

# 活 塞 6 ( 6 甲 ) 型 发动 机 学 教 科 书

( 机 械 学 员 用 )

成都军区空军航空机务训练团

一九九一年十二月

# 活塞6（6甲）型 发动 机 学 教 科 书

（机械学员用）

成都军区空军航空机务训练团

一九八八年十二月

## 说 明

《活塞6（6甲）型发动机学教科书》是根据空军航空工程部1987年《关于编写机务新兵训练大纲、教材的意见》的通知精神与要求，本着贯彻“教育要面向现代化，面向世界，面向未来”的方针进行编写的。本书为初教6型飞机机械员学员的专业教材。编写时，根据“从部队实际需要出发，立足现有装备，适当照顾发展，按照培养目标和要求，合理安排教学内容的深度和广度”的原则，以1980年兰空机务新兵教材编写组编写的《航空活塞式发动机原理教科书》和《初教6型飞机发动机构造教科书》为基础，并广泛收集有关活塞6（6甲）型发动机构造的不同版本的教科书、讲义和技术资料作为参考。在编写过程中，根据“加强基本知识，基本技能的训练以及机务工作安全教育和维护作风教育”的原则，我们适当增加了一些基础内容，并对原有的内容做了适当的修改和补充，增加了一些插图。以适合于初教6型飞机机械员进行专业学习使用。

本书分一、二两篇。第一篇的内容是航空活塞式发动机原理；第二篇的内容是活塞6（6甲）型发动机构造。本教科书全部内容讲授完毕约210学时；第一篇为48学时，第二篇为162学时。

# 目 录

## 第一篇 航空活塞式发动机原理

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第一章 物理学知识.....           | (1)  |
| 第一节 运动和力.....            | (1)  |
| 第二节 功和能.....             | (4)  |
| 第三节 气体的性质.....           | (6)  |
| 第二章 航空活塞式发动机的一般介绍.....   | (9)  |
| 第一节 航空活塞式发动机的组成和分类.....  | (9)  |
| 第二节 航空活塞式发动机的基本工作原理..... | (12) |
| 第三节 航空活塞式发动机的性能评定.....   | (14) |
| 第三章 航空活塞式发动机的工作过程.....   | (17) |
| 第一节 进气过程.....            | (17) |
| 第二节 压缩过程.....            | (21) |
| 第三节 燃烧过程.....            | (22) |
| 第四节 膨胀过程.....            | (29) |
| 第五节 排气过程.....            | (29) |
| 第六节 活塞式发动机的定时图.....      | (31) |
| 第四章 航空活塞式发动机的功率和经济性..... | (33) |
| 第五章 航空活塞式发动机的特性.....     | (38) |
| 第一节 负荷特性.....            | (38) |
| 第二节 螺旋桨特性.....           | (39) |
| 第三节 高度特性.....            | (42) |

## 第二篇 活塞 6 (6 甲) 型发动机构造

|                |      |
|----------------|------|
| 第六章 概述.....    | (44) |
| 第七章 主要机件.....  | (47) |
| 第一节 气缸活塞组..... | (47) |
| 第二节 曲轴和连杆..... | (50) |
| 第三节 气门机构.....  | (53) |
| 第四节 机匣.....    | (56) |
| 第五节 减速器.....   | (57) |
| 第六节 增压器.....   | (58) |

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 第七节 附件传动机构.....          | (62)         |
| <b>第八章 散热装置.....</b>     | <b>(63)</b>  |
| <b>第九章 滑油系统.....</b>     | <b>(67)</b>  |
| 第一节 滑油系统的一般介绍.....       | (67)         |
| 第二节 附件的构造和工作情形.....      | (70)         |
| 第三节 滑油冲淡.....            | (75)         |
| 第四节 滑油系统的维护.....         | (77)         |
| <b>第十章 汽油系统.....</b>     | <b>(79)</b>  |
| 第一节 汽油系统的一般介绍.....       | (79)         |
| 第二节 供油附件.....            | (82)         |
| 第三节 汽化器.....             | (86)         |
| 第四节 汽油系统的维护.....         | (93)         |
| <b>第十一章 点火系统.....</b>    | <b>(95)</b>  |
| 第一节 点火系统的一般介绍.....       | (95)         |
| 第二节 磁电机.....             | (96)         |
| 第三节 电嘴.....              | (105)        |
| 第四节 磁电机开关和控制电门.....      | (106)        |
| 第五节 电缆和防波装置.....         | (107)        |
| 第六节 点火系统的维护.....         | (108)        |
| <b>第十二章 螺旋桨和调速器.....</b> | <b>(110)</b> |
| 第一节 螺旋桨的基本数据和构造.....     | (110)        |
| 第二节 调速器.....             | (114)        |
| 第三节 螺旋桨和调速器的维护.....      | (117)        |
| <b>第十三章 起动系统.....</b>    | <b>(118)</b> |
| 第一节 起动系统的一般介绍.....       | (118)        |
| 第二节 附件的构造和工作情形.....      | (118)        |
| 第三节 起动系统的维护.....         | (122)        |

