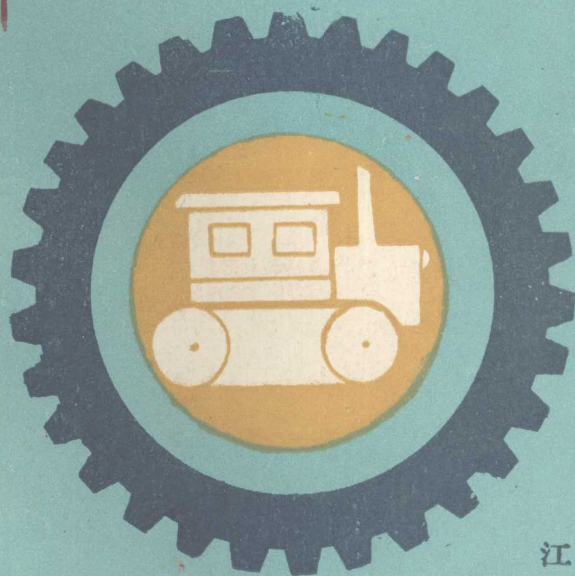


初中级农机人员培训教材

拖拉机



江苏科学技术出版社

初中级农机人员培训教材

拖 拉 机

中华人民共和国农业部农垦局 编

初中级农机人员培训教材
拖 拉 机
中华人民共和国农业部农垦局 编

出版、发行：江苏科学技术出版社
经 销：江苏省新华书店
印 刷：扬 中 县 印 刷 厂

开本787×1092毫米 1/16 印张20 字数478,000
1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷
印数1—17,000

ISBN 7-5345-0513-5

U·3 定价：5.00元
责任编辑 孙广能

序 言

为了提高农机驾驶人员的技术水平和业务素质,以适应农业机械化的发展需要,我局委托江苏省农垦农工商联合总公司会同南京农业大学农业工程学院组织编写了《拖拉机》、《农业机械》、《农机运用与修理》、《农机机械基础》四本中、初级农机工人培训教材,该教材以初中文化程度为起点,从拖拉机和农业机械的共性出发,主要叙述国产大中型拖拉机和农业机械的构造、原理,检查调整与使用维修,并兼顾小型与国外进口的主要机型。为使学员顺利地学习专业技术,《农机机械基础》一书,紧密联系农机实际,介绍了机械识图等必要的基础知识。各书均做到简明扼要,通俗易懂,便于自学。该教材的内容体现了部颁《农用拖拉机驾驶员技术等级标准》应知应会的基本要求,具有较强的针对性、实用性以及较广的适用范围,可作为农垦系统各垦区农机工人培训与考工的课本,也可供军垦和其他农机系统使用维修人员学习参考。

《拖拉机》一书由靳荣门同志主编,编写人员及其分工是:王一梅(第一、二、三章),王秀芳(第五、六、十章),薛老虎(第八、九章),韩凤鸣(第七、十二章),靳荣门(概述、第四、十一、十三章)。全书由胡东海、陆平、冯步青、张如翰四同志审稿。为使用方便起见,书中的计量单位,以法定计量单位与原工程制单位同时并用,附录中仍采用了原工程制单位。

这套教材的编写工作,得到安徽、江苏、河南、江西、湖南、云南、新疆、上海等省市农垦(场)局、总公司以及江苏省农机局、劳改局、农机学会的大力支持,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平所限,加之时间匆促,书中难免有错误与不完善之处,欢迎使用本教材的单位和广大读者批评指正。

中华人民共和国农业部农垦局

1988年1月

目 录

概 述	(1)
第一章 内燃机的基本知识	(3)
第一节 内燃机的一般构造和基本名词	(3)
一、内燃机的一般构造	(3)
二、内燃机的基本名词	(3)
第二节 四行程内燃机的工作原理	(4)
一、单缸四行程柴油机的工作过程	(5)
二、单缸四行程汽油机的工作过程	(6)
三、多缸四行程内燃机的工作循环	(7)
第三节 内燃机的组成部分及其功用	(8)
一、内燃机的组成部分	(9)
二、内燃机的型号编制规则	(9)
第四节 内燃机的主要使用性能指标	(10)
一、有效扭矩	(10)
二、有效功率	(10)
三、燃油消耗率	(11)
第二章 曲柄连杆机构	(13)
第一节 机体缸盖组	(13)
一、机体	(13)
二、气缸套	(15)
三、气缸盖与气缸垫	(16)
第二节 活塞连杆组	(17)
一、活塞	(17)
二、活塞环	(19)
三、活塞销	(22)
四、连杆	(22)
第三节 曲轴飞轮组	(24)
一、曲轴	(24)
二、连杆轴承与主轴承	(26)
三、飞轮	(27)
第四节 内燃机的平衡	(28)
一、曲柄连杆机构的惯性力概述	(28)
二、内燃机的平衡	(29)
第五节 曲柄连杆机构的使用维护与常见故障	(30)
一、曲柄连杆机构的使用维护	(30)
二、拆装注意事项	(30)

