

【引用格式】李荣, 喻鹏, 王旭东, 等. 提升猎雷军士岗位胜任力的特情复现系统研究[J]. 数字海洋与水下攻防, 2024, 7(3): 349-353.

提升猎雷军士岗位胜任力的特情复现系统研究

李荣¹, 喻鹏¹, 王旭东¹, 刘旭东¹, 童大为²

(1. 海军士官学校, 安徽 蚌埠 233032;
2. 海鹰集团, 江苏 无锡 214000)

摘要 猎雷是对抗智能引信水雷的重要方式, 但受“战场环境、水雷情况、装备故障和装备运用”等因素的影响, 猎雷效率较低。猎雷军士是执掌反水雷装备的第一人, 提升猎雷军士的岗位核心胜任力对反水雷作战具有重要意义。围绕院校培养猎雷军士的现实需求, 首先阐述了猎雷军士的岗位核心胜任力, 并从特殊环境、潜在对手、装备特殊性能和特殊故障几个方面对猎雷特情进行了分析, 在此基础上提出了基于模拟仿真技术加实际水域猎雷的特情复现训练方法。

关键词 猎雷; 特情; 胜任力; 环境

中图分类号 E251.3

文献标识码 A

文章编号 2096-5753(2024)03-0349-05

DOI 10.19838/j.issn.2096-5753.2024.03.014

Research on Special Situation Reconstruction System to Enhance Competency of Mine Hunting Sergeants

LI Rong¹, YU Peng¹, WANG Xudong¹, LIU Xudong¹, TONG Dawei²

(1. Naval Petty Officer Academy, Bengbu 233032, China;
2. Haiying Group Company, Wuxi 214000, China)

Abstract Mine hunting is an important way to counter intelligent fuze mines, but its efficiency is low due to factors such as battlefield environment, mine conditions, equipment failures, and equipment utilization. The mine hunting sergeant is the first person in charge of mine countermeasures equipment. Thus, enhancing the core competency of mine hunting sergeants is of great significance for mine countermeasures. This article focuses on the practical needs of training mine hunting sergeants in colleges and universities. Firstly, the core competency of mine hunting sergeants is elaborated. Then, the special situation of mine hunting is analyzed from several aspects such as special environment, potential opponents, special equipment performance, and special faults. Based on this, a training method for special situation reconstruction based on simulation technology and mine hunting in actual water area is proposed.

Key words mine hunting; special situation; competency; environment

0 引言

水雷易布难扫, 反水雷是世界海军难题, 猎雷

作战区别于传统扫雷作战, 无需考虑水雷的引信工作制度, 即采用“探测-识别-处理”的方式, 掌握了反水雷的主动权, 猎雷已成为当前世界海军反水

雷的主要方式之一^[1-3]。反水雷部队对猎雷人才的要求越来越高,这对军队职业技术教育提出了更高要求。本文基于培养部队急需高素质、专业化新型猎雷军士人才,分析了猎雷军士岗位的核心胜任力,并对猎雷“特殊环境、特殊对手、特殊性能、特殊故障”等特情及复现方式进行研究,为“高阶性、实战化”训练实施打下基础。

1 猎雷军士岗位核心胜任力

胜任力的概念最早是由 ROBERT WHITE(1959)提出的,MACLELLAND(1973)在其论文《测量胜任素质而非智力》中将胜任力的作用定义为能区分工作绩效优劣的个人条件和行为特征^[4]。学术界普遍认为,胜任力是指能将某一工作中有卓越成就者与普通者区分开来的个人深层次特征,它可以是动机、特质、自我形象、态度或价值观、某领域知识、认知或行为技能等任何可以被可靠测量或计数的并能显著区分优秀与一般绩效的个体特征。核心胜任力就是胜任岗位最关键的、决定性的、具有鲜明特性的个体特性。

猎雷军士是执掌反水雷装备的第一人,为充分发挥反水雷装备的效能,必须具备猎雷军士岗位的核心胜任力,主要包括:及时准确发现目标、安全可靠处理目标、迅速规范排除故障和综合作战效能提升。

2 猎雷特情分析

2.1 特殊环境分析

猎雷作战受环境影响较大,常见水域包括以下几种情况。

1) 江河口等水域。

这些区域水深较浅、流速较大且泥沙含量高。一方面容易导致水下猎雷机器人的电视性能受到明显影响,重点依靠图像声呐搜索识别目标;另外一方面容易导致水雷容易被泥沙掩埋,进一步增加声呐搜索识别难度^[5]。

