

武器装备完好性评价方法研究

俞翔¹, 杜刚², 何其伟¹

(1. 海军工程大学, 武汉 430033; 2. 中国人民解放军92538部队, 辽宁大连 116041)

[摘要] 武器装备完好性评价对于装备的精细化、科学化使用管理和维修保障具有重要意义,而目前的评价方法在时效性、精确性以及任务匹配度等方面都与新形势新要求不相适应。针对这一问题,提出了基于设备技术状态的装备完好性评价方法,通过对某型驱逐舰的完好性模拟评价,验证了该方法的可行性,并提出了进一步完善装备完好性评价方法和机制的对策建议。

[关键词] 装备完好性;技术状态;装备维修保障;对策建议

[中图分类号] E92 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)05-0076-07

1 前言

装备完好性是构成装备系统效能和战斗力的重要因素之一,使装备保持较高的完好性水平是维修保障部门的根本任务。

随着武器装备系统越来越复杂、现代战争更加注重突出体系对抗等新情况新变化,传统的装备完好性评价方法与机制,在新的历史时期已不适应对部队武器装备进行精细化、科学化使用管理和维修保障的需要^[1]。根据形势任务的变化及时建立适应新形势下的装备完好性评价方法和机制,已成为装备建设的重大课题。

2 必要性分析

当前,部队大部分装备都以相关条例规定的完好率计算方法为基础,结合各类装备训练、战备实际工作需要,采用不同的统计模型,开展了装备完好率统计,建立了相应的工作制度和基本流程^[2]。但在武器装备完好性评价和完好率统计过程中,还存在一些问题。

一是离作战使用要求有一定差距。装备完好

性是评价装备作战效能,针对不同作战任务测算最优化装备配置方案的基础性数据。由于缺乏对大型装备完好与否、能战与否的明确界定,装备完好性评价及完好率统计存在将具备部分作战能力装备与完全能战装备一同统计的问题,由此得出的装备完好率不能完全反映装备技术状态满足作战使用要求的能力。

二是离维修保障要求有一定差距。装备完好性同时也反映了装备的技术状态和健康水平,是开展装备全寿命维修保障的依据。由于目前装备完好性评价没有直接与装备各组成系统的技术状态相关,也没有考虑系统间、设备间的相互协同,由此得出的装备完好性不能直接指导装备的全寿命维修保障,也无法用于确定维修的时机、范围和深度。

现代战争强调体系作战能力,武器装备本身作为整个体系中的一个链接节点,其状态直接影响作战效能;同时,保障系统作为武器装备体系的重要组成部分,也是维持武器装备全寿命作战效能的重要因素^[3]。因此,从武器装备维修保障和作战使用两个方面来进一步完善装备完好性评价方法和机制具有重要意义。

[收稿日期] 2015-03-05

[作者简介] 俞翔,1978年出生,男,湖南湘潭市人,高级工程师,主要研究方向为装备维修保障工程;E-mail:yuxiang898@sina.com

3 总体思路

完善武器装备完好性评价可从以下四个方面来考虑。

一是装备所具备的能力体现在装备的战技术指标上,对装备的完好性评价实际上就是对装备战技术指标的考核。同时,装备完好性评价既要考核装备“随时能遂行作战任务”的能力,还要从装备维修保障角度出发,考核装备技术状态退化程度,进而指导装备的维修保障工作。

二是新一代武器装备呈现出多技术融合、多系统集成趋势,以舰船、飞机为代表的大型复杂装备往往由若干个功能系统组成,装备的战技术指标融入各系统技术性能之中^[4]。对装备完好性进行评价,没有必要得出装备完好性水平的唯一值,更重要的是针对不同任务要求和维修保障需求,将装备的战技术指标分解为对各功能系统完好性的要求,并在此基础上开展装备完好性评价^[5]。

三是系统的完好性评价应考虑系统主要组成设备的技术状态及其相互间的协同关系,以及工装、备件、技术资料等的配套情况,通过综合权衡得到系统的完好性评分。以舰艇装备为例,系统完好性评分如图1所示。