三、常见故障·····	(31)
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、配气机构的功用和型式·····	(34)
二、配气机构的组成和工作·····	(34)
第二节 配气机构的构造·····	(35)
一、气门组零件·····	(35)
二、传动组零件·····	(36)
三、驱动组零件·····	(37)
第三节 配气相位和气门间隙·····	(40)
一、配气相位·····	(40)
二、气门间隙·····	(42)
第四节 柴油机的减压机构·····	(43)
一、抬升挺柱的减压机构·····	(43)
二、压下摇臂不可调式的减压机构·····	(44)
三、压下摇臂的可调式减压机构·····	(45)
第五节 配气机构的使用、维护和常见故障·····	(46)
一、配气机构的使用与维护·····	(46)
二、配气机构的常见故障·····	(46)
第四章 柴油机的供给系 ·····	(48)
第一节 柴油机供给系的功用和组成·····	(48)
一、柴油机供给系的功用·····	(48)
二、柴油机供给系的组成·····	(48)
第二节 空气和柴油的滤清·····	(49)
一、空气滤清器·····	(49)
二、柴油滤清器·····	(51)
第三节 柱塞式输油泵·····	(54)
一、输油泵的功用·····	(54)
二、柱塞式输油泵的构造与工作·····	(54)
第四节 柴油机混合气的形成特点与燃烧室·····	(55)
一、柴油机混合气的形成特点·····	(55)
二、改善混合气形成与燃烧条件的措施·····	(55)
三、柴油机的燃烧室·····	(56)
第五节 柱塞式喷油泵·····	(58)
一、喷油泵的功用、型式和组成·····	(58)
二、柱塞式喷油泵的工作原理·····	(59)
三、柱塞式喷油泵的构造·····	(61)
四、喷油泵的使用保养·····	(65)
第六节 调速器·····	(68)
一、调速器的功用与类型·····	(68)
二、调速器的工作原理·····	(69)
三、典型调速器的构造和工作·····	(71)

四、调速器的使用维护与调试	(77)
第七节 喷油器	(80)
一、喷油器的功用与型式	(80)
二、轴针式喷油器的构造和工作	(81)
三、无轴针式喷油器	(82)
四、喷油器的使用维护	(82)
第八节 柴油机供给系的故障	(83)
一、柴油机起动困难	(83)
二、柴油机功率不足	(83)
三、柴油机工作不均匀	(84)
四、柴油机转速不稳	(84)
五、柴油机“飞车”	(84)
第五章 润滑系统	(86)
第一节 润滑系的功用、润滑方式及组成	(86)
一、润滑系的功用	(86)
二、润滑方式	(86)
三、润滑系的组成	(87)
第二节 几种机型发动机的润滑油路	(87)
一、4125A型柴油机的润滑油路	(87)
二、4115T型柴油机的润滑油路	(88)
三、495A、495等型柴油机的润滑油路	(89)
四、S195型柴油机的润滑油路简介	(90)
第三节 润滑系的主要机件	(90)
一、机油泵	(90)
二、机油滤清器	(91)
三、机油散热器	(93)
四、检视设备	(94)
第四节 润滑系的使用维护与常见故障	(94)
一、润滑系的使用维护	(94)
二、润滑系的常见故障	(95)
第六章 冷却系统	(97)
第一节 冷却系的功用、冷却方式和工作原理	(97)
一、冷却系的功用	(97)
二、冷却方式与工作原理	(97)
第二节 几种机型冷却系的组成和工作	(99)
一、4125A型柴油机的开式冷却系	(99)
二、495型柴油机的闭式冷却系	(100)
第三节 水冷却系的主要机件	(101)
一、散热器	(101)
二、空气蒸汽阀	(101)
三、水泵	(102)
四、风扇	(103)

