

# 舰船修理文件编制六维度管理方法研究

陈志敏, 阳 斌

(中国舰船研究设计中心, 武汉 430064)

**[摘要]** 针对舰船基地级修理文件编制规律与技术特点, 提出了成系统、科学的基地级修理文件编制六维度管理方法。在分析舰船装备基地级修理文件国外编制现状的基础上, 针对修理文件编制难度大、内容多、涉及外协单位多、质量和进度管理难度大的特点, 梳理出基地级修理文件体系, 提出了从要求、样例、维修分析、知识库、质量管理、进度管理六个维度对修理文件编制的质量和进度进行管理的创新方法, 从工程可操作性上对修理文件的编制管理方法进行了阐述, 其研究成果对落实舰船装备基地级修理文件编制工作具有重要意义。

**[关键词]** 舰船; 修理文件; 六维度管理方法; 维修分析

**[中图分类号]** U674.7\*07 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)05-0083-07

## 1 前言

现代海战对舰船装备战技术性能和战备完好性指标要求愈来愈高<sup>[1]</sup>, 对舰船修理工作而言, 由于舰上设备的数量多、技术含量高、接口关系复杂等原因, 其修理难度较大。

特别是在舰船基地级维修中, 大量的设备需要经过以下维修过程: 修前试验、拆卸、储运、清洁保养以及零件修复、装配、修后试验等; 大量的系统也需要经过修前系统试验、各设备拆卸、管路及电缆检修、船体结构拆除、储运、各设备回装、船体结构恢复以及修后系统试验等维修过程<sup>[2]</sup>。

修理文件就是针对舰船装备什么时间维修、维修中需要哪些器材、如何维修、维修后达到什么标准等维修过程中涉及到的各种具体事项, 给出明确要求, 使得修理人员能够根据该修理文件中规定的程序和方法进行维修, 并且在修理过程中控制好总体、系统和设备的技术状态<sup>[2]</sup>。

## 2 国内外修理文件编制现状

舰船研制中编制的修理文件主要是依据本国制定的修理文件标准或法规, 有关现状分析如下。

1995年以前, 美军潜艇的修理标准分为修理技术标准(TRS)、维修与现代化改装综合规划维修需求卡(MRC)、维修需求规程(MRP)、海狼级潜艇维修标准四个系列, 没有统一的格式、名称和编号, 内容要求也互不相同; 从1995年开始, 美军将上述四个系列的修理标准合并为“维修标准”, 在编号、格式、内容、印刷等方面进行统一, 自此不再按潜艇型号编制标准, 而是按装备型号编制标准。

美军水面舰船修理的顶层标准是《水面舰船大修通用规范》, 包括总则、船体结构、推进系统、电力系统、电子系统、辅助系统、船体属具和舱室设施、武器发射装置和综合与工程; 其内容主要包括大修的范围、目的、意义、计划、工作流程、资源配置、安全环保、试验、检验、测量、记录等具体要求, 对各专

**[收稿日期]** 2015-03-09

**[作者简介]** 陈志敏, 1982年出生, 男, 湖北黄梅县人, 博士, 工程师, 主要研究方向为舰船综合保障、故障预测与健康评估;

E-mail: minzc@163.com

业系统的修理,规定了技术流程、工艺要点、材料设备选型、技术性能要求、试验方法和核定标准等,同时涵盖了修理工作的管理和修理技术方面的要求,具有很强的操作性<sup>[3]</sup>。

除此之外,还有用于编制舰船、船载系统和设备技术手册(TM)及其交互式电子技术手册(IETM)的MIL-DTL-24784C《技术手册常规采办与编制要求通用规范》<sup>[4]</sup>、MIL-DTL-24784/7C《船用设备、机械设备、电气设备、电子设备、军火设备的技术修理标准》<sup>[5]</sup>、美国防部顶层维修保障条例DoDD4151.18《军事装备维修》<sup>[6]</sup>、最高条例DoD4151.20《基地级核心维修能力确定方法》<sup>[7]</sup>和顶层手册DoD4151.18-H《基地级维修能力和使用方法手册》<sup>[8]</sup>等一系列顶层要求文件,构成了美军舰船修理标准体系。

