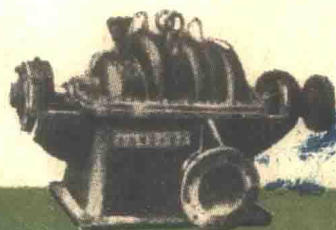


內燃机、抽水机常识

湖南省农业厅农业机械管理局編

湖南人民出版社出版



內 燃 机、抽 水 机 知 識

湖南省农业厅农业机械管理局編

湖 南 人 民 出 版 社

1 9 5 8 年 • 長 沙

編号：(湘)1080

內燃机、抽水机常识

編 者：湖南省农业厅农业机械管理局

出版者：湖 南 人 民 出 版 社

(湖南省书刊出版业营业許可証出字第—号)

长 沙 市 新 村 路

印刷者：湖 南 印 刷 厂

长 沙 市 蔡 錫 中 路

发行者：湖 南 省 新 华 书 店

开本：850×1168 1/32

1958年8月第 一 版

印张：8 13/16 插页：1

1958年8月第1次印刷

字数：298,000

印 数：1——6,200

统 一 书 号：15109·7

定 价：(5) 元 角

前 言

随着农业生产的大跃进,机械灌溉、排渍的设备与技术,在广大农村已日益形成迫切的需要,同时,相应地也必须有计划地培养大批技工人员和抽水机手。为了适应这一发展的需要,并为逐步实现农业机械化创造条件,我们把原来湖南省水利厅抽水机总站编印的一种“抽水机技术训练教材”,只加以些少的修改,交湖南人民出版社分上下两册出版,以供抽水机手、技工、农村知识青年自学参考,也可作为各地举办抽水机手训练班的教材。

由于编者技术水平不高,知识浅薄,加之编写时间仓促,错误之处,希读者批评指正。

编 者 1958年5月

目 录

第一篇 内燃机的構造、操作及保养

第一章 緒論	(1)
第一节 内燃机概說	(1)
第二节 内燃机的分类	(1)
第二章 内燃机基本原理	(2)
第一节 鄂图四冲程工作循环	(2)
第二节 迪塞尔四冲程工作循环	(3)
第三节 迪塞尔二冲程工作循环	(5)
第四节 内燃机的实际工作	(6)
第五节 多缸机的工作过程	(9)
第六节 内燃发动机性能	(15)
第三章 内燃机主要机件構造	(21)
第一节 气缸及气缸体	(21)
第二节 活塞組合	(22)
第三节 連杆及連杆軸承	(26)
第四节 曲軸、曲軸箱、飞輪	(28)
第五节 气門機構	(29)
第四章 燃料和燃料系	(32)
第一节 内燃机用的燃料	(32)
第二节 燃燒	(32)
第三节 汽油发动机燃料系	(34)
第四节 柴油机的燃料系	(41)
第五节 煤气机燃料系	(49)
第五章 发动机的点火系及电器設備	(55)
第一节 电学基本知識	(55)
第二节 电源	(58)
第三节 蓄電池点火系	(73)

第四节	磁电机点火系	(82)
第五节	始动机	(85)
第六章	发动机的潤滑系	(90)
第一节	物体的摩擦	(90)
第二节	潤滑的方法	(91)
第三节	潤滑系的組成	(93)
第四节	曲軸箱通风装置	(95)
第七章	发动机的冷却系	(96)
第一节	冷却的作用	(96)
第二节	发动机的冷却方法	(97)
第三节	节溫器	(98)
第八章	离合器及皮帶傳动裝置	(100)
第一节	离合器的構造	(100)
第二节	皮帶傳动裝置	(102)
第九章	柴油机的起动	(118)
第一节	起动柴油机所需的力	(118)
第二节	起动柴油机所需的轉速	(119)
第三节	起动装置的工作原理	(120)
第十章	发动机的操作和保养	(121)
第一节	机房規則	(121)
第二节	操作規程	(122)
第三节	煤气机的保养制度	(126)
第四节	柴油机的保养制度	(128)
第五节	蓄電池的保养	(130)
第六节	发动机走合时期的技术保养	(132)
第十一章	发动机故障排除	(138)
第一节	发动机系的故障及檢修法	(139)
第二节	燃料系的故障	(143)
第三节	点火系及电气设备的故障及檢修法	(148)

