

拖 拉 机

(上 册)



甘 肃 人 民 出 版 社

拖 拉 机

(上 册)

甘肃省农业机械化学校编

甘 肃 人 民 出 版 社

拖 拉 机

(上 册)

甘肃省农业机械化学学校编

甘肃人民出版社出版

(兰州庆阳路230号)

甘肃省新华书店发行 兰州新华印刷厂印刷

1977年10月第1版 1977年10月第1次印刷

印数1——17,000

书号: 15096·25 定价1.06元

前 言

在毛主席关于“农业的根本出路在于机械化”的光辉思想指引下，我省和全国一样，农业机械化事业蓬勃发展。当前，全党全军全国各族人民在以华主席为首的党中央领导下，继承伟大领袖和导师毛主席的遗志，坚持“三要三不要”的基本原则，坚持以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，坚持无产阶级专政下的继续革命，把毛主席开创的无产阶级革命事业进行到底。

全省广大干部和社员群众，正在深入揭发批判“四人帮”反党集团篡党夺权，破坏农业学大寨、普及大寨县运动和农业机械化的滔天罪行；把对华主席的无限热爱和崇敬，把对“四人帮”反党集团的无比仇恨和愤怒，化为抓革命促生产的强大动力，鼓起更大的革命干劲，更加深入地开展农业学大寨的群众运动，加快普及大寨县的步伐，为早日实现农业机械化而斗争。随着农业机械化事业的迅速发展，加速培养一支既有社会主义觉悟，又有熟练技术的又红又专的农机队伍来管好、用好农业机械已是当务之急。为了适应我省农机技术培训工作的需要，促进农业机械化事业的进一步发展，我们编写了《拖拉机》这套书，作为各地、县农机学校的教材和从事农机工作的同志学习参考之用。

《拖拉机》是在原我校试用教材的基础上，通过征求各地工人师傅、农机工作者、训练班教师和工农兵学员意见之后，组织工人、工农兵学员和教师共同编写而成的。本书以我省常用的东方红—75、东方红—40、东方红—28、东方红—20、东风—50、铁牛—55型拖拉机、工农—11型手扶拖拉机和东风—12型195柴油机为主，介绍了拖拉机的构造、工作原理、维护保养、调整及故障排除等基本知识。

全书分为上下册出版，上册包括拖拉机的发动机部分，主要有发动机的一

般构造和工作原理；曲柄连杆机构；配气机构；燃料及燃料供给系；调速器；发动机的润滑及润滑系；冷却系；起动系；发动机故障的分析与判断等内容。下册包括拖拉机的底盘部分及电气部分，主要有拖拉机的传动系；轮式拖拉机的操纵；拖拉机的车架及行走系；拖拉机的附属设备；拖拉机电系；底盘部分常见故障的分析与判断等内容。书末编有附录，以便读者在使用维护拖拉机时查阅。

为了满足基层工作和初学者的需要，培养分析问题和解决问题的能力，在编写中，我们努力以毛主席的哲学思想为指导，对问题的叙述力求准确、通俗、具体，并附有大量插图。

由于我们马列主义、毛泽东思想水平不高，加之缺乏实践经验，书中缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者 一九七六年十二月

目 录

前言

第一章 发动机的一般构造

和工作原理 (1)

第一节 内燃机的分类和

基本工作原理 (1)

一、发动机及其分类 (1)

二、内燃机的工作原理 (1)

三、发动机名词解释 (2)

第二节 四行程发动机的

工作过程 (2)

一、单缸四行程柴油发动机

的工作过程 (2)

二、单缸四行程汽油机

的工作过程 (4)

三、多缸四行程发动机

的工作过程 (4)

第三节 发动机主要组成部分

及其功用 (5)

第二章 曲柄连杆机构 (7)

第一节 曲柄连杆机构的运动

和受力分析 (8)

一、气体压力的作用 (8)

二、惯性力的作用 (9)

第二节 气缸体一曲轴箱、

气缸、气缸盖 (10)

一、气缸体一曲轴箱 (10)

二、气缸 (12)

三、气缸盖和气缸垫 (14)

第三节 活塞连杆组 (16)

一、活塞 (16)

二、活塞环 (19)

三、活塞销 (22)

四、连杆和连杆轴承 (23)

第四节 曲轴和飞轮 (26)

一、曲轴 (26)

二、主轴承 (29)

三、飞轮 (32)

第五节 曲柄连杆机构的

使用与保养 (32)

一、正确使用 (32)

二、保养要点 (33)

第三章 配气机构 (34)

