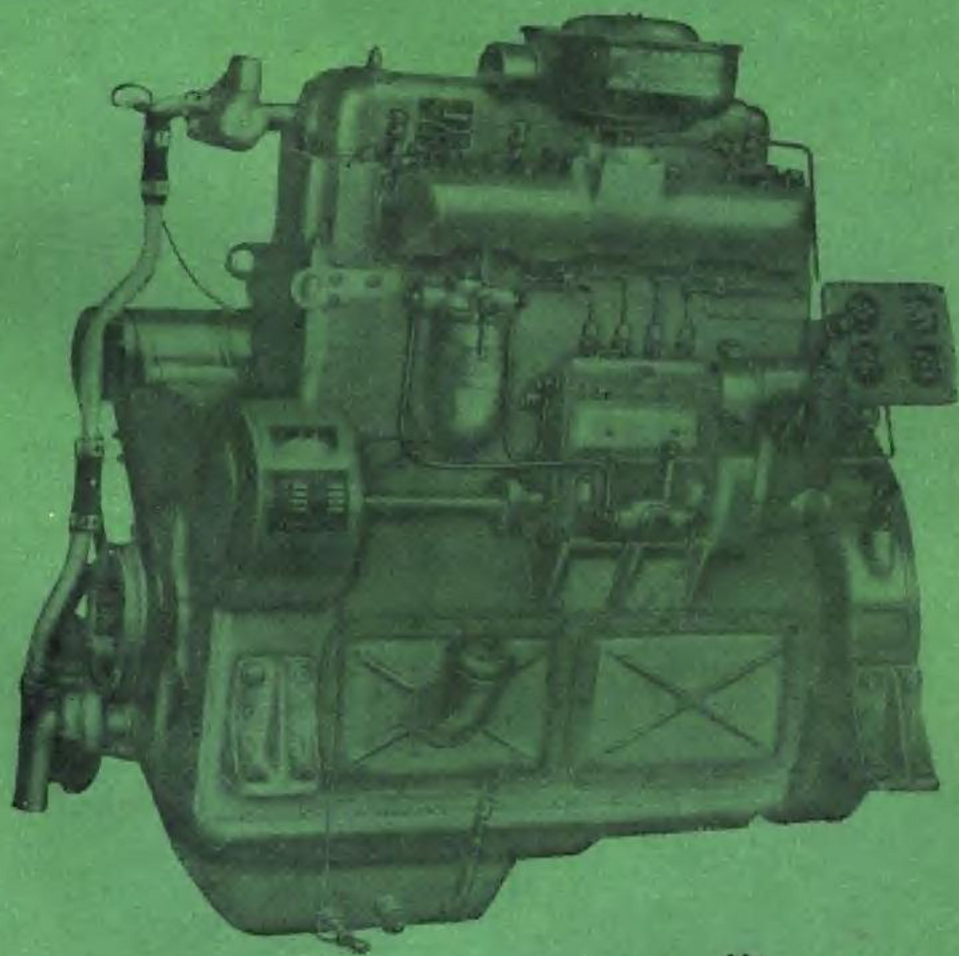


中等专业学校教材

内燃机与空压机

李贵忠 主编



地质出版社

内 容 简 介

本教材是根据地质矿产部中等地质学校钻探专业《内燃机与空压机》课程教学大纲编写的。

在内燃机部分中,对我国地质勘探队常用的105、125、135和解放CA—10B等系列的中、小型内燃机的工作原理、构造特点、以及维护保养、故障分析等作了较详细的介绍。同时也附有一些常用的数据和资料,以备工作中参考。

空压机部分主要介绍了单作用活塞式空压机的工作原理、构造、使用及维护保养。概要地阐述了螺杆式空压机的工作原理及结构特点。

本书除可做为中等地质学校钻探专业的教材,也适用于中专的坑探专业、设备管理等专业。对地质、冶金、煤炭部野外地质队探矿技术人员和工人亦可做为参考书。

本书由李源明主审,经地质矿产部中专探工教材编审委员会于84年9月主持召开的审稿会议审稿,同意作为中等专业学校教材使用。

中等专业学校教材 内 燃 机 与 空 压 机

李贵忠 主编

责任编辑:刘济生

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 15 字数: 349,500

1986年6月北京第一版·1986年6月北京第一次印刷

印数: 1—8,760册 定价: 2.10元

统一书号: 13038·教251

前 言

本教材是根据地质矿产部教育司1983年7月制定的中等地质学校钻探专业《内燃机与空压机》课程的教学大纲（试行）编写的。编写时考虑到坑探专业、探矿设备管理专业的需要，在原试用教材基础上增加了一些内容。本书除作为中专探矿专业的教材外，也可供探矿工程技术人员、技术工人参考。

鉴于目前探矿工程中作为动力设备的内燃机主要是柴油机。因此，本书内燃机部分重点介绍的是中、小型柴油机的构造、工作原理、使用及维护保养等基本知识，同时概要地介绍了汽油机的有关部分。空压机部分则重点介绍了低压、小型活塞式空压机及螺杆式空压机的结构、工作原理及使用保养。工程热力学基础部分的内容主要是为配合学习内燃机及空压机提供必要的基础理论知识。

参加本教材编写的人员有：长春地质学校李贵忠（第一篇第四章一至六节、第二篇第四章、第三篇），鲁瑶华（第一篇第一、二章、第四章第七节、第七章），云建军（第一篇第三、八章），昆明地质学校刘连升（第一篇第五、六、九章、第二篇第一、二、三章）。书内插图由刘玉华、刘霞描绘。