## 附 录

|          |       |
|----------|-------|
| 附录一..... | (124) |
| 附录二..... | (129) |

# 第一篇 航空活塞式发动机原理

## 第一章 物理学知识

航空活塞式发动机是一种将热能转换为机械能的机器。在发动机内热能转换为机械能，必须利用气体作为媒介物质。所以，在学习发动机原理之前，有必要预先学习有关气体性质和能量转换等物理学知识以及力学知识。

### 第一节 运动和力

#### 一、直线运动

##### (一) 机械运动

自然界中存在着许多运动形式，在这些运动形式中，最简单最普遍的是机械运动。机械运动是指一个物体相对于其它物体或者是物体内部的一部分相对于另一部分的位置变动。飞机起飞时，飞机对机场的位置不断变动，飞机就在作机械运动；拉长或压缩弹簧的时候，弹簧各部分相互间的位置不断变化，弹簧就在作机械运动。机械运动通常又简称运动。

##### (二) 匀速直线运动

###### 1. 速度

物体在单位时间内通过的路程叫做速度。速度用来表示物体运动的快慢程度。在国际单位制中，速度的单位是米/秒。

###### 2. 匀速直线运动

沿直线运动的物体，在任何相等的时间内通过的路程都相等，这种运动就叫匀速直线运动。

##### (三) 变速直线运动

沿直线运动的物体，如果在相等的时间内通过的路程不相等，则这种运动叫做变速直线运动。

###### 1. 平均速度

在变速运动中，物体通过的路程跟所用时间的比值，叫做物体在这段时间内的平均速度。

###### 2. 即时速度

运动的物体在某一瞬间或者通过某一点时的速度，叫做该点的即时速度（或瞬时速度）。

#### （四）匀变速直线运动

##### 1. 匀变速直线运动

物体作变速直线运动的时候，在相等的时间内，速度的变化量都相等，那么这种运动叫做匀变速直线运动。

##### 2. 加速度

速度变化的快慢程度，通常用加速度来表示。速度的变化跟发生这一变化所用的时间的比值，叫做加速度。在国际单位制中，加速度的单位是米/秒<sup>2</sup>。

#### （五）运动的合成与分解

许多运动都可以看成是由两个或两个以上的运动合成的。例如小船沿OC方向过河（图1—1所示），可以看作是由两个运动合成的，一个是小船沿OA方向的航行运动，另一个是小船沿OB方向被河水冲向下游的运动。小船沿OA、OB方向的运动称为分运动，沿OC方向的运动称为合运动。

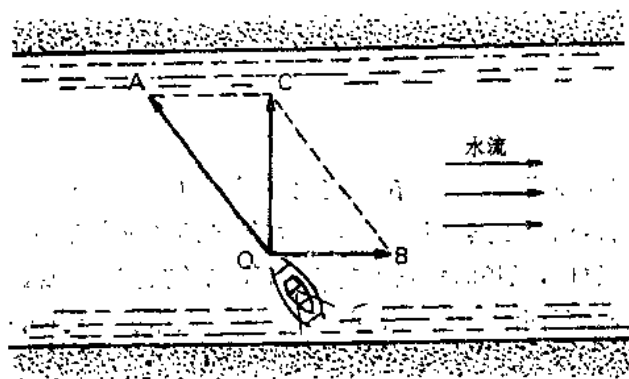


图 1—1

合成运动的速度称为合速度；分运动的速度称为分速度。因速度是矢量，故速度的合成与分解可以用平行四边形法则求得。

## 二、力、物体的平衡

### （一）什么是力

人们在实践中最初是从用力时的肌肉感到紧张来认识力的，以后逐渐认识到力可以使物体变形，也可以改变物体的运动状态；而且不论力来自人体或其它物体，都会发生这种变化。例如用手拉弹簧或在弹簧下挂重物，都可以使弹簧伸长；用人力推飞机或者用汽车牵引飞机，都可以改变飞机的运动状态。

人们通过长期实践，将丰富的感性认识发展为理性认识，产生了力的概念。力就是一个物体对另一个物体的作用。力不能脱离物体而独立存在，没有物体也就没有什么力；力是使物体形状和物体运动状态发生变化的原因。

在国际单位制中，力的单位是牛顿；通常把力的大小、方向、作用点称为力的三要素。

常见的力有重力、弹力、摩擦力等。

## （二）力的合成与分解

力的合成和合力的概念，也是在生产斗争中产生的。例如在施工工地上，十几个人一齐用力可将一件笨重的物体运走；同时只使用一台拖拉机来替换那十几个人，也可以将这个笨重的物体运走。这说明一个力的作用，可以等效地代替十几个力的共同作用。如果一个力能等效地替换几个力，那么这个力就叫做那几个力的合力，那几个力就叫做这个力的分力。求几个力的合力叫做力的合成。

