

全国统编农民职业技术教育教材



实用渔船轮机管理技术

上海市水产局主编

农业出版社

厦门水产学院
海渔系资料室

全国统编农民职业技术教育教材

实用渔船轮机管理技术

上海市水产局 主编

农 业 出 版 社

主编 徐云庆
编写 汪妙强 王仁夫 孟令枝 张传诗 黄 森
费兴奎 王金华 傅惠勋 钟诗富 马学武
曲成孝
审稿 周尚忠 应光采 梁汉生 林载亮 汪妙强
李振精 王太炎 吴小批 柯人杰 徐连武
杨美荣 陈敖大 蔡林其

全国统编农民职业技术教育教材

实用渔船轮机管理技术

上海市水产局 主编

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米16开本 37.75印张 4插页 864千字

1985年9月第1版 1985年9月北京第1次印刷

印数 1—5,300册

统一书号 15144·681 定价 6.10元

前 言

我国农业正在由自给半自给经济向着较大规模的商品生产转化，由传统农业向着现代农业转化，广大农民从自己的切身经验中，越来越认识到掌握科学技术和经营管理知识的重要，一个学科学、用科学的热潮正在广大农村兴起，我国农民教育开始进入了一个新的发展阶段。为适应广大农民和农业职工，特别是农村干部、农民技术员和亿万在乡知识青年的迫切需要，加强农村智力开发，进一步推动农民职业技术教育和培训的发展，农牧渔业部和教育部共同组织全国有关力量编写了农民职业技术教育教材。

这套教材针对农民职业技术教育对象面广量大、文化程度不齐、学习内容广泛、办学形式多样，以及农业地区性强等特点，采取全国与地方相结合，上下配套的方式编写。对通用性强的专业基础课和部分专业技术课教材组织全国统编，由农业出版社出版；地区性强的专业技术课教材组织省（片）编写出版。第一批全国统编教材共五十三本，其内容包括种植业、畜牧业、水产业和农业机械四部分，除水产教材外，其余均分初级和中级本两类。培养目标是分别达到初级和中级农村职业学校毕业的水平。

初级本大致按五百学时编写，适用于具有初中和部分基础较好的高小文化程度的青壮年农民学习；中级本大致按一千学时编写，适用于具有初、高中文化水平的青壮年农民学习。这两类教材可作为各级各类农民、农业职工技术学校及专业培训班的教材。其中农机教材的初、中级本，主要适用于县办农业机械化学校（班）培训拖拉机手和农民农机技术员使用。水产教材主要适用于渔民和渔业职工进行技术教育和培训。以上教材还可供农业中学、各类农村职业学校和普通中学增设农业技术课，以及自学者选用。由于各地情况不同，使用这些教材时，可因地制宜根据需要作适当增删。

为了使教材适合农民的需要，便于讲授和学习，在编写上把实用性放在第一位，强调理论联系实际、说理清楚、深入浅出、通俗易懂。并在每章后编有复习思考题，书后附有必要的实验、实习指导。

这是第一次由全国统一组织为农民编写的职业技术教材。由于缺乏经验，使用中有何问题，请提出批评、建议。以便日后修订，使之更加完善。

中华人民共和国农牧渔业部

中华人民共和国教育部

一九八三年八月

目 录

第一篇 渔船柴油机

第一章 船舶柴油机的基本概念	1
§ 1—1—1 柴油机的主要部件及名词解释	1
§ 1—1—2 四冲程柴油机的工作原理	3
§ 1—1—3 二冲程柴油机的工作原理	5
§ 1—1—4 四冲程与二冲程柴油机的比较	6
§ 1—1—5 柴油机的分类及型号解释	6
§ 1—1—6 船用柴油机的功率	8
第二章 柴油机主要固定部件	10
§ 1—2—1 机座与机体	10
§ 1—2—2 主轴承	13
§ 1—2—3 气缸套与气缸盖	15
第三章 柴油机主要运动部件	22
§ 1—3—1 活塞组件	22
§ 1—3—2 连杆组	31
§ 1—3—3 曲轴组	34
§ 1—3—4 飞轮	40
§ 1—3—5 柴油机的扭振及减振器	41
第四章 配气系统	42
§ 1—4—1 四冲程柴油机的配气机构	43
§ 1—4—2 二冲程柴油机的配气方式及机构	50
§ 1—4—3 进、排气管及其附件	53
§ 1—4—4 配气系统的检修	54
第五章 燃油的燃烧与燃油系统	56
§ 1—5—1 燃油	56
§ 1—5—2 燃油的喷雾	62
§ 1—5—3 燃油的燃烧过程	64
§ 1—5—4 燃油系统	68
§ 1—5—5 喷油泵	69
§ 1—5—6 喷油器	75
§ 1—5—7 燃油净化装置	79
§ 1—5—8 燃油系统的管理	81
第六章 润滑与冷却系统	84
§ 1—6—1 摩擦与润滑	84
§ 1—6—2 润滑油	86

