

# 车用内燃机构造

吴兆汉 等编

国防工业出版社

# 车用内燃机构造

吴兆汉 等编

国防工业出版社

## 内 容 简 介

本书主要介绍坦克、汽车、拖拉机和摩托车等车用往复式内燃机的特点、工作原理、结构组成、技术指标与特性。在一般构造的基础上，又对坦克用 12150 L、CV12TCA、L-60 等柴油机，汽车用 6110 Q、BF8L413F 柴油机与 492 Q（即 BJ492）、EQ6100-I、CA-72 汽油机，拖拉机用 4125 T 柴油机以及摩托车用重庆 JT50、长江 750、东海 SM750 汽油机的具体的构造特点作了介绍。同时，在有关章节中列出其主要数据与纵横剖面图。全书文图相映，简明易懂。

本书为大专院校车用内燃机专业教材，可供有关技术人员与工人参考。

### 车用内燃机构造

吴兆汉 等编

\*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

\*

787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张21<sup>1</sup>/<sub>8</sub> 473千字

1986年12月第一版 1986年12月第一次印刷 印数：0,001—1,600册

统一书号：15034·3169 定价：3.45元

## 前 言

本书是根据“车用内燃机”专业教学大纲的要求编写的。

为了便于读者学习掌握，本书在介绍车用内燃机的特点、类型、工作原理、结构组成、技术指标与特性的基础上，首先介绍车用四冲程、水冷、非增压柴油机的总体结构特点、一般构造以及几种典型车用柴油机的具体构造；然后分别介绍车用汽油机、增压内燃机、风冷内燃机、二冲程内燃机以及摩托车内燃机等之间不同的构造特点及各类型典型内燃机的构造。与此同时，还介绍了各类型内燃机的优缺点及其在车辆上应用情况等等。

本书中的名词与术语，一律采用国家标准规定的往复活塞式内燃机名词、术语。书中的计量单位，采用我国法定计量单位，并用符号表示。

本书由吴兆汉主编。参加本书编写的有：吴兆汉（第一、二、三、四、十五、十六章和第五章的第五、六、七节）、秦有方（第十二章）、蔡正卿（第八、十章和第五章的第一、二、三、四节）、陈深龙（第十四、十五、十六章）、方球（第六、八、十三章）陈士尧（第七章）、王海（第十一章）等。

全书由汪长民进行了全面的审阅。

由于编者的水平所限，书中错误与缺点恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第一篇 概 论

第一章 车用内燃机的特点、基本结构与类型	1
第一节 车用内燃机的特点	1
第二节 车用内燃机的基本结构	9
第三节 车用内燃机的类型	10
第二章 车用内燃机的工作原理与结构组成	12
第一节 四冲程汽油机的工作原理	12
第二节 四冲程柴油机的工作原理	14
第三节 二冲程汽油机的工作原理	16
第四节 二冲程柴油机的工作原理	18
第五节 增压内燃机的工作原理	19
第六节 多缸内燃机的工作原理与气缸的排列型式	20
第七节 车用内燃机总体结构组成	22
第三章 车用内燃机的技术指标与特性	24
第一节 车用内燃机的技术指标	24
第二节 内燃机特性	33
第三节 内燃机的名称和型号编制规则	36

## 第二篇 四冲程非增压水冷柴油机

第四章 总体结构特点	38
第一节 引言	38
第二节 总体结构特点	38
第三节 几种车用四冲程非增压水冷柴油机的主要数据	43
第五章 曲柄连杆机构	51
第一节 曲柄连杆机构的功用与组成	51
第二节 活塞组	51
第三节 连杆组	57
第四节 曲轴组	60
第五节 机体	66
第六节 气缸套	76
第七节 气缸盖与气缸盖衬垫	77
第六章 配气机构与驱动机构	83
第一节 配气机构的功用、组成与类型	83

第二节	配气机构的主要零件	88
第三节	配气相位与气门间隙	98
第四节	驱动机构	102
第七章	供给系	105
第一节	供给系的功用与组成	105
第二节	柴油	109
第三节	喷油泵	111
第四节	喷油器	125
第五节	调速器	128
第六节	燃油供给系的其他附件	134
第七节	进、排气系主要机件	142
第八章	润滑系	150
第一节	润滑系的功用、组成与类型	150
第二节	机油	158
第三节	润滑系的主要机件	159
第四节	曲轴箱通风	166
第九章	冷却系	168
第一节	冷却系的功用、组成与类型	168
第二节	冷却水	173
第三节	冷却系的主要机件	173
第十章	起动系及电源	187
第一节	起动系的功用与类型	187
第二节	电起动系	187
第三节	空气起动系	188
第四节	电源	191

### 第三篇 汽油机与其它类型内燃机

第十一章	汽油机	194
第一节	概述	194
第二节	燃烧室与各机构的结构特点	199
第三节	供给系与汽油	204
第四节	点火系	219
第五节	冷却、润滑与起动系的特点	225
第六节	汽油机的优缺点及在车辆上的应用情况	226
第十二章	增压内燃机	227
第一节	概述	227
第二节	内燃机增压的基本类型	229
第三节	压气机	233
第四节	废气涡轮增压器	235

第五节	机械传动增压器 .....	246
第六节	增压柴油机的结构特点 .....	248
第七节	增压汽油机的结构特点 .....	257
第八节	增压内燃机的优缺点及其在车辆上的应用情况 .....	259
<b>第十三章</b>	<b>风冷内燃机 .....</b>	<b>261</b>
第一节	概述 .....	261
第二节	气缸 .....	263
第三节	气缸盖 .....	267
第四节	风扇与风道布置 .....	272
第五节	风冷内燃机的优缺点及其在车辆上的应用情况 .....	278
<b>第十四章</b>	<b>二冲程内燃机 .....</b>	<b>280</b>
第一节	概述 .....	280
第二节	二冲程内燃机的换气形式 .....	285
第三节	二冲程内燃机的结构特点 .....	287
第四节	二冲程内燃机的优缺点及其在车辆上的应用情况 .....	290

#### 第四篇 摩托车内燃机

<b>第十五章</b>	<b>摩托车内燃机概述 .....</b>	<b>293</b>
第一节	几种摩托车内燃机的主要数据 .....	293
第二节	总体结构特点 .....	298
<b>第十六章</b>	<b>摩托车内燃机构造 .....</b>	<b>299</b>
第一节	曲柄连杆机构 .....	299
第二节	配气机构 .....	307
第三节	供给系 .....	309
第四节	点火系 .....	311
第五节	润滑系 .....	314
第六节	起动系 .....	316
<b>主要参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>317</b>