本教材承地质矿产部教材室李源明对全稿进行审阅，长春冶金地质专科学校刘济生编辑加工。在编写过程中，还得到有关厂、校的大力支持和帮助，编者在此表示感谢。

由于我们的业务水平有限，编写时间比较紧迫，书中难免出现不妥和差错之处，恳望读者给予批评指正。

编 者

一九八五年七月

目 录

第一篇 内燃机

第一章 内燃机概述.....	1
第一节 内燃机工作原理.....	1
第二节 内燃机的组成与分类.....	7
第二章 曲柄连杆机构与机体.....	16
第一节 曲柄连杆机构受力与平衡.....	16
第二节 活塞组.....	19
第三节 连杆组.....	25
第四节 曲轴飞轮组.....	29
第五节 机体.....	32
第三章 配气系统.....	38
第一节 配气系统概述.....	38
第二节 气门组.....	40
第三节 气门传动组.....	42
第四节 进排气装置.....	47
第四章 燃油供给系统.....	51
第一节 柴油机燃油供给系的功用及组成.....	51
第二节 喷油器.....	54
第三节 喷油泵.....	56
第四节 调速器.....	65
第五节 喷油泵调速器总成的试验调整.....	72
第六节 柴油的滤清与输送.....	75
第七节 汽油机燃油供给系.....	79
第五章 润滑系统.....	93
第一节 润滑系统概述.....	93
第二节 润滑系统主要部件.....	96
第六章 冷却系统.....	102
第一节 冷却系统概述.....	102
第二节 冷却系统的主要机件.....	105
第七章 汽油机点火系统.....	109
第一节 蓄电池点火系统的组成.....	109
第二节 蓄电池点火系的装置.....	111
第三节 磁电机点火系.....	118

第四节 飞轮磁电机.....	122
第八章 起动系统	123
第一节 起动系统概述.....	123
第二节 起动辅助装置.....	124
第三节 起动前准备工作及人力起动.....	127
第四节 电动机起动.....	128
第五节 汽油起动机起动.....	148
第九章 内燃机保养及常见故障分析	157
第一节 内燃机保养.....	157
第二节 常见故障分析.....	160

第二篇 内燃机理论基础

第一章 工程热力学基础	167
第一节 基本概念.....	167
第二节 热力学第一定律.....	167
第三节 气体热力过程.....	170
第四节 热力学第二定律.....	174
第二章 内燃机理论循环	177
第一节 定容加热循环.....	177
第二节 定压加热循环.....	178
第三节 混合加热循环.....	179
第三章 内燃机实际循环	179
第一节 内燃机实际循环示功图.....	179
第二节 内燃机实际循环分析.....	179
第三节 内燃机的热平衡.....	182
第四章 内燃机有效性能指标	184
第一节 内燃机主要有效性能指标.....	184
第二节 有效功率的测定.....	185
第三节 有效耗油率的测定.....	187
第四节 内燃机特性曲线分析.....	189

第三篇 空气压缩机

第一章 活塞式空气压缩机	194
第一节 概述.....	198
第二节 压缩机件.....	198
第三节 传动机件.....	205
第四节 辅助装置.....	027
第五节 控制系统.....	210
第六节 空压机工作循环.....	216

第二章 迴转式空压机.....	221
第一节 螺杆式空压机工作原理.....	221
第二节 螺杆式空压机主要组成部分.....	222
附 录 单位换算表.....	233

第一篇 内 燃 机

第一章 内 燃 机 概 述

第一节 内燃机工作原理

一、内燃机发展简史

内燃机是在蒸汽机—外燃机的基础上发展起来的热力发动机。

随着石油和天然气的开发与利用，内燃机开始问世。

内燃机是用液体或气体燃料直接在发动机内部燃烧放出热能，再通过曲柄连杆机构变往复运动为旋转运动，连续输出动力的热力发动机。

1876年，德国人奥图，首创了点燃式煤气机。

1893年，德国人狄赛尔，首先研制出压燃式柴油机。在第一次世界大战期间，柴油机因为燃料便宜，所以被广泛应用而迅速发展。

由于内燃机舍弃了笨重的锅炉设备，采用了热值较高而便于运输的液体燃料，又由于其燃料直接在发动机机体内部燃烧，热损失大大减少而受到欢迎。同时，内燃机功率范围宽，转速变化范围大，便于操纵，因而在国民经济各个领域得到广泛应用，尤其在农业生产（小型磨米，发电、排灌站等）及交通运输、地质勘探、军事等部门，更占有重要地位。

我国是世界上最古老的国家之一。人民勤劳智慧，有四大发明，五千年文化历史，早在几千年以前，就有了风力帆船，水力磨米等自然动力机。

1901年，我国第一台内燃机—燃用煤油的内燃机，在上海均和安机器厂研制成功。1909年，上海求新机器轮船厂生产了的第一台五马力煤气机。

但是，由于我国人民长期遭受封建主义、官僚资本主义和帝国主义的压迫，科学技术发展迟缓，工农业生产落后，内燃机工业一直处于落后状态。

直到1949年，成立了新中国，各行各业才像雨后春笋般地发展起来，并开始了有计划的社会主义建设。内燃机工业，做为基础工业，也开始迅速发展起来。内燃机工厂，汽车厂，拖拉机厂，飞机制造厂，坦克制造厂，造船厂等大型工厂遍地开花，许多大专院校都专门开设了内燃机专业，还成立了许多研究所，不仅可以制造，而且还可以设计新型内燃机，现在已形成了我国自己的内燃机系列化产品。