§ 1—6—3	润滑系统的分类和布置	87
§ 1—6—4	润滑系统的维护管理	91
§ 1—6—5	冷却系统的作用和布置	93
§ 1—6—6	冷却系统的维护管理	95
第七章	控制系统	97
§ 1—7—1	柴油机的启动	97
§ 1—7—2	电动机启动装置	99
§ 1—7—3	压缩空气启动装置概述	100
§ 1—7—4	机械控制式压缩空气启动装置	101
§ 1—7—5	气压控制式压缩空气启动装置	103
§ 1—7—6	单向阀式压缩空气启动装置	105
§ 1—7—7	柴油机的换向	106
§ 1—7—8	双凸轮换向装置	109
§ 1—7—9	调速器的作用	116
§ 1—7—10	调速器的分类	117
§ 1—7—11	调速器的工作原理	117
§ 1—7—12	6300型柴油机的液压调速器	121
§ 1—7—13	液压调速器常见的故障及排除方法	123
第八章	柴油机的增压	126
§ 1—8—1	概述	126
§ 1—8—2	废气涡轮增压器实例	128
§ 1—8—3	废气涡轮增压柴油机的结构特点	131
§ 1—8—4	废气涡轮增压器的维护管理	133
第九章	柴油机的工作指标和特性	134
§ 1—9—1	主要工作指标	134
§ 1—9—2	柴油机的特性	136
第十章	柴油机的装配	139
§ 1—10—1	主轴承和曲轴的装配	139
§ 1—10—2	缸套和机体的装配	149
§ 1—10—3	活塞连杆组的装配	150
§ 1—10—4	柴油机其它部件的装配	154
第十一章	柴油机的调整	155
§ 1—11—1	配气正时的检查和调整	155
§ 1—11—2	喷油正时的检查和调整	159
§ 1—11—3	启动正时的检查和调整	164
§ 1—11—4	气门间隙的检查和调整	166
§ 1—11—5	压缩室高度的检查和调整	168
§ 1—11—6	喷油泵的“零位”调整	169
§ 1—11—7	喷油泵的供油均匀性的检查和调整	169
§ 1—11—8	喷油器的试泵检查	170
§ 1—11—9	柴油机最低和最高转速的调整	171
第十二章	柴油机的试车和试航	173

§ 1—12—1 柴油机的磨合	173
§ 1—12—2 船舶试航	174
附录一 柴油机及主要附件规格	178
附录二 柴油机主要技术数据	180

第二篇 渔船辅机

第一章 船用泵	181
§ 2—1—1 概述	181
§ 2—1—2 往复泵	182
§ 2—1—3 回转泵	187
§ 2—1—4 离心泵	194
§ 2—1—5 喷射泵	202
第二章 起网机	203
§ 2—2—1 液压传动简介	203
§ 2—2—2 机械传动串联式起网机	207
§ 2—2—3 液压起网机	209
§ 2—2—4 围网液压起网机	217
第三章 操舵装置	220
§ 2—3—1 操舵装置的组成	220
§ 2—3—2 舵的分类和转舵原理	221
§ 2—3—3 人力操舵装置	222
§ 2—3—4 定量油泵电动液压舵机	223
§ 2—3—5 变量油泵电动液压舵机	229
第四章 起锚机	234
§ 2—4—1 锚机的功用、种类和要求	234
§ 2—4—2 电动起锚机	235
§ 2—4—3 液压起锚机	237
第五章 活塞式空气压缩机	240
§ 2—5—1 活塞式空气压缩机的用途和分类	240
§ 2—5—2 活塞式空气压缩机的结构和原理	241
§ 2—5—3 压缩空气系统	243
§ 2—5—4 活塞式空气压缩机的管理	246
第六章 制冷装置	249
§ 2—6—1 压缩式制冷的工作原理	249
§ 2—6—2 制冷剂、载冷剂	252
§ 2—6—3 制冷压缩机	253
§ 2—6—4 制冷装置的其它主要设备和辅助设备	259
§ 2—6—5 制冷装置的自动化元件	262
§ 2—6—6 渔获物低温保鲜型式与设备	265
§ 2—6—7 制冷装置的操作管理	268
第七章 辅助锅炉与废气锅炉	276

