

# 舰船装备保障系统规划模型研究

罗 忠,朱晓军,张志华

(海军工程大学科研部,武汉 430033)

**[摘要]** 针对舰船装备保障系统规划的系统性与复杂性,基于装备保障工程实践,研究提出了舰船装备保障系统规划模型,将规划要素分解为保障需求、能力建设和组织实施三个方面,并建立了核心问题的分层结构与映射关系。构建了舰船装备技术保障任务框架体系,设计了舰船寿命期修理结构论证模型,探索了舰船装备维修设计方法,突破了舰船装备保障系统规划的关键技术。该规划模型能够为研制阶段同步开展舰船装备保障系统配套建设,有序推进技术保障工作,加快形成保障能力提供理论支撑。

**[关键词]** 舰船装备;保障系统;规划;修理结构;维修设计

**[中图分类号]** E92 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)05-0051-07

## 1 前言

近年来,我国新型舰船批量集中入役,为确保舰船战斗力的及时形成和持续保持,必须建立完善相应的舰船装备系统。舰船装备系统是舰船装备及其保障系统的有机组合,它不仅包括主装备,还包括使主装备能够正常使用、充分发挥其战术性能的保障系统<sup>[1-3]</sup>。因此,在新型舰船研制建造时,必须及早开展舰船装备保障系统规划,有效促进舰船装备保障系统与主装备的配套建设、协调发展,充分发挥各类保障资源作用,尽快建立完善的舰船装备保障系统<sup>[4,5]</sup>,这是保证舰船合理使用与适时修理的基础,是有效实施舰船装备全寿命保障的前提,关系到保障资源建设的科学性、实施修理的有效性、以及装备的战备完好性,关系到舰船作战效能的持续有效发挥。

本文运用工程管理理论和系统工程方法<sup>[6]</sup>,在全面分析国内装备保障系统规划现状基础上<sup>[7-9]</sup>,基于装备保障工程实践<sup>[1-2]</sup>,根据舰船使命任务和保障要求,深入分析舰船装备保障对象和全国保障资源情况,针对舰船装备保障特点,紧紧围绕舰船装备

保障系统顶层规划设计工作,研究提出一种舰船装备保障系统规划模型。同时,针对舰船装备保障系统规划模型的典型要素设计问题,构建舰船装备技术保障任务框架体系,设计舰船寿命期修理结构论证模型,并建立舰船装备维修设计方法,对舰船装备保障全寿命管理工程进行科学规划,为舰船装备保障系统建设提供理论支撑。本文提出的舰船装备保障系统规划模型突破了复杂巨系统保障顶层设计的多项关键技术难题,能够为研制阶段同步开展舰船装备保障系统配套建设、有序推进技术保障工作、及早形成技术保障能力奠定坚实的管理和技术基础,为构建高效、快速、低消耗的舰船装备保障系统提供了手段支撑。

## 2 舰船装备保障系统规划模型

舰船装备技术保障是一项庞大的系统工程,必须以装备全系统全寿命管理理论为指导<sup>[5,6]</sup>,以舰船作战使用要求为牵引,遵循舰船装备保障建设与发展的客观规律,紧紧抓住舰船装备保障顶层关键问题,围绕舰船装备保障规划和方案设计,建立科学的舰船装备保障系统规划模型,全面系统地开展舰

**[收稿日期]** 2015-03-05

**[作者简介]** 罗 忠,1982年出生,男,湖南浏阳市人,博士,讲师,主要研究方向为舰船装备管理与保障;E-mail:luo\_zhong@163.com

朱晓军,1960年出生,男,福建莆田市人,教授,博士生导师,主要研究方向为舰船装备管理与保障;E-mail:laoliakou@sina.com

张志华,1965年出生,男,山东单县人,教授,博士生导师,主要研究方向为装备综合保障工程;E-mail:zzh\_li@sina.com

船装备保障系统设计与建设工作。

舰船装备保障系统规划模型以保障需求为基础,以能力建设为前提,以组织实施为根本,围绕保障需求、能力建设和组织实施三个方面的论证设计,通过系统分解规划要素,以及对保障系统建设重点工作的系统集成,建立起核心问题的分层结构与映射关系,明确系统规划需突破的技术难点和技术瓶颈,形成科学全面、实用可操作的舰船装备保障系统规划技术路线和方法。舰船装备技术保障

