

船舶轮机员 简明手册



武汉河运专科学校学报编辑部

船舶轮机员简明手册

温兆振 叶小明 编

武汉河运专科学校学报编辑部

内 容 提 要

本手册主要介绍船舶柴油机、辅机、电器设备等 的性能、型号表示方法和常见故障及排除方法；船舶材料、油料的种类、规格性能等，内容较完整，便于携带查阅。

主要包括：柴油机型号 的表示法和有关名词解释，柴油机主要机件的修理及装配标准，柴油机运转中常见的故障及其产生原因和排除方法，船用齿轮箱和废气涡轮增压器，离心泵、离心——旋涡泵与齿轮泵、制冷机、分油机与空气压缩机，船舶电动机与发电机，蓄电池，轴系与螺旋桨，船舶常用材料，燃油、润滑油和水，船舶管系，轮机常用英语词汇，常用计量单位等。

本手册主要供内河和海洋船舶轮机管理人员使用，亦可供机务部门、船舶修造厂轮机工程技术人员和工人以及专业师生参考。

目 录

一、柴油机型号中表示法和有关名词解释

- 1. 柴油机型号中表示法..... (1)
- 2. 柴油机有关的名词解释..... (2)

二、柴油机主要机件的修理标准

- 1. 船用柴油机主要零件磨损极限..... (9)
- 2. 船用柴油机主要零件装配间隙..... (15)
- 3. 各种螺母紧固的扭力矩..... (28)
- 4. 重要部件的水压试验标准..... (29)
- 5. 曲轴的拐档差..... (30)
- 6. 柴油机有关零件的维修保养周期..... (33)

三、柴油机运转中常见的故障

及其产生原因和排除方法

- 1. 柴油机起动困难..... (39)
- 2. 柴油机运转时有不正常的杂音..... (41)
- 3. 柴油机运转不稳定..... (43)
- 4. 柴油机在运转中自行停车..... (45)
- 5. 排气颜色不正常..... (47)
- 6. 柴油机异常震动..... (49)
- 7. 柴油机发不足功率..... (50)
- 8. 排气温度不正常..... (51)
- 9. 润滑系统的故障..... (53)
- 10. 冷却系统的故障..... (54)

11. 调速器故障	(55)
12. 曲轴箱冒烟爆炸	(57)
四、船用齿轮箱和废气涡轮增压器	
1. 齿轮箱型号的表示法	(58)
2. 国产船用液压齿轮箱技术数据表	(60)
3. 液压齿轮箱常见故障和排除方法	(61)
4. 废气涡轮增压器型号的表示法	(64)
5. 国产常用废气涡轮增压器技术数据表	(66)
6. 废气涡轮增压器常见故障和排除方法	(67)
五、离心泵、离心——旋涡泵与齿轮泵	
1. 离心泵型号的表示法	(72)
2. 电动单级离心泵部分产品主要性能表	(73)
3. 离心泵常见的故障和排除方法	(74)
4. 离心—旋涡泵型号的表示法	(76)
5. 离心—旋涡泵主要性能参数表	(77)
6. 离心—旋涡泵常见的故障和排除方法	(77)
7. 齿轮泵型号的表示法	(78)
8. 齿轮泵主要性能表	(79)
9. 齿轮泵常见的故障和排除方法	(81)
六、制冷机、分油机与空气压缩机	
1. 制冷剂的性能	(83)
2. 冷冻机油的规格	(84)
3. 各种食物最佳的冷藏温度	(85)
4. 制冷机常见的故障和排除方法	(85)
5. 分油机比重环的选择	(89)
6. 分油时最佳加热温度的确定	(90)
7. 分油机常见的故障和排除方法	(91)
8. 空气压缩机的主要性能	(94)

9. 空气压缩机常见的故障和排除方法	(95)
--------------------	------

七、船舶电动机与发电机

1. 常用电动机型号的表示法	(98)
2. 常用电动机的技术数据	(99)
3. 电动机出线端标志	(107)
4. 电动机常见的故障和排除方法	(108)
5. 电动机反向运行的方法	(112)
6. 常用发电机型号的表示法	(113)
7. 常用发电机的技术数据	(115)
8. 发电机常见的故障和排除方法	(117)
9. 发电机并联运行的条件	(121)