§ 2-7-1 渔船辅助锅炉	276
§ 2-7-2 废气锅炉与废气余热利用装置	277
§ 2-7-3 辅助、废气锅炉的日常管理	279
第八章 油、水净化装置	281
§ 2-8-1 离心式分油机	281
§ 2-8-2 含油污水分离器	282
第九章 离合器	284
§ 2-9-1 干片式离合器	285
§ 2-9-2 L1000型液压离合器	287
§ 2-9-3 液压齿轮箱	290
第十章 推进轴系	299
§ 2-10-1 推力轴与推力轴承的作用及要求	299
§ 2-10-2 推力轴承的种类与结构	299
§ 2-10-3 推力轴承的检查与调整	302
§ 2-10-4 中间轴与中间轴承	303
§ 2-10-5 艉轴与艉轴管装置	304
§ 2-10-6 螺旋桨	307

第三篇 渔船电工

第一章 直流电路	311
§ 3-1-1 直流电路和电路的物理量	311
§ 3-1-2 欧姆定律	313
§ 3-1-3 电阻的串联、并联和混联	315
§ 3-1-4 电功与电功率	318
§ 3-1-5 导线截面和熔丝的选择	319
第二章 电磁	321
§ 3-2-1 磁的基本知识	321
§ 3-2-2 电流的磁效应	322
§ 3-2-3 铁磁物质的磁化	324
§ 3-2-4 磁场对通电导体的作用	324
§ 3-2-5 电磁感应	325
§ 3-2-6 自感、互感、变压器	326
第三章 电气测量	329
§ 3-3-1 电气仪表的分类	330
§ 3-3-2 磁电式仪表及直流电流和电压的测量	332
§ 3-3-3 电磁式仪表及交流电流和电压的测量	333
§ 3-3-4 电动式仪表	335
§ 3-3-5 电阻和绝缘电阻的测量	335
§ 3-3-6 万用表的基本原理和使用	337
第四章 半导体电路基础和电压调整器	338
§ 3-4-1 半导体二极管	338

§ 3—4—2	整流电路	340
§ 3—4—3	硅稳压管和简单的直流稳压电路	341
§ 3—4—4	晶体三极管及放大原理	342
§ 3—4—5	可控硅和其触发电路	345
§ 3—4—6	SC-YT-A自动电压调整器	348
第五章	直流电机	350
§ 3—5—1	直流电机的工作原理	350
§ 3—5—2	直流电机的构造和铭牌	352
§ 3—5—3	直流电机的电枢反应	355
§ 3—5—4	直流发电机	357
§ 3—5—5	直流电动机	359
§ 3—5—6	直流电机的接线	363
§ 3—5—7	直流电机修复后的试验、保养及故障分析	364
第六章	直流电站	369
§ 3—6—1	直流电站的控制与保护设备	370
§ 3—6—2	直流配电板	375
§ 3—6—3	主配电板维护保养及与发电机接线	379
§ 3—6—4	主配电板常见故障分析	381
§ 3—6—5	升压充放电配电板	382
§ 3—6—6	无线充电配电板	385
第七章	直流电动机的电力拖动	387
§ 3—7—1	泵的电力拖动	387
§ 3—7—2	锚机的电力拖动	394
§ 3—7—3	中小型柴油机附属电气设备	397
第八章	正弦交流电路	402
§ 3—8—1	概述	402
§ 3—8—2	正弦交变电动势的产生	403
§ 3—8—3	相位和相位差	404
§ 3—8—4	正弦交流电的有效值	405
§ 3—8—5	正弦量的图示法	405
§ 3—8—6	纯电阻电路	407
§ 3—8—7	纯电感电路	408
§ 3—8—8	纯电容电路	409
§ 3—8—9	具有电阻和电感的串联电路	411
§ 3—8—10	电阻、电感与电容串联的电路	412
§ 3—8—11	电感性负载与电容器并联的电路	413
§ 3—8—12	提高功率因数的重要意义	414
§ 3—8—13	三相交流电动势的产生	415
§ 3—8—14	三相发电机绕组的连接法	416
§ 3—8—15	负载的星形连接和中线的作用	417
§ 3—8—16	三相负载的三角形连接	419
第九章	交流电动机与电力拖动	420