在生产实践中，有时需要将几个力合成为一个力；有时又需要将一个力分解成几个力，以研究各个分力对物体运动产生的不同效果。把一个力分解为和它等效的两个力（或两个以上的力），叫做力的分解。

## （三）力的平衡

物体在几个力的作用下，保持静止状态或匀速直线运动状态，叫做力的平衡。作用在物体上几个力的平衡条件是：作用在物体上所有的力的合力等于零。

例如飞机平飞时受到四个力的作用（图1—2），飞机的飞行高度变化取决于飞机升力（Y）和飞机的重量（G）的合力；飞行速度的变化取决于推力（P）和空气阻力（X）的合力；因此，保持飞行高度不变的条件是：

$$Y = G$$

保持飞行速度不变的条件是：

$$P = X$$

此时，四力的合力等于零。

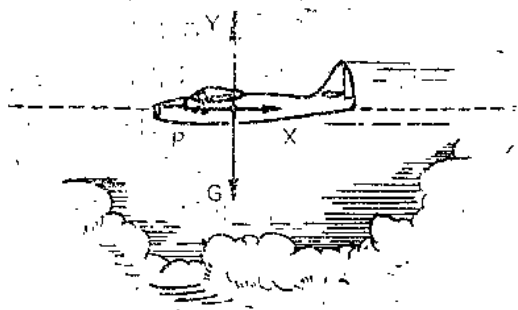


图1—2 平 飞

## 三、牛顿运动定律

### （一）牛顿第一运动定律

任何物体；如果没有受到外力的作用，或者作用在物体上诸外力的合力始终为零时，总是保持原来的静止状态或匀速直线运动状态。

牛顿第一运动定律揭示出任何物体都有保持原来运动状态不变的性质，这种性质叫做惯性，任何物体在任何情况下都具有惯性。

牛顿第一运动定律还告诉我们，物体在不受外力作用时，总是保持匀速直线运动状态或静止状态，也就是没有加速度；而当物体受到外力作用时，就不能保持原来的运动状态，也就产生了加速度。由此可见，力是使物体改变运动状态，产生加速度的必要条件。

### （二）牛顿第二运动定律

物体运动的加速度跟作用力成正比，跟物体的质量成反比，而加速度的方向与作用力的方向相同。用数学形式表示就是



$$a = \frac{F}{m}$$

式中  $a$  是加速度； $F$  是作用力； $m$  是物体的质量。

### (三) 牛顿第三运动定律

两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反的。

物体之间的作用总是相互的，作用和反作用也是不能孤立存在的。作用力和反作用力虽然大小相等、方向相反，但它们分别作用在两个物体上，因此是绝不会相互平衡的。

## 四、圆周运动和转动

### (一) 圆周运动

物体沿着圆周运动是一种常见的运动。飞机盘旋时的运动，车轮上各点的运动，飞机螺旋桨上各点的运动等等，都是圆周运动。

物体作圆周运动时，运动方向不断改变，它在圆周上任一点的运动方向，就是该点的切线方向。速度的方向跟运动方向是一致的，所以，圆周运动中物体在任一点的速度方向，也是该点的切线方向。

### (二) 向心力和离心力

物体运动时，由于惯性的存在，物体始终有保持匀速直线运动状态不变的趋势，要改变物体的运动方向使之作圆周运动，必需有外力的作用。例如，在绳子的一端拴一石块，手拿着绳子的另一端使石块旋转做匀速圆周运动，为了使石块作匀速圆周运动，在它上面必须作用着一个大小不变而方向指向圆心的力，通常这个力就称为向心力。向心力与物体速度方向垂直（即与物体所在点的切线方向垂直）。

作匀速圆周运动的物体，既然受到向心力的作用，自然它对另一物体也会作用一个和向心力大小相等、方向相反的作用力，这个力就是离心力。

### (三) 力矩

力作用在物体上，有时能使物体沿力的作用线方向发生移动，有时能使物体绕某一固定转动轴转动，物体绕固定轴转动的效果的大小是用力矩来度量的。通常把转轴到力的作用线的垂直距离，叫做力臂，把力和力臂的乘积，叫做力对转轴的力矩。用公式表示时，力矩的大小为

$$M = FL$$

式中： $M$  表示力矩； $F$  表示力； $L$  表示力臂。

## 第二节 功 和 能

### 一、功和功率

加力于物体，使物体沿力的方向移动了一段距离。我们便说，这个力对物体作了功。例如，用手向上举起重物，人就对重物作了功。气缸内的气体膨胀，推动活塞运

动，气体就对活塞作了功；反之，活塞压缩气体，活塞就对气体作了功。在物体移动的距离相同的情况下，物体所受的力越大，作的功越多；在物体所受的力相同的情况下，物体移动的距离越大，作的功越多。功的大小，等于作用在物体上的力和物体沿力的方向移动的距离的乘积。

