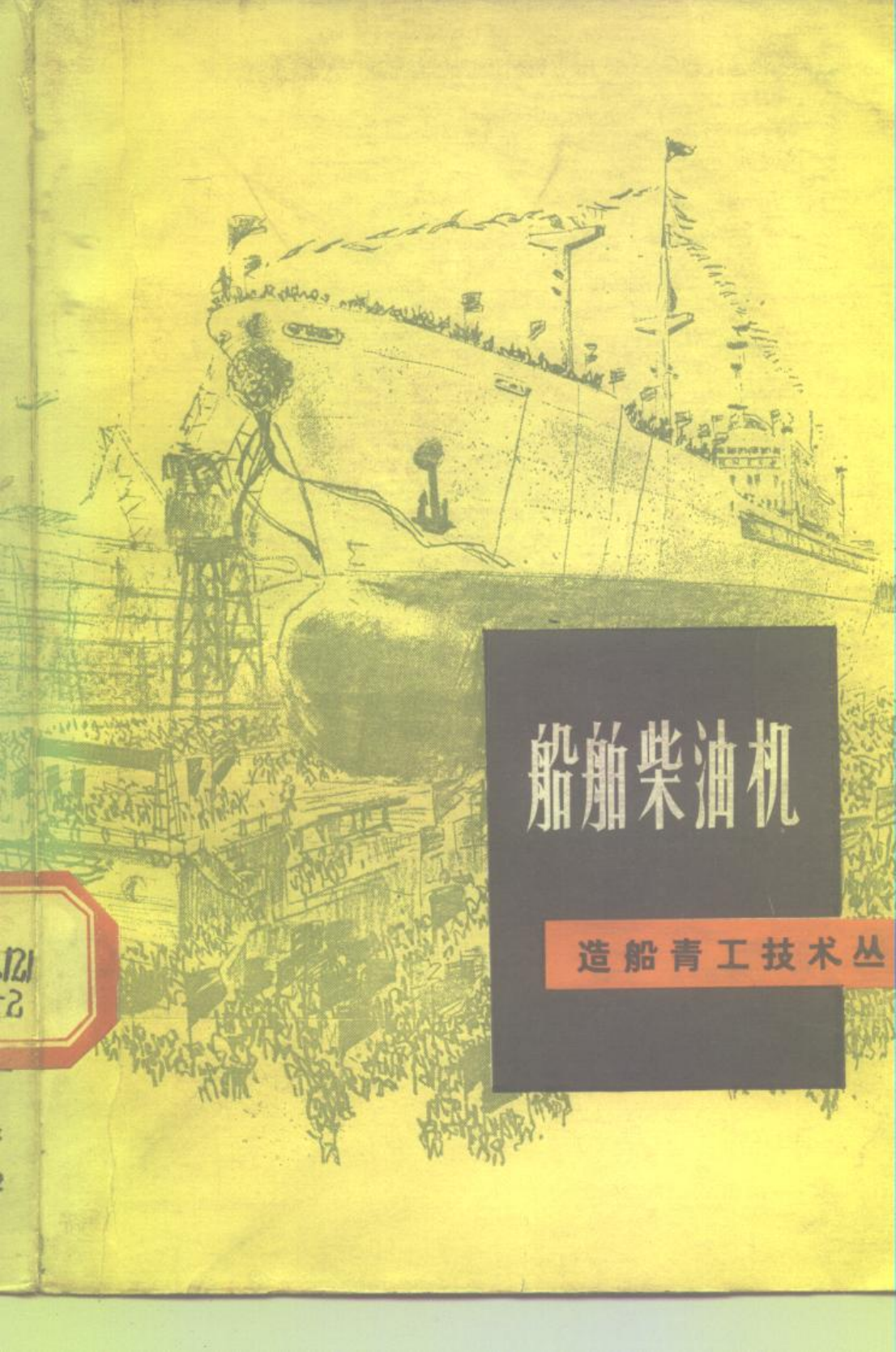




船舶柴油机

造船青工技术丛

U 60-1
S 27-1

36798

造船青工技术丛书

船舶柴油机

上海市造船公司编写组



上海人民出版社

造船青工技术丛书
船 舶 柴 油 机

上海市造船公司编写组

上海人民出版社出版
(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 13.375 插页 1 字数 291,000
1975年8月第1版 1975年8月第1次印刷

