

内 燃 机 构 造

吉林工业大学内燃机教研室编

NEI
RAN
JI
GOU
ZAO



吉 林 人 民 大 学 出 版 社

内 燃 机 构 造

吉林工业大学内燃机教研室编

*

吉林人民出版社出版
长春新华印刷厂印刷
吉林省新华书店发行

*

1975年3月第1版 1976年3月第1次印刷
印数: 1—80,000册
书号: 15091·122 定价: 1.70元

前 言

我国内燃机工业，沿着党和毛主席的革命路线，在“以农业为基础，工业为主导”的发展国民经济总方针的指引下，二十三年来，从无到有，由小到大得到了很大的发展。

解放前，我国根本没有内燃机制造工业。汽车、拖拉机和内燃机都是从国外进口，使我国成了“万国汽车修理所”。

解放后，在党和毛主席的领导下，我国逐步地建立了独立自主的工业体系。仅就汽车、拖拉机和内燃机工业而言，在1956年以后相继建立了长春第一汽车制造厂和洛阳东方红拖拉机制造厂。随后在全国各地，先后新建、改建了许多汽车、拖拉机和内燃机制造厂。

波澜壮阔的无产阶级文化大革命，以极其雄伟的力量推动着我国社会主义建设事业蓬勃发展。内燃机工业战线上的广大工农兵群众和革命知识分子，狠批了“洋奴哲学”、“爬行主义”等反革命修正主义路线的黑货，发扬了“自力更生”“艰苦奋斗”的革命精神，大搞群众运动，充分发挥中央和地方工业的积极性，使我国内燃机产品品种和数量都有了较大幅度的增长，呈现一派欣欣向荣的景象。老产品不断改进，新产品不断涌现。自行设计的第一台船用一万二千马力的柴油机试制成功，解放牌6100Q、SH130—490Q等新型汽油机已经投入生产，具有指标较为先进、通用性良好的缸径90、95、105和135毫米的高速柴油机也已形成或逐步形成系列。小型汽油机也有了较大的发展。我国内燃机工业的发展进入了一个崭新的阶段。

为了适应教育革命和国家汽车、拖拉机、内燃机工业发展的形势，我们在深入实际，初步地了解与学习工农兵在内燃机工业中的丰富实践经验和发明创造的基础上，编写了这本《内燃机构造》，供高等学校内燃机专业学员和社会上初学内燃机的工农兵读者以及工程技术人员参考。

本书内容是以我国目前大量生产的解放牌CA—10B型汽油机和东方红—4125A型柴油机为基本机型，叙述了内燃机构造及一般工作原理，并适当地充实了一些内燃机附件和使用等方面的知识。国内常用的其他机型的结构特点，也做了介绍。内容的叙述上，力求由浅入深，通俗易懂。

由于我们的水平有限，加之深入实际不够，掌握资料不足，全书内容一定会存在不少缺点和错误，恳切希望广大读者批评指正，以便改进提高。

吉林工业大学内燃机教研室

目 录

第一篇 内燃机总体构造及其主要

机构..... (1)

第一章 内燃机总体构造与工作原理

..... (1)

第一节 内燃机总体构造..... (1)

第二节 内燃机工作原理..... (3)

第三节 内燃机主要工作指标..... (7)

附录一 内燃机产品名称和型号编制

规则(GB725—65)..... (12)

附录二 汽车、拖拉机型号说明..... (13)

第二章 主要机构的运动..... (15)

第一节 单缸内燃机主要机构的运动..... (15)

第二节 多缸内燃机工作次序..... (17)

第三章 曲柄连杆机构..... (21)

第一节 气缸体——曲轴箱组..... (21)

第二节 活塞连杆组..... (28)

第三节 曲轴飞轮组..... (39)

第四节 曲柄连杆机构的故障与排除..... (47)

第四章 配气机构..... (50)

第一节 配气机构的组成..... (50)

第二节 气门组..... (52)

第三节 气门传动组..... (53)

第四节 配气机构的故障与排除..... (58)

二篇 内燃机的燃料供给与点火

..... (60)

第五章 汽油机的燃料供给系..... (60)

第一节 汽油机燃料供给系的组成..... (60)

第二节 汽油..... (61)

第三节 可燃混合气的成分及其对于汽油机工作的影响..... (62)

第四节 简单汽化器和可燃混合气的形成..... (64)

第五节 汽油机的工作情况对于汽化器性能的要求..... (68)

第六节 典型汽化器..... (69)

第七节 进排气歧管..... (90)

第八节 汽油泵..... (94)

第九节 汽油箱..... (95)

第十节 燃料供给系的故障、使用和保养

..... (97)

第六章 汽油机的点火系..... (101)

第一节 可燃混合气的点燃..... (101)

第二节 蓄电池点火系的工作原理..... (102)

第三节 点火系各元件的构造..... (107)

第四节 磁电机点火系..... (117)

第五节 蓄电池点火系的故障、使用和保养..... (119)

第七章 柴油机的燃料供给系..... (124)

第一节 柴油机燃料供给系的组成和柴油..... (124)

第二节 柴油机混合气形成的特点及燃烧室..... (126)

第三节 喷油器..... (130)

第四节 喷油泵..... (132)

第五节 调速器..... (140)

第六节 I号喷油泵的调整..... (151)

第七节 柴油机供给系的进排气装置及辅助装置..... (153)

第八节 柴油机燃料供给系的常见故障..... (155)

第九节 分配式喷油泵..... (158)

第三篇 内燃机的辅助系统..... (165)

第八章 冷却系..... (165)

第一节 水冷却系的组成..... (165)

第二节 水冷却系的主要机件..... (167)

第三节 水冷却系的保养..... (174)

第四节 空气冷却系..... (176)

第九章 润滑系..... (179)

第一节 润滑系的组成与润滑油..... (179)

第二节 内燃机的润滑油路..... (180)

第三节 润滑系主要机件..... (183)

第四节 曲轴箱通风..... (186)

第五节 润滑系的保养..... (187)

第十章 滤清装置..... (188)

第一节 机油滤清装置..... (188)

第二节 燃油滤清装置..... (192)

第三节 空气滤清器..... (195)

第十一章 电源设备及指示仪表 (199)

第一节 蓄电池..... (199)

第二节 汽车、拖拉机用发电机..... (205)

第三节 指示仪表..... (225)

第十二章 起动系 (229)

第一节 起动系的功用及起动方法..... (229)

第二节 电动机..... (230)

第三节 东方红-75拖拉机用4125A型柴油机的起动装置..... (233)

第四节 柴油机的起动辅助装置..... (238)

第五节 内燃机的运行..... (239)

第四篇 旋转三角活塞式发动机 ... (241)