八、蓄电池

1. 蓄电池型号的表示法	(122)
2. 酸性蓄电池和碱性蓄电池的性能比较表	(123)
3. 蓄电池的技术数据	(124)
4. 蓄电池的电解液配制	(126)
5. 蓄电池的使用及维护	(128)
6. 蓄电池常见的故障及排除方法	(131)

九、轴系与螺旋桨

1. 尾轴与尾轴承的配合	(133)
2. 中间轴与中间轴承的配合	(136)
3. 推力轴与推力轴承的配合	(138)
4. 尾轴与螺旋桨的装配	(138)
5. 螺旋桨各部分名称	(141)
6. 螺旋桨螺距的测量	(142)
7. 螺旋桨的静平衡校正	(143)

十、船舶常用材料

1. 金属材料的性能和用途	(146)
2. 密封材料的性能和用途	(154)

3. 电气绝缘材料的性能.....	(155)
-------------------	-------

十一、燃油、润滑油和水

1. 燃油的种类、规格性能.....	(158)
2. 润滑油的种类、规格性能.....	(161)
3. 化学清洗水垢的方法及去垢剂的配制.....	(165)

十二、船舶管系

1. 船舶管子材料.....	(166)
2. 管路的名称与颜色.....	(168)
3. 管子或管路水压试验.....	(169)
4. 管路损坏的原因.....	(171)
5. 液压系统部分图形符号.....	(172)

十三、轮机常用英语词汇

1. 词汇分类要目.....	(179)
2. 常用英语词汇.....	(179)
3. 轮机常用略语.....	(194)

十四、常用计量单位

1. 长度单位换算表.....	(198)
2. 面积单位换算表.....	(200)
3. 体积和容积换算表.....	(202)
4. 重量单位换算表.....	(204)
5. 压力单位换算表.....	(206)
6. 功率单位换算表.....	(207)
7. 能及热量单位换算表.....	(208)
8. 速度单位换算表.....	(210)
9. 流量单位换算表.....	(210)
10. 力单位换算表.....	(211)
11. 密度单位换算表.....	(211)
12. 油率耗换算表.....	(211)
13. 温度换算表.....	(212)

一、柴油机型号表示法和有关名词解释

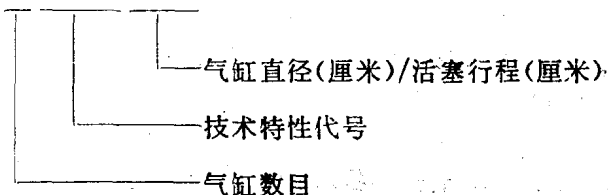
1. 柴油机型号的表示法

每一种柴油机都有一个特定的型号作为该种柴油机的代号。目前各国柴油机的型号所用的代号都不同，而且型号代表的内容也不一致。现将我国有关部门关于柴油机型号的表示方法介绍如下：

1) 船用大型柴油机

这类柴油机的表示方法分三个部份，第一部份表示气缸数，第二部分表示技术特性，第三部份表示气缸直径和活塞行程。

例如：6 ESDZ 43/82型柴油机



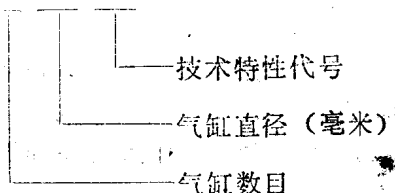
技术特性用汉语拼音的第一个字母表示，E (Er) —— 二冲程；S (Shi) —— 十字头；D (Dao) —— 倒转；Z (Zhen) —— 增压。