2) 狭窄航道。

其主要特点是风浪大、流速快、存在湍流、海底起伏较大且存在大量礁石,易导致探雷声呐虚警率增加,猎雷效率降低。同时,由于海底存在较多障碍物,容易导致猎雷机器人(包括 AUV 和 ROV 类型)挂碰海底障碍物。

3) 岛屿海岸周边。

其主要特点是处于浅水区或甚浅水区,礁石、渔网、抗登陆障碍较多,疑似假目标多,潜航器易被缠绕,是反水雷难度最大的区域^[6-7]。

4) 开阔海域要道。

其探雷难度一般低于近岸浅水水域,但由于面积大,潜在布雷数量大,对反水雷的效率要求较高。

2.2 水雷目标分析

猎雷尽管不需要考虑水雷引信工作制度,但是需要考虑水雷外形、尺寸、材质和水中状态带来的影响,新型水雷大多具有一定的隐身设计,如采用玻璃钢材质或采用较低反射面积的外形等,从而降低被猎雷声呐探测的概率^[8-10]。

外军及台军水雷情况分析:

1) 美国水雷。美军水雷主要是 MK 系列水雷,包括沉底水雷、锚雷、自导水雷等,类型较多但大多采用同一引信单元,采用智能算法,具有较强的抗扫性能。由于美军擅长运用航空布放的方式进行大面积布雷,这对猎雷作战的效率提出了挑战。

2) 台湾水雷。台军水雷主要是万象 I、II 型系列水雷和 MK 系列水雷(MK 系列水雷主要是引进美军老式水雷),外形主要以柱状、锥形、弹形为主,材质多为玻璃钢材质。对于采用玻璃钢材质的沉底雷,其声呐回波相对较弱,当海底混响较强或水雷存在一定沉底掩埋时,猎雷难度较大。

3) 日本水雷。日军主要依靠引进美军水雷,并进行国产化开发。

4) 越南、菲律宾等南海周边国家水雷,重点是特种作战水雷。

2.3 特殊性能分析

2.3.1 新装备性能发挥

新型无人反水雷装备(包括 ROV、AUV、USV 等)是反水雷力量的有效补充,ROV 反水雷装备由人进行操控,可远距离探测识别和销毁水雷。美军除了专业反水雷舰艇外,还将模块化的 ROV 反水雷装备搭载于一般作战舰艇,使其具备一定的反水雷能力^[11]。

AUV 反水雷装备主要以预先探雷为主,通过搭载水下电视、前视声呐、侧扫声呐或合成孔径声呐,实现对水下疑似目标的探测,并利用智能算法对疑似目标进行检测识别,其灵活性显著优于 ROV 反水雷装备,但是对 AUV 的路径规划能力和自主识别算法要求较高^[12-14]。

USV 在通信能力、操控性和续航力等方面的性能明显优于 UUV, 可作为搭载 UUV 的应用平台, 在拓展单一平台反水雷能力、推进多平台协同反水雷方面具有较大的潜力, 例如美军研制开发了 CUSV 型反水雷 USV, 主要通过艇上安装的舷侧声呐探雷, 并通过艇上搭载的通信设备将相关数据传输至母舰上或者利用自身模块化换装的扫猎雷具进行自主处理^[15]。法国 ECA 公司的检查者 MK2 无人水面艇安装了侧扫声呐和 2 台“凯斯特” ROV, 1 台是“凯斯特 I”型水雷探测航行器, 1 台是“凯斯特 C”型一次性灭雷具, 从而实现 USV 的探灭雷功能^[16]。

2.3.2 老装备特殊运用

利用舰壳声呐和无人潜航器配合猎雷是猎雷作战的主要方式, 即舰壳声呐先实现远距离粗略探测, 之后利用无人潜航器抵近识别。尽管舰壳声呐具有探测距离远、探测宽度大的优点, 但是也存在受海洋环境和自身噪声干扰大的缺点。在实际使用中, 舰壳声呐除了会受到海洋环境的影响外, 还会受到尾部螺旋桨噪声的影响, 噪声干扰信号的频谱主要在 30 kHz 以下, 但由于其频带较宽, 在声呐工作频段内也有一定的频率分量, 会对声呐图像造成干扰, 尤其是采用舷侧探测时, 猎雷声呐都会不同程度地受到螺旋桨干扰的影响, 且航速越高噪声干扰幅度越大, 舷角越大声呐接收到的干扰越明显。探测航行试验证明: 通过优化声呐工作参数和适当控制航速等手段, 可以有效地减弱噪声干扰对声呐工作的影响。