第十三章 转子发动机工作原理及结构
..... (241)

第一节 转子发动机工作原理..... (241)

第二节 主要零件结构..... (247)

第三节 润滑与冷却..... (253)

第一篇 内燃机总体构造及其主要机构

毛主席教导说：“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性”。凡是把燃料燃烧时所放出的热能转化为机械能的机器，称为热力发动机（简称热机）。内燃机是热机的一种，它区别于其他型式热机的特点，是燃料在机器内部燃烧，燃料燃烧时放出大量的热量，使燃烧后的气体（简称燃气）膨胀推动机械做功。燃气是实现热能向机械能转化的媒介物质，这种媒介物质称为工作介质（简称工质）。蒸汽机与内燃机不同，燃料在机器外部燃烧，将锅炉内的水加热，使之变为高温、高压的蒸汽，再送至机器内部膨胀做功。燃料在机器外部燃烧，以蒸汽为工质，是蒸汽机的特点，所以蒸汽机又称为外燃机。

长期以来，劳动人民在三大革命斗争实践中，创造了许多不同型式的内燃机。目前在汽车、拖拉机和农业机械上广泛采用的是活塞式内燃机。活塞式内燃机按其活塞的运动方式不同，又有往复式活塞式和旋转活塞式之分。往复式活塞式是应用最早、最广的一种，旋转活塞式是近年来在国内外迅速发展起来的一种新型内燃机。以下为叙述方便起见，将这两种内燃机简称为内燃机（或称发动机）。

第一篇至第三篇主要介绍往复式活塞式内燃机构造，旋转活塞式内燃机（或称转子发动机）的构造，将在第四篇中介绍。

第一章 内燃机总体构造与工作原理

第一节 内燃机总体构造

往复式活塞式内燃机有许多不同型式：按所用的燃料不同分为汽油机和柴油机；按点火方式不同分为点燃式和压燃式；按实现工作过程的行程数不同分为四行程和二行程内燃机。不同型式的内燃机虽然都有它的特点，但它们都要完成把热能向机械能转化这一根本任务。在内燃机中热能与机械能之间，转化与反转化这一对矛盾是基本矛盾。它的存在和发展，规定和影响其他矛盾的存在和发展。为了实现这一转化，内燃机由一系列的机构和系统所组成。它们的工作原理和基本构造有许多共同点。要认识这些共同点，首先要经过接触和感觉阶段，从认识个别具体的内燃机总体构造开始。

解放牌 CA—10B 型载重汽车用的汽油机总体构造，如图 1—1 和 1—2 所示，由下列机构和系统组成。

主要机构包括曲柄连杆机构和配气机构。

曲柄连杆机构主要零件有：气缸体曲轴箱、气缸盖、活塞、连杆、曲轴和飞轮等。气缸体中空的圆筒形部分称为气缸，其中装有活塞，气缸盖封闭着其上部。活塞通过连杆与曲轴相连。活塞在气缸中往复运动时，连杆使曲轴作旋转运动。反之，曲轴旋转时，可使活塞在气缸中作往复直线运动。燃料在气缸中燃烧时，燃气膨胀作用在活塞上的压力，借助于连杆转变为曲轴的旋转力矩，使曲轴带动工作机械做功。固定在曲轴上的飞轮是沉重的圆盘，它能使曲轴均匀地旋转。

配气机构主要包括：进气门、排气门、凸轮轴及其驱动零件等。汽油机为了连续不断地工作，必须把膨胀做功后的废气从气缸中排除，吸入由汽油和空气组成的可燃混合气，即要进行换气。配气机构是根据工作过程的需要，适时地开闭进气门和排气门，完成换气过程。

可见，上述两个机构是内燃机中实现将热能转化为机械能所需要的主要机构。但是必须向气缸供给可燃混合气，使之燃烧。不然，内燃机中不能有热能向机械能的转化。因此，为了使内燃机运转，还有燃料供给系统与点火系统。

燃料供给系担负着向气缸供给可燃混合气的任务。主要包括：汽油箱、汽油泵、汽化器和进排气管等。

点火系主要起点燃可燃混合气的作用。主要包括：火花塞、点火线圈、分电器及电源设备等。

内燃机运转时，与高温燃气直接接触的零件，必须要适当地加以冷却，运动零件的摩擦表面要进行润滑，否则不仅会影响内燃机的性能和使用寿命，甚至不能正常运转。在内燃机运转以前，要进行起动才能由静止转入运转状态。因此，内燃机中还有其他辅助系统。

润滑系主要用来润滑零件的摩擦表面，减少摩擦和磨损。它主要包括：机油泵、机油滤清器、润滑油道等。

冷却系主要用来适当冷却高温零件，保持内燃机正常工作温度。它主要包括：水泵、散热器、风扇和水套等。

起动系用来起动内燃机。它主要包括：起动爪和起动机等。

东方红—75拖拉机用的4125 A型柴油机的总体构造，如图1—3所示。其结构特点，简要说明如下。

它的主要机构及其他零件与解放CA—10B型汽油机大体相同，只是在配气机构中多了摇臂和推杆等传动零件。

柴油机由于可燃混合气的形成和燃烧方式与汽油机不同，其燃料供给系与汽油机有很大的不同，并且没有点火系。在柴油机中，将柴油用一定的压力喷射到气缸内，与压缩后的高温空气混合而形成可燃混合气，高温空气使柴油迅速自燃，即一般所说“压燃”。因此，柴油机不象汽油机那样，它没有汽化器，也不需要点火装置。但是，需要喷油器、喷油泵等喷油装置。其它部分与汽油机大体相同。

4125 A型柴油机是用小汽油机起动，因而不用起动的电动机。其余辅助系统与汽油机大体相同。

一般内燃机的总体构造，与上述两个典型机型大致相同。只是由于气缸数、气缸的排列方式和气缸的冷却方式等不同，其具体构造上有些差异。

第二节 内燃机工作原理

我们有了内燃机总体构造的一般认识之后，还不能深刻理解和感觉它，这就需要进行一步弄清它的工作原理。根据由简单到复杂、由浅入深的认识规律，先弄清了单缸内燃机的工作原理，对多缸内燃机的工作原理也就会迎刃而解。

单缸内燃机主要机构，如图1—4所示。曲轴在旋转时，活塞在气缸中作上下往复运动。活塞距离曲轴中心最远的位置叫做上死点。活塞距离曲轴中心最近的位置叫做

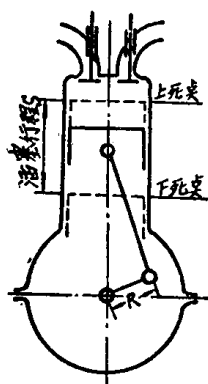


图1—4 主要机构简图

下死点。上下死点之间的距离叫做活塞行程（或冲程），用符号 S 表示。曲轴每旋转半周（ 180° ），活塞在气缸中移动一个行程，经过上下死点时，改变其运动方向。可见，活塞行程等于曲柄旋转半径 R 的两倍，即 $S = 2R$ 。

