



海船船员轮机适任考证必备

轮机维护与修理

主 编 范世东 田 野 主 审 王 克



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



海船船员轮机适任考证必备

轮机维护与修理

主 编 范世东 田 野 主 审 王 克



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

轮机维护与修理/范世东,田野主编. —武汉:武汉大学出版社,2012. 11
海船船员轮机适任考证必备
ISBN 978-7-307-10271-2

I. 轮… II. ①范… ②田… III. 轮机—维修—教材 IV. U676.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 264776 号

责任编辑:郭芳 责任校对:刘小娟 装帧设计:吴极

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: whu_publish@163.com 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:武汉鑫泰和印务有限责任公司

开本: 787×1092 1/16 印张:25 字数:624千字

版次: 2012年11月第1版 2012年11月第1次印刷

ISBN 978-7-307-10271-2/U·23 定价:48.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

本书系轮机工程专业本科生的“轮机维护与修理”课程的教学用书。轮机维护与修理是轮机工程专业学生的专业必修课,是轮机人员从事轮机管理工作必须具备的专业知识,也是在船厂进行船舶检修和监造工作中不可缺少的技术基础。

为了更好地履行经修订的《STCW 公约马尼拉修正案》和交通部 2011 年颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》,进一步提高船员素质,使参加考试的学员更好地掌握专业知识,强化对《海船船员适任考试大纲》中要求内容的理解,从容面对全国统考,我们组织了教学经验丰富的教师共同编写了与《海船船员适任考试大纲》相适应的《轮机维护与修理》一书。该书知识点紧扣考试大纲,具有准确、系统、实用的特点,重点突出学员适任考前培训和航海实践需掌握的知识,旨在培养学员在实践中应用知识的能力,并可作为工具书为船员上船工作使用。

本书着重介绍了轮机工程维护与修理方面的基本理论与实际修理工艺。主要内容有现代船舶维修;船机零件的摩擦与磨损、腐蚀、疲劳破坏;船机零件的缺陷检验、轮机故障诊断技术;船机维修过程;船机零件的修复工艺;柴油机主要零件的检修;船舶动力装置主要部件的检修。本书还考虑到《STCW 公约马尼拉修正案》对船员培训的要求。

本书不仅可作为高等和中等海运院校轮机工程专业学生的教学用书,也可作为海船船员《轮机维护与修理》考点的培训教材,同时还可供航运部门和修船厂工程技术人员参考。

本书由武汉理工大学范世东、田野主编,武汉理工大学王克主审。全书共 10 章,具体编写分工为:第 1、5 章由范世东编写;第 2、3、4 章由田野编写;第 6 章由周新聪、白秀琴编写;第 7 章由丁彰雄编写;第 8 章由刘爱华编写;第 9、10 章由朱汉华编写,课后练习题由田野编写。全书由田野统稿。

本书在编写过程中得到武汉理工大学船员培训中心和武汉理工大学能源与动力工程学院有关领导和同事的大力支持与帮助,在此深表感谢。

本书编写过程中还参阅、引用了相关文献资料,在此一并对其作者致以衷心感谢。

由于编写水平有限,书中的缺点和错误在所难免,恳请从事轮机维修工作的同行提出宝贵意见,使之日臻完善。

编 者

2012 年 8 月

目 录

第 1 章 现代船舶维修	(1)
1.1 船机故障概述	(1)
1.1.1 故障分类	(1)
1.1.2 故障发生前的征兆	(3)
1.1.3 故障模式	(3)
1.1.4 故障规律	(4)
1.1.5 故障的人为因素	(5)
1.2 船舶维修理论	(5)
1.2.1 维修科学	(5)
1.2.2 可靠性与可维修性	(6)
1.2.3 现代船舶维修方式	(9)
1.2.4 船舶维修保养体系.....	(12)
1.3 修船的种类和原则.....	(21)
1.3.1 修船的种类.....	(21)
1.3.2 修船的原则.....	(25)
1.4 修船的组织.....	(26)
1.4.1 编制修船计划.....	(26)
1.4.2 编制修理单.....	(26)
1.4.3 修船备件和物料的准备.....	(27)
1.4.4 安全工作.....	(27)
1.4.5 监修工作.....	(28)
1.4.6 船舶监造.....	(28)
第 2 章 船机零件的摩擦与磨损	(30)
2.1 摩擦.....	(30)
2.1.1 摩擦表面.....	(30)
2.1.2 摩擦类型.....	(32)
2.2 磨损.....	(37)
2.2.1 磨损的概念.....	(37)
2.2.2 磨损机理.....	(40)
2.3 润滑及润滑剂.....	(45)

