

doi: 10.7690/bgzdh.2016.05.004

鱼雷保障性参数体系

董琛¹, 郑达¹, 丁庆喜², 陈帆³(1. 海军装备部, 山西 侯马 043003; 2. 中国人民解放军 91267 部队, 福州 350015;
3. 中国人民解放军 92060 部队, 辽宁 大连 116041)

摘要: 为提高装备综合保障工作水平, 建立鱼雷保障性参数体系。在讨论保障性参数体系分类的基础上, 根据参数选取原则, 结合鱼雷武器装备实际情况, 由上至下选择参数建立较为完整的鱼雷保障性参数体系, 可用于确定相应指标。该参数体系的建立为鱼雷保障性要求论证奠定了基础。

关键词: 鱼雷; 保障性; 参数体系。

中图分类号: TJ630.6 **文献标志码:** A

Parameter System of Supportability for Torpedo

Dong Chen¹, Zheng Da¹, Ding Qingxi², Chen Fan³(1. Naval Armament Department, Houma 043003, China; 2. No. 91267 Unit of PLA, Fuzhou 350015, China;
3. No. 92060 Unit of PLA, Dalian 116041, China)

Abstract: In order to improve equipment integrated logistics supportability ability, establish parameter system of supportability for torpedo. On the basis of discussing the classification of parameter system of supportability, according to parameter selecting principle, considering torpedo weapon equipment situation, selecting parameter from top to bottom to establish complete torpedo supportability parameter system. It can be used to certain index. The foundation for the demonstration of supportability requirements was laid by the establishment of parameter system of supportability.

Keywords: torpedo; supportability; parameter system

0 引言

鱼雷武器因为具有隐蔽攻击和水下爆破威力大等特点, 已成为反潜和反舰最有效的武器之一^[1]。保障性参数体系反映出各保障性参数之间的相互关系, 由它确定的各项指标是实施综合保障工程的基本输入和约束条件; 因此, 完整的保障性参数体系对提高装备综合保障工作水平具有重要的指导意义。

现阶段, 已经有不少装备参数体系方面的研究。一部分研究其他武器装备的保障性参数体系, 如文献[2]介绍了保障性和保障性参数的涵义, 对保障性参数进行了分类, 并探讨了导弹武器系统的保障性参数体系; 文献[3]结合舰船装备的特点, 提出了一个较为完整的舰船保障性参数体系, 并给出主要参数的定义、计算公式以及各参数之间可能存在的相互关系。另一部分则是可靠性维修性参数体系方面的研究, 文献[4]针对雷达工程的实际阐述了雷达系统可靠性参数选择和指标确定的基本方法; 文献[5]详细地论述了现代武装直升机的可靠性维修性参数体系选择原则及指标的确定方法。笔者在讨论保障性参数体系分类的基础上, 根据参数选取原则, 结合鱼雷武器装备实际情况, 由上至下选择参数建立

鱼雷保障性参数体系。

1 鱼雷保障性参数体系框架

根据可靠性、维修性、保障性要求论证^[6], 笔者将保障性要求分为 3 类: 反映系统级的、反映装备和保障系统综合能力的系统战备完好性要求, 针对装备的保障性设计特性要求, 针对保障系统及其资源的要求。这些要求既可以用量化的方式表示, 如战备完好率、故障检测率、备件满足率等, 称为定量要求; 又可以用非量化的方式表示, 如采用通用的或者集成的保障设备要求等, 称为定性要求。保障性参数是保障性定量要求的一种表现形式, 对应地也分为 3 类: 描述装备系统的系统战备完好性参数、描述装备本身的保障性设计特性参数、保障系统及其资源参数。

还有另一种分类方法, 从保障工作的角度将保障性参数分为 3 类: 第 1 类是装备使用时保障工作涉及的使用保障参数; 第 2 类是装备维修时保障工作涉及的维修保障参数; 第 3 类是使用保障工作与维修保障工作都涉及到的保障系统及资源参数。

笔者将要研究建立的鱼雷保障性参数体系正是通过上述的第 2 类分类方法分析得到一系列的保障

收稿日期: 2016-01-19; 修回日期: 2016-03-03

作者简介: 董琛(1988—), 男, 山西人, 硕士, 助理工程师, 从事武器系统运用与保障工程研究。

性参数。而根据上述第1类的分类方法对保障性参数进行分类并构建体系，只是保障设计特性参数在下文称为保障性主要相关特性参数。保障性主要相关特性参数主要包括基本可靠性、维修性、测试性、耐久性4类。

通过规划使用保障、规划维修保障与规划保障资源，便得到一系列鱼雷保障性参数。由于参数较多，在构建鱼雷保障性参数体系时不可能选取所有的参数。从参数选取原则出发，参考第1类保障性参数分类方法，建立如图1所示的参数体系，并由上至下逐层分析选取具体的保障性参数来构建鱼雷保障性参数体系。