第二篇 离心水泵構造、使用及养护

第一章	离心水泵的基本原理	(163)
第二章	离心水泵的構造和性能	(164)
第一节	离心式水泵的構造	(164)
第二节	离心式水泵的性能	(166)
第三章	水泵的裝置、使用和保养	(175)
第一节	水泵的裝置	(175)
第二节	水泵的使用和保养	(180)
第四章	离心水泵的一般故障及檢修方法	(182)

第三篇 发动机修理作业

第一章	怎样拆装发动机	(184)
第一节	拆卸发动机	(184)
第二节	装复发动机	(185)
第二章	怎样搪磨气缸	(187)
第一节	搪气缸	(187)
第二节	磨气缸	(193)
第三章	怎样鑲气缸襯筒	(195)
第一节	选用襯筒	(195)
第二节	鑲气缸	(196)
第四章	怎样磨气门	(199)
第一节	修正气门面	(199)
第二节	鉋光气门座	(200)
第三节	磨气门	(202)
第五章	怎样拆装气门	(204)

第一节	拆装气門裝彈簧	(204)
第二节	校准气門間隙	(207)
第三节	气門导管的修理	(210)
第四节	气門推杆导管的修理	(210)
第六章	怎样裝配活塞	(211)
第一节	裝配活塞	(211)
第二节	裝配活塞銷	(213)
第三节	裝配活塞环	(214)
第七章	怎样校正連杆	(217)
第一节	校正連杆	(217)
第二节	修配連杆軸承	(220)
第八章	怎样修整曲軸	(223)
第一节	輪磨曲軸	(223)
第二节	搪削軸承	(225)
第三节	修配曲軸与軸承	(227)
第九章	怎样檢修正时齿輪	(229)
第一节	檢修正时齿輪	(229)
第二节	檢修正时鏈条	(232)
第十章	怎样拆修汽油泵	(235)
第十一章	怎样修理柴油机燃料系	(238)
第一节	必要設備和工具	(238)
第二节	初步檢驗	(239)
第三节	清洗噴油器	(240)
第四节	研磨控制閥座平面	(241)
第五节	出油閥和座的研磨	(242)
第六节	控制閥的研磨	(244)
第七节	柱塞和泵筒的鍍鉻	(244)
第八节	檢驗	(245)
第九节	裝配注意之点	(252)

第十节	校正噴油泵噴油时刻	(253)
第十二章	怎样拆修机油泵	(254)
第十三章	怎样补气缸水套	(256)
第一节	修补水套	(256)
第二节	检查漏縫	(257)
第十四章	怎样拆修分电器	(259)
第一节	检修分电器	(259)
第二节	校准点火正时	(260)
第三节	检查点火系	(262)
第十五章	怎样試驗发动机	(263)
第一节	一般校驗	(264)
第二节	压力測驗	(264)
第三节	真空試驗	(265)
第四节	廢气分析	(266)
第十六章	螺栓連接和鍵連接的修理	(268)
第一节	螺栓連接的修理	(268)
第二节	鍵連接的修理	(270)

附 录

- 一、英制公制对照表
- 二、小型內燃机技术規格表
- 三、各种水泵性能規格表
- 四、英吋分数与小数对照表
- 五、英吋公厘对照表

第一篇 內燃机的構造、操作及保养

第一章 緒 論

第一节 內燃机概說

任何一种物体,都必須靠动力来推动它,才能产生运动。比如常見的龙骨水車,有的用人踩,有的用牛拉,那末,人和牛就是水車的动力。在我国农业大跃进中,劳动力感到缺乏的情况下,許多农活都漸漸用机器来代替了,如拖拉机、抽水机、收割机等等。这些机器都是用內燃机或蒸汽机来作动力的。

