

本书是建筑机械工人技术学习丛书之一，以国产建筑机械常用的动力装置——4146A型柴油机为主，着重叙述其工作原理、构造、使用、保养以及故障的分析和排除。

本书是与《推土、铲运机》、《挖土、起重机》、《建筑机械修理》等书配套使用的，是上述各书的一个组成部分。

本书可作推土、铲运、挖土、起重机等驾驶和修理工人自学读物，也可作技工培训读物。

\* \* \*

本书由陕西省机械施工公司主编。

派出人员参加审查讨论的单位有：

陕西省建筑工程局教材编审组。

## 建筑机械工人技术学习丛书

### 发 动 机

陕西省建筑工程局〈发动机〉编写组

\*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

\*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：6 1/4 字数：136 千字

1974年11月第一版 1976年1月第二次印刷

印数：44,901—98,480册 定价：0.40元

统一书号：15040·3168

## 出 版 说 明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国基本建设战线形势一片大好。“百年大计，质量第一”的思想深入人心。新老工人为革命钻研技术的热情更加高涨。

为了适应广大建筑职工，特别是青年工人学习技术的需要，陕西省建筑工程局和有关单位，以工人、技术人员和领导干部相结合的方式，组织编写了这套“建筑机械工人技术学习丛书”。

这套丛书计划分《发动机》、《推土、铲运机》、《挖土、起重机》、《塔式起重机》、《建筑机械修理》、《建筑结构吊装》等册，将陆续出版。

这套丛书的深浅程度，一般是按一至四级技工应知应会的内容编写的，着重介绍操作技术，辅以必要的理论知识；对于工程质量标准和安全技术，作了适当的叙述；各工种有关的新技术、新机具和新材料，也作了必要的介绍。

这套丛书可供具有初中文化程度的工人作自学读物，也可作技工培训读物。

目前，有关的规范、规程正在修订、编制过程中，本书如有同规范、规程不一致的地方，以规范、规程为准。

中国建筑工业出版社

1974年6月

# 目 录

概 述 .....	1
第一章 发动机的一般构造和工作原理 .....	3
第一节 发动机工作的基本概念 .....	3
第二节 发动机的工作循环 .....	6
第三节 发动机的基本结构 .....	10
第二章 曲轴-连杆机构 .....	12
第一节 气缸体 .....	12
第二节 连杆-曲轴组的构造 .....	19
第三节 气缸盖 .....	40
第三章 配气机构 .....	50
第一节 功用及工作原理 .....	50
第二节 配气机构、减压装置的工作原理及构造 .....	54
第三节 正时齿轮的安装及配气机构的调整 .....	62
第四章 润滑系统 .....	67
第一节 润滑系统的功用和分类 .....	67
第二节 润滑系统的工作循环 .....	68
第三节 润滑系统各部件的构造 .....	71
第五章 冷却系统 .....	85
第一节 冷却系统的功用和分类 .....	85
第二节 水冷却系统的工作循环 .....	86
第三节 水冷却系统的构造 .....	88
第六章 柴油机的供给系统 .....	100
第一节 柴油的供给装置 .....	101
第二节 柴油的喷射装置 .....	108
第三节 调速器 .....	122

第四节	喷油角度自动提前器	127
第五节	进排气装置	129
第六节	柴油机的增压和增压器	132
第七章	汽油机的燃料供给及点火系统	136
第一节	汽油机的燃料供给系统	136
第二节	汽油机的点火系统	148
第八章	发动机的使用及燃润油料	157
第一节	发动机的起动装置	157
第二节	发动机的起动	161
第三节	常用的燃润油料	169
第九章	发动机的技术保养及故障排除	173
第一节	发动机的技术保养	173
第二节	发动机的故障排除	176
附 录		190
一、	4146A、B型柴油机的主要技术数据	190
二、	4146B型柴油机的改进	191
三、	292型汽油机的主要技术数据	192
四、	6135G型柴油机的主要技术数据	193

