

# 沉底试验水雷打捞回收辅助系统方案研究

乔晓君, 张宏欣

(中国人民解放军 91439 部队, 辽宁 大连 116041)

**摘要** 为进一步提高水中兵器试验实施的实效性和安全性, 针对多年来沉底水雷打捞中出现的若干问题, 在回顾分析实际案例的基础上, 设计了由吊车、绞盘、绞盘控制台、张力检测系统、自动缓冲系统、支架、钢索及超载报警系统等单元构成的打捞回收辅助系统, 并阐述了海上使用方法和异常情况处置预案。

**关键词** 沉底水雷; 试验; 打捞回收; 辅助系统

中图分类号 TJ610.2 文献标识码 A

## Research on Scheme of Salvage and Recovery Auxiliary System of Test Bottom Mine

QIAO Xiaojun, ZHANG Hongxin

(No. 91439 Unit of PLA, Dalian 116041, China)

**Abstract** In order to further improve the implementation effectiveness and safety of the underwater weaponry test, aiming at the several problems emerged in the process of salvaging bottom mine in the past sea trials, this paper designs a salvage and recovery auxiliary system on the basis of reviewing and analyzing actual cases, and the system consists of cranes, winches, winch controller, tension detection system, automatic buffer system, bracket, steel cable and overload alarm system. The usage methods on the sea and response projects of abnormal conditions are discussed.

**Key words** bottom mine; test; salvage; auxiliary system

## 0 引言

水中兵器试验中用于打捞沉底水雷<sup>[1]</sup>、训练爆源等负浮力被试装备时通常采用的方法: 首先捞取系有打捞索的浮标, 然后牵引打捞索通过船舷侧滑轮上绞盘, 绞盘带动钢索<sup>[2]</sup>将回收物体绞至水面, 再使用吊车将被试品吊至甲板<sup>[3-4]</sup>。

由于海上作业无法预知的因素较多, 海底情况更加复杂, 采用上述方法在打捞过程中需要非常丰富的实践经验, 对实施中的各个环节都要充分考虑风险因素。具体而言, 对于钢索承重、海底地貌、海流和海况影响都要有充分的估计, 对操作人员的技巧经验要求也比较高, 若不能满足上述前提, 海

上实施过程中的险情随时可能发生。根据以往的经验来看, 轻则钢索绷断, 水雷沉入海底, 打捞失败, 造成水雷丢失, 重者装备损坏或伤及试验人员。因此, 急需研制一套安全可靠的打捞回收辅助系统<sup>[5-7]</sup>, 本文针对目前沉底水雷打捞中出现的若干问题, 在回顾分析实际案例的基础上, 设计了一种打捞回收辅助系统。该系统由吊车、绞盘、绞盘控制台、张力检测系统、自动缓冲系统、支架、钢索及超载报警系统等单元构成, 提高了操作实效性和人员装备安全性。同时针对该系统设计阐述了海上使用方法和异常情况处置预案, 相关结果对未来类似试验中的打捞回收实施<sup>[8]</sup>具有实际应用价值。

### 1 案例回顾

1) 某型装备试验中, 需要沉底水雷做试验保障。实施中水面浮标与布放回收钢索连接, 布放回收钢索与水雷连接, 通过捞雷船的吊车、绞盘、船舷测滑轮完成布放回收。当时, 就在绞盘通过船舷测滑轮回收钢索过程中, 雷体回收到底后, 由于雷体旋转挂到压浪板上, 刚性撞击使得雷车牵引环断裂, 雷体沉入海底。

2) 某型舰船抗冲击试验的一次合练中, 需要专用沉底爆源做保障。海上实施方法基本和上述猎雷装备试验相同, 区别在于回收过程中, 吸取了回收沉底水雷中的教训, 用船上吊车连接开口侧滑轮后, 将钢索支离船舷一定距离, 避免碰到船底压浪板。可是, 在回收爆源的过程中, 由于爆源挂到海底缆索等不明物体, 在爆源离开海底一定距离后, 回收钢索不堪重负断裂, 爆源沉入海底。

### 2 系统要求

- 1) 主要适应于沉底水雷<sup>[3]</sup>等较大负浮力且通过钢索回收的物体打捞;
- 2) 挂到刚性物体 (比如挂到船底压浪板或礁石等) 瞬间自动缓冲放索, 缓解钢索受力, 并为采取紧急措施争取时间;
- 3) 挂到柔性物体 (海底渔网、绳缆等) 后, 能够检测出张力变化, 且在张力大于预设值后自动采取保护措施, 防止事故发生;
- 4) 系统安装、操作简便, 适应海况  $\geq 3$  级。

### 3 系统设计

由吊车 (船上)、绞盘 (船上)、绞盘控制台、张力检测系统、自动缓冲系统、支架、钢索及超载报警系统组成。系统组成框图见图 1。

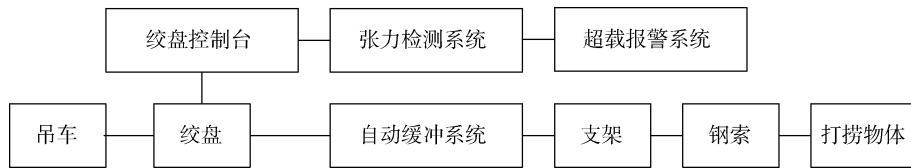


图 1 系统组成框图  
Fig. 1 Constitutional block diagram of system

#### 3.1 吊车

功能: 将打捞至水面的物体吊上甲板。

起吊重量  $\geq 2$  t, 吊臂伸出船舷外  $\geq 2$  m。可借用船上吊车, 所以系统需安装在吊车附近。

#### 3.2 绞盘

功能: 收放钢索。

绞盘扭矩  $\geq 20$  kN, 应具有刹车制动功能, 可按工作的需要进行降速后制动刹车, 防止缆盘不能及时停止转动而损伤钢索。可借用船上绞盘, 系统需安装在绞盘附近。