产生动力的机器又有很多,如水力机、风力机、蒸汽机和內燃机等。水力机和风力机都是不需任何燃料,而是利用自然力来做动力。蒸汽机则是用煤、木炭等作燃料,把鍋爐里的水热到很高温度,將所产生的蒸汽引到气缸里面,推动机器。因为它的燃料是在动力机外面进行燃燒,故又叫外燃机。內燃机則是用气体或液体作燃料,經与空气混合后送到机器本身的气缸里面去燃燒,燃燒后气体膨胀产生动力,来推动机器。

以上几种产生动力的机器,因为风力、水力受自然条件限制,很难随时、到处利用;蒸汽机过于笨重,且热效率低,而內燃机却具有經濟、輕便、动作迅速的优点,所以現在的各种主要交通运输工具和农业用的拖拉机、抽水机、收割机等大多用內燃机来做动力。

第二节 內燃机的分类

按所用燃料分类,有汽油机、柴油机和煤气机三种。

按工作循环分类,有以两个冲程完成一个工作循环的叫做二冲程內燃机,有以四个冲程完成一个工作循环的叫做四冲程內燃机。四冲程內燃机又分鄂图循环和迪塞尔循环两种。

按冷却方法分类,有风冷法和水冷法两种:航空发动机和机器脚踏車利用空气冷却叫“风冷式內燃发动机”;普通用水冷却的叫“水冷式发动机”。

按气缸数目分类,一部机器只有一只“气缸”的叫“單缸机”;两只气缸的叫“双缸机”;此外还有四、六、八缸机之分。

按气缸排列形狀分,有“立式机”、“臥式机”,此外还有成V形排列和輻射形排列的內燃发动机。

第二章 內燃机基本原理

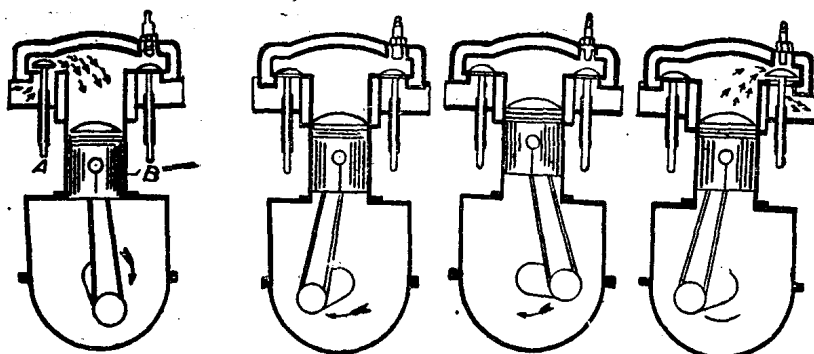
第一节 鄂图四冲程工作循环

所謂冲程,就是活塞在气缸里面每一次由上止点至下止点,或由下止点至上止点移动一次,叫做一个冲程(又叫行程)。

我們知道,发动机的动力,来自燃料的燃燒,发动机的工​​作包括五个过程:三个过程是燃燒前的准备,依序为排气、吸气和压缩,作用是把气缸中上次燃燒所生的廢气排出去,吸入新鮮的混合气并加以压缩,以备燃燒。第四个是燃燒过程,由电火花点着混合气,使迅速燃燒。第五个是作工过程,燃气膨胀,压下活塞由連杆傳至曲軸产生动力。接着又是排气、吸气、压缩和爆炸,如此周而复始,循环不已。每完成一次工作循环包括进气、压缩、爆炸、排气四个冲程,活塞在气缸里面在上止点和下止点之間来回走四个單程,曲軸轉了兩轉,所以这种循环称为“四冲程工作循环”。

四冲程工作原理,如同古时用的火炮和火銃,第一,火炮需要裝进火药,如同內燃机的进气冲程;第二,必須將火药筑紧,如同內燃机的压缩冲程;第三,必須点火引燃火药才能爆炸发生作用,把炮弹抛射出去和把銃放响;第四,爆炸以后廢气从炮管冒出,就如同內燃机的排气冲程一样。