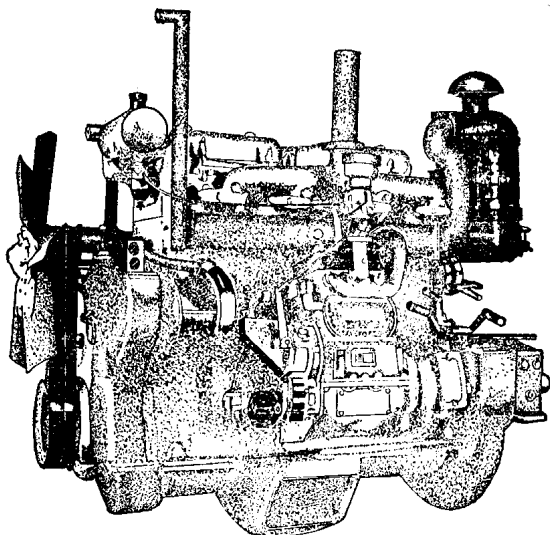
## 概 述

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国社会主义革命和建设事业不断发展，基本建设取得了新的成就。建筑安装企业施工的机械化程度日益提高，特别是土方工程和结构吊装的施工机械化程度提高得更加迅速，这对于加速工程进度、保证工程质量、提高劳动生产率、减轻笨重体力劳动、降低工程造价等都具有十分重要的意义。

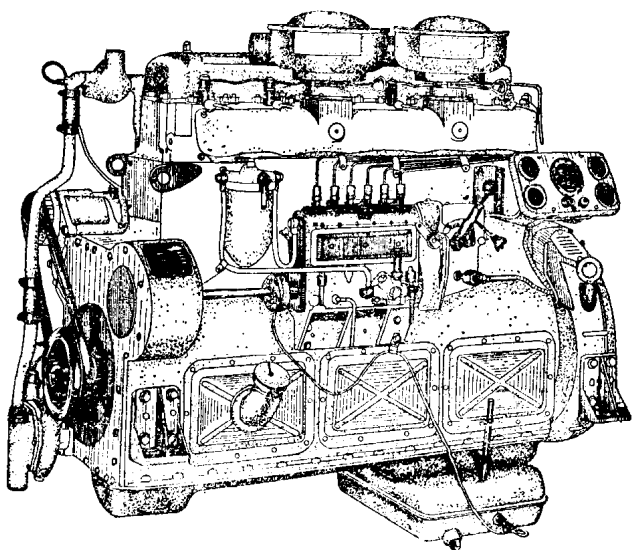
广大建筑机械工人，在批林批孔运动的推动下，抓革命，促生产，为革命认真钻研技术的热情更加高涨，努力做到正确地操作和维修机械，保证机械的正常运转，提高机械出勤率，为社会主义革命和社会主义建设事业作出更大的贡献。

建筑系统的土方和起重机械普遍采用内燃机作动力，特别是以柴油机作动力的居多。本书系与“建筑机械工人技术学习丛书”中的《推土、铲运机》、《挖土、起重机》等书配套使用。因此，以4146A型柴油机（包括292型汽油机）为题材，并分曲轴-连杆机构、配气机构、润滑系统、冷却系统、燃料供给系统和点火系统等章节加以叙述。为了使读者明了柴油机的构造，从而能正确地操作和维修机械起见，本书比较详细地叙述了上述各机构和各系统的构造（附有构造图）、工作原理及其功用，以及调整、维护保养和判断故障的原因及其排除方法等。

此外，还简要地介绍了6135型等柴油机的构造和工作原理。



4146A 型柴油机全貌图



6135G 型柴油机全貌图

# 第一章 发动机的一般构造和 工作原理

## 第一节 发动机工作的基本概念

使用液体燃料（如汽油或柴油）或气体燃料（如煤气或沼气），在气缸内燃烧而产生压力来推动机械“作功”的机械，称为内燃发动机。一般将烧汽油的称为汽油机，烧柴油的称为柴油机。本书着重介绍建筑机械中所常用的柴油机的构造及其工作原理。

