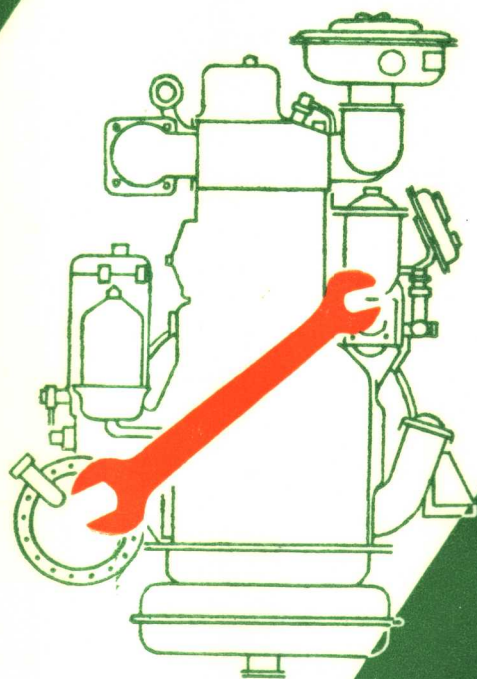


舰用 柴油机动力装置 装修



舰用柴油机动力装置装修

黄钟骅 廖集强 朴甲哲 编

中国人民解放军海军工程学院

一九八一年六月

前 言

“舰用柴油机动力装置装修”教材是根据内燃水面舰艇机电长专业教育计划的要求编写的。考虑到检修的共性、和本教材适用专业的广泛性，在介绍柴油机动力装置检修共性的原则后，也增加了潜艇动力装置的检修内容。因此也可用于潜艇机电长专业的教学。本教材在“内燃机动力装置装修工艺”（海军工程学院1963版）这份教材的基础上，参考军内外有关条令、教材和参考书，吸收我院检修135型和150型柴油机的经验，收集了海军修造船厂检修经验编写而成的。内容以较多篇幅讨论了高速柴油机的检修，也讨论了中速柴油主机及动力装置（轴系机械及轴系）的检修安装内容。为方便舰艇进行柴油机动力装置的检修，书后增加了一部分附录，以备参考查阅。

本教材由尹秀成同志主审。本院 201 教研室装修组集体审校，院绘图室同志大力协助。由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，请批评指正。

编 者

一九八〇年十一月

目 录

第一章 柴油机修理总论及我军的修理制度	(1)
第一节 维修的意义	(1)
第二节 我海军的检修制度	(4)
第三节 待修件的确定	(5)
第四节 极限磨损及报废问题	(10)
第二章 柴油机的拆卸及清洗	(13)
第一节 柴油机拆卸前的准备工作	(13)
第二节 柴油机拆装技术及安全规则	(14)
第三节 柴油机的总拆卸及部件拆卸	(21)
第四节 机件清洗及短期封存	(31)
第三章 机件故障、故障检验和修理方法概述	(37)
第一节 机件故障	(37)
第二节 故障的检验	(45)
第三节 修理方法概述	(62)
第四章 柴油机机件的故障检验和修理	(82)
第一节 柴油机通用零件的故障检验	(82)
第二节 柴油机主要机件的检验和修理	(85)
第三节 燃料系统机件的检修	(147)
第四节 泵的检修	(168)
第五节 增压器的检修	(172)
第五章 柴油机的装配	(185)
第一节 柴油机装配的总论	(185)
第二节 柴油机通用零件的装配	(189)
第三节 高速柴油机的部件装配	(203)
第四节 高速柴油机的总装配	(207)
第六章 中速柴油机的装配要点	(221)
第一节 中速柴油机曲轴的安装和臂距差检验	(221)
第二节 中速柴油机气缸、活塞组件的安装和活塞在气缸中心位置的 检验及调正	(238)
第三节 6E-390 型柴油机总装后的调正	(242)
第七章 轴系机件的检修和轴系的安装找正	(250)
第一节 摩擦片离合器及轮胎离合器的检修	(250)
第二节 推力轴承和艏轴承的检修	(256)

第三节	潜艇艉套填料箱破精环的更换	(265)
第四节	轴及螺旋桨的检修	(268)
第五节	轴系的找正安装	(277)
第六节	轴系中心线的确定及主机定位安装	(300)
第八章	柴油机动力装置修理后的试车与舰艇试航	(318)
第一节	试车的目的和种类	(318)
第二节	高速柴油机试验台试车	(319)
第三节	舰用主机的试车	(322)
第四节	试车中的常见故障和处理	(324)
第五节	试车质量的评定及复试	(330)
第六节	潜艇动力装置修理后的试验	(331)
第九章	修理的组织领导	(339)
第一节	舰艇修理计划的制订	(339)
第二节	舰艇修理的准备工作	(340)
第三节	各种修理的组织与领导	(351)

附 录

附录一	水面舰艇定期修理(中、小修)工程范围	(355)
附录二	中、小型高速柴油机维修通用数据	(355)
附录三	135型柴油机及ZF80、120型齿轮箱主要零、部件的安装及修理标准	(364)
附录四	150型柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(374)
附录五	105型(2105及4105型)柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(387)
附录六	轻12—180型柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(400)
附录七	重180型柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(431)
附录八	8300ZC型柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(445)
附录九	12VE230ZC柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(453)
附录十	350型柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(462)
附录十一	EDZ43/67型柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(470)
附录十二	6390型柴油机主要零、部件的安装及修理标准	(477)
附录十三	常用计量单位与国际单位换算关系	(484)