第 3 章 船机零件的腐蚀	(53)
3.1 金属腐蚀	(53)
3.1.1 金属腐蚀的过程	(53)
3.1.2 金属腐蚀的分类	(54)
3.1.3 金属腐蚀的速度	(54)
3.2 化学腐蚀	(55)
3.2.1 化学腐蚀概述	(55)
3.2.2 柴油机零件的化学腐蚀	(56)
3.2.3 防止化学腐蚀的措施	(56)
3.3 电化学腐蚀	(56)
3.3.1 电化学腐蚀原理	(56)
3.3.2 极化作用	(58)
3.3.3 船上常见的电化学腐蚀	(59)
3.3.4 防止电化学腐蚀的措施	(60)
3.4 穴蚀	(61)
3.4.1 柴油机气缸套的穴蚀	(61)
3.4.2 燃油系统零件的穴蚀	(63)
3.4.3 轴瓦和螺旋桨的穴蚀	(63)
第 4 章 船机零件的疲劳破坏	(65)
4.1 金属疲劳的概念	(65)
4.1.1 疲劳破坏的基本知识	(65)
4.1.2 疲劳破坏的机理	(67)
4.2 影响零件疲劳强度的因素	(70)
4.3 高温疲劳与热疲劳	(71)
第 5 章 船机零件的缺陷检验	(74)
5.1 船机零件缺陷的一般检验	(74)
5.2 船机零件的无损检验	(76)
5.2.1 渗透探伤	(77)
5.2.2 磁粉探伤	(78)
5.2.3 涡流探伤	(81)
5.2.4 超声波探伤	(82)
5.2.5 射线探伤	(85)
5.2.6 声发射探伤	(87)
5.2.7 综合探伤法	(87)

第 6 章 轮机故障诊断技术	(89)
6.1 故障诊断和状态监测	(89)
6.2 柴油机性能参数分析法	(91)
6.3 振动分析法	(93)
6.4 油液监测技术	(99)
6.5 红外监测技术	(106)
6.6 船舶动力机械的远程监测与故障诊断	(106)
第 7 章 船机维修过程	(108)
7.1 船机拆验	(108)
7.1.1 船机拆卸原则和拆卸技术	(109)
7.1.2 船机拆卸过程中的检测	(111)
7.2 维修工作中的工具、量具和物料	(111)
7.2.1 主要专用工具	(111)
7.2.2 主要专用量具	(115)
7.2.3 检修物料	(118)
7.3 清洗	(119)
7.4 轮机坞修工程	(123)
7.5 船机装配	(126)
7.6 交船试验	(127)
7.6.1 交验项目	(128)
7.6.2 系泊试验	(129)
7.6.3 航行试验	(131)
7.6.4 综合要求	(133)
第 8 章 船机零件的修复工艺	(134)
8.1 船机零件的修复	(134)
8.1.1 零件修复的意义与原则	(134)
8.1.2 磨损零件的修复原则和磨损极限标准	(135)
8.1.3 修复工艺的选择	(135)
8.2 机械加工修复法	(137)
8.2.1 修理尺寸法	(137)
8.2.2 尺寸选配法	(138)
8.2.3 附加零件法	(138)
8.2.4 局部更换法	(139)
8.2.5 成套换修	(139)