如果用  $F$  表示力， $S$  表示物体沿力的方向移动的距离，则力对物体所作的功 ( $L$ ) 为：

$$L = F \cdot S$$

功的常用单位是公斤·米。

例如，气缸内的气体以5000公斤的力作用在活塞上，并在保持这个力不变的条件下推动活塞，使活塞移动了0.15米（见图1—3），气体力对活塞所作的功为：

$$L = F \cdot S = 5000 \text{ 公斤} \times 0.15 \text{ 米} = 750 \text{ 公斤} \cdot \text{米}。$$

人们在生产实践中，不仅要知道某物体（或机器）做功的多少，还需要知道物体做功的快慢。物体做功的快慢，用功率来表示。物体在单位时间内所作的功，叫做功率。常用符号  $N$  表示。功率越大，说明物体在一定的时间内作的功越多；或者说，完成某一定量的功所花费的时间越少。

如果用  $t$  表示做功时间， $L$  表示在这段时间内所作的功，则功率为：

$$N = \frac{L}{t}$$

功率的常用单位是公斤·米/秒或马力。1 马力等于 75 公斤·米/秒。

例如，气缸内气体在0.1秒钟内，对活塞所作的功为 750 公斤·米，功率为：

$$N = \frac{L}{t} = \frac{750}{0.1} = 7500 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒} = 100 \text{ 马力}。$$

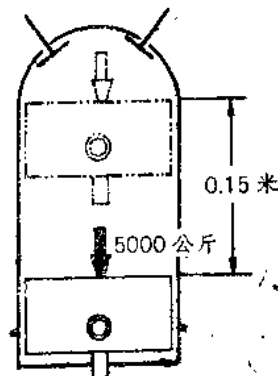


图1—3 气体对活塞做功的示意图

## 二、能，能量守恒和转换定律

物体的能，只有在物体对另一物体做功时才能表现出来。一个物体能做功，就说这个物体具有能。能就是表示物体做功的本领的物理量。物体具有的能的大小，是用它能够做功的多少来衡量的，能和功采用的单位相同。

能的形式很多，常见的有机械能、热能、电能等等。

机械能是动能和位能的总称。动能是指物体由于自身的运动而具有的能。例如，风（流动的空气）具有动能，能够吹动风车而做功。物体运动速度越大，动能也越大。位能是指物体由于位置升高或弹性物体变形后而具有的能。例如，高山上的水具有位能，向下流动时能够冲动水车而做功。

热能是物体内部大量分子作无规则运动所具有的动能。物体内部分子无规则运动的速度越大，热能也越大。因为气体分子无规则运动的速度大小，可以通过温度的高低

来表示,所以,一定质量的气体,温度越高,热能也越大。

能不但具有各种形式,而且在一定条件下,各种形式的能还可以互相转换。例如,活塞压缩气体,对气体做功时,机械能转换成了气体的热能,气体的温度随之升高;反之,气体膨胀,推动活塞做功时,气体的一部分热能转换成了机械能,气体的温度随之下降。又如,火力发电机把煤燃烧后放出来的热能转换为电能;电能又可以通过电动机转换为机械能。无论能的形式怎样变化,在转换过程中,能量的总值始终保持不变。也就是说,能量既不能消灭,也不能创造,只可以由一种形式转换为另一种形式。这就是能量守恒和转换定律。

航空活塞式发动机,是将燃料(汽油)燃烧后所放出来的热能,转换为带动螺旋桨旋转的机械能的一种机器。在转换过程中,燃料所放出的热能,有一部分损失掉了,只有一部分转换为机械能。把转换为带动螺旋桨旋转的机械能和转换过程中损失的能加在一起,其总值仍等于燃料所放出的热能。

### 第三节 气体的性质

#### 一、气体的特点

气体、液体、固体都是由分子组成的。分子间都有间隙。所有分子时时都在作无规则的运动。分子与分子间都有相互作用的力。这些就是气体、液体、固体的共同点。我们要认识气体,必须了解气体的特点。与固体液体相比,气体的特点主要是:分子间的间隙和分子无规则运动的速度最大,分子间的相互作用力最小。由于气体具有这些特点,气体最容易膨胀和压缩,人们选择气体作为发动机内热能转换为机械能的媒介物质。

#### 二、气体的状态参数

热能转换为机械能是通过气体状态的变化来实现的。气体的状态,可以用一些物理量来表示。能够表示气体状态的物理量,叫做气体的状态参数。通常用压力、温度和比容作为气体的状态参数。