第一章 柴油机修理总论及我军的修理制度

第一节 维修的意义

柴油机的零件有上万件、摩擦部分有上千处。运动机件经常在高速高负荷下运转，加上不少机件受燃气、油料、热水的侵蚀作用。零件受磨损、腐蚀以及冲击振动而产生的松动、变形在所难免。

因此若柴油机只管使用不加维修，逐渐就会发现：起先，活塞——气缸组的密封性逐步受到破坏，功率可能以每500小时降低1%左右的速率下降，燃料与润滑油消耗相应增加；继而活塞曲轴等运动部件出现敲击与振动。机油压力下降，润滑情况恶化。随后，磨损部分势必受到严重烧损或熔毁。应力疲劳部分开始发生裂纹，振动加剧而动作失灵。运转终于达到不安全的程度，甚至整台发动机遭到破坏。

间隙的增大是由于机件间因摩擦产生磨损的结果。属于不可避免的自然现象，它有着自己发生、发展的规律。可以从间隙的变化和发展中去探索柴油机正确使用和维修的意义。

以活塞——气缸，或曲轴——轴承这样的间隙配合机件为例。从图 I - 1 中可以看出：

运动机件装配好后具有的最初间隙就是新装配时的间隙。在图上称之为最小间隙。

$S_{\text{最小}}$ 。

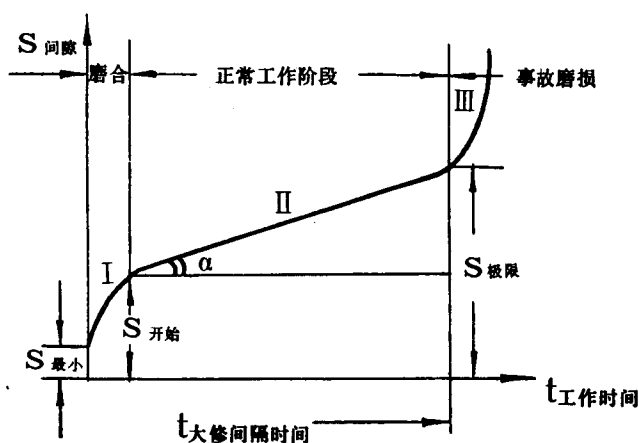


图 I - 1

柴油机刚开始工作时，由于新组件在未磨合前零件表面还是比较粗糙的。也因装配的不合适，机件间实际接触面积较小，因此磨损较大，间隙增长较快。这是柴油机工作的第一个阶段，我们称它为磨合阶段。这阶段的特点，是磨损速度很快，间隙变化大。

随着粗糙表面的凸起部分被磨掉，两机件的接触面愈磨愈平，接触面的增大机件愈配合，到一定程度间隙的增长速度降低。发展趋于平缓、稳定。

第 II 阶段即正常工作阶段。随着工作时间的延长，间隙愈来愈大，但间隙增长速度稳定。

间隙扩大达到某一极限后，对于轴承来说间隙增长到一定程度则产生冲击，发热、润滑不好等现象，若继续工作就可能出现事故性磨损，短时间内磨损很快，间隙增长很大，以致轴承烧熔损坏。则进入磨损的第三阶段了。

第Ⅲ阶段为事故性损坏阶段，机件和柴油机在这阶段工作是不安全的，会产生事故。从管理的角度出发，希望正常工作阶段愈长愈好。为了认识延长柴油机的使用寿命（一般指正常工作时间即大修间隔）的途径。我们把第Ⅲ阶段的磨损曲线假定磨损速度是等速的。则根据三角关系建立如下关系式。

$$t = \frac{S_{\text{极限}} - S_{\text{开始}}}{\text{tg}\alpha} \quad \text{I-1}$$

式中：t：正常工作时间（小时）

$S_{\text{极限}}$ ：继续使用将进入事故磨损的极限间隙（毫米）

$S_{\text{开始}}$ ：结束磨合阶段进入正常工作时期的开始间隙（毫米）

$\text{tg}\alpha$ ：机件组的磨损速度或称间隙增长率（毫米/小时）

在认识极限间隙时，我们以轴颈、轴瓦付的配合为例。当轴颈旋转后，润滑油被打入楔隙建立油压而形成油层，即油膜厚“h”。见图 I-2。在起动停歇阶段发生干摩擦，油层建立后轴颈和轴瓦被隔开形成液体摩擦。因此在运转过程中轴颈和轴瓦均受到摩擦，间隙S逐渐扩大。而润滑理论和实践表明，油膜层厚h和间隙S之间概略成反比关系。即 $h \propto \frac{1}{S}$ 。当S逐渐扩大，h逐渐减小，直至h值缩减到小于轴颈和轴瓦的表面粗糙度的总和时，有效油层消失。