# 第一篇 概 论

## 第一章 车用内燃机的特点、基本结构与类型

### 第一节 车用内燃机的特点

车用内燃机是指坦克、汽车、拖拉机和摩托车等车辆所用的内燃机。

内燃机是发动机的一种。发动机是将某一种能量转变为机械能的机器。按照转变能量的情况，发动机可以分为热力发动机（热机）、电力发动机（电动机）、水力发动机（水力机）、风力发动机（风力机）和原子能发动机等。

热力发动机是将燃料燃烧而得的热能转变为机械能的机器。燃料直接在发动机内部燃烧的热力发动机称为内燃机，包括往复活塞式内燃机、旋转活塞式内燃机、燃气轮机和喷气式发动机等等。燃料在发动机外部燃烧的热力发动机称为外燃机，包括蒸汽机、蒸汽轮机和热气机等等。

目前，车用内燃机主要采用往复活塞式内燃机。因此，本书仅介绍车用往复活塞式内燃机的构造。

车用内燃机是车辆的动力来源。车辆结构与性能的好坏，在很大程度上取决于所用内燃机的结构与性能。车用内燃机在车辆上的布置随车辆的用途与总体结构而不同。

坦克是具有火力、防护和机动三大性能的履带式战斗车辆。有火炮、机枪等武器用来消灭敌人，有坚固的装甲用来保护自己。有大功率的发动机和性能良好的传动系与行动部分，以及灵活的操纵装置用来克服天然和人工障碍、高速行驶，以便更好地消灭敌人和保存自己，根据作用的不同，坦克分为主战坦克、水陆坦克、喷火坦克、扫雷坦克、侦察坦克和架桥坦克等等<sup>●</sup>。不同的坦克，总体结构也不大一样。图 1-1 和 1-2 是一种主战坦克的总体结构图。它是由以下几个部分组成：

1. 车体和炮塔。
2. 武器（火炮、高射机枪、冲锋枪、机枪、手榴弹、弹药、火控系统、观瞄器材等等）。
3. 动力装置（内燃机及其辅助系统）。
4. 传动系（传动箱、主离合器、变速箱、左右行星转向机和制动器）。
5. 行动部分（主动轮、负重轮、诱导轮、履带和履带调整器、减振器和限制器等）。

<sup>●</sup> 过去除了按用途分类之外，一般的坦克还按照重量的不同分为轻型、中型和重型坦克三种。通常将重量在 25~40 t（吨）之间称为中坦克，有的国家将重量达到 50 t 左右也称为中坦克。