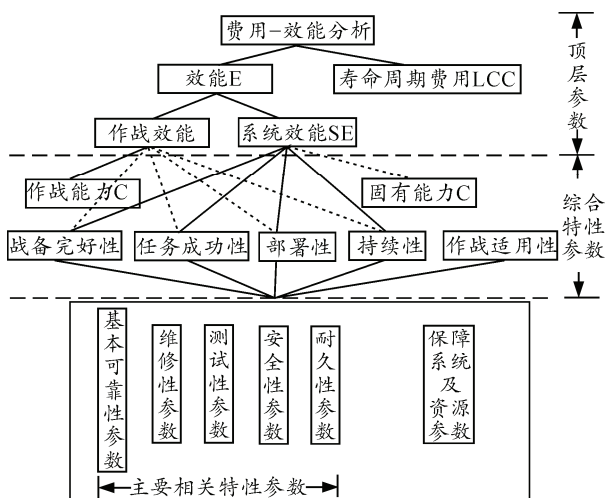


图1 鱼雷保障性参数体系

2 参数选取原则

在鱼雷寿命剖面周期内，使用、维修与保障工作繁多而复杂，由此得来的保障性参数数目众多。参数的选取遵循以下原则：

- 1) 目标性：从作战使用需求出发，提出的参数体系满足鱼雷战备完好性和任务成功性要求。
- 2) 先进性：以先进的技术理论为指导，以发展的眼光看问题，重视高新技术和适用技术的基础，并与国内外鱼雷相比较。
- 3) 可行性：在参数确定时充分考虑我国现有技术水平、经济承受力以及研制周期要求等客观情况，保证参数体系在国内现有技术水平下是可实现的。
- 4) 系统性：以鱼雷总体作战能力为着眼点，用系统工程的原理和方法进行研究。覆盖整个装备系统与全寿命周期的需求，全面、系统、分层次地确定鱼雷的保障性参数，并保证保障性参数要求与性能要求之间，以及与可靠性等保障性主要相关特性要求之间的协调。

5) 可验证性：同步明确各定量指标的验证评估方法。保证所有指标是可验证的，而且验证方法和条件明确。

3 参数选取及体系构建

3.1 顶层参数选取

费用-效能分析是通过确定目标、建立备选方案，从费用和效能2方面综合评价各方案的过程。如图1所示，鱼雷保障性参数体系建立正是通过费用-效能分析，得到2个最根本的衡量装备能力的参数：效能(E)和寿命周期费用(LCC)。而效能分解又可分为作战效能与系统效能。

美国工业界武器系统效能咨询委员会(WSEIAC)对系统效能的定义是：系统能满足一组规定任务要求程度的度量，是系统的可用性、可信性和能力的函数^[7]。其3个组成部分见图2。

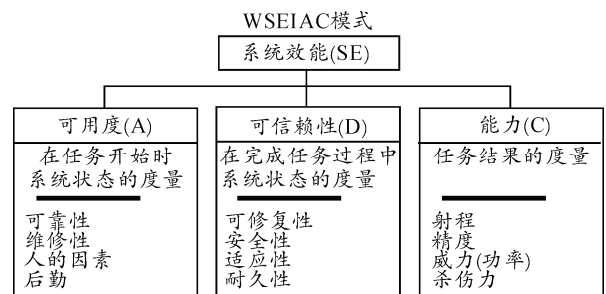


图2 WSEIAC模式系统效能组成

鱼雷系统效能的模型为：

$$SE = A \cdot D \cdot C = [a_1 a_2 \dots a_n] \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中： A 为可用性行向量； a_i 为开始执行任务时鱼雷处于第*i*种状态的概率； D 为可信性矩阵； d_{ij} 为鱼雷在任务开始时刻处于第*i*种状态，而在执行任务过程中处于第*j*种状态的概率； C 为能力矩阵； c_j 为鱼雷在执行任务过程中处于第*j*种状态时，完成其规定任务的能力量值^[8]。

3.2 综合特性参数选取

将顶层参数系统效能分解，如图3所示，可以得到一系列参数。

经过综合分析，得到下面3个鱼雷保障性综合特性参数：

- 1) 贮存战备完好率 P_{OR} ：在规定的贮存、维修

和保障条件下, 在规定贮存时间 t_s , 当任务需要时, 保障部队存储的鱼雷处于正常状态能装舰(潜)艇投入使用的概率, 简称战备完好率。它是鱼雷贮存可靠性、维修性及保障性的综合度量指标。其表达式:

$$P_{OR} = R_S(t_s) + [1 - R_S(t_s)]M(t_d - T_{MLD}) \quad (2)$$

式中: $R_S(t_s)$ 为鱼雷贮存时间 t_s 的贮存可靠度, 根据表征需要, 通常 t_s 可在 $0.5a \sim 3.0a$ 内取值; t_d 为从接到准备鱼雷指令到要求发往舰(潜)艇装载的间隔时间; $M(t_d - T_{MLD})$ 为在规定的维修条件和保障条件下, 在规定时间 t_d 内完成修复故障鱼雷任务的概率; T_{MLD} 为保障部队在其规定维修级别, 为获取修复故障鱼雷所需保障资源的平均等待时间。