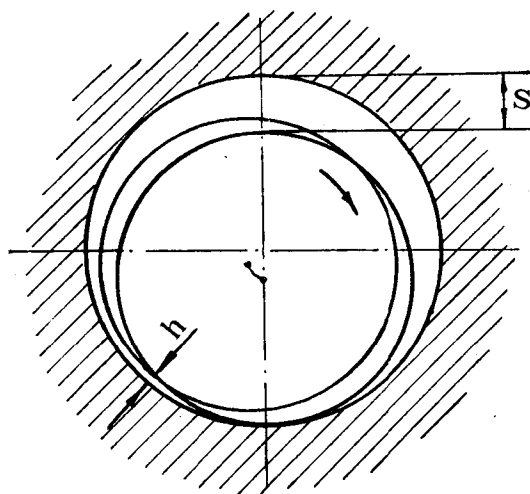


图 I-2

即使在额定的高速下运转，其结果也将发生干摩擦。也就是说轴颈和轴瓦的配合到达 $S_{\text{极限}}$ 后，柴油机继续运转势必导致轴承的烧损。重则产生事故；轻则严重损坏。

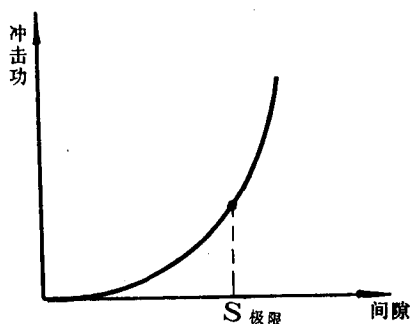


图 I-3

在有冲击载荷的配合中，如四冲程柴油机的活塞销和销套的配合。 $S_{\text{极限}}$ 值是由最大允许的冲击功决定的。间隙扩大使冲击功迅速增长，见图 I-3。直到冲击功增至极限值时，冲击能将促使机油过分发热，甚至把机油全部挤出而产生刚性冲击。在此以后若继续运转使用，配合将急剧磨损。

在采用压力润滑的配合中，例如曲轴组轴承的配合。随着间隙的逐步扩大，使润滑系统中的油压逐步降低，润滑情况逐步恶化。在这种情况下 $S_{\text{极限}}$ 是由最低允许油压标准所规定的。

柴油机上各种轴颈轴瓦付的 $S_{\text{极限}}$ 值，是通过长期运用统计和短期实验室试验相结合的方法确定的。一般规定 $S_{\text{极限}} = (1.5 \sim 3) S_{\text{最小}}$

除 $S_{\text{极限}}$ 外影响轴颈轴瓦付正常工作和寿命的另一个因素是椭圆度的增长。极限椭圆度的发生可能有两种不同的情况。

① 对于一般的传动轴，各种泵轴等轴旋转的轴承中，在轴承底部产生单面磨损。如图 I-4 所示。当轴承窝包角 α 扩大至 $90^\circ \sim 120^\circ$ 时，油膜便无法建立。这个时候轴承椭圆 X 值便是 $X_{\text{极限}}$ 。从放大图中看出“ h ”值小于凸出物高“ δ ”。

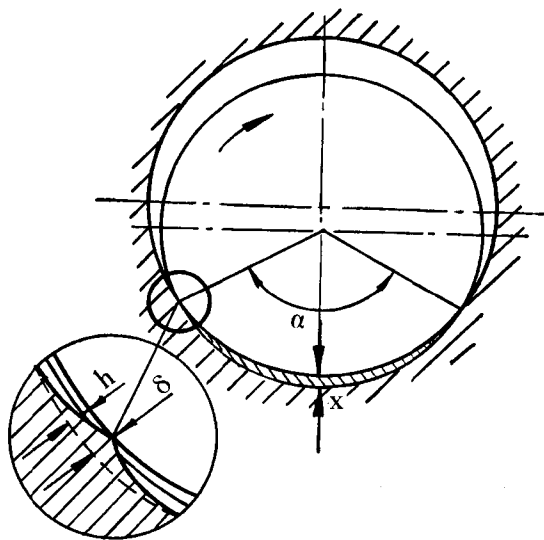


图 I-4

② 对于连杆轴承和主轴承这样的轴承中，轴颈受到单面磨损。轴颈椭圆度增长到

$Z_{\text{极限}} = S_{\text{极限}} - S_{\text{最小}}$ 时，机件付便不能正常工作了，如图 I-5 所示。很显然一方面已达最大间隙 $S_{\text{极限}}$ ，而另一方面它的最小间隙已降至 $S_{\text{最小}}$ 。轴瓦已无法继续收紧或缩小。