系统规划模型见图1。

1)保障需求包括海军发展战略、使命任务需求、装备保障需求等方面,应重点围绕保障整体规划、系统研究作战使用要求、装备可保障性、国内外保障现状与差距等关键问题,突破任务框架体系、寿命期修理结构论证模型等技术难点,开展舰船装备技术保障规划、寿命期修理结构论证、舰船装备保障性分析、国内外舰船装备技术保障现状分析等论证工作。

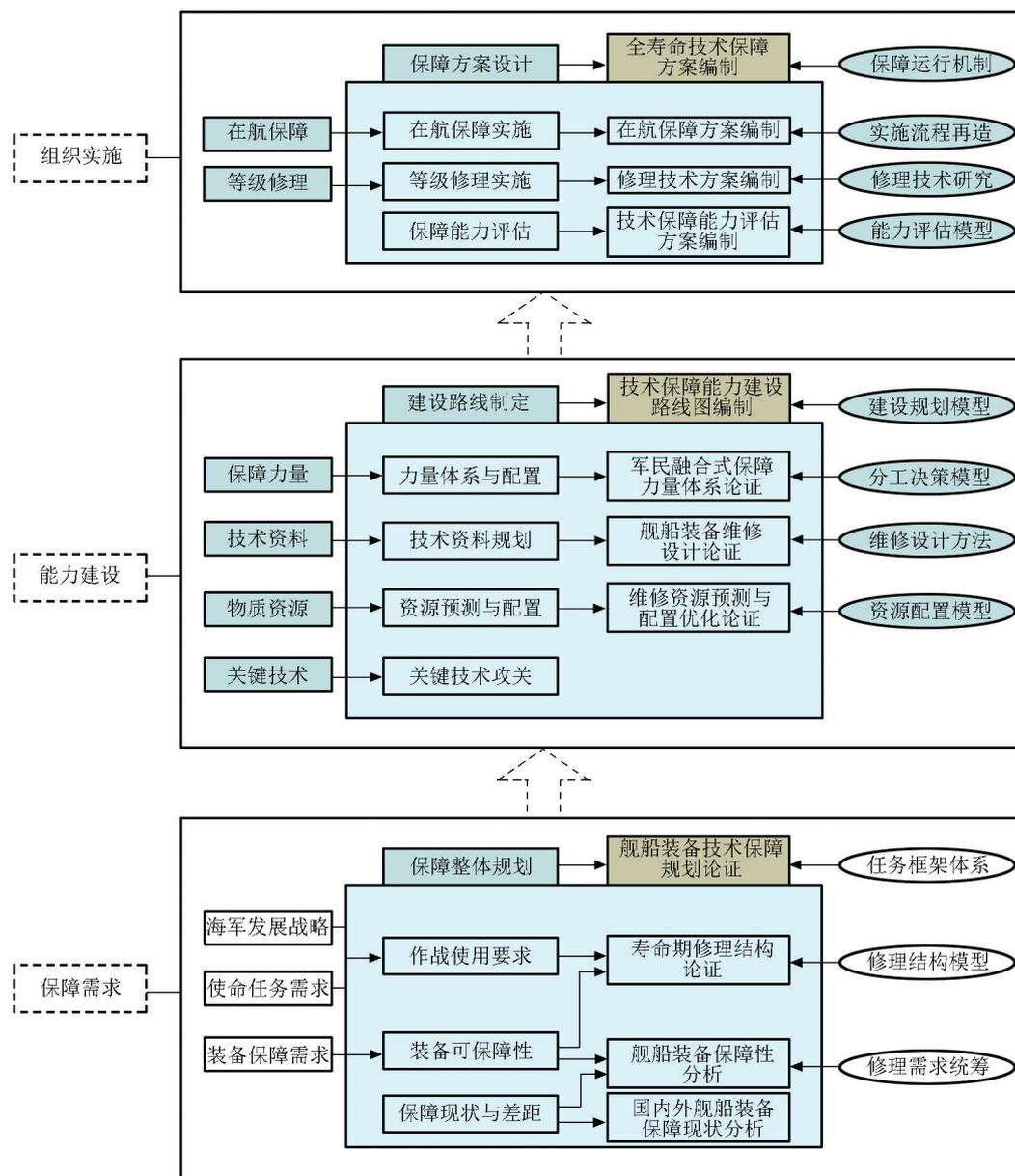


图1 舰船装备保障系统规划模型

Fig. 1 The programming model of ship equipment support system

2)能力建设包括保障力量、技术资料、物质资源和修理关键技术等要素,应重点围绕技术保障能力建设路线设计,系统研究力量体系与配置、技术资料规划、资源预测与配置等关键问题,突破能力建设规划模型、分工决策模型、维修设计方法、资源配置模型等技术瓶颈,开展舰船装备技术保障能力建设路线图编制、军民融合式保障力量体系论证、维修设计论证、能力建设中各项关键技术研究等论证与设计工作。

3)组织实施包括在航保障和等级修理等保障活动,应重点围绕保障方案设计,系统研究在航保障实施、等级修理实施、保障能力评估等关键问题,突破保障运行机制、实施流程再造、修理技术研究、能力评估模型等技术难点,开展舰船装备全寿命技术保障方案编制、在航保障实施方案编制、等级修理技术方案编制、技术保障能力评估方案编制等设计工作。