二、内燃机基本术语

内燃机基本结构如图1—1—1所示。气缸（4）中有活塞（5）。活塞由连杆（7）与曲轴（8）铰联，即组成所谓的曲柄连杆机构，将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动，或曲轴的旋转运动变为活塞的往复运动。活塞的运动使气缸容积变化，气缸容积的变化会导致缸内温度、压力相应变化。反之，缸内的温度、压力的变化可使活塞移动，即容积变化。内燃

机就是靠这容积、温度、压力变化而工作的。

在学习内燃机构造以前，必须了解以下名词：

上止点：活塞运动至曲轴中心最远点；上止点又称上死点。

下止点：活塞运动至曲轴中心最近点；下止点又称下死点。

行程：两死点间的距离，用 S 表示。

$$S = 2r$$

式中： S ——活塞运动行程，(mm)；

r ——曲柄半径，(mm)；

气缸工作容积：活塞往复运动所扫过的空间。用 V_h 表示。

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S \cdot 10^{-6} \quad (l)$$

式中： V_h ——气缸工作容积，(l)；

D ——气缸名义直径，(mm)；

S ——活塞运动行程，(mm)。

燃烧室容积：活塞处于上死点位置时，气缸头与活塞顶组成的空间，用 V_c 表示。

气缸总容积：当活塞处于下死点位置时，活塞顶与气缸组成的空间，用 V_a 表示。

$$V_a = V_c + V_h$$

排量：多缸机工作容积之和，用 V_H 表示。

$$V_H = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S \cdot i \cdot 10^{-6} \quad (l)$$

显然， $V_H = V_h \cdot i$ 。

式中： i ——气缸数

压缩比：气缸总容积与燃烧室容积之比，用 ϵ 表示。

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

压缩比越大，气体被压缩的程度越高，压缩终点的温度和压力也越高。燃烧将进行得越完善。热效率也必然越高。

柴油机的压缩比一般选择在12—22范围之内。高压比可以确保柴油机获得自燃的温度和较高的热效率。目前，柴油机的热效率可达30—46%；汽油机压缩比一般选择在6—9。因此，汽油机的热效率只有25—30%。提高汽油机的压缩比，将引起汽油机的爆震。

三、内燃机工作原理

(一) 四冲程内燃机工作原理

内燃机工作必须经过：将空气吸进气缸，再把空气压缩使温度升高，燃油发火推活塞移动作功，最后将废气排出缸外。这一循环如活塞上下运动四次，曲轴旋转两周，这样的内燃机称为四冲程内燃机。

四冲程内燃机的气缸头上都装进气门2和排气门1（图1—1—1），这两种气门由传动机构操纵而定时开闭。

以下把四冲程机作进一步分析。

1. 柴油机的工作过程

进气冲程

在进气过程中，进气门开启，排气门关闭，活塞由上止点向下止点运动（图1—1—2a）。气缸容积不断增大，压力降低，所以空气自动流入气缸。由于进气阀门的节流作用，致使缸内压力低于外界大气压力，平均约为 $(0.8-0.9) \times 10^5 \text{Pa}$ （帕），温度约为 $300-350\text{K}$ 。活塞运行到下止点时进气结束，进气门关闭。此时曲轴旋转了 180° 。

