

中等专业学校教材

工程机械基础

成都铁路工程学校 郭开勋 主编



中国铁道出版社

中等专业学校教材

工程机械基础

成都铁路工程学校 郭开勋 主编
哈尔滨铁路工程学校 王占玉 主审

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国铁道出版社

2002年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书主要介绍工程机械的总体组成、动力装置、传动装置和操纵控制系统的基本知识。根据修建铁路的需要,着重介绍桥梁工程、隧道工程和土方工程施工中常用的一些工程机械,如桩工机械、排水机械、起重机械与设备、凿岩机、装岩机械、运输机械、通风机、推土机、挖掘机、装载机、混凝土搅拌机、输送机、喷射机、捣固机、破碎机、筛分机、压路机等。对以上机械的类型、原理、简单结构及其应用和管理也作了较全面的介绍。

本书除作铁路系统中等专业学校铁道工程专业教材外,也可供铁路施工技术人员和工人学习参考。

图书在版编目 (CIP)数据

工程机械基础/郭开勋主编. —北京:中国铁道出版社,2002 重印
中等专业学校教材
ISBN 7-113-02822-5

I. 工… II. 郭… III. 机械工程—专业学校—教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 22884 号

中等专业学校教材

书 名: 工程机械基础

作 者: 郭开勋

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑: 刘桂华

封面设计: 赵敬宇

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 8.75 字数: 213 千

版 本: 1998年2月第1版 2002年1月第3次印刷

印 数: 10 001~13 000 册

书 号: ISBN 7-113-02822-5/TH·66

定 价: 12.70 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

《工程机械基础》教材是根据铁路中等专业学校铁道工程专业(工程局)课程教学大纲编写的。目的在于使铁路建设工程技术人员不仅懂得铁路土建工程专业知识,而且也具备铁路建设常用主要工程机械的基本知识,能在施工过程中合理地使用机械,充分发挥机械效率,更好地完成施工任务。

本书除绪论外共六章,主要侧重讲述常用工程机械的基本性能、结构原理、工作过程和合理使用。

本书由成都铁路工程学校郭开勋主编,哈尔滨铁路工程学校王占玉主审。成都铁路工程学校杜顺理在本书的编写中给予了很大帮助。参加审稿的有哈尔滨铁路工程学校赵明辨,石家庄铁路工程学校袁长明。

编 者

1997 年 4 月

目 录

绪 论	1
第一章 工程机械基本知识	3
第一节 工程机械的动力装置	3
第二节 工程机械的传动机构	16
第三节 工程机械控制系统	29
第四节 工程机械的行驶装置及其传动机构	33
第五节 工程机械使用常识	36
第二章 桥梁工程机械	40
第一节 桩工机械	40
第二节 排水机械	44
第三节 起重机械与设备	47
第三章 隧道工程机械	54
第一节 凿岩台车	54
第二节 凿 岩 机	58
第三节 装岩机械	61
第四节 运输机械	68
第五节 通 风 机	71
第四章 土方机械	78
第一节 推 土 机	78
第二节 铲 运 机	84
第三节 挖 掘 机	89
第四节 平 地 机	98
第五节 装 载 机	101
第五章 混凝土搅拌及输送机械	105
第一节 混凝土搅拌机械	105

第二节	混凝土输送泵及输送车·····	111
第三节	混凝土喷射机·····	113
第四节	灰浆搅拌机及输送泵·····	114
第五节	混凝土捣固机械·····	116
第六节	喷射机械手及三联机·····	121
第六章	其它常用工程机械·····	123
第一节	破碎机械·····	123
第二节	筛分机械·····	125
第三节	压路机·····	128
参考文献 ·····		132

绪 论

一、工程机械在国家现代化建设中的地位和作用

工程机械主要是为建筑、铁路、公路、水利、电力、矿山、海空港口和国防等建设施工机械化服务的,与上述各部门的发展息息相关。一个国家能够生产的工程机械,其产品品种和数量的多少、技术水平与产品质量的高低,都直接影响我国经济建设的发展。

解放前,我国不能设计和制造工程机械。解放后,随着社会主义经济建设的迅速发展,各部门对工程机械的需要愈来愈迫切,工程机械制造行业也相应地从无到有、从小到大,得到了发展。现在,我国工程机械产品品种基本齐全,而且主要产品已初步形成系列。在技术水平和质量方面,不少产品已采用了较先进的结构,一部分产品已由机械传动改为液压传动,某些产品的性能参数已接近世界先进水平。机器的可靠性和寿命也有较大的改善和提高。

实践证明,只有机械化才是解决建设速度及质量的根本出路。而实现施工机械化,就必须大力发展工程机械。因此,工程机械对尽快实现社会主义现代化建设,起到了愈来愈明显的作用。

二、工程机械的总体组成

虽然工程机械的类型繁多,结构复杂,但一台完整的工程机械主要由动力装置、底盘和工作装置三个部分组成。

(一)动力装置

动力装置是机械动力的来源,由它提供或转换为机械能。工程机械中动力装置最常用的是内燃机,其次为电动机,也有用空气压缩机或蒸汽机的。

(二)底 盘

底盘由传动机构(传动系)、行走系、制动系和转向系组成。

传动机构是将动力装置的功率和运动传递到工作装置、行走系和制动系之间的中间机构。用于工程机械上的传动机构有机械传动、液压及液力传动、气力传动和电力传动。组成机械传动部分的零件形式很多,例如胶带、链条、齿轮、凸轮、连杆等。从广义上说,还包括支承这些零件的轴和轴承,以及连接上述零件所用的键、销和螺栓等连接件。