##### (一) 压力

气体垂直作用在器壁单位面积上的力,叫做压强,工程技术上,习惯于把压强称为压力,用符号 $P$ 表示。

作用于器壁的气体压力,是大量气体分子撞击器壁而形成的。由于气体分子的数目很多,分子又时刻以很大的速度作无规则运动,所以器壁上经常受到大量气体分子的撞击。这种大量气体分子对器壁连续撞击的总效果,便表现为气体作用在器壁上的压力。

常用的压力单位是公斤/厘米<sup>2</sup>。测量气体压力常用的单位有毫米汞柱和工程大气压。

1毫米汞柱的压力,等于高度为1毫米的汞柱的重力对其底面所产生的压力,它的数值等于0.00136公斤/厘米<sup>2</sup>。

1 工程大气压力，等于 1 公斤/厘米<sup>2</sup>或 736 毫米汞柱的压力。

## (二) 温度

气体的温度就是气体的冷热程度。气体温度的高低，是由气体内部大量分子无规则运动速度的大小来决定的。

向气体加热时，分子无规则运动的速度增大，气体的温度升高；反之，气体冷却时，分子无规则运动的速度减小，气体的温度降低。

温度的分度方法叫做温标。常用的温标有摄氏温标和绝对温标，它们分别用 $^{\circ}\text{C}$ 和 $^{\circ}\text{K}$ 表示。用摄氏温标为单位表示的温度，叫摄氏温度，符号为 $t$ 。用绝对温标为单位表示的温度，叫绝对温度，符号为 $T$ 。摄氏温度与绝对温度大小相同，只是选取的零度不同。摄氏温标规定：在一个物理大气压下，纯水结冰的温度为零度。而绝对温度是以摄氏零下 273 度为零度。摄氏温度和绝对温度的关系，如图 1—4 所示，并可用下式表示： $T = t + 273$ 。

## (三) 比容

单位质量的气体所占有的容积叫做比容，用符号 $V$ 表示，常用的比容的单位是米<sup>3</sup>/公斤。

一定质量的气体，容积变大，分子变疏，比容增大；气体被压缩时，容积缩小，分子变密，比容减小。因此，比容的大小说明分子的疏密程度。

## 三、气体状态参数间的关系

气体状态变化时，气体的压力、温度和比容三个状态参数的变化，是互相联系和具有一定的规律的。

### (一) 气体的压力与温度的关系

气体的温度升高时，分子无规则运动的速度增大，每个分子撞击器壁的力量也增大。此时，如果保持气体的比容不变，气体的压力必然增大；相反，温度降低时，压力减小。例如，压瘪了的乒乓球，经开水一泡，球内气体压力增大，就可以把乒乓球鼓起来。由实验得知，在保持比容不变的条件下，气体的压力与温度成正比。

### (二) 气体压力与比容的关系

在保持气体的温度不变的条件下，气体的比容减小时，撞击到器壁单位面积上的分子数目增多，压力增大；相反，当比容增大时，压力则减小。例如，向车胎内充气时，气体的比容减小，压力增大；放掉车胎内的一部分气体以后，气体的比容增大，压力减小。由实验得知，在保持温度不变的条件下，气体的比容与压力成反比。

### (三) 气体的温度与比容的关系

热胀冷缩是物体的一般性质。一定质量的气体，在保持压力不变的条件下，温度升高时会引起体积膨胀，比容增大；相反，温度降低时，体积缩小，比容减小。由实验得知，在保持压力不变的条件下，气体的比容与温度成正比。

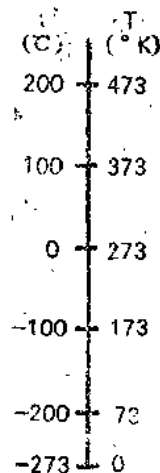


图 1—4 摄氏温度和绝对温度的关系图

#### 四、气体在收敛形和扩散形管道内的流动

我们知道，当气体流过一个粗细不同管道时，气体的流速和压力要发生变化。实践证明在流速和压力变化的同时，气体的其它参数，如气体的温度和比容也将发生变化。下面我们通过研究气体在收敛形管道和扩散形管道内的流动，来进一步认识流速、压力、温度和比容等参数综合变化的规律。

##### (一) 气体在收敛形管道内的流动

气体流过收敛形管道时（如图1—5），随着通道截面积的逐渐缩小，气体的流速逐渐增大，气体的压力便逐渐减小。由于气体具有容易膨胀的特点，在压力减小的同时，气体会发生显著的膨胀，比容增大。在气体比容增大的情况下，气流速度一定要更大一些才能在单位时间内流过同样数量的气体。所以，在同样的条件下，气体和水流过相同的收敛形管道，比较起来，气流的速度要增大得更多一些。此外，根据气体状态参数的关系可知，气体流过收敛形管道，温度还会降低。