### 一、功与功率

“功”就是力和距离的乘积，例如某机械将重量2吨的重物升高2米，我们就说这个机械所作的“功”为4吨米或4000公斤米。所以衡量机械作“功”的能力的单位一般为“吨米”或“公斤米”。在单位时间内（以秒为单位）所作的“功”称为“功率”。

$$\text{功率} = \frac{\text{功}}{\text{时间}}$$

功率的单位是“瓦”（KW）或“马力”（公制为PS，英制为HP）。一般交流电动机采用“瓦”，发动机采用“马力”，例如4146A型柴油机的额定功率为90马力等，其相互之间的关系是：

$$1 \text{ 公制马力} = 75 \text{ 公斤米/秒}$$

1 英制马力=550呎磅/秒=76公斤米/秒

1 瓩=1.36公制马力=1.34英制马力

## 二、发动机的型号

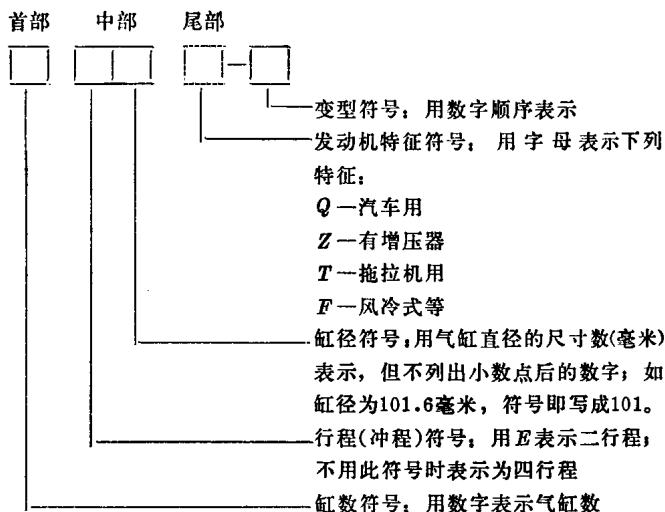
发动机的型号是区别发动机类型的标志。从型号中一般可以知道几种发动机大体上有什么不同。同时型号也涉及到系列化问题。所以我们应该熟悉型号，懂得型号的含义。

随着我国工业生产和科学技术的不断发展，发动机的种类及型式也越来越多，从构造最简单的单缸发动机到大功率的多缸发动机；从外形为直立式发动机到外形为“V”式、卧式、星形式、双列式发动机等；从使用的燃料说，又有汽油机、柴油机之分；从其工作原理来说有四行程和二行程之分等等。在这么多种类里要一下说明和分清某些发动机的特点是不容易的，因此就根据其外形、构造、工作原理、使用燃料的种类及气缸直径等特征编成编号规则，以便于分辨。同时为了生产和使用维修的方便，又制定了系列化。系列化就是将某一类型发动机定成标准化，并分成若干个马力等级。这样就利于零件制造和使用选择以及维修等，从而可大大提高生产率。我国的发动机系列一般都以气缸直径来分列，即数字代表气缸的直径尺寸。一般地说，同系列发动机，其主要零件彼此都可通用，如146系列内的4146型和6146型发动机的某些主要零件都能通用；135系列内的2135型、4135型、6135型、V12135型发动机的某些主要零件都能通用。系列的编号同时也是型号的组成部分，所以两者关系十分密切。

型号的含义及编制内容的次序，现摘录国家标准GB725-65的规定如表 1-1 所示，汽油机和柴油机是写在型号的最后边。



表 1-1



根据表1-1所示，如4146型柴油机，即是指四气缸、四行程、146毫米气缸直径、标准型的柴油机。如292型汽油机，即是指两气缸、四行程、92毫米气缸直径的汽油机。