第一节 配气机构的功用、

型式和工作 (34)

一、配气机构的功用 (34)

二、配气机构的型式和工作 (34)

第二节 顶置式配气机构的

构造 (35)

一、气门组零件 (35)

二、气门驱动组零件 (37)

三、气门传动组零件 (40)

第三节 配气定时 (41)

第四节 减压机构 (43)

一、4125A型柴油机的减压机构 (44)

二、4115T型柴油机的减压机构 (44)

三、东风—12型195柴油机

减压机构 (45)

第五节 配气机构的保养 (45)

一、气门间隙及其调整 (45)

二、减压机构的检查调整 (47)

三、气门与气门座的磨合 (48)

第四章 燃料及燃料供给系 (50)

第一节 发动机用燃料的规格、

选用及其安全规则 (50)

第二节 燃料供给系的组成和

工作 (51)

一、燃料供给系概述.....	(51)	二、润滑系的型式.....	(115)
二、空气的供给.....	(53)	三、润滑系的组成.....	(116)
三、燃油的供给.....	(56)	第三节 润滑系主要机件的构造和工作.....	(116)
四、进、排气歧管及消声器.....	(63)	一、机油泵.....	(116)
第三节 高压油泵及喷油嘴.....	(63)	二、机油滤清器.....	(119)
一、高压油泵.....	(63)	三、机油散热器.....	(123)
二、喷油嘴.....	(77)	四、机油压力表、温度表及量油尺.....	(123)
三、高压油管.....	(81)	第四节 润滑系的工作和油路分析.....	(124)
第四节 柴油机工作混合气的形成与燃烧.....	(82)	一、润滑系的工作.....	(124)
一、可燃混合气的形成与燃烧.....	(82)	二、油路分析.....	(132)
二、燃烧室.....	(83)	第五节 润滑系的使用维护.....	(134)
第五章 调速器.....	(87)	一、检查调整.....	(134)
第一节 调速器的功用和型式.....	(87)	二、保养要点.....	(137)
一、调速器的功用.....	(87)	第七章 冷却系.....	(139)
二、调速器的型式.....	(87)	第一节 冷却系的功用和类型.....	(139)
第二节 调速器的构造和工作.....	(88)	一、冷却系的功用.....	(139)
一、单制离心式调速器.....	(88)	二、冷却系的类型.....	(139)
二、双制离心式调速器.....	(89)	第二节 水冷却系主要机件的构造和工作.....	(143)
三、全制离心式调速器.....	(90)	一、散热器.....	(143)
第三节 高压油泵和调速器的试验调整.....	(106)	二、风扇.....	(144)
一、I号高压油泵及其调速器的试验调整.....	(106)	三、水泵.....	(146)
二、I号高压油泵的试验调整.....	(108)	四、溢水管与空气蒸汽阀.....	(147)
三、AE—54 高压油泵及调速器的试验调整.....	(108)	五、温度调节装置.....	(147)
第四节 调速器的装配要求及保养.....	(110)	第三节 典型冷却系循环路径.....	(149)
一、装配要求.....	(110)	一、装有节温器的冷却系.....	(149)
二、保养要点.....	(110)	二、不装节温器的冷却系.....	(149)
第六章 发动机的润滑及润滑系.....	(111)	第四节 冷却系的使用维护.....	(151)
第一节 润滑剂.....	(111)	一、正确使用.....	(151)
一、摩擦的实质及种类.....	(111)	二、保养要点.....	(151)
二、润滑剂的种类及其选用.....	(113)	第八章 起动系.....	(153)
第二节 润滑系概述.....	(115)	第一节 发动机起动概述.....	(153)
一、润滑系的功用.....	(115)	一、汽化器式发动机的起动.....	(153)
		二、柴油机的起动.....	(154)
		三、发动机的起动方法.....	(154)
		四、柴油机的预热.....	(155)
		第二节 起动汽油机.....	(156)