### 3 舰船装备保障系统设计

开展舰船装备保障系统设计,应按照规划模型确定的基本要素和重难点,以整体规划为切入点,以保障规律探索、重大问题研究和关键技术突破为导向,以寿命修理结构设计为基础,以力量体系构建和能力建设路线设计为支撑,以保障实施方案设计为落脚点,全面系统地开展舰船装备保障系统设计工作。在文献[4]基于核心保障能力的军民融合分类保障决策模型、舰船装备保障能力建设管理框架的基础上,本文围绕舰船装备技术保障任务框架体系构建、舰船寿命期修理结构论证模型设计、舰船装备维修设计方法建立等典型要素设计案例,开展舰船装备保障系统设计。

#### 3.1 构建舰船装备技术保障任务框架体系

为了能够有计划、按步骤、高质量地开展舰船装备技术保障的建设、发展和运用,需要在研制之初,针对舰船装备技术保障现状,运用系统工程方法,科学开展舰船装备技术保障整体规划设计。该保障整体规划设计根据舰船使命任务、部署安排和保障要求,运用系统工程方法,深入分析舰船装备技术保障需求与特点、国外技术保障做法、国内技术保障现状和差距,以及舰船装备技术保障面临的形势,明确舰船装备技术保障总体规划思路。整体

规划设计的核心是建立符合舰船任务特点的技术保障任务框架体系,确定保障要素与能力建设之间的映射关系,破解技术保障任务类型多、范围广、联系紧密、时间跨度大等难题。在此基础上,按照“统一规划、分步实施”原则,明确全寿命技术保障重点工作项目,制订舰船装备技术保障规划。

舰船装备技术保障任务框架体系见图2。围绕技术保障论证、技术保障建设、技术保障实施等方面开展保障规划,确保保障整体规划的科学性和全面性。

1)以装备保障需求,尤其是舰船使命任务变化、保障时效性和安全性要求等所带来的技术保障新的需求为牵引,以理论与技术为推动,开展技术保障论证。技术保障论证从舰船装备保障需求入手,分析论证舰船装备技术保障作业体系和运行机制,合理设计技术保障力量的布局和规模,明确技术保障力量和各类技术保障条件建设要求,为舰船装备技术保障建设提供输入。