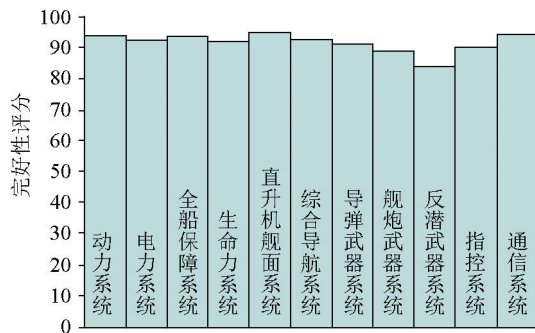


图1 舰艇装备各系统完好性评分
Fig. 1 The readiness scores of systems of warship equipment

四是根据系统完好性评分将装备进行分级,明确各等级装备的执行任务能力和维修保障需求。针对舰艇装备的等级划分标准及对应的执行任务能力和维修保障需求见表1。

表1 舰艇装备完好性分级标准

Table 1 Classification standards for warship equipment readiness

装备等级	装备等级标准	执行任务能力	维修保障需求
一级	各系统完好性评分均在90(含)以上	具备执行全面作战任务能力	—
二级	主要系统完好性评分在90(含)以上	具备执行部分作战任务能力	通过临时修理,可在较短时间恢复执行全面作战任务能力
三级	主要系统完好性评分在80(含)至90	具备执行低强度作战任务或非作战任务能力	通过临时修理,可以恢复执行部分作战任务能力
四级	主要系统完好性评分在70(含)至80	具备执行航渡、扫海等基本任务能力	通过临时修理,可以恢复执行非作战任务能力;或通过基地级修理,恢复执行全面作战任务能力
五级	主要系统完好性评分在70以下	不具备执行任务能力	需通过基地级修理,才能恢复执行全面作战能力

从上述分析可见,装备完好性评价,关键在于对装备各系统的完好性评分,由此来为装备的任务执行和维修保障提供依据。

4 基于技术状态的系统完好性评价方法

系统的完好性,在很大程度上取决于设备的技术状态,但又不完全等同于设备技术状态评分的算术平均,需将设备间的逻辑关系与相互协同,以及配属于系统的技术资料、维修工装、维修器材、备品备件的配套与否等因素,纳入系统完好性评价指标体系之中。

4.1 指标体系

系统完好性评价指标体系是系统完好性评价的基础,关系到评价结果的科学性和准确性。指标体系的建立可采用专家会议法。图2为系统完好性评价的指标体系示例。在由两级指标组成的指标体系中,既体现出了各设备技术状态及设备间的系统协同对完好性的影响,还体现出了装备的配套性要求。

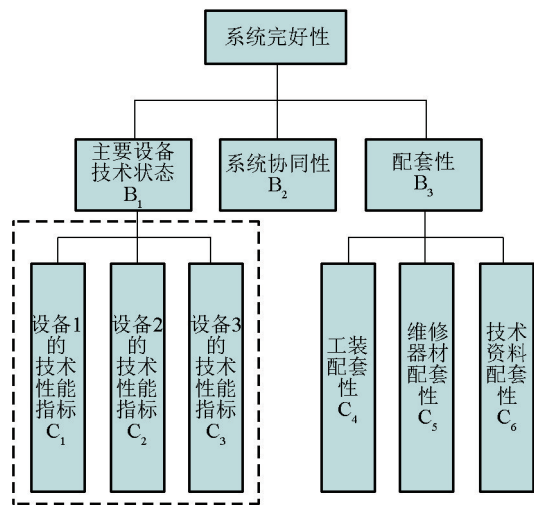


图2 系统完好性评价的指标体系(示例)