在内燃机中，为了将热能转化为机械能，其气缸内部进行进气、压缩、做功、排气等过程。排气过程结束，又紧接着开始下一个进气过程，就这样周而复始的进行循环。每进气、压缩、做功、排气一次，叫做一个工作循环。四行程内燃机是活塞每走四个行程，即曲轴每转两转完成一个工作循环。二行程内燃机是活塞每走两个行程，即曲轴每转一转完成一个工作循环。汽油机和柴油机都可以制成按四行程循环或二行程循环工作。关于二行程内燃机的工作原理，在第三篇里叙述，这里主要介绍四行程汽油机和柴油机的工作原理。

一、四行程汽油机的工作原理

汽油机的燃料是汽油。汽油具有粘度小、挥发性好、点燃温度低（ -10°C ）、自燃温度高（ 380°C 左右）等性质（燃料在空气中移近火焰时，其表面上的燃料蒸汽能够燃烧的最低环境温度，称为点燃温度。自燃温度是指燃料在空气中不用火焰去点燃而能自行燃烧的最低环境温度。）在汽油机中，利用汽油的这些性质，在气缸外部的汽化器中使汽油与空气混合而形成可燃混合气，再送至气缸中用电火花点燃。

下面研究汽油机工作循环具体进行情况，为此要利用示功图，它是表示气缸内压力 P 和气缸容积 V 之间关系的图形。气缸容积取决于活塞的位置，因此示功图也就是表示活塞在不同位置时气缸内压力的变化情况。四行程汽油机示功图，如图1—5所示。

进气过程是向气缸内吸入可燃混合气的过程。在这个过程中，活塞由上死点向下死点移动，活塞上面气缸容积增大，形成部分真空。这时进气门打开，排气门关闭着。在大气压力作用下，在汽化器中形成的可燃混合气，通过进气管进入气缸。活塞移动到下死点附近时，进气门关闭，进

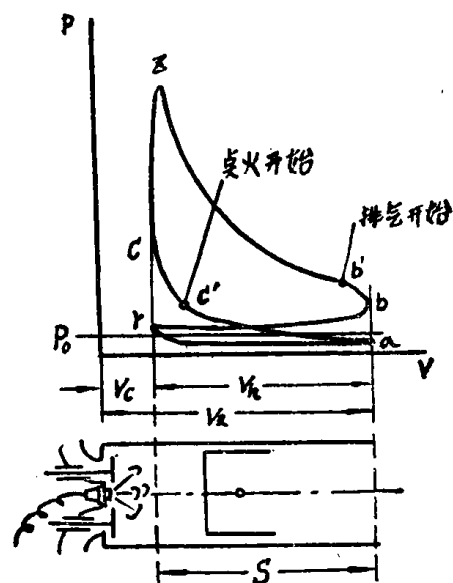


图1—5 四行程汽油机示功图

气过程结束。

进气过程中，由于进气管、气门等对气体的流动产生阻力，故进气终了气缸内压力 P_i 低于大气压力 P_0 ，一般 $P_i = 0.7 \sim 0.9$ 公斤/厘米²。另外，可燃混合气由于受气缸壁等高温零件的加热，并与上一循环的残余废气混合，因而其温度上升，进气终了温度一般在 $80 \sim 130^\circ\text{C}$ 范围内。

在示功图上进气过程用曲线 ra 表示， ra 曲线在大气压力线以下。

在进气过程中，进入气缸的新鲜气体量越多，燃烧时所能放出的热量越多，因而内燃机的功率越大。进入气缸的新鲜气体的重量，与活塞从上死点移动到下死点时所让出的容积大小有关，这个容积称为气缸工作容积，用符号 V_h 表示；

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4 \cdot 10^3} \text{升}$$

式中： D —气缸直径（厘米）； S —活塞行程（厘米）。

多缸内燃机，所有气缸的工作容积之和，称为内燃机的工作容积（或称排量）。大排量内燃机尺寸大，输出功率也大。因此，排量常作为表征内燃机尺寸大小和性能的主要结构参数之一。气缸工作容积一定时，新鲜气体充满气缸的程度常用充气系数来评定。充气系数是在进气行程中实际进入气缸的新鲜气体的重量与在进气时的环境压力和温度条件下充满气缸工作容积的新鲜气体的重量之比，用符号 η_v 表示。减少进气阻力，降低进气温度，减少残余废气量，均使实际进气量增加，因而充气系数 η_v 高。一般汽油机充气系数约为 $0.70 \sim 0.85$ ，柴油机约为 $0.75 \sim 0.90$ 。

压缩过程在示功图上用曲线 aC 表示。在这个过程中，进、排气门均关闭，活塞由下死点向上死点移动。进入气缸内的可燃混合气被压缩，其压力和温度便提高。一般压缩终了气体压力 $P_c = 6 \sim 15$ 公斤/厘米²，温度达 $250 \sim 300^\circ\text{C}$ 。

可燃混合气被压缩后，压力和温度升高，使汽油进一步在气缸内汽化与空气混合更加均匀，有利于可燃混合气的燃烧。

压缩终了气体的压力和温度，与它被压缩的程度有关，这个压缩程度常用压缩比 ε 表示；

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$$

式中 V_a —活塞在下死点时，活塞上面的空间容积，称为气缸总容积。

V_c —活塞在上死点时，活塞上面的空间容积，称为压缩容积。

压缩比越大，压缩终了时气体的压力和温度便越高，有利于可燃混合气的燃烧和膨胀，因而内燃机的功率越大，经济性也越好。但是实践证明，压缩比过大时，便有可能产生极端有害的爆燃等不正常燃烧。爆燃是由于气体压力和温度过高，因而在燃烧室内离点燃中心较远处的可燃混合气自燃而造成的不正常燃烧。这种燃烧过于迅速，燃气的压力和温度局部急剧上升，带有爆炸性，对活塞顶的作用象用锤子敲击，不能有效地推动活塞作功。因此，爆燃不仅产生金属敲击声和振动，而且引起汽油机的过热、功率下降和油耗增加等一系列不良后果，甚至严重损坏汽油机。爆燃等不正常燃烧，与燃料的品质和燃烧室的结构等密切相关。因此，压缩比的提高，有待于燃料和结构的发展。目前汽油机的压缩比 $\varepsilon = 6 \sim 9$ 。解放牌 CA—10B 型汽油机的压缩比为 6，压缩终点的压力