由此可知，气体流过收敛形管道，是一个膨胀加速的过程。在这个过程中，气体的流速增大，压力减小、比容增大、温度降低，气体的部分热能转换成了动能。

##### (二) 气体在扩散形管道内的流动

气体流过扩散形管道时（如图1—6），同流过收敛形管道的情况相反。由于通道截面积逐渐扩大，气流速度逐渐减小，气体压力则逐渐增大。在气体压力增大的同时，气体被显著地压缩，比容减小。根据气体状态关系可知，这时气体的温度升高。因此，气体流过扩散形管道，是一个减速加压的过程。在这个过程中，气体的流速减小、压力增大、比容减小、温度升高，气体的部分动能转换成了热能。

应当指出，上面所讲的气体在管道内运动的规律，只适用于低速气流。

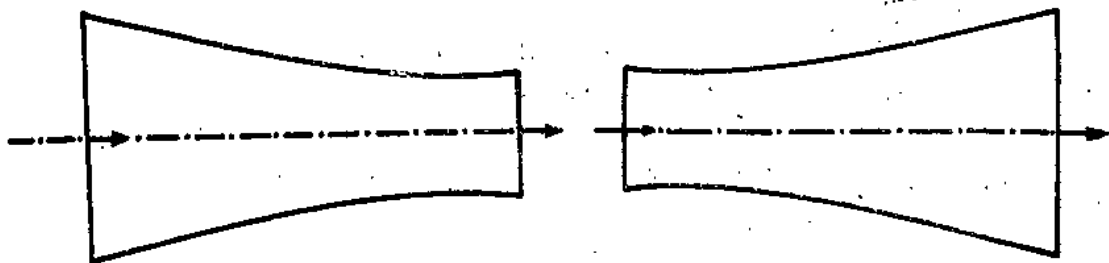


图1—5 收敛形管

图1—6 扩散形管

## 第二章

# 航空活塞式发动机的一般介绍

学习航空活塞式发动机原理，应该首先对这种发动机有一个概括的认识。航空活塞式发动机的型式千差万别，构造繁简不一，但是它们的基本组成和基本工作原理都大体相同。本章主要介绍航空活塞式发动机的组成和基本工作原理，为深入学习以后各章打下基础。

### 第一节 航空活塞式发动机的组成和分类

#### 一、航空活塞式发动机的组成

##### (一) 主要机件

航空活塞式发动机的主要机件包括气缸、活塞、连杆、曲轴、气门机构和机匣，如图 2—1 所示。

气缸固定在机匣上，它是燃料进行燃烧并将燃料燃烧后放出的热能转换为机械能的地方。活塞装在气缸内，用来承受燃料燃烧后所产生的压力。连杆用来连接活塞和曲轴，将活塞承受的力传给曲轴，推动曲轴旋转。曲轴支承在机匣内，用来转动螺旋桨和带动各种附件工作。气门机构由进气门、排气门和一套传动零件组成。它由曲轴带动工作，自动控制进气门和排气门的开启和关闭。机匣是发动机的壳体，用来支承曲轴，安装气缸、气门机构和各种附件。活塞、连杆和曲轴连接在一起，叫做曲拐机构，参看图 2—2。

发动机工作时，活塞作往复直线运动，曲轴作旋转运动。活塞在气缸内运动有两个极限位置：活塞距曲轴旋转中心线最远的位置，叫做上死点；活塞距曲轴旋转中心线最近的位置，叫做下死点。上死点与下死点之间的距离，叫做活塞行程。上死点与下死点之间的气缸容积，叫做气缸工作容积。活塞在上死点时，活塞顶以上的气缸容积，叫做燃烧室容积。活塞在下死点时，活塞顶以上的气缸容积，叫做气缸全容积，它等于燃烧室容积与气缸工作容积之和。

##### (二) 工作系统

航空活塞式发动机不但要具备上面所讲的主要机件，而且还必须有相应的工作系统以确保发动机的工作。各工作系统由若干个附件组成。航空活塞式发动机一般都设有燃料、点火、润滑、冷却、起动等工作系统。