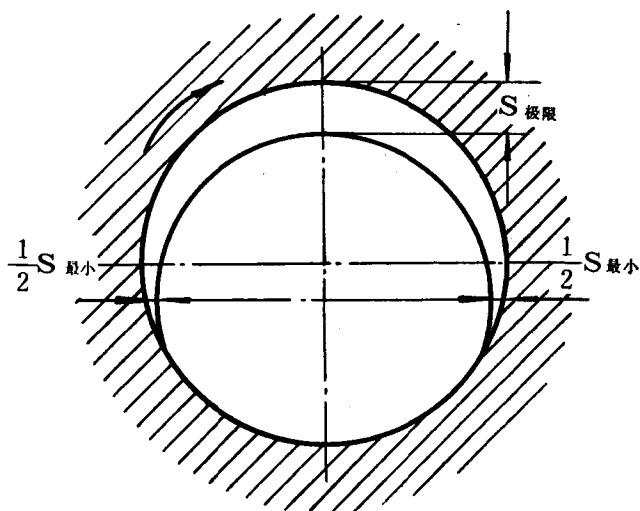


图 I-5

从上述讨论中可以看出，机件组的极限允许磨损就是配合付的极限允许间隙，和几何形状的极限允许改变。如达到了这种极限，液体润滑被破坏，发动机就可能发生事故。因此，显然所谓极限间隙和极限椭圆度，就是指保证柴油机正常工作的极限。一般地说的不容许超过的范围。

现在我们还回到研究人们关心的机件磨损曲线的第Ⅰ阶段上来。由 I-1 式中可以看出：对于装配好的柴油机上某一个具体的机件组来说， $S_{\text{极限}}$ 和 $S_{\text{开始}}$ 是不变的。要延

长机件的工作寿命，从而提高柴油机的使用寿命。则需要从减少机件的磨损速度着手。采取各种样的合理的管理措施。如加强润滑，及时调正，正确地操纵管理（指启动前的充油盘车，启动后的暖机等措施）。

除了上述管理措施外,要延长柴油机寿命,还有其它办法没有呢?这就是同志们常说的:“机器老了需要修理”。用维修的手段来恢复柴油机的战斗使用性能。

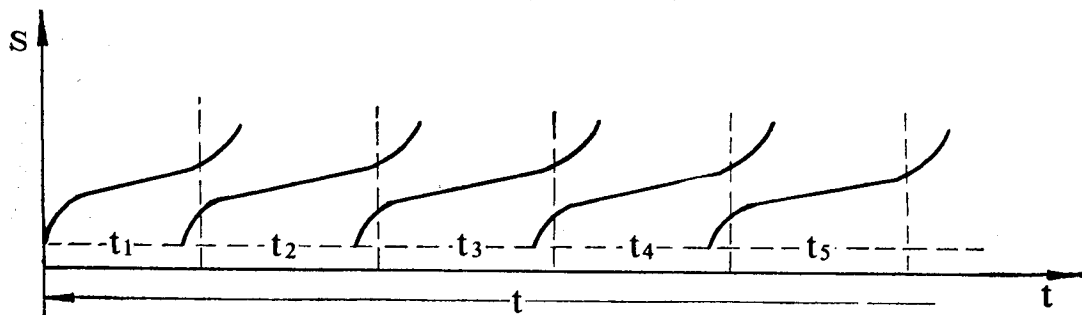


图 I-6

当主要机件的磨损即将达到需要修理的极限间隙时,则进行一次检修。使配合间隙又恢复到原来的装配间隙。如图 I-6 所示。这样经过若干次修理,机件或柴油机的寿命便是:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + \cdots + t_n \quad \text{I-2}$$

因此,检修保养是使舰艇动力装置经常处于战备状态的有效措施。那种不按照检修制度,想修则修,不想修则任意使用,直到机器不能动了才去修理,其后果往往会使修理范围扩大,延长修理周期这样做是得不偿失的。

第二节 我海军的检修制度

为了保证舰艇动力装置经常处于良好的战技术状态。根据机械的磨损规律,制订了我海军舰艇的检修制度。严格执行检修制度的规定,是延长动力装置使用寿命,保证舰艇在航率的重要措施。

检修制度主要包括两大类:即日常的预防性检修和定期的计划修理。(不包括因事故和战损的临时修理)。

一、预防性检修

目的是对舰艇进行定期检查和保养,以减少装备的腐蚀和磨损,并及时发现和排除故障,使舰艇经常处于良好的状态。检修保养分:

1. 日检拭:舰员每日按照机械检拭部署,对职掌的装备进行检查,清洁外部,润滑和转动机械,检拭时间每日30~45分钟。

2. 周检修:每周半天。检查保养舰体及舰艇各种装备,发现故障及时排除。开动机器进行运转和调正。

3. 月检修:各型舰艇以每月连续不少于3—5天时间进行检修。按各种装备保养条例规定的内容,对舰体及舰艇装备进行定期检查、保养和排除故障。在平日舰艇航行过程中发现的较大工程范围的毛病,可于月检修时间排除、检修。如中速主机进行吊缸检查,重调喷油时间检查和更换主轴承等。

4. 航行检修:在本年度中不进行定期修理的舰艇,可结合远航任务申请1~2次航行修理。一般航行修理可连续10—15天。对主机按保养条例规定,进行一次工程范围较大的检修,并结合进行舰体水线附近和水线以上部分除锈保养。

二、计划修理

计划修理类别：根据舰体、机电设备使用年限和工作小时以及工程拆检和修理范围的大小划分为：坞（排）修、小修、中修和大修。

1. 坞（排）修：一般舰艇通常是1~2年进行一次。让舰艇定期进坞（上排）进行检修保养。目的是清除舰体污锈；进行机电设备的保养与排除故障。重点是对水线以下舰体进行检查保养。如船壳板的除锈涂漆，更换舰体防腐锌板，对水下装置及附件原位检修。如轴、舵系及螺旋桨的检查保养，必要时原位测量尾轴间隙，研磨海底门，更换艉轴填料函。对机电设备也应根据工作小时及使用状况进行检修、保养及排除故障。