(三)工作装置

这一部分的结构形式主要取决于机械本身的用途,例如挖掘机的工作装置包括动臂、斗臂和铲斗,推土机的工作装置是带有刀片的推土刀和刀架。

三、学习本课程的目的

施工机械化是一门综合性学科,它介于工程机械和施工技术、施工组织之间。施工机械化和工程机械有密切联系,但工程机械不等于施工机械化。施工机械化和施工技术、施工组织、甚至施工体系都有密切的联系,但它们也不能代替施工机械化。

学习本课程的目的是使学习者了解工程机械的基本知识及主要类型工程机械的简要结构、性能和应用,使铁路工程技术人员不仅懂得铁路铁道工程专业知识,而且也要具备铁路常用主要工程机械的基本知识。能在施工过程中经济合理地选配机型,组织或管理施工,充分发挥工程机械效率,加速工程进度,保证工程质量,创造更好的经济效益来完成工程任务。

第一章 工程机械基本知识

第一节 工程机械的动力装置

一、概 述

动力装置是驱动各种类型工程机械进行工作的原动机,有直接驱动和间接驱动两种。常用的动力装置有:蒸汽机、内燃机、电动机和空气压缩机等。

蒸汽机是古老的一种热力机械。它利用煤作燃料,把水烧成蒸汽,进入气缸去推动活塞作往复运动,然后通过曲柄连杆机构把往复运动转变为旋转运动而输出动力。目前除少数机械还在应用蒸汽机外(铁路上有蒸汽起重机、蒸汽打桩机等),多数已被内燃机取代。

内燃机是利用燃油(汽油和柴油)或煤气在气缸内直接燃烧,把热能转变为机械能的热力机械。由于它不需更多的辅助机械,热效率高,目前在无电源供应的工程上大多采用内燃机作工程机械的动力装置。它既可直接驱动各种机械(如推土机、铲运机、装载机等),又可拖动其它机械制造另外的能源,再由此直接驱动机械与设备(如内燃机可拖动发电机发电,再通过电动机去驱动机械的各个机构),还可拖动空气压缩机或液压泵,以制备压缩空气或高压油,去驱动各种气动机具或液压设备。

电动机是将电能转换为机械能的动力机械,它在工程机械上应用甚广。由于它比较经济,体积小而又轻便,所以凡是有电源的地方,固定安装或移速慢而移距短的工程机械上常用电动机。它可直接驱动机械,又可驱动空气压缩机或液压泵。

空气压缩机是由内燃机或电动机来驱动而进行工作的,它生产的压缩空气又是直接驱动各类气动机具的能源,所以亦把它列入工程机械的动力装置之一。

二、内 燃 机

内燃机是把燃料和空气混合成可燃混合气体,在气缸内燃烧所得到的热能转变为机械能的动力装置。

目前,内燃机所用的燃料大多是汽油和柴油,所以,通常内燃机有汽油机和柴油机之分。汽油机所用的可燃混合气体,是在气缸外由汽化器混合好被吸进气缸,用点火装置使它点燃,所以学术上常称它为点燃式发动机。柴油机所用的可燃混合气体是直接在气缸内混合的。空气先被吸进气缸内,当它被活塞压缩到一定的高压、高温后,藉高压油泵和喷油器,雾状的柴油立即喷入而与空气急速混合,柴油在高温下自行着火燃烧。所以学术上称柴油机为压燃式发动机。

这是汽油机和柴油机在工作特征上的两大区别。

(一)内燃机的型式、主要工作机构及工作原理

内燃机按实现一个工作循环时活塞往复的次数分四行程内燃机和二行程内燃机。

内燃机按气缸数目分单缸内燃机和多缸内燃机(二缸、四缸、六缸……等)。

内燃机按气缸排列形式分单列直立式、双列V型与双列对置卧式内燃机三种。单列直立

式内燃机的结构较简单,加工方便,成本低,一般六缸以下的内燃机多采用此种形式。双列 V 型内燃机的结构尺寸较小,而且气缸体的强度和刚度较好,多用于八缸或十二缸的内燃机。双列对置卧式内燃机的横向尺寸较大,目前很少采用。

内燃机按冷却方法分风冷式内燃机和水冷式内燃机。

图 1—1 所示,在带有气缸盖的气缸 4 内装有活塞 5,活塞通过连杆 7 与下面的曲轴 8 相连。这样,活塞在气缸内的往复直线运动就可通过连杆驱使曲轴作旋转运动,从而输出动力。在此过程中,连杆小端进行上下直线运动,大端则作圆周运动,活塞往返一次,可使曲轴旋转一圈。图中术语简述如下:

上止点——活塞运动至距离曲轴轴线最远的位置称为上止点。活塞在上止点上的速度为零。

下止点——活塞运动至距离曲轴轴线最近的位置称为下止点。活塞在下止点上的速度为零。

活塞行程——活塞在气缸内由一个止点到另一个止点移动的距离,以 s 表示,称为活塞行程。活塞在行程中点上时,其速度达到最大值。

曲柄半径——曲轴与连杆下端的连接中心到曲轴中心的距离,以 r 表示,称为曲柄半径。即活塞行程 $S=2r$ 。

气缸工作容积——活塞从上止点至下止点所扫过的气缸容积称为气缸工作容积,用 V_h 表示。

燃烧室容积——活塞在上止点时,活塞顶部以上的容积,称为燃烧室容积,用 V_c 表示。

气缸总容积——气缸工作容积与燃烧室容积之和,称为气缸总容积,用 V_s 表示,即 $V_s=V_h+V_c$ 。

内燃机的结构型式很多,但工作原理基本相同,下面着重叙述四行程内燃机的工作原理。

内燃机的工作是由进气、压缩、作功和排气四个过程组成一个工作循环,周而复始地进行着。这四个过程可由活塞的四个行程来完成(二行程的内燃机由二个行程来完成),不论汽油机或柴油机都是如此。

图 1—2 及图 1—3 分别为四行程汽油机和四行程柴油机的工作过程。

1. 进气过程(图 1—2(a)和图 1—3(a))

活塞 3 由上止点向下止点移动,进气门 7 打开,排气门 5 仍关闭着。此时由于气缸内容积逐渐增大,形成一定的真空度,在气缸内外气体压力差的作用下,混合气(汽油机)或空气(柴油机)被吸入缸内,直到活塞运动到下止点为止,称为吸气行程。此时曲轴旋转 180° 。

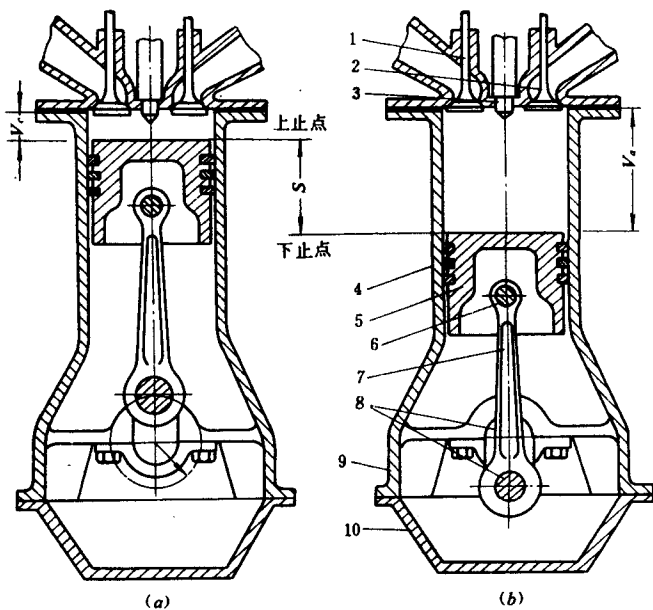


图 1—1 单缸四行程柴油机简图

(a) 活塞位于上止点情况; (b) 活塞位于下止点情况。

1—排气门; 2—进气门; 3—喷油器; 4—气缸; 5—活塞; 6—活塞销;
7—连杆; 8—曲轴; 9—上曲轴箱; 10—下曲轴箱。

由于进气管路的阻力,进入气缸内的混合气或空气要比大气压力略低,一般当活塞位于下止点时,缸内气压约为 $73\sim 88\text{kPa}$ 。进气时由于沿途要接触到热机件及缸内不可能排尽的热废气,所以其温度比大气温度要高,一般在进气终了时有数十度到一百多度(摄氏)。

2. 压缩行程(图 1—2(b)和图 1—3(b))