可达6~7公斤/厘米²。

对压缩比一定的内燃机来说，压缩终了气体压力和温度，显然与进气情况和主要机构的技术状态密切有关。如果进气不足，或在压缩过程中有漏气的部位，其压缩压力降低，功率也降低。

作功过程是可燃混合气燃烧和燃气膨胀作功的过程。在这个过程中，进、排气门仍旧关闭。装在气缸盖上的火花塞，当活塞接近上死点附近时发出电火花，点燃被压缩的可燃混合气。可燃混合气燃烧时，放出大量的热量（如完全燃烧1公斤汽油能发出10.500千卡的热量）。因此，燃气的压力和温度迅速增加。高温高压的燃气推动活塞从上死点向下死点运动，通过连杆使曲轴旋转而对外作功。

在示功图上，可燃混合气在C'点被点火，曲线C'Z部分表示可燃混合气燃烧时燃气压力剧增。燃烧时最高压力P_z可达30—50公斤/厘米²，最高温度可达2000~2500℃。曲线Zb表示随着活塞向下移动，气缸内容积增加，气体压力降低，到下死点时膨胀过程结束。膨胀终了气体压力降到3~6公斤/厘米²，温度降到1100~1500℃。

在这个过程中，燃料的燃烧是否完全以及燃烧产生的热量能否利用得有效，对于内燃机的功率和油耗有重要关系。

排气过程是从气缸中排出废气的过程。膨胀接近终了时排气门打开，靠废气的压力进行自由排气，活塞到达下死点后再向上死点移动时，继续将废气强制排到大气中。活塞到上死点附近时，排气过程结束。由于有一定的压缩容积，因此在排气过程中不可能将废气排除干净，气缸内仍留有少量的废气，这部分废气称为残余废气。残余废气对于下一工作循环的进气过程有妨碍，因此应将废气尽可能排除干净。

在示功图上，排气门在b'点打开，曲线b'b表示自由排气过程，曲线br表示强制排气过程。废气在排除过程中，遇有排气门、排气管道等的阻力，br曲线仍高于大气压力线。一般排气终了废气压力达1.1~1.2公斤/厘米²、温度为700~800℃。

上述连续的四个过程，构成了一个工作循环。排气过程结束后，紧接着开始下一个工作循环的进气过程，这样周而复始的工作。

如上所述，可燃混合气在气缸外部（主要在汽化器中）形成，用电火花强制点火，这是汽油机的特点。因此，按可燃混合气形成的特点，这种内燃机又称为外部形成可燃混合气的内燃机，或称为汽化器式内燃机；按可燃混合气燃烧的特点，又称为强制点火式或点燃式内燃机。

内燃机使用煤油、酒精、煤气等燃烧时，也可以按上述方式工作，但构造上有所不同。

二、四行程柴油机的工作原理

柴油机的结构和工作原理与汽油机不同，其根本原因在于所用的燃料不同。柴油机使用的燃料是柴油。柴油具有粘度大、挥发性差、点燃温度高（40~86℃）、自燃温度低（300℃左右）等性质。挥发性差、粘度较大的柴油不能象汽油那样在汽化器中与空气均匀混合。柴油的点燃温度高，也不易点燃。因此，在柴油机中可燃混合气的形成和燃烧方式与汽油机不同，这是柴油机区别于汽油机的本质所在，而其他工作过程则与汽油机基本相同。

下面着重讨论四行程柴油机工作过程的特点，其示功图，如图1—6所示。其工作原理参见图1—3。

进气过程在示功图中用ra曲线表示。在这个过程中，进入气缸的是纯空气。一般进气终了压力 $P_a = 0.75 \sim 0.95$ 公斤/厘米²，温度为 $50 \sim 70^\circ\text{C}$ 。

压缩过程在示功图中用ac曲线表示。在这个过程中，进入气缸的空气受到压缩后，其压力和温度升高。活塞移动到接近上死点附近，即在示功图的C'点，喷油器向气缸喷油。为了使喷入气缸的柴油和空气很好的混合，喷油泵将柴油压到 $100 \sim 200$ 公斤/厘米²的压力，然后经喷油器向气缸喷射。这样，柴油被气缸中空气击碎成极细的雾状，而与高温空气很好的混合并燃烧。为了使柴油能够自燃，压缩终了空气温度必须高于柴油的自燃温度，一般压缩终点压力 $P_c = 35 \sim 45$ 公斤/厘米²，温度达 $500 \sim 700^\circ\text{C}$ 。因此，柴油机的压缩比比汽油机大，一般 $\epsilon = 16 \sim 20$ ，有的甚至更高。

喷入气缸的柴油与高温空气接触而自行燃烧。燃烧放出大量的热（如完全燃烧一公斤柴油能放出 $10,170$ 千卡的热量），燃气的压力和温度迅速升高，示功图中曲线C'Z表示这个过程。燃气的最高温度达 $1700 \sim 2000^\circ\text{C}$ ，最高压力 P_z 达 $50 \sim 100$ 公斤/厘米²。燃气膨胀推动活塞做功，随着活塞的移动，其压力和温度降低，曲线Zb段表示这一过程。活塞移动到上死点，做功过程结束时，燃气的温度下降到 $800 \sim 900^\circ\text{C}$ ，压力下降到 $3 \sim 4$ 公斤/厘米²。

排气过程基本上与汽油机相同，只是由于压缩比高而膨胀充分，排气终了废气温度较低，一般为 $400 \sim 700^\circ\text{C}$ 。示功图中曲线br表示这一过程。

如上所述，柴油机中可燃混合气在气缸内部形成，喷入气缸内的柴油与压缩后的高温空气接触而迅速自燃。根据这些特点，这种内燃机又叫做内部形成可燃混合气的内燃机，或压燃式内燃机。这种内燃机，还可以使用重油等燃料。

柴油机与汽油机相比，由于压缩比高，燃气的膨胀充分，膨胀终了燃气温度低，热量利用较好，故柴油机较省油，加之柴油的价格比汽油低，使之经济性好。但是压缩压力和最高燃烧压力比汽油机大得多，使柴油机工作声音大，工作粗暴。这就要求受力零件强度要高，结果使零件尺寸大，比较笨重。

通过单缸四行程工作过程的分析可以看出，只有一个行程做功，其余三个行程需要由曲轴带动，因而在曲轴一端装有沉重的圆盘，即飞轮。在做功行程中，曲轴带动飞轮旋转，飞轮储存能量。在其他三个行程中，靠飞轮的旋转惯性放出的能量，使曲轴继续旋转。显然，曲轴在做功行程中旋转得快，而在其余行程中旋转得慢。为了使曲轴旋转均匀，飞轮的尺寸要比较大。另外，根据功率和结构的需要，功率较大的内燃机都采用多缸。