美国航空运输协会(ATA)制定了航空资料维修标准ATA2200<sup>[9]</sup>,该标准要求以电子形式制作和使用技术文档,内容包括:规范概述、业务及功能要求、资料标准、交互式电子技术手册模型和结构、介质、协议和资料包装。

英国舰船装备的维修等级按照不同的维修实施人员及维修周期分为三类,BR1313《舰艇维修信息管理系统标准》<sup>[12]</sup>依据各等级的装备维修使用需求,提出了一套完整的标准维修保障资料,并制定了舰艇全寿期内维修管理、实施的规范化工作流程,以指导舰艇设计、维修部门研制和使用维修保障文件。

俄罗斯海军舰船装备的修理标准主要为修理技术要求文件,其内容包括设备修理指南、技术规范、故障排除方法、器材消耗标准、故障分析手册、试验大纲等。

对装备的勘验、拆卸、清洗、修理到修后的封存、安装、试验的每一步工作都作了相应的规定,内容翔实,为舰船装备的修理带来了极大的便利<sup>[2]</sup>。乌克兰“黑海人”中央设计局从20世纪50年代开始舰船维修设计,完成了大量的舰船修理和改装工程,积累了丰富的舰船修理和改装经验,形成了一套完整的修理标准体系<sup>[2]</sup>。

国内舰船行业交付的技术资料主要是舰船完工文件和随机文件,相关标准主要有GJB 3268—1998《舰船完工文件编制和提交规定》、GJB 4660—1994《舰船系统、设备随机文件编制和提交的规

定》等。

在修理文件编制过程中发现,目前修理文件在编制过程中主要存在以下问题:一是文件在内容的完整性上有欠缺,部分文件未能完全按照相关标准、要求提交,其覆盖范围仍有遗漏,与部队需求的匹配性有待进一步加强;二是文件在内容深度方面,由于各设备单位技术水平参差不齐导致文件内容有深有浅,部分文件在内容表述上专业性过强,不便于使用人员理解并实际操作,部分文件则过于简单宽泛,涉及维修工艺等核心内容较少,无法满足修理人员的实际维修需求。三是文件在格式上不统一,字体、字号及段落编排等基本格式差异性很大,各类图册也未按照统一规范化的要求编辑。

针对上述问题,目前国内舰船领域还没有成熟的基地级修理文件编制管理方法,对文件的编制过程也缺乏相应的具体实施经验。

本文在总结修理文件编制工程实践经验的基础上,提出了从要求、样例、维修分析、知识库、质量管理、进度管理六个维度对修理文件编制的质量和进度进行管理的创新方法,从多个方面对文件质量进行控制,为舰船基地级修理文件编制工作提供方法基础。

### 3 舰船修理文件体系

舰船装备基地级修理是一般由海军修理厂或造船厂,以及相关系统、设备承修单位承担的修理。现阶段,我国舰船装备基地级修理的主要工作是等级修理。舰艇装备的等级修理是指根据舰艇全寿命修理安排、舰体防护、水下设备修理和主要装备工作时间要求,需要安排相应时间间隔的修理,通常分为坞修、小修和中修。

舰船每服役一段时间后需进厂进行一次等级修理,等级修理一般持续数个月,在舰船的全寿命周期内需进行十数次等级修理。舰船装备基地级修理文件包括坞修文件、小修文件和中修文件,包括总体、系统、设备、船体和试验五类文件,如图1所示,具体包括总体状态控制规程、舱室设备维修布置图、设备拆装线路图、系统修理指南、管系原理图及线路图、电气原理图及电缆册、设备维修手册、修理技术标准、器材目录、船体修理指南、船体结构图、绝缘油漆覆盖图、系泊航行试验大纲、系泊航行试验细则等文件。

