新农村建设职业培训教材

机电应用技术

JIDIAN YINGYONG JISHU

李允志　主编　　张庆云　主审

化学工业出版社

新农村建设职业培训教材

机电应用技术

李允志　主　编
马连群　李德存　副主编
张庆云　主　审

化学工业出版社
·北京·

本书共分三篇。第一篇拖拉机，包括发动机、底盘、电气设备、拖拉机使用与保养。第二篇农业机械，包括耕整地机械、播种机械、谷物收获机械和农用水泵。第三篇农用电器，包括电工基本知识、三相异步电动机、变压器。本书突出实用性、加强实践性，重视新技术的收集和编入；文字简练、图文并茂、条理清楚、通俗易懂。

本书既是职业学校、农村干部班、绿色证书班的培训教材，也可供农机、机电类院校师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

机电应用技术/李允志主编．—北京：化学工业出版社，2009.5

新农村建设职业培训教材

ISBN 978-7-122-05154-7

Ⅰ．机… Ⅱ．李… Ⅲ．机电设备-技术培训-教材 Ⅳ．TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 042098 号

责任编辑：高　钰　　文字编辑：张绪瑞
责任校对：凌亚男　　装帧设计：韩　飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号　邮政编码 100011）
印　　装：大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm　1/16　印张 19½　字数 495 千字　2009 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）　售后服务：010-64518899
网　　址：http://www.cip.com.cn
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定　　价：33.00 元

版权所有　违者必究

前　言

为实施科教兴农战略，落实《中共中央国务院关于推进社会主义新农村建设的若干意见》（中发［2006］1号）提出的“支持新型农民科技培训，提高农民务农技能”的要求，进一步推进农业结构调整，优化农业区域布局，推广先进适用的农业机械装备和技术，加强农村职业培训工作，以便在广大农民中普及应用农机化新技术、新机具，我们组织编写了新农村建设职业培训教材《机电应用技术》。

全书包括拖拉机（发动机、底盘、电气设备、拖拉机的使用与保养）、农业机械（耕整地机械、播种机械、谷物收获机械）和农用电器（电工基本知识、三相异步电动机、变压器）。编写中，力求做到突出实用性、加强实践性，重视了新技术的收集和编入，努力做到文字简练、图文并茂、条理清楚、通俗易懂，本书既是农村职业学校、农村干部班、绿色证书班的培训教材，也可供农机、机电类院校师生参考。

本教材由山东理工职业学院李允志主编，马连群、李德存担任副主编，其中，李允志编写第一章，苑张义、徐秀云、车业军编写第二章，张庆云编写第三、四章，马连群编写第五章至第八章，李德存编写第九章，卢成飞编写第十、十一章。张庆云担任主审。

由于编者水平有限，缺点难于避免，恳请读者提出宝贵意见，以便进一步修改。

编　者

2009 年 2 月

目　录

第一篇　拖拉机 …… 1

第一章　发动机 …… 3
第一节　发动机的工作过程 …… 4
第二节　机体零件与曲柄连杆机构 …… 8
第三节　配气机构 …… 20
第四节　供给系统 …… 31
第五节　润滑系统 …… 53
第六节　冷却系统 …… 60
思考题 …… 67

第二章　底盘部分 …… 69
第一节　传动系统 …… 69
第二节　行走系统 …… 84
第三节　操纵系统 …… 90
第四节　拖拉机工作装置 …… 103
思考题 …… 123

第三章　电气设备 …… 125
第一节　电气设备的功用、组成及特点 …… 125
第二节　蓄电池 …… 125
第三节　发电机 …… 132
第四节　启动电动机 …… 140
第五节　其他用电设备 …… 147
第六节　拖拉机总线路 …… 159
思考题 …… 162

第四章　拖拉机的使用与保养 …… 164
第一节　拖拉机技术状态完好的标准 …… 164
第二节　拖拉机的交接与技术登记 …… 164
第三节　拖拉机的磨合试运转 …… 165
第四节　拖拉机的技术保养 …… 169
第五节　拖拉机的操作驾驶 …… 174
第六节　拖拉机的燃油和润滑油 …… 181
第七节　拖拉机的安全生产 …… 182
第八节　拖拉机的主要故障和排除方法 …… 184
思考题 …… 190

第二篇　农业机械 …… 191

第五章　耕整地机械 …… 191
第一节　概述 …… 191
第二节　铧式犁 …… 192
第三节　旋耕机 …… 198
第四节　圆盘耙 …… 201
思考题 …… 206

第六章　播种机械 …… 207
第一节　概述 …… 207
第二节　播种机的构造 …… 208
第三节　播种机的使用与调整 …… 216
思考题 …… 220

第七章　谷物收获机械 …… 221
第一节　谷物收割机械 …… 221
第二节　脱粒机械 …… 231
第三节　谷物联合收割机 …… 240
思考题 …… 244

第八章　农用水泵 …… 246
第一节　农用水泵的分类、构造及工作原理 …… 246
第二节　水泵的性能与选型 …… 251
第三节　水泵的安装与使用 …… 252
思考题 …… 254

第三篇　农用电器 …… 255

第九章　电工基本知识 …… 255
第一节　常用电工工具及其使用方法 …… 255
第二节　常用仪表 …… 258
第三节　常用低压电器 …… 261
第四节　电气照明 …… 265
第五节　安全用电 …… 269