统一书号: 15171·199 定价: 0.84 元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政,这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚,就会变修正主义。要使全国知道。

抓革命,促生产,促工作,促战备。

中国人民有志气,有能力,一定要在不远的将来,赶上和超过世界先进水平。

前 言

无产阶级文化大革命的伟大胜利，使我国社会主义建设事业飞跃发展，造船工业也和其他工业一样，呈现出一派朝气蓬勃的景象。通过无产阶级文化大革命锻炼的广大造船工人和革命干部、革命知识分子一起，坚持“独立自主、自力更生”的方针，狠批了刘少奇、林彪一类骗子所执行的“造船不如买船，买船不如租船”的修正主义路线，为建立海上铁路，大打造船工业翻身仗，冲锋陷阵，苦干巧干，不断取得新的战果。

造船工业的发展，促使造船工业技术队伍不断地壮大。广大造船工人积极投入批林批孔斗争，在政治思想水平不断提高的同时，对造船技术方面的理论学习也提出迫切要求。为了适应社会主义革命和造船工业发展的新形势，根据上级指示精神，我们决定编辑出版“造船青工技术丛书”。先编写《船体基础知识》、《船舶柴油机》、《船体装配》、《船体制图》、《船体放样》、《船舶轴系》等六种书稿。今后根据发展与需要，将陆续确定选题，组织编写，充实本丛书。

按照“理论和实际统一”的原则，本丛书希望能做到初步总结广大造船工人的生产实践经验，使广大造船青工能通过本丛书，掌握造船的一般专业技术知识，结合生产实践，比较迅速地提高生产技能，为社会主义革命和社会主义建设贡献自己的力量。

在丛书的编写过程中，得到了有关工厂和兄弟单位的支持，并提供了许多宝贵的意见和资料。由于我们水平有限，缺

乏经验，书中会有不少缺点，甚至有错误，希望广大读者批评指正。

上海市造船公司

一九七四年八月

目 录

~~前言~~

第一章 船舶柴油机的基本概念	5
第一节 什么叫柴油机	5
第二节 柴油机主要部件及名词解释	6
第三节 四冲程柴油机的工作原理	9
第四节 二冲程柴油机的工作原理	16
第五节 四冲程与二冲程柴油机的比较	19
第六节 柴油机的几种参数	20
第七节 船舶柴油机的分类	25
第八节 船舶柴油机的型号解释	30
第二章 船舶柴油机的固定部件	32
第一节 机座	33
第二节 主轴承和推力轴承	36
第三节 机架	45
第四节 气缸	49
第五节 气缸盖	54
第六节 扫气箱	59
第三章 船舶柴油机的运动部件	63
第一节 活塞组	63
第二节 十字头与连杆	79
第三节 曲轴	87
第四章 换气机构	106

第一节	概说	106
第二节	阀壳式气阀和排气转阀	110
第三节	气阀传动机构	118
第四节	凸轮轴	127
第五节	凸轮轴的传动机构	131
第五章	燃油系统	136
第一节	燃油系统的作用及其组成	136
第二节	柴油的性能指标及其应用	139
第三节	高压油泵	144
第四节	喷油器	159
第五节	燃油系统附件	163
第六章	润滑与冷却系统	171
第一节	润滑系统	172
第二节	润滑油的主要性能和选择	179
第三节	冷却系统	183
第四节	润滑与冷却系统中的主要附件	190
第七章	控制系统	196
第一节	起动装置	196
第二节	调速装置	214
第三节	换向装置	234
第四节	控制系统实例	251
第八章	增压系统	263
第一节	增压是提高柴油机功率的有效途径	263
第二节	增压的方式	266
第三节	废气涡轮增压系统	272
第四节	废气涡轮增压器的结构原理	279
第五节	增压空气的冷却	297