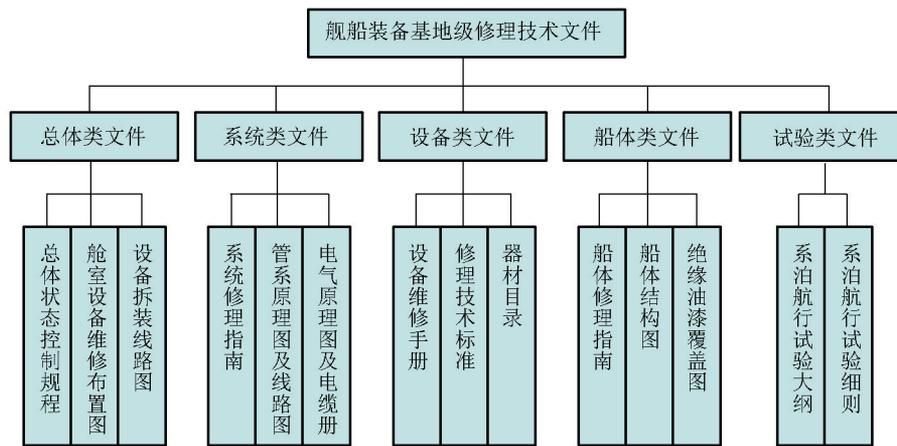


图1 舰船装备基地级修理文件体系

Fig. 1 The constitute of ship depot maintenance technical documentation

#### 4 修理文件编制管理方法

针对坞修技术文件编制难度大、内容多、涉及外协单位多、质量和进度管理难度大的特点,六个维度的管理方法对修理文件编制的作用如图2所示,六个维度的实施方法如下。

1)在要求维度,需制定了要求明确、细致的文件编制要求及速查手册。

2)在样例维度,分机械、机电、电气、监控、计算机类制定了高质量的文件样例。

3)在维修分析维度,通过对设备进行系统的组成结构分析,建立产品树,对设备中每个部套件和器件进行故障模式分析、预防性维修分析、维修工作分析、修理级别分析,保证修理文件中维修内容的充分性和深度。

4)在质量管理维度,提出固定文件编制人、标准化的文件质量评分方法、每周质量情况通报、专家意见闭环等系列措施。

5)在进度管理维度,提出明确文件初稿提交和修改稿完成时间、每周进度情况通报等系列措施。

6)在知识库维度,制定了常见最小可更换单元库、常见保障资源库、舰船修理知识库等知识库。

##### 4.1 维修分析维度

在维修分析维度,首先需建立其舰船的产品树结构,如图3所示,舰船的产品树结构可以按系统、设备、子设备、部套件、零件五个层级建立,对应的组成编码对应地也分为五段。

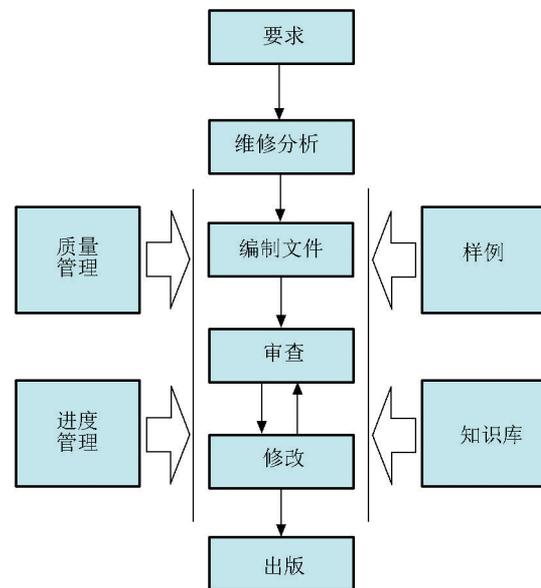


图2 六维度管理方法

Fig. 2 Six dimension management method

为提高修理文件中维修项目、维修项目工作卡、图册、器材信息表等内容的深度和充分性,需在舰船产品树的基础上,通过故障模式影响分析(FMEA)、以可靠性为中心的维修分析(RCMA)、维修工作分析(MTA)和修理级别分析(LORA)在内的维修分析来确定设备的维修项目及相关的维修保障资源,为编制设备维修手册提供基础信息,如图4所示。