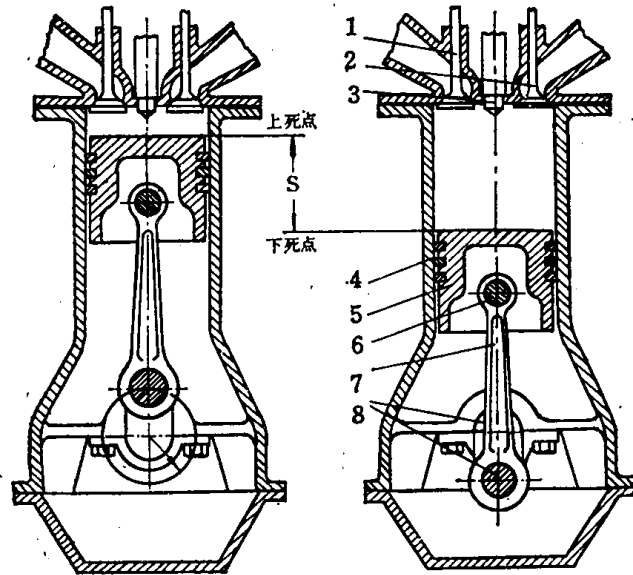


图 1—1—1 有关内燃机术语

1—排气门，2—进气门，3—喷油嘴，4—气缸，5—活塞，6—活塞销，7—连杆，8—曲轴

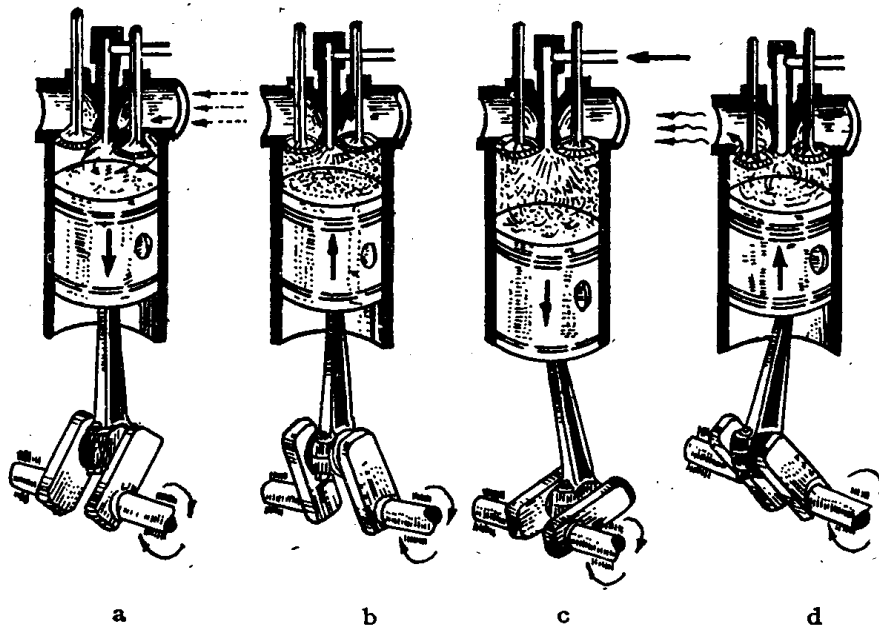


图 1—1—2 四冲程柴油机工作原理

a—吸气冲程，b—压缩冲程，c—爆发冲程，d—排气冲程

压缩冲程

在压缩过程中，进、排气门都关闭，活塞由下止点向上止点运动，对缸内空气进行压缩（图1—1—2b），到上止点为止。缸内气体温度可达 $800-900\text{K}$ ，压力可达 $(30-50) \times$

10^5Pa 。此时曲轴又转了 180° 角，即由 180° 转到 360° 。

爆发冲程

爆发过程中，进、排气门仍都关闭，燃油喷入气缸与高温的压缩空气混合而自燃、爆发，缸内温度迅速上升到 $1800\sim 2200\text{K}$ ，压力上升到 $(60\sim 90)\times 10^5\text{Pa}$ 。强大压力推动活塞由上止点向下止点运动（图1—1—2c）。当活塞下行到下止点时，爆发冲程结束，缸内压力降到 $3\times 10^5\text{Pa}$ 左右，温度降到 $1000\sim 1200\text{K}$ 。此时曲轴又转了 180° ，即由 360° 转到 540° 。因为四冲程中，只有爆发冲程是作功的，所以又称它为作功冲程。

排气冲程

在排气过程中，进气门仍关闭，排气门开启。活塞由下止点向上运动，将燃烧废气排出缸外（图1—1—2d）。由于排气门的节流作用，气缸内的压力仍高于大气压力，约为 $(1.05\sim 1.2)\times 10^5\text{Pa}$ ，温度约为 $700\sim 900\text{K}$ 。活塞到上止点时，排气冲程终止，曲轴又转了 180° 角，即由 540° 转到 720° 。

至此，活塞已经往复运动了四次，曲轴旋转了两周，完成了吸、压、爆、排四项工作，即完成了一个“工作循环”。

在四个冲程中，除爆发冲程外，其余的吸气、压缩和排气三个冲程均为非作功冲程。这三个非作功冲程，是靠曲轴上的飞轮储存一部分爆发冲程中的能量释放而完成的。

2. 汽油机的工作过程

四冲程汽油机的工作过程与柴油机基本相同，只是吸入气缸的气体不是纯空气，而是汽化器2喷出来的汽油与空气的混合物（图1—1—3）。气体的燃烧不是自燃的，而是由火花塞1发出的电火花点燃的。另外，气缸内的压力、温度都较柴油机的为低。

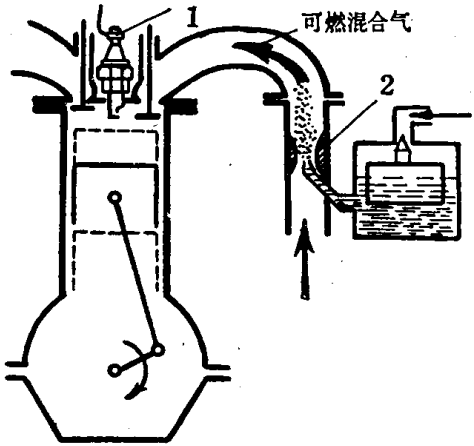


图 1—1—3 四冲程汽油机工作原理
1—火花塞；2—汽化器

四冲程柴油机与汽油机气缸内的压力、温度值如表1—1—1所示。

四行程发动机的压力和温度

表 1—1—1

活 塞 位 置		柴 油 机		汽 油 机	
		压 力 (Pa)	温 度 (K)	压 力 (Pa)	温 度 (K)
进 气 终 了		$(0.8\sim 0.93)\times 10^5$	320—340	$(0.75\sim 0.9)\times 10^5$	360—390
压 缩 终 了		$(30\sim 45)\times 10^5$	770—970	$(8\sim 14)\times 10^5$	600—700
作 功	最 大	$(60\sim 90)\times 10^5$	1770—2270	$(30\sim 45)\times 10^5$	2270—2770
	终 了	$(3\sim 4)\times 10^5$	1070—1170	$(3\sim 4)\times 10^5$	1170—1470
排 气 终 了		$(1.05\sim 1.25)\times 10^5$	570—770	$(1.05\sim 1.25)\times 10^5$	770—1070