3. 小修：通常3—5年进行一次。作局部的预防性拆检修理。目的是在下次中修或小修前，使舰艇保持正常的技术状态。

对舰体进行重点检查，局部锈蚀严重的船壳板、甲板及上层建筑进行修补，原地拆检修理轴、舵系及水下装置。

机电设备按工作小时或使用年限进行检修保养，修换损坏的管路、电缆及辅助装置。对气瓶及部分仪表作定期检验。

对于中速主机的小修工作，通常是起吊活塞连杆组，检修更换活塞环，研磨和修理各种阀件，换修轴承、喷油泵等。进行配气、燃油等调正工作。

3. 中修：一般舰艇是7~10年进行一次。通过较全面的预防性拆检修理，使新型舰艇基本恢复性能；老旧舰艇保持一定的性能。对于舰体和机电设备的检修特点是全面检查，部分更新。

4. 大修：新的舰艇修理条例中没有规定具体的修理间隔。对舰体及机电设备进行全面的检查与修理。目的在于恢复或基本恢复原有的性能。大修的检修特点是彻底全面的检查，更换一切有故障的机件。

第三节 待修件的确定

前面谈到当主要机件的磨损快要到达极限间隙时进行一次检修。这是理想情况，这样总的工作时间最长，但事实上往往不易做到。那么到底什么时间修理，离极限间隙多远进行检修是合适的呢？实质上这是修理间隔时间和容许磨损的时间问题。

由图 I-7 中可以看出：若某一机件组在这次检修中经测量获知具有“1”点的间隙，继续安装使用时维持原来的磨损速度，能否坚持到下一次检修呢？从图上看此机件工作到达极限间隙允许的工作时间为 $t_{\text{允许}}$ ，而按修理制度规定到下一次修理的间隔时间为 $t_{\text{间隔}}$ 。则：

$t_{\text{允许}} > t_{\text{间隔}}$ 为可用件。此时零件的尺寸及几何形状的变化都在允许范围内，可以继续使用一个周期（或称修理间隔）。

若 $t_{\text{允许}} < t_{\text{间隔}}$ ，则为待修件。此时，柴油机继续工作尚不到规定的检修时间，间隙已超

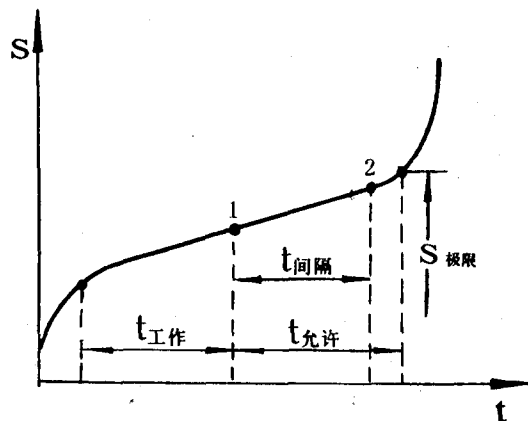


图 I-7

过极限间隙。这样的机件组继续工作是不安全的，柴油机会发生故障，为此，必须提前进行修理。

一、修理间隔时间

各型舰艇中、小、坞修的间隔时间列于表 I-1 中。这里所指的中、小修的检修范围和內容，是对整个舰艇来说的，既包括舰体也包括机电设备。这里的修理间隔以（年）计，而动力装置各机电设备的修理间隔是以工作小时计，机电设备的修理类别应尽量与整个舰艇的修理（年）间隔取得一致。即舰艇轮到中修时，动力装置检修类别也基本上要中修。只有少数特殊情况才不一致。

各型舰艇中、小、坞修的间隔

表 I-1

序号	舰 艇 型	修 理 间 隔 (年)		
		中 修	小 修	坞 修
1	驱 逐 舰	10~12	3~5	1.5~2
2	护 卫 舰	8~10	3~4	1.5~2
3	潜 艇	8~10	3~5	1.5~2
4	猎 潜 艇	6~8	3~4	1~2
5	扫 雷 舰	7~10	3~4	1~2
6	快 艇 (钢)	5~7	2~3	4~6 月
7	护 卫 艇	6~7	2~3	8 月~1
8	登 陆 舰	8~10	3~4	1.5~2
9	辅助船5000吨以上	10~12	4~6	2~3
10	辅助船500~5000吨	8~10	3~4	1.5~2.5
11	辅助船 500 吨以下	6~8	3~4	1~2

注：1. 此表摘自“海军舰艇修理条例”。

2. 大修按海军批准计划进行。

在实际管理柴油机过程中，我们就应该及时掌握柴油机及各主要机件的容许磨损时间允许。又熟悉我军的修理制度。及柴油机规定不同修理类别的间隔工作小时，可参阅表 I-2 上规定的工作小时，以便于比较有把握地来确定待修件。

