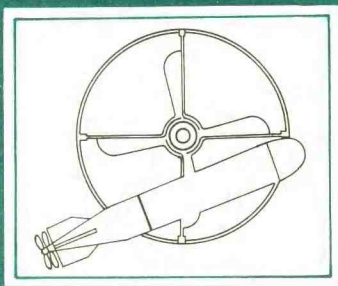


高等学校教材

水中兵器概论

(鱼雷部分) 63063202

石秀华 主编



西北工业大学出版社

63
05

33 065202

T: 63/ 05

高等学校教材

水中兵器概论

(鱼雷部分)

石秀华 主编

石秀华 宋保维 李增楠 编

HK443/15



西北工业大学出版社

1995年12月 西安



C0346062

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书按照鱼雷的各组成系统对各部分的原理与结构作了系统介绍,主要内容有:鱼雷概述,鱼雷流体力学,鱼雷的战斗头、热动力装置、电动力装置、推进装置、自动控制系统、自导及遥控系统、试验装置、发射装置等。

本书除阐述了鱼雷各部分的工作原理外,重点介绍了各种鱼雷的具体结构,其中包括许多新型鱼雷的结构,此外对鱼雷各系统的发展方向也作了简要介绍,为了便于读者学习掌握,书中提供了大量的图、表、数据及计算公式等。书中还搜集了近年来各国装备使用的和正在研制的最新鱼雷的性能资料,供读者参考。

本书可作为高等学校鱼雷各专业的专业基础课教材,也可供从事鱼雷研究的工程技术人员参考。

高等学校教材
水中兵器概论
(鱼雷部分)

石秀华 主 编
责任编辑 胡梦仙
责任校对 静 甫

© 1995 西北工业大学出版社出版
(710072 西安市友谊西路127号 电话 8493844)

陕西省新华书店发行

西北工业大学出版社印刷厂印装

ISBN 7-5612-0824-3 T J · 19 (课)

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16.875 字数: 499 千字
1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷
印数: 1—1 000 册 定价: 13.20 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

《水中兵器概论（鱼雷分册）》是在原有《鱼雷原理与结构》、《鱼雷概论》等讲义的基础上，经过多年的教学实践后，修改编写而成的。这次编写删去了一些陈旧的内容，补充了国内外一些新型鱼雷的原理与结构，使教材内容反映出当代鱼雷发展的水平及发展方向。也保留了一些早期发展的但目前还在使用的结构，这些结构大都是机械结构，学生通过了解这些结构不仅可以掌握鱼雷的结构原理，而且对于从事一般机械结构设计也大有益处。本书除了讲述鱼雷系统的基本原理外，对典型装置较详细地讲述了其具体结构及工作原理，并附有大量的结构图，便于读者学习掌握。

本书是为鱼雷各专业本科生编写的，包括了各个专业方面的内容。全书共分10章。第一章主要介绍了鱼雷各组成系统和分类，以及在战争中的作用，使读者对鱼雷的概貌有所了解。第二章讲述了鱼雷流体力学方面的基本概念及有关流体动力参数，这主要是为非总体设计专业的学生编写的。第三章主要讲述了水下爆炸的特点及鱼雷的引爆系统。第四、五、六章主要讲述了鱼雷动力及推进系统的工作原理及结构，包括热动力和电动力系统的能源、发动机及各种推进器。第七、八章讲述了鱼雷自控、自导及线导系统的工作原理及组成。第九章讲述了鱼雷试验用操雷头及其各种测试记录装置和信号装置的结构及工作原理。第十章讲述了鱼雷各种发射装置的结构及工作原理。书后还附有世界各国的近代主要鱼雷性能一览表，其中有些是正在装备使用的，有些是正在研制阶段的，型号较全，可供读者参考。为了满足各专业读者的要求，本书对鱼雷各系统都作了较详尽的介绍（在限定篇幅内），对于不同专业的学生在学习时可有所侧重。