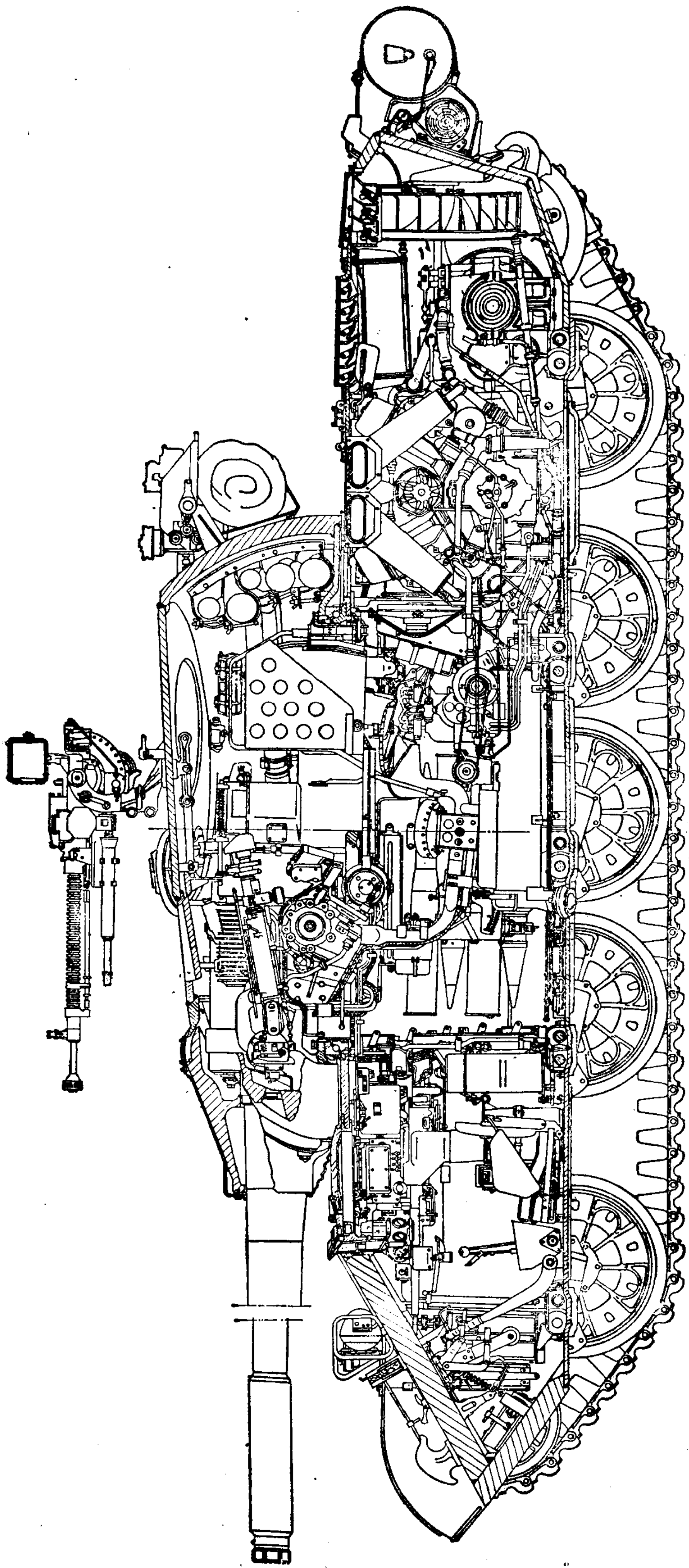


图1-1 一种主战坦克总体结构侧视图

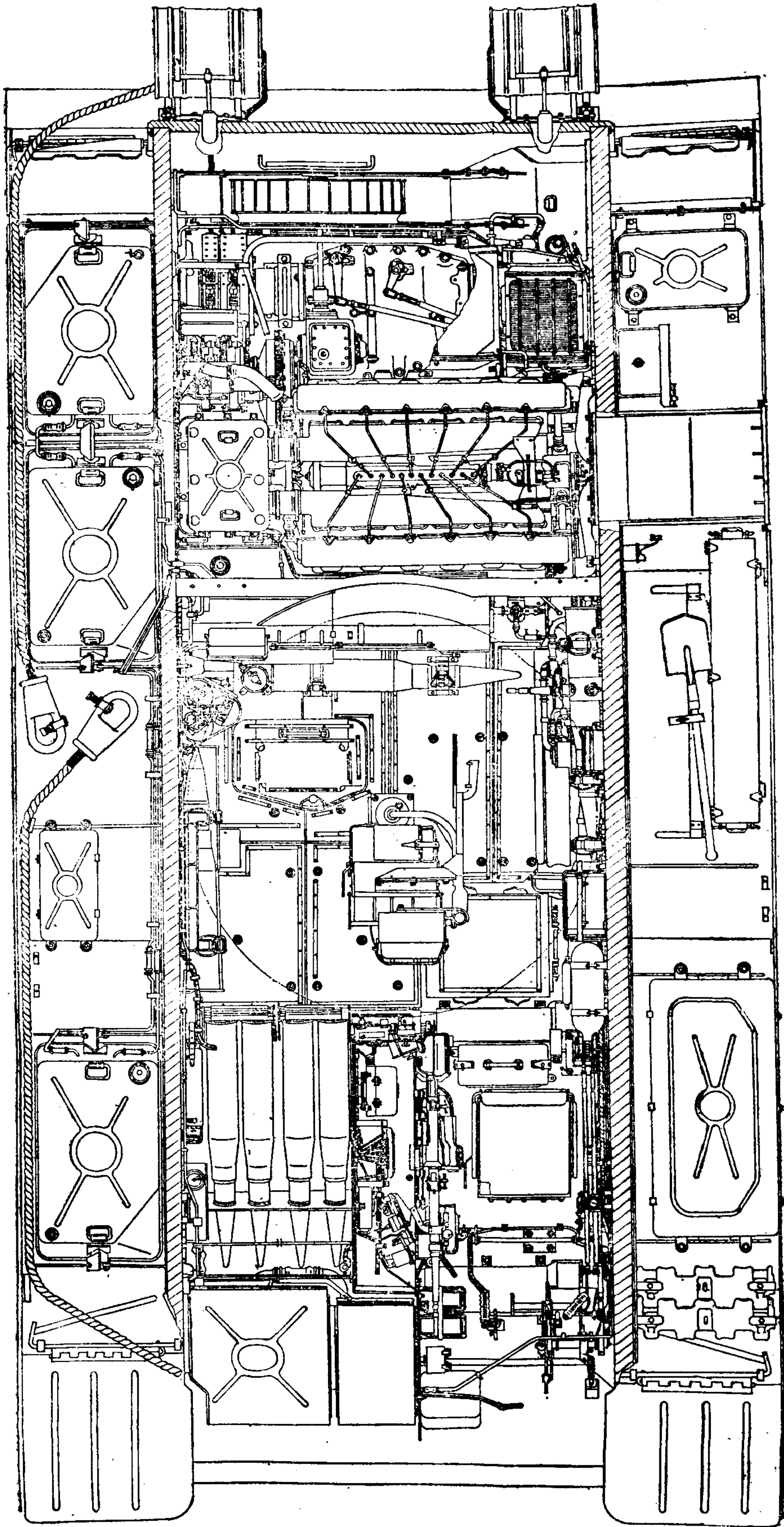


图1-2 一种主战坦克总体结构俯视图

6. 操纵装置（操纵杆、踏板及有关操纵机构、按钮等等）。
7. 电气设备（蓄电池、发电机、起动机、火炮控制系、电台、车内通话器、照明、通风装置等等）。
8. 灭火设备（固定式和手提式灭火器）。
9. 备品、工具和附件。
10. 附属设备（施放烟幕设备、生活急救设备、信号设备、防尘设备、随车文件等等）。

坦克的内部空间分为驾驶部分、战斗部分和动力传动部分（图1-3）。驾驶部分位于坦克最前端。驾驶员座位在左侧，右侧固定有前组柴油箱、炮弹及炮弹架，中间有蓄电池和前机枪。驾驶员座位的前面及两侧，装有驾驶坦克用的各种操纵杆、踏板、按钮、开关、指示灯、指示仪表以及观察仪等。驾驶员上方有驾驶窗。战斗部分紧接在驾驶部分之后，两部分相通。战斗部分有三个乘员，他们的座位都固定在炮塔上；炮长和车长座位在炮塔左侧，装填手座位在炮塔右侧。炮塔前中间安装火炮，左侧和右侧分别装有瞄准镜和并列机枪。炮塔顶部有指挥塔、指挥塔门及装填手门。在装填手处有潜望镜、进气风扇。在车长处装有电台、车内通话器、指挥潜望镜和四个棱镜式观察仪器。在炮长处装有炮塔方向机减速箱、高低机、潜望镜、操纵台等等。火炮稳定器各部件分别装在火炮两侧和摇架下部。装填手门外固定有高射机枪。战斗部分左下方有内燃机冬季启动用的加温锅，中心处有电路旋转连接器，后部左侧内燃机隔板上有排气风扇，后部下侧固定有灭火机。此外，战斗部分还固定着许多炮弹、机枪弹以及一些备品、工具、附件等等。在炮长与驾驶员中间的车底装甲板上有安全门。动力传动部分在坦克后部，与战斗部分用内燃机隔板隔开。动力传动部分固定着内燃机及其辅助系统的一些机件（空气滤清器、水散热器、机油散热器、冷却风扇、起动机、中组柴油箱、机油箱、电动机油泵和手摇柴油泵等）以及传动系各部件（传动箱、主离合器、变速箱、转向机和制动器、侧传动等）。动力传动部分所有操纵杆都由车体左侧壁上通到驾驶部分。