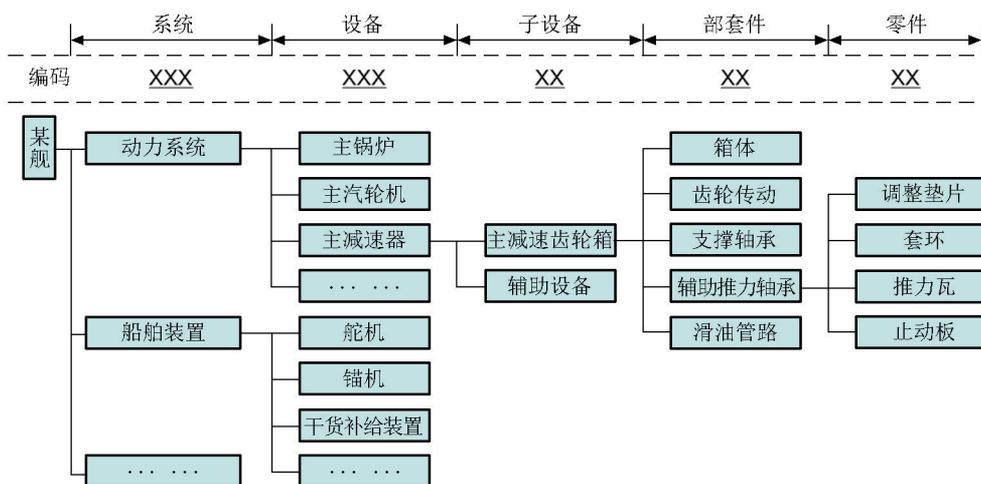


图3 舰船产品树

Fig. 3 Ship product tree

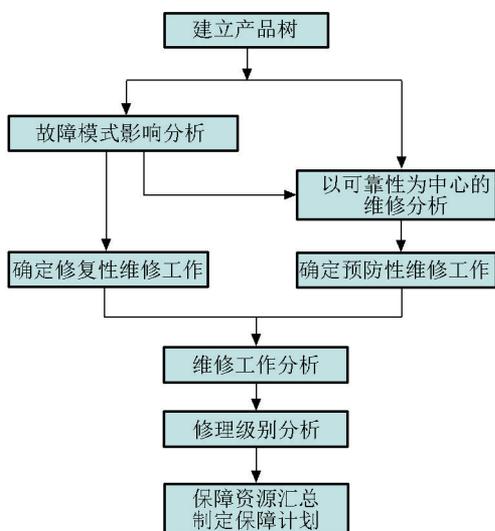


图4 维修分析流程

Fig. 4 Maintain analysis process

维修分析的流程是:首先,将设备自上向下逐层分解为子设备、组件、部件和零件,而后根据设备的分解结构自底向上系统、全面地分析其可能出现的故障模式及导致其发生的故障原因,并对具体的故障原因给出维修人员应采取的维护保养措施,预防故障的发生或减弱故障发生时的影响,得出相应的维修项目及其配套的保障资源,包括图册、维修人员要求、保障设备/工具、备件及消耗材料等。

#### 4.2 要求和样例

在要求维度,针对修理文件的每个章节、要素提出详细的编制要求,对文件中的产品树、图册、维修项目、修理步骤与工艺、验收标准、备品备件、工

具、调试等内容都制定详细的编制要求,并针对每个内容点提供编写示例,使文件编制人员可以清晰地理解各章节的详细编制要求。

在样例维度,对于每一种修理文件的编制要求都配套给出一份详细的样例文件,以供编制人员参考,帮助其快速了解该编制要求;同时,从审查人员的角度,针对文件各个章节的特点,给出其内容上和格式上的审查要点,将之一并提交给编制人员以方便其在编制过程中通过该审查要点及时自查,进而修改完善相应的文件。文件样例的作用是树立标杆。