本书由石秀华主编，并编写了第一、七、八章，李增楠编写了第四、五、十章，宋保维编写了第二、三、六、九章及附录。

本书由海军工程学院李溢池教授进行了认真审阅并提出了宝贵意见，在本书编写出版过程中，得到许多同志的热情帮助和支持。在此表示衷心的感谢。

本书涉及内容广泛，由于编者水平有限，书中错误与不当之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

1994年5月

目 录

第一章 绪论	1
§ 1-1 鱼雷概述.....	1
§ 1-2 鱼雷发展简况.....	6
§ 1-3 鱼雷在战争中的作用	12
思考题	15
第二章 鱼雷流体动力学	16
§ 2-1. 坐标系与鱼雷运动参数	16
§ 2-2 坐标变换矩阵	19
§ 2-3 流体动力和力矩	21
§ 2-4 流体动力系数	24
§ 2-5 铰链力矩	27
§ 2-6 鱼雷阻力	28
§ 2-7 鱼雷空化现象	33
思考题	36
第三章 鱼雷的战雷头	37
§ 3-1 水下爆炸简介	37
§ 3-2 战雷头的作用、组成和要求.....	44
§ 3-3 鱼雷使用的炸药	46
§ 3-4 触发引信	48
§ 3-5 非触发引信	51
思考题	62
第四章 鱼雷热动力装置	63
§ 4-1 鱼雷动力装置的功用、组成、特点和分类	63
§ 4-2 热动力装置的供应系统	66
§ 4-3 鱼雷用热力发动机	87
思考题.....	108
第五章 电动鱼雷的动力装置	109
§ 5-1 电动鱼雷动力装置的组成特点.....	109
§ 5-2 电动动力装置的电源——电池.....	110
§ 5-3 鱼雷动力用电动机.....	119

思考题.....	125
第六章 鱼雷推进器.....	126
§ 6-1 螺旋桨的几何特征.....	126
§ 6-2 理想推进器的理论概述.....	127
§ 6-3 螺旋桨的工作原理.....	129
§ 6-4 螺旋桨在斜流中工作时的特点.....	132
§ 6-5 螺旋桨的空化现象.....	133
§ 6-6 其它推进器简介.....	135
§ 6-7 典型鱼雷螺旋桨的结构参数.....	138
思考题.....	142
第七章 鱼雷的自动控制系统.....	143
§ 7-1 概述.....	143
§ 7-2 陀螺仪的基本特性.....	144
§ 7-3 鱼雷的航向控制系统.....	150
§ 7-4 鱼雷的横滚控制系统.....	161
§ 7-5 鱼雷的深度控制系统.....	164
§ 7-6 鱼雷的纵倾控制系统.....	173
思考题.....	177
第八章 鱼雷自导系统和遥控系统.....	178
§ 8-1 鱼雷自导系统概述.....	178
§ 8-2 鱼雷声自导系统的组成和工作原理.....	181
§ 8-3 影响自导作用距离的主要因素.....	189
§ 8-4 鱼雷的导引方法.....	191
§ 8-5 对抗自导鱼雷的方法.....	193
§ 8-6 鱼雷遥控系统简介.....	194
§ 8-7 MK 46 鱼雷制导系统简介.....	198
思考题.....	207
第九章 鱼雷的试验装置.....	208
§ 9-1 操雷头的作用和要求.....	208
§ 9-2 操雷头的分类和组成.....	208
§ 9-3 操雷头的排水系统.....	211
§ 9-4 记录仪表.....	216
§ 9-5 鱼雷停泊位置显示装置和航迹显示装置.....	224
§ 9-6 MK 46 鱼雷操雷段简介.....	226
思考题.....	233
第十章 鱼雷发射装置.....	234

§ 10-1 鱼雷发射装置的功用和分类	234
§ 10-2 水面舰艇用鱼雷发射装置	236
§ 10-3 潜艇用鱼雷发射装置	244
§ 10-4 飞机用投放装置	250
§ 10-5 反潜武器系统	253
思考题	255
附 录 各国新近鱼雷情况总表	256
参考文献	262

第一章 绪论

§ 1-1 鱼雷概述

鱼雷是一种水中兵器,它能从舰艇上发射或从飞机上投射,鱼雷入水后便能自行推进,在制导装置作用下将鱼雷所携带的炸药送至目标,当鱼雷接近目标或与目标相遇时,引信使雷头中的炸药起爆,从而摧毁敌人舰艇。