Fig. 2 A sample of the index system for evaluating the system readiness

4.2 设备技术状态评估

图2所示被虚线包围的部分,即系统主要设备的技术状态,是系统完好性评价的基础。一般而言,装备刚入役时,各设备技术状态良好、性能发挥全面,可将入役时试验、试航测得的数据作为设备技术状态评估的初始值,随着服役时间的增长,设备技术状态逐渐退化,根据性能状态参数与初始值的偏离程度,并考虑其技术指标要求,可得出设备技术状态的退化程度^[6]。首先给出单个技术指标评分的方法,在此基础上,再对设备的技术状态评分。

4.2.1 单个技术指标评分

根据技术指标要求的特点,可以分为以下四种情况。

1)对于技术指标要求为一个值的情况,例如,发电机组的功率,则该技术指标评分按下式计算:

$$d_L = \left(1 - \left| \frac{x_1 - x_f}{x_1} \right| \right) \times 100 \quad (1)$$

式(1)中, d_L 为技术指标评分; x_1 为技术指标要求值; x_f 为测得的实际值。

2)对于技术指标要求为一个下限的情况,例如,发电机绝缘电阻要求不低于 $0.5 \text{ M}\Omega$,则该技术指标评分按下式计算:

$$d_L = \begin{cases} 0 & x_f < x_1 \\ 60 + \left(\frac{x_f - x_1}{x_0 - x_1} \right) \times 40 & x_1 \leq x_f < x_0 \\ 100 & x_0 \leq x_f \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中, d_L 为技术指标评分; x_1 为技术指标要求

值; x_0 为技术指标初始值,即入役时试验试航所测得得值; x_f 为测得的实际值。

3)对于技术指标要求为一个上限的情况,例如,发电机轴承温度要求不高于 $90 \text{ }^\circ\text{C}$,则该技术指标评分按下式计算:

$$d_L = \begin{cases} 0 & x_f > x_1 \\ 60 + \left(\frac{x_1 - x_f}{x_1 - x_0} \right) \times 40 & x_1 \geq x_f > x_0 \\ 100 & x_0 \geq x_f \end{cases} \quad (3)$$

式(3)中, d_L 为技术指标评分; x_1 为技术指标要求值; x_0 为技术指标初始值; x_f 为测得的实际值。

4)对于技术指标要求为一个范围的情况,例如,滑油冷却器出口滑油温度要求在 $40 \sim 45 \text{ }^\circ\text{C}$,则该技术指标评分按下式计算:

$$d_L = \begin{cases} 0 & x_f < x_1 \\ 60 + \frac{x_f - x_1}{x_0 - x_1} \times 40 & x_1 \leq x_f < x_0 \\ 60 + \frac{x_2 - x_f}{x_2 - x_0} \times 40 & x_0 \leq x_f \leq x_2 \\ 0 & x_f > x_2 \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中, d_L 为技术指标评分; x_1 为技术指标要求下限值; x_2 为技术指标要求上限值; x_0 为技术指标初始值; x_f 为测得的实际值。

4.2.2 设备的技术状态评分

设备的技术状态评分分为以下四种情况。

1)对于结构功能较简单的设备,具有一个体现其技术状态的主要技术参数,且该参数是日常可测并进行记录的,则选取该参数来评价设备的技术状态。

2)对于可测得的技术参数较多,并进行记录的设备,将各个技术指标评分按照重要程度进行加权平均,来评价设备的技术状态。

3)对于技术参数难以检测,但有明确使用寿命要求的设备,其技术状态评分按下式计算:

$$d_L = \begin{cases} 60 + \frac{T_1 - T_f}{T_1} \times 40 & T_f \leq T_1 \\ 0 & T_f > T_1 \end{cases} \quad (5)$$