第九章 装配工艺	303
第一节 机座试验台定位与主轴承拂正	304
第二节 机舱主轴承拂正和臂距差调整	305
第三节 机座船舶定位与安装	317
第四节 机架校正与定位	328
第五节 气缸体校正与定位	331
第六节 贯穿螺栓的安装	342
第七节 运动部件的校正与装配	343
第八节 运动部件船舶校中及测量	352
第九节 气缸盖的安装	355
第十章 调整、试验与故障排除.....	357
第一节 试验前的检查和准备	357
第二节 船舶柴油机的试验	371
第三节 常见故障及排除	392
附 录	405

1. The first part of the document is a letter from the author to the reader.

2. The second part is a list of references.

3.

4. The third part is a list of references.

5.

6. The fourth part is a list of references.

7.

8. The fifth part is a list of references.

9.

10. The sixth part is a list of references.

11.

12. The seventh part is a list of references.

13. The eighth part is a list of references.

14. The ninth part is a list of references.

15. The tenth part is a list of references.

16. The eleventh part is a list of references.

17. The twelfth part is a list of references.

18. The thirteenth part is a list of references.

19. The fourteenth part is a list of references.

20. The fifteenth part is a list of references.

21. The sixteenth part is a list of references.

22. The seventeenth part is a list of references.

23. The eighteenth part is a list of references.

24. The nineteenth part is a list of references.

25. The twentieth part is a list of references.

26. The twenty-first part is a list of references.

27. The twenty-second part is a list of references.

28. The twenty-third part is a list of references.

29. The twenty-fourth part is a list of references.

30. The twenty-fifth part is a list of references.

31. The twenty-sixth part is a list of references.

32. The twenty-seventh part is a list of references.

33. The twenty-eighth part is a list of references.

34. The twenty-ninth part is a list of references.

35. The thirtieth part is a list of references.

36. The thirty-first part is a list of references.

37. The thirty-second part is a list of references.

38. The thirty-third part is a list of references.

39. The thirty-fourth part is a list of references.

40. The thirty-fifth part is a list of references.

41. The thirty-sixth part is a list of references.

42. The thirty-seventh part is a list of references.

43. The thirty-eighth part is a list of references.

44. The thirty-ninth part is a list of references.

45. The fortieth part is a list of references.

第一章 船舶柴油机的基本概念

第一节 什么叫柴油机

劳动人民在生产斗争的实践中，创造和利用了各种各样的原动力。最初阶段主要是人力和兽力，为了适应生产力逐渐发展的需要，又相继地发明了许多代替人力和兽力的原动力机器——发动机。

发动机是将一种能量转变为机械功的机器。利用水的能量转变为机械功的机器称为水力发动机，利用风的能量的则有风力发动机，其他还有热力发动机、电力发动机、原子能发动机等。

热力发动机简称热机。它是把燃料在燃烧时所放出的热能转变为机械功的机器。按燃料燃烧时场合的不同，热机可分为两大类：外燃机和内燃机。

燃料的燃烧在发动机气缸以外特设的锅炉中进行的热机称为外燃机，如蒸汽机、汽轮机等。在这种热机中，燃料燃烧时放出的热能来加热水，使水变成蒸汽（称为中间工质）后，再进入蒸汽机或汽轮机中膨胀做功，所以外燃机在机器内部只进行从热能到机械功的一次能量转换。

燃料在气缸内部燃烧，放出热能，并直接利用高温高压的燃气（即工质）的膨胀，推动活塞对外做功的机器称为内燃机，如柴油机、汽油机、煤气机、燃气轮机和喷气式发动机等。内燃机在机器内部要完成从化学能到热能，再从热能到机械功的两次能量转换。

柴油机是内燃机中的一种, 它是以柴油作燃料的发动机。

第二节 柴油机主要部件及名词解释

一、柴油机的主要部件

四冲程柴油机的主要部件如图 1-1 所示。它包括:

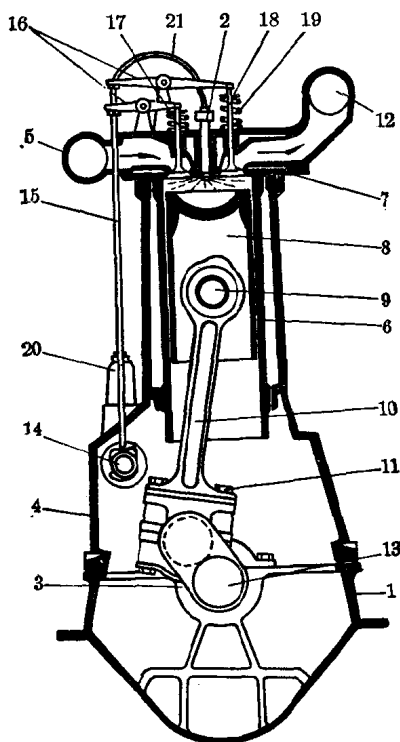


图 1-1 四冲程柴油机的主要部件

- 1—机座 2—喷油器 3—主轴承 4—机身 5—进气管 6—气缸套
7—气缸盖 8—活塞 9—活塞销 10—连杆 11—连杆螺栓 12—排
气管 13—曲轴 14—凸轮轴 15—顶杆 16—摇臂 17—进气阀
18—排气阀 19—气阀弹簧 20—高压燃油泵 21—高压油管

(1) 固定部件 机座 1、机身 4、主轴承 3、气缸套 6、气缸盖 7 等。

(2) 运动部件 活塞 8、活塞销 9、连杆 10、连杆螺栓 11、曲轴 13 等。

(3) 配气机构 凸轮轴 14、顶杆 15、摇臂 16、进气阀 17、排气阀 18、气阀弹簧 19 等。

(4) 燃油系统 高压燃油泵 20、高压油管 21、喷油器 2 等。

(5) 辅助部件 进气管 5、排气管 12 等。

此外，柴油机还必须具备润滑、冷却、控制、调速等设备。

二冲程柴油机的主要部件与四冲程的略有区别，如图 1-2 所示。它包括：

(1) 固定部件 机座 1、主轴承 2、机架 3、导板 4、扫气箱 5、气缸体 7、气缸盖 6 等。

(2) 运动部件 活塞 8、活塞杆 9、十字头 10、连杆 11、曲轴 12 等。

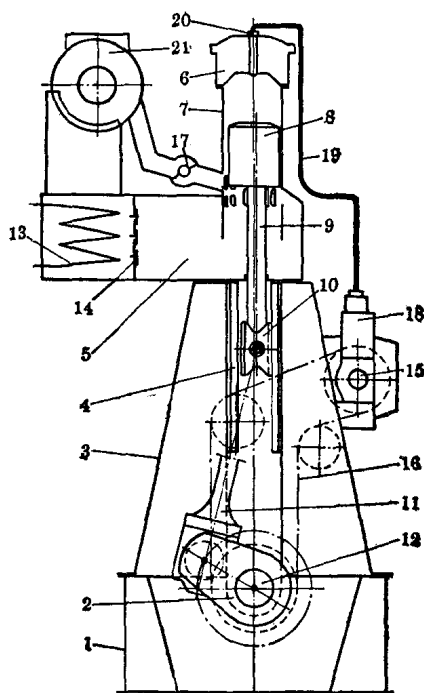


图 1-2 二冲程柴油机的主要部件

1—机座 2—主轴承 3—机架 4—导板
5—扫气箱 6—气缸盖 7—气缸体 8—活
塞 9—活塞杆 10—十字头 11—连杆
12—曲轴 13—空气冷却器 14—口琴阀
15—凸轮轴 16—凸轮轴传动链 17—排
气转阀 18—燃油泵 19—燃油管 20—喷
油器 21—增压器