活塞由下止点向上止点运动时,进、排气门都关闭着,由于气缸的容积逐渐缩小,缸内气体被压缩,压力和温度都随之逐渐升高。当活塞达到上止

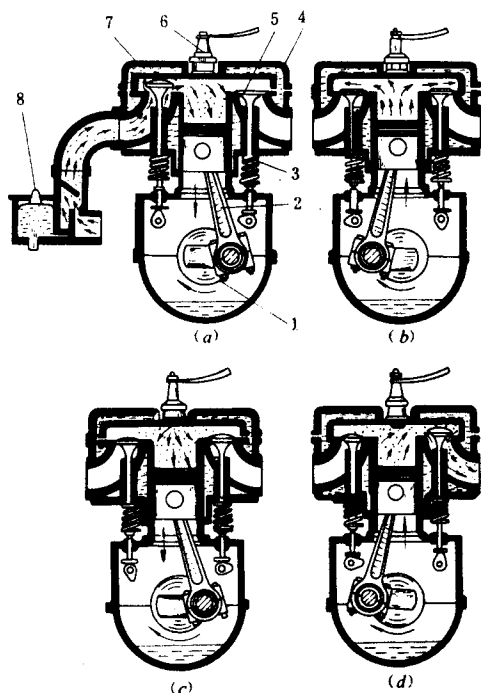


图 1—2 四行程汽油机的工作过程
(a)进气;(b)压缩;(c)做功;(d)排气。

1—曲轴;2—连杆;3—活塞;4—气缸;5—排气门;
6—火花塞;7—进气门;8—汽化器。

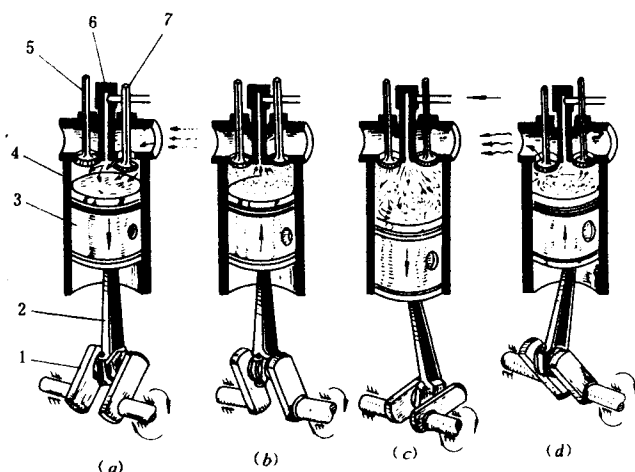


图 1—3 四行程柴油机的工作过程
(a)进气;(b)压缩;(c)做功;(d)排气。

1—曲轴;2—连杆;3—活塞;4—气缸;5—排气门;6—喷
油器;7—进气门。

点时,汽油机缸内的混合气被压缩到压力约为 $784\sim 1372\text{kPa}$,温度达到 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$;柴油机缸内的空气被压缩到压力达 $3430\sim 4900\text{kPa}$,温度高达 $500\sim 700^{\circ}\text{C}$ 。在此过程活塞直线运动一个行程,曲轴旋转了第二个 180° 。必须指出,汽油机压缩终了时的压力和温度都比柴油机低,因为它吸入的是可燃混合气,如果被压缩到温度过高,将会引起混合气未及点火就猛烈自燃,产生极大的压力波,使有关机件严重磨损,甚至损坏,同时功率下降,油耗增加。这种现象称为“爆燃”,是很有害的。

3. 作功行程(图 1—2(c)和图 1—3(c))

当活塞上行接近上止点,压缩快终了时,汽油机点火装置发出火花,点燃混合气;柴油机则将柴油成雾状地喷入气缸内,和高压高温的空气迅速混合而自燃(柴油的自然温度为 $250\sim 330^{\circ}\text{C}$)。混合气在气缸的燃烧室内燃烧后,产生大量的热,使缸中的压力和温度都急剧升高。汽油机燃烧后的压力达 $2940\sim 4900\text{kPa}$,温度达 $2000\sim 2500^{\circ}\text{C}$;柴油机燃烧后的压力达 $5880\sim 8820\text{kPa}$,温度也高达 2000°C 左右。

在混合气燃烧过程中,进、排气门都关闭着,所以燃气就在缸内膨胀,推动活塞自上止点向下止点运动而作功。随着活塞下行,缸内容积增大,缸内的气体压力和温度都下降。到活塞快

到下止点时(排气门打开前),压力降到 $196\sim 490\text{kPa}$,温度下降到 1000°C 以下。这一过程,曲轴又转了第三个 180° 。

4. 排气行程(图 1—2(d)和图 1—3(d))

在作功结束,活塞接近下止点时,排气门打开(进气门仍关闭),于是活塞越过下止点而向上运行,把废气排出缸外。这一过程,曲轴又转了第四个 180° 。由于排气管路的阻力,此时缸内的压力仍大于大气压(约为 $102\sim 117\text{kPa}$,温度约在 $300\sim 800^{\circ}\text{C}$ (排气门附近))。

必须指出,进气时为使气缸内充气较好,进气门是提前打开和延迟关闭的;也为了使废气尽可能排净,排气门也是提前开启和延迟关闭。这样,进气门提前开启和排气门延迟关闭,势必有一瞬间的部分重叠,即进、排气门处于同时开启状态,进气可以帮助把废气排除(称为扫气)。

由上可知,四行程内燃机是活塞上下运动了四个行程,曲轴共转了 720° ,才完成一个工作循环。在这个循环中,活塞在作功的行程是主动作功的,其余三个行程都是被动的,它们依靠旋转机件的惯性而运动(即依靠曲轴上的飞轮)。

对于单缸四行程内燃机,由于一次作功行程供三次非作功行程使用,必须配用较大的飞轮,才能使机器运转比较平稳。

目前,在工程机械上大多采用多缸内燃机,这就是使所有各缸活塞和连杆都装在同一根曲轴上,让各缸依次作功而驱使同一根曲轴旋转。这样,在发出相同功率的情况下,既可使机器结构较小,又可使曲轴旋转较均匀,以达到机器平稳运转的目的。在工程机械上用得最多的是四缸和六缸内燃机。

四缸四行程内燃机的曲轴转二转,应有四个缸爆发作功,也就是说曲轴每半转(即 180°)就有一个缸的一个行程是作功行程。因此,相对于四个缸的曲柄,应相互叉开 180° ,而四个连杆轴颈的轴线应处于同一平面上。为了使曲轴受载较均匀,四个缸的工作次序较好的只能有 1—3—4—2 或 1—2—4—3 两种。