五、节温器.....	(104)
第四节 水冷却系的使用维护与常见故障.....	(105)
一、使用保养.....	(105)
二、常见故障.....	(106)
第七章 起动装置.....	(107)
第一节 起动装置的功用与起动方式.....	(107)
一、起动装置的功用.....	(107)
二、起动方式.....	(107)
第二节 起动汽油机的工作原理.....	(108)
第三节 汽油机的供给系.....	(109)
一、供给系的功用与组成.....	(109)
二、化油器的基本工作原理.....	(109)
三、223型化油器的构造与工作.....	(111)
四、AK-10型起动机的调速器.....	(113)
五、化油器与调速器的检查调整.....	(115)
第四节 起动机的点火系.....	(116)
一、磁电机点火系的功用与组成.....	(116)
二、C210型磁电机的构造与工作原理.....	(116)
三、磁电机触点间隙的调整和正时安装.....	(120)
四、火花塞.....	(121)
第五节 4125A型柴油机起动装置的传动机构.....	(122)
一、离合器.....	(122)
二、减速器.....	(124)
三、自动分离机构.....	(125)
第六节 起动装置的使用维护与常见故障.....	(126)
一、起动装置的使用维护.....	(126)
二、起动装置的常见故障.....	(127)
第八章 拖拉机的传动系.....	(128)
第一节 离合器.....	(130)
一、离合器的功用、组成与型式.....	(130)
二、离合器的工作原理.....	(131)
三、单作用离合器的构造、工作原理与调整.....	(132)
四、双作用离合器的构造、工作原理与调整.....	(136)
五、离合器的使用维护与常见故障.....	(140)
第二节 联轴节.....	(141)
第三节 变速箱.....	(141)
一、变速箱的功用、型式和工作原理.....	(141)
二、简单式变速箱的构造与工作.....	(142)
三、组成式变速箱的构造和工作.....	(146)
四、变速箱的使用维护与常见故障.....	(151)
第四节 后桥.....	(152)
一、后桥的组成与布置型式.....	(152)

二、中央传动	(153)
三、最终传动	(158)
四、后桥的使用维护与常见故障	(158)
第五节 四轮驱动拖拉机与机耕船的传动系	(159)
一、四轮驱动拖拉机传动系简介	(159)
二、机耕船传动系简介	(160)
第九章 拖拉机的行走系	(163)
第一节 拖拉机的行驶原理	(163)
一、轮式拖拉机的行驶原理	(163)
二、履带式拖拉机的行驶原理	(164)
第二节 轮式拖拉机的行走系	(164)
一、车架	(164)
二、前轴及导向轮	(165)
三、驱动轮	(165)
四、前轮定位	(166)
五、使用维护与常见故障	(168)
第三节 履带式拖拉机的行走系	(169)
一、履带式拖拉机行走系的组成	(169)
二、悬架和支重轮	(170)
三、履带和驱动轮	(171)
四、导向轮和张紧装置	(171)
五、托轮	(172)
六、使用维护与常见故障	(173)
第十章 拖拉机转向系与制动系	(175)
第一节 轮式拖拉机的转向系	(175)
一、轮式拖拉机的转向原理	(175)
二、轮式拖拉机转向机构的组成与型式	(176)
三、转向机构的构造	(177)
四、转向机构的调整	(180)
五、差速器和差速锁	(181)
六、转向系的使用维护与常见故障	(183)
第二节 履带拖拉机的转向系	(184)
一、转向原理	(184)
二、东方红-75拖拉机的转向系	(185)
第三节 轮式拖拉机的制动系	(189)
一、制动系的组成和型式	(189)
二、制动器的构造和工作	(189)
三、制动器的检查调整	(192)
四、制动系的使用维护与常见故障	(193)
第四节 手扶拖拉机的转向与制动系简介	(194)
一、转向机构	(194)
二、制动器	(195)