有时，还可在短横前增加发动机的特征符号。

### 三、发动机的旋转方向和气缸编号

发动机的旋转方向和气缸编号，现摘录国家标准GB 726-65的规定如下：

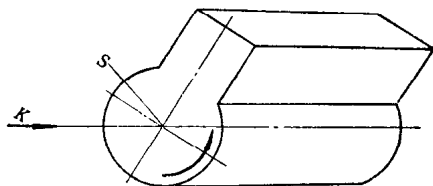


图 1-1 发动机的旋转方向确定示意  
K—视向；S—功率输出端

1. 旋转方向 内燃机的旋转方向是指其功率输出轴的转向而言。确定内燃机的旋转方向时，规定其观察视向由功率输出端朝自由端看（面对飞轮），如图1-1所示。

（1）凡输出轴顺时针方向旋转者称之为“右转”；

（2）凡输出轴逆时针方向旋转者称之为“左转”。

2. 气缸编号 不论内燃机的气缸排列型式如何，均应从自由端开始向功率输出端方向依次进行气缸编号，如图1-2所示。两列以上的多列式内燃机进行编号时，应首先确定气缸的列次，然后再按上述规定编列各缸的号码。

气缸列次的确定方法如下：由功率输出端朝自由端看，以垂直于输出轴中心线的水平线为基准，从该水平线的右端沿逆时针方向依次计数，最先遇到的一列气缸为第Ⅰ列，以后依次为第Ⅱ列、第Ⅲ列……等等。

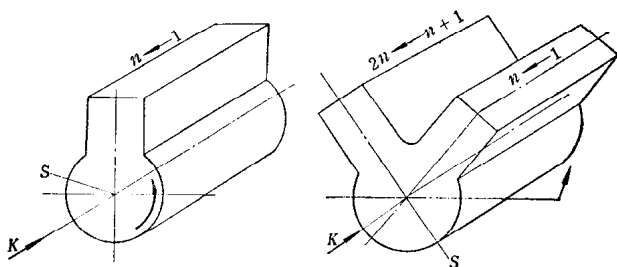


图 1-2 气缸排列编号示意

S—功率输出端；n—每列气缸数

## 第二节 发动机的工作循环

气体的形状和体积均可改变，如给气体加以压力，体积就会缩小，温度即随之增高；反之，体积增大，温度即降

低。活塞在气缸内由上死点向下移动的同时，使气缸内压力降低将空气吸入。当活塞上行时即将空气压缩，这时由于体积缩小很多（一般柴油机大约只有原来体积的 $1/16$ ），压力却增加很大，温度上升很高（可达 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$ ），一喷入柴油，立即燃烧爆发使体积膨胀而产生高压推动活塞下行，这就叫做工作行程。活塞下行后，又转为上行时排气门即打开，将气缸内的废气排出。上述进气、压缩、工作、排气的这样连续工作循环过程，称为发动机的工作循环。

用汽油作燃料的汽油机，其工作循环与柴油机相同，所不同的是汽油机吸入的是汽油与空气的混合气。同时，汽油机还专门设有点火装置，以点燃混合气。

### 一、四行程发动机的工作循环

四行程发动机的工作循环如图1-3所示。

1. 进气行程 当活塞从距曲轴中心最远的位置（最上位置或称为上死点）下行时，进气门开启，排气门关闭（图1-3甲），把空气（柴油机）或可燃混合气（汽油机）经过气门吸入气缸。在活塞下行到距曲轴中心最近的位置（最下位置或称为下死点）时，进气门关闭，进气行程即结束。

2. 压缩行程 当曲轴继续转动时，活塞由下死点上行（图1-3乙），进排气门关闭，将空气（或可燃混合气）压缩。

3. 工作行程 活塞行至上死点附近，从柴油机喷油嘴喷出的油雾，在高压气体中受高温作用而燃烧（汽油机的混合气则由电火花点燃），其气缸中的气体由于燃烧而膨胀将活塞推动下行（图1-3丙），由活塞带动连杆，使曲轴转动，即产生动力。