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

思考题 …… 272
第十章 三相异步电动机 …… 273
第一节 三相异步电动机的结构 …… 273
第二节 三相异步电动机的基本工作原理 …… 275
第三节 三相异步电动机的铭牌及类型 …… 277
第四节 三相异步电动机的控制 …… 279
第五节 三相异步电动机的使用、维护及故障处理 …… 283
第六节 三相异步电动机绕组的故障处理 …… 285
第七节 电动机的拆装 …… 288
思考题 …… 289
第十一章 变压器 …… 291
第一节 变压器的结构及分类 …… 291
第二节 单相变压器的工作原理 …… 293
第三节 变压器的功率和效率 …… 295
第四节 三相变压器 …… 296
第五节 电力变压器的铭牌 …… 297
第六节 特殊用途的变压器 …… 299
第七节 变压器的使用与维护 …… 301
思考题 …… 302
参考文献 …… 303

第一篇　拖　拉　机

拖拉机可应用于国民经济的各个部门。在农业生产中，它是主要动力机械。拖拉机配以不同的农业机械，可以完成耕地、耙地、播种、中耕、施肥、喷药和收获等项田间作业。也可配以农田基本建设机械完成推土、开沟、平地等项作业，牵引拖车完成运输作业，以及作为固定动力完成抽水、脱粒及农副产品加工等项作业。

按照主要用途不同，拖拉机可分为工业用拖拉机、林业用拖拉机和农用拖拉机。工业用拖拉机主要用于筑路、矿山、水利、石油和建筑等工程上，也可以用于农田基本建设上。林业用拖拉机主要用于林场集材，配以专用设备也可做植树造林工作。

农用拖拉机是各国保有量最多的拖拉机。这种拖拉机按用途又可分为通用型、中耕型、园艺型、特殊型四类拖拉机。

通用型拖拉机主要适用于耕、耙、播、收等项田间作业，也可用于运输和固定作业，但不适用于中耕和其他行间作业，如东方红-802 型、泰山-30 型等拖拉机。

中耕型拖拉机具有较高的农艺地隙，较窄的行走器，且轮距可调。它主要用于中耕和其他行间作业，也可兼作通用型使用。这种拖拉机有专门设计的，如东方红-28 型；也有的是通用型的变型，如高地隙小四轮拖拉机。

园艺型拖拉机主要用于果园和菜园的各项作业。特点是机身矮、体积小、功率小。驱动型及兼用型手扶拖拉机属此类。

特殊型拖拉机适用于某些特殊的工作条件。如山地拖拉机、棉田中耕拖拉机和机耕船等。这种拖拉机由于需求量不多，往往是其他型拖拉机的变型。

按照行走系统的形式不同，拖拉机可分为履带式拖拉机和轮胎式拖拉机两类，轮胎式拖拉机一般是指四轮或三轮拖拉机，两轮拖拉机我国习惯上称之为手扶拖拉机。

四轮拖拉机中，根据驱动轮数不同，又分为两轮驱动和四轮驱动拖拉机。

手扶拖拉机中，根据带农具的方法不同，分为牵引型、驱动型和兼用型三种。牵引型只能进行犁耕、中耕等牵引作业；驱动型只能进行旋耕作业；兼用型既能进行牵引作业，又能进行旋耕作业。东风-12 型拖拉机即属兼用型。

拖拉机的主要组成部分包括发动机、底盘（包括传动系统、行走系统、操纵系统、工作装置）及电气设备。

发动机是拖拉机的动力装置。拖拉机本身的行驶、牵引农机具或拖车、驱动农机具的工作装置以及进行固定作业等，都是从发动机取得动力的。目前，一般拖拉机均以柴油机作为发动机。