按照不同的方法可将鱼雷分成多种类型(图 1-1);按照动力装置的特点可将鱼雷分为热力鱼雷和电力鱼雷,前者是以热力发动机作为鱼雷的原动机,后者是以电动机作为鱼雷的原动机;按照鱼雷携带者可分为空投鱼雷和舰用鱼雷;按照攻击对象可将鱼雷分为反潜鱼雷和反舰鱼雷,前者用以攻击潜艇,后者用以攻击水面舰船;按照直径的大小可以分成不同直径的鱼雷,例如有 53.3 cm 直径和 45 cm 直径的大型鱼雷,以及 32.4 cm 直径的小型鱼雷;还有其它各种直径的鱼雷,如直径 55 cm 及 40 cm 的鱼雷等,目前多数国家普遍使用的是 53.3 cm 及 32.4 cm 直径的鱼雷,鱼雷的直径决定了鱼雷的大小,其大小又直接影响到鱼雷的战术技术性能;按照制导方式可分为自控鱼雷、自导鱼雷及遥控鱼雷(即线导鱼雷)等。

虽然鱼雷的类型很多,但是它们都是用来攻击水中目标,完成同一战斗任务,因而每种类型的鱼雷都由以下几个主要部分组成。

一、战雷头

所有各种鱼雷都具有一个装载炸药的舱段,这个舱段一般位于鱼雷的前部,故又称雷头。在雷头里除装有炸药外还装有引信,以便起爆炸药。对实战使用的这种雷头,我们称它为战雷头。战雷头是对目标起直接破坏作用的部分。鱼雷作为一种水中兵器,战雷头是鱼雷的重要组成部分。在战斗中,鱼雷的其余组成部分都是用来保证将战雷头准确可靠地送到目标处,以达到摧毁目标的目的。

鱼雷之所以安装战雷头是由于鱼雷依靠其本身所具有的动能远不能达到摧毁目标的目的。另一方面,鱼雷使用了非触发引信后仅能依靠战雷头装药的爆炸威力才能起到对目标的破坏作用。

鱼雷的尺寸不同雷头的装药量亦不同,装药量是决定鱼雷破坏威力的主要因素之一,现在大型鱼雷的装药量一般为 200~500 kg,对于某些小型反潜鱼雷装药量约为 45 kg 左右。

二、鱼雷动力推进系统

进行鱼雷攻击时,要求鱼雷能以既定的速度航行到目标处。鱼雷的速度和航程完全决定于动力推进系统。动力推进系统由动力装置及推进器组成。鱼雷上所使用的原动机有两种:一种靠电能而工作的叫做电动机,一种是依靠热能工作的原动机,一般叫做热力发动机。电动机或热力发动机都是一种能量转换装置,它将电能或燃料燃烧时所产生的热能转换成机械功,以便

带动螺旋桨或其它形式的推进器产生与鱼雷速度相应的推力,推动鱼雷在水中前进。鱼雷所携带的能源设备量应保证鱼雷具有必要的航程。

固体火箭发动机是热力发动机中的一种,它是依靠发动机工作时从喷管高速喷出的工质反作用力推动鱼雷前进,这种发动机与推进器合为一体。

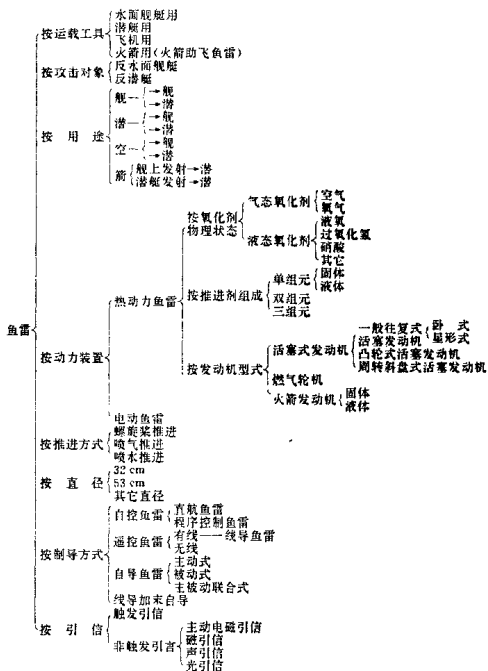


图 1-1 鱼雷兵器分类

如上所述,热力发动机是将燃料燃烧时的热能转换成机械功。燃料燃烧过程是在燃烧室中

完成的。为保证燃料正常燃烧和限制进入发动机的工质温度，就要求燃料成分按一定的比例和数量供入燃烧室，所以动力装置中还必须包括燃料的供应系统和燃烧室等主要部分。

使用不同动力装置的鱼雷，其性能亦不相同。目前一般热动力鱼雷具有较大的航程和速度；电动鱼雷航程和速度都较低，这主要是由于目前供电工作的电池性能所限；喷气鱼雷则具有最大的速度和最小的航程。因此鱼雷的速度和航程主要决定于动力装置。