4. 排气行程 活塞再次向上运动，同时排气门开放（图1-3丁），将气缸内燃烧后的废气从排气门排出。排气以后

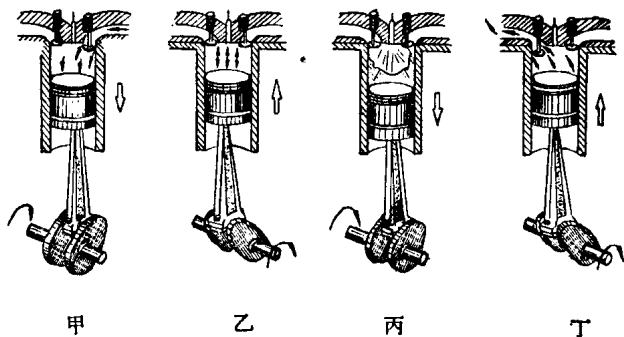


图 1-3 四行程发动机的工作过程  
甲—进气；乙—压缩；丙—工作；丁—排气

发动机即继续进行下一个工作循环。

活塞在上、下死点间往复运动的距离称为活塞的行程。活塞由上死点移动到下死点所空出的容积称为气缸的“工作容积”。活塞处在上死点时，在活塞顶上部的容积称为燃烧室容积。工作容积和燃烧室容积之和称为“总容积”。气缸总容积和燃烧室容积之比，叫做压缩比（图1-4）。

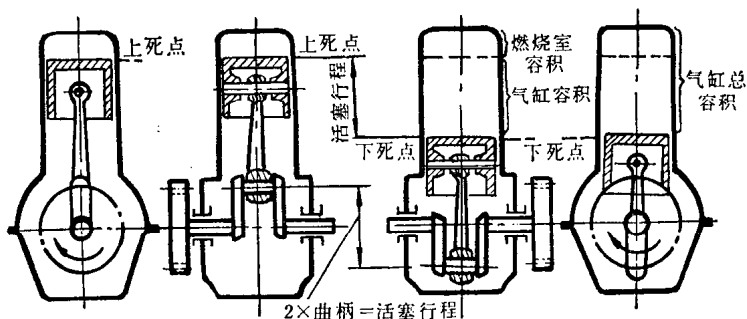


图 1-4 曲轴-连杆机构主要位置

四行程发动机，每个气缸在每个工作循环中，其活塞上与下行各两次，进、排气门各开闭一次而曲轴则旋转两周。其中只有一个行程工作，其余三个行程都是为完成工作行程作准备。单缸发动机在工作行程时，曲轴的转速大于准备行程时的转速，这样发动机就不能平稳工作，而多缸发动机则没此现象。例如四行程四缸发动机，其曲轴旋转两周中，就工作四次，因此，曲轴旋转较为均匀，发动机工作较为平稳。