3. 柴油机与汽油机的对比

柴油机压缩比大，爆发力强，燃气膨胀充分，热效率高，且造价低，燃料便宜。但其机体较笨重，工作噪声和振动都大，且起动较为困难。

对比之下，汽油机压缩比小，振动、噪音都小，工作柔和，易起动。但其热效率低，

造价高，燃料昂贵。

鉴于上述情况，柴油机在低速、固定式、大功率装置上获得广泛的应用。近年来，随着柴油机制造工艺的提高，在一些载重汽车上也被采用。地质勘探的动力设备，属于中小型固定式类型，多用柴油机。

（二）二冲程内燃机工作原理

内燃机把吸气、压缩、爆发、排气四项工作完成于活塞二次运动曲轴的一周回转中，称为二冲程内燃机。二冲程内燃机按排气形式不同，分为直流扫气和横向扫气两种。

图1—1—4所示为横向换气、曲轴箱增压式二冲程汽油机结构略图。活塞6将气缸4、曲轴箱3隔开。气缸壁开设三个窗孔：即进气孔12，排气孔10和换气孔5。这三个窗口的开闭，是靠活塞运动实现的。故称为滑阀式配气。其工作过程如下：

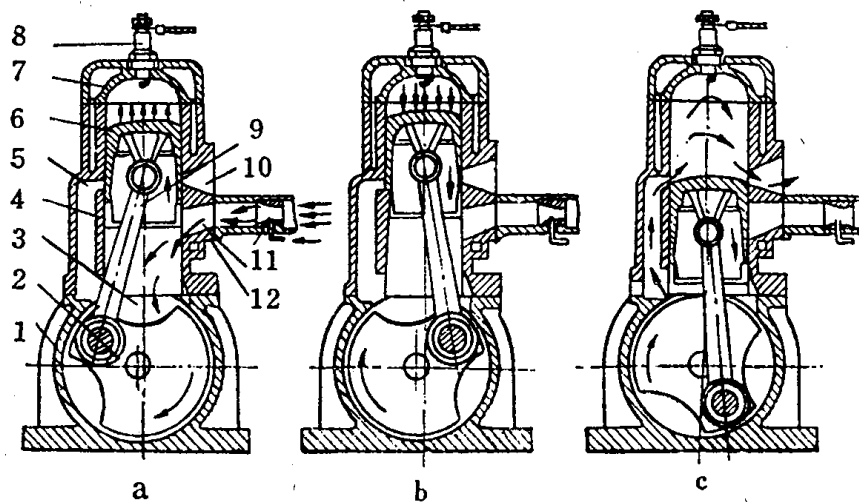


图 1—1—4 二冲程汽油机工作原理

1—曲轴箱壳，2—曲轴，3—曲轴箱，4—缸体，5—换气孔，6—活塞，7—缸盖，8—火花塞，
9—连杆，10—排气孔，11—汽化器，12—进气孔

活塞自下止点向上止点运动，由轴箱容积不断增大，气缸容积不断缩小。当活塞关闭换气孔5和排气孔10时，则气缸内的空气、汽油混合物开始被压缩。与此同时，曲轴箱内压力在降低，当活塞上行让开进气孔12时，空气、汽油混合物便进入曲轴箱，如此，活塞到上止点为止。这一冲程为吸气、压缩冲程。

活塞到上止点时，经压缩可燃混合气被火花塞8发出的电火花点燃而爆发，产生的巨大膨胀力推动活塞向下移动（图1—1—4b）。当活塞下行关闭进气口12后，曲轴箱内的可燃混合剂开始被压缩。当活塞下行到让开排气孔10时，气缸内的燃烧废气从孔10排出，缸内压力迅速降低。活塞再下行让开换气孔5时，曲轴箱内的压力已大于气缸内的压力，于是，曲轴箱内的可燃混合剂便从换气孔5进入气缸，驱出残留废气，并占领全缸容积（图1—1—4c）。这吸气、排气同时进行的过程称为换气过程。而这换气过程并不是活塞到下止点为止，而是延续到活塞由下止点向上运动关闭换气孔和排气孔为止。这一冲程称为爆发、换气冲程。

二冲程内燃机的一个循环：压缩、爆发和换气，安排在活塞往复运动二次，曲轴旋转 360° 角。

二冲程柴油机的工作过程与汽油机的基本相同。只是吸入曲轴箱的气体是纯空气，燃

油由喷油嘴喷入燃烧室，靠自燃发火。

二冲程与四冲程内燃机的相比较，同缸径、行程的输出功率，二冲程机应为四冲程的二倍。同功率时，则二冲程的体轻，且工作平稳，振动小。但二冲程内燃机换气不充分，可燃混合物有随废气排出现象。因此，其热损失大，动力性、经济性低。实际上二冲程功率提高只为1.5倍，而耗油率却提高到二倍。因此，二冲程内燃机没有四冲程机应用得广泛。它只适用于小型高速短时间工作的汽油机，如摩托车、电影发电机和柴油机的起动机等。二冲程柴油机多是低速、大型、且有增压设备，为船舶、机车和发电厂所采用。