2)尽早开展技术保障建设。在舰船设计建造期间同步开展技术保障法规制度、技术资料、保障设备、保障器材等保障条件建设工作,开展各类技术保障人员技术培训,确保舰船装备保障能力的及时形成和保障体系的有效建立。

3)对舰船装备实施科学的在航保障和等级修理。随着舰船入列服役,合理运用各种技术保障力量,科学组织舰船装备技术保障实施工作,以确保舰船装备战备完好性水平达到使命任务所规定的要求。

4)加强技术保障信息化建设工作,提高舰船装备技术保障信息化水平,逐步实现舰船装备技术保障的精确化、科学化和智能化。

#### 3.2 设计舰船寿命期修理结构论证模型

修理结构是舰船寿命期使用与修理安排的顶层规划,与舰船使命任务、装备设计选型密切相关,涉及面广、影响深远。必须在舰船研制阶段及早开展论证,在装备战技指标满足任务书要求基础上,设计合理的舰船任务剖面,指导装备选型和可靠性、维修性设计。如果在舰船服役后再行论证修理结构,必须全面收集和梳理舰船设计、建造、使用和修理资料与信息,作为舰船寿命期修理结构确定的基本依据。

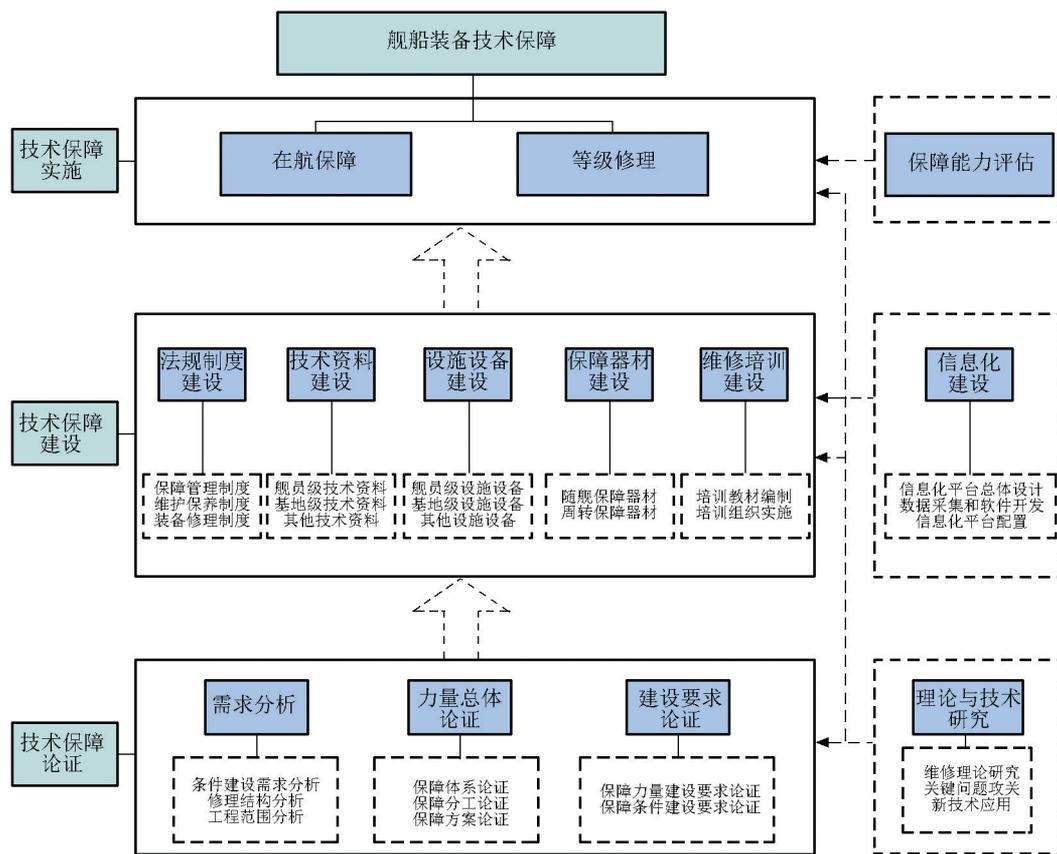


图2 舰船装备技术保障任务框架体系

Fig. 2 The framework system of ship equipment technique support task

舰船装备寿命期修理结构论证模型见图3。舰船寿命期修理结构论证的一般程序包括:军事需求对等级修理的要求分析、装备维修需求对等级修理的要求分析、修理结构分析与评估等。具体来说:

1)军事需求对等级修理的要求分析。根据舰船使命任务要求,确定舰船军事训练、部署使用、人员培训要求,分析明确任务舰船数量、部署能力、理论在航率和装备使用强度等的目标值。以确定的军事需求目标值为定量要求,以满足装备战备完好率要求、舰船寿命期装备技术先进性持续保持要求为前提,运用仿真计算方法,确定舰船等级修理基本间隔期、在修时间的控制范围。同时,应根据现有同类型舰船使用情况,准确把握舰船合理使用与适时修理的关系,科学测算舰船主要装备使用强度。

2)装备维修需求对等级修理的要求分析。研

究舰船装备设计技术资料、使用和修理信息,确定对舰船等级修理影响较大的主要装备,包括修理时有进坞要求的装备,对舰船动力和电力供应有重大影响、且修期较长的装备,对舰船安全或舰员生活影响较大、且修理涉及面较广的装备,对舰船作战系统性能影响较大的装备等。将舰船主要装备划分为结构类、机械类、电子类三类,采用各类装备一般维修需求分析与有明确维修时限要求主要装备维修需求分析相结合的方法,结合各类装备的维修时限要求、使用寿命要求以及以往装备修理经验,分门别类列出主要装备修理时机需求。在此基础上,用图表形式列出各类装备修理时机需求在舰船寿命期的分布情况,运用统筹兼顾、综合平衡、突出重点、抓大放小的方法,准确把握舰船等级修理时机的科学性,尽可能的满足装备修理要求,分析确定舰船寿命期需要安排等级修理的规模、时机、以及基本间隔期等要求。