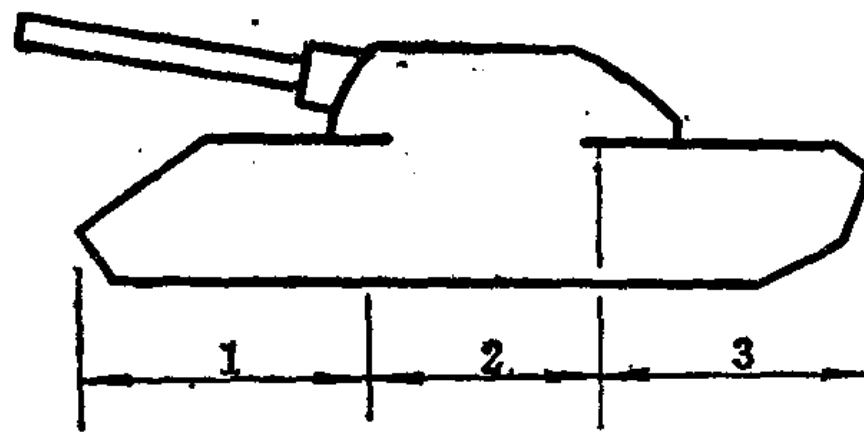


图1-3 坦克内部空间划分简图

1—驾驶部分；2—战斗部分；3—动力传动部分。

汽车是用来装货（载重汽车）、载人（轿车）或装有特殊装置完成特种任务（如越野车、钻探车、起重车、消防车、洒水车、扫雪车、清洁车、装甲输送车、指挥车等等）。装货的载重汽车（一般称为卡车）按名义载重量又可分为：轻型载重汽车（载重量小于3 t）、中型载重汽车（载重量在3~8 t）以及重型载重汽车（载重量大于8 t）三种；按货箱型式还可以分为：一般载重汽车与自卸载重汽车两种。载人的轿车则分为小轿车、大轿车两类。越野车分为两轴驱动、三轴驱动与四轴驱动等几种。不管哪一种型式的汽车，它的总体结构基本上都是由发动机、底盘、车身和电气设备等四部分组成。图1-4是一种中型载重汽车总体结构图（不包括车身）。发动机（内燃机）发出的动力，通过底盘上的传动系统（离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥）驱动车轮行驶；底盘上的转向系（方向盘和转向装置）保证汽车能够按照驾驶员所定的方向行驶；底盘上的制动系（制动器和制动装置）用来迅速地减低汽车行驶速度直至停车；底盘上

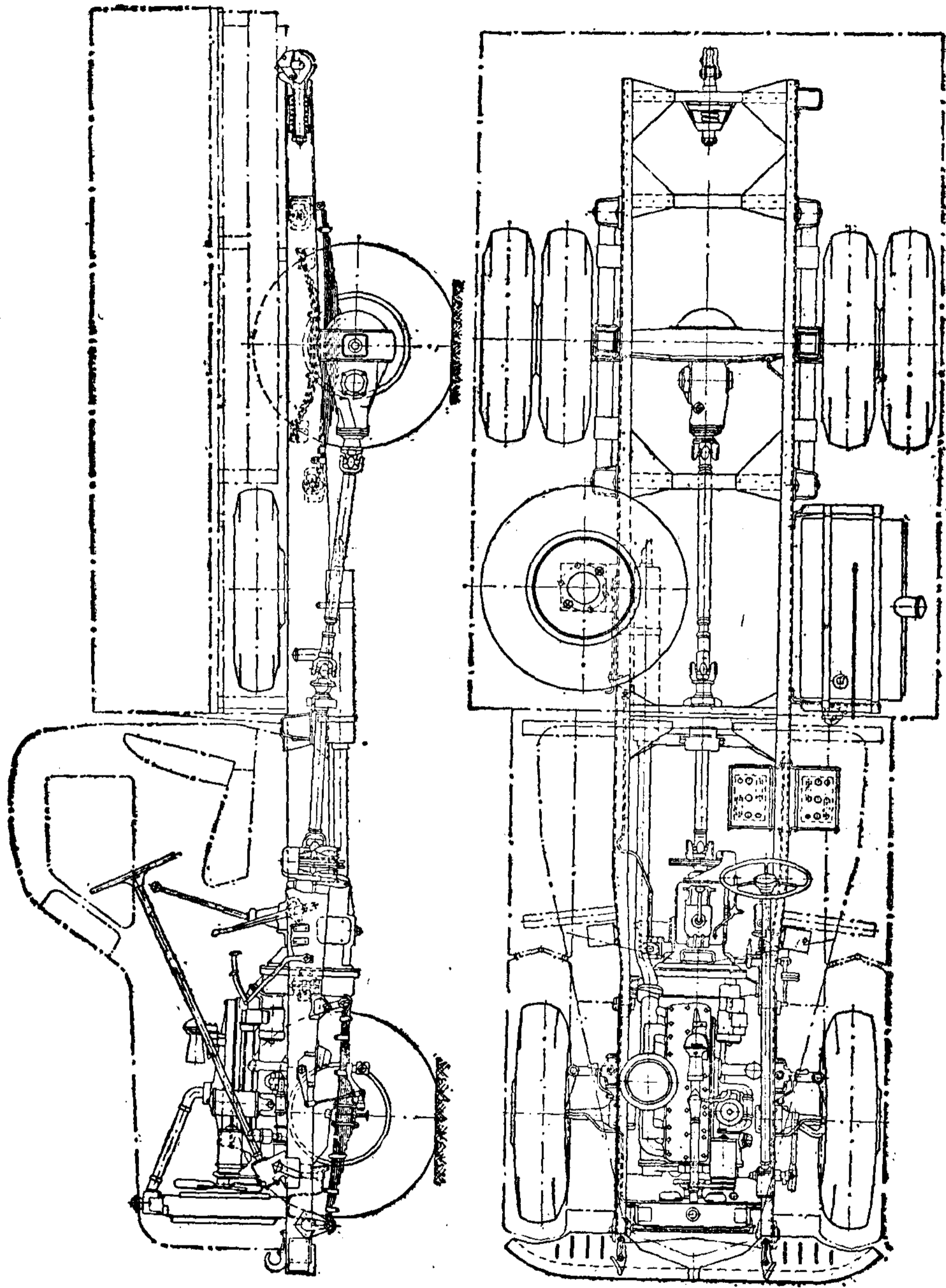


图1-4 一种中型载重汽车总体结构图 (不包括车身)