6 ESDZ43/82型柴油机表示为六缸、二冲程、十字头式、可倒转、增压式船用柴油机，它的气缸直径是43厘米，活塞行程是82厘米。

2) 船用中、小型柴油机

我国中小型柴油机的型号的表示方法还未统一确定。现介绍一般常用的表示方法，它也为三个部分，第一部分表示气缸数，第二部分表示缸径，第三部分表示技术特性。

例如：6 135 ZC



技术特性代号的含义是：Z——增压，D——可倒转，F——风冷，L——直立式，C——船用。

6 135ZC型柴油机表示为六缸、缸径是135毫米、增压船用柴油机。

若是二冲程柴油机，则在缸数后面加一个E字。例如 4 E135型柴油机。

若是V型排列柴油机，则在缸数后面加一个V字。例如12V135型柴油机。

2. 柴油机有关的名词解释

1) 示功图——将柴油机气缸内压力与容积的变化关系用直角坐标的方法表示出来的图形即为示功图，亦称PV

图。图 1 为某四冲程柴油机的示功图。

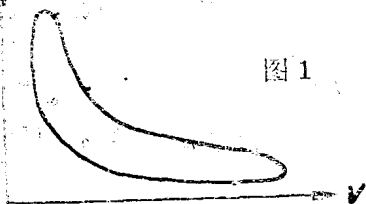


图 1 四冲程柴油机示功图

2) 定时图——气阀开始开启和关闭终了时刻的曲轴转角称为配气相位。用环形图表示配气相位叫定时图。图 2 所示为 135 系列柴油机的定时图。

3) 曲柄排列图——

沿曲轴轴线从柴油机的自由端向飞轮端看去时，所看到曲柄排列情况的示意图。

4) 压缩比——

压缩始点的容积对压缩终点的容积的比值叫压缩比，通常用 ϵ 表示。

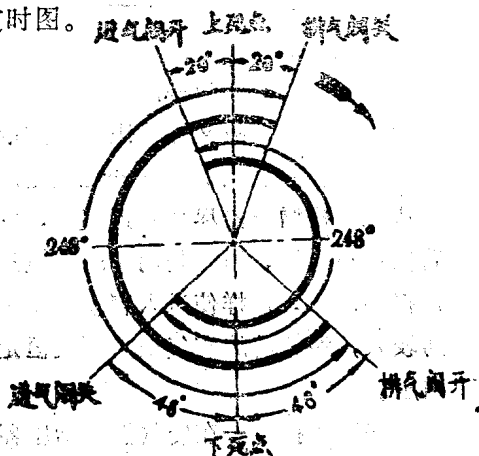


图 2 135 系列柴油机定时图

5) 机械负荷——柴油机在气体压力，惯性力等作用下，使各种另部件分别受到拉伸、压缩、弯曲、扭转的作用，从而在另部件中产生拉伸、压缩、弯曲、扭转等应力，还由于振动和预紧力等因素引起附加应力。柴油机的机械负荷就是上述作用力使另部件产生应力的_{大小}。一般均用在最

高爆压 P_z 和最大往复惯性力 $P_{j\max}$ 作用下,在柴油机各另部件中引起的应力来代表机械负荷的大小。

6) 热负荷

它表征柴油机受热零部件如活塞、气缸套、气缸盖、气阀等的受热程度。

表示热负荷大小的参数目前尚无统一标准。船舶上常用排气温度来表示。当柴油机热负荷增加时,将使受热零部件的强度降低;受热零部件各部分温差加大,引起较大的热应力和热变形。

7) 增压比——压气机出口压力和进口压力之比。

8) 定压涡轮增压——是利用废气能量的一种方式,其特点是:柴油机所有气缸都接到一根排气管上,而排气总管的容积又很大,能起稳压箱的作用,涡轮前废气压力基本上保持一恒定值,故又称恒压增压或等压增压。

9) 脉冲涡轮增压——是利用废气能量的另一种方式,其特点是把增压器尽量靠近气缸,并把柴油机各缸的排气支管做得短而细,通常是两个气缸或三个气缸共一根排气管,再接到涡轮。这样使进入容积较小的排气管中的废气压力波动较大,涡轮前的废气压力不是恒定的,所以又叫变压涡轮增压。

10) 喘振——在废气涡轮增压器中压气机的流量偏离设计流量减小到某一定值时,使压气机叶轮进口和扩压器叶片内产生强烈的气流分离而使压气机的工作出现不稳定状态,称为压气机喘振,其具体表现在:压气机中的空气流出现强烈的振荡,引起叶片强烈的振动,并产生很大的噪音,压气机出口压力显著下降。