8.2.6	换位修理法	(139)
8.3	电镀工艺	(140)
8.3.1	电镀	(140)
8.3.2	电刷镀	(143)
8.4	热喷涂工艺	(146)
8.4.1	热喷涂原理和特点	(147)
8.4.2	主要热喷涂方法	(149)
8.4.3	热喷涂在船机零件中的应用	(153)
8.5	焊补工艺	(153)
8.5.1	焊接	(154)
8.5.2	堆焊	(154)
8.5.3	铸铁零件的焊补	(154)
8.5.4	再制造(翻修)	(156)
8.6	金属扣合法	(156)
8.6.1	金属扣合法的种类	(157)
8.6.2	金属扣合法的特点	(160)
8.7	塑性变形修复法	(160)
8.7.1	校直法	(160)
8.7.2	墩粗法	(162)
8.7.3	扩张法	(163)
8.7.4	挤压法	(163)
8.7.5	压延法	(163)
8.8	粘接修复技术	(163)
8.8.1	有机粘接修复技术	(163)
8.8.2	有机胶黏剂在船机上的应用	(166)
8.8.3	无机粘接修复技术	(167)
8.9	研磨技术	(168)
8.9.1	研磨原理及参数	(169)
8.9.2	研磨膏	(169)
8.9.3	研磨工具	(171)
8.9.4	船机零件的研磨修复	(171)

第9章 柴油机主要零件的检修..... (173)

9.1	气缸盖的检修	(173)
9.1.1	气缸盖的作用和工作条件	(173)
9.1.2	气缸盖的疲劳破坏	(173)
9.1.3	气缸盖裂纹产生的部位、原因、检验及修理	(174)

9.1.4	气缸盖气阀座面的检修	(177)
9.2	气缸套的检修	(178)
9.2.1	活塞环与气缸套的摩擦形式	(179)
9.2.2	活塞环与气缸套的磨损	(179)
9.2.3	气缸套磨损检修	(181)
9.2.4	活塞环与气缸套的磨合	(185)
9.2.5	气缸套裂纹的检修	(188)
9.2.6	拉缸	(189)
9.3	活塞的检修	(192)
9.3.1	活塞的作用和工作条件	(192)
9.3.2	活塞外圆表面的磨损	(192)
9.3.3	活塞环槽的磨损	(193)
9.3.4	活塞组件的拆卸与测量	(194)
9.3.5	活塞顶部烧蚀的检测	(195)
9.3.6	活塞裂纹	(196)
9.3.7	活塞的验收	(197)
9.4	活塞环的检修	(198)
9.4.1	活塞环的工作状况及其检查方法	(198)
9.4.2	活塞环的磨损检测	(199)
9.4.3	活塞环折断的原因	(201)
9.4.4	活塞环黏着	(202)
9.4.5	活塞环弹力的检查	(203)
9.4.6	轮机员配换活塞环工艺	(204)
9.4.7	活塞环的验收	(206)
9.5	活塞销、十字头销与活塞杆填料函的检修	(206)
9.5.1	活塞销的检修	(206)
9.5.2	十字头销的检修	(207)
9.5.3	活塞杆填料函的检修	(208)
9.6	曲轴的检修	(210)
9.6.1	曲轴和轴承的摩擦磨损	(210)
9.6.2	曲轴轴颈磨损的检修	(212)
9.6.3	曲轴轴颈擦伤与腐蚀的检修	(215)
9.6.4	曲轴的疲劳破坏	(215)
9.6.5	曲轴裂纹与断裂的检修	(218)
9.6.6	曲轴红套滑移的修理	(218)
9.6.7	曲轴臂距差	(220)
9.6.8	主轴承高度的判断方法	(228)