§ 3—9—1	异步电动机的构造	420
§ 3—9—2	旋转磁场	422
§ 3—9—3	异步电动机的工作原理	424
§ 3—9—4	异步电动机的起动与调速	424
§ 3—9—5	异步电动机的接线及接线端的识别	426
§ 3—9—6	泵和风机的电力拖动	427
§ 3—9—7	冷冻系统的电气控制	428
§ 3—9—8	锚机的电力拖动	431
§ 3—9—9	故障分析	434
第十章	同步发电机及励磁装置	436
§ 3—10—1	同步发电机的构造	436
§ 3—10—2	同步发电机的工作原理和电枢反应	437
§ 3—10—3	同步发电机的特性	439
§ 3—10—4	同步发电机的励磁装置	441
§ 3—10—5	同步发电机的并联运行	448
第十一章	交流电站	452
§ 3—11—1	DW98型万能式自动空气断路器	452
§ 3—11—2	逆功率保护及逆功率继电器	456
§ 3—11—3	功率因数表	457
§ 3—11—4	频率表	459
§ 3—11—5	绝缘电阻的测量	460
§ 3—11—6	8003型主配电板	461
§ 3—11—7	8103型主配电板	463
§ 3—11—8	低压配电板	470
第十二章	渔船讯号、助航与照明设备	472
§ 3—12—1	航行灯控制箱	472
§ 3—12—2	信号灯开关箱	475
§ 3—12—3	自动警报装置	476
§ 3—12—4	电铃控制原理	477
§ 3—12—5	舵角指示器	478
§ 3—12—6	灯光传令钟	480
§ 3—12—7	照明设备	483
第十三章	铅蓄电池	487
§ 3—13—1	铅蓄电池的构造和工作原理	487
§ 3—13—2	铅蓄电池的容量和充放电	488
§ 3—13—3	铅蓄电池电解液的配制及比重测量	490
§ 3—13—4	铅蓄电池常见故障、处理方法和维护保养	491

第四篇 轮机基础知识

第一章	常见度、量、衡单位及其换算	495
§ 4—1—1	长度、面积、容积（体积）单位及其换算	495
§ 4—1—2	重量、压力、功率单位及其换算	497

第二章 常用量具的使用与保养	499
§ 4-2-1 钢板尺	499
§ 4-2-2 内、外卡钳	500
§ 4-2-3 塞尺	501
§ 4-2-4 游标卡尺	502
§ 4-2-5 千分尺	503
§ 4-2-6 千分表	505
第三章 常用金属材料	506
§ 4-3-1 金属材料的机械性能	506
§ 4-3-2 碳素钢	507
§ 4-3-3 合金钢	510
§ 4-3-4 铸铁	512
§ 4-3-5 有色金属材料	513
第四章 热处理大意	517
§ 4-4-1 概述	517
§ 4-4-2 退火	518
§ 4-4-3 正火	519
§ 4-4-4 淬火	519
§ 4-4-5 回火	520
§ 4-4-6 表面热处理	521
第五章 机械识图	522
§ 4-5-1 视图	522
§ 4-5-2 形体的视图及尺寸注法	525
§ 4-5-3 剖视图和剖面图	533
§ 4-5-4 零件图	536
§ 4-5-5 简单零件的测绘	547
§ 4-5-6 零件图的识读	548
§ 4-5-7 简单装配图的识读	555
第六章 船舶大意	563
§ 4-6-1 民用船舶	563
§ 4-6-2 船舶主要尺度	563
§ 4-6-3 船舶重量及容积	564
§ 4-6-4 船舶性能	565
§ 4-6-5 船体主要构件及附件	567
§ 4-6-6 船舶管系	569
第七章 渔船救生设备	571
§ 4-7-1 渔船救生设备的配置和种类	571
§ 4-7-2 救生筏(气胀式救生筏)	573
第八章 渔船消防	578
§ 4-8-1 物质燃烧的基本知识	578
§ 4-8-2 渔船常见火种	579
§ 4-8-3 灭火方法	579