几点说明：

① 具体考虑某一对机件组的修理间隔时，要作具体的分析。对于中速主机像活塞、活塞环小修间隔即可检修，而曲轴和传动齿轮等通常要待中修以上的计划修理时才拆检。为此它们的检修周期应保证从这一次修理后能安全使用至下次中修才行。

② 关于柴油机说明书或海军的修理技术标准中提到的几项间隙标准的说明。

极限间隙：前面已作了介绍，不作赘述。意即使用管理中该机件组正常工作的间隙极限。超过此间隙运行可能带来故障。在柴油机管理中一般我们还是遵照这一极限标准去执行。但极限间隙并非一成不变的死规定。随着人们对客观事物的认识深化，极限间隙也逐渐

各型柴油机大、中、小修的间隔

表 I-2

序号	机 型	修 理 间 隔 (小时)			备 注
		大 修	中 修	小 修	
1	8300ZC		4000~5000	1500~2000	
2	350型		6000	2000	
3	12V E 230ZC	6000	3000~3500	1500~2000	
4	6E-390	8000	4000	2000	
5	EDZ43/67	20000	8000~8500	3500~4000	
6	GM12-567	6000	3000	1500	
7	轻12V-180		800~1200		
8	重12V-180		2000~2400	1000~1200	
9	150型		2000~2400	1000~1200	
10	135型	6000	3000~4000	1500~2000	
11	4105型 (P)		2500~3000	1000~1500	
12	MB 820Db型		3000~4000	1500~2000	
	42-160型		300		

在变化。但修改数据的权力在有关修理部门。某舰队业务部门反映：8-300型柴油机主轴承间隙，原定为极限间隙0.35毫米。但实际使用表明有一台机器拆检时发现主轴承间隙均在0.37毫米以上，工作仍正常。其它机电部门也有类似的管理经验。为此，我们看到新技术标准中已规定300型主轴承间隙极限为0.40毫米。说明了随着管理经验的积累，极限数据更趋于完善和合理了。

安装间隙：是指柴油机设计和新机出厂时的装配数据。具有这样数据的机器就能发挥出柴油机原定的技术指标。为此中修以上的柴油机修理应力求按此间隙进行装配，以保证恢复柴油机的性能。

安装间隙有一个范围，即最小和最大安装间隙，这是柴油机制造和装配工作所必需的也是许可的。但并不意味着检修中超过最大安装间隙的机器就是不允许的。有的单位大量更换超过最大安装间隙的机件，把正将发挥良好性能的机件过早报废，这是个很大的浪费。对安装间隙的理解是错误的。

修换标准间隙：为解决舰艇检修中合理地掌握机件更换报废的标准，减少浪费，缩短修理周期，海军统一制订的各型柴油机检修标准中规定了修换标准这一栏。此数据处于安装间隙和极限间隙之间，靠近极限间隙。也就是说到了这个标准尚不修换的话，柴油机就无法保证在下次计划修理前安全的工作。柴油机的超限使用是不可靠的。

③ 修理间隔的规定，它是发展变化的。随着我们对柴油机管理水平的提高、磨损规律的进一步掌握。也由于机件材料、结构和工艺上的改进。修理间隔也逐渐放宽。如轻12V-180

柴油机最早苏联规定第一次大修期为150小时。随着制造工艺和结构上的改进,把这个期限延长为450~500小时。又根据我国海军实际使用的经验总结,定为1000小时。其它机器也有类似的情况。如苏式9DM(我们的8-300机),原定为大修期7500小时,如今苏联已延长为30000小时,资料表明在曲轴、缸套等机件上进行氮化处理后,大修期还可提高0.5倍。12VE-230ZC机原订为6000小时大修期,苏联现改为20000~26000小时。

此外,若确实由于执行任务的需要,到了一定的修理期限暂时不能进厂检修时。则可适当推迟检修,或增加一次坞(排)修理、航行修理。但应加强对柴油机的技术管理。

二、容许磨损时间——掌握各主要机件的磨损速度

从磨损曲线上建立的关系式 I -1 中可以看出,

$$t_{\text{允许}} = \frac{S_{\text{极限}} - S_1}{tg\alpha}$$

$S_{\text{极限}}$: 可从各型柴油机说明书的尺寸间隙的极限规范表中查出。

S_1 : 在这次拆检中可测得的数据。

$tg\alpha = \frac{\Delta S}{\Delta T}$ 将两次修理期间的间隙变化除修理间隔来求得。

磨损速度也可通过实践中统计知道。

▲ 南海舰队总结经12V-180机各主要机件的平均磨损得知:

连杆轴颈	0.015毫米/1000小时	
主轴颈	0.01毫米/1000小时	
气缸(上部)	0.14毫米/1000小时	可用3000小时
(中部)	0.04毫米/1000小时	
活塞销	0.01毫米/1000小时	
连杆上头部铜套	0.02毫米/1000小时	
进气阀导管	0.08毫米/1000小时	
进气阀杆	0.015毫米/1000小时	
排气阀导管	0.07毫米/1000小时	
排气阀杆	0.005毫米/1000小时	