11) 指示参数

柴油机的指示参数是表示工质在气缸内所经历的循环各工作过程的完善程度的一组参数。它只考虑了气缸内有关热量的损失，如燃烧不完全及热传导所引起的损失等，而不考虑气体膨胀在活塞上作功传到曲轴上所引起的摩擦损失等。

(1) 平均指示压力 P_i

为了比较不同类型和不同缸径柴油机的作功能力，首先需要把它们都换算到每一单位气缸容积时的做功能力，平均指示压力表示了这个能力。即：

$$P_i = \frac{W_i}{V_s} \text{ 公斤/米}^2 = \frac{W_i}{V_s \cdot 10^4} \text{ 公斤/厘米}^2$$

式中： W_i ——每一工作循环一个气缸所做的指示功，单位为公斤·米或公斤·厘米；

V_s ——气缸工作容积，单位为米³或厘米³。

(2) 指示功率 N_i

指示功率是指单位时间内所作的指示功。

柴油机所作的指示功为：

$$W_i = P_i \cdot V_s \cdot 10^4 \cdot i \text{ 公斤} \cdot \text{米}$$

式中： i ——气缸数。

每秒所作的功称为功率，故指示功率为：

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_s \cdot n \cdot 10^4}{60} \cdot i \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒}$$

式中： n ——柴油机转速，转/分。

$$\text{或：} N_i = \frac{P_i \cdot V_s \cdot n \cdot 10^4}{60 \times 75} \cdot i \text{ 指示马力}$$

考虑到柴油机完成一个工作循环的冲程数不同，有二冲

程和四冲程之分，柴油机的指示功率的一般式为：

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_s \cdot n \cdot 10^4}{4500} \cdot i \cdot m$$

$$= \frac{P_i \cdot V_s \cdot n}{0.45} \cdot i \cdot m \text{ 指示马力}$$

式中：m——冲程系数，四冲程 $m = \frac{1}{4}$ ，

二冲程 $m = 1$ 。

(3) 指示耗油率 g_i

指示耗油率 g_i (公斤/指示马力·小时) 是柴油机的经济性指标，它表示每一指示马力每小时耗油量。

在一定负荷下，通过计算所测得的示功图得出该负荷下的指示功率 N_i ，同时用专门的设备 (磅秤或已知容积的容器) 测得柴油机在该负荷下每小时耗油量 G_T (公斤/小时)，于是

$$g_i = G_T / N_i \text{ 公斤/指示马力·小时}$$

(4) 指示效率 η_i

指示效率是柴油机工作循环作出的指示功的热当量和每循环加入的热量的比值，它表示了燃油的能量在气缸内被利用的程度。

按照指示效率的定义，得

$$\eta_i = \frac{A \cdot W_i}{Q_{\text{加入}}}$$

式中：A——功的热当量， $A = 1/427$ 千卡/公斤米

$Q_{\text{加入}}$ ——为得到指示功 W_i 所加入气缸内的热量。

12) 有效参数

柴油机的指示参数是以工质对活塞做功为基础的。但在实际上，柴油机是通过曲轴对外做功的，曲轴上的功才是实

际的有效功，以曲轴上所得功为基础的参数即为有效参数。

(1) 有效功率 N_e 和机械效率 η_m

柴油机气缸内工质发出的指示功率 N_i 通过活塞、连杆、曲轴传出去。从曲轴飞轮端传出的功率称为有效功率 N_e ，又称为制动马力。

有效功率有下面几种不同的表示方法：

①15分钟功率——柴油机允许连续运转15分钟的最大有效功率。

②1小时功率——柴油机允许连续运转1小时的最大有效功率。

③12小时功率——柴油机允许连续运转12小时的最大有效功率。

④持续功率——柴油机允许长期连续运转的最大有效功率。

有效功率 N_e 比指示功率 N_i 小，这是因为功率在传递过程中有损失，这些损失有摩擦损失，带动辅助机械的损失，泵气损失等。这些损失总称为机械损失功率，用 N_m 表示，故

$$N_e = N_i - N_m$$

机械效率 η_m 是柴油机曲轴飞轮端获得的有用功与气缸内指示功的比值，即

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{N_i - N_m}{N_i} = 1 - \frac{N_m}{N_i}$$