传动系统的主要任务是把发动机的动力传递给驱动轮使拖拉机行驶，同时还应保证传递的动力能被切断或结合，并能变扭变速以改变拖拉机的行驶速度及牵引力。

行走系统的任务是保证拖拉机行驶，支承拖拉机的全部重量以及与地面作用产生拖带农机具所需的牵引力。

操纵系统包括转向系统和制动系统两部分。转向系统用于控制和改变拖拉机的行驶方

向。制动系统用于强迫拖拉机迅速减低速度和迅速停车，并使之可靠地停放在平地或坡道上，同时还被用来协助转向。

工作装置主要用来以牵引方式或悬挂方式连接农机具，向外输出动力，以便和各种农机具配套完成不同的作业。

电气设备主要用来解决拖拉机的照明、安全信号、汽油机的点火，以及发动机的启动等。

第一章　发　动　机

发动机是使燃料和空气形成的可燃混合气在汽缸内燃烧产生热能，然后再把热能转变为机械功的一种内燃机。它的类型很多，通常根据不同特征作如下分类。

① 按使用燃料分为汽油机、煤气机和柴油机。

② 按完成一个工作循环的行程数分为二行程和四行程发动机。

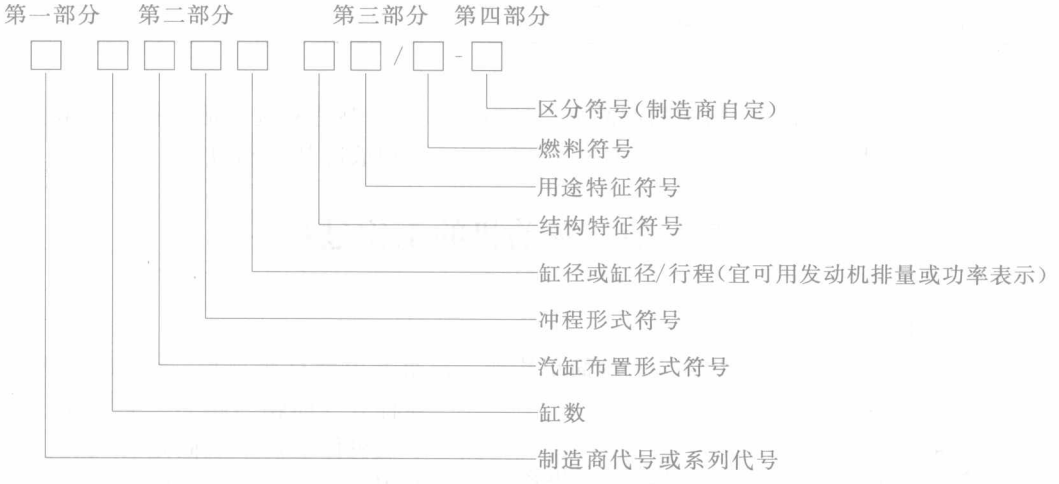
③ 按汽缸数分为单缸发动机和多缸发动机。

④ 按冷却方式分为水冷式和风冷式发动机。

⑤ 按汽缸排列方式分为直列式、卧式、对置式和 V 型发动机。

⑥ 按有无增压器分为增压式和非增压式发动机。

根据《内燃机产品名称和型号编制规则》(GB/T 725—2008)，其型号表示方法如下：



第一部分：由制造商代号或系列符号组成，本部分代号由制造商根据需要选择相应 1～3 位字母表示。

第二部分：由汽缸数、汽缸布置形式符号、行程形式符号、缸径符号组成。

汽缸数用 1～2 位数字表示。

汽缸布置形式符号见表 1-1。

表 1-1　汽缸布置形式符号

符　号	含　义	符　号	含　义
无符号	多缸直列及单缸	H	H 形
V	V 形	X	X 形
P	卧式		

注：其他布置形式符号见 GB/T 1883.1。

行程形式为四行程时符号省略，二行程用 E 表示。

缸径符号一般用缸径或缸径/行程数字表示，也可用发动机排量或功率数表示，其单位由制造商自定。

第三部分：由结构特征符号（表 1-2）、用途特征符号（表 1-3）组成。

表 1-2 结构特征符号含义

符 号	结构特征	符 号	结构特征
无符号	冷却液冷却	Z	增压
F	风冷	ZL	增压中冷
N	凝气冷却	DZ	可倒转
S	十字头式		

表 1-3 用途特征符号含义

符 号	用 途	符 号	用 途
无符号	通用型及固定动力(或制造商自定)	D	发电机组
T	拖拉机	C	船用主机、右机基本型
M	摩托车	CZ	船用主机、左机基本型
G	工程机械	Y	农用三轮车(或其他农用车)
Q	汽车	L	林业机械
J	铁路机车		

注：内燃机左机和右机的定义按 GB/T 726 的规定。

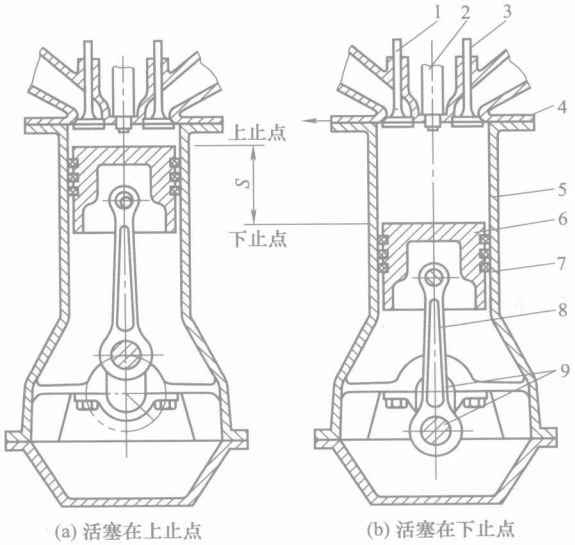
第四部分：区分符号。同系列产品需要区分时，允许制造商选用适当符号表示。

例如，495 表示四缸、四行程、缸径为 95mm、冷却液冷却发动机。

第一节 发动机的工作过程

一、基本概念

图 1-1 所示为单缸四行程柴油机的简单构造。汽缸 5 内装有活塞 6。活塞通过活塞销 7、连杆 8 与曲轴 9 相连。曲轴通过轴承支承在机体上，末端固定有飞轮。汽缸上面用汽缸盖 4 封闭。汽缸盖上装有进排气门 1 和 3，它们由专门的机构控制按时开闭。



