

一种火箭式防空水雷的设计

李居伟¹, 韩强¹, 谢力波¹, 暴洪波²

(1. 海军航空大学青岛校区, 山东 青岛 266041; 2. 中国人民解放军91213部队, 山东 烟台 264003)

摘要 提出一种适用于水面舰船和潜艇使用的火箭式防空水雷, 其具有技术难度低、制造成本低的特点。分析了防空水雷的主要作战任务目标和使用特点, 详细描述了防空水雷的基本工作原理和主要结构组成, 阐述了水雷从布放入水到展开工作的一系列技术细节。该水雷主要用于攻击低空飞行的扫雷直升机或反潜直升机, 也可用于毁伤敌舰面人员设备。

关键词 防空水雷; 火箭; 设计

中图分类号 TJ6 **文献标识码** A **文章编号** 2096-5753(2020)02-0106-05

DOI 10.19838/j.issn.2096-5753.2020.02.004

One New Design of Air Defense Mine

LI Juwei¹, HAN Qiang¹, XIE Libo¹, BAO Hongbo²

(1. Qingdao Campus of Naval Aeronautical University, Qingdao 266041, China;
2. Unit 91213 of PLA, Yantai 264003, China)

Abstract This paper discusses one new air defense mine used for surface ships and submarines, which is designed with characteristics of slight technical difficulty and low cost. The main mission objectives and applied characteristics of air defense mine are analyzed. The basic working theorem and main structure of air defense mine are introduced. Besides, the minelaying and operating technical details are elaborated. This air defense mine could be used to attack low-flying mine-sweeping helicopters and anti-submarine helicopters, it could also be used to attack equipment and crew of surface ships.

Key words air defense mine; rocket; design

0 引言

美军认为直升机反水雷为水面舰艇反水雷作战提供了有益的补充, 它在水雷雷场作业时不仅安全, 而且可以快速反应、快速部署, 且扫雷速度是水面扫雷舰的4倍^[1]。近年来, 美国海军提出了水雷战转型计划, 旨在弥补其猎扫雷能力短板^[2], 其最新型的AN/AES-1机载激光水雷探测系统已经应用于“环太平洋—2018”海上军事演习^[3]。

水雷战中, 如果在反潜或反舰水雷阵列中混合

有部分防空水雷, 必定能够迟滞敌方扫雷行动, 提高布雷作战效能。

1 防空水雷作战目标

目前, 地空式反直升机地雷已经基本进入使用阶段^[4], 而广泛使用的水雷则主要用于反舰和反潜。防空用的出水攻击水雷则基本处于研究阶段, 并且多考虑采用防空导弹安装于雷体内部, 作为水雷有效战斗弹药^[5]。这种防空水雷成本高、技术难度大、尚无使用迹象。

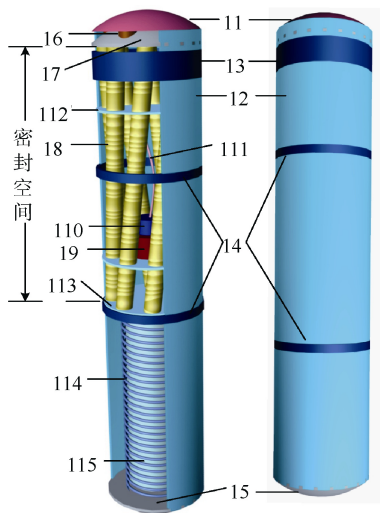
本文设计了一种火箭式防空水雷,它适用于潜艇、水面舰布雷,经适应性改装也可适用于飞机布雷。火箭式防空水雷的攻击对象是进行低空飞行的直升机。例如正在进行低空扫雷作业,或者正在进行低空反潜作业的直升机;也可以通过预制破片战斗部毁伤位于水雷附近的舰船上的舰面人员或设备。

水雷的主要战术优势体现在隐蔽性方面,而防空水雷主动攻击空中目标。这看似会造成雷阵的过早暴露,实际上只要采用合理的布雷战术,主动暴露并不意味着真正暴露,更可能给敌方造成更大的疑似雷区,进而降低扫雷效率^[6-8]。例如,防空水雷既可以混入普通雷阵间隔布设,也可以远离雷阵单独布设。灵活多样的战术使用方法不仅不会过早暴露我方意图,还能进一步迷惑敌方,制造更加浓密的战场迷雾。