第十一章 拖拉机的工作装置	(197)
第一节 动力输出装置与牵引装置	(198)
一、动力输出轴	(198)
二、动力输出皮带轮	(199)
三、拖拉机的牵引装置	(199)
第二节 液压悬挂系概述	(200)
一、液压悬挂系的功用、组成与工作原理	(200)
二、悬挂农具不同耕深调节方法的基本原理	(202)
三、液压系统的类型	(204)
第三节 分置式液压悬挂系	(205)
一、齿轮式液压泵	(206)
二、分配器	(209)
三、双作用油缸与自封接头	(214)
四、悬挂机构	(216)
五、正确使用与常见故障	(217)
第四节 半分置式液压悬挂系	(219)
一、CB310型齿轮式液压泵的结构特点	(219)
二、分配器	(221)
三、操纵机构	(225)
四、半分置式液压系的使用、调整和故障	(231)
第五节 整体式液压悬挂系	(234)
一、柱塞式液压泵	(235)
二、控制阀	(237)
三、操纵机构	(239)
四、液压悬挂系的使用与常见故障	(244)
第十二章 拖拉机的电气设备	(249)
第一节 蓄电池	(249)
一、蓄电池的功用	(249)
二、蓄电池的构造	(249)
三、蓄电池的工作原理	(250)
四、蓄电池的容量	(251)
五、蓄电池的正确使用和保养	(252)
六、蓄电池的极板硫化和自行放电	(254)
第二节 直流发电机及其调节器	(254)
一、直流发电机的构造	(255)
二、直流发电机的工作原理	(256)
三、直流发电机的调节器	(257)
四、直流发电机和调节器的使用维护与常见故障	(262)
第三节 交流发电机	(263)
一、硅整流发电机的构造	(263)
二、硅整流发电机的工作原理	(264)
三、硅整流发电机的调节器	(265)

四、硅整流发电机及其调节器的使用维护	(267)
五、无刷硅整流发电机简介	(267)
六、永磁式交流发电机	(268)
七、飞轮交流发电机简介	(270)
第四节 起动电动机与起动电路	(271)
一、直流电动机的结构与工作原理	(271)
二、控制机构	(273)
三、驱动机构(单向接合器)	(274)
四、起动电动机的调整	(276)
五、起动电路	(277)
六、起动电动机的使用维护与常见故障	(279)
第五节 其他电气设备和电气总线路	(280)
一、其他电气设备	(280)
二、拖拉机电气线路的组成和特点	(283)
三、几种常用拖拉机的电气总线路	(284)
第十三章 附录	(287)
附录 I 热特6211、7211型拖拉机简介	(287)
附录 II 常用国产拖拉机的简要技术数据表	(291)
附录 III 农用拖拉机(联合收获机)驾驶员技术等级标准	(301)

概 述

拖拉机是一种可以行走的动力机械，已经广泛地应用于农业、林业和工业领域。

拖拉机按用途分类为：工业用拖拉机，主要用于矿山、石油、建筑等行业的铲运、牵引井架和其他施工作业；林业用拖拉机，主要用于挖洞、伐木和集材作业；农用拖拉机，是农业机械的主要动力，它与不同种类的机具相配合，可以进行整地、播种、施肥、中耕、喷雾（粉）、收获、脱粒、排灌和运输以及农田基本建设等多种作业。而农用拖拉机又可分为通用型、中耕型、园艺型（如小手扶等）和特殊用途（如山地、沼泽地用）拖拉机。

拖拉机也可按行走装置分为履带式、轮式（两轮驱动和四轮驱动）和船式（机耕船）拖拉机。按发动机功率大小，又可分为大型〔59千瓦（80马力）以上，国外为74千瓦（100马力）以上〕、中型〔15~44千瓦（20~60马力）〕和小型〔15千瓦（20马力以下）〕拖拉机。有些国家（如日本）还有特小型〔1.8千瓦（2.5马力）以下〕拖拉机。此外，还可按结构形式分为乘坐式和手扶式两种。

各种不同型式的拖拉机，在性能和结构上，虽然存在着差异，但它们的总体组成都是基本相同的。一般均由以下几部分组成：

发动机

它是拖拉机的动力装置。其作用是把燃料燃烧的热能转变为机械动力，并通过底盘的传动系传给驱动轮，驱动拖拉机行驶。

底盘

拖拉机除发动机和电器设备以外，其他所有的系统和装置统称为拖拉机底盘。底盘由传动系、行走系、转向系和制动系以及工作装置组成。传动系的主要功用是把发动机的动力传给驱动轮；行走系的功用是支承拖拉机的全部重量，并保证拖拉机行驶；转向系是用来控制和改变拖拉机的行驶方向；制动系是用来迅速降低拖拉机的行驶速度和停车；工作装置是用来牵引和升降农具以及向其他作业机具上输出动力。

