

舰船等级修理模式改革研究与实践

朱石坚

(海军工程大学, 武汉 430033)

[摘要] 针对新形势下舰船使命任务拓展和装备技术水平提高对舰船等级修理提出的新要求,开展了舰船等级修理模式改革研究,提出了舰船等级修理由“定期修理”为主向“定期修理与视情修理相结合”转变的总体思路,研究了合理确定舰船等级修理类别、修理时机、工程范围和在修时间等关键问题,探讨了与之配套的舰船水下清洗机制、主要设备整机“先换后修”机制、依据状态监测确定装备修理需求机制,并在具有代表性的舰船上开展了相关试点。实践表明,通过变革舰船等级修理模式,可提高舰船理论在航率约5%,效益十分明显。

[关键词] 舰船装备;修理模式;技术保障;改革

[中图分类号] E92 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)05-0004-06

1 前言

海军舰船系统庞大且装备复杂,合理使用和适时修理是保持和提高舰船战斗力的重要保障。科学的舰船修理类别和修理时机是合理使用和适时修理舰船装备的基础,是有效实施舰船装备全寿命技术保障的基本依据,关系到修理的有效性和装备的战备完好性,关系到舰船作战效能的有效发挥^[1]。

随着舰船装备技术水平的不断提高,海军使命任务的不断拓展,装备使用强度的不断增大,现有舰船等级修理模式与舰船任务要求和修理需求之间的不适应性逐渐凸显^[2]。因此,针对新形势下舰船使命任务拓展和装备技术水平提高对舰船等级修理提出的新要求,开展舰船等级修理模式改革研究,推动等级修理模式由“定期修理”为主向“定期修理与视情修理相结合”转变,对科学、合理地安排舰船等级修理,进一步缩短在修时间,更好地发挥装备维修经费使用效益,提高舰船全寿命期在航率,促进舰船战斗力长期持续保持具有重要意义。

2 现状和存在的问题

2.1 等级修理现状

海军舰船维修指导思想强调“积极预防”和“预防为主”,主张在装备耗损到一定程度,将要发生故障前,对装备进行定期的预防性维修。在这一预防性维修思想指导下,海军舰船等级修理目前采用的是一种基于日历时间修理需求的定期修理模式。这种定期修理模式的核心体现在:一是按预先确定的以日历时间表述的修理间隔期实施舰船各类别修理;二是船体修理是各类别修理工程的重要组成部分,基本修理间隔期主要依据船体修理需求确定^[3]。

现行舰船等级修理类别主要分为四个,即“坞修、小修、中修和大修”,其中:坞修主要指舰船定期进坞(上排)进行检修保养,目的是清除舰体污锈,进行设备检修保养与排除故障;小修主要指舰船使用一定年限后,对舰体及各种装备进行局部拆检修理,目的是在下次中修或小修前使舰船基本保持其

[收稿日期] 2015-03-05

[作者简介] 朱石坚,1955年出生,男,湖南双峰县人,教授,主要研究方向为装备保障工程管理;E-mail:zhushj1955@hotmail.com

正常的技术状态;中修主要指舰船经过若干次坞修与小修后,所进行的较全面的拆检修理,目的是使舰船保持或基本恢复战术技术性能;大修主要对舰体及各种装备进行全面的检查与修理,目的是恢复或基本恢复舰船的战术技术性能^[1]。

从多年修理实践情况看,海军舰船等级修理通常采用坞修、小修、中修三个修别就可以满足全寿命期内使用和保障需要,大修近年来没有实际安排,主要是因为船机电设备通过中修可基本保持和恢复技术性能,舰载系统设备更新换代较快,通常结合中修安排改装,以提升舰载系统装备整体性能,因此大修仅作为一个修别予以保留。

2.2 存在的问题

近年来,随着海军使命任务、现实需求、市场环境、技术基础的发展变化,舰船装备保障面临许多新问题。

1)单装的需修间隔与舰船现行等级修理间隔不匹配问题日益显现。随着海军舰船执行多样化任务不断走向远海,装备使用强度、频次日益增加,尤其是执行亚丁湾护航任务以来,许多设备的年平均工作时间大幅增加,如某型舰船柴油机间隔不到两年就要进行一次部分解体性修理,入役8年左右就达到了整机解体性修理时限(通常结合中修进行),这与现行修理条例规定的等级修理间隔存在较大差异,给舰船等级修理计划安排带来了较大的冲击。