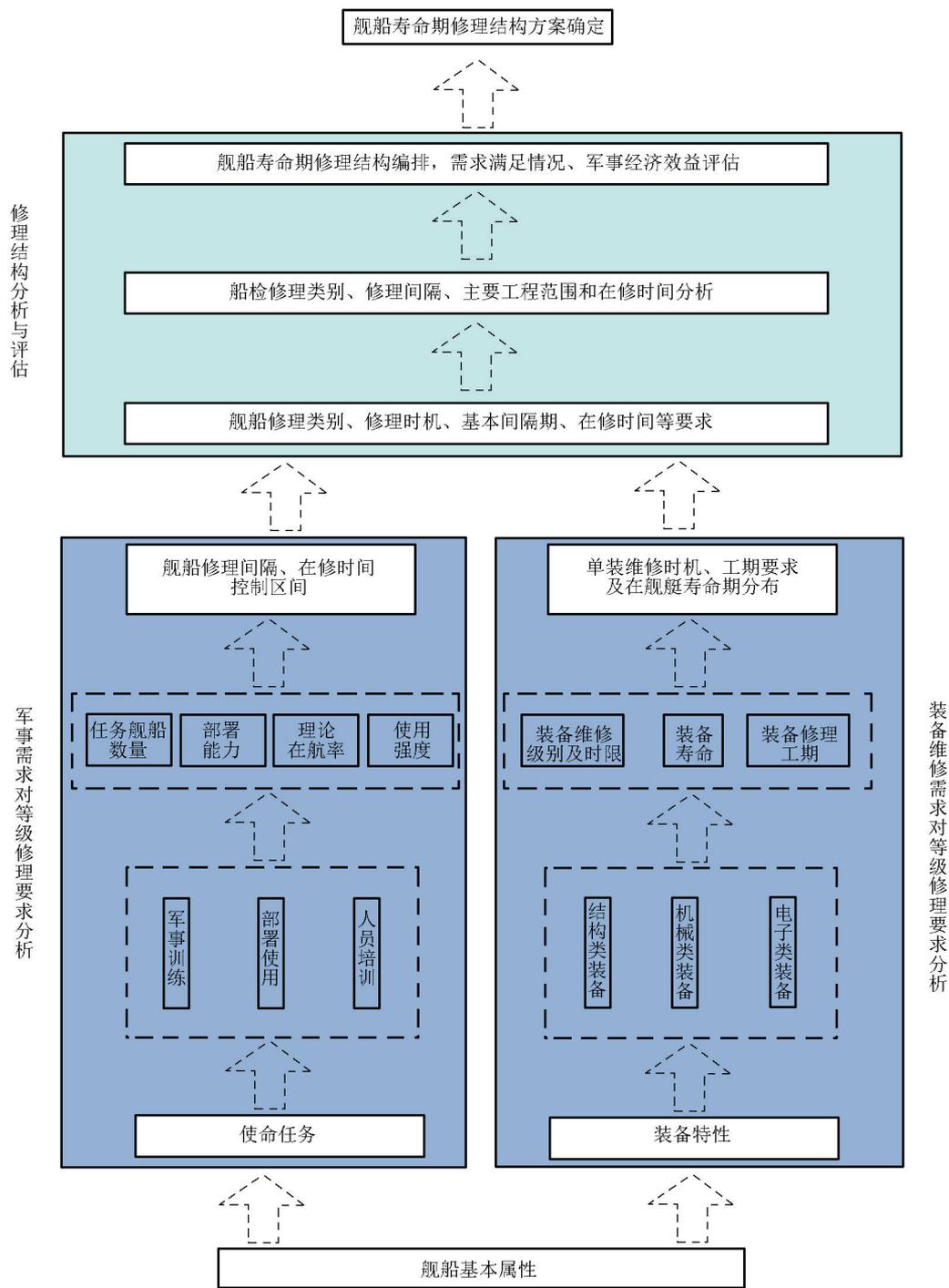


图3 舰船寿命期修理结构论证模型

Fig. 3 The demonstration model of ship life cycle maintenance structure

3) 舰船寿命期修理结构分析与评估。综合军事需求和装备维修需求对舰船等级修理要求的分析结果,参考外军类似舰船和民用船舶的主要做法,分析确定舰船等级修理类别和主要工程范围,科学选择需修装备,有效控制舰船等级修理工程总量;制订各

类别等级修理的修理活动序列图,测算出各类别等级修理在修时间;运用定期修理与视情修理相结合的方法,以定期修理为基础,以视情修理为辅助,以在航修理为补充,分析确定舰船寿命期修理结构基本形式。最后,编排舰船寿命期修理结构可行方案,

分析军事需求和装备维修需求满足情况,综合评估军事经济效益,确定最优的舰船修理结构方案,作为舰船寿命期修理计划安排及配套建设的依据。

### 3.3 建立舰船装备维修设计方法

舰船装备技术保障具有对象多元化、技术含量高、接口关系复杂、工作综合性强、资源需求大等特点,带来了维修技术资料获取手段、方式的多样性和复杂性。以往舰船修理技术文件编制工作都是在等级修理技术准备阶段才开始进行<sup>[2]</sup>,由此带来保障设计工作与修理指导文件编制工作脱节,缺乏设计与修理之间的相互作用,既影响到修理指导文件的全面性,同时也直接影响到了“六性”设计工作的科学性和针对性;同时,由于未在装备研制阶段开展修理技术文件编制工作,保障资源配置工作缺乏有针对性的具体指导,装备保障能力建设相对滞后,直接影响到装备保障力的及时形成和有效发挥。因此,必须在舰船研制阶段,及早开展舰船装备维修设计,有效掌控装备技术状态,突破舰船装备维修技术资料同步配套的瓶颈。