▲ 12VE-230zc型柴油机各主要机件的磨损。

主轴颈	0.027毫米/1000小时
连杆轴颈	0.028毫米/1000小时
气缸套	0.085毫米/1000小时
活塞	0.068毫米/1000小时
活塞销	0.018毫米/1000小时
活塞环(开口)	2.03毫米/1000小时
主连杆Φ90轴承	0.035毫米/1000小时
付连杆Φ90轴承	0.026毫米/1000小时
付连杆Φ78轴承	0.055毫米/1000小时
付连杆销	0.03毫米/1000小时

主轴承螺栓伸长: 从700小时拆检到1000小时工作后的300小时运转最大伸长量0.25毫米。

连杆螺栓伸长: 从700小时拆检到1000小时工作后的300小时运转最大伸长量0.50毫米。

▲ 6E-390型柴油机各主要机件的磨耗, 12台柴油机拆检统计:

气缸	0.12毫米/1000小时
主轴颈	0.014毫米/1000小时
连杆轴颈	0.022毫米/1000小时
第一道活塞环(开口)	1.174毫米/1000小时
中间活塞环(开口)	0.88毫米/1000小时
末道活塞环(开口)	0.559毫米/1000小时
第一道活塞环(边隙)	0.046毫米/1000小时
其余活塞环(边隙)	0.032毫米/1000小时

▲ 135型柴油机

第一道活塞环开口间隙:

镀铬环	0.25毫米/1000小时
未镀铬环	3毫米/1000小时

某试验报告表明: 135型柴油机12小时功率运转3300小时后

铝合金连杆轴瓦	最大磨损0.01毫米
铜铅合金轴瓦	最大磨损0.06毫米

球墨铸铁曲柄销磨损量为钢的1/4。

▲ PC-2型柴油机

气缸	0.01毫米/1000小时
活塞环(镀铬顶环)	0.003~0.005毫米/1000小时
活塞环槽(顶环槽)	0.01~0.015毫米/1000小时
曲柄销颈最大磨损	0.002毫米/1000小时
排气阀可工作	5000—6000小时
喷油头	1000—1500小时
第一次吊缸检修期为	10000—12000小时
大修期为20000小时以上。	

从上述列举的材料看出: 不同机型、不同材料的摩擦配合件其磨损速度不同。当然也与管理条件有关。为此我们在机电管理工作中, 应该不断去积累总结自己的经验, 掌握好柴油机各主要机件的磨损速度, 做到合理的, 有预见性的进行检修, 从而延长柴油机的使用寿命。

三、待修件的确定举例:

前面已经讨论过, 确定是不是待修件, 只要是根据磨损速度算出的允许磨损时间, 小于修理间隔规定的时间, 即为待修件。

通过讨论下面的实例, 了解如何确定待修件的问题。

例1: 某舰8300型主机, 在一次小修中将测量检验具有2.2毫米开口间隙的活塞环均作报废换新, 未知合理否?

查8300柴油机安装和管理时的间隙标准得知: 活塞环开口的装配间隙为1.5—1.7毫米, 极限间隙为5毫米。柴油机的工作情况是: 上次小修刚换过一批活塞环, 开口间隙在安装间隙范围内。今取活塞环开口的装配间隙为1.7毫米。这两次修理的间隔时间为1350小时。如今开口间隙达2.2毫米。

首先计算磨损速度:
$$\text{tga} = \frac{s_2 - s_1}{t} \quad \text{即}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2.2 - 1.7}{1350} = 0.00037 \text{ 毫米/小时}$$

再算容许磨损的时间：若维持原磨损速度不变，继续使用具有 2.2 毫米开口间隙的活塞环，其容许磨损的时间是：

$$t_{\text{允许}} = \frac{s_{\text{极限}} - s_{\text{开始}}}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{5 - 2.2}{0.00037} \approx 7567 \text{ 小时。}$$

计算表明：应定为可用件。具有 2.2 毫米开口间隙的活塞环，继续使用尚可工作 7000 小时。虽然这个数据并不很确切。这是由于对磨损曲线作了一系列的简化假定，把工作时期看成直线。不考虑第二次磨合，因此实际上会比这个数值小些。当然活塞环的报废并不仅是一个开口间隙。还有边间隙的磨大，和环的弹性变坏等。但是无论如何再坚持使用一个小修间隔是完全可能的。有的舰员认为“修理一次不容易，新的总比旧的好”。这种想法是片面的。由于更换的新活塞环与原来的气缸不配合，大量更换新环，对柴油机工作并不有利，何况还带来了不必要的浪费呢？

为此最近海军装技部颁发的修理技术标准中，已提出了 8300 柴油机活塞环开口间隙的换修标准为 3 毫米，这个数值相对地说是比较合理的。

例 2：某舰 6E390 柴油机在一次检修中要确定主轴承的待修件。该机这次检修中测量的主轴承间隙为 0.30 毫米，再使用 2000 小时才进行下一轮中修，问这样的主轴承需不需要换修呢？查阅说明书知道：6E390 柴油机主轴承安装间隙为 0.18~0.26 毫米，极限间隙为 0.40 毫米。

计算时该主轴承上次检修时的安装间隙为 0.26 毫米。二次检修间隔时间为 2000 小时。

主轴承的磨损速度计算：

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s_2 - s_1}{t} = \frac{0.30 - 0.26}{2000} = \frac{0.02}{10^3} \text{ 毫米/小时}$$