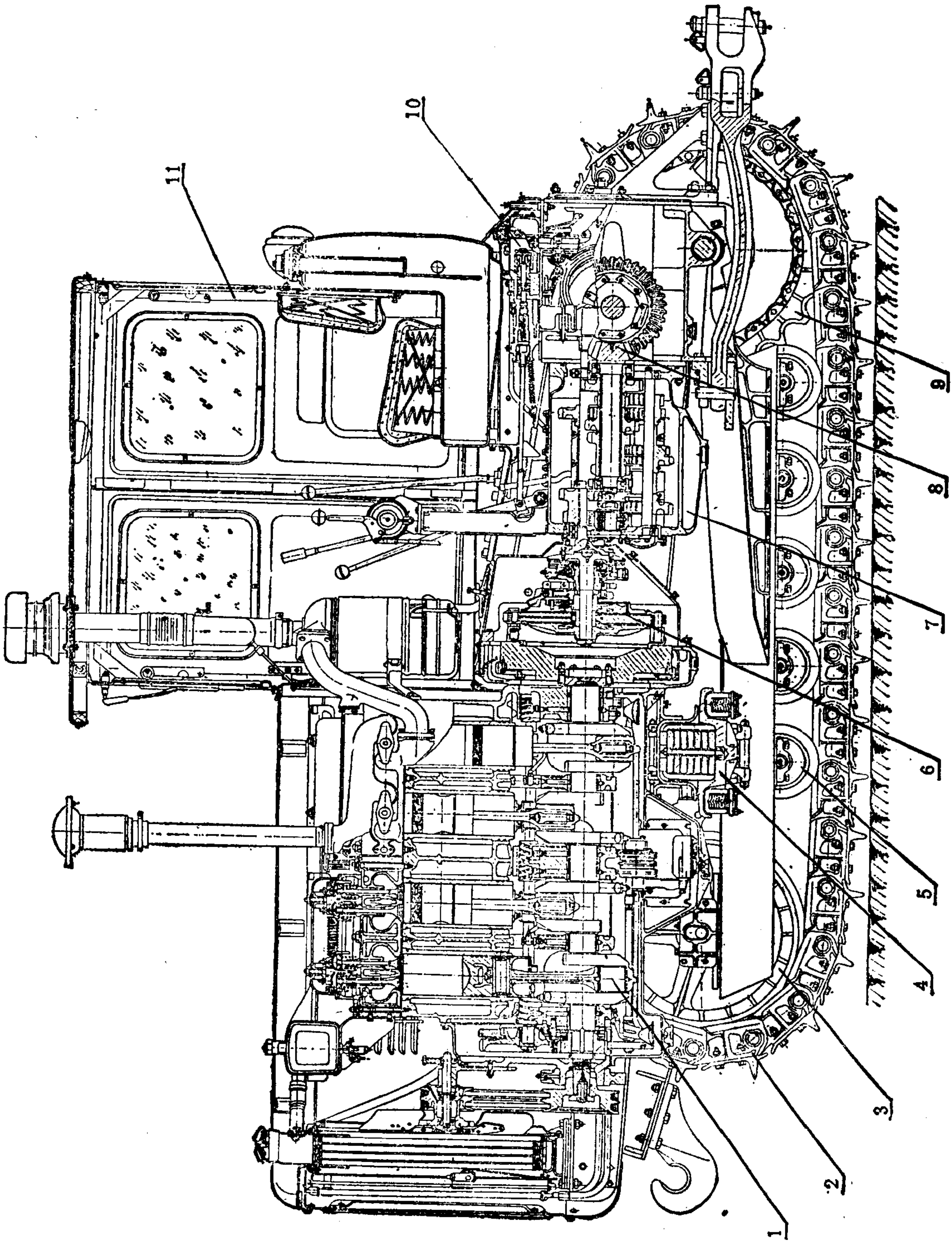


图1-5 一种农业用履带拖拉机总体结构图 (侧视图)

1—发动机(内燃机); 2—履带; 3—诱导轮; 4—悬挂; 5—负重轮; 6—主离合器; 7—变速器; 8—主传动器; 9—驱动轴; 10—助力器; 11—驱动轮。

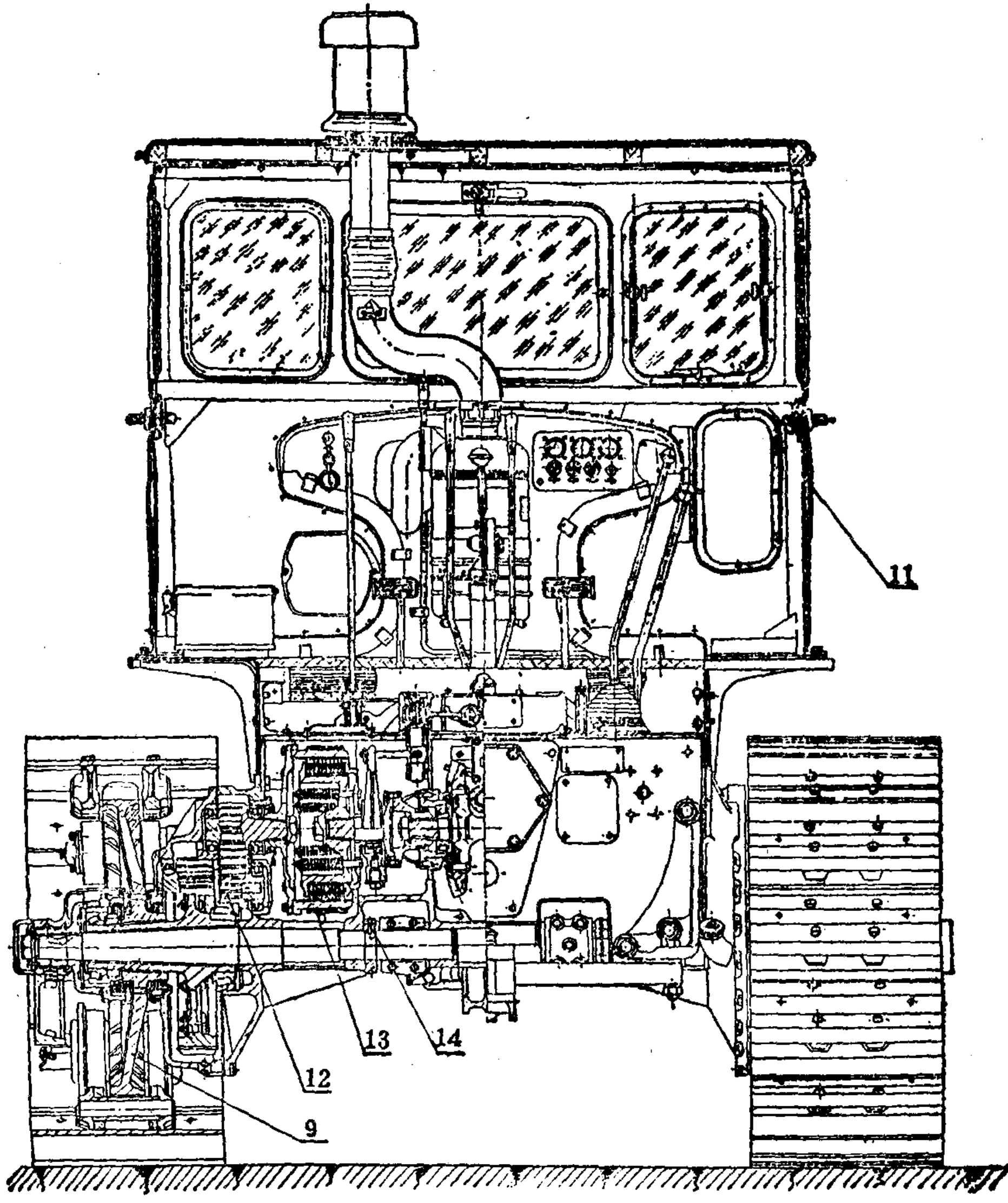


图1-6 一种农业用履带拖拉机总体结构图（后视图）

9—驱动轮；11—驾驶室；12—最终传动装置；13—制动器；14—转向离合器。

的行驶系（车架、前后桥、转向车轮、驱动车轮、前后悬挂）将汽车上各总成、部件连接成一整体，起到支持全车保证汽车行驶的作用。车身包括驾驶室和货箱两部分，用以安置驾驶员和货物。电气设备是用来汽车照明、发信号以及内燃机的起动机和点火等。