(3) 配气机构 凸轮轴 15、凸轮轴传动链 16、排气转阀 17 等。

(4) 燃油系统 燃油泵 18、燃油管 19、喷油器 20 等。

(5) 增压系统 增压器 21、口琴阀 14、空气冷却器 13 等。

此外,它也具备润滑、冷却、操纵调节等系统。

二、柴油机的常用名词

(1) 上止点 活塞在气缸中运动的最上端位置,也就是活塞离曲轴中心最远的位置。

(2) 下止点 活塞在气缸中运动的最下端位置,也就是活塞离曲轴中心最近的位置。

(3) 冲程(行程) 指活塞从上止点移到下止点,或者由下止点移到上止点的这段直线距离,常用 S 表示。它等于曲柄半径 R 的两倍($S=2R$)。若用曲柄转角来表示,一个冲程相当曲柄转角 180° 。

(4) 缸径 气缸直径,常用 D 表示。

(5) 燃烧室容积 活塞在气缸内位于上止点时,在活塞顶上的全部空间,称为燃烧室容积或压缩容积,以 V_c 表示(图 1-3)。

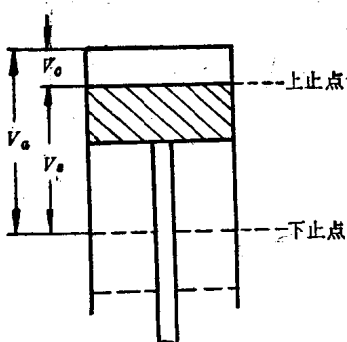


图 1-3 气缸容积

(6) 气缸工作容积 活塞在气缸中从上止点移到下止点时所经过的空间。又称: 冲程容积或活塞排量, 以 V_s 表示,

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 \times S$$

(7) 气缸总容积 活塞在下止点时, 气缸内活塞顶以上的全部容积叫做气缸总容积, 以 V_a 表示, 则

$$V_a = V_c + V_s$$

(8) 压缩比 气缸总容积与燃烧室容积之比值称为压缩比, 用字母 ε 表示,

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_s}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

压缩比是柴油机的一个重要性能参数, 它表明气缸内空气被活塞压缩的程度。压缩比越大, 压缩终了时的压力和温度就越高, 燃油就越容易燃烧。反之, 压缩比越小, 压缩终了时的压力和温度就越低, 燃油就不易燃烧, 柴油机起动就困难。

压缩比 ε 对柴油机的燃烧、效率、起动性和机械负荷等影响很大, 在设计时应周密考虑后选定。压缩比的大小随柴油机型式而异, 一般大型低速柴油机的 ε 在 11~13。

第三节 四冲程柴油机的工作原理

在柴油机中, 燃油的燃烧作功是通过进气、压缩、工作(燃烧及膨胀)、排气四个过程来实现的。这样四个连续的过程就称为柴油机的工作循环。我们称这种柴油机为四冲程柴油机。