式(5)中, d_L 为设备技术状态评分; T_1 为设备的使用寿命; T_f 为设备累计工作时间。

4)对于无法进行状态检测、且没有明确使用寿命要求的设备,其评分由检查人员根据技术状态检查规程打分估计:

$$d_i = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{N} \quad (6)$$

式(6)中, d_i 为第 i 个检查人员打分值;对于故障设备,其值为0;对于正常设备,根据其技术状态评价,其值介于60~100; N 为检查人员数。

4.3 权重确定

建立系统完好性指标体系后,确定各个层级指标的权重,也是系统完好性评价的基础性工作。指标权重的确定分为两个部分,对于如图2所示没有被虚线包围的部分,各级指标权重确定采用专家会议法。由专家对同一级指标两两比较,形成权重判断矩阵,并进行一致性检验,检验通过后,利用矩阵特征向量并归一化计算得出各个指标的权重值。利用判断矩阵求权重值的方法较为成熟,并广泛应用,可以参见《武器装备维修质量评定要求和方法》(GJB 4386—2002)。

图2中被虚线包围的部分,即组成系统的各个主要设备技术性能权重的确定,则需要考虑设备之间的逻辑关系。根据设备间逻辑关系的不同,权重确定主要有以下几种^[7,8]。

1) 串联系统。串联系统是指只有当所有设备都正常工作时系统才能正常工作。对于串联系统,考虑到若某一设备技术状态值很差,整个系统性能和功能会受到很大影响,可采用动态权重赋值法,使得权重向技术状态相对较差的设备倾斜。第 i 个设备的权重计算式为:

$$a_i = 1/n - \sum_{j=1}^n \frac{x_i - x_j}{10 \times n^2} \quad (7)$$

式(7)中, x_i 、 x_j 为第 i 个设备和第 j 个设备的技术状态评分; n 为系统主要设备数。

2) 并联系统。并联系统是指只有当所有的设备都失效时,系统才会失效。对于并联系统,则按照设备的重要程度赋予权重。

3) 表决系统。所谓 n 中取 k 表决系统是指,系统由 n 个设备组成,若 n 个设备中至少有 k 个设备正常工作便能正常工作。对于表决系统,则在最优设备清单选用 k 台设备,并赋以相同的权重。

4) 混联系统。上述几种系统混合组成即为混联系统,其权重确定方式也由上述三种组合方式分别得到。

4.4 定性指标评分

在图2所示的指标体系中,定性指标主要是指

系统协同性指标和配套性指标,需要建立定性指标评分规则:W=(好,较好,一般,较差,差)=(100,75,50,25,0)。在系统完好性评价过程中,根据指标的实际情况,按照评分规则给予相应的分值。

4.5 系统完好性综合评分

对图2中的各指标进行评分后,再按照指标的权重进行加权求和,就可以得到系统完好性的综合评分。

5 实例验证

为验证装备完好性评价方法的可行性,发现复杂大型装备完好性评价中存在的问题,进一步完善装备完好性评价方法,以某型驱逐舰为对象,进行了舰艇装备完好性的模拟评价。

装备完好性模拟评价的对象是处于在航状态的驱逐舰,评价范围涵盖了主要系统:动力系统、电力系统、全船保障系统、生命力系统、直升机舰面系统、综合导航系统、导弹武器系统、舰炮武器系统、反潜武器系统、指控系统、通信系统。

5.1 设备技术状态评价

对该型驱逐舰而言,大部分设备都自带有监测设备,可对其自身运行状态进行不断地监视,收集必要的的数据,并由值更舰员登记在工作登记本上。

如前所述,将入役初期测得的指标值作为初始值,计算可测得的状态性能参数与初始值的偏离程度,并由此给出设备的技术状态评分,其具体计算方法为式(1)~(6)。对于汽轮机发电机组,其技术指标要求、初始值、实际值以及评分如表2所列。

表2 汽轮机发电机组设备技术状态评分表

Table 2 The score table of the technical condition for the turbo-generator unit

参数名称	技术指标			技术状态评分
	要求	初始值	实际值	
冷态绝缘电阻/MΩ	不低于0.5	65	60	96.9
功率/kW	2 140	2 140	2 089	97.6
发电机轴承温度/℃	不应超过90	73	75	95.3
频率/Hz	50	50	50	100.0
电压/V	380~400	390	390	100.0
滑油冷却器后滑油温度/℃	40~45	42	42	100.0
设备技术状态总评分				97.1