2 水雷基本工作过程

2.1 展开工作过程

水雷平时状态如图 1 所示。



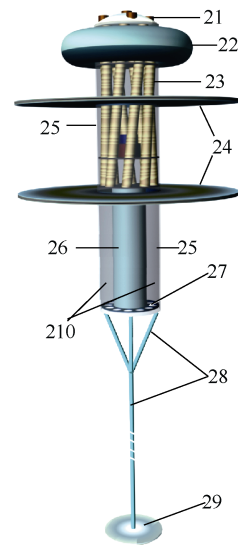
11-顶部保护罩;12-壳体;13-浮囊安装部位;14-阻尼盘安装部位;15-底盖(重物);16-声音传感器阵列;17-安装座;18-火箭发射管(内装火箭弹);19-电源;110-电路系统;111-电缆(接声音传感器);112-上发射管固定盘;113-下发射管固定盘;114-钢索;115-中空筒体

图 1 未展开雷体基本结构示意图(壳体解剖)

Fig. 1 Internal structure diagram of folded mine

水雷布放入水后,首先将顶部保护盖抛离,浮

囊充气,使雷体头部浮出水面,同时阻尼盘打开。此时雷体浮力主要集中在上部,可使雷体主要部分垂直立于水面之下。浮囊充气完毕,阻尼盘打开后,底盖脱离雷体,牵引钢索下沉,直至钢索拉紧。此时,雷体在向上的浮力(浮囊和雷体产生)和向下的拉力(底盖和钢索产生)共同作用下,以较稳定的竖直姿态漂浮,其顶端的声音传感器露出水面,进入如图 2 所示的待发状态。



21-声音传感器阵列;22-浮囊;23-发射管;24-阻尼盘;25-壳体;26-中空筒体;27-钢索系机构(镂空);28-钢索;29-底盖(重物);210-气体下泄通道

图 2 展开后雷体基本结构示意图

Fig. 2 Basic structure of unfloded mine

2.2 攻击工作过程

水雷进入待发状态后,雷体顶端安装的声音传感器阵列,在内部电源和信号处理电路的驱动下,不断探测直升机噪声。当噪声达到一定程度,内部电路同时触发雷体内安装的多枚火箭弹点火发射。点火后,火箭弹向上冲破发射管上端的易碎堵盖飞出发射管,同时火药气体向下冲破发射管下端的易碎堵盖,经过气体下泄通道排出。火箭弹采用定时引信和预制破片战斗部,上升到一定高度时爆炸,高速抛撒破片,对一定范围内的直升机起到杀伤作用。火箭弹爆炸高度可根据反潜直升机、扫雷直升机的一般工作高度进行设定。战斗部对于直升机类目标有一定硬杀伤效果,但更多的体现为对目标的

威慑作用,从而改变目前航空反潜战、直升机扫雷战呈现出的完全非对称的局面。

由于火箭弹发射时火药气体向下喷射,降低了雷体后坐力;加之雷体外部的阻尼盘和浮囊的阻尼作用,使雷体能在发射中保持一定的稳定性。

3 水雷主要功能设计

水雷主要技术特征是雷体内安装多管火箭弹发射装置,可同时发射多枚带有预制破片战斗部和定时引信的火箭弹,形成一个较大范围的杀伤区域,对此范围内的直升机造成杀伤;顶端安装声音传感器,用于探测海洋背景噪声下直升机旋翼工作中的特殊噪音^[9];内部安装电源和电路系统,用于处理噪音信号和控制火箭弹的点火等;雷体安装有稳定装置,主要是侧面安装的浮囊和阻尼盘,以及雷体底部安装的钢索及钢索下端的重物。其中的阻尼盘类似于声呐浮标展开后的稳定阻尼器^[10],起到保证雷体在水中的漂浮和稳定作用。

3.1 水雷未展开时的基本结构组成

如图1所示,雷体外部主要部件是钢质圆筒形壳体,主要功能部件均安装在壳体内部。壳体顶端安装有顶部保护罩(水雷布放后抛掉);雷体底端安装底盖(展开后底盖作为雷体下坠重物);壳体外表面自上而下分别设有浮囊安装部位和2个阻尼盘安装部位。浮囊和阻尼盘的安装要满足2个条件:1)安装后该部位的外径不超过壳体外径;2)各部件安装要保证壳体有足够的结构强度。壳体内部顶端是声音传感器阵列及其安装座,火箭发射管的顶端也露出安装座,以便于火箭弹点火后飞出。多个火箭发射管呈圆周排列安装,均与雷体轴线成一定角度。在各发射管之间,上到安装座下到下发射管固定盘的空间较大,且严格密封,用于安装电源、电路系统和电缆等电器部件。下发射管固定盘之下安装有完全密封的中空筒体,中空筒体外侧缠绕钢索,下端安装底盖。