电气设备

电气设备用来实现拖拉机的起动、照明、信号和仪表的正常工作。它主要由电源设备、用电设备和配电设备组成。

目前国外拖拉机还在继续向轮式、四轮驱动和大功率方向发展，除小型拖拉机外，已全部配用柴油机，并且较多地采用增压技术，使拖拉机的平均功率增长较快。由于功率增大，拖拉机的工作速度明显提高，工作档数日益增多，负载换挡和离合器换挡机构逐步得到广泛应用。除液压悬挂以外，在转向、制动、变速和动力输出方面，也越来越多地采用液压技术。此外，在创造安全、舒适的驾驶条件方面，也取得很大进展。

国产拖拉机与国外先进水平相比，虽有一定差距，但近几年，国产拖拉机的产量、品种和质量都有较大的提高。作为现代农业生产的先进工具，拖拉机已经并且正在发挥重要的作

用。可以预见，拖拉机工业的发展，以及广大农村和垦区工、副、商业的迅速发展，将促进农业劳动力的转移和购买力的提高，我国农村将更加广泛地大量使用适合我国特点的国产拖拉机。而拖拉机的应用范围，也将进一步扩大。

为了用好管好这些先进生产工具，充分发挥拖拉机的效能，拖拉机使用人员必须熟悉拖拉机的构造原理，并掌握拖拉机正确使用与检查调整的实际技能，以达到优质、高效、低耗和安全生产的目的。

第一章 内燃机的基本知识

凡是能将某种形式的能量转变为机械能的机器，就叫做发动机。例如将热能转变为机械能的机器就叫做热力发动机，简称热机；燃料在气缸外部燃烧的热机，叫做外燃机，如蒸汽机；燃料在气缸内部燃烧的热机，叫做内燃机。内燃机根据所用燃油的不同，又可分为柴油机和汽油机。由于柴油机的热效率较高，耗油率较低，且柴油价格较便宜，所以拖拉机上普遍采用柴油作为动力燃油。本书所叙述的内容，仅限于往复式内燃机。

第一节 内燃机的一般构造和基本名词

一、内燃机的一般构造

内燃机的一般构造如图1-1所示。圆筒形的气缸内装有活塞，并通过连杆与曲轴相联，而曲轴又通过主轴承支承在机体上。气缸的顶部用气缸盖密封。气缸盖上装有进气门和排气门，气门的开闭由凸轮轴的转动和气门弹簧的张力来控制，以实现换气 and 密封气缸。柴油机气缸盖上还装有喷油器，用它将柴油雾化并喷入气缸（汽油机则不需喷油器，而用火花塞）。