9.6.9	曲轴的验收	(232)
9.7	轴承的检修	(233)
9.7.1	轴承的损坏形式	(234)
9.7.2	轴承的检测	(236)
9.7.3	轴瓦的检修	(239)
9.7.4	主轴承下瓦的换新	(239)
9.8	精密偶件的检修	(241)
9.8.1	精密偶件的主要损坏形式	(241)
9.8.2	精密偶件的检验	(244)
9.8.3	精密偶件的修理	(246)
9.9	气阀的检修	(246)
9.9.1	气阀的损伤	(247)
9.9.2	气阀磨损检修	(247)
9.10	重要螺栓的检修	(248)
9.10.1	连杆螺栓的检修	(248)
9.10.2	贯穿螺栓的检修	(249)
9.10.3	地脚螺栓的检修	(252)
9.11	柴油机吊缸检修	(252)
9.11.1	吊缸检修的技术要求	(252)
9.11.2	检测项目	(254)
9.11.3	吊缸程序	(255)
9.11.4	活塞运动部件在船上的校中	(256)
第 10 章	船舶动力装置主要部件的检修	(266)
10.1	活塞运动部件的平台检验	(266)
10.1.1	活塞运动部件相对位置的技术要求	(266)
10.1.2	活塞运动部件的平台检验	(266)
10.2	增压器的检修	(269)
10.2.1	涡轮壳体腐蚀的检修	(269)
10.2.2	轴承的检修	(271)
10.2.3	叶片与密封装置的检修	(272)
10.2.4	增压器振动检修	(274)
10.2.5	增压器的拆装与校中	(276)
10.2.6	增压器损坏的应急措施	(283)
10.3	轴系的检修	(284)
10.3.1	船舶轴系的种类	(284)
10.3.2	轴系理论中心线的确定	(285)

10.3.3 轴系工作条件及故障·····	(287)
10.3.4 轴系状态的检验和调整·····	(287)
10.3.5 船轴的检修·····	(297)
10.3.6 尾轴管装置的检修·····	(300)
10.3.7 中间轴承和推力轴承的检修·····	(309)
10.4 螺旋桨的检修·····	(312)
10.4.1 螺旋桨·····	(312)
10.4.2 螺旋桨故障及其桨叶损坏的修理·····	(315)
10.4.3 螺旋桨修理后的检验·····	(317)
10.5 舵系的检修·····	(320)
10.5.1 舵系结构和舵的种类·····	(320)
10.5.2 舵系故障、舵杆和舵承的检修·····	(322)
10.5.3 舵系中心线的检验和调整·····	(325)
10.5.4 舵系修理验收要求与提交文件·····	(326)
附录一 《轮机维护与修理》考点分布(符合 2011 规则) ·····	(328)
附录二 课后练习题 ·····	(337)
1 现代船舶维修·····	(337)
2 船机零件的摩擦与磨损·····	(343)
3 船机零件的腐蚀·····	(347)
4 船机零件的疲劳破坏·····	(350)
5 船机零件的缺陷检验·····	(353)
6 轮机故障诊断技术·····	(357)
7 船机维修过程·····	(360)
8 船机零件的修复工艺·····	(366)
9 柴油机主要零件的检修·····	(372)
10 船舶动力装置主要部件的检修·····	(383)
参考文献 ·····	(388)

第 1 章 现代船舶维修

船舶机械、设备在长期的运转使用过程中,由于受其内在因素(如设计、材料、制造和安装工艺等)和外部工作条件(如负荷、维护管理、环境等)的影响,机械零部件的尺寸精度、几何形状和相互位置精度、配合精度及表面质量逐渐发生变化,或者产生腐蚀、裂纹等破坏,机械的技术状态和使用性能不断下降,甚至发生故障,使船舶机械的部分或全部功能丧失,以致造成船舶停航。

轮机员在船上工作时,经常会遇到船机零件失效和各种船机设备的这样或那样的故障。轮机员除了进行日常和定期的维护管理工作外,还需进行失效零件更换、故障排除等检修工作或进厂修理。因此,提高对船舶故障与维修的认识及维修水平是现代船舶对轮机员的要求,也是做好现代船舶轮机管理的基础。

1.1 船机故障概述

船机故障是指船舶系统、设备、机械或其零部件原有规定功能的丧失。它是一个广义的功能丧失或功能障碍的状态。故障是可靠性与可维修性研究的对象,是维修科学研究的内容。

1.1.1 故障分类

船机故障复杂多样,研究时从不同角度对其分类,可以清晰地显示出故障的原因、性质和对船舶营运的影响,有助于轮机员分析故障、认识故障和排除故障,也便于进行故障统计,为改进船舶机械的设计、制造和维修提供重要的信息资料。