## 二、二行程汽油机的工作循环

二行程汽油机每当曲轴旋转一周，经过两个行程即完成一个工作循环。

图 1-5 所示为曲轴箱换气的二行程汽油机工作简况。它的气缸壁上有进气口 2、扫气口 6 和排气口 1。进气口连通曲轴箱和汽化器，扫气口连通曲轴箱和气缸。

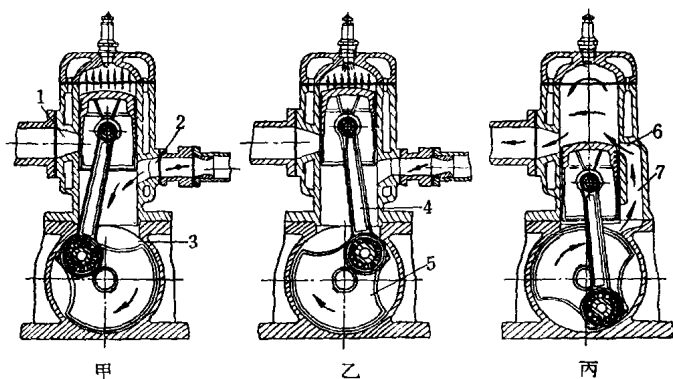


图 1-5 曲轴箱换气的二行程汽油机的工作简况

甲—曲轴箱的压缩和灌充；乙—工作行程和曲轴箱中的压缩；丙—废气的排出和扫除

1—排气口；2—进气口；3—曲轴箱；4—连杆；5—曲轴；6—扫气口；7—气缸与曲轴箱连接通路

二行程汽油机的工作混合气是经过曲轴箱由扫气口进入气缸的。当第一行程时，活塞向上行，从扫气口进入气缸的工作混合气受压缩，同时由于活塞上行，曲轴箱内压力降低，而吸入工作混合气（图1-5甲）。当第二行程时，气缸内的混合气由电火花点燃膨胀，推动活塞下行，并压缩曲轴箱内的工作混合气（图1-5乙）。当活塞下行越过排气口后，经过燃烧的废气即从排气口放出。压缩过的工作混合气，从曲轴箱经扫气口进入气缸内，进行下一个工作循环。

二行程汽油机没有气门机构，其构造比较简单。由于它工作行程的频率较大，所以工作比较平稳。它的功率为相同条件的四行程发动机的1.5~1.6倍。但是废气不能排净，甚至有一部分未燃混合气也被排走，因此不甚经济。二行程汽油机主要应用在摩托车上，或作为柴油机的起动机。

### 第三节 发动机的基本结构

发动机的工作原理如上所述，它在构造上是比较复杂的。图1-6所示为4146A型柴油机的结构剖示。为了阐述得更加清楚，现将整个发动机分解成几个机构和系统来研究。

曲轴-连杆机构是发动机的主要部件。它由气缸体、气缸盖、活塞、连杆、曲轴等零件组成。活塞承受燃烧时的压力，在气缸内作往复运动，通过连杆带动曲轴旋转，输出动力。

配气机构的主要功用是按时供给气缸新鲜空气或可燃混合气，并及时排出燃烧后的废气。它由进气门、排气门等主要部件组成。

发动机很多机件都是在高速高压的情况下工作，为了减

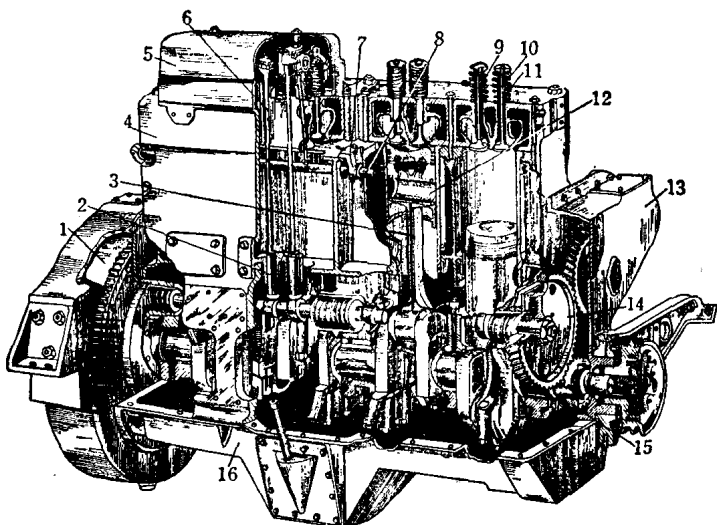


图 1-6 4146A型柴油发动机结构

1—飞轮，2—顶杆，3—连杆，4—气缸盖，5—气门室盖，6—推杆，  
7—托架，8—减压轴，9—排气门，10—进气门，11—气门弹簧，12—  
活塞销，13—正时齿轮室盖，14—凸轮轴齿轮，15—曲轴齿轮，16—  
油底壳