(a) 活塞在上止点　　(b) 活塞在下止点

图 1-1 单缸四行程柴油机简图

1—进气门；2—喷油器；3—排气门；4—汽缸盖；5—汽缸；6—活塞；7—活塞销；8—连杆；9—曲轴

活塞在汽缸内往复运动一次，可通过连杆使曲轴转一圈。活塞在汽缸内的两个极端位置叫止点。其中，活塞离曲轴中心最远的位置叫上止点，活塞离曲轴中心最近的位置叫下止点。上、下止点间的距离叫活塞行程，通常用 S 表示。显然，活塞完成一个行程，相当于曲轴转 180°转角。对于汽缸中心线通过曲轴中心线的发动机，活塞行程等于曲轴曲柄回转半径 r 的两倍。

当活塞位于上止点时，活塞顶以上的空间叫做燃烧室容积，通常以 V_c 表

示。当活塞位于下止点时，活塞顶以上的空间叫做汽缸总容积，通常以 V_a 表示。上止点与下止点间的汽缸容积叫做汽缸工作容积，通常以 V_h 表示。显然，$V_a=V_c+V_h$

汽缸总容积 V_a 与燃烧室容积 V_c 的比值，叫做压缩比，通常以 ε 表示。即：

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

压缩比表示压缩过程活塞由下止点运动到上止点，活塞对汽缸内气体的压缩程度。压缩比越大，压缩终了时气体的温度和压力就越高。目前，柴油机的压缩比为 15～22，汽油机的压缩比为 5～9。

二、单缸四行程柴油机的工作过程

往复活塞式发动机不能使燃料在同一汽缸内不间断地燃烧，汽缸内的能量转换只能一次又一次地经历进气、压缩、做功和排气四个顺序进行一定的连续过程。这个过程的总称，叫做一个工作循环。完成一个工作循环曲轴要转两周、活塞完成四个行程的发动机，叫四行程发动机。

1. 进气行程［图1-2（a）］

进气门打开，排气门关闭，活塞由上止点向下移动，活塞上面的汽缸容积逐渐增大，使汽缸内的压力降低，产生吸力，新鲜空气经进气门被吸入汽缸。当活塞移动到下止点时，进气门关闭，进气终了。

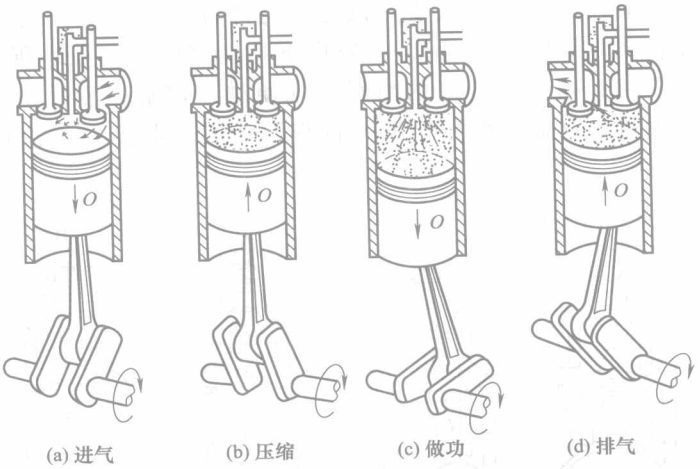


图 1-2　单缸四行程柴油机的工作过程示意

2. 压缩行程［图1-2（b）］

进气终了后，活塞由下止点向上止点移动，这时进排气门都关闭。随着活塞上行，汽缸容积逐渐变小，汽缸内气体的温度和压力逐渐增高，当压缩终了时，压力可增高到 3～4MPa，温度可升高到 500～700℃，为喷入汽缸的燃油燃烧创造了良好的条件。压缩终了时，汽缸内温度和压力的大小与压缩比有关。压缩比越大，温度和压力就越高。

3. 做功行程［图1-2（c）］

在压缩行程接近终了时，进、排气门仍然关闭，通过供给系统，柴油在高压下呈雾状喷入汽缸。这时汽缸内的温度已超过柴油的自燃温度（400℃左右），油雾在高温下蒸发与空气迅速混合，并自行燃烧，使汽缸内温度和压力急剧上升：压力可达到 7840～9800kPa；温度可达到 1700～2000℃。高压的气体骤然膨胀，猛烈推动活塞下行，并通过连杆带动曲轴旋

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

转，使柴油机做功。随着活塞的下行，汽缸内的温度和压力逐渐降低。

4. 排气行程［图1-2（d）］

做功行程结束后，汽缸内充满了废气。这时排气门打开，进气门关闭，活塞由下止点向上止点移动，废气在本身的压力和活塞的排挤下通过排气门排出，直至活塞到达上止点为止。

排气结束后，当活塞再从上止点向下止点运动时，又开始了下一个进气行程。

单缸四行程柴油机，在一个工作循环中，只有一个行程由于气体的膨胀并通过活塞、连杆使曲轴旋转而做功，其他三个行程均靠飞轮的惯性力来完成，是消耗功的。因此，在做功行程时，曲轴的转速要比其他三个行程快，以致造成柴油机运转不平稳。为了改善曲轴转动的不均匀性，必须设置较大的飞轮。因此，只有功率较小的柴油机才用单缸形式，如195型柴油机。