2)舰体防腐防污间隔与舰船现行等级修理间隔不匹配问题日益显现。随着装备技术的发展进步,舰船装备上广泛采用了高强度耐腐蚀特种船用钢、长效防腐涂料和高效电化学保护等长效防腐措施,舰体防护期效日益增长,普遍可达到8年以上,且船体水下清洗技术的推广应用,也可有效地解决船体表面污损问题^[4]。传统以舰体防护日历时间为主要因素来确定舰船等级修理间隔的“定期修理”模式,已逐渐不适应装备发展需求。

3)舰船修理结构的“一刀切”导致维修过剩或不足问题日益显现。我国海军舰船型号众多、多代并存,但目前各型舰船寿命周期的修理结构统一按照“坞-小-坞-中”的“一刀切”方式,没有根据不同舰船任务特点、装备特性、使用强度的不同,采取不同的修理结构,针对性不够,有可能导致某些使用强度低的舰船存在过剩维修问题,而某些使用强度高的舰船则存在维修不足问题。

4)装备状态监测和故障诊断技术对舰船等级修理支撑不足的问题日益显现。舰船装备的技术状态是舰船维修决策的一项基本依据,而装备技术状况的掌握又离不开状态监测和故障诊断技术的支撑。随着技术的发展,状态监测和故障诊断设备从分散、单一、专用,正逐步走向综合化、通用化,可提供大量装备技术状态和故障预兆信息,但目前这些数据和信息尚未直接用于确定修理时机、范围和工作程序,对舰船等级修理的支撑作用发挥还不够显著^[5]。

目前海军第三代舰船装备已逐步成为主体,已经不能用保障第一代、第二代舰船的老办法来保障新装备,需要不断创新保障方法和手段,探索与新形势下装备发展相适应的等级修理模式。近年来,在舰船修理模式上进行了一些有益探索,这些改革和探索对于提高舰船寿命期在航率,提高维修经费使用效益发挥了积极作用,但从全海军范围来看,还缺乏普遍性规律探索,缺乏系统性顶层规划。

3 改革目标与思路

舰船等级修理模式改革的目标是,以舰船装备定期修理为基础,以基于状态信息的视情修理为辅助,将现行以“定期修理”为主的等级修理模式向“定期与视情修理相结合”的新模式转变,科学确定舰船等级修理类别、修理时机、工程范围和在修时间,使修理类别更加符合实际,修理结构更加科学合理,修理时机切实满足需求,在修时间得到有效缩短,并探索建立与新形势下海军使命任务转型、装备发展规律相适应的组织管理体制和运行机制,实现舰船合理使用与适时修理的科学统筹,进一步提高舰船寿命期在航率和装备完好率的目标。改革的总体思路如下。

3.1 以军事需求为牵引,采用定期与视情相结合修理模式

以舰船军事训练与作战使用要求为牵引,将舰船等级修理类别由目前的“大修、中修、小修、坞修”四个类别调整为“大修、中修、小修”三个类别,并根据不同舰型特点,准确把握装备技术状态和修理需求,采用定期与视情相结合的方式,重新界定各修别的内涵和主要工程范围,确保舰船作战效能的持续有效发挥。

定期与视情相结合修理模式的核心是以装备的定期修理需求为基础,以基于技术状态的装备视

情修理为补充,合理统筹等级修理与在航修理,准确把握舰船等级修理时机的科学性和针对性。具体来说:一是要根据舰船使命任务,确定舰船在航率和装备战备完好率目标,明确军事训练与作战使用对舰船修理的要求;二是要根据装备设计信息,分析各类装备的使用寿命、维修时限、修理工期等,明确舰船定期修理要求;三是要根据舰船实际情况,掌握关键装备运行时间和技术状态,实时把握装备修理需求。在此基础上,确定合理的舰船修理时机,实现舰船合理使用与适时修理、等级修理与在航修理、定期修理与视情修理的科学统筹。

3.2 以舰船任务为依据,实现新型舰船修理结构的“量体裁衣”