六缸四行程内燃机的曲轴,应该是每转 120° 就有一个缸爆发作功。这样,它们的曲柄应该是相互错开 120° ,每两个连杆轴颈轴线处于一个平面上,六个连杆轴颈轴线分处在相互成 120° 的三个平面上。现今工程机械与汽车上的六缸四行程内燃机的工作次序为 1—5—3—6—2—4。

二行程内燃机的工作特点,是它在活塞两个行程中,即可完成进气、压缩、作功、排气四个工作过程。也就是说,曲轴每转一转(360°),就可作一次功。这样,从理论上说,在其它条件都相同的情况下,二行程内燃机所发出的功率,应为四行程内燃机的二倍,实际上只为 $1.5\sim 1.6$ 倍。

(二)内燃机的总体构造

内燃机是由若干机构和系统组成的比较复杂的机器。内燃机为了完成工作,除了曲柄—连杆等主要机构外,还有相应的配合组成部分。现简要分述于后。

1. 机 体

机体是气缸体与上曲轴箱的总称。

机体的作用是作为发动机各机构、各系统的装配基体,而且它本身的一些部分又分别是各机构、各系统的组成部分。

2. 曲柄连杆机构

它包括活塞、活塞销、连杆和带有飞轮的曲轴等。这是发动机借以产生并传递动力的机构,通过它把活塞的直线往复运动,转变为曲轴的旋转运动而输出动力。

3. 配气机构

配气机构是正确地执行进、排气门的启闭工作,以便准时向气缸内供给定量的混合气或空气,并及时排除废气的机构。它由与气缸同数目的进、排气门及其传动机构所组成。

气门是直接执行启闭的元件,为带杆的菌状体。它有两种安置形式:一种是气门安装在气缸盖上,气门的传动零件则分别安装在气缸体与气缸盖上,称为顶置式或倒置式配气机构,如图 1—4 所示;另一种是气门及其传动零件都装在气缸体的一侧,称为侧置式或顺置式配气机构,如图 1—5 所示。

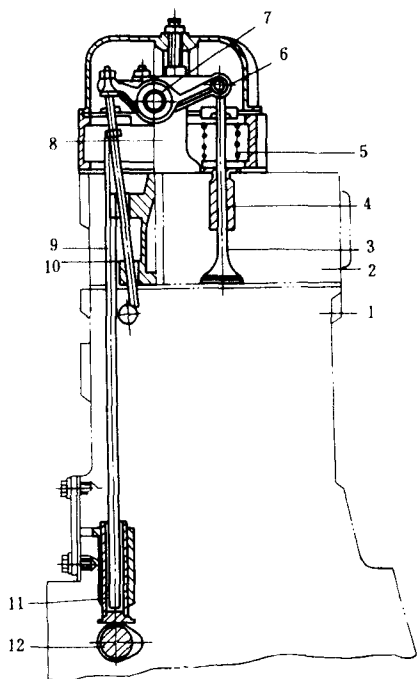


图 1—4 顶置式配气机构

1—气缸体;2—气缸盖;3—气门;4—气门导管;5—气门弹簧;6—摇臂;7—摇臂轴;8—摇臂架;9—推杆;10—减压顶杆;11—挺杆;12—凸轮轴。

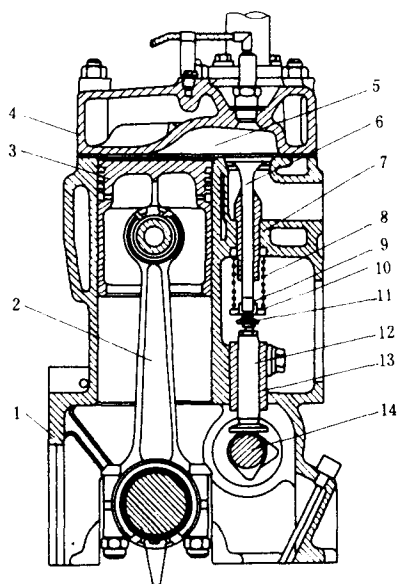


图 1—5 侧置式配气机构

1—气缸体;2—连杆;3—活塞;4—气缸盖;5—燃烧室;6—气门;7—气门导管;8—气门弹簧;9—弹簧座;10—锁片;11—调整螺钉;12—挺杆;13—挺杆导管;14—凸轮轴。

侧置式配气机构因气门侧置,其燃烧室(活塞在上止点时活塞顶面与气缸盖、缸壁形成的空间)不紧凑,而且与冷却水接触面积大,热损失大。近年来采用这种安置形式的配气机构较少,大多采用顶置式,尤其在柴油机上,因为它正好把侧置式的一些缺点变成优点。

4. 供给系

供给系是向气缸内供给燃油和空气的设备。汽油机是把在缸外已混合好的可燃混合气(汽油与空气)供入气缸内。其主要组成部分有油箱、汽油泵与汽化器。汽油泵的功用是把油箱内的汽油输送到汽化器内。汽化器的功用是把液态汽油变成雾状,并与空气混合成可燃混合气。其工作原理与一般的喷雾器相类似,其主要组成部分为一个内装浮子的小汽油箱(又称浮子室)和一根喉管及量孔、节气门等。图 1—6 所示为汽化器形成混合气的工作原理图。

