

doi: 10.7690/bgzd.2013.09.005

基于潜艇的声自导鱼雷双雷齐射研究

杨俊

(中国人民解放军 92763 部队 20 分队, 辽宁 大连 116041)

摘要: 针对潜艇进行双雷发射时相邻两声自导鱼雷发生互导现象的问题, 对潜艇的声自导鱼雷双雷齐射进行研究。基于声自导鱼雷互导产生的原理, 建立了避免互导的数学模型, 并以某型声自导鱼雷为例, 通过 2 种不同速率、不同射距条件下散角随发射敌舷角的变化曲线, 推导出按扇面齐射的最优散角。分析结果对于部队进一步使用双雷齐射, 最大限度地发挥其作战效能有着一定的意义。

关键词: 声自导鱼雷; 双雷齐射; 最优散角

中图分类号: TJ630.3 **文献标志码:** A

Research on Salvo Fire of Two Acoustic Homing Torpedoes Based on Submarine

Yang Jun

(No. 20 Team, No. 92763 Unit of PLA, Dalian 116041, China)

Abstract: Aiming at shortage of combat capability when firing single torpedo, the salvo fire of two acoustic torpedoes is studied based on a real torpedo. The model of avoiding mutual conductance is constructed according to its principle, then the optimization scatter angle is deduced by curves of scatter angle changing with target angle under two kinds of velocities and firing ranges. So the paper solved the problem of scatter angle control about the salvo of two acoustic torpedoes successfully. The study is intended to provide help to the tactical usage of acoustic torpedo, and advance its combat effectiveness mostly.

Key words: acoustic torpedo; salvo fire of two torpedoes; optimization scatter angle

0 引言

现代海战中, 战场局势瞬息万变, 潜艇在对敌大型目标实施打击时, 要想重创、击沉目标, 单枚鱼雷无论是命中概率还是打击效果都是有限的。所以, 为确保打击效果、保证本艇安全, 往往使用双雷齐射战术。

对于自导鱼雷使用双雷齐射, 势必要考虑互导这一问题。根据鱼雷检测模型, 当鱼雷自导系统接收到信号功率大于最小门限功率时, 即认为检测到目标。当双雷齐射时, 若两雷距离很近, 一条鱼雷落在另一条鱼雷的自导扇面波束内, 如果此时的接收功率大于最小门限功率, 就有可能使鱼雷自导系统以为发现目标而产生误导, 这种现象称为声自导鱼雷互导。当相邻两雷发生互导时, 将失去双雷齐射的意义, 这种现象显然是要极力避免的。

笔者以自导鱼雷扇面齐射为出发点, 在充分考虑水下航行器建模原理^[1]的基础上建立了相应的数学模型, 运用 Matlab 工具^[2]进行仿真分析, 并有针对性地研究分析了某型自导鱼雷齐射的散角问题。

1 声自导鱼雷互导产生的原理

按照自导工作方式, 声自导鱼雷分为被动自导

和主动自导, 当自导工作方式设定为被动自导方式时, 接收基阵将捕获到的目标噪声信号转换为电信号, 再经接收机进行滤波、移位加权求和等处理形成指向特定方位的被动波束信号, 只要这些波束信号超过被动识别门限, 且持续一定的时间, 则认为可靠捕捉到目标。其工作原理^[3]如图 1 所示。

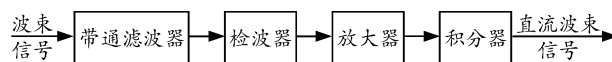


图 1 被动自导工作方块

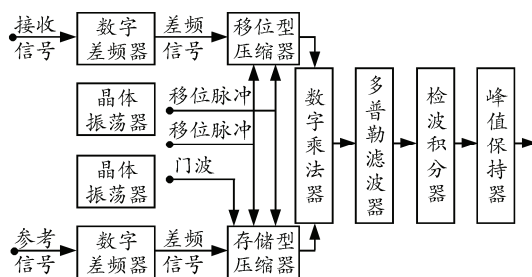


图 2 主动自导工作方块

当鱼雷自导设定为主动工作方式时, 发射机发射主动脉冲波束信号, 经目标发射后, 接收基阵把回波信号变为电信号, 再经接收机形成主动波束信号, 只要信号强度超过主动识别门限, 且连续收到有效回波, 则认为可靠地捕捉到目标。其工作过程

收稿日期: 2013-04-04; 修回日期: 2013-05-07

作者简介: 杨俊(1974—), 男, 陕西人, 硕士, 高级工程师, 从事水声信号与信息处理研究。

如图 2 所示。

从自导鱼雷工作原理可以看出，双雷齐射时，2 枚自导鱼雷工作频率相同，若彼此离得很近一条鱼雷很容易落在另一条鱼雷的自导扇面之内，即会产生如引言中所描述的互导现象^[4]。实战中往往通过控制两雷之间的散角来消除互导现象，下面重点研究两雷齐射时的散角问题。