一、单缸二行程汽化器式发动机		
工作原理·····	(156)	
二、起动机的组成和构造·····	(158)	
第三节 汽化器的工作原理和		
构造·····	(162)	
一、汽油机可燃混合气的形成·····	(162)	
二、可燃混合气对汽油机		
工作的影响·····	(164)	
三、起动汽油机的汽化器·····	(164)	
四、223型汽化器的调整保养·····	(168)	
第四节 起动机的动力传动		
机构·····	(169)	
一、齿轮传动·····	(169)	
二、离合器和制动器·····	(171)	
三、自动分离机构·····	(172)	
第五节 起动装置的使用		
维护·····	(174)	
一、检查调整·····	(174)	
二、正确使用·····	(175)	
三、保养要点·····	(175)	
第九章 发动机故障的分析与		
判断·····	(176)	
第一节 故障分析的原则和		
方法·····	(176)	
一、故障及其征象·····	(176)	
二、产生故障的一般原因·····	(176)	
三、分析故障的原则·····	(177)	
四、检查故障的方法·····	(177)	
第二节 发动机常见故障的		
分析与判断·····	(179)	
一、缸盖、缸体裂纹·····	(179)	
二、冲缸垫·····	(180)	
三、气缸压缩力不足·····	(180)	
四、拉瓦和烧瓦·····	(182)	
五、喷油嘴的故障·····	(183)	
六、供油时间过早或过迟·····	(184)	
七、发动机敲缸·····	(184)	
八、高压油泵机油变稀或机油		
增多·····	(185)	
九、飞车·····	(185)	
十、发动机转速不稳定和工作		
不均匀·····	(187)	
十一、机油温度过高·····	(189)	
十二、机油压力过低·····	(190)	
十三、烧机油·····	(191)	
十四、水温过高·····	(192)	
十五、起动机热车不易起动·····	(193)	
十六、起动机工作不正常·····	(193)	
十七、柴油机起动困难·····	(195)	
十八、发动机排气冒烟·····	(197)	

第一章 发动机的一般构造和工作原理

第一节 内燃机的分类和基本工作原理

一、发动机及其分类

毛主席说：“自然界存在着许多的运动形式，机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是。所有这些物质的运动形式，都是互相依存的，又是本质上互相区别的。”它们不但在一定条件之下共处于一个统一体中，而且在一定条件之下互相转化。人的意识不仅反映客观世界，并且能动地改造客观世界。劳动人民在三大革命运动实践中，积累了丰富的经验，掌握了许多科学规律，创造了许多使物质运动形式互相转化的机器和设备，有力地推动了社会生产力和生产关系的发展。

目前，拖拉机上用的发动机都是内燃发动机，它是在气缸中把物质（即燃料和空气）的化学能转化为热能，由热能再转化为机械能的机器。

内燃发动机的种类很多。按所用燃料不同可分为汽油机和柴油机。目前，农用拖拉机都采用柴油机。

柴油机因混合气在气缸中靠压缩而自燃，所以又叫压燃式发动机；汽油机因混合气在气缸内靠电火花点燃，故又叫点燃式发动机。无论是柴油机或汽油机均可制成二行程发动机（即活塞在气缸内上、下各一次完成一次工作循环的发动机）或四行程发动机（即活塞在气缸内上、下各两次完成一次工作循环的发动机）。

此外，按气缸的数量和气缸的布置形式又可分为单缸、双缸、三缸、四缸、六缸、八缸发动机和单行排列（立式或卧式）及双行“V”形排列两种形式的发动机。目前，拖拉机上多采用单缸、双缸、四缸单行排列形式的发动机。

二、内燃机的工作原理

内燃机的工作原理是利用燃料和空气的混合气在气缸内燃烧所产生的热能，使气缸内的气体膨胀而产生很高的压力，再通过曲柄连杆机构转变为机械能。

为使发动机能够连续工作，必须按一定次序重复以下四个过程：

- （1）把气缸充满新鲜气体——空气或空气与燃料的混合气，简称进气；
- （2）压缩充入气缸内的空气或混合气，并在压缩终了时由喷油嘴喷入雾状燃料，使其在高温、高压的空气中自行燃烧或由电火花点燃可燃混合气，简称压缩；
- （3）燃烧后，高温高压的气体膨胀，推动曲柄连杆机构使曲轴旋转而作出机械功，简称作功；
- （4）作功后的废气排出气缸，简称排气。

发动机每完成一次进气、压缩、作功、排气的过程，称为发动机的一个工作循环。

三、发动机名词解释

1. 上止点：活塞在气缸内移动到最高的一点，即活塞顶与曲轴中心线距离最大时的位置称为上止点。
2. 下止点：活塞在气缸内移动到最低的一点，即活塞顶与曲轴中心线距离最小时的位置称为下止点。
3. 活塞行程：上、下止点间的距离称为活塞行程，它是曲轴回转半径的两倍。
4. 燃烧室容积：活塞在上止点时活塞顶上部的容积。
5. 气缸总容积：活塞在下止点时，活塞顶上部的容积。
6. 气缸工作容积：上止点和下止点之间的气缸容积。
7. 发动机排量：发动机所有气缸工作容积的总和。
8. 压缩比：气缸总容积与燃烧室容积之比。压缩比表明气缸内的气体被压缩后，体积缩小的倍数。

