

轮机专业

海船船员适任考试自学教材

主推进动力装置

王忠忱 李春野 主编



大连海事大学出版社
Dalian Maritime University Press

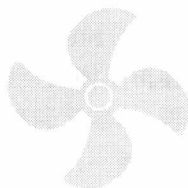


人民交通出版社
China Communications Press

海船船员适任考试自学教材

主推进动力装置

王忠忱 李春野 主编



大连海事大学出版社

人民交通出版社

© 王忠忱,李春野 2008

图书在版编目(CIP)数据

主推进动力装置 / 王忠忱,李春野主编. —大连:大连海事大学出版社;北京:人民交通出版社, 2008. 8

海船船员适任考试自学教材

ISBN 978-7-5632-2217-9

I. 主… II. ①王…②李… III. 船舶推进—动力装置—教材 IV. U664.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 132759 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连天正华延彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2008年10月第1版 2008年10月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm 印张:20.25

字数:514 千 附件:光盘1张

责任编辑:沈荣欣 版式设计:晓寒

封面设计:王艳 责任校对:杨子江

ISBN 978-7-5632-2217-9 定价:58.00元(含光盘)

本书编者名单

主 编:王忠忱 李春野
参编人员:王吉群 于 龙 贺晓尧 杨 卓 付尤昕 杨国梁 尚玉颖 吕新忠
郭兴旭 邓瑞宏 宋保利 吕卫东 周 冰 刘 洋 杨绍新 刘传军
孟祥奎 刘 健 车永量 张天杰 王 权 陈光明 牟宝俊 马彦国
郝福特 李东建 吴立鹏 邵 波 俞加进 曲 瑞 曲洪涛 盛健飞
刘金宁 刘海军 李 超 尹国庆 汪晓瑯 于全德 吕成博 樊进博
江 波 李世丹 魏宪起 武 斌 焦双立 刘大岗 张 杨 王兴财
宋代亮 张正奇 陈展飞 王 跃 安 权 许 楠 张 翔 冯国权
田丰收 刘玉鹏 梁 嵩 王留振 于小龙 刘富君 于加朋 李洪亮
李云飞 唐 闯 沈家发 陈建新 陈广林 宋建林 葛长慧 卢清波
赵国涛 李鸿烈 单志明 程 飞 孙爱峰 宋晓元 柳 明 刘 旺
孙延续 任晓峰 王雷慧 李艳军 王 超 刘军辉 龚江海 邱成振
李云杰 倪 杨 杨东旭 宁 博 尹晓东 彭俊杰 薛 超 韩学忠
杨志岭 刘贞环 杜卫国 李承明 魏恒志 毛俊国 王 博 丁培宗
赵光炜 韩庆立 乔京林 张海锋

目 录

第一章 柴油机的基本知识	(1)
第一节 柴油机的工作原理	(1)
第二节 柴油机的热力循环	(14)
第三节 柴油机的性能指标	(16)
第二章 柴油机的结构和主要部件	(25)
第一节 柴油机的结构特点	(26)
第二节 活塞	(29)
第三节 气缸	(40)
第四节 气缸盖	(43)
第五节 燃烧室部件承受的负荷	(46)
第六节 燃烧室部件的管理及其故障	(50)
第七节 连杆	(56)
第八节 曲轴和主轴承	(60)
第九节 曲柄连杆机构的故障和管理	(66)
第十节 推力轴承的工作原理及调整	(70)
第十一节 十字头组件	(72)
第十二节 柴油机固定部件	(75)
第三章 燃油的喷射与燃烧	(79)
第一节 燃油的理化性能指标及影响	(80)
第二节 过量空气系数及其对燃烧的影响	(84)
第三节 喷射过程	(85)
第四节 可燃混合气的形成	(93)
第五节 喷油设备	(96)
第六节 柴油机的燃烧过程	(120)
第七节 柴油机的热平衡	(126)
第八节 柴油机的废气排放与净化	(127)
第四章 柴油机的换气与增压	(131)
第一节 柴油机的换气过程	(132)
第二节 柴油机的换气机构	(136)
第三节 柴油机的增压	(147)
第五章 柴油机的润滑	(165)
第一节 润滑与润滑油	(165)
第二节 气缸润滑的工作条件和润滑方式	(171)
第三节 曲轴箱油和气缸油的选用	(172)
第四节 气缸注油器的结构、工作原理和调整方法	(176)
第五节 曲轴箱油变质与检查	(177)