当进气门 11 打开,活塞下行而形成缸内外的压力差时,空气经空气滤清器被吸入缸内。当它经过喉管 5 的喉部时,流速加大使该处造成负压。该处还装有一根喷管 4,喷管口正对着喉

管的喉中心。喷管的另一端通浮子室 9 的底部，而浮子室的油面通大气。这样，浮子室内的汽油就在压力差的作用下从喷管口吸出，并喷散成雾状，混合在空气中而形成可燃混合气进入气缸内。为了使浮子室内的汽油定量地吸出，喷管内装有一个量孔 8。浮子 3 是铜制的小浮筒，其上面连着一个针阀 2。当浮子室油面下降时，浮子下落，针阀打开让汽油进入。当油面升到一定高度时，浮子也随之上升关闭针阀，停止进汽油。所以浮子室的汽油是随着出油而进油，油面始终保持规定高度。节气门 6 是用来控制混合气进气量的。

上述为汽化器的工作原理，而实际应用的汽化器比上述要复杂得多。

柴油机供给系，可分为供气和供油两部分。柴油机工作时，空气经过空气滤清器和进气管路先供入气缸内，然后再由供油装置将柴油喷入缸内。柴油供给装置包括输油泵、高压油泵和喷油器等主要组合件以及相应的油箱、油管及滤清器等。图 1—7 所示为柴油机的燃料供给系简图。

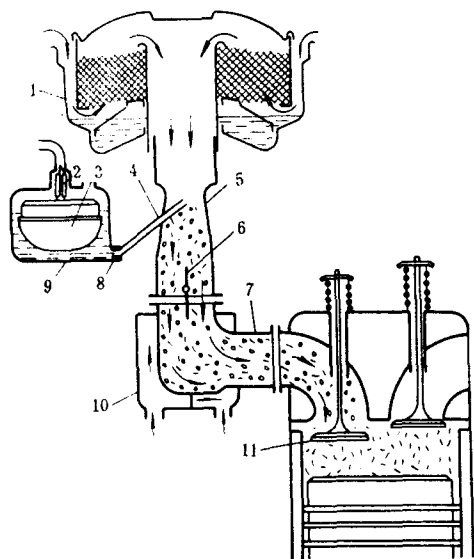


图 1—6 可燃混合气形成过程原理图

1—空气滤清器；2—针阀；3—浮子；4—喷管；
5—喉管；6—节气门；7—进气歧管；8—量孔；9—浮子室；10—进气预热装置；11—进气门。

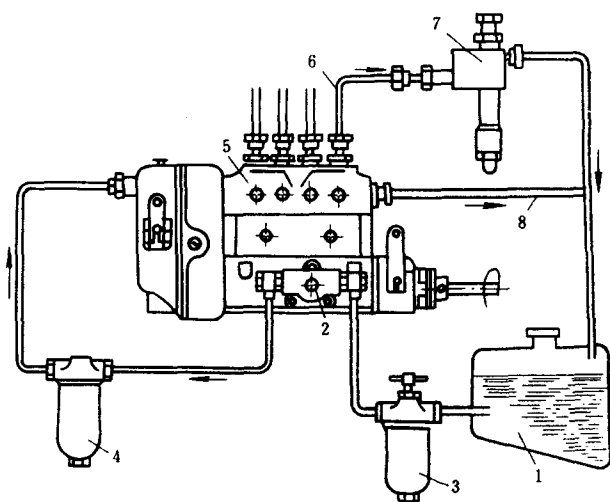


图 1—7 柴油机的燃料供给系简图

1—油箱；2—输油泵；3—粗滤器；4—细滤器；5—高压油泵；
6—高压油管；7—喷油器；8—回油管。

油箱 1、输油泵 2、粗滤器 3、细滤器 4 和低压油管等共同组成供油系的低压油路。高压油泵 5、喷油器 7 和高压油管 6 等组成供油系的高压油路。高压油泵有与气缸同数的高压分泵，这些分泵分别将输油泵送来的低压油再泵高到 9800kPa 以上的高压油，并按规定时间通过喷油器喷入气缸的燃烧室中。高压油泵的供油量大小可由人工进行调节，即油门控制。另外还装有调速器，柴油机在一定范围内，根据其载荷的变化可自动调节其供油量，以保持速度均匀。

5. 点 火 系

点火系有蓄电池点火和磁电机点火两种。前者多用于多缸汽油机上，后者多用于单缸或两缸汽油机上。

蓄电池点火系（图 1—8）包括低压电路和高压电路两部分。组成低压电路的元件主要有：

(6V 或 12V)蓄电池 9 和发电机(图中未示出)、断电器 4、电容器 5 和点火线圈 2 中的初级线圈(图中黑粗线)等。组成高压电路的元件有:点火线圈 2 中的次级线圈(图中细线)、配电器 3、高压导线 7 和火花塞 6 等。