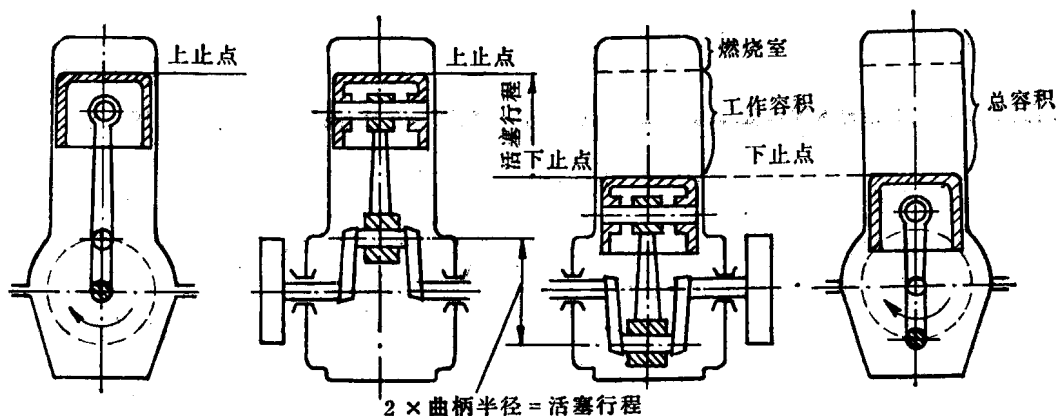


图 1—1 曲柄连杆机构主要位置图

第二节 四行程发动机的工作过程

一、单缸四行程柴油发动机的工作过程

四行程柴油发动机的工作过程分进气、压缩、作功和排气四个行程（图 1—2）。先把空气吸入气缸，经压缩后提高温度，然后把燃油喷入气缸，即发生燃烧，气体膨胀而产生压力，向下推动活塞作功，接着燃烧后的废气排出气缸。现把每一行程进行的情况分述如下：

（1）进气行程：如图 1—2 A，活塞由上止点向下止点移动，其上部容积增大，气缸内的压力低于外界大气压，同时进气门打开，在压力差的作用下，经过滤清的纯空气被吸入气缸内，活塞到下止点时，进气门关闭，进气结束。进气终了的压力为 0.85~0.90

公斤/厘米²，温度为30~50℃。在这一行程中，曲轴转第一个半圈。

(2)压缩行程：如图1—2B，活塞由下止点往上止点移动，这时进排气门都关闭，气缸内形成了一个密封室，空气受到压缩。当活塞上升到上止点时，气缸内气体压力可达30~40公斤/厘米²，温度达到600~700℃，这给喷入气缸内的燃油自燃创造了良好的条件。此行程曲轴转第二个半圈。

柴油机用较高的压缩比以保证在压缩终了时，气缸内的温度超过柴油自燃温度（柴油的自然温度为330℃）。目前柴油机采用的压缩比为16~21。

(3)作功行程：如图1—2C，当压缩行程终了时，燃油经喷油嘴以雾状射入气缸与高温高压空气相混合，并急速燃烧，使气缸内气体温度和压力急剧上升。迫使活塞由上止点快速往下止点移动，通过连杆使曲轴旋转作功。在燃烧初期压力可达60~100公斤/厘米²，温度约为2000℃。在作功终了时，压力降到2.5~3公斤/厘米²，温度降到800~900℃。此行程曲轴转第三个半圈。

(4)排气行程：如图1—2D，当作功行程终了时，气缸内充满废气。由于曲轴旋转的惯性，又使活塞由下止点往上止点移动，此时排气门打开，排除废气，活塞移至上止点时，完成排气行程。排气终了时，气缸内的压力约为1.01~1.10公斤/厘米²，温度约为500~700℃。此行程曲轴转第四个半圈。