第六章 柴油机系统	(180)
第一节 燃油系统	(180)
第二节 润滑系统	(186)
第三节 分油机	(189)
第四节 冷却系统	(195)
第七章 柴油机的特性	(200)
第一节 船舶柴油机的工况和运转特性的基本概念	(200)
第二节 速度特性和速度特性参数分析	(202)
第三节 负荷特性和负荷特性参数分析	(205)
第四节 推进特性和推进特性参数分析	(206)
第五节 柴油机的调速特性和限制特性	(208)
第六节 柴油机和螺旋桨的配合	(209)
第七节 柴油机的功率和转速的使用范围	(211)
第八章 柴油机的调速装置	(213)
第一节 柴油机的调速装置	(213)
第二节 超速保护装置	(215)
第三节 调速器的性能指标	(217)
第四节 机械调速器的工作原理和特点	(218)
第五节 液压调速器	(219)
第六节 电子调速器的工作原理及组成	(223)
第七节 液压调速器的调节	(225)
第八节 调速器的维护管理与故障排除	(228)
第九章 柴油机的启动、换向和操纵系统	(231)
第一节 柴油机的启动	(231)
第二节 柴油机的换向	(237)
第三节 操纵系统	(241)
第十章 示功图的测录与分析	(244)
第一节 示功图的种类和用途	(244)
第二节 机械示功器	(246)
第三节 电子示功器	(250)
第四节 示功图分析	(252)
第五节 $p-V$ 示功图和指示功率计算	(256)
第十一章 船舶推进装置	(258)
第一节 推进装置的传动方式	(258)
第二节 传动轴系	(261)
第三节 中间齿轮减速箱和联轴器	(270)
第四节 定距螺旋桨和可调螺距螺旋桨的工作特性和组成结构	(273)
第十二章 柴油机及推进轴系的振动和平衡	(277)
第一节 活塞连杆的运动规律和柴油机受力分析	(277)
第二节 柴油机的振动与平衡	(281)

第三节	轴系的扭转振动特性	(285)
第四节	扭振的危害及减振措施	(289)
第五节	轴系的纵振	(292)
第十三章	柴油机的运行管理与应急处理	(296)
第一节	柴油机的运行管理	(296)
第二节	柴油机运行的应急处理	(302)
参考文献	(315)



第一章 柴油机的基本知识

【考试大纲】

适用范围

831:3 000 kW 及以上船舶轮机长/大管轮

832:750 ~ 3 000 kW 船舶轮机长/大管轮

833:3 000 kW 及以上船舶二/三管轮

834:750 ~ 3 000 kW 船舶二/三管轮

考试大纲	适用对象			
	831	832	833	834
1 柴油机的基本知识				
1.1 柴油机的工作原理				
1.1.1 柴油机的基本概念(定义、分类、主要优缺点、基本结构参数及基本工作过程)			√	√
1.1.2 四冲程柴油机的工作原理(工作过程、气阀定时、气阀重叠角)			√	√
1.1.3 二冲程柴油机的工作原理(必要条件)			√	√
1.1.4 二冲程柴油机和四冲程柴油机的比较			√	√
1.1.5 柴油机增压的概念(定义、目的、增压的形式、增压的分类)			√	√
1.2 柴油机的热力循环				
1.2.1 内燃机理论循环的基本形式及其特点	√			
1.2.2 柴油机的理论循环和实际循环的差别	√			
1.3 柴油机的性能指标				
1.3.1 指示指标和有效指标的定义、平均指示压力和指示功率、指示效率和指示耗油率、机械损失功率和机械效率、有效功率和平均有效压力、有效效率和有效耗油率	√			
1.3.2 柴油机的工作参数(爆压、排温、活塞平均速度、行程缸径比、强化系数)	√	√		
1.4 现代船用柴油机提高有效功率和经济性的主要途径	√	√		

第一节 柴油机的工作原理

考点 1:柴油机定义(考试大纲 1.1.1)

在内燃机中根据所用燃料的不同,大致可分为汽油机、柴油机、煤气机、燃气轮机等。它们都具有内燃机区别于外燃机的基本特点,但又都具有各自的工作特点,因而它们在工作原理、工作经济性以及使用范围上均有差异。柴油机是一种压缩发火的往复式内燃机。它与汽油机相比除了所用燃料的性质不同外,结构上的主要差异在于供油系统的不同或者说是混合气形成的方式不同,工作原理上的最大区别在于发火方式的不同,采用压缩发火的着火方式是柴油机不同于其他内燃机的本质特征。