鱼雷的质量和体积相当大的一部分为鱼雷的动力装置所占有，设计新型动力装置对于提高鱼雷的战斗性能、降低成本、便于维修保养等方面都具有十分重要的意义。因此动力装置是鱼雷的重要组成部分。

三、鱼雷的制导控制系统

鱼雷的制导控制系统是控制系统与导引系统的总称。

制导控制系统的任务是控制鱼雷能准确地命中目标，因此，它使鱼雷航行深度和航行方向具有良好的准确性。

鱼雷的制导控制系统可分为三种基本类型：

1. 自控系统

鱼雷的自控系统主要包括深度控制系统、方向控制系统及横滚控制系统。这些控制系统完全安置在雷体内，它们所产生的控制信号用以控制鱼雷的横舵或直舵，操纵鱼雷按照预先设定的程序运动，不需要鱼雷本身以外的设备协同工作。鱼雷在航行中如果由于外界干扰而偏离所设定的弹道时，自控系统能自动消除其弹道偏差。

2. 自导系统

自导系统是利用目标辐射的某种能量或反射某种能量对鱼雷产生控制信号使鱼雷导向目标的。目前自导系统大都是利用声能量作为控制信号的，装有这种自导系统的鱼雷称为声自导鱼雷。

自导鱼雷能在水中搜索、跟踪和攻击目标。自导系统的主要组成部分是安装在雷头内前方的换能器，它能接收目标舰艇发出的声信号或者接收由鱼雷主动发射出而经目标反射回来的声信号，并转换成电信号，再由接收机和指令装置对信号进行处理，从而判定目标的方位，然后输出信号以便控制鱼雷的横舵或直舵，操纵鱼雷导向目标。

根据目标辐射的声信号而进行导引鱼雷的自导系统叫做被动式自导系统。根据鱼雷发出经由目标反射回来的声信号而导引鱼雷的自导系统，叫做主动式自导系统。被动式自导系统的缺点是工作时容易受到干扰。主动式自导系统工作时则具有较好的抗干扰性，但结构复杂，因为它不但需要有声信号的接收器，还必须有声信号的发射装置。

3. 遥控系统

遥控系统的特点是形成鱼雷导引信号的设备不是完全安装在鱼雷体上。鱼雷上所采用的遥控方法是有线制导。一般由设在舰艇上的显控台对鱼雷进行遥控，鱼雷发射后显控台将所测得的目标舰艇和鱼雷运动参数，通过计算机进行数据处理，输出遥控指令，经过导线送至鱼雷并控制横舵及直舵，操纵鱼雷导向目标。

由于遥控精度还不够高等原因，在鱼雷上一般采用遥控与自导相结合的导引方式，即由遥控系统把鱼雷导引至目标附近，然后由自导装置起作用将鱼雷最后导向目标，即线导加末自导。

四、雷体

由前所述,鱼雷的战雷头、动力和推进装置及制导系统都各自起到不同的作用,然而都是为了使鱼雷达到摧毁目标这一总的目的。因此,还必须将以上各个部分组合成一个整体才能完成这一战斗任务,雷体的作用就是从结构上把各个部分联接成一个整体。

众所周知,鱼雷在水中运动时,必须克服流体对它所形成的阻力。为了提高鱼雷速度,鱼雷外形一般均做成流线形,以便减小鱼雷航行时的阻力和流噪声。所以雷体为一细长体,一般大型鱼雷其长径比(鱼雷长度与直径之比) λ 为12~14.5,而反潜的小型鱼雷其长径比较小,一般为 λ 为7~8,以便使鱼雷能具有较好的机动性能。