舰船维修设计是指在舰船研制过程中,针对舰船装备维修保障开展的一系列研究、设计与分析工作。其主要任务是编制维修技术文件,确定舰船维修所需保障资源,为舰船等级修理活动和质量控制提供技术依据,为提高舰船维修保障效益奠定基础。舰船装备维修设计应形成维修所需

的各种工程和技术方面文件资料,应详细规定舰船总体、系统和设备何时维修、何时更换备件、如何修理以及修理活动所需要的图纸文件、工装、设施设备与器材等内容,使维修人员能按技术资料上明确规定的程序、方法、规范和要求正确地实施舰船装备维修。

舰船装备维修设计一般程序如图4所示。在舰船总体设计阶段,开展总体、系统设备的原理和技术状态特征设计的同时,针对舰船维修技术资料需求,通过试验、仿真和数据分析等方法,开展舰船装备维修设计,设计、分析和编制舰船总体、系统和装备的修理技术文件及图纸资料。舰船装备维修设计与总体设计同时开始(A节点);舰船完成总体设计交船入役时(B节点),维修设计输出随机文件和完工资料;舰船服役至首次等级修理前(C节点),完成维修设计,输出等级修理技术资料和图纸。

舰船装备维修设计与综合保障工作的关系见图5。综合保障工作是在舰船装备研制阶段,通过同步开展可靠性、测试性、维修性和保障性设计与分析,使装备具有“高可靠、易维修、好保障”等固有特性,是舰船装备研制工作的重要组成部分<sup>[1]</sup>,综合保障工作为维修设计提供基础输入。可以说,综合保障工作解决的是舰船装备的“优生”问题,维修设计则是针对舰船装备维修保障开展的设计,解决舰船如何维修问题,即“优育”问题。