(2) 平均有效压力 P_e

平均有效压力是每一循环所做的有效功与气缸工作容积的比值。

与前述指示参数同理，可得平均有效压力 P_e 与有效功率 N_e 之间的关系式：

$$N_e = 1/0.45 \cdot P_e \cdot V_s \cdot n \cdot i \cdot m \quad \text{马力}$$

$$P_e = \frac{0.45}{V_s \cdot n \cdot i \cdot m} \cdot N_e \quad \text{公斤/厘米}^2$$

$$N_e = \eta_m \cdot N_i \quad \text{马力}$$

$$P_e = \eta_m \cdot P_i \quad \text{公斤/厘米}^2$$

(3) 有效效率 η_e 和有效耗油率 g_e

有效效率 η_e 和有效耗油率 g_e 这两个参数表示了柴油机工作的经济性。

柴油机的有效效率 η_e 代表曲轴飞轮端所传出的有效功的热当量与所消耗热量的比值，即

$$\eta_e = \frac{A \cdot W_e}{Q_{\text{加入}}}$$

$$\text{或: } \eta_e = \frac{632.3 \cdot N_e}{G_T \cdot H_u} = \frac{632.3 \cdot N_i}{G_T \cdot H_u} \cdot \eta_m = \eta_i \cdot \eta_m$$

式中： W_e ——飞轮端传出的有效功，

H_u ——燃料低热值。

有效耗油率 g_e 表示每单位有效功率每一小时所消耗的燃油量，即

$$g_e = \frac{G_T}{N_e} \quad \text{公斤/有效马力} \cdot \text{小时}$$

g_e 与 η_e 的关系可用下式表示：

$$\eta_e = \frac{632.3}{g_e \cdot H_u}$$

二、柴油机主要零件的修理及

装配标准

1. 船用柴油机主要零件磨损极限 (参照交通部部标准 JT4021—77~4055—77附录一)

1) 活塞裙部外圆磨损极限 (毫米)

气 缸 直 径	筒形活塞裙部		十字头式活塞裙部	
	椭圆度	锥 度	椭圆度	锥 度
~100	0.20	0.20		
>100~150	0.25	0.25		
>150~200	0.25	0.25		
>200~250	0.30	0.30		
>250~300	0.30	0.30		
>300~350	0.30	0.30		
>350~400	0.40	0.40	0.60	0.60
>400~450	0.50	0.50	0.75	0.75
>450~500	0.50	0.50	0.75	0.75
>500~550	0.60	0.60	0.90	0.90
>550~600			1.05	1.05
>600~650			1.20	1.20
>650~700			1.35	1.35
>700~750			1.50	1.50
>750~800			1.65	1.65

2) - 气缸内孔磨损极限 (毫米)

直 径	>750转/分 筒形活塞式 柴 油 机		500~750 转/分 筒形活塞式 柴 油 机		150~500 转/分 筒形活塞 式柴油机		十字头式 柴 油 机	
	最大 椭圆 度	气缸直 径最大 增量	最大 椭圆 度	气缸直 径最大 增量	最大 椭圆 度	气缸直 径最大 增量	最大 椭圆 度	气缸直 径最大 增量
~100	0.10	0.40	0.15	0.50				
>100~150	0.15	0.50	0.20	0.60				
>150~200	0.20	0.60	0.25	0.70				
>200~250	0.25	0.70	0.30	0.80				
>250~300	0.30	0.80	0.35	0.90	0.40	1.2		
>300~350			0.40	1.00	0.45	1.6		
>350~400			0.45	1.10	0.50	1.8	0.55	3.20
>400~450			0.50	1.20	0.55	2.0	0.60	3.60
>450~500					0.60	2.2	0.70	4.00
>500~550					0.65	2.5	0.80	4.40
>550~600					0.70	2.8	0.90	4.60
>600~650							0.95	4.80
>650~700							1.00	5.00
>700~750							1.10	5.20
>750~800							1.20	5.40