就是影响了发动机的功率。而燃烧放热的时机是否合适，影响燃气在气缸中作功的有效性。我们希望汽油在短时间内及时的完全的燃烧，但也并不希望在极短的时间内烧完。因为燃烧太快，往往最高燃烧压力 P_z 太高，气体压力升高太急，从而使发动机的主要机件受到很大冲击力量的作用，发出明显的敲击声，这样就容易损坏机件并降低其寿命。所以对燃烧过程的要求是：燃烧即要完全、及时而又要燃烧平稳。由此说明，燃烧过程虽短，但却是影响发动机性能的一个极重要的过程。

一、汽油在气缸内的正常燃烧

汽油机的燃料和空气是在缸外混合的，因此在进气冲程进入气缸的是可燃混合气。在压缩过程中，由于混合气被压缩及缸内一些高温机件的暖热而温度升高，混合气进行了一系列的物理化学变化，为燃烧作了一定的准备。待

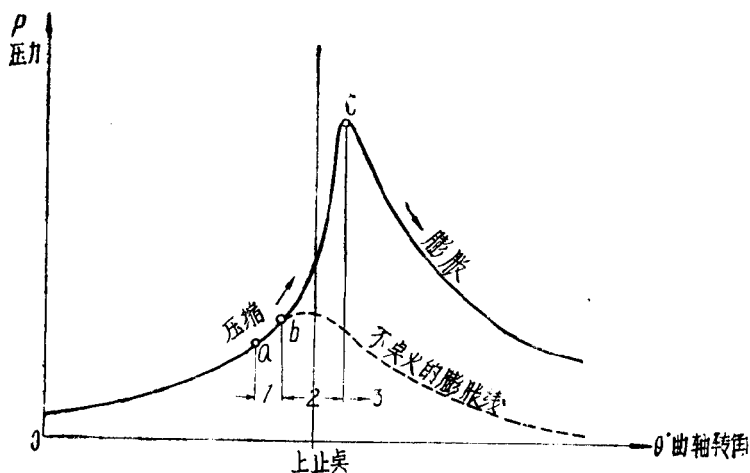


图 1-5 汽油机的燃烧过程

压缩后期火花塞发出电火花,混合气的化学反应显著加剧,最后形成火焰中心,发生明显的燃烧并向整个燃烧室传播。汽油机的燃烧过程是非常短的,对于小型汽油机来说,若转速为4000转/分,从火花塞点火到明显燃烧时期终止所占曲轴转角即使有 60° ,这段时间也只不过0.0025秒。在明显燃烧时期结束后,可能还有少量的混合气在膨胀过程中继续燃烧。图1-5是汽油机燃烧过程的展开示功图。火花塞于a点产生火花,于b点出现火焰中心,明显燃烧期于c点结束。通常把从点火开始到火焰中心形成这段时间叫做诱导期(或隐蔽燃烧期),从火焰形成到火焰传到最后燃烧部分的混合气所经历的时间叫做火焰传播期(或明显燃烧期),在膨胀过程中进行的燃烧叫余燃期。

(一) 诱导期(a—b)

混合气由于受到压缩和气缸中高温机件的暖热,它的温度和压力不断升高,使混合气中一部分燃料分子在与空气中的氧接触时,开始了氧化过程;但这种氧化过程进行得很缓慢,尚不能使混合气发火燃烧。当点火之后,火花塞附近的混合气温度迅速升高,加速了此处混合气的氧化反应,放出的热量增多,这又使该处的混合气温度更加升高,到一定程度即形成了火焰中心,开始发火燃烧。这段时间在整个燃烧过程中约占15%。在这一阶段内,混合气燃烧的范围很小,放热不多,压力升高不大,所以气缸中的压力变化规律和压缩过程曲线很相近。

(二) 火焰传播期(b—c)

火焰中心形成后,由于热量的传递,处于火焰外层的混合气受热而温度迅速升高,当超过发火温度时即着火,如此继续引起更外层混合气的燃烧,于是形成火焰的传播

现象。它是以近似球面的形状和 15~30 米/秒的速度进行的,不断地使未燃混合气燃烧。由于燃烧的混合气量增加,放热量急增;加之气缸的容积变化甚微,所以燃气的温度和压力迅速升高。在示功图上它是 以气体压力开始离开压缩线的时刻(b点)为起点,以最高压力点c为终点。

燃烧室内火焰的传播过程如图1-6所示。这是一四冲程汽油机的燃烧室,火花塞位于左侧,火焰从左向右传播。火花塞在上死点前 26° 点火,图中的各弧线表示火焰的阵面,图中的数字表示火焰到达此处的曲轴转角(数字的“-”号表示上死点前,“+”号表示上死点后)。

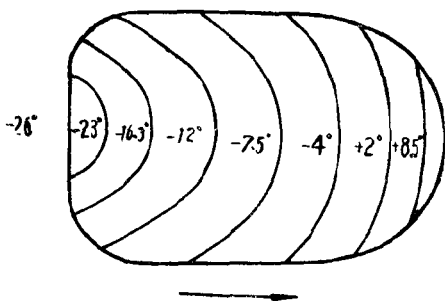


图 1-6 燃烧室内火焰的传播

(三) 余燃期

在火焰已经传遍整个燃烧室,有些燃料由于还没有得到充分的氧化或是没有得到足够的反应时间,因而未能燃烧完全,使其在膨胀过程的初期仍有燃烧放热的现象,这种现象就称为余燃。这一阶段燃烧的燃料不超过全部燃料的6~8%。有时余燃甚至拖延到整个排气过程,以致高温的废气在下一循环的进气冲程开始时窜入进气管和汽化

器，引燃了新鲜混合气，造成汽化器的回火现象。余燃期过长会引起发动机的功率下降，经济性变差。这是由于余燃是在气缸容积迅速增大的情况下进行的，燃料燃烧放出的热量不能充分利用，很大一部分被冷却水和废气带走所造成的。

二、不正常燃烧

(一) 爆震燃烧

在火花塞点火之后，火焰开始传播。在火焰传播的过程中，火焰前面的未燃混合气由于受到已燃混合气的压缩和热辐射而温度、压力升高，加速了未燃混合气的化学变化。离火焰中心越远，这一反应的时间就越长。如果在正常火焰未到达之前，这部分混合气引起自燃形成新的火焰中心，产生新的火焰传播，这种情况与正常燃烧就不同了。这种新的火焰传播速度高达1500~2000米/秒，使未燃混合气迅速燃烧，几乎带有爆炸的性质，这就叫爆震燃烧。由此可见，爆燃是由于燃料的自燃而引起的，通常又是发生在最后氧化的小部分燃料中。由于爆震燃烧迅速，气体容积来不及膨胀，温度和压力急增，形成压力波，并以超音速的速度向外传播，撞击缸壁，发出尖锐的敲缸声。从爆燃时的示功图上(图 1-7)也可以看出，在明显燃烧期之末膨胀之初，压力有急剧的波动，这就是有压力波存在的证明。在爆燃时除压力升高和产生有敲缸声的压力波外，还由于爆震区的高温引起燃烧产物分解成简单产物，还会析出自由炭，使得在排气中不断地出现黑烟和火星。由于强压力波对气缸壁的反复冲击，使缸壁表面的附面层和油膜遭到破坏，因而燃气对缸壁的散热增加，使气缸等机件的温度升高，冷却系统过热，热损失增加。这不仅会