三、单缸二行程柴油机的工作过程

活塞上下一次，即曲轴每转一圈完成一个工作循环的发动机，称为二行程发动机。

1. 第一行程

活塞从下止点向上止点运动，将汽缸壁上的换气口1盖住，汽缸盖的排气口2也被关闭。已进入汽缸内的空气便受到压缩，见图1-3（a）。

2. 第二行程

活塞到达上止点前，柴油以雾状喷入汽缸，与高温高压的空气混合后着火燃烧，推动活塞向下运动而做功，见图1-3（b）。活塞向下运动到图1-3（c）所示的位置时，排气口打开，进气口也开启；扫气泵送来的新鲜空气便进入汽缸；废气则经排气口排出。活塞继续下行到下止点时，汽缸内恢复到第一行程开始时的状态，柴油机又开始下一个工作循环。

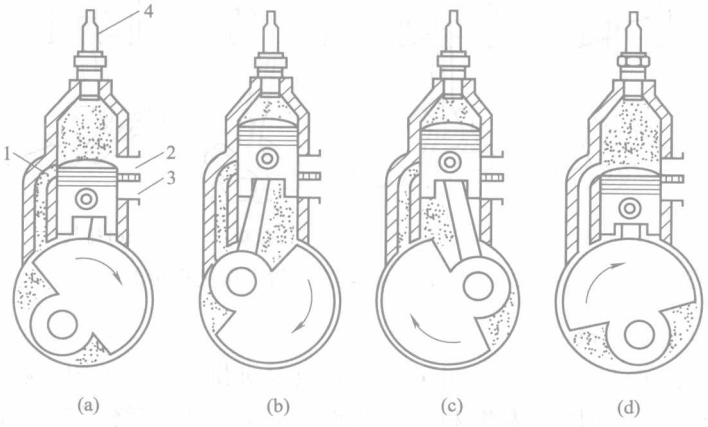


图1-3 单缸二行程柴油机的工作过程

1—换气口；2—排气口；3—进气口；4—喷油器

与四行程柴油机相比较，二行程柴油机具有结构简单、运转平稳、振动小等优点，但其经济性、工作可靠性及使用寿命较差。所以目前以四行程柴油机应用最为广泛。

四、多缸四行程柴油机的工作过程

具有两个或两个以上汽缸的柴油机叫多缸柴油机。多缸柴油机相当于把几个单缸柴油机相连，共用一根曲轴。工作时，每个汽缸仍按进气、压缩、做功、排气四个行程的顺序完成

工作循环。但是，各汽缸的做功行程并不是在同一时间内进行，而是按照一定的顺序互相交替进行的，因而曲轴转速比较均匀。

1. 四缸四行程柴油机的工作

四缸四行程柴油机的工作情况见图 1-4。

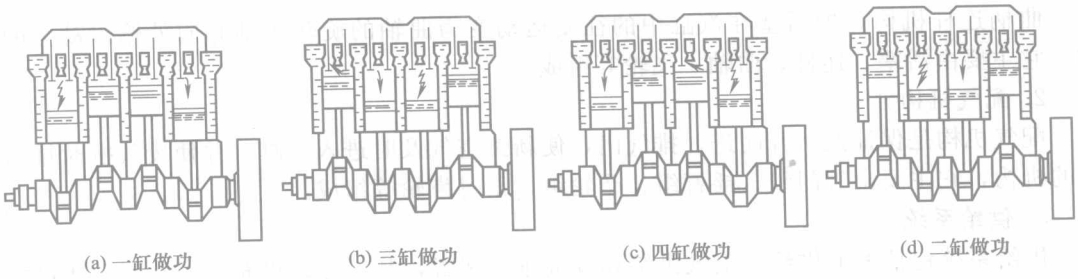


图 1-4　四缸四行程柴油机的工作过程

为满足旋转均匀性的要求，四缸四行程柴油机各缸做功行程的间隔应为 720°/4＝180°。同时为满足平衡性的要求，这种柴油机的曲轴应把一、四缸曲柄安排在同一侧，二、三缸曲柄在另一侧，互差 180°。如一缸安排为做功行程，则四缸只能安排为进气行程；二、三缸只能分别安排为排气行程和压缩行程或压缩行程和排气行程。如果把三缸安排为压缩行程，则该柴油机的工作顺序，即曲轴每转两圈同一行程在各缸出现的顺序为 1—3—4—2。若把二缸安排为压缩行程时，则工作顺序为 1—2—4—3。国产四缸四行程柴油机的工作顺序多采用 1—3—4—2。表 1-4 表示它们的工作情况。

表 1-4　四缸四行程柴油机的工作情况

工作顺序	1—3—4—2				1—2—4—3			
曲轴转角	各缸工作过程				各缸工作过程			
	一缸	二缸	三缸	四缸	一缸	二缸	三缸	四缸
0°～180°	做功	排气	压缩	进气	做功	压缩	排气	进气
180°～360°	排气	进气	做功	压缩	排气	做功	进气	压缩
360°～540°	进气	压缩	排气	做功	进气	排气	压缩	做功
540°～720°	压缩	做功	进气	排气	压缩	进气	做功	排气

2. 二缸四行程柴油机的工作

二缸四行程柴油机的工作顺序为 1—2—0—0，即一缸做功后二缸接着做功，然后间隙两个行程，如表 1-5 所示。这种工作顺序使做功间隔并不均匀，但它的曲轴是一、二缸曲柄各置一侧，平衡性较好。也有极少数四行程两缸机的工作顺序为 1—0—0—2。