3.2 水雷展开的动作步骤及展开后的基本结构

如图2所示,水雷布放入水后,电源开始供电,首先将顶部保护罩(见图1)抛离,浮囊充气,使

雷体头部浮出水面,同时阻尼盘张开。此时,雷体浮力主要集中在上部,可使雷体垂直于水面竖立。然后,底盖脱离雷体下沉,并牵引钢索。当底盖下沉至海底后,将钢索拉紧,雷体在浮力和重物(底盖)的拉力共同作用下,进入锚定的相对稳定状态,目标探测系统开始工作。此时,雷体上半部分(安装火箭发射装置部分)全部和下半部分的中空筒体内完全密封,中空筒体与壳体之间的气体下泄通道内仍可密封部分空气(但底部通向海水),水雷整体有较大正浮力。

水雷入水展开的动作流程如图3所示。

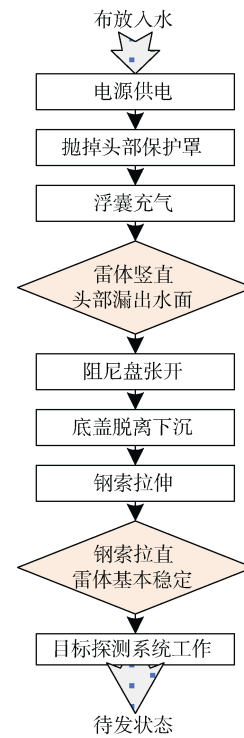
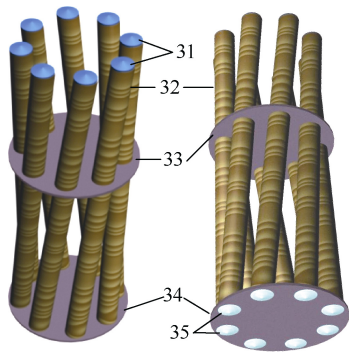


图3 水雷展开过程示意图
Fig. 3 Sketch of deployment process

3.3 火箭弹的安装

如图4所示,火箭弹安装在发射管内,多个发射管与雷体形成一定的扭转安装关系,即发射管轴线与雷体轴线、雷体横截面(即发射管固定盘的安装平面)均够成一定角度。发射管上下均由易碎密封堵盖封堵,既能够确保发射管内部的密封性,又能够确保发射时火箭运行通道和气体排泄通道的畅通。



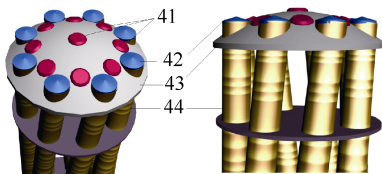
31-发射管顶部易碎密封堵盖；32-发射管；33-上发射管固定盘；34-下发射管固定盘；35-发射管底部易碎密封堵盖

图 4 火箭弹发射管安装示意图

Fig. 4 Installation diagram of rocket launchers

3.4 声音传感器阵列的安装

如图 5 所示, 声音阵列位于雷体顶端, 由多个声音传感器组成, 工作时露出水面, 能够辨别直升机噪音的基本方位和强度。这些传感器按照一定阵型安装在传感器安装座上。



41-声音传感器；42-发射管顶部易碎密封堵盖；43-传感器安装座；44-发射管

图 5 声音传感器阵列安装示意图

Fig. 5 Installation diagram of acoustic sensors array

3.5 火箭弹发射控制流程

火箭弹的发射控制由电路系统负责。电路系统主要包括声音传感器阵列、声音信号处理系统和火箭发射控制系统 3 个部分。火箭弹发射控制基本流程如图 6 所示。

声音传感器阵列安装于雷体顶端, 在内部电源和信号处理电路的驱动下, 不断探测直升机噪音, 形成电信号传递给声音信号处理系统; 声音信号处理系统经过信号处理, 判断目标直升机噪音的基本方位和强度, 进而判断目标直升机是否在攻击范围内; 当判定可以攻击时, 向火箭发射控制系统发出火箭弹点火指令; 火箭发射控制系统则向各火箭弹发出点火脉冲信号, 同时触发雷体内安装的多枚火箭弹点火发射。