舰船等级修理模式改革遵循“量体裁衣”的原则,改变目前各型舰船统一按照“坞-小-坞-中”安排寿命期修理结构“一刀切”的方式,主要体现在:一是不同舰型根据各型舰船任务特点和装备特性的不同,采取不同的修理结构;二是同型舰船根据不同的任务需求、装备特性和使用强度也可以采用不同的修理结构。在这方面,美军基本做法是针对驻守本土和前沿部署舰船使命任务的不同,同型舰船分别制定了两类不同的修理结构。

针对我国海军舰船型号众多、多代并存现状,可对不同舰型,设置不同的修理结构。对于“十五”以前入役且已基本完成一轮以上中修的舰船,保持原有修理结构,仅将现行“坞-小-坞-中修”调整为“小-中-小-大修”;对于“十五”以后新入役的舰船,由于装备可靠性提高,服役时间较短,舰船执行任务强度大,现有修理结构的不适应性比较突出,需要根据其舰船装备设计选型特点和使用现状,对寿命期修理结构进行重新论证。在此基础上,根据舰型和装备特点对定期和视情修理需求进行合理分

类,准确反应舰船装备使用强度、技术状态等动态信息,科学编制相应修别的基准工程单,避免搞“一刀切”。

3.3 把握装备技术状态,科学合理确定舰船等级修理时机

根据舰船装备修理需求分析,部分关键装备的修理要求与其使用强度密切相关,并且对舰船修理时机的确定有直接影响。因此,舰船等级修理时机需反映高强度使用装备的修理需求,应综合舰船装备日历时间和运行时间要求进行动态调整和确定,以使舰船装备始终处于良好的技术状态。

图1为舰船寿命期新的修理结构基本形式。舰船大修和中修遵循“定期修理”为主、“视情修理”为辅的原则,在寿命期内修理时机相对固定,通常在舰船寿命中期进行一次大修,间隔 T 年左右进行一次中修;舰船小修的频次和时机依据关键装备的使用强度和技术状态,遵循“视情修理”为主、“定期修理”为辅的原则灵活确定。小修可以选择进厂修理(船体根据情况可选择进坞涂装或者水下清洗),也可以将出航前准备和返航后集中检修纳入小修范畴,选择驻泊地码头集中停航一段时间进行排故检修。

3.4 采取切实可行措施,有效控制舰船等级修理在修时间

等级修理在修时间的长短直接影响到舰船在航率的高低,而在修时间通常由主要装备高等级别修理工期决定。目前主要装备修理一般采用原位修理方式,往往造成修期难以控制。美军通过采用主要部件实行换件修理、在修时间不变工作日增加、开展任务期连续维修等方式,有效地控制了等级修理在修时间^[6]。

舰船等级修理模式改革可采取整机“先换后

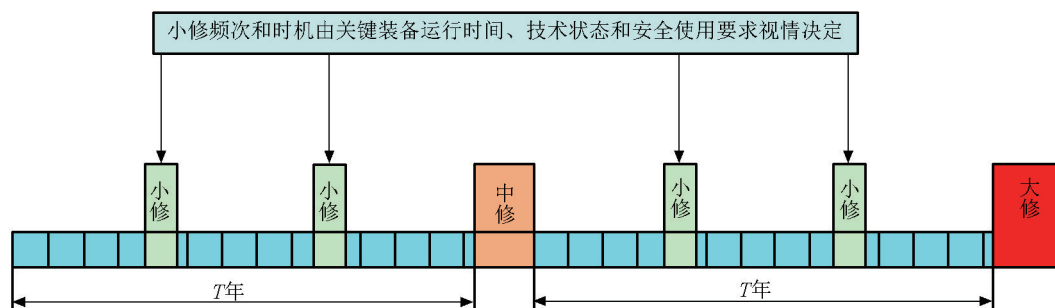


图1 舰船寿命期新的修理结构基本形式

Fig. 1 The new fundamental form of ship life cycle maintenance structure

修”、加大在厂修理工作强度、开展在航期间装备连续维修等可行措施,有效控制等级修理在修时间。

一是舰船部分装备修理由原位修复向部组件更换为主转变,对修期影响较大的主副机装备采用“先换后修”的整机替换模式;二是采取切实有效措施,通过增加规定在修时间内的修理工作强度等方式,提高在厂修理期间的效率;三是针对舰船在航期间装备的预防性修理需求,建立常态化技术状态监测和故障诊断机制,将在航期间的排故修理、装备巡检、系统标校等作为等级修理的重要补充,减少舰船厂修期间修理工程量,缩短在修时间。