1. 按故障对船舶营运的影响分类

(1) 船舶不停航的局部故障。因局部故障导致船机设备的功能部分丧失,不需停航修理,可在航行中进行故障处理。例如,更换主机某缸的喷油泵。

(2) 船舶短时间停航的重大故障。由于严重的故障使船机设备的功能丧失,必须停航,争取短时间内通过船员自修或采用更换备件等措施排除故障。例如,主机某缸发生严重的拉缸故障,停机检修或实施封缸措施,修后继续航行。

有的国家对停航时间规定:货船不超过 6 h,客船不超过 2 h。

(3) 船舶长时间停航的全局性故障。异常严重的故障导致船机设备的功能丧失,造成船舶丧失航行能力,需要进厂进行长时间的修理。例如,主机曲轴折断、尾轴或中间轴折断、螺旋桨损坏和船舶搁浅、船体破损等。

2. 按故障发生和演变过程的特点分类

(1) 渐进性故障。船机设备长时间运转,配合件的损耗(如磨损、腐蚀、疲劳和材料老化等)累积使其性能逐渐变坏而发生的故障。这类故障通过连续的状态监测可有效地防止故障

发生。柴油机活塞环-气缸套的磨损和曲轴-轴承的磨损以及管子腐蚀穿孔等均属此类故障。

(2) 突发性故障。因外界随机因素或材料内部的潜在缺陷引起的故障,且无故障先兆,难以预测。例如,主机自动停车、螺旋桨桨叶折断等。

(3) 波及性故障(或称二次故障)。由于船机的某种故障引发的更大的故障,无法预测和防止。例如,发电柴油机连杆螺栓脱落或断裂引起连杆、活塞、气缸套和气缸盖甚至机体的破坏,俗称连杆伸腿;二冲程柴油机的活塞环断环可能被吹至排气管或扫气箱中,甚至吹入增压器涡轮端打坏涡轮叶片,造成严重事故。

(4) 断续性故障。设备在某一时间呈故障状态,而在另一时间功能又自行恢复,且故障反复发生。

3. 按故障的原因分类

(1) 结构性故障。船机设备因结构设计上的缺陷、计算上的错误或选材不当等导致的故障。如柴油机气缸套上部凸缘根部因设计上受力不当和制造工艺不良引起的凸缘根部多发性裂纹(如图 1.1所示),甚至缸套断裂。

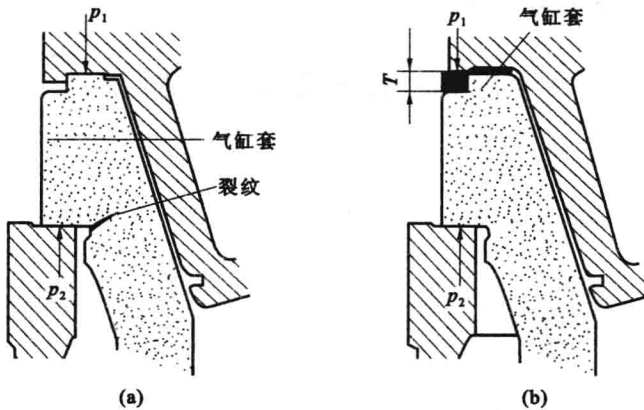


图 1.1 柴油机气缸套外部凸缘根部裂纹

(a) 原设计结构;(b) 改进后的设计结构

p_1 —紧固力; p_2 —支反力

(2) 工艺性故障。由于制造、安装质量不佳或质量检验不严等引发的故障。例如,轴系校中安装质量不良引起的轴系振动、轴承发热或过度磨损等。

(3) 磨损性故障。在正常工作条件下长期运转产生的故障。由于长期运转,船机零件磨损使其性能参数逐渐达到极限值,船机性能变坏而发生故障。例如,由于过度磨损,活塞与气缸之间间隙过大而产生敲缸、窜气等故障。