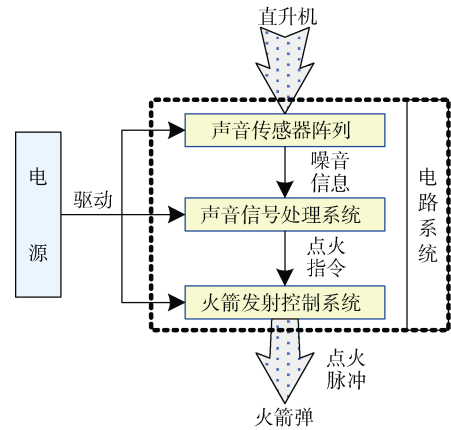


图 6 火箭弹发射控制流程图

Fig. 6 Flow chart of rocket launching control

4 水雷设计的主要技术要点

水雷要达成上文所述的各项功能, 必须实现如下 3 个方面的技术要点, 而这些功能均可由现有技术设计实现。

1) 实现火箭弹的安装和发射控制。

多枚火箭弹集束安装在雷体内部, 发射管上下均有易碎堵盖密封, 发射管轴线与雷体轴线成一定夹角, 使多枚火箭弹的发射方向不同, 从而保证火箭弹在空中有一定的散布范围。火箭弹点火指令由“声音信号处理系统”发出, “声音信号处理系统”不断搜集处理声音传感器阵列给出的信号, 从而判定噪声源是否是直升机, 并判断直升机是否在攻击范围内; 一旦确定, 便向“火箭发射控制系统”发出火箭弹点火信号; “火箭发射控制系统”产生多枚火箭弹的点火脉冲, 火箭弹同时点火攻击目标。

2) 实现水雷展开后的雷体稳定。

雷体分为上下 2 个部分, 上部雷体严格密封, 主要用于安装火箭发射装置、电源和控制电路等; 下部雷体中间是一个密封的中空筒体。未展开时, 中空筒体和水雷壳体之间安装钢索, 中空筒体底部(亦即雷体底部)安装锚。展开后, 雷体上端的浮囊充气提供浮力, 雷体外部阻尼盘张开, 锚脱离雷体牵引钢索下沉, 直至钢索拉直。钢索被拉出后, 下部雷体的中空筒体与壳体之间形成一个环形夹层, 该夹层顶部密封, 由发射管的下固定盘和密封

的火箭发射管下端构成,底部通向海水。该夹层是火箭发射时的气体下泄通道。

3) 实现火箭弹发射时的雷体稳定。

主要通过减小和抵消后坐力,保持火箭弹发射时的雷体稳定。火箭弹点火后,上下易碎堵盖破裂,火箭弹沿发射管向上飞出的同时,其喷射的火药气体则通过气体下泄通道由雷底部排出,保证了火箭发射时的后坐力大部分不直接作用在雷体上,从而实现减小后坐力的效果。同时,由于浮囊和阻尼盘在垂直方向上的抵消作用,进一步降低雷体纵向位移幅度,从而保持雷体稳定。

5 结束语

直升机扫雷是一种高效的反水雷战术,而反潜直升机则更是大型水面舰艇编队必不可少的航空反潜作战力量,可以说直升机已经成为现代海上作战不可或缺的作战平台^[11]。本文针对布雷作战中的反直升机作战需求,设计了一种火箭式防空水雷,能够攻击和威慑正在进行低空扫雷或反潜作业的直升机,从而达到干扰迟滞其作战行动的目的。

论文描述了反直升机水雷的作战需求,给出了基本的技术实现方案,总结了技术要点,为装备论证研发提供了一种有效的设计思路。

参考文献

[1] 徐阳. 美国海军的航空反水雷作战[J]. 国际展望, 2002(22): 44-46.

- [2] 王宇. 美军水雷战规划进退两难[N]. 中国国防报, 2017-11-24(017).
- [3] 于紫月. 十八年磨一剑美新型水雷探测系统终“成人”[N]. 科技日报, 2018-08-01(005).
- [4] 王鑫, 唐忠华, 杨松年. 防空雷场的优化设置[C]// 江苏省系统工程学会第十一届学术年会论文集. 镇江: 江苏省科学技术协会学会学术部, 2009: 270-274.
- [5] 王德应, 张云海. 未来海战对水雷技术发展的需求[J]. 水雷战与舰船防护, 2007, 15(04): 43-45.
- [6] 马爱民. 猎扫雷作战效果评估与控制[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
- [7] 宋佳平, 马爱民, 张琦. 拖曳式猎扫雷装备循迹控制方法研究[J]. 指挥控制与仿真, 2009, 31(5): 110-112.
- [8] 李伟, 崔鹏, 王嘉清. 基于层次分析法的协同扫雷效能评估[J]. 水雷战与舰船防护, 2009, 17(1): 20-23.
- [9] 章佳荣, 王冠, 王娟娟, 等. 直升机旋翼噪声特性研究[C]// 2016年中国造船工程学会水中目标特性学组学术交流会议论文集. 上海:《声学技术》编辑部, 2006(10): 171-174.
- [10] 凌国民, 王泽民. 声呐浮标技术及其发展方向[J]. 声学与电子工程, 2007(3): 1-5.
- [11] 胡宝良. 现代海战离不开舰载直升机[J]. 国防科技. 2007, 25(12): 28-30.

(责任编辑: 肖楚楚)