燃料系统供给发动机工作时所需要的燃料。点火系统在适当的时机产生电火花，点

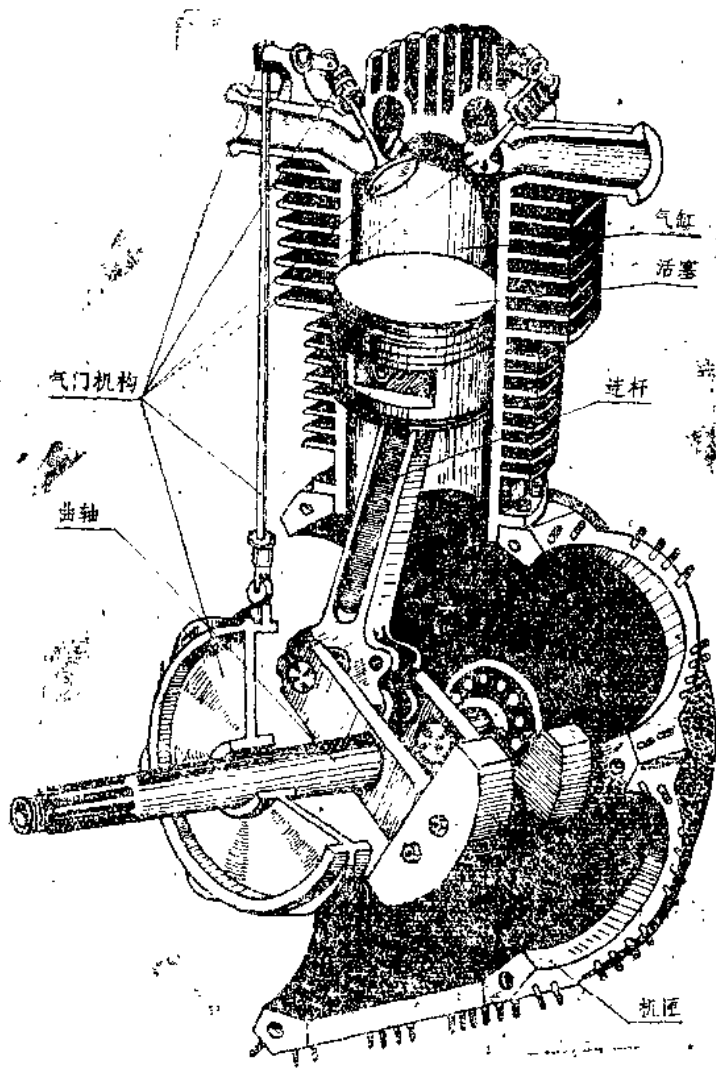


图 2—1 航空活塞式发动机的主要机件

燃气缸内的混合气。润滑系统保证发动机各摩擦部分得到良好的润滑，以减小摩擦阻力，减轻机件和附件的磨损。冷却系统用来冷却发动机，保证发动机各机件在合适的温度下工作。起动系统用来起动发动机，使发动机由静止状态转入正常工作。

## 二、航空活塞式发动机的分类

航空活塞式发动机的构造比较复杂，形式多种多样，可以根据不同的特征来进行分类。

(一) 按气缸的排列方式不同，可以

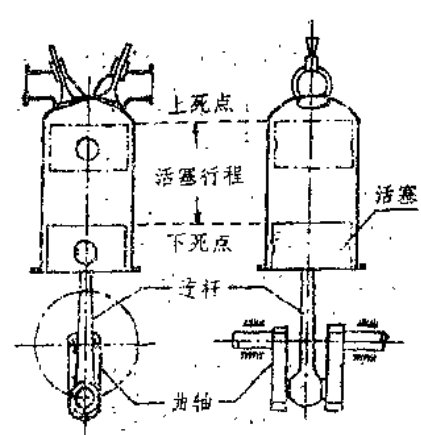


图 2—2 曲拐机构

分为直列型发动机和星型发动机。直列型发动机的气缸在机匣上从前到后排列成一行或几行，常见的有直立型和V型发动机两种。直立型发动机的所有气缸，排列成一行，如图2—3 a所示。V型发动机的气缸排列成两行。从发动机的正前方看，它的形状象字母V，如图2—3 b所示。星型发动机的气缸按辐射状均匀地排列在机匣的周围，常见的有单排星型发动机和双排星型发动机两种。单排星型发动机有五气缸、七气缸、和九气缸三种，图2—4 a所示为单排五气缸星型发动机。双排星型发动机的两排气缸数目相同，但彼此交错安装。双排星型发动机有十四气缸和十八气缸两种，图2—4 b所示为双排十四气缸发动机。