(4) 管理性故障。由于维护保养不良或违章操作等造成的故障。例如,滑油长期不化验、不更换,变质滑油引起轴瓦合金熔化的故障。

4. 按故障的性质分类

(1) 人为故障。由于操作人员管理不良或行为过失引起的故障。这是不容忽视的故障,目前在船上它已占 80% 以上,成为引发故障的主要原因。

(2) 自然故障。由于船舶机械工作环境变坏,使用条件恶劣,结构和材料缺陷,制造和

安装不良等造成的故障。例如上述各类故障。

除此之外,还可按船机设备在使用过程中故障发生的时间分为早期故障、使用期故障(随机故障)、晚期故障(老化期故障)。

1.1.2 故障发生前的征兆

除突发故障外,任何一种故障在发生前均会有不同形式的信息显示,即故障先兆,它是故障初期的表现形式。在船舱的管理工作中,轮机员注意观察并及时采取措施可以防止故障的发生。故障先兆主要有下列表现:

1. 船机性能方面

(1) 功能异常。表现为起动困难,功率不足,转速不稳,自动停车,剧烈振动等。

(2) 温度异常。表现为油、水温度过高或过低,排烟温度过高,轴承发热等。

(3) 压力异常。表现为燃油、滑油、冷却水压力失常,扫气压力、压缩压力和爆发压力不正常等。

(4) 示功图异常。柴油机做功不正常,测试出的示功图图形异常,计算出的气缸功率不符合要求。

2. 船机外观显示方面

(1) 外观反常。船机运转中油、水、气等有跑、冒、滴、漏等现象。排烟异常,如冒黑烟、蓝烟或白烟等。

(2) 消耗反常。运转中燃油、滑油和冷却水的消耗量过多,或不但不消耗反而增加。例如,曲柄箱油位增高。

(3) 气味反常。在机舱内嗅到橡胶、绝缘材料的“烧焦味”、变质滑油的刺激性气味等。

(4) 声音异常。在机舱听到异常的敲击声,如柴油机的敲缸声、拉缸声,增压器喘振声。此外还有螺旋桨鸣音及各种工作不正常的声音等。

以上各种故障先兆是提供给轮机人员的故障信息,帮助轮机人员及早发现事故前兆,以防患于未然。

1.1.3 故障模式

故障模式是指妨碍船舶完成规定任务的某种可能方式,即船舶的故障或失效的表现形式。例如船舶机械的故障模式有磨损、腐蚀、疲劳破坏等;电器的故障模式有短路、漏电、电路不通等。

船舶的故障模式可能是单一的,也可能是综合的,并且船舶的故障模式也并非固定不变,它随工作环境、使用条件、运转时间以及产品的内在因素等的变化而变化,还与产品的设计、材料、制造等因素密切相关。

在实际生产中,通过对船舶故障模式的调查、统计和计算分析,便可评价和鉴定产品的可靠性。在维修管理工作中,可依船机设备的各种故障模式发生时间来确定早期故障期和故障率的变化规律,从而可以采取预防措施,减少或防止故障的发生。

1.1.4 故障规律

船舶机械及其零部件自投入使用到损坏不能运转的全部使用过程中,不同时期的故障几率不同。实践和实验表明,故障率与时间呈“浴盆曲线”关系,称故障率规律曲线,如图 1.2 所示。

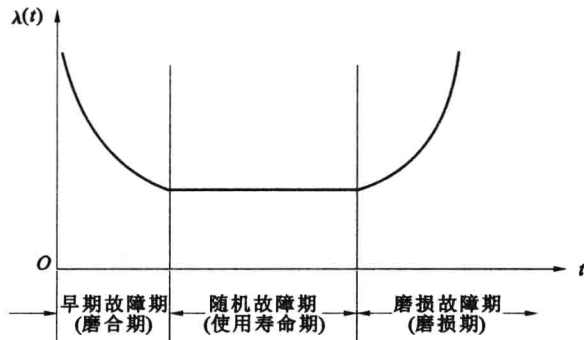


图 1.2 故障率规律曲线(浴盆曲线)