拖拉机是用来牵引农具或其他机械、装运木材、铲运、推土等等。按照用途的不同，分为农业拖拉机与工业拖拉机两类。按照行驶机构的不同，分为履带式拖拉机、轮式拖拉机与半履带式拖拉机三种。各种拖拉机的总体结构一般是由发动机、底盘、驾驶室、电气设备与辅助设备五个基本部分组成。具体布置与结构则随其用途与其行驶机构型式而有所不同。图 1-5 和 1-6 是一种农业用履带式拖拉机总体结构图。它的底盘也是由传动系、转向系、制动系和行驶系所组成，各系统的作用和汽车底盘上的各系统是相同的，但结构不完全一样：传动系没有万向传动装置。发动机（内燃机）发出的动力是通过主离合器、变速器直接传到主传动器、最终传动装置使驱动轮驱动履带行驶；转向系没有方向盘，而由操纵装置来操纵转向离合器控制行驶方向；制动系则由操纵装

置操纵制动器使拖拉机迅速转向或停车。行驶系则由车架、悬挂、诱导轮、驱动轮、托轮、负重轮、履带和履带调整器等组成。结构和坦克的传动系、行动部分等相似。拖拉机的电气设备的组成和作用与汽车基本相似。辅助设备包括功率输出轴、牵引装置等。

摩托车根据用途分为：交通摩托车、货运摩托车、客运摩托车、特种摩托车、运动摩托车、竞赛摩托车等；根据重量及功率分为轻便型、中型和重型三种，还有特轻型（机器脚踏自行车式）两用摩托车及小轮摩托车等；根据车轮的数目分为两轮和三轮摩托车（包括边三轮、后三轮）摩托车；根据所用内燃机的工作容积大小分为50、100、125、175、250、350、500、750和1000ml(毫升)等级别，其中气缸工作容积在50ml以内，供单人乘骑的两轮摩托车，称为轻便摩托车（国家标准规定，轻便摩托车内燃机的气缸工作容积不许超过50ml，大于50ml的一般统称为摩托车）。

摩托车的总体结构是由发动机（内燃机）、传动机构（包括离合器、变速器和传动装置等）、行动部分（包括车架、前叉、后悬挂、车轮等，在带边车的摩托车上还附加有带边车的车体）、操纵机构（包括转向把、手制动器和脚制动器等）以及电气设备（包括发电机、蓄电池、点火、照明和信号等）五个部分组成。具体的构造随具体类型而不同。图1-7是一种交通摩托车的总体结构图。图中表示了这五个组成部分的情况。

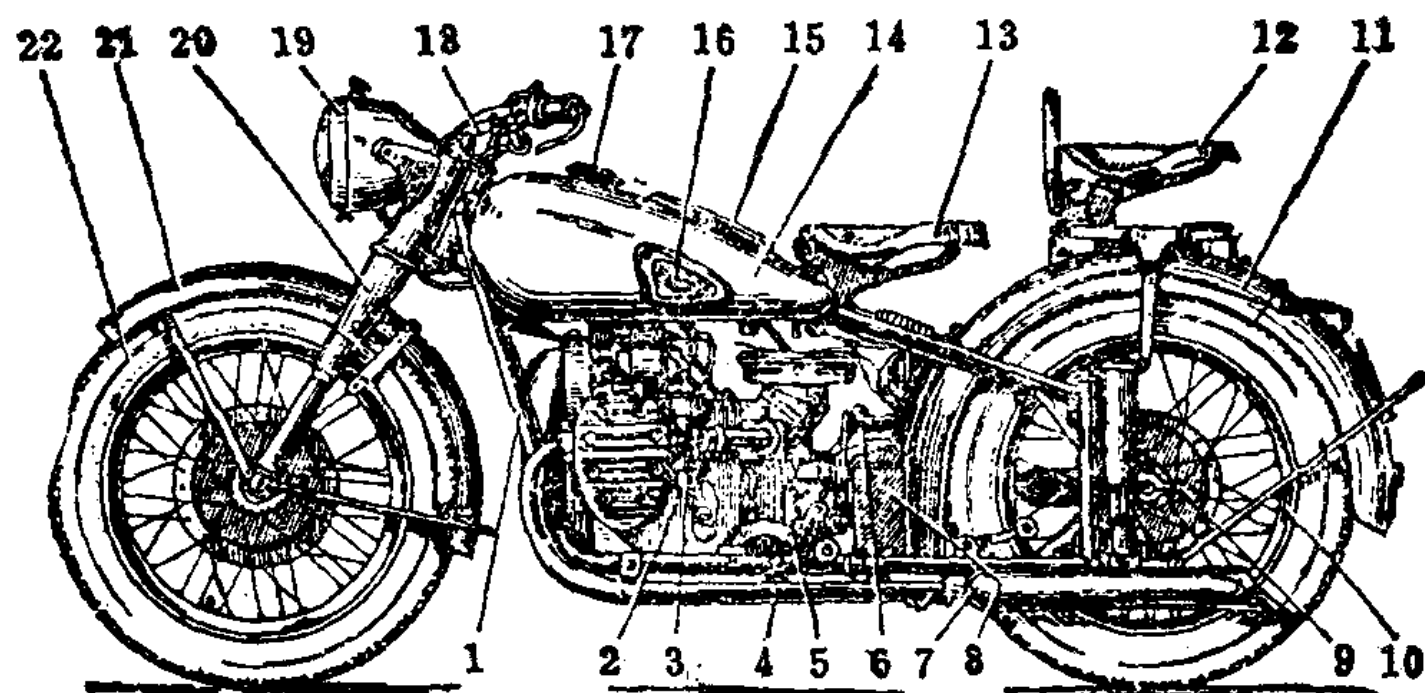


图1-7 一种交通摩托车总体结构图

- 1—车架；2—内燃机；3—化油器；4—排气管；5—脚制动器踏板；6—起动蹬杆；  
7—消声器；8—蓄电池；9—后悬挂；10—后轮；11—后护板；12—后车座；  
13—驾驶员车座；14—汽油箱；15—工具箱；16—橡皮垫；17—汽油箱盖；  
18—转向把；19—大灯；20—前叉；21—前护板；22—前轮。