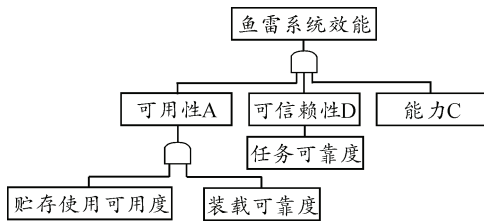


图 3 鱼雷系统效能基本模型

2) 贮存使用可用度 A_0 : 在规定的贮存、维修及保障条件下, 当任务需要时, 保障部队的存储鱼雷处于可用状态的概率, 简称使用可用度。它亦是鱼雷贮存可靠性、维修性及保障性的综合度量指标。它的一种度量方法为

$$A_0 = \frac{\text{能工作时间}}{\text{能工作时间} + \text{不能工作时间}} \quad (3)$$

不考虑使用保障时间与改进时间, 其表达式为

$$A_0 = \frac{T_0 + T_N}{T_0 + T_N + T_{PT} + T_{CT} + T_{LD} + T_{AD}} \quad (4)$$

式中: T_0 为工作时间, 包括反应时间、待命时间和任务时间; T_N 为不工作时间; T_{PT} 为预防性维修时间; T_{CT} 为修复性维修时间; T_{LD} 为保障资源延误时间; T_{AD} 为管理延误时间。

3) 任务成功度 D_m : 鱼雷在任务开始是可用性给定的情况下, 在规定的任务剖面中的任一随机时刻, 能使用并且完成规定功能的概率。其表达式为

$$D_m = P_{OR} R_C(t_c) R_W(t_{wo}) \quad (5)$$

式中: $R_C(t_c)$ 为装载可靠度; $R_W(t_{wo})$ 为实航可靠度。

3.3 保障系统及资源参数选取

将 3.2 节选取得来的综合特性参数进行分解,

可以得到一系列参数。综合分析后, 选取如下的鱼雷保障系统及资源参数:

- 1) 战备转级时间: 鱼雷从贮存状态转入技术准备开始, 按照规定的作业程序、方法和保障条件, 达到可使用状态所需时间的平均值。
- 2) 保障设备满足率: 能够提供使用的保障设备数与需要该级别提供的保障设备总数之比。
- 3) 保障设备利用率: 实际使用的保障设备数量与该级别实际拥有的保障设备总数之比。
- 4) 备件满足率: 能够提供使用的备件数与需要该级别提供的备件数之比。
- 5) 备件利用率: 实际使用的备件数与该级别实际拥有的备件数之比。

3.4 保障性主要相关特性参数选取

将得到的一系列参数, 综合分析后, 选取如下的保障性主要相关特性参数:

- 1) 平均故障间隔贮存时间: 在规定储存条件下, 鱼雷从开始储存到发生故障的平均间隔时间。
- 2) 贮存可靠度: 鱼雷从验收合格包装贮存之日起, 在规定的仓库贮存条件和规定贮存时间内, 保持规定功能的概率。
- 3) 平均修复时间: 在规定的维修条件下, 排除鱼雷故障所需实际作业时间的平均值。
- 4) 维修度: 任务剖面中在规定的维修级别和规定的时间内维修损坏的部件, 使其能够继续工作的概率。
- 5) 故障检测率: 用规定的检测设备与方法, 能正确检测到的故障数与其故障总数之比。
- 6) 故障隔离率: 用规定的检测设备与方法, 能检测到并予以隔离到该维修级别可更换单元的故障数与检测到的故障总数之比。
- 7) 虚警率: 用规定检测设备与方法, 发生故障虚警数与显示的故障总数之比。
- 8) 总寿命: 鱼雷在规定的使用和维修条件下, 从开始使用到规定报废的时间长度。
- 9) 实航使用寿命: 鱼雷在规定的使用和维修条件下, 最多允许实航次数。
- 10) 储存寿命: 鱼雷在规定的条件下储存, 启封使用仍能满足规定质量要求的时间长度。

4 鱼雷保障性参数体系

经过一系列分析, 笔者选取各类参数, 从而建立如表 1 所示的鱼雷保障性参数体系。