故障率 $\lambda(t)$ 是反映系统、设备、机械或零部件在给定工作时间内由完好状态转向故障态的概率。故障率规律曲线按故障发生的时间分为三个阶段:

1. 早期故障期

早期故障期又称磨合期,是船机投入使用的初期。其特点是故障率较高,但随使用时间的延长而迅速下降。故障主要是由于设计、制造的缺陷及操作不熟练、不准确和使用条件不适等造成的。通过调试、磨合、修理和更换有缺陷的零件等使故障率很快降低,运转趋向稳定。

2. 随机故障期

随机故障期又称偶然故障期,是指早期故障期之后磨损故障期之前的一段时间。特点是:

(1) 运转稳定,故障率低,近于恒定,与使用时间关系不大。

(2) 出现的故障为偶然因素引起的随机故障,主要是设计、制造中的潜在缺陷、操作差错、维护不良和环境因素等引起的故障。随机故障不能通过调试消除,也不能用定期更换零部件来预防,所以它是难以预料的。

(3) 随机故障期较长,是船舶机械的主要使用期,也是进行可靠性评估的时期。

3. 磨损故障期

磨损故障期又称晚期故障期,在船舶机械寿命的后期出现。其特点是故障率随时间的延长而迅速升高,是由于磨损、腐蚀、疲劳和老化造成的。如果在磨损故障期开始前进行修理或更换备件,则可延长随机故障期,推迟磨损故障期。

统计分析表明,并非所有的机械、设备等产品的故障率规律都是呈“浴盆曲线”关系,有些产品呈如图 1.3 所示的六种故障率曲线。

图 1.3 中曲线 A、B 有明显的磨损故障期,通常显示机械设备发生磨损、疲劳和材料老化等故障,可采用定时维修方式延长使用寿命期。往复式发动机的气缸、轴承,船体和飞机

机体等大量单体部件具有此种故障规律。

图 1.3 中曲线 C 无明显的磨损故障期,故障率随时间延长缓慢增加。航空涡轮发动机等机械设备具有此种故障率规律,可依设备的技术状态确定检修时间。

图 1.3 中曲线 D、E、F 显示产品在整个寿命期中故障率为常数,无须进行定时维修。复杂的电子设备等具有这类故障率规律。

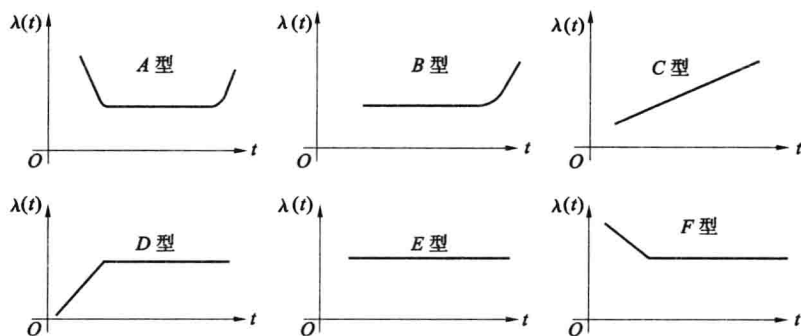


图 1.3 各种故障率规律曲线

1.1.5 故障的人为因素

船舶是机械设备和船员一体化的典型人机系统,人机功能的充分发挥和彼此良好的配合将会使船舶安全可靠地航行,船舶营运获得更大的经济效益和延长船舶的使用寿命。因此,船舶的综合可靠度取决于船体、船机固有的可靠度和船员的工作可靠度。目前,船舶动力装置的可靠度大大提高,出现了自动化无人机舱等现代化的船舶,但船机故障仍是不断,每年因海损和机损事故造成重大损失。