§ 4—8—4 消防器材	580
§ 4—8—5 渔船防火	585
第九章 水域保护	589

第一篇 渔船柴油机

第一章 船舶柴油机的基本概念

内燃机是一种热力发动机（简称热机）。它们的基本工作原理是使燃料在气缸中燃烧，将燃料的化学能转变为热能，并利用燃气为介质，再将热能转变为机械功。

柴油机就是以柴油为燃料的内燃机。由于它的发火是靠空气的压缩而自燃的，不需火花塞点火，因此也叫做压燃式内燃机。由于它的热效率高、经济性好，使用安全可靠，因此在船舶上获得了广泛的应用。

§ 1—1—1 柴油机的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—1 所示，它包括：

- (一) 固定部件 机座、机体、主轴承、气缸套、气缸盖等。
- (二) 运动部件 活塞、活塞销、连杆、连杆螺栓、曲轴等。
- (三) 配气机构 凸轮轴、顶杆、摇臂、进气门、排气门、气门弹簧等。
- (四) 燃油系统 喷油泵、喷油管、喷油器等。
- (五) 辅助部件 进气管、排气管等。

此外，柴油机还必须具备润滑、冷却、操纵控制、调速、传动机构等系统的零部件。

二冲程柴油机的主要部件与四冲程的略有区别（图 1—1—2）。

- (一) 固定部件 机座、主轴承、机体、扫气箱、气缸体、气缸盖等。

(二) 运动部件 活塞、活塞销、连杆、曲轴等。

(三) 配气机构 扫气泵、排气管等。

(四) 燃油系统 喷油泵、喷油管、喷油器等。

此外，它也具备润滑、冷却、传动机构、操纵调节等系统。

二、柴油机名词解释

1. 上止点 又叫上死点，是指活塞在气缸中运动达到的最高位置，也就是活塞离开曲轴中心线最远的位置。

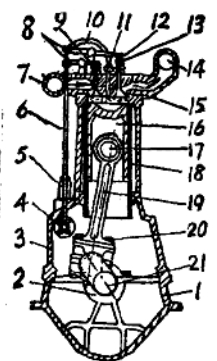


图 1—1—1 四冲程柴油机的主要部件

- 1. 机座 2. 主轴承 3. 机体
- 4. 凸轮轴 5. 喷油泵
- 6. 顶杆 7. 进气管 8. 摇臂
- 9. 进气门 10. 喷油管
- 11. 喷油器 12. 排气门
- 13. 气门弹簧 14. 排气管
- 15. 气缸盖 16. 活塞
- 17. 活塞销 18. 气缸套
- 19. 连杆 20. 连杆螺栓
- 21. 曲轴

2. 下止点 又叫下死点, 是指活塞在气缸中运动达到的最低位置, 也就是活塞离曲轴中心线最近的位置。

3. 行程 也叫冲程, 是活塞从一个止点移动到另一个止点所经过的距离, 用字母 S 表示, 它等于曲柄半径的二倍 ($S = 2R$)。

4. 缸径 即气缸内径, 用字母 D 表示。

5. 气缸工作容积 也称活塞排量, 是指活塞从下止点移到上止点所排开的气缸容积, 又叫冲程容积, 以 V_s 表示:

$$(V_s = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S)$$

6. 燃烧室容积 是活塞到达上止点时, 由活塞顶、气缸壁和气缸盖底面所包围的容积, 以 V_c 表示。

7. 气缸总容积 是指活塞位于下止点时活塞上方的气缸容积, 以 V_a 表示 ($V_a = V_s + V_c$)。

8. 压缩比 气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比, 用字母 ϵ 表示 ($\epsilon = \frac{V_a}{V_c} =$

$\frac{V_s + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$)。压缩比的大小标志着内燃机工作时气缸内气体被压缩的程度。压缩比越大, 压缩终了时的温度和压力越高, 使燃油容易燃烧, 易于启动; 一般柴油机的压缩比在 13—22 这个范围内。压缩比大小的选择必须保证压缩终点的温度超过燃油自燃温度 200—300℃。