表 1-5　二缸四行程柴油机的工作过程

工作顺序	1—2—0—0		1—0—0—2	
曲轴转角	各缸工作过程		各缸工作过程	
	一缸	二缸	一缸	二缸
0°～180°	做功	压缩	做功	排气
180°～360°	排气	做功	排气	进气
360°～540°	进气	排气	进气	压缩
540°～720°	压缩	进气	压缩	做功

五、发动机的总体构造

1. 机体零件与曲柄连杆机构

机体是发动机的基础和骨架，用以安装和支承发动机的各个机构和系统。它主要由汽缸体、汽缸盖、汽缸套、油底壳等组成。

曲柄连杆机构是把活塞在汽缸中的往复运动变为曲轴的旋转运动并向外输出动力的机构。它主要由活塞、连杆、曲轴、飞轮等组成。

2. 配气机构

配气机构是保证按时开闭进、排气门，使新鲜空气及时进入汽缸，并使废气按时排出汽缸的机构，它主要由气门组、摇臂组、凸轮组、正时齿轮等组成。

3. 供给系统

供给系统包括燃油供给、空气供给和废气排出装置，其任务是将充足的空气和适量的燃油按照一定要求准时送入汽缸，使之形成所需要的可燃混合气。柴油机的燃油供给装置由油箱、燃油滤清器、输油泵、喷油泵与调速器、喷油器等组成。空气供给装置由空气滤清器和进气管道组成。排气装置由排气管道和消声、灭火器等组成。

4. 冷却系统

冷却系统是散去发动机各受热机件上的多余热量，以保证发动机正常工作温度的系统。有水冷和风冷之分。水冷却系统主要由散热器、水泵和风扇等组成。

5. 润滑系统

润滑系统是供给机油至发动机各运转零件摩擦表面，以减少摩擦阻力和磨损的系统。送往各零件摩擦表面的机油，还兼有散热、清洗磨屑、防腐和密封等作用。主要由机油泵、机油滤清器及机油压力表等组成。

6. 启动系统

启动系统是借助外部力量转动曲轴，克服启动阻力，使发动机由静止状态进入运转状态的系统。启动方法不同装置也不同。利用启动电动机启动时，包括启动电动机、蓄电池等；利用辅助发动机启动时，包括启动发动机、传动机构、操纵机构等；利用人力启动时，则借助于摇把或拉绳。为了方便启动，多数柴油机还设有减压机构和预热装置。

第二节 机体零件与曲柄连杆机构

机体零件包括汽缸体、曲轴箱、汽缸套、汽缸盖等零件，它们构成了发动机的骨架，使工作循环的实现有了基础，曲柄连杆机构是发动机实现工作循环、完成能量转换的机构。由活塞连杆组、曲轴与飞轮等组成。

一、机体零件

1. 汽缸体与曲轴箱

汽缸体用来安装和固定汽缸套，曲轴箱用来支承曲轴。曲轴箱分上下两部分，通常上曲轴箱与汽缸体铸成一体合称机体，下曲轴箱用以储存润滑油，又称油底壳。

水冷式发动机机体大多用灰铸铁铸成。其结构形式有如下三种。

(1) 拱桥式［图 1-5 (a)］ 这种机体上、下曲轴箱的结合面低于曲轴的轴线，主轴承孔分为两半，曲轴由下方装入。这种机体应用最广，295 型柴油机采用这种形式，它的优点是刚度和强度均较好，但加工困难。

（2）无裙式［图 1-5（b）］　这种机体的上、下曲轴箱的结合面位于曲轴中心线上，便于机械加工，但机体的刚度和强度较差。495A 型柴油机采用这种形式。

（3）隧道式［图 1-5（c）］　这种机体主轴承座孔不分开。其优点是刚度、强度较大，主轴承同轴度易保证，但拆装较困难。山东 195 型和 S195 型柴油机采用这种形式。

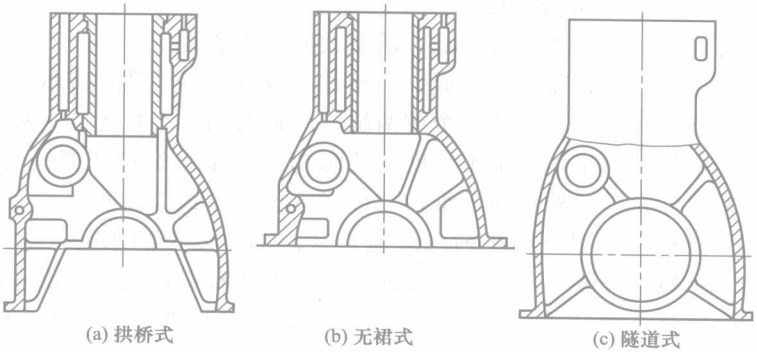


图 1-5　机体的一般形式

2. 汽缸与汽缸套

汽缸呈圆筒形，它的内表面叫汽缸壁，用以引导活塞的往复运动，并与活塞、活塞环配合保证密封。

汽缸的基本形式有整体式和汽缸套式两种。汽缸直接镗在汽缸体上的叫整体式，这种形式的主要优点是刚度较大；将汽缸制成单独的圆筒形零件（即汽缸套），然后再装到汽缸体上的，叫汽缸套式。这种形式的主要优点是可以采用优质材料制造汽缸套，用普通材料制造汽缸体，从而可以既保证汽缸耐磨又降低整机材料成本。此外，这种形式还便于汽缸的加工和维修，在汽缸磨损过大不能修复时，只要更换汽缸套就可使整个机体不致报废。目前，这种形式普遍应用在中小型柴油机上。