图1 鄂图四冲程工作循环图



1. 进气冲程

2. 压缩冲程

3. 爆炸冲程

4. 排气冲程

一、进气冲程。

活塞在气缸內由上止点下行,这时进气門逐漸开启,气缸因活塞下行,形成部分真空現象,产生吸力,于是將燃油和空气混合的气体,經进气歧管吸入气缸。到活塞下移至下止点时,曲軸回轉 180° ,进气門关闭。

二、压缩冲程。

进气冲程完毕后，曲軸繼續轉动，活塞从下止点轉向上行，这时进气門和排气門都已关闭，已被吸入气缸內的混合气，被上行活塞压缩至气缸上部，等到活塞上升至上止点时，混合气体就被紧紧压缩在燃烧室内。这时气缸內的压力普通约为每平方公分7—8公斤（约等于95—110磅/平方吋）。

三、爆炸冲程。

这个冲程是发动机产生动力的冲程，所以又叫“动力冲程”。当压缩冲程完毕，活塞达到上止点时，此时电火花塞发生火花，将已压缩的混合气体点火燃烧，发生爆炸，此时进气門与排气門仍然紧闭，气缸內的压力驟然上涨，这时因爆炸而膨胀的气体无路可走，而将活塞推动下行，活塞下行运动經由連杆曲軸傳力至外部。

混合气体压缩得越紧，所发生爆炸力也就越大。一般气油机爆炸压力可达到每平方公分19—30公斤。柴油机可达到每平方公分19—56公斤。

四、排气冲程。

燃烧爆炸以后，气缸里尽是废气，此时活塞已越过下止点，又轉向上行，这时排气門張开，进气門仍然紧闭；上行活塞将燃烧后的废气經由排气門排出气缸以外。

至此，四个冲程完毕，亦即完成了一次工作循环，当活塞再次由上止点下行时，接着又是开始进气、压缩、爆炸和排气，进行第二次循环。照这样循环不止，发动机就可以不停的轉动。

第二节 迪塞尔四冲程工作循环

迪塞尔四冲程循环有下列三項原则：

1. 吸入与压缩的是單純的空气；
2. 将吸入的空气加以压缩，因而气缸內产生高压高温，当燃料进入时，借这高压高温将其气化与燃烧；
3. 调节燃料噴入的时间，使燃烧在压缩的最高点开始，并維持适当的噴入速率，使在燃烧期間，气缸內的压力能維持不变，所以叫做定压燃烧。这四个冲程的詳細过程，如图2所示：

进气冲程：活塞向下移动，空气經由进气門被吸入气缸中。

压缩冲程——活塞从下死点向上行，把气缸里的空气压缩到最小容积（一般柴油机的气缸最小容积只等于原来容积的12至18分之一，亦即是說压缩比由12至18），这时气缸內的压力每平方公分32—39公斤左右，受压的空气温度約摄氏 500° — 550° ，柴油在压缩冲程將近終了时被噴射入气缸，散为細霧，立刻被燃着。

爆炸冲程——这个冲程分为两个阶段：燃燒及膨脹。燃燒阶段約在曲軸圓周上占34°，燃料从噴油嘴噴入，气缸內的压力实际上維持定值，第三阶段膨脹阶段，气缸內的气体膨脹而將活塞向下推动。