9. 压缩室高度 是活塞处于上止点时活塞顶平面与气缸盖底平面之间的距离, 装配柴油机时这个数据常用来控制和调整压缩比。

10. 压缩压力 进入气缸的空气被活塞压缩到上止点时, 所具有的压力称为压缩压力, 用字母 P_c 表示。由于柴油机的工况和转速的变化都要影响到压缩压力的大小, 所以柴油机说明书上规定的压缩压力是指: 在额定转速下, 停止气缸供油时所测得的压力。

11. 爆发压力 又叫爆炸压力, 一般是指燃料燃烧产生的气体压力的最大值, 用字母 P_z 表示。在测取柴油机各缸的爆发压力时, 要求柴油机在全负荷下连续运转二小时后在供给燃油时进行测取。

12. 活塞平均速度 活塞在气缸中的运动是变速运动, 一般取柴油机在额定转速时, 活塞每秒钟在气缸中位移的距离, 称为活塞平均速度, 用 C_m 来表示。

$$(C_m = \frac{S \cdot n}{30} \quad n \text{——转速 转/分})$$

13. 正时图 用柴油机曲柄转角位置来表示柴油机进、排气门 (气口), 喷油始点, 启动阀开启、关闭及延续时间的一种图形叫正时图。图 1—1—3 为 6260ZCD 柴油机的正时图。在

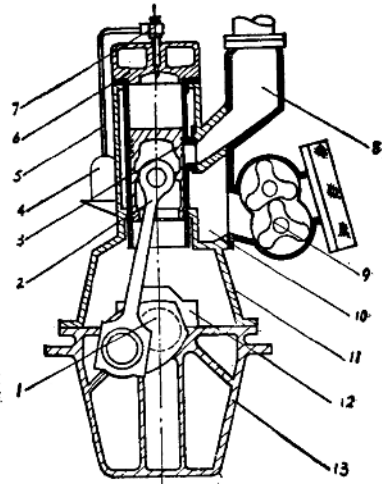


图 1—1—2 二冲程柴油机的主要部件

1. 曲轴 2. 连杆 3. 活塞 4. 喷油泵
5. 喷油管 6. 气缸盖 7. 喷油器
8. 排气管 9. 扫气泵 10. 扫气箱
11. 机体 12. 主轴承 13. 机座

柴油机管理过程中正时图可用来作为调整上述各项正时的依据。

14. 气门重叠角 在正时图中可见, 进、排气门在上死点前后的一段时间内同时开启。在这个同时开启时间内, 曲柄转过的角度称为气门重叠角。

15. 喷油提前角 在柴油机压缩新鲜空气过程中, 燃油在活塞尚未到上止点之前就已开始向气缸内喷射, 此时曲柄相应的位置与上止点位置之间的夹角称为喷油提前角。

16. 示功图 在纵座标表示气缸内的气体压力, 横座标表示气缸容积的座标系统中, 用来表示柴油机在一个完整的工作循环内气缸中的压力随活塞位移而使气缸容积发生变化的图形称为示功图。如图 1—1—4 所示为四冲程柴油机的示功图。