分别对各可测参数进行评分后,设备技术状态总评分采用加权平均的方式进行。对于汽轮发电机组而言,功率是其主要性能参数,因此对功率赋予0.5的权重,其他5项指标均担剩余的0.5的权重,综合评分为97.1。其他设备的技术状态评分均按上述分析进行。

5.2 系统完好性评价

5.2.1 指标体系与权重

系统完好性评价指标体系采用图2所示的指标体系,系统完好性下分3个一级指标,分别为主要设备技术状态、系统协同性、配套性。

模拟评价简化了权重确定过程,直接由经验给出。对于一级指标,考虑到武器系统、通信系统等,设备间的数据传输与相互控制是系统功能实现的基础,系统协同占据了非常重要的地位,因此加大了系统协同性的权重。而对于全船保障系统、生命力系统,各设备相对独立运行,没有数据传输与相互控制,因此没有赋予系统协同性指标以权重,表明对于这两个系统,可以不考虑系统协同性。

属于二级指标的各设备技术性能指标的权重按照4.3节方法确定。对于工装配套性、维修器材配套性、技术资料配套性3个二级指标,则为了简单起见,按照相同权重确定,即各占0.33的权重。

5.2.2 主要设备技术状态得分

根据系统主要设备的逻辑关系图、设备技术状态评分以及确定各设备权重的方法,可以得到系统主要设备技术状态一级指标的评分,下面以主动力系统为例加以分析和说明。

主动力系统主要设备的逻辑关系图如图3所示,主要设备评分一览表如表3所示。

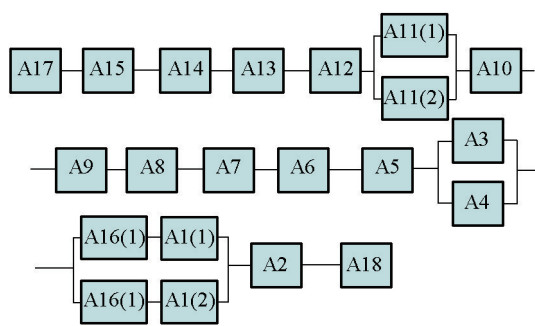


图3 主动力系统主要设备逻辑关系图

Fig. 3 The logic diagram of the devices of the main power system

表3 主动力系统设备评分及权重

Table 3 The scores and weights of the devices of the main power system

序号	设备数量	设备技术状态评分		组合评分	权重
		(1)	(2)		
A1	2	94.1	97.7	96.4	0.06
A16	2	97.6	97.0		
A2	1	93.1		93.1	0.08
A3	1	92.3		94.8	0.07
A4	1	100.0			
A5	1	90.3		90.3	0.10
A6	1	98.1		98.1	0.05
A7	1	98.4		98.4	0.05
A8	1	87.3		87.3	0.12
A9	1	95.0		95.0	0.07
A10	1	100.0		100	0.04
A11	2	99.4	99.1	99.2	0.04
A12	1	99.5		99.5	0.04
A13	1	100.0		100	0.04
A14	1	96.9		96.9	0.06
A15	1	99.9		99.9	0.04
A17	1	98.9		98.9	0.05
A18	1	94.6		94.6	0.07

由图3可见,A11所示的两个设备为并联系统,且两设备重要程度相当,因此取其技术状态评分的平均值作为该并联系统的得分,为99.2。

A3、A4所示的两个设备为并联系统,由于A3设备起主要作用,A4设备起加强作用,因此,A3设备的权重为0.67,而A4设备的权重为0.33,两者技术状态评分加权后得到该并联系统的得分,为94.8。

A16、A1所示的混联系统为A16和A1串联后再并联,A16和A1的串联系统评分按照式(7)计算各自权重后加权求和得到,然后再按照重要程度相同的并联系统得到A16、A1混联系统得分,为96.4。