四、多缸内燃机的工作顺序

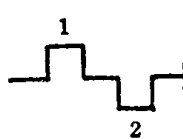
内燃机把数个气缸并在一起，数个活塞共驱一根曲轴，这便是多缸内燃机。不论气缸多少，为了工作平稳，其同类冲程不能同时进行，而要互相错开，这就是所谓的工作顺序。

多缸内燃机工作顺序安排原则如下：

1. 各缸发火时间曲轴旋转间隔角应均等，即

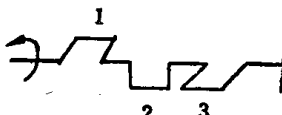
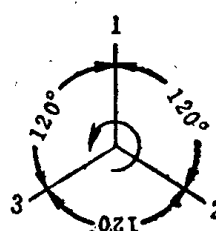
二缸四行程发动机工作顺序表

表 1—1—2

曲轴转角 \ 气缸序号	I	II	工作顺序	曲轴型式
0°~180°	作 功	压 缩	1 2 0 0	
180°~360°	排 气	作 功		
360°~540°	进 气	排 气		
540°~720°	压 缩	进 气		

三缸四行程发动机工作顺序表

表 1—1—3

曲轴转角 \ 气缸序号	I	II	III	工作顺序	曲 轴 型 式
0°~60°	作 功	进 气	压 缩	1 3 2	
60°~120°					
120°~180°					
180°~240°	排 气	压 缩	作 功		
240°~300°					
300°~360°					
360°~420°	进 气	作 功	排 气		
420°~480°					
480°~540°					
540°~600°	压 缩	排 气	进 气		
600°~660°					
660°~720°					

$$\theta_2 = \frac{360^\circ}{i}; \quad \theta_4 = \frac{720^\circ}{i}$$

式中： θ_2 ——二冲程机各缸发火间隔角；

θ_4 ——四冲程机各缸发火间隔角；

i ——缸数。

2. 沿曲轴交替爆发，以避免应力集中，如：

四缸机各缸的发火顺序可为：1—3—4—2。

六缸机各缸的发火顺序可为：1—5—3—6—2—4。

这样，可避免曲轴与轴承集中连续受力而损坏或变形。

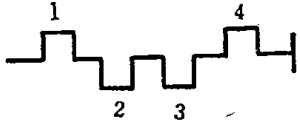
3. 对称布置曲轴，使各曲柄夹角均等，质量分布均匀，对称，平衡。

4. 尽量考虑制造的工艺性。曲柄尽量平面布置，以便于铸造或锻造加工曲轴。

常用发火顺序和曲轴形状见附表1—1—2至表1—1—4。

四缸四行程发动机工作顺序表

表 1—1—4

气缸序号 曲轴转角	I	II	III	IV	工作顺序	曲轴型式
0°~180°	作 功	排 气	压 缩	进 气	1	
180°~360°	排 气	进 气	作 功	压 缩	3	
360°~540°	进 气	压 缩	排 气	作 功	4	
540°~720°	压 缩	作 功	进 气	排 气	2	

第二节 内燃机的组成与分类

一、内燃机的组成

内燃机是一种比较复杂的动力机械，它是由许多机构和系统共同组成的。现简介如下。

(一) 机体

机体的作用是支承和保护机件。机体是由气缸头（盖）、气缸体、曲轴箱—油底壳、机座等组成的。

(二) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构中的活塞与气缸共同组成可变的承压室，承受气体压力。燃气压力将推动活塞运动，通过连杆和曲轴，变往复运动为旋转运动，实现热功转换。全机构是由活塞组，连杆组和曲轴飞轮组组成的。

(三) 配气系统

配气系统的作用是与曲柄连杆机构配合运动，定时开闭进气门与排气门（或气窗），实现吸气和排气，以保证燃烧过程的充分进行。

配气系统是由气门组、气门传动组及空气滤清器、排气消音器、进排气管道等组成的。

（四）燃料供给系统

1. 柴油机的燃料供给系

柴油机燃料供给系的作用是依工况而变量供给燃料，并在压缩冲程末期定时向气缸中喷射具有一定压力、质量、射程的雾状柴油，以便与经过压缩的高温、高压空气相遇时迅速自燃。

柴油机供给系是由柴油箱、输油泵、滤清器、喷油泵（高压泵）、调速器、喷油器等组成的。

2. 汽油机的燃料供给系

汽油机燃料供给系的作用是依工况需要供给不同浓度和流量的汽油与空气混合的可燃剂。供给系是由油箱、燃油滤清器、输油泵和汽化器等组成。

（五）汽油机的点火系统

因为汽油不适于压燃方式起燃，所以特设以点火系统。点火系的作用就是汽油机在压缩冲程末期，定时的发出高压电使火花塞发出火花，把缸内可燃气体引燃。依产生高压电方式的不同，分为蓄电池点火系和磁电机点火系两种。

蓄电池点火系是由蓄电池、断电—配电器、点火线圈、火花塞及充电发电机，继电调节器等组成。磁电机点火系是由磁电机、断电器、配电器及火花塞等组成。

（六）润滑系统

内燃机的润滑系是关系到内燃机寿命和工况的重要系统。润滑系的作用有四个主要方面。其一是向运动表面提供润滑油，变干摩擦为湿摩擦，以减轻机件的磨损，降低摩擦消耗功；其二是通过润滑油的流动，带走摩擦热和磨屑，冷却机件，防止因受热严重而变形卡滞，使零件保持正确的配合关系；其三是密封运动间隙，防止气缸漏气，损失动力；其四是保护金属表面，防止氧化生锈。