排气冲程——活塞又向上移动，經排气門而將廢气排出气缸以外。

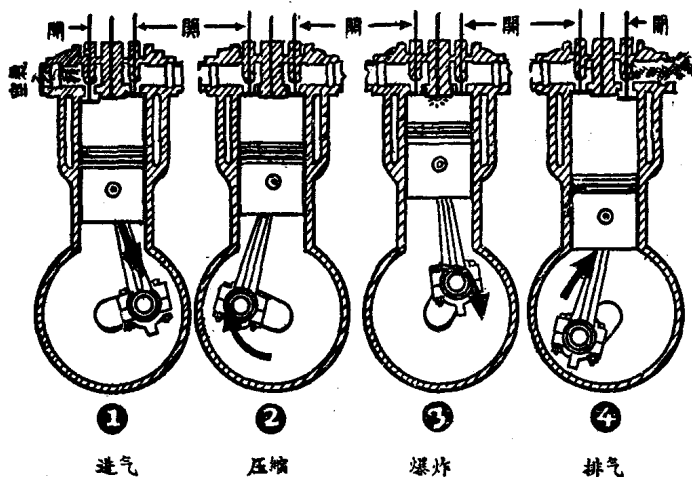
我們看了这两种四冲程循环：鄂图循环与迪塞尔循环，可以得出下面的比較，亦即是汽油机与柴油机的比較：

柴油机与汽油机比較表

	柴 油 机	汽 油 机
1. 循环的种类	迪塞尔循环	鄂图循环
2. 进气时吸进的气体	純粹空气	空气与燃料的混合气
3. 空气和燃料混合所在	燃燒室	进气管和化油器
4. 混合比例	无硬性規定，空气較多	12—15份空气比1份汽油
5. 壓縮比	12—18:1	3.5—8:1
6. 点火方法	壓縮	电火花
7. 壓縮压力	32—39 公斤/平方公分	6.3—9.8 公斤/平方公分
8. 壓縮时温度	500—550度攝氏	200—260度攝氏
9. 最大压力	49—56 公斤/平方公分	19—30 公斤/平方公分
10. 热效率百分比	28—32%	20—23%
11. 轉速	300—2,500轉/分鐘	1,200—3,400轉/分鐘
12. 重量	5—12公斤/制動馬力	3.5—8 公斤/制動馬力較輕便
13. 燃料燃燒热值	10,000 公 热單位/公斤	9.610公热單位/公斤
14. 燃料价格	較經濟約0.54元/公斤	昂貴約1元/公斤
15. 燃料消耗量	約0.20-0.25公斤/馬力小时	約0.25-0.35公斤/馬力小时
16. 扭力(低速試驗)	良好	不好
17. 怠速情形	不良	良好
18. 排气	烟多	烟少
19. 机件	强壯坚固耐用	較單薄
20. 管理	因設備簡單，管理方便	因有复杂的电火花設備，管理較難

我們从上面这个比較表可以看出柴油机比較汽油机是好处多,坏处少,特別在坚固耐用和燃料經濟方面。

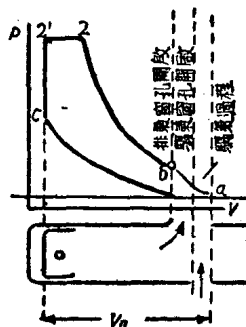
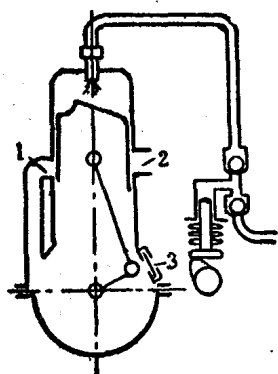
图2 四冲程循环全柴油引擎的各个过程



第三节 迪塞尔二冲程工作循环

最近几年中,二冲程发动机和四冲程发动机得到同样的发展。但在汽化器式发动机上,如采用二冲程循环,將造成新鮮混合物經排气机构而洩漏的重大損失,所以它的发展受到了限制。至于在二冲程柴油机中,因吸入的是空气,所以沒有这一問題存在,因此就有发展的可能。

二冲程柴油机的工作循环是由活塞来回各一次完成的,也就是在曲軸回轉一次的时间內完成了一个工作循环;