根据是否与冷却水接触，汽缸套分为干式和湿式两种。

（1）干式汽缸套　干式汽缸套的特点是外表面不直接与冷却水接触［图 1-6（a）］，495A 型柴油机采用这种形式。它具有结构紧凑、不漏水、刚度和强度都较大等优点，但散热效果差。所以除要求内壁需精加工外，外壁也要求加工精确，以保证与汽缸体镗孔很好配合。495A 型柴油机汽缸套与缸体镗孔间的配合间隙为 0.015～0.07mm。当发动机运转到正常温度时，汽缸套受热膨胀，而汽缸体因受水冷却膨胀较小，因而汽缸套外表面能紧贴于汽缸体孔壁，保证散热。

（2）湿式汽缸套　湿式汽缸套的特点是外表面直接与冷却水接触［图 1-6（b）］。另外，它较干式汽缸套壁厚大。

大多数湿式汽缸套装入后，其顶面高出缸体一定高度，一般为 0.05～0.15mm［图 1-6（b）］，使汽缸盖螺栓紧固后，汽

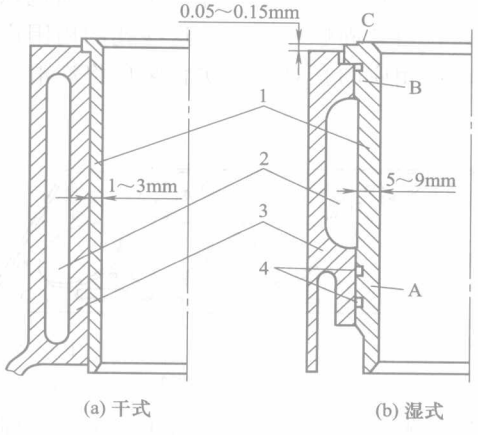


图 1-6　汽缸套

1—汽缸套；2—水套；3—汽缸体；4—橡胶密封圈；A—下支承密封带；B—上支承定位带；C—缸套凸缘平面

缸套与汽缸垫的该部分承受较大的压紧力，具有防止汽缸漏气、水套漏水和保证汽缸套定位的作用。

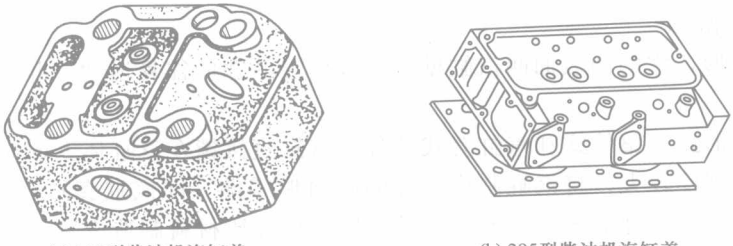
湿式汽缸套的优点是汽缸体铸造较容易，又便于修理更换，且散热效果较好。缺点是汽缸体刚度较差，且易漏水、漏气。

3. 汽缸盖、汽缸垫与汽缸盖螺栓

汽缸盖用来封闭汽缸的上部并与汽缸、活塞共同构成燃烧室。

对于中小型发动机，汽缸盖大多制成一个整体，以减少零件数，降低制造成本。在缸径较大的发动机上，也有采用每缸单独一个或两缸、三缸共用一个缸盖。这种汽缸盖由于长度短，与机体之间的密封平面小，加工不平度的要求易于保证，螺栓压紧力分布也比较均匀，因而更易于保证密封可靠。此外也便于维护，但成本比整体式要高些。

图 1-7 为 195 型和 295 型柴油机的汽缸盖，其内部有复杂的水套，与汽缸体的水套相通。依靠水套内的冷却水来散热。在汽缸盖的底平面上镶有进排气门座圈和燃烧室镶块；上平面镶有进排气门导管；汽缸盖内铸有进排气道，侧面安装进排气支管、喷油器和纸插螺栓等。



(a) 195型柴油机汽缸盖　　(b) 295型柴油机汽缸盖

图 1-7　汽缸盖

汽缸盖用螺栓紧固在汽缸体上。为防止从接合处漏气漏水，除精确加工两接合面外，其间还夹有厚度为 1.2～2mm 的叫做汽缸垫的密封衬垫。汽缸垫既应耐高温，又应具有一定的弹性，以便旋紧汽缸盖螺栓将之压紧后能可靠密封。此外，还应具有重复使用性。

目前，汽缸垫多数采用金属-石棉缸垫，如图 1-8 所示，这种汽缸垫外廓尺寸与汽缸盖底平面相同。缸垫中间用石棉纤维，外面包以铜皮或钢皮。在汽缸孔、水孔和油孔周围还有卷边加强，当紧固螺栓时，在这些孔的周围产生较高的压力，以提高密封性。安装时，各孔与汽缸体上相应的孔对齐，防止装反将润滑油道堵住（带有卷边的一面一般应朝上）。