- 柴油机是热机的一种,它是_____。
 - 在气缸内进行一次能量转换的热机
 - 在气缸内进行二次能量转换的点火式内燃机
 - 在气缸内进行二次能量转换的往复式压缩发火的内燃机
 - 在气缸内进行二次能量转换的回转式内燃机
- 在柴油机中对外做功的工质是_____。
 - 燃油
 - 空气
 - 燃烧产物
 - 可燃混合气
- 柴油机与汽油机同属内燃机,它们在结构上的主要差异是_____。
 - 燃烧工质不同
 - 压缩比不同
 - 燃烧室形状不同
 - 供油系统不同
- 在柴油机实际工作循环中缸内的工质是_____。
 - 可燃混合气
 - 燃气
 - 空气
 - B + C
- 在内燃机中柴油机的本质特征是_____。
 - 用柴油做燃料
 - 外部混合
 - 内部燃烧
 - 压缩发火
- 作为船舶主推进装置,在功率相同情况下,重量最轻的是_____。
 - 蒸汽机
 - 蒸汽轮机
 - 柴油机
 - 燃气轮机
- 在下列装置中,属于内燃机的是_____。
 - 燃气轮机
 - 蒸汽轮机
 - 煤气机
 - 汽油机
 - 柴油机
 - 蒸汽机
 - II + III + IV + VI
 - I + III + IV + V
 - II + IV + V + VI
 - I + III + V + VI
- 柴油机与汽油机同属内燃机,它们在工作中的不同主要是_____。
 - 使用燃料不同
 - 发火方式不同
 - 内部燃烧不同
 - 燃油与空气混合方式不同
 - 供油系统不同
 - 低温启动性不同
 - II + III + IV + VI
 - I + II + IV + V
 - II + IV + V + VI
 - I + III + V + VI

考点 2:柴油机的分类(考试大纲 1.1.1)

1. 按工作循环分类

有四冲程和二冲程柴油机之分。用活塞的两个行程完成一个工作循环的柴油机称为两冲程柴油机,而用活塞的四个行程完成一个工作循环的柴油机称为四冲程柴油机。

2. 按进气方式分类

按进气方式柴油机可以分为非增压柴油机、增压无中冷柴油机和增压带中冷柴油机。

3. 按曲轴转速及活塞平均速度分类

按曲轴转速 n 将船舶柴油机分为低速、中速及高速时,其范围为:

$$\begin{cases} \text{低速柴油机: } n \leq 300 \text{ r/min} \\ \text{中速柴油机: } 300 < n \leq 1\,000 \text{ r/min} \\ \text{高速柴油机: } n > 1\,000 \text{ r/min} \end{cases}$$

4. 按结构特点分类

(1) 筒形活塞柴油机与十字头式柴油机

(2) 直列式柴油机与 V 形柴油机

具有两个或两个以上的直立气缸并呈一列布置的柴油机称为直列型柴油机。船用柴油机均为多缸机,通常多为直列纵向排列。采用 V 形布置的柴油机,即把两个气缸中心线布置在



同一平面内,其气缸中心线呈 V 形并用一根曲轴输出功率。V 形柴油机的气缸夹角为 90° 、 60° 和 45° ,其缸数可高达 18 甚至 24。

(3) 倒转柴油机与不可倒转式柴油机

船用柴油机可分成可倒转柴油机与不可倒转柴油机两类。作为船舶主机的大型低速二冲程柴油机,通常皆具有倒转机构,由于它与螺旋桨直接连接,船舶倒退时即用倒车机构使发动机旋转方向倒转,以驱动螺旋桨倒转。

(4) 右旋柴油机和左旋柴油机

柴油机转向按我国国标规定,从船尾向船首看(从功率输出端向自由端看),曲轴运转时正车方向朝顺时针方向旋转,称“右旋”柴油机。

5. 按行程缸径比 s/D 分类

s/D 对柴油机的结构和运行性能有较大的影响,按照 s/D 的不同,将柴油机分为短行程、长行程和超长行程,其 s/D 范围分别为:

- | | |
|---|------------------------------|
| { | 短行程柴油机: $s/D \leq 2.5$ |
| | 长行程柴油机: $2.5 < s/D \leq 3.0$ |
| | 超长行程柴油机: $s/D > 3.0$ |

本书配套软件有相关习题 18 道

9. 按我国有关规定低速柴油机的转速的范围为_____。
 - A. $n \leq 100 \text{ r/min}$
 - B. $n \leq 200 \text{ r/min}$
 - C. $n \leq 300 \text{ r/min}$
 - D. $n \leq 500 \text{ r/min}$
10. 低速柴油机的活塞平均速度 v_m 一般为_____。
 - A. $v_m < 5 \text{ m/s}$
 - B. $v_m < 6 \text{ m/s}$
 - C. $v_m = 6 \sim 9 \text{ m/s}$
 - D. $v_m > 9 \text{ m/s}$
11. 利用活塞下方当作一个辅助压气泵的柴油机通常是_____。
 - A. 十字头柴油机
 - B. 高速 V 形柴油机
 - C. 筒形活塞式柴油机
 - D. 箱形柴油机
12. V 形船用中速柴油机的气缸中心线夹角通常有_____。
 - A. $20^\circ \sim 40^\circ$
 - B. $45^\circ \sim 90^\circ$
 - C. $90^\circ \sim 120^\circ$
 - D. $120^\circ \sim 150^\circ$
13. 下列哪项不是 V 形机的特点?
 - A. 可采用叉型连杆
 - B. 有较小的比重量
 - C. 缩短气缸间距和整机长度
 - D. 有较低的单机功率
14. 根据我国有关规定右旋柴油机的定义是_____。
 - A. 由功率输出端向自由端看顺时针旋转为正车方向
 - B. 由功率输出端向自由端看逆时针旋转为正车方向
 - C. 由自由端向输出端看顺时针旋转为正车方向
 - D. 由自由端向输出端看逆时针旋转为倒车方向
15. 目前低速二冲程柴油机多用做船舶主机,主要原因是_____。
 - A. 结构简单
 - B. 重量轻
 - C. 尺寸小
 - D. 寿命长
16. 关于船用柴油机不适当的论述是_____。
 - A. 船用主机的可靠性与寿命是第一位的
 - B. 四冲程中速机较适于滚装船主机
 - C. 中速机仅用于发电柴油机
 - D. 四冲程中速机较适于驱动调距桨
17. 发电用柴油机多用四冲程筒形活塞式柴油机主要是因为_____。
 - A. 结构简单
 - B. 工作可靠
 - C. 转速满足发电机要求
 - D. 功率大
18. 通常,超长行程柴油机的行程缸径比 s/D 一般是_____。