少摩擦，应对其很好地进行润滑。润滑系统的功用就是按照需要给发动机的各运动部分提供润滑油料。

由于燃料在气缸内燃烧，发动机工作时温度很高，所以需要冷却系统，以降低温度，保证其正常工作。

燃料在通过配气机构进入气缸前的一系列工作机构，统称为燃料供给系统，包括油箱、滤清装置和喷射装置等等。

## 第二章 曲轴-连杆机构

曲轴-连杆机构是发动机的主要部件，它由气缸盖、气缸体、连杆-曲轴组等组成。

### 第一节 气 缸 体

气缸体是发动机的骨架，各个零部件都以它为安装的基础。图2-1所示为4146A型柴油机的气缸体。它是一个形状复杂的整体式铸铁件，它的气缸套为湿式、可换式的。气缸体的内外有很多小孔、管道及平面。它主要是由上半部的气缸体（上缸体）1、中部的曲轴箱（箱体）9、下半部的油底壳（油槽）5及安装在缸体内的气缸套（缸套）13所组成。

图2-2所示为292型汽油机的气缸体。

有些发动机的气缸体为可分式，其上缸体与气缸套为单一的，同一体的机件，可以单独更换（此型式均用于风冷式发动机上）。

#### 一、4146A型柴油机气缸体构造

1. 如图2-1所示之4146A型柴油机气缸体的上缸体1，其内部全部为冷却水道，其中右边的水道和上缸体外壁之间有一个气门推杆室，它和水道是不相通的。前后壁上的两个孔31是用来安装减压杆轴的，减压手柄及其连接机件也装在后壁上。上平面是一个要求很高经过精加工的平面，在工作中应细心保护，如损坏就容易出现漏水漏气等现象。平面上



共有30个螺柱，其中18个螺柱的直径较粗，12个螺柱的直径较细，用来固装气缸盖；在中间有四个气缸套座孔，用来安装气缸套13。气缸套座孔上端有台阶，下端有圆孔，以保证气缸套的垂直度和稳定性。在缸体平面上的每个缸套座孔周围有四个水道孔，都和缸盖相对应，供通水之用。

气缸体右侧的外壁有水道孔11，它和柴油滤清器预温水道相连接。在气缸体右侧下部有四个大小相同的方孔12，是安装气门顶杆导架之用。

气缸体左侧的外壁（图2-1）的下部与曲轴箱9连接处有两块长方形水道盖板28，盖住两个长方形孔。此孔一方面是制造工艺上的需要，另一方面是为了在清洗水道时的需要。这两块盖板上都有一个孔道，前面那块盖板上的进水孔27较大并带有接盘，水泵出水管就安装在这上面，以供给发动机冷却用水；后面那块盖板上的放水孔29装有水塞，供使用中换水和放水之用。

2. 曲轴箱（箱体）9，是上承上气缸体，下接油底壳5的中间体。它是整个发动机的安装基础，是个非常重要的机件。它的宽度比上缸体稍宽，以适应曲轴旋转时摆动范围的需要。在气缸体左侧外壁上有两个中间凹下、四周凸起的封闭式的安装平面26。这个平面和垂直线成 $12^\circ$ 角，是用来安装汽油起动机。气缸体右外侧的最前部有一安装平面19，是用来安装调速器及喷油泵的。这个平面上有两个止钉和一个润滑油孔20，还有六个螺孔。止钉是确定喷油泵的位置之用。机油孔有一凸出的止肩，套一锥形胶圈，安装后能起封闭作用。靠近后部处，有一安装面17，此平面是用来安装分油板的。在这个范围内有三个孔23、24、25。其中23是主油道的进油口，这个口上的螺帽是固装主油道用的；24为直通