因此我們不能再象分析四冲程工作循环时那样地按进气、压缩、燃烧——工作和排气四个过程來說明,而必須以活塞的冲程順序作为分析的根据。

第一冲程 当活塞从下止点向上止点移动时,如图3—(1),在活塞关闭了气缸边上的洞孔1和2之后,气缸内的空气便受压缩,而活塞下面的空间增大,造成真空,外界的空气便推开曲轴箱上的閥門3而流入。气缸内空气受压后压力和容积的变化如图3—(2)的a线所示,在活塞开始向上移动到洞孔1和2被关闭之前的一段时间内,因洞孔与外界相通,所以压力是不会升高的。

第二冲程 活塞移近上止点时,空气的压力和温度已相当的高,如及时把燃料喷入,雾状油粒将与高温空气混合而发生剧烈的氧化作用——着火和燃烧。燃烧后的高压气体,便推动活塞下行,造成了工作过程。但当活塞顶端的边缘让开洞孔2时,排气便行开始;再继续下行时,洞孔1也被开启;在曲轴箱内因活塞下行而受压的空气,使閥門3关闭,一俟孔1启开便冲入气缸,一面向气缸充气,一面帮着气缸清除废气,这一现象直到活塞下行超过下止点而再向上移动时把洞孔1关闭为止,才告完成,之后便开始第二次压缩。

在图3(2)上:CZ'Z表示燃烧过程,Zb为工作过程,而ba为换气过程。

二冲程内燃机与四冲程内燃机的比较:近年来二冲程内燃机有相当的发展,它与四冲程内燃机比较,有下列的优缺点:

优点:(1)二冲程柴油机的体积小而重量轻。

同转速和气缸数目的动力机,二冲程柴油机马力大约比四冲程柴油机大1.5—1.7倍。换句话说,如果需要一定的马力,则二冲程柴油机重量和体积较四冲程柴油机轻而小,价格也会便宜些。

(2)二冲程柴油机的机械效率较高。

缺点:(1)二冲程柴油机的平均指示压力低。

二冲程柴油机气缸壁上有气孔,损失了一部分活塞冲程,同时废气清除得不净,也影响了指示压力的提高。

(2)二冲程的柴油机的滑油消耗率大。

二冲程柴油机曲轴每旋转一次,即完成一个工作循环,以致前后两燃烧过程之间所隔之时间缩短,热量传导不易,结果使机件温度上升,摩擦面间的滑油变稀,增加了滑油的消耗量,在某些情况下滑油的消耗量达到10—12公分/马力小时,超过了四冲程柴油机一倍多。

第四节 内燃机的实际工作

前面各节所述,都是理论上的循环,与实用情况并不一样,比方:鄂图四冲程循环是假定燃料在气缸中燃烧爆炸时气缸容积不变,也就是说:燃烧不占用时间,而事实上燃烧不论进行得怎样快,总是需要占用时间的。普通从点火到开始爆炸再延长全部爆炸约需时千分之一秒至二秒,因为发动机转

速很高，在此時間內曲軸已轉過了大約數度至十數度，氣缸容積發生變化。如果活塞到達上止點時才開始點火，則爆炸時活塞已經下行，氣缸內所生高壓減低，動力不免遭受損失，必須提前若干度點火，才能得到較高爆炸壓力。

同時我們可以想到發動機轉速愈高，則在點火爆炸的一段時間內，活塞下降愈快，曲軸轉過的度數增大，因此點火度數更要提前。普通在分電器內有離心重塊設備，就是為了使點火提前，其中機件是否失靈，關係發動機工作，是我們應該注意的地方。

從理論上講，進氣門應當是在活塞剛開始下行時開啟，而在剛達下止點時關閉，進氣衝程占曲軸回轉度數的 180° ，同樣壓縮，爆炸，排氣等衝程也各占曲軸回轉度數的 180° 。

實際上每個衝程所占曲軸回轉度數是大小各不相同，有時並且交錯相接。拆開氣缸蓋把曲軸搖轉，去仔細觀察氣門開閉動作，就可以發現下面幾個現象：

- (1) 活塞還未到達上止點，排氣門未關，進氣門就已經打開。
- (2) 活塞越過下止點，在壓縮衝程開始時，進氣門尚未關閉。
- (3) 活塞還未到達上止點，在爆炸衝程未完時，排氣門就已打開。
- (4) 活塞越過上止點，排氣門還未關閉。