- A. 大于 4.5 B. 小于 4.0 C. 大于 3.5 D. 大于 3.0
19. 关于十字头式柴油机的正确说法是_____。
- I. 活塞杆只做往复直线运动 II. 气缸采用飞溅润滑 III. 十字头起导向作用 IV. 气缸与活塞的间隙很小 V. 气缸与曲轴箱用横隔板隔开 VI. 活塞不对缸套产生侧推力
- A. I + III + IV + VI B. I + II + IV + V C. II + IV + V + VI D. I + III + V + VI
20. 双机双桨船舶,一般带动右侧螺旋桨的主机为_____。
- A. 右旋机 B. 高速柴油机 C. 左旋机 D. 低速柴油机

考点 3: 柴油机的主要优缺点(考试大纲 1.1.1)

由于柴油机采用的是压缩发火,再加之内部燃烧,使得它在内燃机中的热效率最高。柴油机除了经济性好外,还具有功率范围大、机动性好、尺寸小、重量轻等优点,因而柴油机在工程应用十分广泛。尤其在船用发动机中,柴油机取得了绝对优势地位。

但是,柴油机也具有振动大、噪声响、燃烧室部件承受较大热负荷和曲柄连杆机构承受较大的机械负荷等缺点。

本书配套软件有相关习题 4 道

21. 下列哪一选项不是柴油机的优点?
- A. 经济性好 B. 尺寸小,重量轻 C. 机动性好 D. 机身振动小
22. 通常,在热机中柴油机热效率最高的原因是_____。
- A. 柴油热值高 B. 内部燃烧 C. 压缩发火 D. B + C

考点 4: 柴油机的基本结构参数(考试大纲 1.1.1)

1. 上止点(TDC)

立式柴油机活塞在气缸中运动的最上端位置,也就是活塞离曲轴中心线最远的位置。

2. 下止点(BDC)

立式柴油机活塞在气缸中运动的最下端位置,也就是活塞离曲轴中心线最近的位置。

3. 活塞行程 s

指活塞从上止点运行到下止点间的直线距离,简称行程。它等于曲轴曲柄半径 R 的两倍。活塞运行一个行程时曲轴转动 180° 。

4. 气缸直径 D

气缸的内径,简称缸径。

5. 余隙高度(顶隙)

上止点时活塞最高顶面与气缸盖底平面之垂直距离。

6. 压缩容积 V_c

活塞在气缸内位于上止点时,在活塞顶上方的全部空间容积。

7. 气缸工作容积 V_s

活塞在气缸中从上止点运行到下止点时所扫过的容积。显然:

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

8. 气缸总容积 V_a

活塞在气缸内位于下止点时,活塞顶以上的气缸全部容积。

9. 压缩比 ε

气缸总容积 V_a 与压缩容积 V_c 之比值, 亦称几何压缩比, 即

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

目前柴油机压缩比 ε 的一般选用范围为 12 ~ 22。

本书配套软件有相关习题 33 道

23. 活塞在气缸内从上止点到下止点所扫过的容积称为_____。
- A. 燃烧室容积 B. 气缸总容积 C. 气缸工作容积 D. 存气容积
24. 柴油机下止点是指_____。
- A. 气缸的最低位置 B. 工作空间的最低位置
C. 曲柄处于最低位置 D. 活塞离曲轴中心线的最近位置
25. 柴油机燃烧室容积是指_____。
- A. 活塞在上止点时活塞顶上方的容积 B. 活塞在下止点时, 活塞顶上方的容积
C. 活塞从上止点至下止点所扫过的容积 D. 上述三种说法均错误
26. 柴油机活塞行程的定义是指_____。
- A. 气缸空间的总长度 B. 活塞上止点至气缸下端长度
C. 活塞下止点至气缸底面的长度 D. 活塞位移或曲柄半径 R 的两倍
27. 柴油机压缩后的温度至少应达到_____。
- A. 110 ~ 150°C B. 300 ~ 450°C C. 600 ~ 700°C D. 750 ~ 850°C
28. 柴油机采用压缩比这个参数是为了表示_____。
- A. 气缸容积大小 B. 工作行程的长短
C. 空气被活塞压缩的程度 D. 柴油机的结构形式
29. 在下列压缩比的表达式中, 错误的是_____。(V_a ——气缸总容积, V_c ——气缸压缩容积, V_s ——气缸工作容积)
- A. $\varepsilon = V_c/V_a$ B. $\varepsilon = V_a/V_c$ C. $\varepsilon = (V_s + V_c)/V_c$ D. $\varepsilon = 1 + V_s/V_c$
30. 下述关于压缩比的说法中不正确的是_____。(V_a ——气缸总容积, V_c ——气缸压缩容积, V_s ——气缸工作容积)
- A. 缸内工质经活塞压缩后, 温度与压力均增高
B. 压缩比对柴油机的燃烧、效率、机动性与机械负荷等均有影响
C. 压缩比 $\varepsilon = V_a/V_c$
D. 压缩比 $\varepsilon = V_s/V_c$
31. 当活塞将扫、排气口全部关闭时的气缸总容积与压缩容积之比称为_____。
- A. 名义压缩比 B. 几何压缩比 C. 有效压缩比 D. 行程失效系数
32. 大型低速柴油机曾采取限制或降低压缩比的目的是_____。
- A. 限制机械负荷 B. 限制曲轴最大扭矩 C. 限制往复惯性力 D. 限制离心惯性力
33. 通常, 高速柴油机的压缩比一般比低速机的大些, 其主要原因是_____。
- A. 经济性要求 B. 启动性能要求 C. 结构特点 D. 机械负荷低
34. 柴油机的机型不同其压缩比不同, 一般地说_____。
- A. 增压度越高, 压缩比越大 B. 小型高速机的压缩比较低速机的大
C. 大型柴油机压缩比较大 D. 现代新型柴油机的压缩比较大



35. 通常提高已有船用柴油机压缩比的措施是_____。
- A. 提高增压压力 B. 加大转速 C. 增大缸径 D. 增大连杆长度
36. 为了提高柴油机压缩压力,通常的做法是_____。
- A. 减少轴承盖间的调隙垫片 B. 增加轴承盖间的调隙垫片
C. 加厚连杆杆身与大端间的调整垫片 D. 减薄连杆杆身与大端间的调整垫片
37. 下列压缩比大小对柴油机影响的一个不正确论述是_____。
- A. 压缩比越小,启动性能越差 B. 压缩比增大,膨胀功增加
C. 压缩比增大,热效率增高 D. 压缩比越大,机械效率越高
38. 现代新型超长行程柴油机为使其工作循环趋向等压加热,循环的主要措施之一是_____。
- A. 增大喷油提前角 B. 采用高增压 C. 采用短连杆 D. 大幅度提高压缩比
39. 随着压缩比的提高,工质的压缩温度_____,膨胀比_____,热效率_____,热效率的提高率_____。
- A. 升高,增加,提高,降低 B. 升高,降低,提高,降低
C. 升高,降低,提高,增加 D. 升高,增加,提高,提高
40. 压缩比逐渐变小的主要原因有_____。
- I. 气缸盖垫床太簿 II. 缸内结炭过多 III. 活塞、连杆、曲轴装置中轴承磨损 IV. 压缩余隙过大 V. 连杆大端垫片加厚 VI. 缸盖底或活塞顶烧损过大
- A. III + IV + VI B. I + II + IV C. II + IV + V D. III + V + VI
41. 不会影响压缩比的操作是_____。
- A. 刮削连杆轴瓦 B. 增减连杆轴承垫片
C. 增减连杆大端轴承座与杆身间的垫片 D. 改变燃烧室密封垫片的厚度
42. 影响有效压缩比的因素有_____。
- I. 四冲程机进气阀定时 II. 四冲程机排气阀定时 III. 弯流扫气二冲程机的扫气口高度
IV. 弯流扫气二冲程机的排气口高度 V. 二冲程机的排气阀定时
- A. I + IV + V B. I + III C. II + IV + V D. I + II + III + IV + V

考点5:柴油机的基本工作过程(考试大纲 1.1.1)

燃油在柴油机气缸中燃烧做功必须通过进气、压缩、燃烧、膨胀和排气五个过程。包括上述五个过程的全部热力循环过程称为柴油机工作过程,包括上述五个过程的周而复始的循环叫工作循环。对往复式柴油机还可用 $p-V$ 示功图清楚地描绘其工作循环中各过程的进行情况。