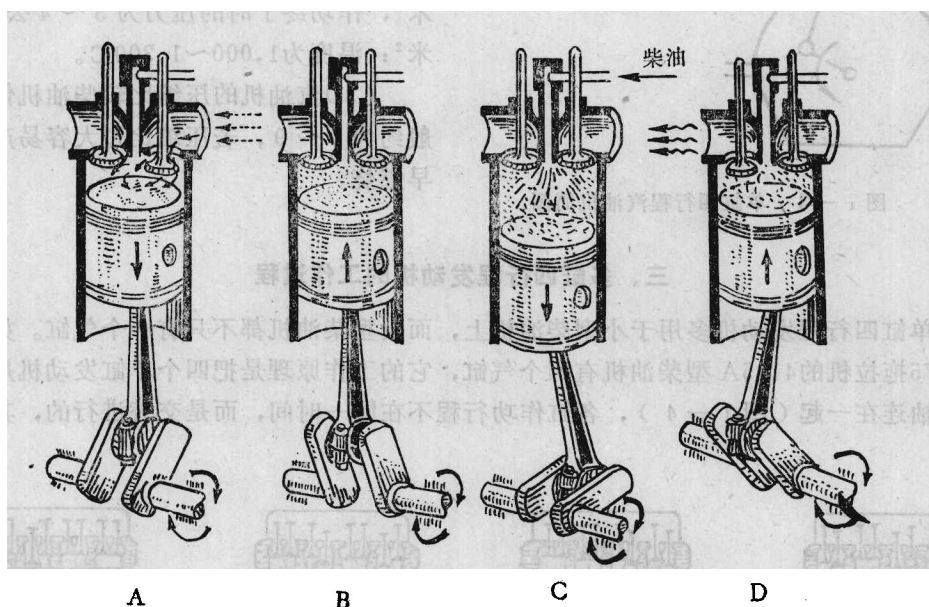


图1—2 单缸四行程柴油机的工作过程

A—进气；B—压缩；C—作功；D—排气

当曲轴继续依靠惯性而旋转时，活塞又由上止点往下止点移动，排气门关闭，进气门打开，又开始进行进气、压缩、作功、排气四个过程。发动机每完成一次进气、压缩、作功、排气四个过程，叫一个循环。在一个工作循环内，活塞经过上下止点各两次，即曲轴转两圈。这种发动机叫四行程发动机。

二、单缸四行程汽油机的工作过程

单缸四行程汽化器发动机的工作过程与柴油机相似，其基本不同点是可燃混合气的形成和着火方法不同，至于每个行程中活塞移动的方向和气门开闭的情况完全相同。图1—3是单缸四行程汽油机的简图。与柴油机的区别在于：

(1) 进气行程时，进入气缸的气体不是纯空气，而是可燃混合气。由简图可知，在进气通道上装有汽化器，空气流经汽化器时具有很高的速度，将吸出的汽油吹散和汽化，并随同空气一同进入气缸。进气终了时气缸内压力约为 $0.75 \sim 0.85$ 公斤/厘米²，温度约为 $50 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

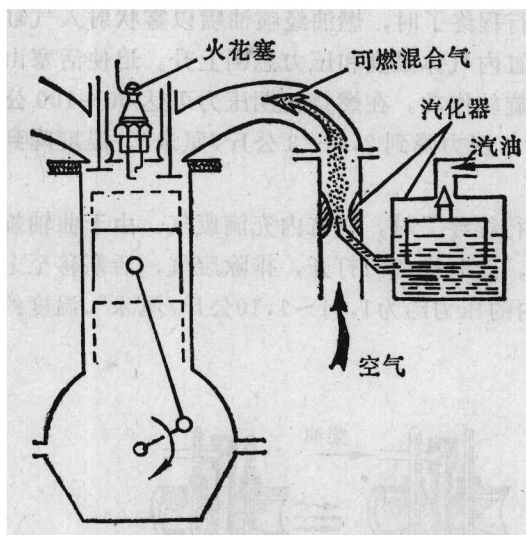


图1—3 单缸四行程汽油机简图

(2) 可燃混合气由电火花强制点火。当活塞压缩到临近上止点时，火花塞及时放出电火花，将可燃混合气点着。压缩终了时的气体压力约为 $5 \sim 12$ 公斤/厘米²，温度约为 $250 \sim 400^{\circ}\text{C}$ ，燃烧初期温度为 $1,800 \sim 2,300^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $20 \sim 40$ 公斤/厘米²，作功终了时的压力为 $3 \sim 4$ 公斤/厘米²；温度为 $1,000 \sim 1,300^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 汽油机的压缩比较柴油机低，一般约为 $5 \sim 9$ ，若压缩比过大容易产生过早燃烧。

三、多缸四行程发动机的工作过程

单缸四行程发动机多用于小型柴油机上，而大型柴油机都不只有一个气缸。如东方红—75拖拉机的4125A型柴油机有四个气缸，它的工作原理是把四个单缸发动机用同一根曲轴连在一起（图1—4），各缸作功行程不在同一时间，而是交替进行的，其作功