#### 4.3 进度管理

对修理文件编制过程的进度管理方法包括以下几个方面。

1) 固化组织机构。首先是成立文件编制项目组,对文件编制技术工作实施全程控制管理,指导相关设备技术责任单位规范开展文件编制工作。

各参编单位针对需开展文件编制的每型设备成立一个文件编制小组,负责相关文件的编制和内容、质量审查等工作;设组长一名,成员若干名,接受项目组的管理和指导。

2) 进行编制节点控制。对修理文件的节点控制方法如图5所示,在文件编制流程中,每份文件的编审计划设置A、B、C三个节点,各节点应达到如下效果。

A节点:各文件编制单位根据要求认真编写,按时间节点要求准时提交文件初稿项目组。

B节点:项目组对文件是否符合要求进行确认,

如果文件不符合编制要求,文件编制单位应进行修改,直到符合编制要求。

C节点:对符合形式要求的文件组织会议评审,根据专家意见修改后的文件交付给用户。

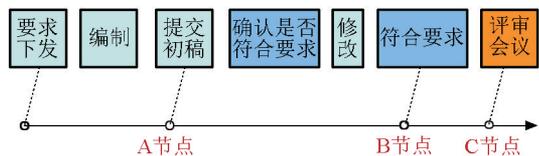


图5 文件编制节点控制图

Fig. 5 The document write time order

3)工作会和简报制度。在文件编制过程中,项目组还需根据需要牵头组织相关参编单位召开文件编制工作会,分析文件编制总体形势,协调解决存在的主要问题等。每次工作会结束后,还需配套向项目相关单位发送项目进度简报。

#### 4.4 质量管理

对修理文件编制的质量管理办法包括以下几个方面。

1)统一文件管理标准。在文件编制过程中,为便于文件编制工作管理和后续用户查阅,由项目负责对修理文件及图纸资料进行编号,编号要求直观反映文件类型、装备所属系统等相关信息,对坞修技术文件的过程文件版本号进行统一规划与管理,并将相关要求通报各设备技术责任单位。

2)文件签署制度。在固化组织机构,固化文件编制人的基础上,各文件编制小组提交审查(含本单位内审)的文件需经编制、校对、审核、标检、批准五级签署(批准人要求为相应主任设计师或主管设计师),通过签署制度落实质量责任全寿命不变。

3)标准化的质量评估程序和要求。制定标准化的、可客观评判文件质量水平的质量评估表和评估程序,质量评估表包括产品组成质量评估表、维修手册质量评估表和图纸质量评估表等。建立标准化的质量评估表和评估程序的作用是客观地、统一尺度地评判所有设备文件的质量水平。

4)质量通报制度。在文件编制过程中,对文件质量在节点检查时未达标的文件要刊登在工作简报上,通报给项目相关单位,督促多次修改仍不达标的文件进行整改。

5)专家意见闭环制度。在文件编制过程中,需建立起专家意见闭环制度,要求文件编制人员逐条

答复专家意见。专家意见闭环制度的作用是保证专家意见落实到位。

6)质量过程文件档案管理。修理文件过程稿、质量评估表、评审意见往来都应由相关负责人签字确认,往来传真存档,项目组按设备分类建立台账。

#### 4.5 知识库

针对文件编制人员对舰船修理知识的掌握程度参差不齐的情况,建立舰船修理知识库,包括常见最小可更换单元库、常见的保障资源库、舰船修理知识库、典型部套件故障模式与维修措施库等。常见最小可更换单元库的作用是帮助文件编制人准确掌握产品组成分解深度要求;常见保障资源库的作用是帮助文件编制人员准确填写保障资源信息;舰船修理知识库的作用是帮助文件编制人员快速掌握舰船修理特点,更好地编写文件;典型部套件故障模式与维修措施库的作用是帮助文件编制人员更好地进行维修分析。

### 5 修理文件编制实施

某型船六十余型设备的基地级修理文件编制项目中,在修理文件编制六维度管理方法指导下,建立了以下管理措施。

1)编制了包括组成分解要求、维修分析报告编制要求(含四份保障性分析要求)、维修手册编制要求、修理技术要求编制要求、编辑排版要求等一系列详细的、图文并茂、示例充分的顶层要求文件,内容多达数百页,十万余字。

编制要求系统地介绍修理文件编制的主要内容、流程、要点及关键知识,使文件编制人员通过阅读要求即可建立起舰船装备修理文件编制的框架轮廓,促进文件质量的提高,降低文件审查与修改工作量。

2)根据舰船装备特点,分别制定机械设备、电气设备、监控设备、计算机设备的维修手册样例,让所有设备的文件编制人员都能拿到符合设备特点的文件样例,照着样例编写各文件部分内容,同时能对着样例理解编制要求,这样可以让文件编制人员更准确地理解要求,写出质量更高的文件。