本书配套软件有相关习题 3 道

43. 柴油机气缸内燃烧的最高温度一般在_____。
- A. 1000 ~ 1200℃ B. 1200 ~ 1400℃ C. 1400 ~ 1800℃ D. 1800 ~ 2000℃
44. 根据柴油机工作原理,在一个工作循环中其工作过程次序必须是_____。
- A. 进气,燃烧,膨胀,压缩,排气 B. 进气,压缩,燃烧,排气,膨胀
C. 进气,燃烧,排气,压缩,膨胀 D. 进气,压缩,燃烧,膨胀,排气



考点6:四冲程柴油机的工作过程(考试大纲 1.1.2)

用活塞的四个行程完成一个工作循环的柴油机称为四冲程柴油机。四冲程柴油机每完成一个循环,活塞上下运动四次,曲轴转两转,凸轮轴转一转。

1. 进气行程

活塞从止点下行,进气阀已打开。由于活塞下行的抽吸作用,新鲜空气充入气缸。为了能充入更多的空气,进气阀一般在上止点前提前开启,在下止点后延迟关闭,进气阀开启的延续角度 φ_{1-2} 为 $220^\circ \sim 250^\circ$ 。

2. 压缩行程

活塞从下止点向上运动,自进气阀关闭开始压缩,一直到活塞到达上止点为止。第一行程吸入的新鲜空气经压缩后,压力增高到 $3 \sim 6 \text{ MPa}$,温度升至 $600 \sim 700^\circ\text{C}$ (燃油的自燃温度为 $210 \sim 270^\circ\text{C}$)。曲轴转角 φ_{2-3} 表示压缩过程,为 $140^\circ \sim 160^\circ$ 。

3. 燃烧和膨胀行程

活塞在上止点附近,由于燃油猛烈燃烧,使气缸内的压力和温度急剧升高,压力达 $5 \sim 8 \text{ MPa}$,甚至 13 MPa 以上,温度为 $1400 \sim 1800^\circ\text{C}$ 或更高些。将燃烧产生的最高压力称最高爆发压力,用 p_z 表示,最高温度用 t_z 表示。高温高压的燃气(工质)膨胀推动活塞下行而做功。由于气缸容积逐渐增大使压力下降,在上止点后的某一时刻燃烧基本结束。曲轴转角 φ_{3-4-5} 表示燃烧和膨胀过程。

4. 排气行程

在上一行程末,排气阀开启时,活塞尚在下行,废气靠气缸内外压力差经排气阀排出。当活塞由下止点上行时,废气被活塞堆出气缸,排气阀一直延迟到活塞到达上止点后才关闭。排气过程用曲轴转角 φ_{5-6} 表示,为 $230^\circ \sim 260^\circ$ 。

在上止点之前,排气阀还没有关闭,进气阀再次打开,又重复第一行程,开始第二个工作循环,以维持柴油机的持续稳定的运转。虽然进气阀在上止点之前的某一点打开,但由于此时缸内的气体压力仍高于外界大气压力,气缸内无法进气,只有当缸内气体压力降低到等于或低于外界大气压力时,气缸才开始进气,由此可见,四冲程非增压柴油机的实际进气始点不是在上止点前而是在上止点后的某一时刻。

本书配套软件有相关习题 19 道

45. 四冲程柴油机换气总曲轴转角角度一般有_____。
- A. $220^\circ \sim 250^\circ$ B. $230^\circ \sim 260^\circ$ C. $300^\circ \sim 400^\circ$ D. $450^\circ \sim 500^\circ$
46. 四冲程柴油机完成一个工作循环,其凸轮轴转速与曲轴转速之间的关系为_____。
- A. 2:1 B. 1:1 C. 1:2 D. 4:1
47. 在工作循环结束后,留在气缸中残余废气最少的柴油机是_____。
- A. 非增压四冲程 B. 增压四冲程 C. 弯流扫气二冲程 D. 直流扫气二冲程
48. 关于四冲程柴油机工作特点的不正确说法是_____。
- A. 用四个冲程完成一个工作循环
- B. 进、排气过程持续角比二冲程的大
- C. 曲轴转一转,凸轮轴也转一转
- D. 飞轮所储存的能量可供工作行程外的其他行程使用
49. 关于进气阀定时的错误认识是_____。