17. 临界转速 在柴油机运转中, 使柴油机产生共振时的转速, 称为临界转速。在对柴油机的管理中, 应避免在该转速下工作。

18. 扭矩 柴油机输出轴的旋转力矩叫做扭矩, 亦称转矩。扭矩的大小等于作用力乘力点到中心点的距离。

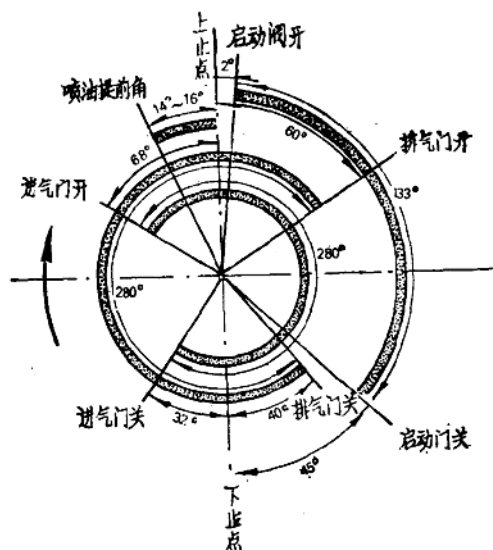


图 1—1—3 6260 型柴油机正时图

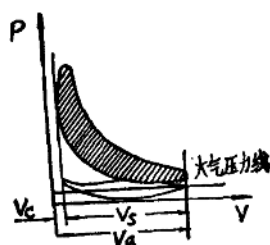


图 1—1—4 四冲程柴油机示功图

§ 1—1—2 四冲程柴油机的工作原理

柴油机的工作原理循环是通过进气、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一个工作循环。

图 1—1—5 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零件的有关动作位置。

第一冲程——进气冲程。由于燃烧必须要有空气, 故在燃油喷入之前, 应先吸入空气。活塞从上止点下行, 进气门打开。由于气缸容积的不断增大, 缸内压力下降, 依靠气缸内外的压差, 新鲜空气经进气门被吸入气缸。气门开启的时刻由曲柄位置点 1 表示, 一般进气门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 2)。曲柄转角 ϕ_{1-2} (图中阴影线所占的角度) 表示进气过程, 约为 $220^\circ \sim 250^\circ$ 。

第二冲程——压缩冲程。要使燃油自行发火燃烧, 必须使空气具有足够的温度。将吸入的空气进行压缩, 才能使空气达到足够的温度和压力。当活塞从下止点向上运动到点 2 时,

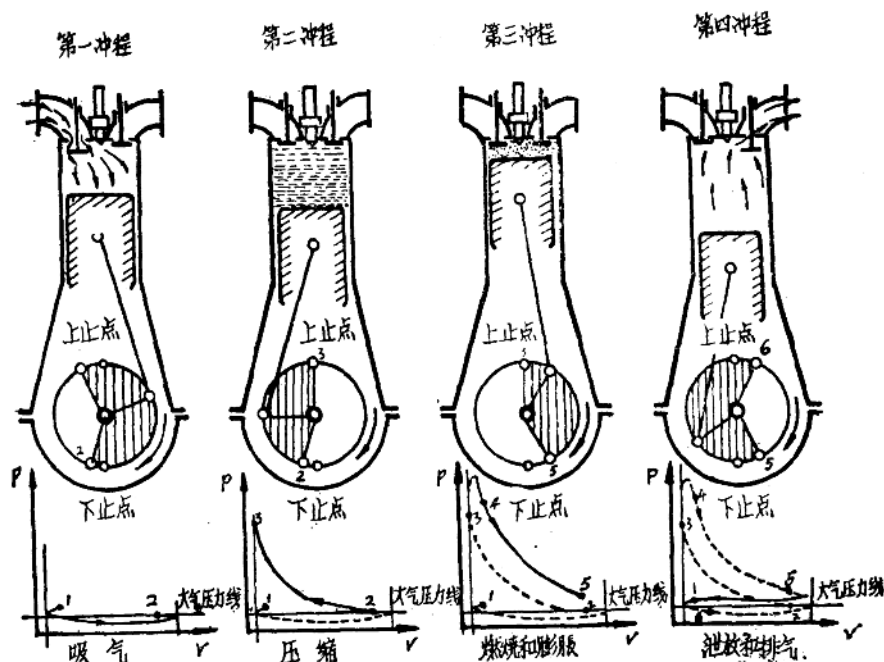


图 1—1—5 四冲程柴油机工作原理

进气门关闭，开始压缩，一直到上止点 3 为止。进气冲程吸入的新鲜空气，经压缩后，压力增高到 30—60 公斤力/厘米²（此压力称为压缩终点压力），温度升至 600—700℃，这个温度已可保证燃油的着火。高压燃油在压缩过程的后期（即点 3 之前），通过喷油器喷入气缸，并与气缸中的空气混合、受热，自行发火燃烧。图中压缩过程用曲柄转角 ϕ_{2-3} 表示，约 140°—160°。

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，使气缸内的压力和温度急剧升高，压力约达 50—80 公斤力/厘米²（甚至高达 130 公斤力/厘米²以上），温度约为 1400—1800℃或者更高些，高温高压的燃气（即工质）膨胀推动活塞下行而作功，活塞的往复运动通过连杆推动曲轴作回转运动。由于气缸容积逐渐增大，压力开始下降，约在上止点后 40°—60°曲柄转角后（点 4）燃烧基本结束。而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门开启时膨胀结束。膨胀终了时，燃气压力降至 2.5—4.5 公斤力/厘米²，温度降到 600—700℃。排气门则在下止点前（点 5）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_{3-4-5} 表示。