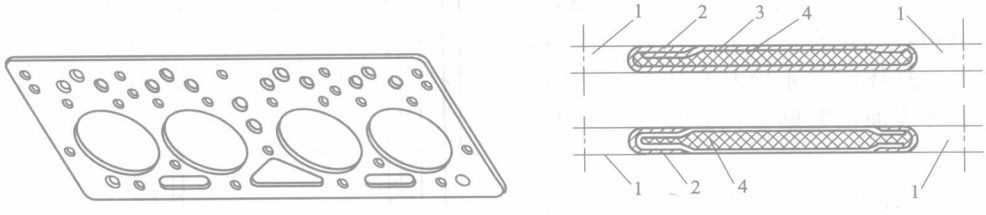


图 1-8　汽缸垫

1—汽缸孔；2—铜皮；3—钢皮；4—石棉和填料

汽缸盖螺栓应尽量均匀分布于每个汽缸周围，以承受作用在汽缸盖上的气体压力的拉伸作用，并保证各处压力均匀，以免局部变形。在拧紧汽缸盖螺栓时，为保证各处都能均匀压紧和可靠密封，避免个别螺栓过载，必须分两至三次拧紧，每次应按从中央到两边顺序交错

均匀地逐个拧紧，最后一次的拧紧力矩应符合规定。

4. 曲轴箱通气管

发动机工作时，难免有燃烧气体漏入曲轴箱，且随活塞环、活塞和汽缸的磨损而加剧。这将使曲轴箱内气体压力升高，造成机油从曲轴箱密封处向外渗漏，并使机油过多地窜入汽缸。另外，漏入曲轴箱的高温气体及其中含有的有害物质（SO_2 等），还能使机油变质并缩短使用期限。曲轴箱内压力增高还能增加活塞下行时的运动阻力，尤其是单缸发动机。因此，发动机（曲轴箱换气式除外）必须有使曲轴箱通大气的通气管（或称呼吸器）。

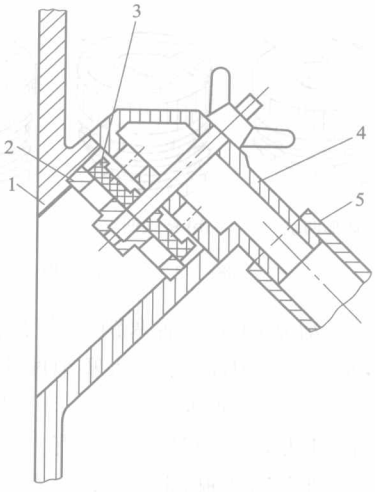


图 1-9　195 型柴油机呼吸器

1—齿轮室盖；2—负压阀座；3—阀片；4—阀盖；5—防尘管

山东 195 型柴油机的曲轴箱通气管（图 1-9）设在机体后部的齿轮室盖 1 上，它由带有小孔的阀座 2、橡胶阀片 3 和阀盖 4 等组成。阀片朝阀座的一面是光滑的，可将座关闭，而在另一面上有凸起，当它开启时不会将阀盖上的通气孔堵死。当活塞上行时，曲轴箱内产生负压，这时阀片关闭阀座小孔，空气不能进入曲轴箱；当活塞下行时，曲轴箱内的气压高于外界大气压，废气便冲开阀片排出。这种通气管又叫负压阀。

495A 型柴油机的曲轴箱通气装置设在正时齿轮室一侧机油加油口上，既是呼吸器，又是加油口盖。为了防止外界灰尘进入曲轴箱，加油口盖内有滤网和填料（图 1-10）。

二、活塞连杆组

1. 活塞

（1）活塞的功用、工作条件和材料　活塞的主要功用是承受燃烧气体的压力，并将此力通过活塞销和连杆传给曲轴对外做功。此外，还要封闭汽缸，形成燃烧室，并协助完成进气、压缩、排气等工作。

活塞在汽缸中承受着混合气燃烧所产生的高温和高压，并以很高的速度运动，产生较大的惯性力。因此，对活塞的加工、材料和装配要求都很高。一般中小型发动机的活塞都用高强度铝合金制造。铝合金活塞的优点是重量轻、惯性力小、导热性好，而且与汽缸壁的摩擦因数也小。但存在耐磨性差、热胀系数较大的缺点。

（2）活塞的结构　活塞的结构如图 1-11 所示。它由顶部、防漏部、活塞销座和裙部所构成。

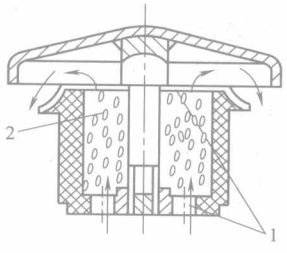


图 1-10　495A 型柴油机呼吸器

1—通气孔；2—滤网和填料

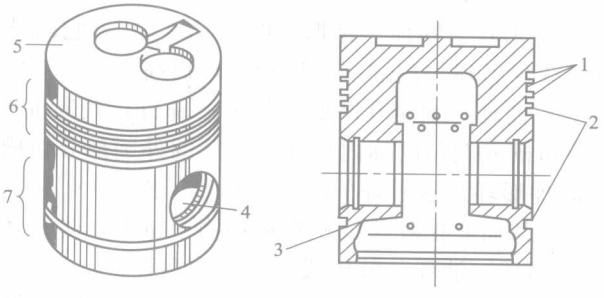


图 1-11　活塞的结构

1—气环槽；2—油环槽；3—销座；4—销孔；5—顶部；6—防漏部；7—裙部

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com