从坦克、汽车、拖拉机和摩托车的用途以及总体结构来看，车用内燃机是安装在车辆有限的位置上，其尺寸与重量直接影响车辆的尺寸与重量，而且工作条件与维修条件较差，又经常处于负荷与转速变化的情况下工作。因此，车用内燃机与固定式内燃机对比，它的基本特点是：在具有足够功率的前提下，要求内燃机尺寸小、重量轻、工作可靠、省油、适应性强、起动迅速、加速性好和维修方便。为了尺寸小、重量轻，车用内燃机通常采用工作转速较高、工作较为强化的内燃机，因此，使用寿命相对其他用途的短一些。同时，车用内燃机采用较好的材料来制造，成本也较高一些。不过，不同的车辆，对各个要求的主次与程度并不是都一样的，因而具体特点也不相同。例如，对于内燃机的尺寸与重量，坦克和摩托车要求最高，汽车要求就差些，拖拉机要求又差些。对于坦克而言，内燃机尺寸小、重量轻，可以相应地减小坦克尺寸与重量，有利于提高

坦克的机动性能；或者可以相应地加大坦克其他部分空间，从而可以携带更多的弹药或油料，提高坦克作战能力。内燃机的尺寸与重量对汽车的影响就不如对坦克那样重要，对拖拉机的影响又差多了。汽车、特别是拖拉机，为了使内燃机使用寿命不要太短、制造成本不要太高，因此，对尺寸与重量的要求就相对放宽了。

## 第二节 车用内燃机的基本结构

前节已指出，车用内燃机主要采用往复式活塞式内燃机。往复式活塞式内燃机的基本结构如图1-8所示。

活塞5在气缸1内只能上下运动，它用活塞销6与连杆7的上头连接。连杆7的下头与曲轴10的轴颈连接。曲轴被装在曲轴箱9的两个轴承中，可自由转动，其末端装有飞轮8。气缸1上部装有气缸盖4，使活塞顶部与气缸盖之间组成密闭的空间作为燃烧室。装在气缸体上的进气门2和排气门3根据工作情况的需要而开启或关闭。

当曲轴转动时，通过连杆使活塞在气缸内作上下直线运动，如果加力于活塞，使它在气缸内移动，曲轴就开始转动。这种使活塞的直线运动转变为曲轴旋转运动的机构称为曲柄连杆机构。燃料在气缸内燃烧时所产生的热能就是借助于曲柄连杆机构的作用变为机械能而作功的。

当内燃机工作时，首先用外力使曲轴带动活塞上下移动。活塞由上向下移动时，进气门开启，排气门关闭。燃料与空气组成的可燃混合气（或空气）经过进气管、进气门进入气缸内；接着活塞反向向上移动，进气门关闭，可燃混合气（或空气）受到活塞的压缩；随后火花塞点燃可燃混合气（或喷入燃油）而燃烧；燃气膨胀而产生的巨大的气体压力推动活塞向下运动，并通过连杆使曲轴旋转，对外作功；曲轴使活塞又由下向上移动时，排气门打开，活塞推动燃烧的废气经排气门排到气缸外面去。活塞再从上向下移动时，又重复开始上述的进气、压缩、燃烧、膨胀、排气五个工作过程组成的工作循环。这样，一个循环又一个循环的重复进行，内燃机曲轴就不停地旋转起来。

当活塞向下、向上各运动一次，曲轴旋转一转。活塞离曲轴中心距离最大的那一个位置称为上止点（图1-9a）；活塞离曲轴中心距离最小的那个位置称为下止点（图1-9b）。在上、下止点时，活塞的运动方向改变，速度等于零。飞轮的作用是储存能量利用惯性来克服活塞在上、下止点的位置，并使曲轴能够比较平稳地旋转。

上止点与下止点间的距离称为活塞行程 $S$ 。曲轴每转 $180^\circ$ （半转），即相当于一个活塞行程。从图1-9中可以看出，活塞行程 $S$ 等于曲柄半径 $R$ 的两倍，即