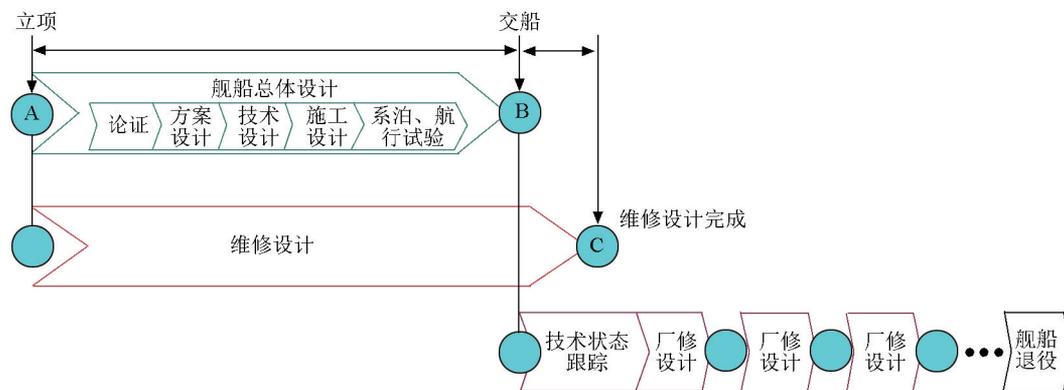


图4 舰船装备维修设计一般程序

Fig. 4 The general flow of ship equipment maintenance design

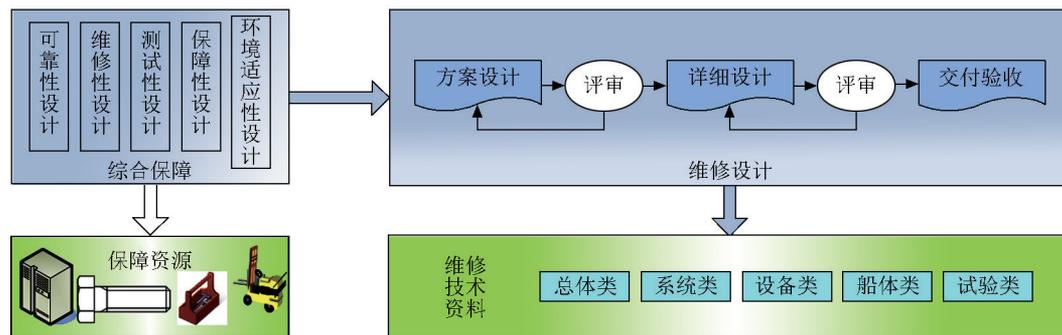


图5 舰船装备维修设计与综合保障工作的关系

Fig. 5 The relationship between ship equipment maintenance design and the integrate support work

舰船装备维修设计与维修性设计存在差异。维修性是反映装备是否易于维修的固有属性,维修性设计是在装备设计阶段通过贯彻维修性设计准则,实现装备良好维修性的设计工作<sup>[3]</sup>。舰船装备维修设计则是在装备技术状态基本固化条件下,为保持或恢复装备规定的技术状态所进行的一系列设计工作,重点解决维修工艺、维修资源配置、维修技术资料编制等问题。

#### 4 结语

舰船装备保障系统规划几乎涉及到了舰船所有相关领域和行业,工作点多面广、任务繁重、影响重大,是一项庞大的系统工程,必须运用科学的规划模型对保障要素进行分解,明确舰船装备保障要素与各保障工作项目的关联与集成关系,科学指导舰船装备保障系统设计。随着我国新型舰船使命任务不断拓展、装备技术水平不断提高,对交付使用后的维修保障提出了新的更高要求,科学构建舰船装备保障系统规划模型的作用意义更加显著。因此,为推进舰船装备保障科学发展,同步建立完善的舰船装备保障系统,确保舰船入役时得到及时有效的技术保障,保障部门应广泛深入承研承制单

位和试验现场,熟悉掌握舰船系统装备及其技术状态,分析梳理军内外保障资源,以需求牵引规划论证,以规划主导方案设计,紧紧围绕舰船装备保障系统建设规律探索、重大问题研究和关键技术突破,科学开展舰船装备保障系统建设各项工作,走出一条符合我国国情的舰船装备保障系统规划的道路。

#### 参考文献

- [1] 朱石坚. 舰船装备综合保障工程[M]. 北京:国防工业出版社, 2010.
- [2] 朱石坚. 舰船装备技术保障管理与实践[M]. 北京:国防工业出版社, 2014.
- [3] 宋太亮. 舰船装备保障性系统工程的新观点[J]. 中国舰船研究, 2010, 5(1): 43-47.
- [4] 朱石坚. 基于体系能力的舰船装备保障工程规划[J]. 中国工程科学, 2014, 16(10): 73-78.
- [5] 朱石坚. 做好舰船装备综合保障工作的几点思考[J]. 论证与研究, 2014, 30(1): 1-3.
- [6] 何继善. 论工程管理理论核心[J]. 中国工程科学, 2013, 15(11): 4-11.
- [7] 朱 胜, 姚巨坤. 面向装备全寿命周期的维修发展新特点及技术体系[J]. 装甲兵工程学院学报, 2012, 26(6): 1-6.
- [8] 张子邱, 郑宇军. 面向装备全寿命保障的约束规划框架[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(14): 2677-2679.
- [9] 张春润, 熊林伟. 装备保障任务规划系统体系结构研究[J]. 中国管理信息化, 2012, 15(16): 55-57.

(下转 70 页)