2 按扇面齐射避免互导的数学模型

2 枚自导鱼雷按扇面齐射^[5]，如图 3 所示。

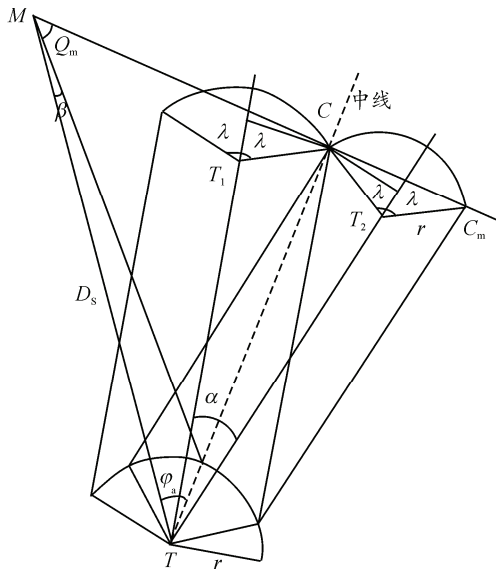


图 3 双雷扇面齐射

图中 M 、 T 点分别为射击时目标和鱼雷的位置。 TC 为扇面中线方向，由有利射击提前角^[6]确定。 C 点为目标散布期望点。为了能连续遮盖目标相对于 C 点的横向散布，两雷的自导扇面应在 C 点衔接。因此可求得两雷不互导的最大理论散角为

$$\alpha = 2 \arcsin(r \cdot \sin \lambda / TC) \quad (1)$$

式中： r 为鱼雷自导作用距离； λ 为自导扇面开角的一半。距离 TC 由图中 $\triangle TMC$ 求得：

$$TC = \frac{D_s \cdot \sin Q_m}{\sin(Q_m + \varphi_a)} \quad (2)$$

式中： D_s 为射距，即发射鱼雷时目标和发射艇的距离； Q_m 为发射敌舷角； φ_a 为有利提前角。按照经验公式： $\varphi_a = \arcsin(km \sin Q_m)$ ，式中 m 为速率比，即目标速率和鱼雷速率之比， k 为速率比的修正系数，一般取 $k = 0.8 \sim 0.9$ 。

以上求得了按照连续遮盖所确定的最大理论散角。在实际射击中，相邻的 2 枚鱼雷由于存在航速 Δv 和发射间隔时间 Δt 的差异，导致两雷出管后呈

梯次航行状态。如果两雷之间的夹角(即散角)过小，加上鱼雷散布的影响，前面航行鱼雷有可能处于后面航行鱼雷自导扇面开角之内。如果这时两雷相距小于互导距离，将产生互导。由此可见，若已知两雷的实航速度以及发射间隔时间，就很容易建立相邻两雷不发生互导的最小允许散角的数学模型。显然，两雷的实航速度等工作参数事先是无法确定的，因此文献[3]通过仿真优化计算，即计算鱼雷以不同散角射击时的捕获概率，取总捕获概率最高者对应的散角为最优散角，笔者通过对式 (1) 优化求得两自导鱼雷扇面齐射的最优散角：

$$\alpha = 2 \arcsin(Kr \cdot \sin \lambda / TC) \quad (3)$$

式中： K 为优化系数，通常取 $0.6 \sim 0.7$ ； TC 由式 (2) 式确定。通过式 (3) 便得到双雷齐射不互导的最优散角。

3 计算机仿真

仿真条件：以某型声自导鱼雷为例，自导扇面开角为 45° 作用距离为 $1\ 000\text{ m}$ ，航速为 50 节。图 4 给出了散角随射距的变化曲线，图 5 给出了 2 种不同速率、不同射距条件下散角随发射敌舷角的变化曲线。

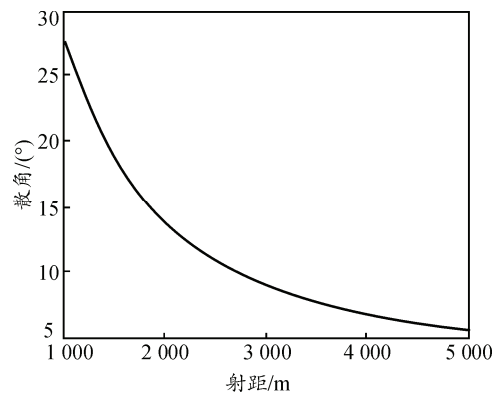


图 4 散角随射距的变化

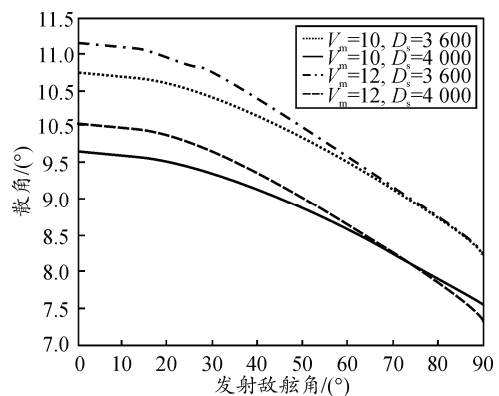


图 5 不同速率、射距时散角随敌舷角的变化