一、四冲程柴油机的工作循环

图 1-4 所示的四个简图, 分别表示四冲程柴油机四个冲程进行的情况和活塞等机件的有关动作位置。

第一冲程——进气冲程。我们知道, 燃烧必须要有空气,

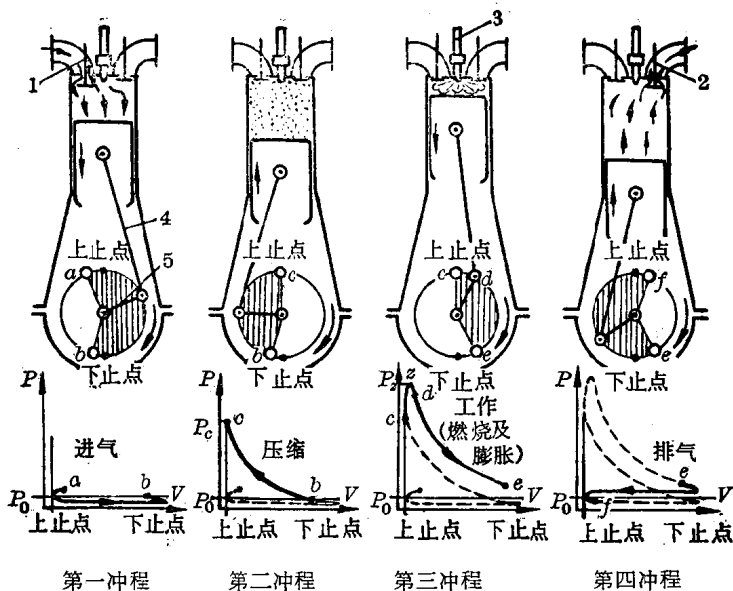


图 1-4 四冲程柴油机工作原理

要使燃油在燃烧室中燃烧，必须在燃油送入之前，先进入空气。活塞从上止点下行，进气阀 1 打开；由于气缸容积的增大，使缸内压力下降到大气压力以下，依靠气缸内外的压差和活塞下行时的抽吸作用，新鲜空气通过进气阀被吸入气缸。气阀开启的时刻可由曲柄位置来表示，即图中曲柄位置点 a ，一般进气阀在活塞到达上止点之前就提早打开，它的关闭也一直延迟到下止点之后（点 b ）。曲柄转角 φ_{a-b} （图中阴影线所占的角度）表示进气过程，它大于一个冲程，约为 $220^\circ \sim 250^\circ$ 。

第二冲程——压缩冲程。柴油机从大气吸入的空气温度较低，要使燃油燃烧，必须使空气具有一定的温度。将吸入的空气进行压缩，就可使空气达到足够高的温度和压力。由于

柴油机中的燃油都是靠压缩发火的，所以柴油机也称为压燃式发动机。具体情况是这样的：当活塞从下止点向上运动到点 b 时，进气阀 1 关闭，这时开始压缩，一直到上止点 c 为止。第一冲程吸入的新鲜空气，经过此冲程后，压力增高到 $30 \sim 60$ 公斤/厘米²（此压力称为压缩终点压力，用 P_c 表示），温度升至 $600 \sim 700^\circ\text{C}$ ，这个温度已可保证燃油的发火燃烧。燃油在压缩过程的后期（即点 c 之前）通过喷油器 3 射入气缸，与其中的空气混合，并在高温高压下自行发火燃烧。在这冲程中除主要进行压缩过程外，还包括进气的延迟部分、燃油喷入、燃油与空气的混合过程以及发火燃烧。图中压缩过程用曲柄转角 φ_{b-c} 表示，约 $140 \sim 160^\circ$ 。

第三冲程——工作（燃烧及膨胀）冲程。在冲程之初，由于燃油强烈燃烧，使气缸内压力温度急剧升高，压力高达 $50 \sim 80$ 公斤/厘米²（甚至高达 130 公斤/厘米² 以上。这个压力称为最高燃烧压力，用 P_e 表示），温度高达 $1400 \sim 1800^\circ\text{C}$ 或更高些。活塞越过上止点后，继续被推向下行。此时，高温高压的燃气（工质）膨胀推动活塞而作功，活塞的往复运动通过连杆 4 变为曲轴 5 的回转运动。由于气缸容积的增大，压力开始下降，约在上止点后 $40 \sim 60^\circ$ 曲柄转角后（点 d ），燃烧基本结束。气缸中的压力和温度随着燃气的膨胀而逐渐下降，一直到气缸盖上的排气阀 2 开启时膨胀结束。膨胀终了时，燃气压力降至 $2.5 \sim 4.5$ 公斤/厘米²，温度降到 $600 \sim 750^\circ\text{C}$ 。排气阀则在下止点前（点 e ）开启，因而在此冲程的末期，排气过程已开始。图中工作（燃烧和膨胀）过程用曲柄转角 φ_{c-d-e} 表示。

第四冲程——排气冲程。膨胀终了的气体已失去了作功的能力，变成了废气。为使新鲜空气再次进入，应将废气排