这一点主要是针对舰船上大部分没有维修时限要求,也没有使用寿命要求,只有技术指标要求的装备,通过基于状态监测及故障诊断的视情修理模式,开展在航期间不间断修理,保持其技术状态。

3.5 重视研制阶段综合保障设计,同步开展舰船修理结构论证

舰船修理结构是舰船全寿命使用与修理安排的顶层规划,与装备研制阶段的设计选型密切相关,必须在舰船研制阶段及早开展科学的研究论证^[7]。

从掌握的舰船设计信息来看,大部分装备既没有明确维修时限也没有使用寿命要求,只有技术指标要求,且部分装备的预防性维修要求均根据经验确定,没有经过可靠性、维修性验证,这也客观上对舰船服役后再行研究其寿命期修理结构,带来了许多困难和不确定因素。

为此,可将有关研究意见反馈给舰船总体设计单位,指导其从装备研制阶段入手,一是在装备选型上,在充分考虑装备状态指标满足设计任务书要求的基础上,还要更多地关注装备使用期限内的可靠性和维修性要求(如关键装备后续维修时机的确定,包括日历时间和工作时间等);二是在维修性设计上,要在目前以预留维修空间、预设出舱通道为主要的理念上,逐步向科学合理确定主要舰船装备修理时机、修理工程范围和修理工期的论证过渡,进而提出合理的舰船寿命期修理结构建议;三是在对维修工作认识上,要以装备的可靠性、维修性试验验证为基础,科学制订装备预防性维修大纲,确定舰船装备预防性维修要求。

4 配套机制的建立

为切实将“定期修理与视情修理相结合”修理模式落到实处,科学确定舰船等级修理类别、修理时机、工程范围和在修时间,需重点配套建立以下三方面的工作机制。

4.1 建立依据状态信息确定舰船修理需求机制,实现舰船修理由定期维修向视情维修转变

主要针对舰船装备的预防性维修需求,建立常态化的装备使用、维修和监测诊断等状态信息采集分析机制,实现舰船修理由定期维修向视情维修的转变。一是通过对在航舰船装备使用、维修和监测诊断等状态信息采集分析,动态掌握装备使用强度和技术状态,科学确定舰船等级修理时机;二是通过对厂修舰船历史使用、维修信息和修前状态监测信息采集和分析评估,准确掌握装备技术状态,为拟修舰船合理确定主要装备的修理范围、编制等级修理技术方案提供技术支撑。

4.2 建立舰船主要设备整机“先换后修”机制,确保舰船等级修理修期的有效控制

等级修理在修时间长短通常由修理网络关键路径上主要设备的修期来决定。目前主要设备修理通常采用原位修理方式,往往造成修期难以有效管控。

开展主要设备高级别修理由原位修复向整机“先换后修”转变,不仅可以有效解决单装需修间隔与舰船等级修理间隔不匹配问题,而且可以大大缩短舰船停航时间,提高舰船在航率。在前期开展的某型舰船柴油机整机“先换后修”试点中,舰船停航时间比原位修理缩短了5个月,效益非常显著。

4.3 建立舰船水下清洗和检修机制,确保舰船进坞修理频次的有效控制

保持舰船水线以下船体及附属装置的技术状态是安排舰船等级修理的一个关键因素。舰船等级修理期间安排进坞(上排)进行防护涂层更换、附属装置检修等坞内工程,也是修期管控的一个重要环节。

通过“水下清洗”技术的推广应用,安排在航舰船水下清洗,恢复舰船适航性和水下船体防护涂层期效,可以适当延长舰船的进坞间隔;通过对厂修舰船水下清洗,保持舰船水线以下船体及附属装置的技术状态,可以减少舰船进坞频次或者驻坞时

间,从而增加舰船在航时间。

5 实践与效益分析

5.1 改革实践情况

海军舰船等级修理模式改革调整涉及面广、创新性强,对于装备维修保障体系建设将产生重大而深远的影响。为积极稳妥地推进改革进程,进一步验证改革思路的可行性,有效应对调整改革对现行法规制度、修理标准、人员观念产生的影响,于2014年年初开始,在具有一定代表性的舰船上开展了相关改革试点工作。