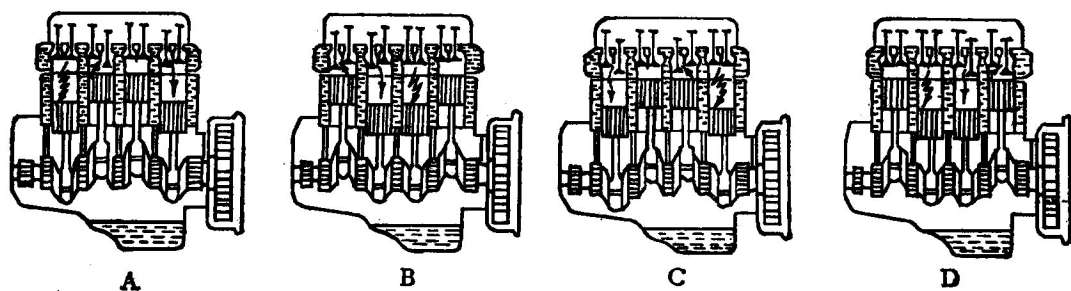


图1—4 四缸四行程发动机工作示意图

A—第一缸作功，B—第三缸作功，C—第四缸作功，D—第二缸作功

顺序是 1—3—4—2，即第一缸爆发作功后，曲轴转第一个半圈，接着是第三缸爆发作功，曲轴转第二个半圈，其次是第四缸爆发作功，曲轴转第三个半圈，最后是第二缸爆发作功，曲轴转第四个半圈。可见，在四缸四行程发动机内，曲轴每转半圈（ 180° ）就有一个作功行程。在六缸四行程发动机内，则曲轴每转三分之一圈（ 120° ）就有一个作功行程。所以多缸发动机工作平稳可靠，转速均匀稳定，飞轮尺寸也可减小。

表 1-1

曲轴旋转角度	气 缸				工作顺序
	1	2	3	4	
第一个半圈(0°~180°)	工作	排气	压缩	进气	1-3-4-2
第二个半圈(180°~360°)	排气	进气	工作	压缩	
第三个半圈(360°~540°)	进气	压缩	排气	工作	
第四个半圈(540°~720°)	压缩	工作	进气	排气	

发动机是一种比较复杂的机器，由许多机构和系统组成。尽管发动机的型式有多种，具体构造不完全一样，但它们都必须由下列机构和系统组成。

主要包括水泵、散热器、水套和仪表等。发动机工作时，气缸内燃烧发出的热量使发动机的许多零件受热而温度升高。若受热零件温度过高，强度便显著下降，使发动机不能正常工作。冷却系的功用就是将发动机受热零件的多余热量散发到大气中去，保持发动机温度正常。

（六）起动系

包括手摇把、电起动机或汽油起动机。它的功用是用来起动主发动机。

此外，在汽油起动机上还有及时产生电火花的点火系。

第二章 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机完成工作循环、进行能量转换、传递功率及改变运动方向（将活塞在气缸内的往复运动变为曲轴的旋转运动）的主要工作机构。它由气缸体——曲轴箱、气缸、气缸盖、活塞连杆组（包括活塞、活塞环、活塞销、连杆）、曲轴和飞轮等机件组成（图 2—1）。