现代汽车和拖拉机上使用较多的是二缸、四缸、六缸内燃机，甚至有十二缸的。多缸内燃机各气缸中所进行的工作过程，完全与单缸机相同，但各气缸的做功过程并不同时

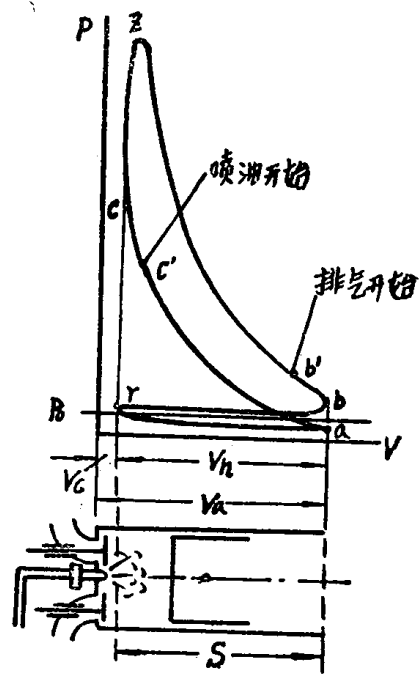


图1—6 四行程柴油机示功图

进行，而是按一定的顺序和间隔交替进行，而且多缸内燃机曲轴每转两转各缸都做功一次。这样，多缸内燃机曲轴每旋转两转时，做功次数比单缸机多。因此，多缸内燃机的旋转比较均匀，飞轮的尺寸和重量做得比较小。

第三节 内燃机主要工作指标

内燃机是一种动力机械，它能产生动力来带动工作机械做功，而动力来自燃料燃烧时放出的热能。因此，内燃机的性能主要指动力性和经济性。为了更好地掌握和使用内燃机就要了解评定其性能的主要工作指标。

内燃机主要工作指标有有效扭矩、有效功率、燃料消耗率。

有效扭矩是指内燃机曲轴转动工作机械的力矩，一般用符号 M_e 表示，单位为公斤·米。它表示内燃机所能带动的工作机械阻力（表现为力矩）的大小，但不表示做功的快慢。

有效功率是指内燃机曲轴所输出的功率，一般用符号 N_e 表示，单位为马力。它表示内燃机在单位时间内所完成的功。有效功率与有效扭矩和转速有关。下面研究一下，有效功率 N_e 与有效扭矩 M_e 和转速 n 的关系。在图 1—7 中， T 表示气压力通过连杆传给曲轴使之转动的力，单位为公斤； R 表示曲柄半径，即为力臂，单位为米。因此，内燃机的有效扭矩 $M_e = T \times R$ 公斤·米。 n 表示内燃机转速，即每分钟曲轴的转数，单位为转/分。 M_e 和 n 均可在曲轴上直接测量出来。众所周知，当任何力作用于物体而使它移动时，就说这力作了功。功一般用力的公斤数和物体移动距离的米数的乘积表示。内燃机曲轴转一转时切向力 T 所做的功等于 $T \times 2\pi R$ 公斤·米。单位时间内所作的功叫功率，单位为公斤·米/秒或马力。一马力等于 75 公斤·米/秒。内燃机曲轴每秒所做的功，即为有效功率 (N_e)，可用下式表示：

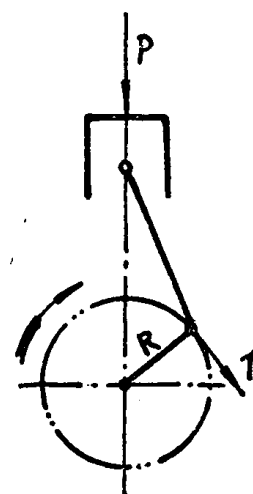


图1—7 切向力图

$$N_e = \frac{T \times 2\pi R \times \frac{n}{60}}{75} = \frac{M_e \cdot n}{716.2} \text{ 马力。}$$

由上式可知，如有两台转速相同的内燃机，扭矩大者能带动阻力较大的工作机械，即有效功率大。反之，扭矩小者只能带动阻力较小的工作机械，有效功率较小。如有两台扭矩相同的内燃机，那末它们所能带动的工作机械的阻力是相同的。但是，转速高者在单位时间内做功的次数多，有效功率就大。反之，转速低者在单位时间内做功的次数少，有效功率也就小。

可见，有效扭矩和有效功率是评定内燃机动力性的主要工作指标。为了便于评定和使用内燃机，按其用途和使用特点，在标牌上标有允许使用的有效扭矩和有效功率的最大值以及相应的转速。使用内燃机时不允许超过允许值，否则会降低寿命，或造成不应有的故障和损失。

根据我国标准试行草案，内燃机标定的功率分为四种：15分钟功率、1小时功率、

12小时功率、持续功率。这四种分别指内燃机允许连续运转15分钟、1小时、12小时和允许长期连续运转的最大有效功率。通常按内燃机的用途和使用特点，在其标牌上标出上述四种功率中的1~2种功率及其相应的转速。

燃料消耗率是指内燃机每发出1马力，每运转1小时所消耗的燃料量，一般用符号g表示，单位为克/马力·小时。它是评定内燃机燃料经济性的主要工作指标。为了便于使用和比较，在内燃机使用说明书中，常标有最低燃料消耗率。不同内燃机的燃料消耗率是不同的。同一台内燃机的燃料消耗率，也随着使用工况和技术状态的变化而不同。

应当指出，评价内燃机时不能只看工作指标是否先进，要全面的看它是否好用、好修、好造。近年来，在毛主席革命路线的指引下，我国劳动人民破除迷信，解放思想，自力更生，艰苦奋斗，自行设计和生产的许多内燃机新产品，都比老产品不仅其工作指标先进，而且还具有好用、好修、好造的优点。如长春汽车厂新设计的解放牌CA—140汽油机与原解放牌CA—10 B型汽油机比较，标定功率由95马力增高到140马力，燃料消耗率由255克/马力·小时降低到250克/马力·小时。但其结构尺寸和重量相差不多。洛阳拖拉机厂对东方红—54拖拉机发动机进行改进，使其标定功率提高到75马力，用在东方红—75拖拉机上。燃料消耗率也由205克/马力·小时降低到200克/马力·小时。