一是调整舰船等级修理类别试点。围绕舰船等级修理类别由“大修、中修、小修、坞修”调整为“大修、中修、小修”的改革内容,针对两型不同时期入役舰船特点,对修别调整进行先期模拟推演,验证调整改革的可行性,分析可能产生的风险影响,研究明确配套措施,有效化解改革风险。

二是新型舰船寿命期修理结构论证试点。针对“十一五”以来新入役舰船性能及使用特点,以及维修方式的发展进步,现有“坞-小-坞-中”修理结构不适应性比较突出的实际情况,选择了5型舰船,根据其装备设计选型特点和使用现状,对寿命期修理结构进行重新论证,并对相应修别的内涵和主要工程范围进行界定,形成舰船寿命期修理结构制订的方法,改变目前大部分舰型寿命期修理结构“一刀切”的现状。

三是建立配套改革工作机制试点。在修理类别和修理结构调整改革试点基础上,配套组织开展了建立依据状态信息确定舰船装备修理需求机制、建立舰船主要装备整机“先换后修”机制、建立舰船水下清洗机制3项试点工作,探索建立相应管理体制和工作机制,从而更加科学地确定舰船等级修理类别、修理时机、工程范围和在修时间。

5.2 效益分析

按照改革后的新修理模式测算,与现行修理模式相比,某型舰寿命期可提高理论在航率约5%。

同时,通过灵活安排小修时机和选择性确定需修装备,合理控制小修工程范围和修期,既可有效解决舰书单装的需修间隔与船体的修理间隔不匹配问题,同时在寿命期可保持40%以上时间处于一类舰的技术状态,效益十分明显。

6 结语

海军舰船等级修理长期以来采用的根据舰体防护日历时间来确定修理间隔的“定期修理”模式,在舰船装备使用强度、频次日益增加,对装备技术状态保持要求日益强化的新形势下,已与舰船装备任务要求和修理需求不相适应,亟需对现有舰船等级修理模式进行改革。

为此,提出将现行以“定期修理”为主的等级修理模式,逐步调整为“定期修理与视情修理相结合”修理模式的总体框架思路,并深入研究如何调整寿命期修理结构,如何合理确定修理时机、工程范围和在修时间等关键问题,探讨了建立与之相应的舰船水下清洗机制、主要设备整机“先换后修”机制、依据状态监测确定装备修理需求机制,形成了一套新等级修理模式下的管理制度和运行机制,在实践中稳步推进变革。通过改革,可提高理论在航率约5%,效益十分明显。

参考文献

- [1] 朱石坚,辜健,等. 舰船装备综合保障工程[M]. 北京:国防工业出版社,2010.
- [2] 袁玉道,朱石坚. 完善维修体制,提高舰船维修水平[J]. 中国修船,2005(4):39-42.
- [3] 黎汉军,张再夫,原宗,等. 现代舰船计划修理技术管理方法介绍[J]. 船海工程,2013,42(4):99-101.
- [4] 朱晓军,闵少松,张涛. 舰船水下维修现状及发展趋势[J]. 中国修船,2013,26(3):50-55.
- [5] 陈乐,刘东风,周平. 舰船预测与健康管理系统研究[J]. 装备制造技术,2012(7):113-114.
- [6] 张文瑶. 浅析美国海军装备发展和舰船维修改革[J]. 中国修船,2011,24(1):48-50.
- [7] 黄银秋,邵红伟. 新型舰船技术保障筹划工作建议[C]//武备维修保障理论与应用(第三集),2013.

Research and practice on the reform of scheduled maintenance mode of warships

Zhu Shijian

(Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

[Abstract] According to new requirements on the scheduled maintenance for warships due to the mission expansion of warships and the development of equipment technology under the new situation, the research on the reform of scheduled maintenance mode was carried out. The general idea that transforming the time-based maintenance to the combination of time-based and condition-based one was presented. The key problems including the reasonable determination for the maintenance classification, time, project scope, and project duration were studied intensively. Some supporting mechanisms, such as ship underwater hull cleaning mechanism, the main onboard machinery replacing maintenance mechanism, and the mechanism determining the repair demands based on the status monitoring, were discussed. Some pilot projects for some representative warships were carried out. The practice shows that the theoretic readiness ratio for warship in the new scheduled maintenance mode can be improved about 5 %, and the benefit is very obvious.

[Key words] warship equipment; maintenance mode; technical support; reform