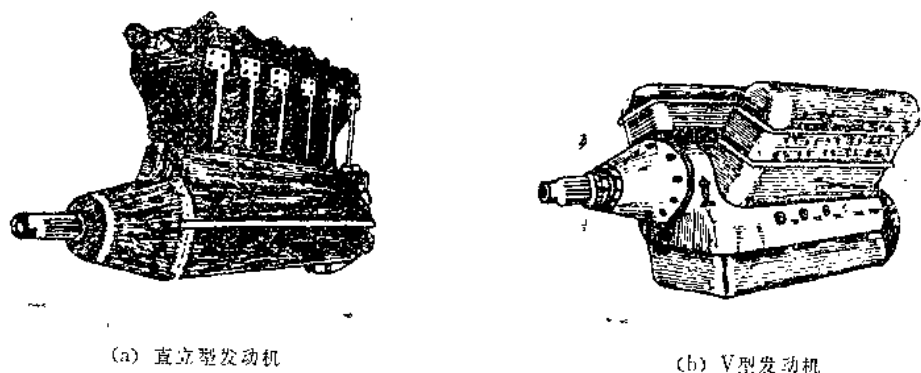


图2—3 直列型发动机

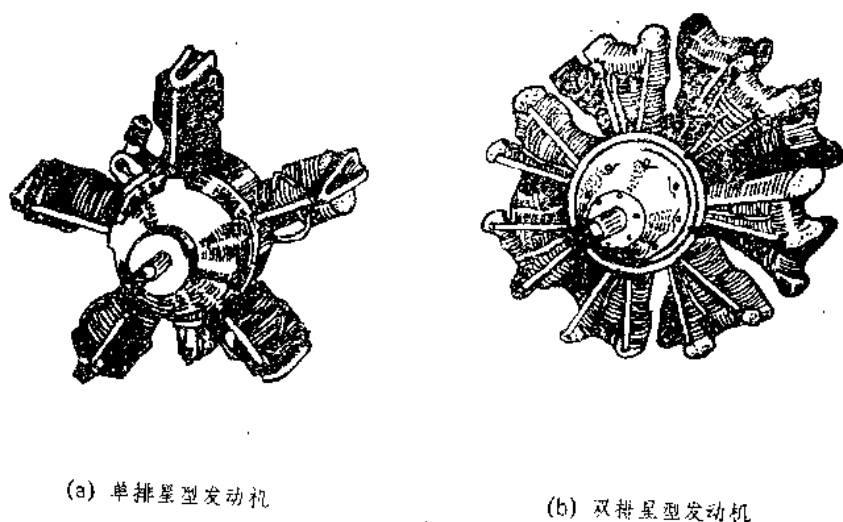


图2—4 星型发动机

(二) 按空气进入气缸前是否增压，可分为吸气式发动机和增压式发动机。吸气式发动机工作时，外界空气被直接吸进气缸。增压式发动机上装有增压器，空气在增压器内提高压力后，再进入气缸。



(三) 按混合气形成的方法不同, 可分为汽化器式发动机和直接喷射式发动机。汽化器式发动机装有汽化器。发动机工作时, 燃料与空气在汽化器内混合, 形成混合气, 然后进入气缸。直接喷射式发动机装有直接喷射装置。发动机工作时, 由直接喷射装置向气缸内喷入燃料, 燃料与空气在气缸内混合, 形成混合气。

(四) 按发动机的冷却方法不同, 可分为气冷式发动机和液冷式发动机。图 2—4 所示的星型发动机就是气冷式发动机。气冷式发动机直接利用迎面吹来的气流冷却气缸。液冷式发动机如图 2—5 所示, 它利用液体流过气缸周围来冷却气缸。

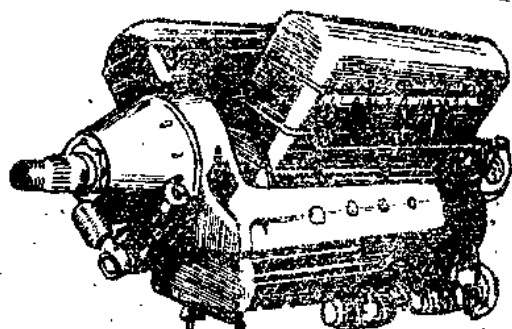


图 2—5 液冷式发动机

## 第二节 航空活塞式发动机的基本工作原理

### 一、四行程发动机的基本工作原理

发动机工作时, 是一次接着一次将燃料燃烧后放出的热能转换为机械能的。完成一次热能转换为机械能, 活塞来回运行四个行程的发动机叫做四行程发动机。航空活塞式发动机都是四行程发动机。这四个行程分别叫做进气行程、压缩行程、膨胀行程和排气行程。

#### (一) 进气行程

进气行程的作用是使气缸充满新鲜混合气。

进气行程开始时, 活塞位于上死点, 进气门打开, 排气门关闭。活塞在曲轴的带动下, 由上死点向下死点运动, 气缸容积不断扩大, 压力降低, 新鲜混合气被吸入气缸 (图 2—6 a), 活塞到达下死点时, 进气门关闭, 进气行程结束。

#### (二) 压缩行程

压缩行程的作用是对气缸内新鲜混合气进行压缩, 为混合气燃烧后膨胀做功创造条件。

压缩行程开始时, 活塞位于下死点, 进、排气门始终都关闭着。活塞在曲轴带动下, 由下死点向上死点运动, 气缸容积不断缩小, 混合气受到压缩 (图 2—6 b), 温度和压力不断升高, 活塞到达上死点时, 压缩行程结束。

在压缩行程结束的瞬间, 电咀产生电火花, 将混合气点燃, 进行燃烧, 放出热能,