上述3个并联或者混联系统与其他设备构成了串联系统,按照式(7)可以计算得到各设备的权重,如表3所列。由表3可以看出,评分最低的A8其权重最大,这体现出串联系统中单设备对整个系统完好性具有较大影响。按照表3所示得到主动力系统

主要设备技术状态得分为95分。

5.2.3 系统协同性与配套性得分

对于主动力系统的系统协同性和配套性,考虑到该型驱逐舰多年的良好使用和保障能力建设,根据经验将系统协同性评分确定为90分,配套性评分为95分。

5.2.4 系统完好性综合评分

根据主动力系统的主要设备技术状态得分、系统协同性得分和配套性得分,以及各指标权重设定,可以得到主动力系统的完好性评分为94.7分。

其他系统的完好性评分的方法和过程与上述主动力系统的相同,各系统完好性评分见表4。

表4 某型驱逐舰的各系统完好性

Table 4 The readiness scores of systems of a certain type of destroyer

系统	系统完好性评分						总分
	主要设备技术状态		系统协同性		配套性		
	权重	得分	权重	得分	权重	得分	
动力系统	0.6	95.0	0.2	90	0.2	95	94.0
电力系统	0.6	92.8	0.2	87	0.2	95	92.1
全船保障系统	0.8	94.2	0	—	0.2	90	93.4
生命力系统	0.8	92.5	0	—	0.2	90	92.0
直升机舰面系统	0.5	88.8	0.3	85	0.2	95	88.9
综合导航系统	0.6	94.6	0.2	85	0.2	95	92.8
导弹武器系统	0.5	93.1	0.3	85	0.2	95	91.1
舰炮武器系统	0.5	91.5	0.3	85	0.2	95	90.3
反潜武器系统	0.5	77.2	0.3	80	0.2	95	81.6
指控系统	0.5	99.0	0.3	90	0.2	95	95.5
通信系统	0.5	99.0	0.3	90	0.2	95	95.5

5.3 系统完好性分级

从表4可以看出,该舰11个主要系统中,有9个的完好性评分在90分以上,直升机舰面系统、反潜武器系统的完好性则低于90分。根据表1,该舰的装备完好性等级为二级,即可执行部分作战任务,并通过临时修理,可在较短时间恢复执行全面作战任务能力。

从舰艇维修保障的角度来看,直升机舰面系统、反潜武器系统在在航检修和等级修理中需要重点考虑。

6 对策建议

6.1 健全装备技术状态评估标准体系

建立健全装备完好性评价标准法规体系,是装备完好性评价的基础。只有在统一标准下开展装备完好性评价,对建制单位或战役方向的装备完好率统计才有意义,由此得到的战场态势评估和兵力部署才能准确反映出装备实力水平。在多军兵种协同作战日益强化,信息化条件下数据日益融合的趋势下,装备完好性评价的标准体系建设也应在机关的组织领导下统一开展,体现出装备完好性评价标准体系的层次性和综合性。

装备完好性评价标准体系建设应着重从两方面开展。一是在管理层面,自上而下制定装备完好性评价管理规定,明确装备完好性评价组织机制、目的要求、评价时机、评价对象、奖惩措施等;二是在技术层面,构建统一的装备完好性标准体系框架,从宏观和整体角度明确装备完好性评价的总体思路、指导原则、基本方法、实施规划等,并在该体系框架下,由各部队针对所属装备的特点,分别组织制定装备完好性评价技术标准。

6.2 完善装备技术状态评估组织体系

装备完好性评价既是一项基础性管理工作,又是一项综合性技术工作,由此决定了装备完好性评价的有效开展,必须依靠“两条腿走路”的方针。一是完善有力的行政指挥线;二是建立有效的技术指挥线。装备完好率统计与分析,在各部队开展多年,目前已形成了一条相对成熟的行政指挥线,而由技术责任单位、技术支撑单位组成的技术线则仍处于空白阶段。