以上看到的現象是進氣門與排氣門的早開遲閉，在一段短時間內進氣門和排氣門是同時張開的。這裡的理由說明如下：

一、進氣門早開——是因為進氣門並不如理想可以一下子開足，而是漸漸開啟的，提早開啟進氣門，可以讓混合氣體流入較為暢快，多吸入新鮮混合氣。

二、在壓縮已經開始時，進氣門尚未關閉，進入缸內混合氣體是否會從進氣門壓回——我們可以用氣體流動的情況來研究，在夏天坐在過道門口比坐在旁的地方要涼快些，如果用布帶來擋住“過門風”，布幕就會被吹得飄起來。這一現象說明兩點事實：

1. 風的流通經過狹口時，流速就會加快。
2. 氣體受阻就有壓力產生，氣體流得愈快，壓力也就愈大。

在發動機進氣門口也有同樣情形，進氣如受阻也會產生壓力，如進氣的壓力比氣缸內的壓力大時，進氣尚可繼續，所以此時可以讓進氣門開着，待氣缸壓縮壓力增加超過進氣壓力時，進氣門才關閉，這樣利用進氣的動量，使多充進些混合氣體，就可多得動力。

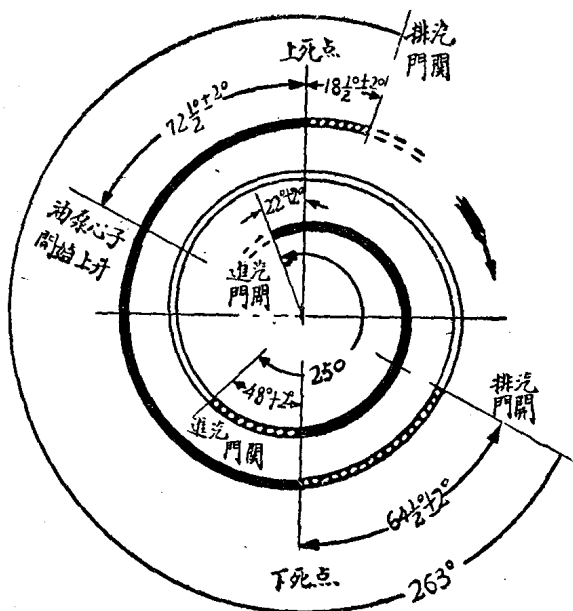
三、在爆炸衝程未完，排氣門就提前開啟，是否會損失動力——我們知道，在燃燒膨脹過程活塞下行尚未到達下止點以前，排氣門就已打開。這時

气缸内压力约为每平方公分四公斤左右(指节气阀全开时),比大气压力要大得多,废气能以自身的压力冲出去由排气门打开到活塞走到下止点这一阶段时间很短,但排出废气却要占排气总量60—70%之多而不损失动力。如果从继续利用膨胀压力推动活塞产生动力这一点来看,不免要损失一些动力。但如果等活塞走到下止点以后再打开排气门,则活塞回向上行时,将受到废气每平方公分3—4公斤的反抗压力,结果势必消耗发动机更多的动力。这种消耗动力损失比早开排气门动力的损失要大得多,所以早开排气门比较经济,同时,可以延长排气的时间。

废气排得越干净,残留在气缸内的废气压力越低,则下次吸入的新鲜混合气越多,充气效率越高。所以有时发动机上消声器被烟灰阻塞,排气受阻而残存废气压力增高,会使发动机的力量不足。

四、活塞越过上止点,排气门仍未关闭——是因为这时废气有流出的惯性,让它继续排出去,到活塞走上止点开始下行一段后(相当曲轴转角 10° — 20°)排气门才关闭,而排气停止。

图4 四冲程柴油机气门开闭时间及发动机的工作循环中的压强变化图



在工作循环的各个过程中,气缸内的压力和容积刻刻变化。为便于比较