几种常见国产内燃机主要技术数据，如表1—1所列。

表1—1 几种常用国产内燃机主要技术数据

内 燃 机 名 称	气缸 直径 (毫米)	活塞 行程 (毫米)	气 缸 数	排 量 (升)	压 缩 比	标定功率 转 速 (马力/ 转/分)	最大扭矩 转 速 (公斤·米/转/分)	燃料消 耗 率 (克/马 力·小 时)	备 注	
汽 油 机	红旗牌CA—72	100	115	8	5.65	8.5	210/4400	41/2800~3000	225	顶置气门
	SH760—6G80	80	74	6	2.232	7.7	90/4800	15/3500	225	顶置气门
	BJ212—492Q	92	92	4	2.45	6.7	75/4000	17.5/2400	245	顶置气门
	SH130—490Q	90	90	4	2.29	7	75/4000	16/2400	230	顶置气门
	跃进牌NJ70	82	110	6	3.48	6.5	70/2800	21/1600	245	侧置气门
	解放牌CA—10B	101.6	114.3	6	5.55	6	95/2800	31/1100	<255	侧置气门
柴 油 机	解放牌6100Q	100	115	6	5.47	6.7	140/3000	38/1200	240	顶置气门
	丰收485	85	100	4	2.28	20	35/2000		<210	涡流室
	490	90	100	4	2.54	18	40/2000	16.5/1850	<190	球形燃烧室
	195	95	115	1	0.815	19	12/2000		<195	涡流室
	2100	100	120	2	1.88	16	22/1500 30/3000	11.2/1400	180	统一式燃烧室
	铁牛4115	115	130	4	5.4	16.5	55/1500		<195	涡流室
	4120F	120	140	4	6.33		80/1800	36/1300	<190	球形燃烧室
	6120Q	120	140	6	9.5	17	160/2000	62/1300~1400	<175	球形燃烧室
	4125A	125	152	4	7.46	16	75/1500	40/850~1050	<200	涡流室
6135Q	135	140	6	12	16.5	160/1800	70/1200~1300	165	统一式燃烧室	

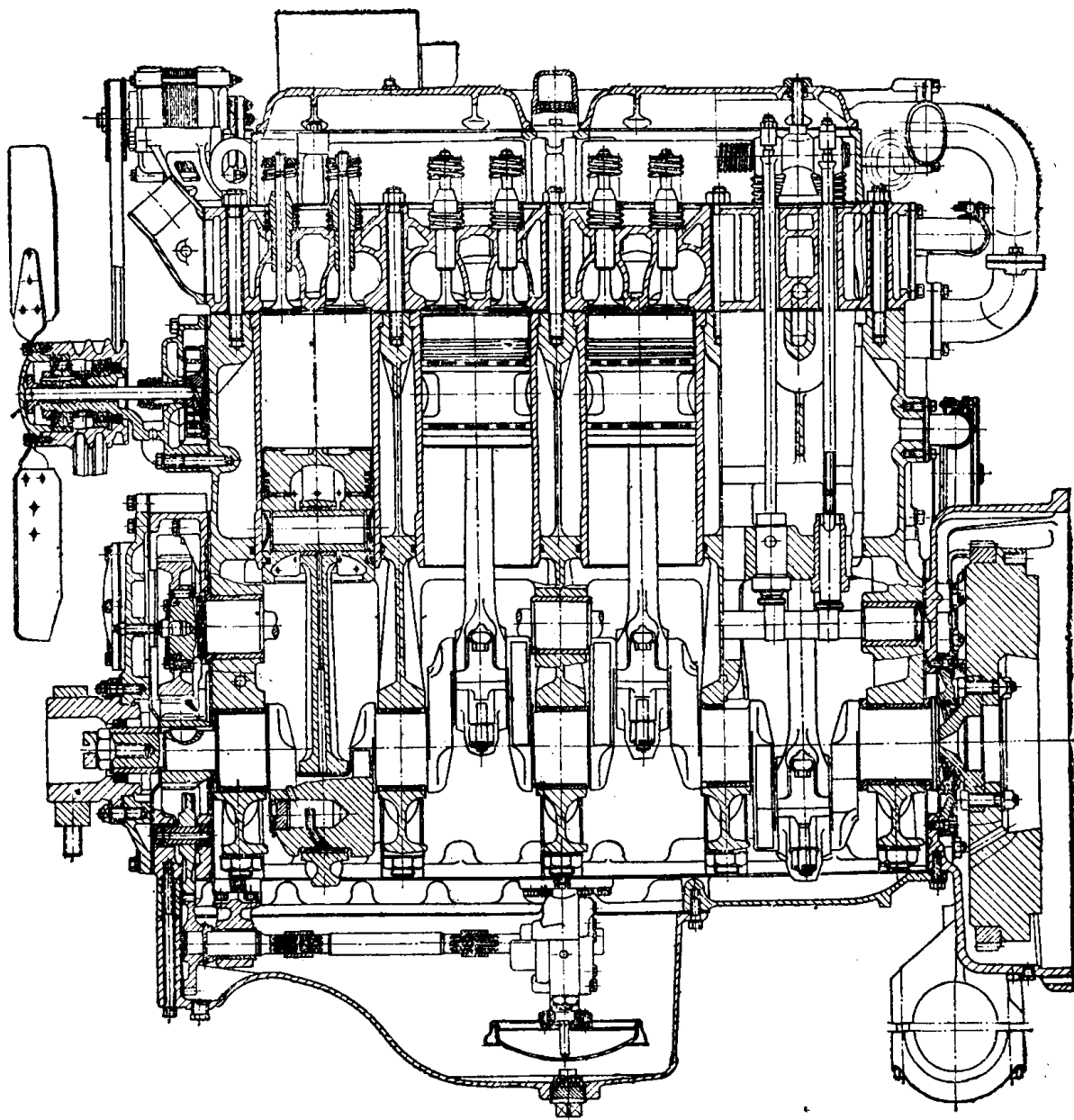


图1—9 4125 A型柴油机总图 (a)