$$S = 2R$$

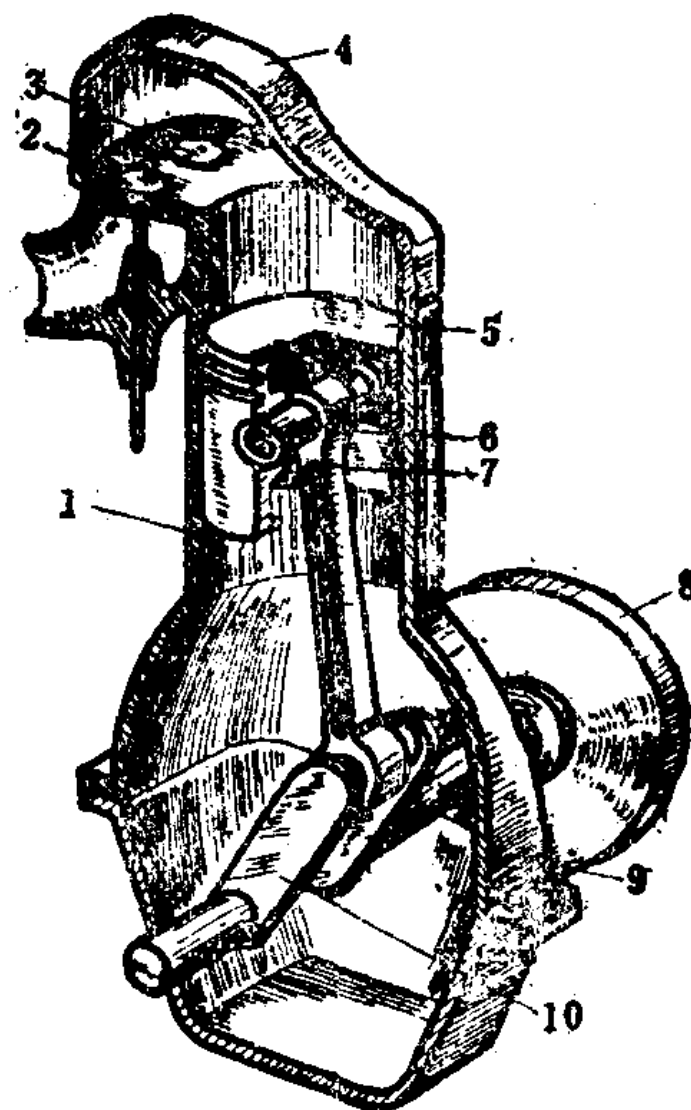


图1-8 往复式活塞式内燃机的基本结构

1—气缸；2—进气门；3—排气门；4—气缸盖；  
5—活塞；6—活塞销；7—连杆；8—飞轮；9—  
曲轴箱；10—曲轴。



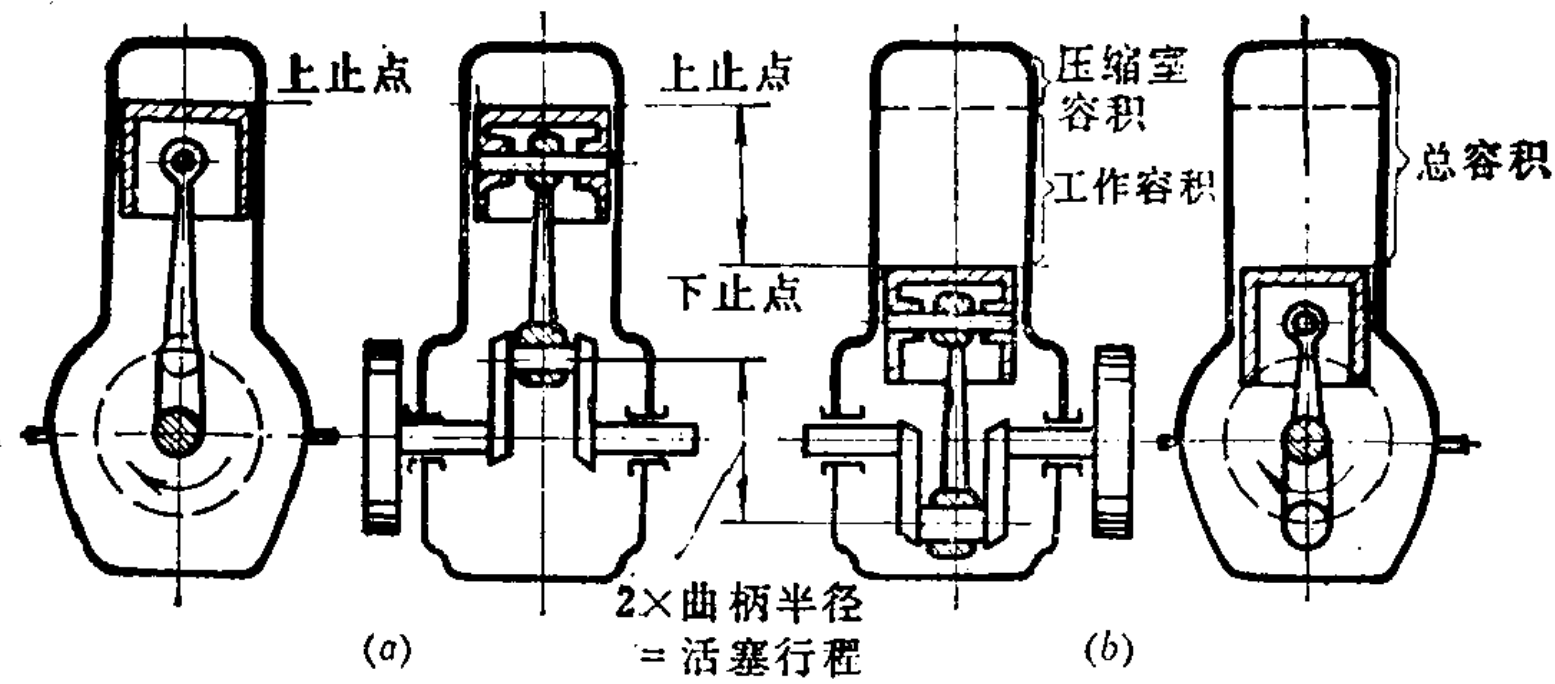


图1-9 内燃机曲柄连杆机构的主要位置

当活塞在上止点位置时，活塞顶部与气缸盖内表面所形成的空间称为压缩室容积（或称燃烧室容积） $V_c$ 。

当活塞由上止点到下止点移动时所通过的空间，称为气缸的工作容积（或排量） $V_h$ 。设气缸直径 $D$ 的单位为mm，活塞行程 $S$ 的单位也为mm，则工作容积 $V_h$ 为

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 S \times 10^{-6} \text{ L}$$

当活塞在下止点时，在活塞顶上面与气缸盖内表面所形成的空间称为气缸总容积 $V_o$ 。气缸总容积等于气缸的压缩室容积 $V_c$ 与工作容积 $V_h$ 之和，即

$$V_o = V_c + V_h$$

气缸总容积与压缩容积之比称为压缩比 $\varepsilon$ ，即

$$\varepsilon = \frac{V_o}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

压缩比表示进入气缸内的混合气或空气被压缩的程度。

燃料在气缸内燃烧时，气体在单位时间对活塞所做的功，称为内燃机的指示功率 $N_i$ 。

内燃机曲轴所获得的，实际上传给车辆传动部分或传动系的功率称为内燃机的有效功率 $N_e$ 。有效功率比指示功率小，这是因为气体在气缸中膨胀时所发出的功率，其中一部分克服内燃机各机构的摩擦以及驱动内燃机各机构的运动而消耗掉了。

在其它情况相同的条件下，内燃机的有效功率随着气缸的直径、活塞行程以及气缸数目的增加而增大。内燃机的功率在一定限度以内也随着曲轴转速的增加而增大。这是因为当转速增加时，单位时间的做功次数增加，使功率加大。但当转速超过一定限度以后，除了使摩擦损失急剧地增大外，也使进气与燃烧过程的条件变坏，因而内燃机的功率不再增加，反而降低。每一台内燃机都有规定的转速。当说明内燃机的功率时，常标明发出此功率时的曲轴转速。

### 第三节 车用内燃机的类型

现代车用内燃机可以分为两大类，即汽油机和柴油机。

汽油机是以汽油作燃料的内燃机，空气与汽油在气缸外先由化油器混合，形成可燃混合气后进入气缸，经压缩后依靠火花塞发出电火花引起燃烧。因而这种内燃机也称为化油器式内燃机或火花点火内燃机。