非自导鱼雷的头部呈蛋卵形,而多数自导鱼雷的头部前端则呈平头,这是为满足自导系统的要求。也有鱼雷在其平头前端加有流线形较好的雷顶,以减小运动阻力。鱼雷的尾部做成收缩形的细长体,在其尾部壳体上装有鳍舵。鳍的作用是保证鱼雷运动的稳定性,因此又称安定面。雷鳍的结构形式一般为四片鳍十字对称布置。也有些鱼雷装有八片鳍或六片鳍。为了提高稳定性,可在鳍后增加稳定环。舵是可以操纵的,其作用是依靠作用在舵上的流体动力及力矩来改变鱼雷的运动方向,所以又称为操纵面。有些鱼雷的鳍舵为一体,既起鳍的稳定作用,又可进行操纵,称为全动舵。

对鱼雷的外形也有严格的要求,要求雷体具有良好的对称性,它决定于雷体的加工和装配质量。雷体的不对称性将引起鱼雷在航行中流体动力的不对称,这种不对称将影响鱼雷航行方向和深度准确性。对于流体动力起重要影响作用的鳍舵在安装时应保证其误差在所规定的误差范围内。

为了便于制造、维护和使用,鱼雷壳体都由数段组成,目前鱼雷各段之间所使用的联接方式有4种:

(1) 用沿外周配置的螺钉联接,如图1-2(a)所示。

(2) 使用两边为左右内螺纹的螺环联接,如图1-2(b)所示。

(3) 楔环联接如图1-2(c)所示,在两联接端的内圆柱外部和外圆柱内部有楔环槽,在外圆柱上有长孔,鱼雷分段对接上之后,将楔环从外部长孔穿入。第一个楔环4的小头推入孔中到位后由制动销5定位,第二个楔环,以相反的方向插入孔中,这样就能使两段联接处的端面紧靠在一起,在楔环大头之间还安置有一填块2将楔环定位。为保持流线形,在长孔上固定一盖板3使其与外表面平齐。

(4) 卡箍联接如图1-2(d)所示,两个半圆形卡箍2卡在被联接两段壳体1和4的槽内,将两段卡箍用螺钉5联接紧,从而把两段壳体紧密联接在一起。

鱼雷各段之间所使用的4种联接方式,通过分析可知,使用楔环联接的鱼雷,其联接处的表面比较光滑,还可消除由于使用螺环联接而容易形成的联接处的轴向间隙,减小了流经鱼雷表面的水流扰动,因而减小了噪声,有利于声自导系统工作。楔环联接较之其它联接方式还具有质量轻、制造简单、使用方便等优点。

为了保证雷体内的仪表、设备正常工作,某些舱室必须保持良好的密封性,所以壳体联接处还必须有密封结构。

为了吊挂鱼雷,在鱼雷重心上方的壳体上固定有一导脊,以承受鱼雷的自重或其它外加载荷的作用。当发射鱼雷时,雷体上将受到发射力的作用。鱼雷在水中运动时,特别是大深

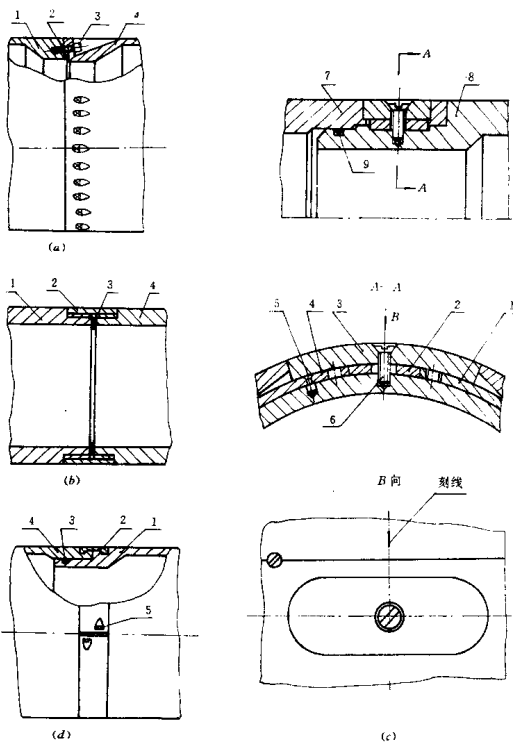


图 1-2 鱼雷壳体大段联接结构

- (a) 螺钉联接 1—前壳体 2—橡胶垫 3—螺钉 4—后壳体
 (b) 螺环联接 1—前壳体 2—螺环 3—橡胶垫 4—后壳体
 (c) 楔环联接 1—楔环 2—填充块 3—盖板 4—带销楔环 5—制动销
 6—螺钉 7—前壳体 8—后壳体 9—O形橡胶圈
 (d) 卡箍联接 1—后壳体 2—卡箍 3—密封面 4—前壳体 5—螺钉

度条件下工作时,壳体将受到较大静水压力的作用,空投鱼雷入水时还会受到冲击力的作用。因此鱼雷壳体及其吊挂系统必须具有足够的强度,并且还须具有足够的刚度,以防其变形。

鱼雷所携带的炸药、动力能源以及各种仪表装置均合理地布置在雷体内。炸药都是装在前端的雷头中,动力能源多在鱼雷中部位置。这种布置方法,不致由于航行中燃料消耗而引起鱼雷重心有较大的变化。鱼雷发动机位于鱼雷后段,以便与推进器联接,仪表的位置应确保其正常工作,对于不同型号的鱼雷,其安装位置有所不同。

还应指出,高空投放的鱼雷,除雷头、动力装置、制导控制系统及雷体组成部分外,还包括有降落伞装置。它联接在鱼雷尾部,用以控制鱼雷在空中下降的速度,避免鱼雷入水时产生过大的冲击力,使壳体及仪表受到损坏。当鱼雷入水时,降落伞装置便自动脱离鱼雷。

用于实战攻击的鱼雷称为战雷,此外还有一种供部队训练或试验和鉴定性能的鱼雷,这种鱼雷的雷头不装炸药,而装有各种测量仪表和上浮装置,用以测定鱼雷的航行性能以及保证鱼雷航行终止时能自动上浮。这种供操演试射的鱼雷称为操雷。

图 1-3 至图 1-7 分别是几种鱼雷的结构简图。

§ 1-2 鱼雷发展简况

鱼雷已有 100 多年的历史,鱼雷的发展和改进与舰船的发展分不开。由于舰船的发展,不断地对鱼雷提出新的要求,要实现这些要求,有赖于先进的科学技术和工业水平。

我们伟大的祖国有着悠久的历史,几千年来勤劳的中国人民,以创造性劳动为人类科学事业的发展做出了卓越的贡献。火药是我国古代劳动人民的四大发明之一。将火炸药应用于水下武器,也是我国劳动人民最早实现的。早在 12 世纪,在我国曾用“水老鸦”作为水下攻击的手段。这种“水老鸦”是由人潜入水中,把火药包系在敌船底部,然后使其爆炸。其后又出现过用水流将炸药包漂至敌船处使其爆炸,从而达到破坏敌船的目的。这些都是我国早期所使用的水中兵器,而在欧洲到 17 世纪才开始使用。

最早的水下攻击,只适用于近距离作战。后来,当火炮用于舰船时,给近距离作战带来了很大困难。人们就力图获得一种带有炸药,并在水下能航行较远的自动推进的武器。到 1866 年,由奥匈帝国英籍工程师怀特海德首先研制成功世界上第一个自动推进的水中兵器——鱼雷,并很快成为一种新式武器,大量生产出售。其后,英、法及德国相继仿造出来,并装备部队。该型鱼雷成为各国发展鱼雷的基础。

当时的鱼雷是利用压缩空气作为能源,采用三缸活塞式发动机带动一个螺旋桨。在鱼雷上仅装有水压式深度操纵系统,而没有方向操纵系统。其性能如下:

直径:	355 mm	长度:	3.4 m
总质量:	126 kg	航行速度:	6~7 kn
航程:	约 600 m	装药量:	8 kg

从 1866 年第一条鱼雷出现,100 多年来,随着科学技术的发展,鱼雷兵器有了很大改进,主要是提高鱼雷的破坏威力、命中率和增加鱼雷的射程及速度,在这期间主要经历了以下一些重大的改进和变革。

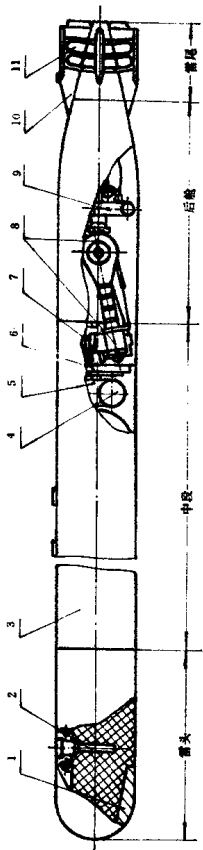


图 1-3 某热动力鱼雷布置简图

- 1—侧盖块 2—橡胶垫 3—壳体 4—燃油瓶 5—燃油瓶 6—过滤器
- 7—散热器 8—主机 9—方向伐 10—雷筒 11—螺旋桨

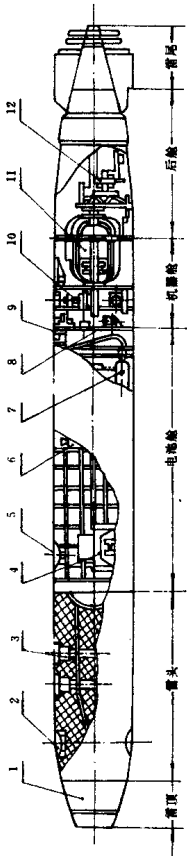


图 1-4 电力鱼雷布置简图

- 1—雷顶 2—非磁壳引磁接收线圈 3—磁发射器 4—非磁发射装置 5—检查孔
- 6—电池 7—气罐 8—探磁器 9—瓦、换气阀组 10—转换开关 11—电动机 12—方向伐

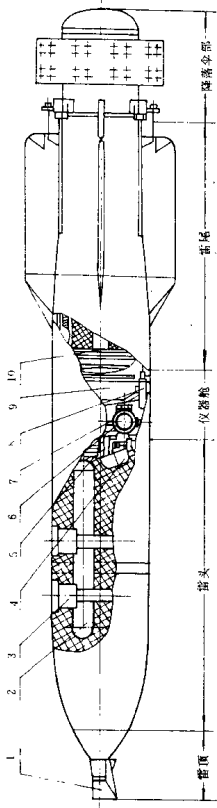


图 1-5 某空投地雷布置简图

- 1—顶盖 2—气瓶 3—爆炸器 4—安装电容器和保险盒 5—雷质陀螺仪
6—测速陀螺仪 7—电触基迟器 8—无线电收发器 9—计时器 10—水打燃气发动机

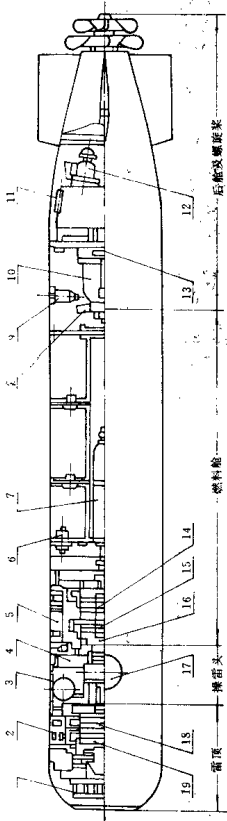


图 1-6 某小型地雷(掃雷)布置简图

- 1—蓄电池 2—副接线盒 3—爆炸器位置器 4—雷质陀螺仪 5—后接线盒 6—减压器
7—气瓶 8—燃料泵 9—海水泵 10—燃烧室 11—发射控制插座 12—舵机 13—海水泵
14—自动駕駛区 15—计算机 16—电源组件 17—雷块控制装置 18—接收机 19—发射机

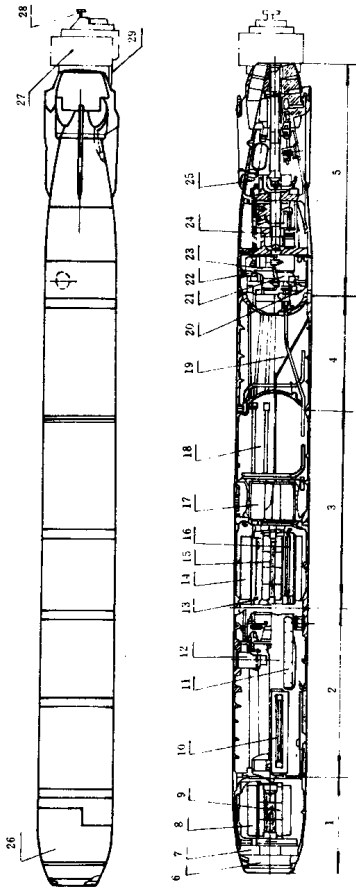


图 1-7 热动力线导鱼雷布置图

- 1—雷首段 2—战雷头/操雷头段 3—控制中心 4—燃料舱 5—后舱/雷尾段 6—换能器 7—发射机
 8—自动驾驶 9—接收机 10—信息中心 11—战雷头电子组件 12—爆发器 13—定距装置
 14—电源控制 15—陀螺控制 16—指令控制 17—线圈 18—燃料舱 19—燃料舱(先用于故障)
 20—发电机 21—燃料泵 22—液压泵 23—水泵 24—发动机 25—速度传感器(先用于故障)
 26—保护瓣 27—发射管的装线器 28—装填阻 29—控制电缆

一、鱼雷的装药

为了提高鱼雷的威力,早期的鱼雷主要是从加大鱼雷的装药量着手,但是无论从理论或实践均可证明成倍地增大装药量并不能成比例地提高鱼雷的破坏威力,现在鱼雷的最大装药量达 500 kg,在限定鱼雷质量的情况下进一步加大装药量从而严重影响鱼雷射程和速度进一步的提高。

在增加装药量的同时,也着手研制各种不同成分的混合炸药,以提高鱼雷的威力,降低炸药成本或充分利用本国的资源。在第二次世界大战期间鱼雷上主要使用梯恩梯炸药。战后各国纷纷采用混合炸药作为鱼雷的主要装药,混合炸药的爆炸威力是梯恩梯炸药的 1.3~2 倍。鱼雷亦可采用核装药的雷头,其破坏威力远大于常规装药的鱼雷。

由于装药的方法不同,因而装药的密度也不同,采用新的装药工艺提高了装药密度,增大了破坏威力。为了扩大爆炸效果,目前各个鱼雷生产国家正在进行鱼雷定向爆炸技术的研究。

二、鱼雷的制导控制系统

鱼雷航行的准确性直接影响鱼雷的命中率。鱼雷航行的准确性包括两方面,航行方向的准确性和航行深度的准确性。

早期的鱼雷只有深度控制系统,随着鱼雷射程的增加,为了提高鱼雷的命中率,相应要求鱼雷能进行方向控制。随着陀螺仪理论研究的成功,便产生了用陀螺作基本元件的鱼雷航向控制系统,随后在某些鱼雷上还使用了横滚控制系统。鱼雷的控制系统由全机械式发展为机械-气动式,60 年代以后发展为功能完善的电气式鱼雷自动驾驶仪,如美国的 MK 46 鱼雷的自动驾驶仪。控制系统的电子器件由分离元件发展到集成电路,目前微处理机已成为新型控制装置的主要组成部分。

使用仅有自控系统的鱼雷,须要知道目标的精确位置,它只适用于攻击固定目标或按预定规律运动的目标,因此自控系统的应用范围就受到限制。在这种情况下,促使各国开始进行自导鱼雷的研制。由于水声技术和无线电技术的发展,使研制工作取得了成效。在第二次世界大战后期,首先由德国制造出单平面被动式音响自导鱼雷。

第二次世界大战时,由于缺乏有效的反潜武器,潜艇在作战中取得了良好的效果。战后,英国和原苏联形成对立,原苏联便大力发展潜艇,由于单平面自导鱼雷难于完成反潜的任务,促使西方国家进行反潜鱼雷的研制。到 50 年代末期,反潜用的双平面自导鱼雷先后在一些国家研制出来并装备部队使用。

目前,鱼雷的自导系统是利用声场进行工作的,鱼雷本身噪声将对自导系统产生不良的干扰作用,因而早期的自导鱼雷多为噪声较小的电动鱼雷。一般自导鱼雷的速度较低,约为 25~30 kn。随着新型低噪声热动力发动机研制成功,出现了热动力自导鱼雷,其航速有所提高,如美国的 MK 46 就是一种小型的热动力自导鱼雷。由于采用声自导限制了鱼雷速度的提高,且作用距离较短。为克服这一缺点,各先进工业国家相继研制出遥控鱼雷。目前最广泛采用的是线导鱼雷,它可以补偿线自导鱼雷航速低和自导作用距离小这一缺点,这种鱼雷还具有较好的抗干扰能力。线导鱼雷一般是大型鱼雷,航速高、航程远,速度为 35~55 kn,航程大于 20 km。

目前由于遥控精度还不够理想,所以通常与自导配合使用,即鱼雷发射后,用遥控将鱼雷引导至目标附近,然后再借助自导系统进行搜索、跟踪和攻击目标。