润滑系的组成有油底壳，机油泵，滤清器，散热器，调节阀（调压阀、限压阀、溢流阀、温度调节阀等）及仪表（油温表、油压表）等。

（七）冷却系统

冷却系的作用是将受热严重的机件（如气缸、气缸头等）用冷却介质带走热量，以防止因过热而造成机件强度、刚度下降，几何尺寸的改变及运动偶件卡滞等现象。另外，润滑油温度高会失去润滑效果，也需要冷却。

冷却系按冷却介质不同，分为水冷和风冷两种。

风冷却系多用于高速移动式小功率内燃机上，由风扇、风屏等组成。

水冷却系是由水箱—散热器、水泵、风扇、节温器及水温表等组成。因为水冷却效果可靠，故得到广泛的采用。

（八）起动系统

把静止的内燃机起动起来，必须克服运动零件的静止惯性力，摩擦阻力，特别是压缩冲程阻力等才能实现，为此而设置起动系统。

起动方法有电力起动、小汽油机起动、压缩空气起动和手摇起动等。其中，电力起动应用得最广泛。

电力起动系由蓄电池、电动机、继电调节器、发电机及预热塞等组成。

小汽油机起动系由小汽油机、联动装置等组成。

压缩空气起动系用于大型内燃机上。系统组成有空气瓶、配气盘和手摇泵等。手摇起动法只用于小型内燃机上，或做为其他起动方法的后备方法。

二、内 燃 机 分 类

内燃机分类方法很多，主要有以下几大类。

按燃料分：有柴油机、汽油机和煤气机等。

按冲程分：有四冲程机与二冲程机。

按发火方式分：有点燃式和压燃式。

按缸数分：有单缸、双缸和多缸式。

按冷却方式分：有水冷式和风冷式。

按用途分：有军用，民用，工业用，农业用；行机（汽车、拖拉机、机车、坦克、船舶、飞机等）与座机（发电用、排灌用、动力站及地质勘探动力用）等等。

按气缸排列形式分，有单列卧式（图1—1—5a），单列立式（图1—1—5b），V形并列式（图1—1—5c）和对置卧式（图1—1—5d）等。

此外，还有许多分类方法，不多繁举。

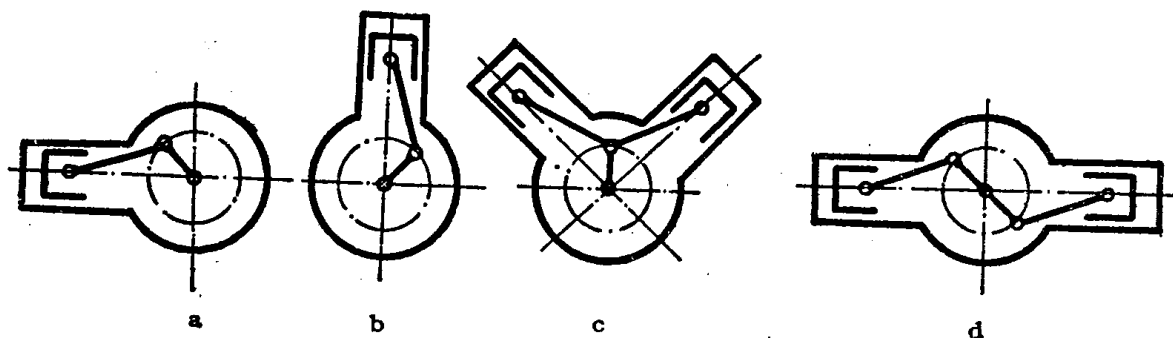


图 1—1—5 按气缸排列分类

三、内燃机编制规则

根据一九六五年制定的国家标准（GB725—65）将内燃机产品名称和型号进行统一编制。

（1）内燃机产品名称，按其所采用的燃料命名。例如柴油机、汽油机、煤气机等。

（2）内燃机型号由阿拉伯数字和汉语拼音文字的首位字母组成。

（3）内燃机型号由下列三部分依次组成。

首部：为缸数符号。用阿拉伯数字表示。

中部：为机型系列代号。由冲程符号和缸径符号组成。用E表示二冲程，不加标注即为四冲程。用阿拉伯数字表示气缸直径，单位为mm。

尾部：为机型特征符号和变型符号。用阿拉伯数字表示变型次序，用汉语拼音字母表示机型特征。

如 Q——表示汽车用，

T——表示拖拉机用，

C——表示船用，

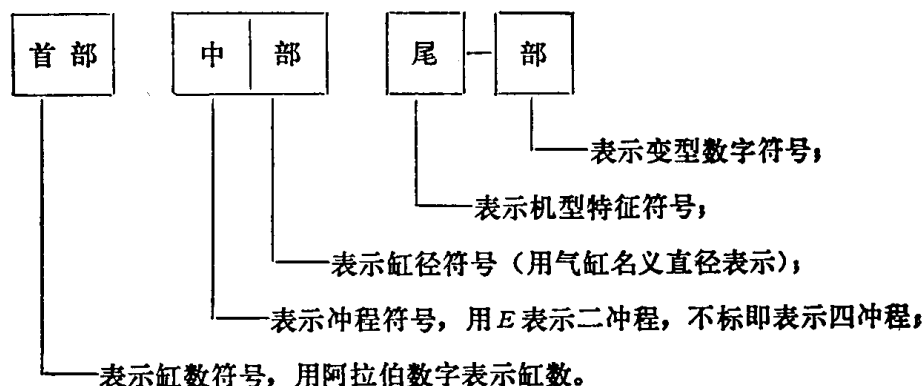
J——表示机车用，

Z——表示增压用；

K——表示复合式发动机（内燃机与燃气轮机复合输出动力式或其他复合式发动机）。

F——表示风冷式发动机。

（4）型号排列顺序及符号



示例:

(1) 1E56F—单缸, 二冲程, 56mm 缸径, 风冷, 汽油机。

(2) 195 柴—单缸, 四冲程, 95mm 缸径, 水冷, 通用式柴油机。

(3) 6135 柴—六缸, 四冲程, 135 mm 缸径, 水冷, 通用式柴油机。

(4) 6135Z 柴—带进气增压装置的柴油机。其他性能同上。

(5) 6135C—1 柴—第一次变型, 船用柴油机。其他性能同一般135 系列。

(6) 12E230C 柴—12缸, 二冲程, 230mm 缸径, 水冷, 船用柴油机。

(7) 8E430Z 柴—8缸, 二冲程, 430mm 缸径, 水冷, 增压式柴油机。

(8) 4100Q—4 汽—4 缸, 四 冲程, 100mm 缸径, 水冷, 汽车用, 第四次变型汽油机。

(9) 6160—1 柴—6缸, 四冲程, 160mm 缸径, 水冷, 第一次变型柴油机。

但是, 早期产品与编制规则不符。例如:

(1) CA—10B—为第一汽车制造厂生产的载重汽车, 第二次变型产品。

CA—为中国汽车厂 (即第一汽车制造厂) 代号。

(2) NJ—70—为南京汽车厂生产的70PS汽车发动机。

(3) 25Y—6100Q—为2500kg载重量的越野型汽车 (即前后轮加力驱动式), 6缸, 100mm 缸径, 汽车用发动机。

(4) CA—72—为第一汽车厂生产的小客车, 排量为 2 L。7—表示小客车用。

(5) S195—为双轴平衡式, 单缸四冲程, 95mm 缸径的柴油机。

(6) X2105—为新型双缸, 105mm 缸径, 水冷式, 四冲程柴油机。

四、国内中小型内燃机技术性能

国内中小型内燃机技术性能列于表1—1—5中, 地质探矿常用内燃机见图1—1—5、1—1—6及1—1—7。

表 1-1-5

国内常用中、小型内燃机主要技术规格

型 号	485	490	495	2100	X4105	3110	4115D	4120SG	4125A	2135G	4146 B	解放 CA-10B
型 式	单列立式 四冲程水 冷涡流室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷球形燃 烧室柴油 机	单列立式 四冲程水 冷涡流室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷直接喷 射式燃烧 室柴油机	单列立式 四冲程水 冷复合式 燃烧室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷涡流室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷涡流室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷涡流室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷涡流室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷W形半 分式燃烧 室柴油 机	单列立式 四冲程水 冷预燃室柴 燃油机	单列立式 四冲程水 冷式汽油 机
气 缸 数	4	4	4	2	4	3	4	4	4	2	4	6
气缸直径 (mm)	85	90	95	100	105	110	115	120	125	135	146	101.6
活塞行程 (mm)	100	110	115	120	120	150	130	140	152	140	204	114.3
15分钟功率 ($\frac{\text{kW}}{\text{PS}}$)	$\frac{27.2}{37}$											$\frac{69.9}{95}$
1小时功率 ($\frac{\text{kW}}{\text{PS}}$)	$\frac{25.8}{35}$		$\frac{40.5}{55}$		$\frac{38.9}{52.8}$	$\frac{24.3}{33}$				$\frac{32.4}{44}$	$\frac{88.1}{120}$	
12小时功率 ($\frac{\text{kW}}{\text{PS}}$)	$\frac{22.8}{31}$	$\frac{29.4}{40}$	$\frac{36.8}{50}$	$\frac{16.2}{22}$	$\frac{35.3}{48}$	$\frac{22.1}{30}$	$\frac{33.1}{45}$	$\frac{48.6}{66}$	$\frac{55.2}{75}$	$\frac{29.4}{40}$	$\frac{81}{110}$	
持续功率 ($\frac{\text{kW}}{\text{PS}}$)	$\frac{20.6}{28}$		$\frac{33.1}{45}$		$\frac{31.8}{43.2}$	$\frac{19.9}{27}$		$\frac{44.2}{60}$		$\frac{26.5}{36}$	$\frac{73.6}{100}$	
额定转速 (r/min)	200	2000	2000	1500	1500	1200	1500	1500	1500	1500	1100	2800
燃油消耗率 (g/kW·h)	≤ 306	≤ 258	≤ 265	≤ 252	≤ 252	≤ 272	≤ 265	≤ 252	≤ 265	≤ 245	≤ 265	≤ 347
机油消耗率 (g/kW·h)	4.1	4.1	5.4	4.1	4.1	6.8	6.8	5.4	8.2	3.4	5.4	
活塞总排量 (l)	2.27	2.8	3.26	1.88	4.156	4.28	5.4	6.33	7.46	4	13.68	5.55
活塞平均速度 (m/s)	6.67	7.33	7.67	6	6	6	6.5	7	7.6	7	7.48	

注: SP——公制马力, g/kW·h——克/千瓦小时, l——公升。