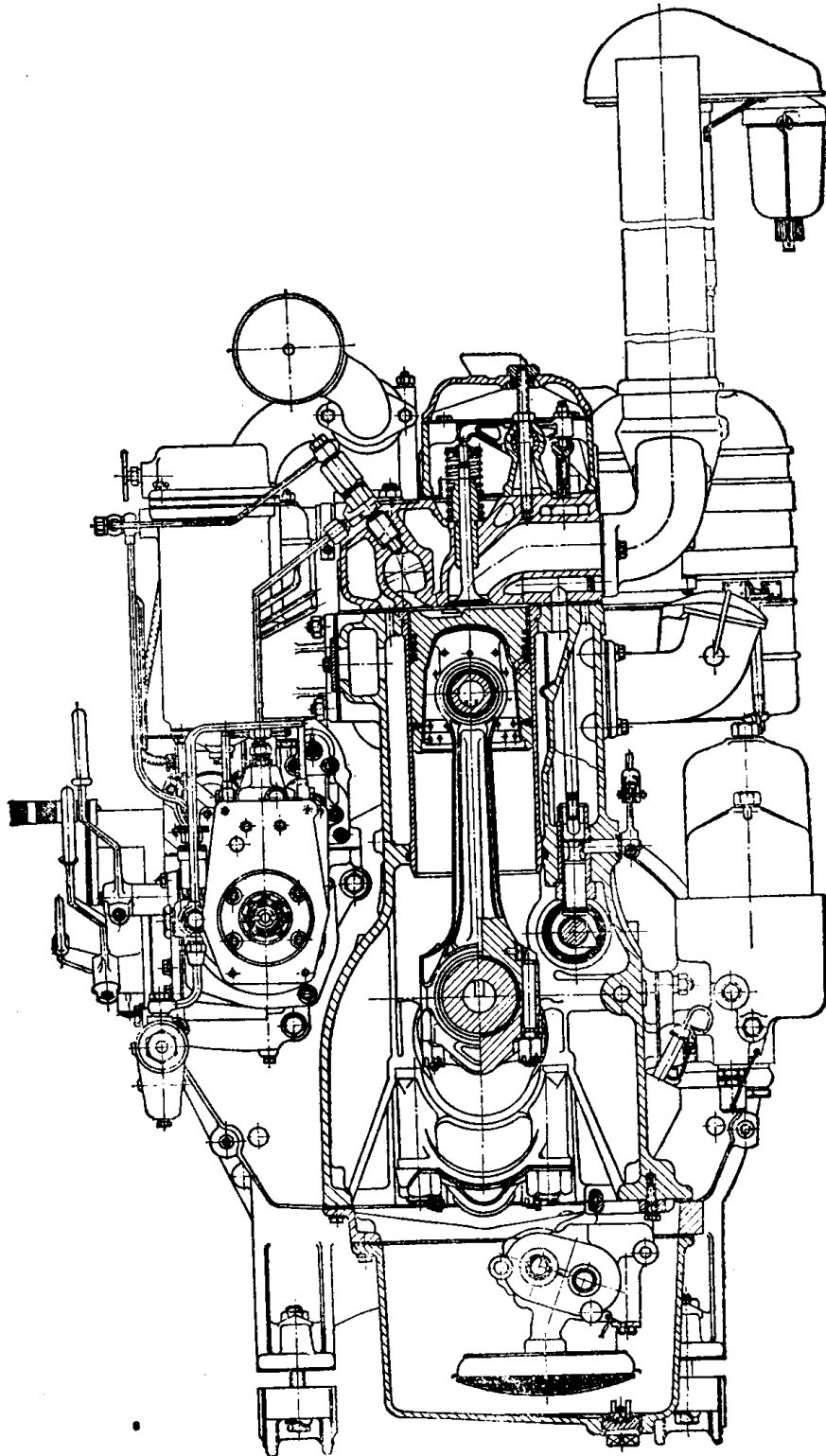


图1-9 4125A 型柴油机总图 (b)

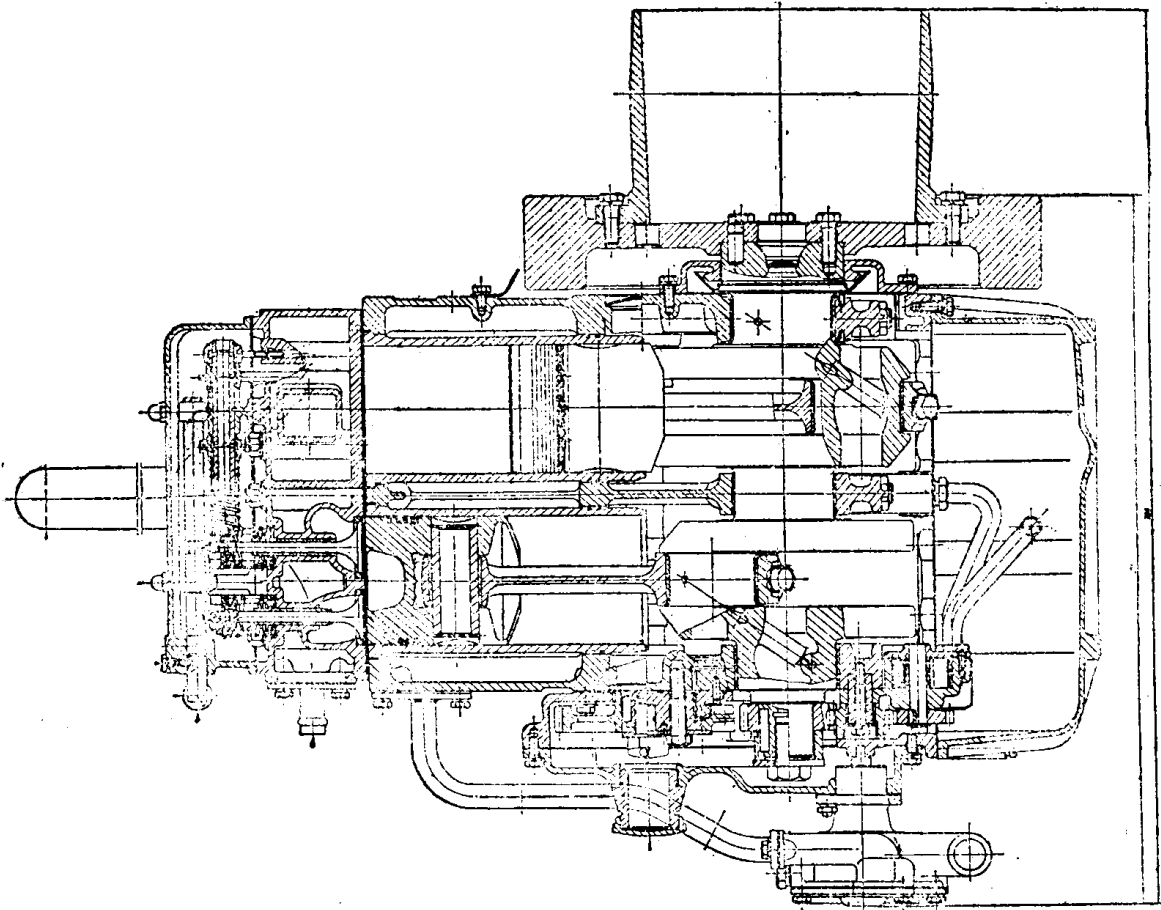
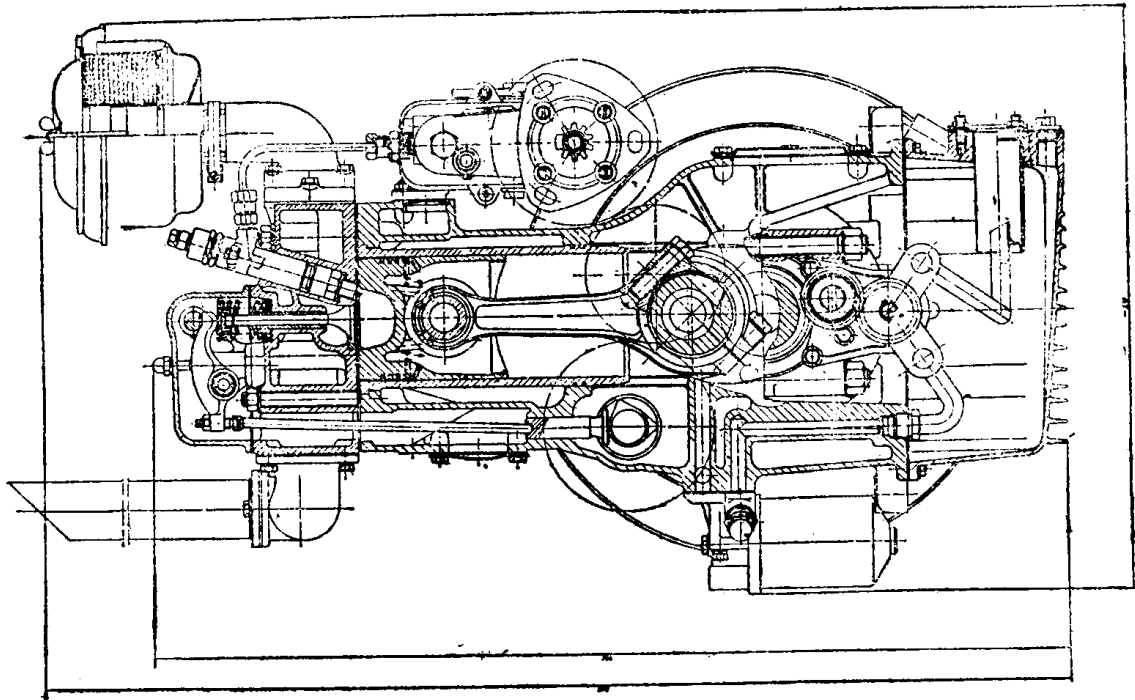