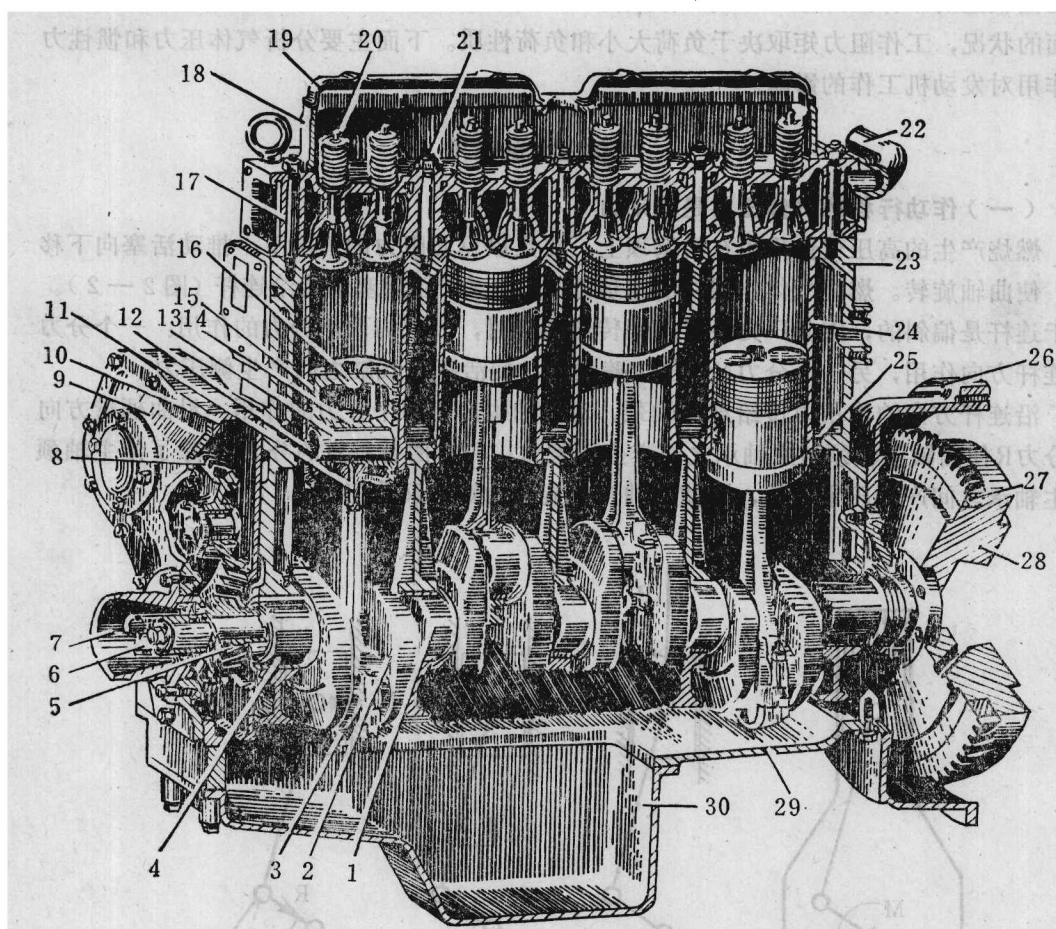


图 2—1 曲柄连杆机构

1—主轴颈，2—曲柄，3—连杆轴承，4—主轴承，5—曲轴齿轮，6—起动爪，7—前支座，8—中间齿轮，9、10—正时齿轮室和盖，11—连杆，12—卡簧，13—活塞销，14—连杆铜套，15—活塞环，16—活塞，17—气缸盖，18—气缸盖罩，19—气门室盖，20—气门，21—缸盖螺丝，22—水道，23—气缸体，24—气缸套，25—阻水圈，26—飞轮壳，27—飞轮齿圈，28—飞轮，29—油底壳框架，30—油底壳。

第一节 曲柄连杆机构的运动和受力分析

曲柄连杆机构的运动是与力的作用相关联的。要使发动机连续运转，并对外输出动力，一方面曲柄连杆机构的各个传动环节必须协调配合，并具有足够的刚度和强度（即不易变形和折断）。另一方面必须有与曲轴旋转方向相同的推动力，用以克服阻碍曲轴旋转的各种阻力。

曲柄连杆机构运动过程所受的力主要有四个方面：①活塞顶部的气体压力；②机件运动产生的惯性力；③各相对运动表面的摩擦阻力和摩擦阻力矩；④发动机对外做功时作用在曲轴上的工作阻力矩（又叫工作负荷）。其中摩擦阻力取决于发动机的结构和摩擦表面的状况，工作阻力矩取决于负荷大小和负荷性质。下面主要分析气体压力和惯性力的作用对发动机工作的影响。

一、气体压力的作用

（一）作功行程的气体压力是推动力

燃烧产生的高压气体作用在活塞顶上，在足以克服阻力的情况下，推动活塞向下移动，使曲轴旋转。燃烧气体作用在活塞顶部的总压力 P 经活塞销传给连杆（图2—2）。由于连杆是偏斜的，因此 P 力经活塞销传给连杆时，表现为两个分力的作用：一个分力沿连杆方向作用，另一个分力 N 与气缸壁垂直，使活塞与气缸之间产生侧压力。

沿连杆方向的作用力传给连杆轴颈，对曲轴也产生两个分力的作用：沿曲柄臂方向的分力 R 使曲轴主轴颈与主轴承之间产生压紧力，与曲柄臂垂直的分力 T 除了使主轴颈和主轴承之间产生压紧力外，还使曲轴产生旋转力矩，又称扭矩。