- A. 进气阀开得过早将产生废气倒灌
 - B. 进气阀应在上止点时开启
 - C. 进气阀关得太晚,部分新气将从进气阀排出
 - D. 进气阀间隙不适当将影响其定时
50. 四冲程柴油机的排气阀在排气行程中,当活塞位于上止点时,排气阀应_____。
- A. 开始关闭
 - B. 开始开启
 - C. 保持开启
 - D. 保持关闭
51. 进、排气阀不在上、下止点位置关闭,其目的是为了_____。
- A. 提高压缩压力
 - B. 扫气干净
 - C. 充分利用热能
 - D. 提高进、排气量
52. 指出关于活塞行程的错误认识_____。
- A. 活塞行程是活塞在上下止点间的运行距离
 - B. 活塞行程等于曲柄半径的两倍
 - C. 活塞行程等于主轴颈中心线到曲柄销中心线距离的两倍
 - D. 活塞行程等于主轴颈中心线到曲柄销中心线间距离
53. 目前柴油机的压缩比 ϵ 一般处在_____。
- A. $\epsilon = 5 \sim 8$
 - B. $\epsilon = 6 \sim 11$
 - C. $\epsilon = 12 \sim 22$
 - D. $\epsilon = 22 \sim 28$
54. 同一台柴油机,为保证换气过程的有效性,转速增高,应使气阀提前开启角及关闭延迟角_____。
- A. 前者增大,后者减小
 - B. 前者减小,后者增大
 - C. 两者都增大
 - D. 两者都减小
55. 四冲程增压柴油机的实际进气始点是在_____。
- A. 上止点
 - B. 上止点之前
 - C. 上止点之后
 - D. 排气结束后
56. 对气阀重叠角的正确认识是_____。
- I. 可实现燃烧室扫气
 - II. 有利于新鲜空吸入
 - III. 只有四冲程柴油机才有
 - IV. 只有二冲程柴油机才有
 - V. 非增压机大于增压机
 - VI. 增压机大于非增压机
- A. I + II + III + IV
 - B. II + III + IV + V
 - C. I + II + III + VI
 - D. III + IV + V + VI

考点 7: 气阀定时(考试大纲 1.1.2)

将四冲程柴油机的工作过程按曲柄所在的位置及旋转的角度依次绘在一个圆图上,则可得到柴油机的“定时圆图”。

为了提高进排气量,进排气阀的开启和关闭均不在上下止点,而是提前开启、延后关闭,进气阀开启瞬时,曲柄位置与上止点之间的曲轴转角称为进气提前角,用 φ_1 表示;进气阀关闭瞬时,曲柄位置与下止点之间的曲轴转角称为进气滞后角,用 φ_2 表示;依此类推,排气提前角为 φ_3 ,排气滞后角为 φ_4 。进气持续角为 $\varphi_1 + 180^\circ + \varphi_2$,排气持续角为 $\varphi_3 + 180^\circ + \varphi_4$,显然,四冲程柴油机的进排气行程所占曲轴转角均大于 180° ,换气总曲轴转角角度一般为 $450^\circ \sim 500^\circ$,而压缩与膨胀行程所占曲轴转角均小于 180° 。凸轮作用角为相应各过程持续角的 $1/2$ 。

本书配套软件有相关习题 10 道

57. MAK 8 M 453C 型船用柴油机的进气提前角是 58° ,进气滞后角是 45° ,则其进气过程的角度是_____。
- A. 225°
 - B. 238°
 - C. 283°
 - D. 193°
58. 若四冲程柴油机的进气阀提前角为 θ_1 ,关闭滞后角为 θ_2 ,则进气凸轮的作用角 $\Delta\theta$ 为_____。



- A. $\Delta\theta_c = \theta_1 + 180^\circ + \theta_2$ B. $\Delta\theta_c = 180^\circ - (\theta_1 + \theta_2)$
 C. $\Delta\theta_c = (\theta_1 + 180^\circ + \theta_2)/2$ D. $\Delta\theta_c = (180^\circ - \theta_1 - \theta_2)/2$
59. 柴油机的定时圆图是按下列原则绘制的_____。
 A. 按凸轮所在位置为准 B. 按活塞所在位置为准
 C. 按曲柄与其上下止点的曲轴转角为准 D. 按飞轮上的记号为准
60. 柴油机进、排气阀定时的规律是_____。
 A. 早开,早关 B. 早开,晚关 C. 晚开,早关 D. 晚开,晚关
61. 四冲程柴油机的排气阀定时为_____。
 A. 下止点后开,上止点后关 B. 下止点前开,上止点前关
 C. 下止点后开,上止点前关 D. 下止点前开,上止点后关
62. 增压四冲程柴油机的进气阀开启提前角 $\theta_1 = 40^\circ$, 进气阀关闭滞后角 $\theta_2 = 32^\circ$, 进气阀凸轮作用角应等于_____。
 A. $\Delta\theta_c = 252^\circ$ B. $\Delta\theta_c = 108^\circ$ C. $\Delta\theta_c = 126^\circ$ D. $\Delta\theta_c = 54^\circ$

考点 8: 气阀重叠角(考试大纲 1.1.2)

在上止点前后的一段曲轴转角内,进、排气阀有一个同时打开的角度,称为进、排气重叠角(气阀重叠角),它等于进气提前角加排气滞后角,即 $\varphi_1 + \varphi_4$ 。在气阀叠开期间,进、排气管与气缸相通,此时利用废气的流动惯性,除可避免废气倒冲入进气管外,尚可抽吸新鲜空气进入气缸。增压柴油机还可实现燃烧室扫气,此时不但可提高换气质量,还可利用进气冷却燃烧室的有关部件。因而,四冲程柴油机均有一定的气阀重叠角,而且增压柴油机的气阀重叠角均大于非增压柴油机。