除此之外, 采用实测声速数据可提升舰壳声呐的俯角控制精度和对疑似目标的定位精度。因为不同水深位置 and 不同时间, 声速均是变化的, 为获取较为准确的声速数据, 可利用声速梯度仪实时测量声速, 取基阵深度到目标深度间的声速平均值为声速值。在没有声速梯度仪的情况下, 也可以测量海水温度, 通过查表选取声速值 (可按 GB/T18022—2000 附录 A 查表)。

2.3.3 战场数据合理运用

在猎雷作战中, 根据与水雷目标声学特征相似的程度不同, 可将海底目标大致分为 2 大类: 沉船、飞机残骸、电缆管线及水泥桥墩等。此类目标的外部形状、尺寸大小、水下姿态和水雷差别明显, 在

被声呐探测到后, 声呐职守能够在较远距离或较短时间内就做出目标非水雷的判断。油桶、轮胎、礁石和蟹笼等。此类目标的声学特征和水雷较为相似, 目标被发现后, 需要声呐平台抵近目标, 通过使用具有高分辨力的声、光学装置对目标进行持续、近距离观察后才能做出判断。

随着数字探雷声呐的迅猛发展, 水雷目标的智能化自主检测和分类, 已成为探雷技术研究的重点问题, 但水下无人探测领域的智能检测算法远满足不了实际要求, 除了声呐图像易受环境影响外, 更重要的原因是缺少大量的数据集。水下声呐图像由于采集成本高昂、涉及军事秘密等原因, 公开数据集较少, 限制了深度学习模型的应用^[17]。基于水下小目标特征数据的采集是解决水雷目标检测和分类问题的重要数据基础。因此, 无论从水下目标数据分析整编要求方面, 还是从探雷技术发展要求方面, 水下小目标数据库在探雷声呐系统中的应用研究都具有重要意义, 能够有效提高水下目标数据处理与属性判别能力^[18-19]。

2.4 特殊故障分析

猎雷作战装备主要有猎雷声呐、潜航体、控制台等。主要故障: 1) 机械故障, 含猎雷声呐机械故障、潜航器机械故障、布放回收装置机械故障; 2) 电气故障, 含各类传感器故障、电源动力故障; 3) 系统通信控制故障, 含控制台、信号传输设备、潜航器控制设备。装备故障特情需要与部队作战实际紧密结合, 经过部队长时间的的实际使用摸索发现的特殊故障最能反映装备的实际, 指导部队排除故障最为有效。

3 特情复现

特情复现是进行猎雷军士训练的重要基础, 然而实际训练存在成本高、海洋环境复现难度大且训练人数较少的问题, 难以使得每名猎雷军士得到充分的训练, 在院校利用各种手段进行特情复现, 是提升猎雷军士岗位核心胜任力的重要方式。为遵循猎雷军士特情处置能力生成的规律, 应该在基础知识理论学习的基础上, 按照从模拟器训练到实际水域训练最后到故障应急处置训练的方式展开, 在不同阶段对应的特情难度逐渐提升, 逐步提升猎雷军士特情处置能力。

3.1 运用仿真技术模拟水下作业场景

3.1.1 猎雷声呐仿真模拟

声呐探测模型主要用于描述探雷声呐发射声呐信号到收到目标回波的过程, 主要包含声呐信号数学模型、海洋环境噪声模型、传播损失模型、目标强度模型、目标回波模型、海底混响模型及声呐图像模型^[20]。猎雷声呐仿真在模拟训练过程中, 声呐会接收到舰艇信息、环境信息、目标信息等参数信息, 声呐模型会根据接收到的信息进行处理, 解算出目标疑似点位置, 而如何在显控台显示目标图像, 是需要解决的问题。有 2 种方式解决该问题: ①通过纯仿真方式, 在预知可疑点位置信息的情况下, 通过图像处理的方式, 在图像上显示可疑点; ②通过声呐设备采集到的声呐图像, 对其进行处理, 显示可疑点位置。其方法如图 1 所示。

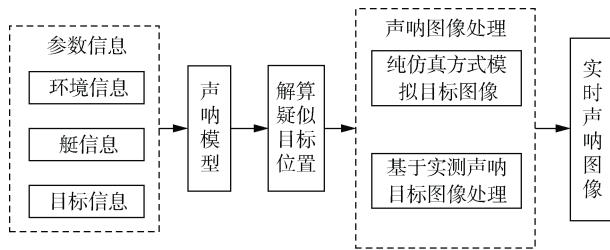


图 1 声呐仿真实实现流程图

Fig. 1 Implementation flowchart of sonar simulation

声呐图像仿真基本可以实现对典型水雷声呐图像的模拟, 但是难以实现对体积混响和海底混响的模拟, 主要是因为海水不均匀性以及海底地质的不均匀性, 使得声波散射产生的多径效应更加复杂, 无法实现对声呐图像中混响的高精度模拟, 难以满足复杂特情训练的要求。