统计资料表明,船舶海损、机损等事故中约 80% 是人为因素造成的。船员素质低,不具备适任资格或操作错误等致使船舶机械和设备维护、保养不良而发生故障。20 世纪 80 年代以来,频繁发生的海难事故及其严重损失引起国际上的空前关注,国际海事组织(IMO)把海上事故中人为因素的作用列为重要的审议问题,制定出《国际安全管理规则》,修订了《STCW 公约》、《海员培训、发证和值班标准国际公约》,以公约的形式强制实施,以减少和防止海上事故的发生。因此,船员加强学习,提高专业知识和技术水平,取得适任资格是做好轮机管理工作的基本条件。

1.2 船舶维修理论

1.2.1 维修科学

维修是对船舶机械和设备维护与修理的统称。维护也称技术保养,是为了保持船舶机械和设备的技术性能正常发挥所采取的技术措施;船舶修理也称修船,是当船舶机械和设备的性能下降、状态不良或发生故障而失效时,为了保持或恢复其原有的技术性能所采取的技术措施。所以,船舶维修是船舶正常航行重要的技术保障工作。

长期以来,维修从属于制造,是一个落后的行业。维修停留在机械设备的使用阶段,对使用中发生的损坏进行修修补补,采取使用—维修—再使用—再维修,直至淘汰的对策。船上的维修也只是对船舶机械设备的日常维护、定期检修和排除故障的自修,进厂修理那些危及安全航行的机械设备或船舶检验机构要求的项目。随着科学技术的发展,船舶机械设备日趋先进、复杂,船舶电气化、自动化程度日益提高,对维修技术和维修质量要求也相继提高。落后的维修思想和修修补补的维修方式已不适应现代船舶的维修要求。新的、科学的现代维修理论以其先进的维修思想和维修方式来满足现代的船舶维修。

维修科学是以现代科学技术为基础,由多门学科综合而成的维修理论,适用于各行业机械设备维修的通用科学。现代维修是对机械设备或零部件进行全寿命维修。机械设备和零件的全寿命包括:论证、设计、制造、使用和淘汰五个阶段。前三个阶段为研制过程,后两个阶段为使用过程。维修贯穿于全寿命的各个阶段。所以,全寿命维修是由维修论证,可靠性与可维修性设计,可维修性检验、维护与修理,淘汰处理等部分组成的。

维修科学始于20世纪40年代,经历了萌芽、创建、发展和成熟阶段,到70年代才形成完整的学科体系。船舶机械的故障与维修是船舶维修中对立与统一的矛盾,是船舶维修理论与实践发展的基础,并且决定着船舶维修事业的发展进程,对于故障与维修的研究形成了维修科学,即与故障作斗争的科学。

维修科学是以可靠性理论与可维修性理论作为重要的理论基础。可靠性理论是研究故障规律的理论;可维修性理论是研究如何易于发现和排除故障的理论。这两种理论分别从不同的侧面研究维修。

系统工程理论在维修工作中的应用丰富了维修科学的理论。系统的观点、系统的分析方法和系统工程技术为研究维修提供了科学的手段,尤其是数学方法使许多维修问题得以量化,从而使维修科学更加完善。

维修科学是一门独立的、综合性的通用科学。其独立性表现在它具有独特的研究对象和独特的理论基础;综合性表现在它吸收了相关的科学知识和技术并应用到维修工作中;通用性则在于它的基本理论能为各个行业的各类设备服务,并结合其专业知识与维修特征开展维修工作。维修科学应用于船舶维修,并结合船舶机械和设备的专业知识和维修特征而形成了船舶维修科学。

1.2.2 可靠性与可维修性

1. 可靠性概念

可靠性理论研究设备故障的宏观与微观规律,是现代维修科学的重要基础理论。可靠性理论为设计出不易发生或较少发生故障的机械和设备奠定了基础,机械和设备的可靠寿命为确定维修中的最佳维修间隔期、备件数量等提供可靠的依据,故障机理和故障分析技术为修复故障做了充分的准备。

(1) 可靠性定义。

可靠性是反映产品耐用和可靠程度的一种性能。产品的可靠性是指产品在规定的时间内、规定的条件下完成规定的功能的能力。规定的时间是指产品的使用期和贮存期;规定的条件是指产品的环境条件、使用条件、维修条件和工作方式等;规定的功能是指产品设计时