图1—10 2105柴油机总图

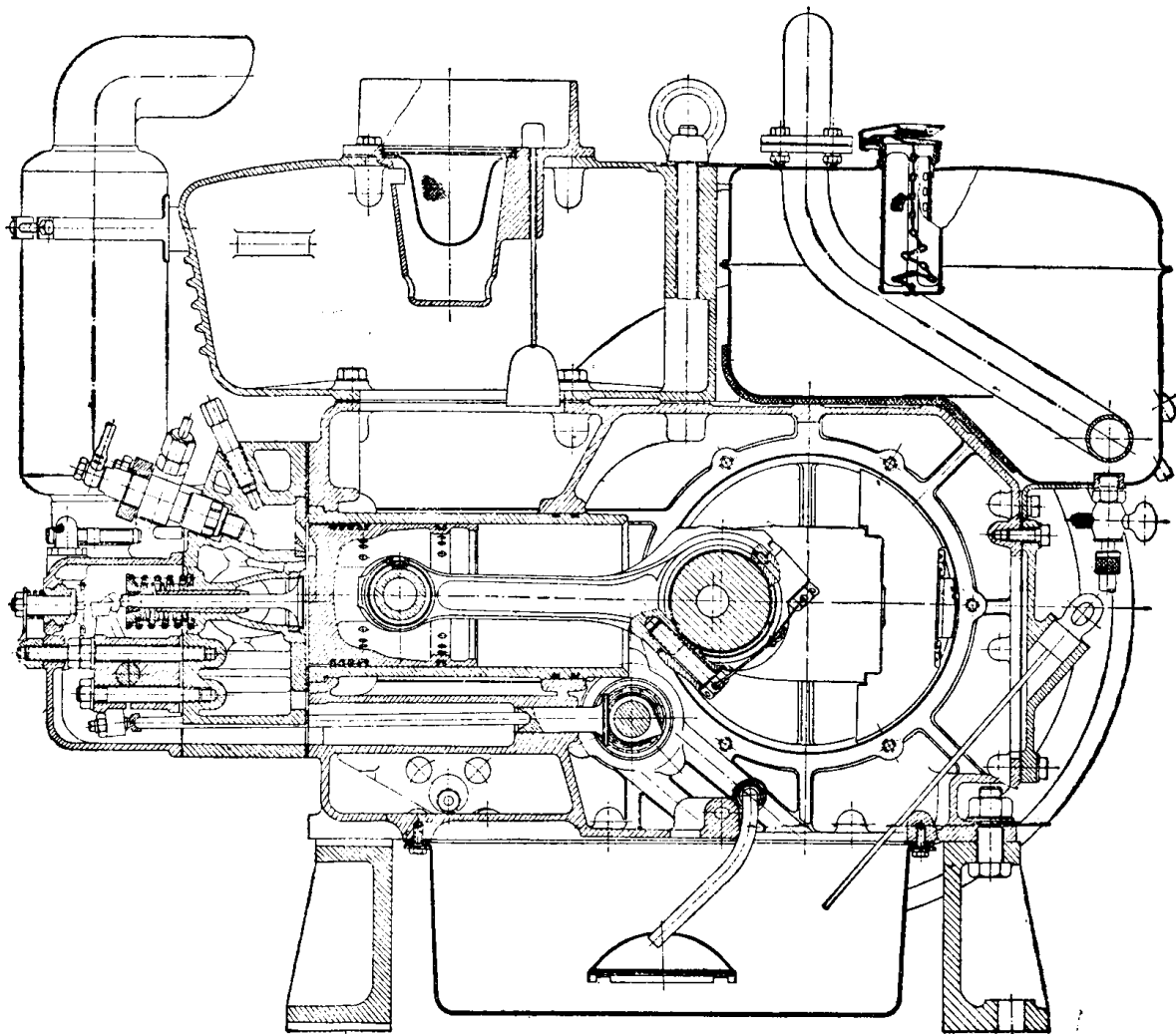


图1—11 195柴油机总图

附录一 内燃机产品名称和型号编制规则 (GB725—65)

本标准适用于各种类型活塞式内燃机(以下简称内燃机),作为命定产品名称和型号的统一规定(特种用途的内燃机经主管部门批准可另行编号)。

1. 内燃机产品名称均按其所采用的主要燃料命名,例如柴油机、汽油机、煤气机等。
2. 内燃机型号由阿拉伯数字(以下简称数字)和汉语拼音文字的首位字母(以下简称字母)组成。为避免字母重复,可借用其他汉语拼音字母,但不得用其他文字或代号。
3. 内燃机型号依次由下列三部分组成: