

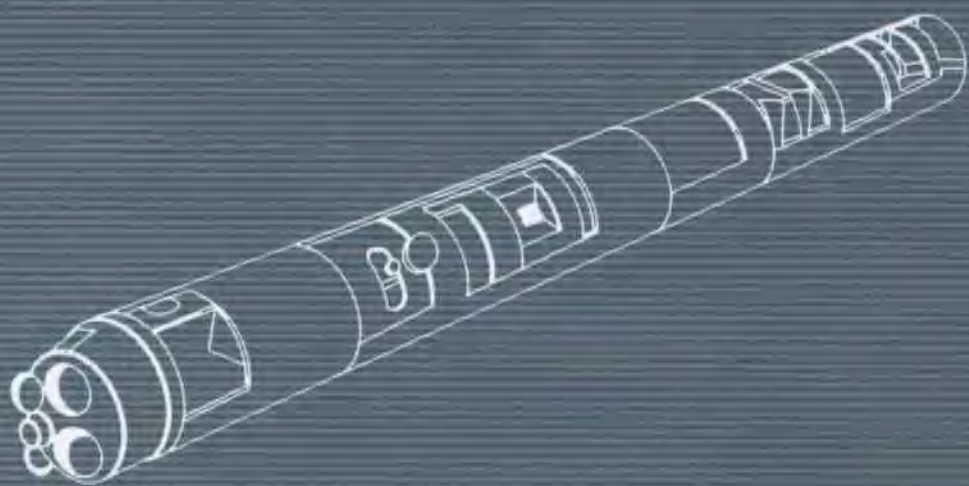
兵器科学与技术



国防科工委「十五」规划  
**教材**

# 水中兵器概论 (水雷分册)

● 韩鹏 李玉才 主编



西北工业大学出版社

北京航空航天大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

北京理工大学出版社

哈尔滨工程大学出版社



国防科工委“十五”规划教材·兵器科学与技术

# 水中兵器概论

(水雷分册)

韩 鹏 李玉才 主编  
李玉才 韩 鹏 董大群 编

**西北工业大学出版社**

北京航空航天大学出版社 北京理工大学出版社  
哈尔滨工业大学出版社 哈尔滨工程大学出版社

## 内容简介

本教材共分7章,即绪论、舰船物理场、水雷引信、常规水雷、特种水雷、新技术在水雷中的应用及反水雷。其内容介绍了世界主要国家海军装备部队的典型水雷,以及正在研制的新型水雷的构造与组成、引信原理及动作过程。这些内容充分地反映了国内外水雷武器发展的现状、未来前景与发展方向。

本教材为水雷专业本科生的技术基础课教材和研究生的参考教材,也可作为从事水雷研制、生产、试验和管理的工程技术人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

水中兵器概论:水雷分册/韩鹏,李玉才主编. —西安:西北工业大学出版社,2007.1

国防科工委“十五”规划教材. 兵器科学与技术

ISBN 978-7-5612-2156-3

I. 水… II. ①韩… ②李… III. ①水中兵器—高等学校—教材 ②水雷—高等学校—教材 IV. T16

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第164036号

## 水中兵器概论

韩鹏 李玉才 主编

责任编辑 王夏林

责任校对 王莉莎

西北工业大学出版社出版发行

西安市友谊西路127号(710072)

市场部电话:029-88493844,88491757

<http://www.nwpu.com>

陕西向阳印务有限公司印制 各地书店经销

开本:787 mm×950 mm 1/16

印张:13.25 字数:279千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷

印数:1~2 000册

ISBN 978-7-5612-2156-3 定价:22.00元(平装) 37.00元(精装)

# 国防科工委“十五”规划教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任：张华祝

副主任：王泽山 陈懋章 屠森林

编委：王 祁 王文生 王泽山 田 蔚 史仪凯  
乔少杰 仲顺安 张华祝 张近乐 张耀春  
杨志宏 肖锦清 苏秀华 辛玖林 陈光禔  
陈国平 陈懋章 庞思勤 武博祎 金鸿章  
贺安之 夏人伟 徐德民 聂 宏 贾宝山  
郭黎利 屠森林 崔锐捷 黄文良 葛小春

## 总 序

国防科技工业是国家战略性产业,是国防现代化的重要工业和技术基础,也是国民经济发展和科学技术现代化的重要推动力量。半个多世纪以来,在党中央、国务院的正确领导和亲切关怀下,国防科技工业广大干部职工在知识的传承、科技的攀登与时代的洗礼中,取得了举世瞩目的辉煌成就。研制、生产了大量武器装备,满足了我军由单一陆军,发展成为包括空军、海军、第二炮兵和其他技术兵种在内的合成军队的需要,特别是在尖端技术方面,成功地掌握了原子弹、氢弹、洲际导弹、人造卫星和核潜艇技术,使我军拥有了一批克敌制胜的高技术武器装备,使我国成为世界上少数几个独立掌握核技术和外层空间技术的国家之一。国防科技工业沿着独立自主、自力更生的发展道路,建立了专业门类基本齐全,科研、试验、生产手段基本配套的国防科技工业体系,奠定了进行国防现代化建设最重要的物质基础;掌握了大量新技术、新工艺,研制了许多新设备、新材料,以“两弹一星”、“神舟”号载人航天为代表的国防尖端技术,大大提高了国家的科技水平和竞争力,使中国在世界高科技领域占有了一席之地。党的十一届三中全会以来,伴随着改革开放的伟大实践,国防科技工业适时地实行战略转移,大量军工技术转向民用,为发展国民经济做出了重要贡献。

国防科技工业是知识密集型产业,国防科技工业发展中的一切问题归根到底都是人才问题。50多年来,国防科技工业培养和造就了一支以“两弹一星”元勋为代表的优秀的科技人才队伍,他们具有强烈的爱国主义思想和艰苦奋斗、无私奉献的精神,勇挑重担,敢于攻关,为攀登国防科



技高峰进行了创造性劳动,成为推动我国科技进步的重要力量。面向新世纪的机遇与挑战,高等院校在培养国防科技人才,产生和传播国防科技新知识、新思想,攻克国防基础科研和高技术研究难题当中,具有不可替代的作用。国防科工委高度重视,积极探索,锐意改革,大力推进国防科技教育特别是高等教育事业的发展。

高等院校国防特色专业教材及专著是国防科技人才培养当中重要的知识载体和教学工具,但受种种客观因素的影响,现有的教材与专著整体上已落后于当今国防科技的发展水平,不适应国防现代化的形势要求,对国防科技高层次人才的培养造成了相当不利的影晌。为尽快改变这种状况,建立起质量上乘、品种齐全、特点突出、适应当代国防科技发展的国防特色专业教材体系,国防科工委全额资助编写、出版200种国防特色专业重点教材和专著。为保证教材及专著的质量,在广泛动员全国相关专业领域的专家学者竞投编著工作的基础上,以陈懋章、王泽山、陈一坚院士为代表的100多位专家、学者,对经各单位精选的近550种教材和专著进行了严格的评审,评选出近200种教材和学术专著,覆盖航空宇航科学与技术、控制科学与工程、仪器科学与工程、信息与通信技术、电子科学与技术、力学、材料科学与工程、机械工程、电气工程、兵器科学与技术、船舶与海洋工程、动力机械及工程热物理、光学工程、化学工程与技术、核科学与技术等学科领域。一批长期从事国防特色学科教学和科研工作的两院院士、资深专家和一线教师成为编著者,他们分别来自清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、华北工学院、沈阳航空工业学院、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、上海交通大学、南京航空航天大学、南京理工大学、苏州大学、华东船舶工业学院、东华理工学院、电子科技大学、西南交通大学、西北工业大学、西安交通大学等,具有较为广泛的代表性。在全面振兴国防科技工业的伟大事业中,国防特色专业重点教材和专著的出版,将为国防科技创新人才的培养起到积极的促进作用。

党的十六大提出,进入21世纪,我国进入了全面建设小康社会、加快



推进社会主义现代化的新的发展阶段。全面建设小康社会的宏伟目标,对国防科技工业发展提出了新的更高的要求。推动经济与社会发展,提升国防实力,需要造就宏大的人才队伍,而教育是奠基的柱石。全面振兴国防科技工业必须始终把发展作为第一要务,落实科教兴国和人才强国战略,推动国防科技工业走新型工业化道路,加快国防科技工业科技创新步伐。国防科技工业为有志青年展示才华,实现志向,提供了缤纷的舞台,希望广大青年学子刻苦学习科学文化知识,树立正确的世界观、人生观、价值观,努力担当起振兴国防科技工业、振兴中华的历史重任,创造出无愧于祖国和人民的业绩。祖国的未来无限美好,国防科技工业的明天将再创辉煌。

张华祝

# 前 言

《水中兵器概论》(水雷分册)是国家“十五”重点规划教材和国防科工委重点教材。本教材是以西北工业大学航海学院、海军工程大学相关专业教材为基础,结合多年的教学与科研实践及对国内水雷行业兄弟单位的调研与咨询,参考国内外最新相关资料,对内容、结构进行调整后编写的。力求内容全面、丰富、新颖,反映出当代水雷技术水平,以及该学科前沿与发展方向。每章附有习题,便于读者复习。

本教材还配有相应的网络教材,充分利用多媒体技术,采用图片、动画及视频剪辑等形式,更加形象、生动地讲述水雷的结构和组成、引信工作原理和动作过程,更易于学习、理解与掌握。

本教材共分7章,第1章绪论,简要介绍了水雷和水雷的分类、水雷武器的发展及在战争中的地位和作用等;第2章简要介绍舰船物理场及在水雷中的应用;第3章介绍水雷引信,包括引信概述、触发引信、非触发引信;第4章介绍常规水雷,包括锚雷、沉底雷、漂雷的结构和相应仪表与装置;第5章介绍特种水雷,包括上浮水雷、自航水雷、自导水雷和导弹式水雷;第6章介绍新技术在水雷中的应用,包括弱信号检测技术、水声遥控技术、目标识别技术和低功耗 DSP 处理器;第7章介绍反水雷,包括扫雷、猎雷、炸雷、破雷,以及水中病毒信息反水雷。

本教材由李玉才(编写绪论、常规水雷、反水雷部分)、韩鹏(编写舰船声物理场、水雷引信、新技术 PC 水雷中的应用部分)和董大群(编写舰船磁物理场、水压物理场、特种水雷部分)编写。韩鹏、李玉才任主编。教材中的插图由温蓉绘制。庞学亮、孙爱中、于洋等参与了文稿的整理。

本教材由中国船舶重工集团公司第七一〇研究所蔡鹏研究员主审,





出版社王夏林编审提出了宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。

本教材涉及的内容广、学科多、时间跨度大,其中若有不当与错误之处,请读者批评指正。

编者  
2006年9月

# 目 录

第 1 章 绪 论 .....	1
1.1 水雷 .....	1
1.2 水雷发展简史 .....	1
1.3 水雷分类 .....	3
1.4 水雷战斗使用基本知识 .....	6
1.5 影响水雷作战使用与性能的几种主要干扰 .....	7
1.6 水雷设计的基本知识 .....	8
1.7 水雷主要战术技术指标 .....	18
1.8 反水雷 .....	19
习题 .....	19
第 2 章 舰船物理场 .....	20
2.1 舰船声场及海洋环境噪声场 .....	20
2.2 舰船磁场及地磁场 .....	32
2.3 舰船水压场及海洋环境水压场 .....	39
习题 .....	50
第 3 章 水雷引信 .....	52
3.1 引信概述 .....	52
3.2 触发引信 .....	56
3.3 非触发引信 .....	64
习题 .....	112
第 4 章 常规水雷 .....	113
4.1 锚雷 .....	113
4.2 沉底雷 .....	127
4.3 漂雷 .....	137
习题 .....	143
第 5 章 特种水雷 .....	144
5.1 上浮水雷 .....	144
5.2 自航水雷 .....	147
5.3 自导水雷 .....	148
5.4 导弹式水雷 .....	152
习题 .....	156



<b>第 6 章 新技术在水雷中的应用</b> .....	157
6.1 弱信号检测技术 .....	157
6.2 水声遥控技术 .....	169
6.3 目标识别技术 .....	176
6.4 低功耗 DSP 处理器 .....	180
习题 .....	183
<b>第 7 章 反水雷</b> .....	184
7.1 扫雷 .....	184
7.2 猎雷 .....	191
7.3 破雷与炸雷 .....	197
7.4 水中病毒信息反水雷 .....	197
习题 .....	198
<b>参考文献</b> .....	199

# 第1章 绪论

## 1.1 水雷

水雷是一种布设在水中、用于封锁海区、航道以及待机打击敌舰船或阻滯其行动或用于破坏桥梁、码头、水中建筑物等设施的一种兵器。

一般水雷可分为沉底雷、锚雷、漂雷等。由于科学技术的迅速发展,又出现了许多新雷种,如上浮水雷、自航水雷、自导水雷、反直升机水雷、导弹式水雷等。水雷雷体上装有非触发引信或触发引信,前者是利用舰船产生的声场、磁场、水压场等物理场信号或接收目标的反射回声信号起爆;后者是利用与舰船的接触或碰撞,生成化学电池或惯性击发起爆;此外,有的引信还可以接收遥控(或线控)指令,改变水雷的战斗服务状态或直接遥控爆炸。

水雷可由水面舰艇、潜艇、飞机、火箭或其他工具运载布设,构成雷障,其特点是,长期隐蔽、打击突然、攻防兼备、易布难除。在海战中,水雷具有特殊的地位和作用。

## 1.2 水雷发展简史

水雷是一种历史悠久、成功卓著的水中兵器。早在16世纪中期,我国人民为抗击外来侵略,于1549年就发明了水底雷,1590年发明了水底龙王炮,1599年发明了水底鸣雷、磁线漂雷等,性能日臻完善,种类日益繁多。1778年美国才出现小桶式触发漂雷,用于打击英国舰船,史料称小桶战争。1904—1905年日俄战争时期,已开始大量使用自动定深触发锚雷。1914—1918年第一次世界大战期间,同盟国与协约国交战双方,布设了约31万枚水雷,主要是触发水雷,并开始使用非触发水雷,炸沉、炸伤舰船千余艘。1939—1945年第二次世界大战期间,轴心国与同盟国交战双方,布设了约81万枚水雷,使用了大量技术先进的非触发水雷,如磁性水雷、音响水雷、水压水雷及联合引信水雷,损伤舰船达2700余艘。1945年前后,美军对日作战,出动战机共1424架次,布设了12053枚水雷,封锁日本本土,取名“饥饿”,炸毁日舰达670余艘,约140万吨位,使日本海运交通停顿,港内的舰船成了飞机捕捉的饵食,工业减产2/3,人民处于饥寒交迫之中。这一著名的水雷战战例,史料称“饥饿战争”。1950年朝鲜战争时期,朝鲜人民军在元山近海布设水雷约3000枚,炸伤驱逐舰3艘,炸沉扫雷舰4艘,迫使“联合国军”的250艘登陆舰船,5万名官兵滞留港外8天之久,以致美军地面部队已到达目的地,海运部队还没有大量登陆。1972年越南战争期间,美军在越南北方沿海港口、航道布设水



雷近万枚,进行海上封锁,致使越南海运停顿,外援受阻。20世纪90年代,伊拉克在波斯湾布雷,重创美军战舰,也取得了相当大的成功。

第二次世界大战以后,水雷武器的发展受到各国的高度重视。当时美军事专家认为,水雷是美国战略防御的支柱。20世纪60年代以后,美国陆续成功地研制了多种新型水雷并装备部队,如MK41~42快速反应水雷,可由飞机、潜艇、水面舰艇布放,用于打击水面舰艇或潜艇;MK52~56水雷,可由飞机、潜艇、水面舰艇布放,用于打击潜艇;普赖姆水雷是一种火箭助推上浮水雷,用于中等水深打击水面舰艇或潜航潜艇。

MK67水雷是一种潜艇发射的自航水雷,它由MK37线导鱼雷改装而成。潜艇可在远离敌方控制区域,在水下隐蔽发射,自航到敌方的港口、航道,下沉海底,成为普通的沉底雷。该型水雷航速为50~60kn,最大航程为9250m,航行深度为366m。其后继者是MK48鱼雷的改装型,性能有很大提高,航速为75~100kn,最大航程为40000m,航行深度为800~1000m。

MK60水雷是一种空投、潜布或水面舰艇布放的反潜自导水雷。它由改装的MK46-4型鱼雷、铝壳容器和锚泊系统组成。布放水深为762m,在半径为1000m的范围内引信接收到目标信号时,自动打开密封容器盖子,释放出鱼雷,搜索、追踪、攻击目标。航速为46kn,航程为24~32km,战斗部装有40kg的高能炸药。

俄罗斯拥有的水雷,品种齐全,数量也多,除常规水雷以外,还有火箭上浮水雷、定向攻击水雷、自航水雷、自导水雷等。

此外,1982年在意大利海军武器装备展览会上,展出了MAFOS2水雷。它是一种超深水深的导弹式水雷,以导弹为战斗部,最大布设水深为6000m,它又分为MK1、MK2两种型号。MK1型水雷,在水中探测到目标后,释放导弹出水,导弹出水后发动机点火,空中飞行距离为1500m,攻击该范围内的水面舰艇。MK2型水雷的导弹出水后,可在空中飞行10s,以马赫数 $Ma=1.2$ 的速度攻击4000m之内的水面舰艇,舰艇无暇防御这种水雷的攻击。1992年英国公布了一项专利——打击直升机的导弹式水雷。该雷布设后横卧海底,当引信接收到目标信号时,特制的浮力系统使其直立,推进剂点火,高速上浮出水,在一定高度打开阻力伞,导弹倾斜悬挂伞下,边下降边绕系留点旋转。弹头部的探测器搜索目标,发现目标后,导弹解脱,追踪打击。

目前,据不完全统计,至少有30多个国家和地区可以研制和生产水雷,现役水雷型号有近百种。俄、美、意、法、瑞典是水雷武器的出口大国。

随着科学技术的进步,水雷武器在向制式化、智能化、精确打击的方向发展。它由被动变为主动,由水下跃升空中,可以打击水下、水面或水上目标。根据作战目的不同、海区不同,可使用不同类型的水雷。未来的海战,水雷战是第一仗,它可以以兵器代兵力,改变战场态势,影响战争进程。水雷在未来海战中的地位和作用会越来越重要。



## 1.3 水雷分类

### 一、按水雷布设后处于水中的状态分类

(1) 沉底雷。它是布设后沉在水底,当舰船进入引信作用范围原地爆炸的水雷。主要由雷壳、炸药、引信、起爆装置、电源及辅助仪表(如保险器、定次器、定时—灭雷器)等构成。用于打击水面舰艇或潜航潜艇。

(2) 锚雷。它是布设后,由雷锚通过雷索将雷体系留在水中设定深度上的水雷。雷体具有一定的剩余正浮力,其上装有传感器、引信、辅助仪表(如水压保险器、定时器、自动沉雷器)等,雷体内装有炸药,雷锚具有一定的剩余负浮力和抓力,平时兼做雷车,布雷后用于系留雷体。一般雷锚(指水面自动定深锚雷)由气箱、卷索轮、自动定深装置、定深锤等构成,雷索为钢丝绳或高强度尼龙绳,缠绕在卷索轮上,两端分别系于雷体和雷锚。

锚雷布设水深不尽相同,其自动定深装置大都利用定深锤、定深索与杠杆机构,或传感器与雷索制动机构,可使雷体与雷锚在水面或水中或水底分离,雷锚坐底后通过雷索将雷体系留在水中设定深度上。锚雷适合布设在较深水域,主要用于打击水面舰艇,也可用于打击潜航潜艇。

(3) 漂雷。它是布设后,漂浮于水面或水中设定深度,随水流漂行的水雷,一般由雷体、引信、保险器、定时器、自动寻深系统(水面漂雷无)、炸药等构成。其中自动寻深系统(漂浮仪)是漂雷特有的系统,用于控制水雷漂浮于水中的设定深度。该雷主要用于打击水面舰艇或破坏桥梁、码头、水中建筑物等。

随着科学技术的迅速发展,近年来出现了许多新型雷种,各自具有某种特殊的作战性能,故称为特种水雷。

(1) 上浮水雷。它是布设后沉于水底或锚系水中,其引信发现并确认目标(舰艇)后,能自动上浮打击目标的水雷。用于打击水面舰艇或潜艇。

(2) 自航水雷。它是布设后能自航至预定海区或雷位,变状态为沉底雷或锚雷的水雷。

(3) 自导水雷。它是以前雷雷体为系留平台,以封装在雷体(容器)内的自导鱼雷为战斗部的水雷。该雷布设后,由雷锚通过雷索将雷体系留于海底,其引信发现并确认目标后,控制打开雷头盖,释放出鱼雷。鱼雷根据水雷引信提供的目标参数,自动跟踪,打击目标。主要用于打击潜航潜艇或水面舰艇。

(4) 反直升机水雷。它是布设后系留或漂浮于水面,在其引信接收到直升机的空中或水下噪声信息,确认目标后,以对空导弹或子母弹为战斗部,打击直升机(反潜、扫雷直升机)的水雷。

(5) 导弹式水雷。它是以前雷雷体(装有传感器与引信的密封壳体)为运载器,以封装在雷体内的近程导弹为战斗部的水雷。利用战区 C<sup>3</sup>I 系统或自主引信发现并确认目标,使雷体(运



载器)解脱并上浮水面释放导弹,打击远距离的中大型水面舰船或破坏岸防设施,水中建筑物等目标。

此外,还有遥控水雷、自掩埋水雷、网络水雷等。

## 二、按水雷装药量分类

(1)大型水雷。它是锚雷装药量在 200 kg,漂雷装药量在 150 kg,沉底雷装药量在 700 kg 以上的水雷。该型水雷主要用于打击中大型水面舰船。若沉底雷布设水深大于 50 m,可用于打击潜航潜艇。

(2)中型水雷。它是锚雷装药量在 100~200 kg,漂雷装药量在 100~150 kg,沉底雷装药量在 250~700 kg 的水雷。该型水雷主要用于打击中小型水面舰艇。若沉底雷布设水深大于 50 m,也可用于打击潜航潜艇。

(3)小型水雷。它是锚雷,漂雷装药量在 100 kg 以下,沉底雷装药量在 250 kg 以下的水雷。该型水雷主要用于打击小型水面舰艇。

此外,还有核装药水雷,主要用于打击航空母舰,核动力潜艇等。

## 三、按引爆方式分类

(1)触发水雷。它是装有触发引信,利用舰船直接碰撞或触及,使引信动作而引爆的水雷,如电液触角水雷、触线水雷、惯性撞发水雷等。

(2)非触发水雷。它是装有非触发引信,利用舰船航行时产生的声、磁、水压等物理场或接收目标的回声信号,使引信动作而引爆的水雷,如主/被动声引信水雷、磁引信水雷、水压引信水雷、联合引信水雷等。

(3)挖发水雷。它是利用有线或无线控制,使水雷引爆或改变战斗服务状态的水雷,如线控水雷、无线遥控水雷等。

## 四、按布雷工具分类

(1)舰布水雷。它是由水面舰艇布设的水雷。这种水雷一般具有雷车运载,布雷前,由夹轨具固定在舰船甲板的轨道上;布雷时,解制夹轨具,由人工将水雷推至船艉的布雷斜板,自行下滑入水。

(2)潜布水雷。它是由潜艇布设的水雷。这种水雷由鱼雷发射管发射,配置有扳机、导板、连接器、制止套筒等附件,以保证水雷在管内的固定位置与互相连接等,可以实现一管两发,先后发射。此外,该种水雷还可以采用潜艇外挂或专用舱室布放。

(3)空投水雷。它是由飞机布设的水雷。这种水雷一般为漂雷或沉底雷,配置有降落伞(或旋翼)、开伞仪、定高器等辅助装置与仪表。水雷从飞机弹舱投放后,下落至一定高度打开降落伞减速,水雷入水,降落伞脱落。随着水雷抗震能力的提高,无伞空投水雷(布雷精度高,



隐蔽性好)得到越来越广泛的应用。

(4)箭布水雷。它是由火箭布设的水雷。该雷配置有火箭运载器、阻力伞等装置。布设前,水雷安装在发射架上;发射时,火箭点火,运载水雷升空,当达到一定高度与射程时,运载器脱落,阻力伞打开,水雷缓缓下落,雷头入水,阻力伞脱落,成为锚雷或沉底雷。

水雷的分类方法很多,还可以按使用目的的不同分为战用水雷、训练水雷、实习水雷;按布雷水深不同分为深水水雷、中等水深水雷、浅水水雷等。

## 1.4 水雷战斗使用基本知识

### 一、水雷障碍

根据水雷战的作战计划,按照一定样式布设水雷,构成水中的障碍,称为雷障。可分为防御雷障、攻势雷障和机动雷障。

(1)防御雷障。它是布设在我方控制水域的雷障。用于加强沿海防御,保证基地、港口、航道安全,防止敌舰采用偷袭、登陆、海上骚乱等方式侵犯领土、领海的主权。

(2)攻势雷障。它是布设在敌方控制水域或公海的雷障。用于封锁敌方基地、港口、航道,打击敌舰,破坏海上交通,牵制敌人兵力,打乱其作战计划。

(3)机动雷障。它是根据战场形势的变化,适时布设的雷障。用于防御,可阻击敌舰队行动;用于攻势,可堵截、打击敌舰,为我方兵力赢得战机。在作战转移时,应急布雷,攻、防性质皆有。

### 二、水雷障碍的样式与标示

布设水雷障碍,必须根据不同的作战目的与要求,可布设成如下样式。

(1)水雷线。它是按照一定间隔,在同一方向布设成一线状,长度大于0.5 n mile的雷障。若两雷线间距小于1.5 链<sup>①</sup>,称一线两列;若两雷线间距大于1.5 链,称两条单雷线。

水雷线在作战海图上的标示(以原图为准)如图1.1所示。

(2)水雷幕。它是按照作战计划与要求,布设各型水雷,如沉底雷、锚雷、触线水雷等,在垂直面上呈帷幕状的雷障,可以同时打击潜航潜艇与水面舰艇。

水雷幕在作战海图上的标示(以原图为准)如图1.2所示。

常见的雷障如下:

水雷群。它是布设雷线长度小于0.5 n mile的雷障。

零散水雷。它是离散地布设单个水雷,或不规则地布设少量水雷构成的雷障。

<sup>①</sup> 链是一种非法定计量单位的长度单位。在海军技术领域,习惯上仍在使用,1链=185.3 m。



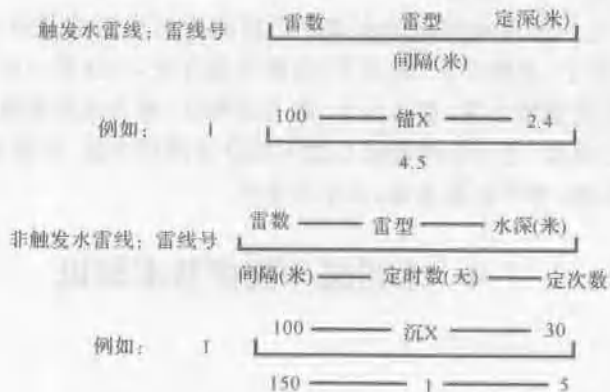


图 1.1 水雷线标示



图 1.2 水雷幕标示

零散水雷在作战海图上的标示(以原图为准)如图 1.3 所示。



图 1.3 零散水雷标示