蓄电池是作为内燃机在启动时的点火电源,发电机则作为启动后正常工作时的点火电源,并对蓄电池充电,它们都是直流电源。

点火系的电路都是以搭铁为回路的单线系统,有采用正极搭铁和负极搭铁两种方式。

6. 润 滑 系

润滑系是在内燃机各相互运动零件之间供给润滑油,使它们的表面不发生直接摩擦,从而减少它们的摩擦磨损和耗于摩擦的功率损失,以保证内燃机较长期地良好运转,延长使用寿命。内燃机上相互运动的零件,例如轴与轴承、齿轮副、活塞与气缸、气门与气门导管等,在相互运动零件之间大多供入润滑油润滑。

润滑系中的机油压力与温度可分别通过油压表和油温表进行观察。正常的机油压力一般为 147~343kPa,正常的油温为 70~90℃。

7. 冷 却 系

冷却系是用来冷却受高温作用的零件(如气缸体、活塞、缸盖和气门等)的。因为这些零件受高温后如不及时予以冷却,将会因受热膨胀而破坏正常的工作间隙,甚至卡死,机件本身则因受高温而降低其强度或损坏,润滑油也会因高温而失去润滑作用。

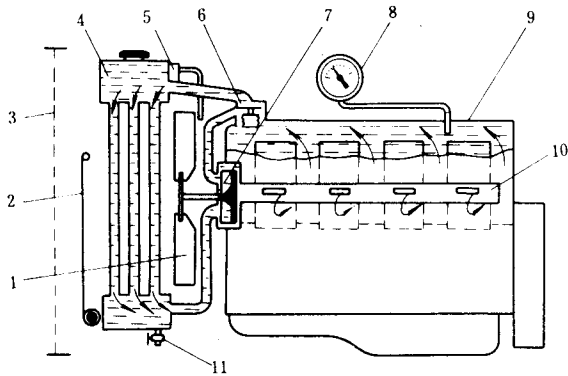


图 1-9 水冷系统简图

1—风扇;2—保温帘;3—散热器罩;4—散热器;5—蒸汽空气阀;
6—节温器;7—水泵;8—水温表;9—水套;10—分水管;11—放水开关。

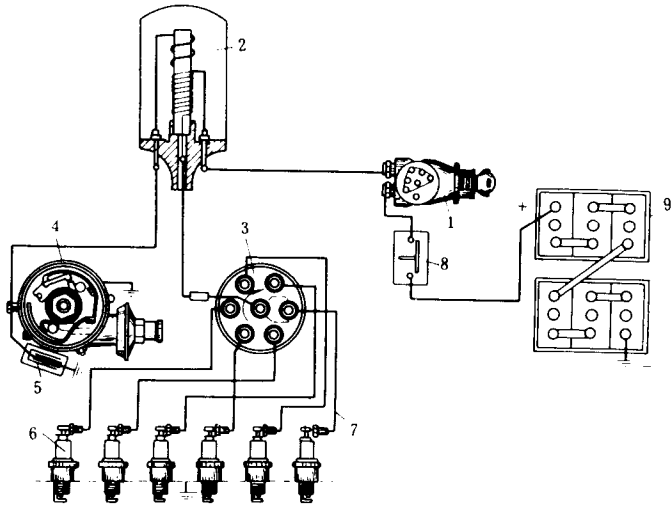


图 1-8 蓄电池点火系的组成和线路

1—点火开关;2—点火线圈;3—配电器;4—断电器;5—电容器;6—火花塞;7—高压导线;8—电流表;9—蓄电池。

冷却方式有水冷和风冷两种。前者是用水吸收热量后再转散在大气中,后者是使热量直接散于大气中。当然前者效果较好,但系统较复杂。目前大多数多缸内燃机基本上都是采用水冷式,小型二行程汽油机和少数多缸柴油机则为风冷式,因它较简单,只在气缸壁与气缸盖外面制成许多散热片即可。

水冷却系(图 1-9)的主要组成部分有:水散热器(俗称水箱)、风扇、水泵、

水管以及缸体与缸盖内的水套等。

内燃机除了上述这些主要机构与系统外,还有供起动与照明用的电气设备。

(三)内燃机的主要性能指标

内燃机的性能指标是用来评定其工作性能的好坏。这些指标主要有:压缩比,有效扭矩与有效功率,油耗量与油耗率等。

1. 压 缩 比

压缩比就是气体在气缸中被压缩前的最大容积对压缩后的最小容积之比,也就是气缸的总容积 V_a 与燃烧室容积 V_c 之比,通常以 ϵ 来表示,即

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

一般汽油机的压缩比是 6~9,而柴油机一般为 16~22。

2. 有效扭矩

有效扭矩是内燃机曲轴上实际输出的扭矩,用以克服外载荷,通常以 M_e 表示,单位为 $N \cdot m$,可以通过测功器测得。

3. 有效功率

有效功率是曲轴实际输出的功率。内燃机在气缸中作功所发出的功率称为指示功率,它减去耗于内摩擦以及驱动辅助设备的功率即为有效功率。通常以 N_e 表示,其单位为 kW。有效功率 N_e 是有效扭矩 M_e 与转速 n 的乘积,其计算如下式:

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{9550} \quad (\text{kW})$$

式中 M_e ——扭矩($N \cdot m$);

n ——转速(r/min)。

4. 油 耗 率

油耗率是内燃机的经济性指标。内燃机每工作一小时所消耗的汽油或柴油量,称为油耗量,通常以 G 来表示,单位是 kg/h 。油耗量只能表示某台内燃机每一工作小时油耗的绝对值,而内燃机的功率有大小,大功率的内燃机油耗量当然要大,小功率者油耗量要小。所以油耗量并不能表明内燃机经济性的好坏,只有计入有效功率后的油耗率才是评比内燃机经济性的依据。油耗率就是内燃机工作每有效焦耳所消耗的燃油重量,通常以 g_e 表示,单位为 g/J ,可按下列公式计算:

$$g_e = \frac{G}{3600N_e} \quad (g/J)$$

表 1—1 几种工程机械、汽车发动机主要性能、结构参数

型 号		发动机型式	缸径×冲程	最大扭矩 $N \cdot m(r/min)$	油耗率 $3.6 \times 10^6 J$	压缩比
车 型	发动机型号					
T ₂ -160 推土机	4146	水冷,四行程,直列式,压燃式	φ160×180			
D80A-12 推土机	cuMmins	水冷、四行程,直列式、压燃式	φ130.2×152.4	784(1100)	185	15.5
征山-200 推土机	6135AZK	水冷、四行程直列式、电启动、W 式燃烧室	φ135×140		306	17
CA-7 铲运机	6120	水冷、四行程、直列式、压燃式	φ120×140	620(1300~1400)	<175	17

续上表

型 号		发动机型式	缸径×冲程	最大扭矩 N·m(r/min)	油耗率 3.6×10 ⁶ J	压缩比
车 型	发动机型号					
W2-100 挖掘机	6135Q	水冷、四行程、直列式、压 燃式	φ135×140	700(1200~1300)	165	16.5
P3-90 平地机	4146T	水冷、四行程、直列式、压 燃式	φ146×204	750(700~750)	<210	15.8
东方红-75 拖拉机	4125A	水冷、四行程、直列式、压 燃式	φ125×150	400(850~1050)	<200	16
解 放 载重汽车	CA10B	水冷、四行程、直列式、汽 化器式	φ101.6×114.3			
东 风 载重汽车	EQ610D-1	水冷、四行程、直列式、汽 化器式	φ100×115	352.8	306	7.0
黄河 JN362 自卸汽车	X6130	水冷、四行程、直列式、直 喷式	φ130×150	784 (1200~1400)	221.8	
跃进 NJD131 载重汽车	NJD443A	水冷、四行程、直列式、涡 流燃烧	φ102×100	200.9 (2200~2500)	254.3	20.0
解放 CA141 载重汽车	CA6102	水冷、四行程、直列式、汽 化器式	φ101.6×114.3	372 (1200~1400)	306	7.4

三、空气压缩机

空气压缩机是以内燃机或电动机为动力,将自由空气压缩成为高压空气的机械。在铁路施工中一些机械如:凿岩机、装岩机、混凝土泵、混凝土喷射机、气动打桩机等都是利用压缩空气作为动力的。

根据工作原理空气压缩机有两大基本类型:往复(活塞)式和旋转式。在旋转式中目前普遍使用的有滑片式和螺杆式两种。

(一)活塞式空气压缩机的工作原理

活塞式空气压缩机的工作,也是通过容积的变化将空气压缩的。图 1—10 为活塞式空压机的工作原理图。

活塞式空压机的主要组成部分有:气缸、活塞、曲柄一连杆机构以及进、排气阀等。活塞 2 是由外力(内燃机或电动机通过空压机的曲柄一连杆机构传来)驱动在气缸内往复运动。当它下行时,气缸容积增大,直到形成部分真空,在缸内外压力差的作用下,克服各种阻力,进气阀 4 打开,空气被吸入缸内,此即为吸气过程。当活塞上行时,进气阀在气体压力下被关闭,气缸容积逐渐由大变小,空气被压缩,压力上升,此为压缩过程。等到缸内气压升高到足以克服排气阀 3 的背压(包括弹簧力)时,排气阀被打开,压缩空气排出,此为排气过程。由此可知,活塞在气缸内往返两个行程,可完成吸气、压缩和排气三个过程,这三个过程构成空压机的一个工作循环。活塞式空压机就是按这样的工作循环周而复始地工作着。

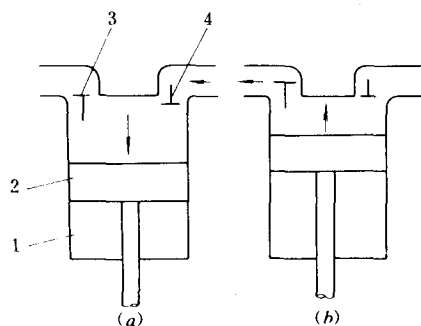


图 1—10 活塞式空压机工作原理图

(a)吸气过程;(b)压缩与排气过程。

1—气缸;2—活塞;3—排气阀;4—进气阀。

空气在气缸内被压缩的过程,是其分子剧烈运动和强烈摩擦的过程,势必要伴随温度的猛烈升高,温升与压缩比成正比例。这种高温的压缩空气将影响到它的使用,因此,现在对大、中