3.1.2 潜航体运动仿真

操控 ROV 进行探灭雷作业是猎雷军士的重要素养, 由于实际水域训练成本高且环境不可控, 难以满足多种环境、大批量训练的要求, 亟需进行潜航器运动仿真模拟, 满足训练要求。

潜航体一般可进行四自由度运动(3 个方向的平移和水平转向), 各方向的运动速度变化受推力、惯性和海流的影响, 海流影响可视作整体平移, 力和惯性参数可通过加速时间常数和最大速度反映出来^[21]。

相比于声呐图像模拟, 潜航体水下运动模拟难度相对较低, 其难点主要是潜航器的水下运动模型的建

立和海水运动状态的模拟。水下航行器空间运动数学模型主要分为动力学方程和运动学方程 2 大部分, 海流模型以速度干扰的形式作用在水下航行器动力学模型上。潜航体定向、定深、定高和自主航行是其独特的操作模式, 运动仿真根据潜航体的实际操作情况, 增加自动调整航向、深度、高度和循迹的智能模型。海水运动状态的模拟除了要海流模型外, 还应当获取作战海域的实际海水运动状态数据, 这也是实现无人潜航器水下作业训练模拟的重要基础。

3.2 无人艇搭载潜航器进行特情处置

模拟仿真虽然能够模拟实现潜航器的操控和水雷目标识别训练, 其中潜航器操控训练基本可以实现多环境下的较高精度模拟, 但是声呐图像仿真难以达到较逼真效果, 难以满足中、高级军士的特情训练要求。同时, 由于实际环境还存在渔网、假目标干扰等因素以及诱发的潜航体故障等特情, 这在模拟器中是难以较好地呈现的, 猎雷军士无法获得更加真实的训练体验, 需要通过猎雷实际作业形成核心岗位能力。

因此, 需构建实际水域进行猎雷作业场景训练: 1) 选择流速大、地形复杂、透明度低等复杂环境, 使得目标识别难度大, 潜航器操作要求高, 可以在特殊环境中培养学员目标识别和处理能力; 2) 布放水雷靶标(与典型水雷的外形、尺寸和材质一致), 通过前视和侧扫声呐对目标进行识别, 掌握水雷声呐图像特征, 提高猎雷军士以及智能识别算法对水雷目标的探测识别能力; 3) 研制“无人艇+无人潜航器”设备, 进行实际水域猎雷作业, 岸基控制系统进行声呐目标识别和无人潜航器操控, 是猎雷兵主要训练岗位, 系统组成如图 2 所示。

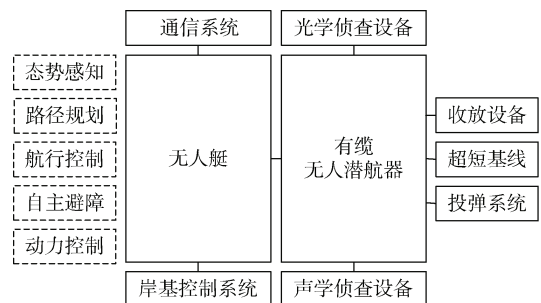


图 2 “无人艇+无人潜航器”系统组成

Fig. 2 System composition of “Unmanned Surface Vehicle+Unmanned Underwater Vehicle”

3.3 开发故障特情复现装备故障场景

在猎雷过程中,故障往往是不可预见的,所以在模拟器中以及在无人艇搭载潜航器实际训练中难以较好地呈现故障并进行教学,这就需要收集各单位的装备故障案例,进行系统化设计,开发故障特情复现装备故障场景。其中,通信和控制故障包括硬件故障、软件故障和网络故障,电气故障包括电源故障、电路故障、设备元件故障,机械故障包括部件磨损、设备过载、误操作、振动和腐蚀。为提升装备故障真实性,采用半实物模拟实现故障场景,通过软件方式在显控台和潜航器软模拟故障或“背靠背”更换故障电路板、电源模块、通讯电缆等方式硬模拟装备故障,导控台发布故障训练科目,由受训人员设计故障排除方案、进行故障排除、系统进行故障排除考核评估,系统组成如图3所示。