本书配套软件有相关习题 13 道

63. 下列选项中,易产生废气倒灌的是_____。
 A. 进气凸轮严重磨损 B. 排气凸轮严重磨损
 C. 进气道堵塞 D. 排气阀漏气
64. 一般来说,增压四冲程柴油机的气阀重叠角比非增压四冲程柴油机的要大,原因之一是_____。
 A. 增压四冲程柴油机的进气温度高 B. 增压四冲程柴油机的进气压力高
 C. 增压四冲程柴油机的燃烧室容积大 D. 增压四冲程柴油机的转速高
65. 关于四冲程柴油机进、排气凸轮的布置说法正确的是_____。
 A. 进排气凸轮在圆周方向不重叠 B. 非增压柴油机重叠 $25^\circ \sim 50^\circ$
 C. 增压柴油机重叠 $40^\circ \sim 65^\circ$ D. 非增压柴油机重叠 $40^\circ \sim 65^\circ$
66. 关于气阀重叠角的错误论述是_____。
 A. 气阀重叠角有利于燃烧室扫气 B. 非增压机气阀重叠角比增压机的小
 C. 所有型号的柴油机都存在气阀重叠角 D. 气阀重叠角是在四冲程机的上止点附近
67. 四冲程柴油机气阀重叠角的位置是在_____。
 A. 上止点前后 B. 下止点前后 C. 上止点前 D. 排气结束后
68. 四冲程增压机气阀重叠角一般为_____。
 A. $25^\circ \sim 50^\circ$ B. $15^\circ \sim 20^\circ$ C. $50^\circ \sim 70^\circ$ D. $80^\circ \sim 130^\circ$
69. 四冲程柴油机在进行燃烧室扫气时,它的_____。



- A. 气缸与进气管是相通的 B. 气缸与排气管是相通的
C. 气缸与进、排气管是相通的 D. 气缸与启动空气管相通

70. 对气阀重叠角的错误认识是_____。

- A. 利用气阀重叠角可实现燃烧室扫气
B. 只有四冲程柴油机才有气阀重叠角
C. 增压柴油机的气阀重叠角比非增压机的大
D. 上止点气阀重叠角大于下止点气阀重叠角

考点9:二冲程柴油机的工作原理(考试大纲 1.1.3)

二冲程柴油机把进气、压缩、燃烧、膨胀、排气过程紧缩在活塞的两个行程内完成,即曲轴旋转一周就完成一个循环。

1. 换气—压缩行程

活塞由下止点向上运动。在活塞遮住扫气口之前,新鲜空气通过扫气口继续充入气缸并将气缸内的废气经排气口驱除出去。当活塞上行到将扫气口全部遮蔽时,新鲜空气就停止进入气缸。当排气口被活塞遮蔽后,气缸内的空气就被上行的活塞压缩,压力和温度亦随之升高。在活塞到达上止点前的某一时刻,柴油经喷油器喷入气缸,并与高温高压空气混合后着火燃烧。

2. 膨胀—换气行程

活塞由上止点向下运动。在此行程的初期,燃烧仍在继续猛烈地进行,到下止点后的某点才基本结束。高温高压的燃气膨胀推动活塞下行做功。当活塞下行将排气口打开时,由于此时缸内的燃气的压力和温度仍较高,分别为 $0.5 \sim 0.6 \text{ MPa}$ 和 $600 \sim 800^\circ\text{C}$,因而气缸内燃气借助于气缸内外的压差经排气口高速排出,缸内的压力也随之下降,当缸内压力下降到接近扫气压力时,下行的活塞将扫气口打开。新鲜空气便通过扫气口充入气缸,并对气缸内进行扫气,将气缸内的废气经排气口驱除出去。这个过程一直要延续到下一个循环活塞再次上行将进气口关闭时为止。

本书配套软件有相关习题 20 道

71. 关于直流扫气二冲程柴油机换气定时说法正确的是_____。

- A. 进、排气定时可调
B. 仅排气阀定时可调,可以调整在进气之前开,也可调整在进气之后开
C. 进气定时是关于下止点对称的,排气定时不能对称
D. 柴油机工作时进、排气定时不随转速变化

72. 关于二冲程柴油机工作过程说法正确的是_____。

- A. 扫气过程中排气管内压力可略高于扫气压力 B. 没有吸气行程
C. 没有排气过程 D. 扫、排气定时不可控

73. 增压二冲程气口—气阀式直流扫气柴油机的排气阀的关闭是_____。

- A. 在扫气口关闭之前 B. 在扫气口关闭之后
C. 与扫气口同时关闭 D. 视机型不同,三种方案均可被采用

74. 目前,弯流扫气的二冲程柴油机已不再生产,原因是现在船用低速柴油机已向_____发展。

- A. 长行程方向 B. 大缸径 C. 多缸数 D. 高增压