基于设备技术状态的装备完好性的评价,需要开展大量技术性、基础性工作,这其中主要包括规章制度的编制建立,技术措施手段的论证建设,评价过程中的技术指导,完好性数据的统计分析,装备作战效能的决策建议等。如此众多的技术支持工作,无法由一家单位全部承担,必须依托技术实力强、对装备使用、管理和保障均熟悉的单位来实施技术抓总,发挥装备完好性评价技术指挥线的核心作用,组织国内、军内装备设计、建造、使用、保障的相关单位,共同为装备完好性评价提供技术支撑。

6.3 建立装备完好性评价一体化信息系统

装备完好性评价需要对大量设备的技术状态

参数进行统计,并综合分析设备和系统间的协同性能。要在较短的时间内,对如此众多的数据进行处理与管理,需要依靠有效的信息系统。装备完好性评价一体化信息系统是装备完好性评价工作的物质基础和技术手段,将在装备完好性评价中发挥重要的作用。

因此,需依托信息基础设施,以各级装备维修保障和使用管理部门为枢纽,遵循装备完好性评价行政指挥线和技术指挥线的基础架构,运用先进的信息技术和手段,构建集装设备技术状态数据采集、完好性评价与完好率统计、装备健康状态管理、维修保障辅助决策、战场装备态势评估等功能于一体的网络平台和信息系统。

7 结语

装备完好性评价对于武器装备的精细化、科学化使用管理和维修保障具有重要意义。现有的装备完好性评价和完好率统计方法缺乏有效的技术支撑,没有直接与设备技术状态相关,也没有依据系统和装备的重要程度进行评估,对装备的作战使用和维修保障指导性不强。

本文将装备划分为设备、系统、装备三个层次,

先对单个设备的技术状态进行评价,再采取“自下而上”逐级向上综合,得到系统的完好性评分,并以此对装备完好性进行评价和分级。对某型驱逐舰装备完好性进行的模拟评价表明,该方法具有可行性,可为装备的任务执行和维修保障提供依据。建议在标准制度建设、组织体系完善和信息手段建设等方面提前筹划,尽早开展。

参考文献

- [1] 毛炳祥,白桦,程文鑫.系统战备完好性分析、计算与检测[M].北京:国防工业出版社,2012.
- [2] 李会刚,党盼盼,裴家宏.军械装备完好率计算[J].四川兵工学报,2009,30(6):107-109.
- [3] 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.
- [4] 刘益新,刘增良,余达太,等.一种新型装备完好率计算模型的研究[J].航天控制,2005,23(4):73-78.
- [5] 吕建伟,余鹏,魏军,等.舰船装备健康状态评估方法[J].海军工程大学学报,2011,23(3):72-76.
- [6] 马海英,周林,王亮.基于劣化度的装备健康状态评估模型[J].火力与指挥控制,2014,39(10):66-69.
- [7] 陈玲.潜艇核动力装置技术状态综合评估研究[D].武汉:海军工程大学,2007.
- [8] 耿俊豹,黄树红,金家善,等.基于任务剖面的复杂系统状态综合评估方法[J].华中科技大学学报(自然科学版),2006(1):27-29.

Study on evaluation method of weapon equipment readiness

Yu Xiang¹, Du Gang², He Qiwei¹

(1. Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China; 2. The 92538th Unit of PLA, Dalian, Liaoning 116041, China)

[Abstract] Weapon equipment readiness evaluation is important for the meticulous and scientific usage management and maintenance support of weapon equipment. However, the current evaluation methods don't fit the new situation and new requirements in terms of timeliness, accuracy and task matching. Therefore, an improved evaluation method for weapon equipment readiness based on the technical status of the main onboard machinery was presented. Through the simulation evaluation of the readiness for a certain type of destroyer, the feasibility of this method was verified, and some countermeasures and suggestions to further improve the method and mechanism for equipment readiness evaluation were proposed.

[Key words] equipment readiness; technical status; maintenance support of equipment; countermeasures