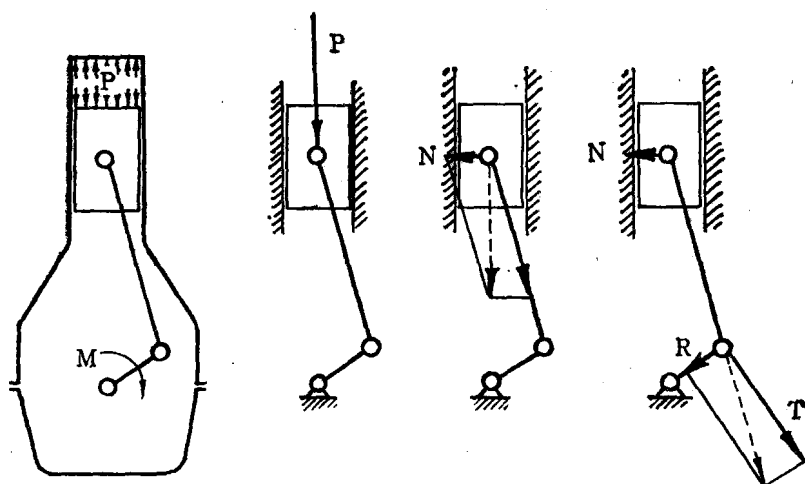


图2—2 气体压力对曲柄连杆机构的作用

可见，活塞顶上的气体总压力 P 产生 N 、 R 、 T 三个力的作用。 N 、 R 、 T 的大小不仅

与 P 的大小有关，而且还与连杆所处的位置即连杆的偏斜角度有关。作功行程时，燃烧气体的压力由最大值逐渐减小，连杆的偏斜角度也不断变化。因此， N 、 R 、 T 的大小也必然是变化的。

（二）压缩行程的气体压力是阻力

压缩行程时，气体压力对活塞的作用与活塞运动方向相反。作用在活塞顶部的总压力 P' 经活塞压向气缸的另一侧壁； R' 使曲轴主轴颈与主轴承间产生压紧力； T' 给曲轴造成一个旋转力矩。同上述情况相似， N' 、 R' 、 T' 的大小也随着压缩行程的进行而不断变化。

上述受力情况产生以下几个问题：

1. 曲轴旋转不平稳：这是由于使曲轴旋转的作用力 T 是变化的。特别是单缸四行程发动机，曲轴旋转两圈中只有半圈有 T 力的作用，其余一圈半不仅没有 T 力的作用，而且还给曲轴造成阻力，使曲轴的旋转速度时快时慢。

2. 活塞和气缸壁的左右两侧磨损较大：这是由于它们的左右两侧有侧压力的作用。相对运动表面有力的作用，必然造成摩擦，产生磨损。

3. 各轴颈和轴承的磨损不均匀：这是由于作用在连杆轴颈和主轴颈上的力的大小或方向是变化的原因所造成的。

二、惯性力的作用

物体的运动速度变化后，必然产生惯性力。例如，行驶的汽车突然刹车（减速），乘客突然向前倾；而当停止的汽车起步时（加速），人突然向后仰，这就是在减速或加速时产生惯性力的结果。变速和惯性力是互相依存的，惯性就是物体保持其原有运动状态的一种特性。因此惯性力的方向总是：减速时与物体的运动方向一致，加速时与物体的运动方向相反。物体越重，速度越大，则其惯性力也越大。

另外，当汽车拐弯时，乘客突然向外倾，这就是物体作圆周运动时产生向外的旋转惯性力（又叫离心力）作用的结果。

曲柄连杆机构的运动特点，决定着它在运动过程中必然有往复惯性力和离心力的作用。

1. 活塞和连杆小头的往复惯性力

活塞和连杆小头在气缸内作往复运动，速度极不均匀，当活塞在从下向上（或从上向下）的运动过程中，其速度总是从零开始，逐渐加快，临近中间时速度最大，之后又逐渐减小，并以零告终。换句话说，活塞向下运动时，前半个行程是加速运动，往复惯性力 F 向上；后半个行程是减速运动，往复惯性力 F 向下。同样道理，当活塞向上运动时，前半个行程惯性力向下，后半个行程惯性力向上。也就是说，曲轴转一周，活塞在气缸上半部的惯性力是向上的，在气缸下半部的惯性力是向下的。如图2—3所示。

活塞和连杆小头的重量越大，曲轴转速越高，则往复惯性力也越大。这个惯性力使曲柄连杆机构的各零件和轴承受到周期性的附加载荷，引起发动机的振动。

2. 曲柄、连杆轴颈和连杆大头的旋转惯性力（离心力）

曲轴转动时，曲柄、连杆轴颈和连杆大头都是绕曲轴中心作圆周运动，因此不可避