内燃机工作时，活塞在气缸内往复直线运动，并通过连杆带动曲轴旋转。而转动曲轴又可带动活塞往复运动。

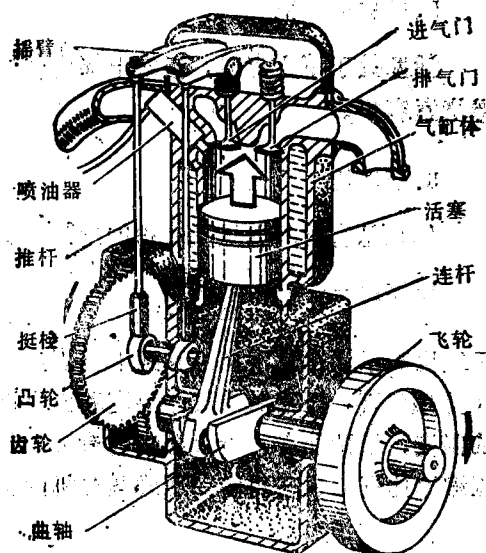


图1-1 内燃机构造简图

二、内燃机的基本名词

为了便于说明内燃机的工作过程，所以先解释内燃机的几个基本名词。

1. 上止点和下止点

活塞移动到距离曲轴中心最远的活塞顶位置，叫做上止点（或上死点）；活塞移动到距

离曲轴中心最近的活塞顶位置，就叫做下止点（或下死点）。

2. 活塞行程

活塞上、下止点之间的距离叫做活塞行程，常以 S 表示。由图可见，曲轴每旋转半圈，活塞刚好走完一个行程，而一个活塞行程，在数值上正好等于曲轴旋转半径的两倍。

3. 燃烧室容积

活塞处于上止点时，活塞顶上部的容积，叫做燃烧室容积。

4. 气缸工作容积

上、下止点之间的气缸容积叫做气缸工作容积。在多缸发动机中，各缸的工作容积之和叫做发动机排量。通常发动机排量越大，所发出的功率也就越大。

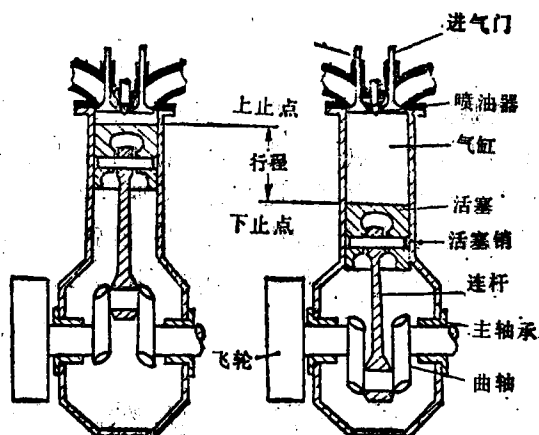


图1-2 单缸内燃机的基本名词示意图

5. 气缸总容积

活塞处于下止点时，活塞上部所有的容积，叫做气缸总容积。它等于气缸工作容积加上燃烧室容积。

6. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积的比值叫做压缩比。即，

$$\text{压缩比} = \frac{\text{气缸总容积}}{\text{燃烧室容积}}$$

压缩比表示活塞从下止点移到上止点，气缸内气体被压缩的程度。压缩比越大，气体就被压缩得越利害，压缩后的气体温度和压力也就越高。为保证压缩终了时，气缸内气体有足够高的温度，给柴油自行着火燃烧创造良好条件（柴油的自然温度为 $330\sim 430^{\circ}\text{C}$ ），所以柴油机的压缩比比汽油机高得多。通常柴油机的压缩比为 $15\sim 22$ ，汽油机的压缩比为 $5.5\sim 9$ 。

第二节 四行程内燃机的工作原理

内燃机工作时，将燃料燃烧的热能转变成机械能，在气缸内需要经历进气、压缩、作功和排气四个过程，才能实现这一能量转换过程。通常把这四个过程叫做内燃机的工作循环。若活塞在气缸内走完四个行程，才完成一个工作循环的内燃机，叫做四行程内燃机，而活塞在气缸中只走两个行程，就完成一个工作循环的内燃机，就叫做二行程内燃机。拖拉机上普遍采用四行程内燃机。

一、单缸四行程柴油机的工作过程

(一) 进气行程 (图1-3a)

进气行程开始时, 活塞处于上止点, 随着曲轴的旋转, 通过连杆带动活塞向下止点移动。这时进气门开放, 排气门关闭。由于活塞下行, 气缸内容积增大而产生真空吸力, 将新

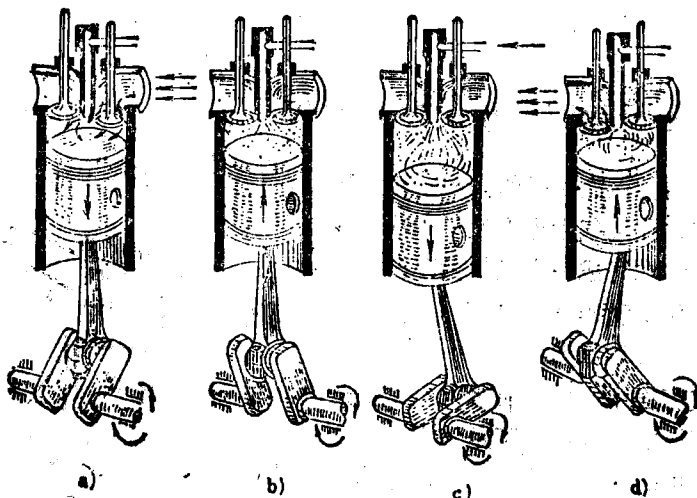


图1-3 单缸四行程柴油机的工作原理

鲜空气通过进气道吸入气缸。当活塞运动到下止点时, 进气行程结束, 这时进气门关闭, 曲轴旋转了第一个半圈。由于进气阻力的影响, 进气行程终了时, 气缸内的气体压力仍低于大气压, 约为83~93千帕 ($0.85\sim0.95$ 公斤力/厘米²), 而温度为40~70℃。

(二) 压缩行程 (图1-3b)