3)提出了详细的维修分析要求,包括组成分解要求、包括故障模式影响分析要求、以可靠性为中心的维修分析要求、维修工作分析要求和修理级别分析要求,并开发了专业的信息化管理软件辅助文件编制人员开展维修分析工作。

4)建立舰船装备修理知识库。整理了常见舰船装备最小可更换单元;常见的保障资源类型;数十个典型部套件故障模式与维修措施、舰船修理通用知识等舰船装备修理知识库,帮助文件编制人员更系统地学习修理知识。

5)制定了修理文件编制实施方案,在实施方案中明确了进度管理方法和质量管理方法,与相关单位签订纳期表,提出以下文件编制执行流程,具体流程见图6。

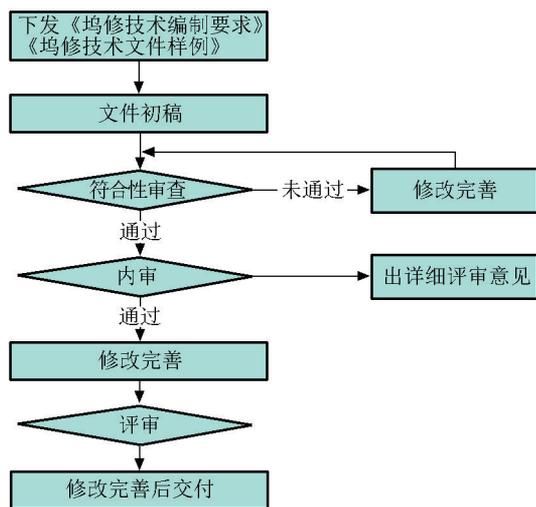


图6 修理文件编制流程

Fig. 6 The maintenance technical documentation write process

通过上述六维度管理方法的实施,保证了六十余型设备修理文件的编制、审查和修改顺利进行,文件质量整体水平较高,对指导基地级修理有重要

意义。

## 6 结语

通过修理文件编制六维度管理方法的研究,使舰船装备基地级修理文件编制工作可以科学、有序地执行,对提升我国舰船装备技术资料的技术深度有重要的作用,能促进编写高水平、高质量的舰船装备基地级修理文件,为我国舰船领域开展基地级修理文件编制奠定了重要的方法基础,有效地推动了我国舰船修理文件编制体系的构建。

## 参考文献

- [1] 宋太亮. 舰船装备保障性工程研究[J]. 中国舰船研究, 2006, 1(1):9-12.
- [2] 张平,何杰,王永德,等. 舰船维修设计概念与流程研究[J]. 中国舰船研究, 2012, 8(4):6-10.
- [3] 郭玉山. 舰船装备修理标准化理论与实践[M]. 北京:海潮出版社, 2011.
- [4] MIL-DTL-24784C, detail specification: manuals, technical: general acquisition and development requirements, general specification for[S]. Washington D C: United States of Defense, 2007.
- [5] MIL-DTL-24784/7C, detail specification: technical repair standards for hull, mechanical, and electrical equipment, electronic equipment, and ordnance equipment[S]. Washington D C: United States of Defense, 2007.
- [6] Maintenance of military materiel[S]. DoD Directive 4151.18. Washington D C: United States of Defense, 2004.
- [7] Kenneth J K. Depot maintenance core capabilities determination process[S]. DoD Instruction 4151.20. Washington D C: United States of Defense, 2007.
- [8] Hunter H. Depot maintenance capacity and utilization measurement handbook[S]. DoD 4151.18H. Washington D C: United States of Defense, 1997.
- [9] BR1313. Naval configuration management authority[S]. 2002.

# Study on the six dimension management method of producing technical documentation for warship maintenance

Chen Zhimin, Yang Bin

(China Ship Development and Design Center, Wuhan 430064, China)

**[Abstract]** The six dimension management method considering the characteristics of ship depot maintenance technical documentation is presented in this paper. The existing maintenance technical documentation situations are examined. Considering the characteristics huge contents, many company participate, big difficulty for quality and progress manage of write documentation. To solve these issues, a six dimension management method of request, kind example, maintain analysis, the knowledge base, quality management, progress management is presented, and elaborated the engineering maneuverability of this method.

**[Key words]** ship; maintenance technical documentation; six dimension management method; maintain analysis