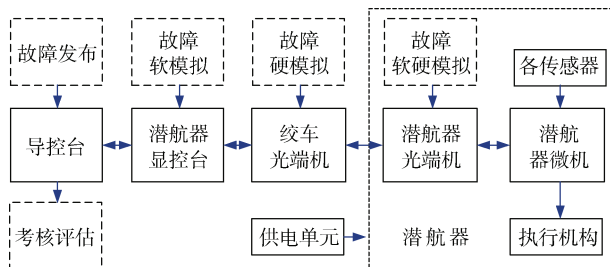


图3 猎雷装备故障特情模拟系统组成

Fig. 3 Composition of a special situation simulation system for mine hunting equipment faults

4 结束语

本文重点以猎雷军士培养为导向,在对其岗位核心能力需求分析的基础上,指出在特殊环境、特殊对手和特殊故障情况下训练的迫切需求。文章提出了一种基于声呐图像仿真、潜航器运用仿真加实际水域训练的特情复现的训练方案,并对装备故障场景复现方案进行探讨,在猎雷军士培养方面具有一定创新性,进而指导后续教学训练保障条件建设。

参考文献

[1] 傅金祝. 重温猎雷和清除水雷——反水雷装备发展前景综述[J]. 水雷战与舰船防护, 2005, 13(3): 43-49.
 [2] DJAPIC V, NAD D. Using collaborative autonomous vehicles in mine countermeasures[C]// Oceans 2010.

Sydney: IEEE, 2010.

[3] 徐同乐, 刘方, 肖玉杰, 等. 国外无人反水雷装备及技术发展[J]. 兵工学报, 2022, 43(S2): 64-70.
 [4] MCCLELLAND D C. Testing for competence rather than for "intelligence"[J]. American Psychologist, 1973, 28(1): 1-14.
 [5] 李志华, 韩震, 王志刚. 海洋环境在反水雷作战中的应用[J]. 水雷战与舰船防护, 2010, 18(1): 62-64.
 [6] 滕兆新, 李博. 提高水雷战训练实战化水平的探讨[J]. 海军学术研究, 2016(10): 42-43.
 [7] 张旭. 海区自然条件对猎雷作业的影响[J]. 海军大连舰艇学院学报, 1996(2): 39-41.
 [8] 许杰, 张鹏, 董理. 基于Rand模型的隐身水雷抗探测效能分析[J]. 兵工学报, 2015, 36(S2): 20-24.
 [9] 王绪军. 隐身技术在水雷抗扫反猎中的应用[J]. 水雷战与舰船防护, 2013, 21(2): 59-62.
 [10] 景晓苏, 刘天生, 岳中豪. 外形对声呐探测影响的分析计算[J]. 火力与指挥控制, 2014, 39(4): 110-112, 116.
 [11] 尹小功. 建制反水雷装备的现状与发展[J]. 现代军事, 2002(12): 27-29.
 [12] WIIG M S, KROGSTAD T R, MIDTGAARD O. Autonomous identification planning for mine countermeasures[C]// 2012 IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicles (AUV). Southampton: IEEE, 2012.
 [13] ABREU N, MATOS A. Minehunting mission planning for autonomous underwater systems using evolutionary algorithms[J]. Unmanned Systems, 2014, 2(4): 323-349.
 [14] 刘韦伯. 基于深度学习的水下目标图像识别方法研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2019.
 [15] 徐同乐, 刘方, 肖玉杰, 等. 国外无人反水雷装备及技术发展[J]. 兵工学报, 2022, 43(S2): 64-70.
 [16] 赵治平, 官红, 艾艳辉, 等. 无人化时代反水雷装备体系构想[J]. 数字海洋与水下攻防, 2018, 1(1): 1-6, 29.
 [17] 罗逸豪, 刘奇佩, 张吟, 等. 基于深度学习的水下图像目标检测综述[J]. 电子与信息学报, 2023, 45(10): 3468-3482.
 [18] 乔蒂罗斯 N P. 浅海环境中用声呐猎雷[J]. 情报指挥控制系统与仿真技术, 1998(6): 18-23.
 [19] 张琦, 冷相文, 李博. 海底小目标数据库功能和运用方法研究[J]. 国防科技, 2020, 41(5): 52-58.
 [20] 丁迎迎. 海底物体回波模拟与图像生成技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2006.
 [21] 孙彧, 潘宣宏, 王幸军, 等. 无人潜航器装备技术发展及作战运用研究[J]. 舰船科学技术, 2023, 45(21): 104-109.

(责任编辑: 曹晓霖)