第四冲程——排气冲程。为使下一循环的新鲜空气再次进入，应先将气缸内的废气排出，在燃烧和膨胀冲程末期，排气门开启，这时活塞尚在下行，废气靠气缸内外压差，经排气门排出气缸。当活塞由下止点向上行时，剩余的废气被活塞推出气缸，此时的排气过程是在略高于大气压力（约 1.05—1.1 大气压）且其压力基本上保持在稳定的情况下进行的。排气门在下止点前（点 5）开启延迟到上止点后（点 6）关闭，排气过程以 ϕ_{5-6} 表示。

由上可见进、排气门的启闭都不是在上、下止点进行，而是存在提前开、迟后关的现象，

这是因为气门从关闭至全部开启需要一定时间，提前开启可以使气门在上、下止点时达到较大的通道面积，减少流阻；进、排气流在流动中有一定的惯性，进、排气门迟后关，可以利用气流的惯性，使排气更完全，使进气更充分；由于进气门提前开，排气门迟后关，存在进、排气门同时开启的重叠角，此时利用进气将废气清除干净，同时冷却排气门，减轻热负荷；适当地选择进、排气门的提前开、迟后关，可以提高换气质量，提高柴油机的效率。

在进行了上述四个冲程后，柴油机就完成了一个工作循环，即曲轴回转二周，活塞移动四个冲程完成一个工作循环。每个工作循环中只有工作冲程（燃烧及膨胀冲程）是做功的，在这个冲程里，完成了燃料化学能转变为热能和热能转变为机械功的两次能量转换。其它三个冲程都是为工作冲程作准备，就需要外界供给能量，因此柴油机常做成多缸的，这样，进气、压缩、排气冲程所需的能量可由其它正在工作冲程的气缸供给，如果是单缸柴油机，则可由较大的飞轮供给，即在工作冲程时，柴油机带动飞轮旋转加速，依靠飞轮的旋转惯性，带动柴油机完成其它三个冲程。

§ 1—1—3 二冲程柴油机的工作原理

二冲程柴油机把进气、压缩、燃烧及膨胀、排气过程紧缩在活塞的二个冲程内完成，使曲轴每旋转一周就完成一个循环。

二冲程柴油机的特点是没有专门的排气冲程和进气冲程，它的排气与进气是在膨胀冲程末及压缩冲程之初进行的，废气的排除除了一部分自由泄放外，剩余部分则是靠压入气缸的新鲜空气来把废气扫出去的。为此，必须采用专设的扫气泵。以便增加进入的新鲜空气压力，以将剩余废气扫出气缸。这个进气和扫气过程就称为“换气过程”，又叫“扫气过程”。扫气泵可采用罗茨泵、活塞泵等。

二冲程柴油机有许多换气方式，但这些换气方式的工作原理基本相同。现以直流扫气二冲程柴油机为例介绍其工作原理。

这种柴油机的结构特点是气缸盖上只有排气门，没有进气门，但在气缸套的下部周围布置一圈扫气口（图 1—1—6）。

现以右图所示的直流扫气二冲程柴油机来说明它的工作原理。

第一冲程——扫气及压缩。活塞由下止点向上移动，活塞在遮住扫气口之前，由扫气泵供给的新鲜空气通过扫气口进入气缸，气缸中的残存废气被进入气缸的扫气空气通过排气门挤出。活塞继续上行，逐渐遮住扫气口，扫气口完全关闭后，空气停止充入，接着排气门关闭（曲轴在点 1 的位置），气缸中的空气就开始被压缩，当压缩至接近上止点处（点 2'）通过喷油器喷入高压

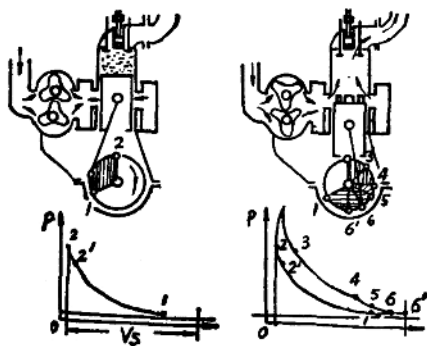


图 1—1—6 直流扫气二冲程柴油机简图