进气行程结束后, 曲轴继续旋转, 活塞开始从下止点向上止点运动。这时, 进、排气门都关闭, 气缸内形成密封的空间。由于气缸内容积减小, 气体受到压缩, 致使压力增大而温度升高。当活塞运动到上止点时, 压缩终了, 曲轴旋转了第二个半圈。这时气缸内的气体压力为2900~4900千帕 ($30\sim50$ 公斤力/厘米²), 温度约为500~700℃。

(三) 做功行程 (图1-3c)

做功行程时, 进、排气门继续保持关闭。压缩行程接近终了时, 喷油器喷入燃烧室的雾状柴油, 与扰动着的高温空气混合并迅速着火燃烧, 放出大量热能, 使气缸内的温度和压力急剧升高。最高温度可达1700~2000℃, 最大压力可达5880~8820千帕 ($60\sim90$ 公斤力/厘米²)。这个巨大的气体膨胀压力, 推动活塞迅速向下移动, 并通过连杆带动曲轴旋转。当活塞移到下止点时, 做功行程结束, 曲轴旋转了第三个半圈。这时气缸内的气体压力降为300~400千帕 ($3\sim4$ 公斤力/厘米²), 温度约为800~900℃。

(四)排气行程 (图1-3d)

作功行程终了后,在飞轮惯性力的作用下,继续转动的曲轴,带动活塞从下止点向上止点运动。进气门保持关闭而排气门打开,废气在自身压力和活塞推挤作用下,从排气门迅速排出,为下一工作循环的进气,准备了清洁的气缸。活塞运动到上止点时,排气行程结束,曲轴旋转了第四个半圈。由于排气阻力的影响,排气行程终了时,气缸内的气体压力略高于大气压,约为103~123千帕(1.05~1.25公斤力/厘米²),温度约为400~600℃。

此后,又重复上述过程,进行下一个工作循环。如此周而复始,柴油机便能连续运转,并输出动力。

二、单缸四行程汽油机的工作过程

图1-4为单缸四行程汽油机的简图。由图可见,其主要结构特点是:在气缸盖上装有点燃混合气的火花塞,在进气管道上装有形成和配制可燃混合气的化油器。它在完成一个工作循环时,虽然也要经过进气、压缩、作功和排气四个行程,但其工作过程却与柴油机有着两个重要区别:

(1)在进气行程中,汽油机吸入气缸的是汽油与空气混合形成的可燃混合气,而不是纯空气。

(2)汽油机可燃混合气的燃烧,是靠火花塞跳放电火花来强制点火,而不是压缩自燃。

总之,四行程汽油机与柴油机由于所用燃料不同,混合气的形成和点火的方式也不一样,但是它们的工作循环都是按照表1-1的共同规律来进行的。

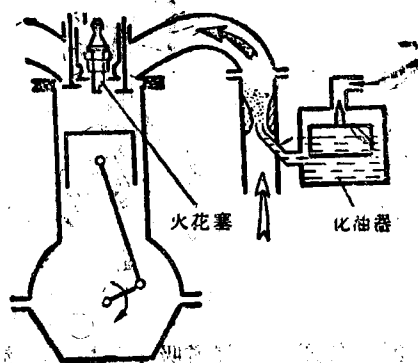


图1-4 单缸四行程汽油机简图

表1-1

单缸四行程内燃机的工作循环

行程 顺序	行程 名称	活塞运 动方向	气门位置		曲轴旋 转角度	曲轴旋 转动力
			进气门	排气门		
1	进 气	向 下	开	关	第一个半圈(0°~180°)	飞轮惯性力
2	压 缩	向 上	关	关	第二个半圈(180°~360°)	飞轮惯性力
3	作 功	向 下	关	关	第三个半圈(360°~540°)	气体膨胀压力
4	排 气	向 上	关	开	第四个半圈(540°~720°)	飞轮惯性力

综上所述,可知:

(1)四行程内燃机工作循环中,各行程的先后次序是固定不变的。它每完成一个工作循环,曲轴将旋转两圈,活塞上下各二次,进、排气门各打开一次,喷油器喷油一次(柴油机)或火花塞跳火一次(汽油机)。

(2)在一个工作循环中,只有作功行程才产生动力。其它三个行程都是为作功服务的辅助行程。辅助行程的好坏,直接影响作功的效果。在单缸内燃机中,辅助行程是靠飞轮的惯性力来完成的。