按这样的磨损速度，该主轴承继续使用 2000 小时后其间隙将为：

$$t_{\text{间隔}} \times \operatorname{tg} \alpha + s_2 = 2000 \times \frac{0.02}{10^3} + 0.30 = 0.34 \text{ 毫米}$$

很显然此间隙尚小于极限间隙 0.40 毫米，故应该定为可用件。

第四节 极限磨损及报废问题

根据修理制度的规定可知道修理间隔。但往往结构、材料和工艺改进后柴油机的寿命延长了。管理改善了，虽然到了规定的修理时间，柴油机的技术状态仍然较好，过早修理拆卸是不合适的。随之修理制度也应变化。为了掌握柴油机和机件的技术状态，什么是柴油机翻修的标志呢？主要机件的磨损极限又是什么呢？

一、极限磨损

柴油机需要翻修的依据，对于中、小功率高速柴油机，大体上可从下述几个方面进行判断。

① 柴油机的动力性能显著降低，燃料系统虽已作过调整，但工作仍无力。表现在油量

放在最大位置时，最大马力只发额定功率的60%。

② 气缸压力下降，闭式冷却时水温正常（达65~80℃时）柴油机以低速运转时，检查各缸压力达不到标准压力60%者。

③ 启动性能差。由于气缸间隙大，活塞环漏气严重。停车后水温虽在50~60℃情况下，不能顺利启动。

④ 拆检柴油机时可发现，气缸间隙过大。气缸的椭圆度、不柱度及缸壁磨损量均已达到修换标准；曲轴各轴颈的磨损和失圆度也均达到或超过规定的极限。

⑤ 机油耗量显著增加。在柴油机衬垫和油封等不漏油的情况下，机油耗量已超过柴油机规定的一倍以上。

⑥ 运转时杂声过大。当柴油机走热后，发现有严重的活塞敲缸声，或曲轴轴承的敲击声。

对于主要机件的极限磨损。

柴油机各运动机件都有一个极限磨损问题。而主要机件的极限磨损则构成柴油机进行修理的依据。尤其是活塞——气缸组和曲轴——轴承组的磨损与柴油机要不要翻修有关。

活塞——气缸组件：

极限允许间隙 $S_{\text{极限}} = (2 \sim 3) S_{\text{装配}}$

铝活塞取2；铸铁活塞取3。

上式对中速机较合适，高速机约为2倍装配间隙。

中速机气缸磨损的直径增大量通常在0.6~1毫米。

曲轴——轴承组件。

主轴的极限允许磨损 $S_{\text{极限}} = 2 S_{\text{装配}}$

曲柄销轴承也相类似。

柴油机拆检后，根据故障检验的结果要定出：可用件、待修件来。在待修件中还要区分出报废件来。

二、报废的依据

在现代修理技术中，几乎任何机件无论它的损伤如何严重，都可以用一定方法进行修复。但是在某些情况下，若修理费用过高；或修理后降低机件的质量、工作不可靠；或受到修理条件的限制不能修复时。这样的机件还是要报废。因此决定机件的报废时应考虑：可靠性、经济性和技术条件的可能性这三方面的因素。

具体地说下述情况需要报废。

① 表面热处理层磨损后，某些机件应该报废。

如某些机件的渗碳淬火层或氮化层已经磨损，又不允许再次进行热处理，则应报废。

轻12V-180机曲轴轴颈氮化层深度约为0.5毫米，故说明书规定轴颈的极限磨损量达0.5毫米时报废（指直径磨损）。

6-150机曲轴为渗碳淬火轴。其深度为2.5~3毫米。说明书规定轴颈直径磨损达2毫米者，应报废。从结构强度来说上述磨损量影响不大。

轻12V-180机、6-150机用氮化气缸套，其规定的报废尺寸为缸径扩大0.5毫米。也属同理。

② 机件结构强度方面的限制。

对某些机件设计中安全系数不大，虽然尺寸变动不大，但仍然是不允许的。这个极限值的限制一般靠实验来解决。如气缸的极限磨损量(对中速机来说一般仅为0.6~1毫米)。这个数值反映的主要问题是随着缸径的增大，该缸马力加大，对气缸的强度有影响。同时选用加大活塞后，惯性力增大，影响柴油机的平衡。

③ 对某些机件来说由于结构上的原因。一个机件尺寸变动太大，将影响整个机件组的工作。致使该机件不能继续使用，这亦可作为尺寸容许减小的极限。

如有的柴油机轴承合金直接浇注在连杆下头部，曲轴轴颈磨小后，连杆大头轴承要求加厚使内径缩小。但白合金超过了容许厚度，承载能力变差，成为不允许的。

④ 有时出现严重的破损事故，或铸铁材料长期高温下工作后出现内部组织疏松等。目前尚没有适当的修理方法可以修复，则机件应报废。

如灰铸铁气缸盖，长期工作在高温下，其中碳化铁将分解成石墨和纯铁体。石墨转化使体积膨胀，结构松散形成大量缝隙。强度降低，甚至漏泄。因为是整体的结构组织松散，无法修复只能报废。