#### 3.3 绞盘控制台

功能: 接收张力检测装置发出的控制信号, 执行机构完成对绞盘的控制。

绞盘控制台内安装电气控制元件, 并提供相应的电气和数据接口, 便于操作和监控系统的工作情况。控制系统方框图如图 2。

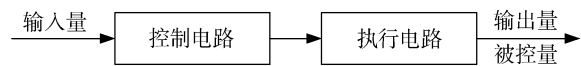


图 2 控制系统方框图  
Fig. 2 Block diagram of control system

#### 3.4 张力检测系统

功能: 通过传感器检测钢索承受到的拉力。

张力控制范围: 300~2 000 kgf。

张力检测装置采用三轮组张力检测方式, 该机构由 3 个导轮组成, 前后 2 个导轮为导引轮, 中间导轮为测力轮。3 个导轮位置固定后, 钢索在测力轮上形成的夹角为一固定值。测力轮安装在张力传感器上, 钢索张紧后测力轮受压, 传感器可测得钢索在导轮垂直方向的分力, 再根据钢索在测力轮上形成的夹角计算出钢索的实际张力。如图 3 所示, 钢索张力为  $F$ , 钢索在测力轮上形成的夹角为  $\alpha$ ,

钢索张力  $F$  在测力轮上的分力为  $T$ ，由公式

$$F = T/2 \cos(Q/2) \quad (1)$$

可得钢索张力值。在实际运行中可通过砝码进行校验和校正，确保所测钢索张力准确性。该机构测力稳定可靠，测力时电缆的弯曲半径较大，对钢索的影响小。

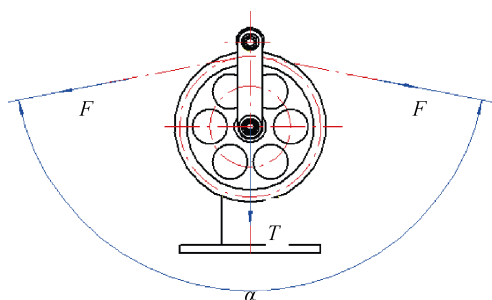


图3 测力轮受力图

Fig. 3 Force diagram of measurement wheel

### 3.5 自动缓冲系统

功能：1) 预设拉力值；2) 根据预设拉力自动缓冲放索，减缓钢索受力；3) 为超载报警装置提供触发信号。

为防止钢索因外界因素而产生较大张力波动，在张力检测装置后装有缓冲储索装置。该装置由导向轮组和缓冲轮组组成，当钢索张力发生较大变化时，缓冲轮组会随钢索张力变化而左右移动位置，从而减小钢索张力因突然的波动而对整个控制系统造成的影响。该装置的储索能力约为 1 m。如图 4 所示。

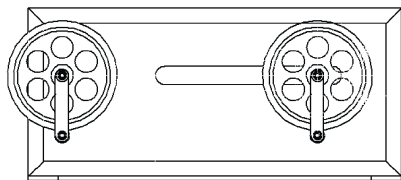


图4 缓冲系统

Fig. 4 Buffering system

### 3.6 超标报警系统

接收到张力检测系统输出的触发信号后，启动

执行电路，经放大推动换能器发出声、光指示。

### 3.7 支架

功能：导引回收钢索，并通过支架将打捞物体撑离船舷一定距离。

要求：能够固定在船舷，且自动伸缩距离  $\geq 2$  m，前端带导引滑轮。

### 3.8 钢索

功能：连接、打捞回收物体。

通过下面的公式即可求出钢索的直径。

$$F = K \times D^2 \times R / 1000 \quad (2)$$

式中： $F$  为最小破断拉力，kN； $K$  为某一指定结构钢索的最小破断拉力系数<sup>[1]</sup>； $D$  为钢索的公称直径，mm； $R$  为钢索的公称抗拉强度，MPa。

为实施方便，钢索应选择点接触型。点接触型钢索股内相邻钢丝之间成点状接触形式，除中心钢丝外，各层钢丝直径相等，股通过分层捻制形成。点接触型钢索属普通类型，价格适中，易于选购。

使用前，首先确定所用钢索的抗拉极限值  $Y$ ，然后针对钢索的连接、使用方式以及实施经验设定安全系数  $K_1$  ( $< 1$ )，相乘得出设定拉力  $F_1$ 。

$$F_1 = K_1 \times Y \quad (3)$$

当钢索张力大于设定拉力  $F_1$  后，自动缓冲装置自动放索，同时绞车控制台下达停止收索指令。

如果钢索直径已知，其破断力估算方法：

钢索破断力 =  $a \times a \times 0.5$  t

钢索直径(mm)/3 =  $a$  (取整数)

比如： $\phi 12$  mm 钢索， $a = 4$ ，钢索破断力 = 8 t。

同时注意钢索使用方式、连接状态、弯曲半径等对破断力的影响。

## 4 海上使用方法及异常情况处置预案

水雷打捞前在水下的态势如图 5。水雷在海底，浮标在水面，钢索一端连接水雷，另一端连接浮标，钢索的长度大于 1.5 倍水深。

回收系统船甲板布置示意图如图 6。支架固定在船舷，绞盘、控制、张力检测、自动缓冲系统、超载报警及吊车等系统分别固定在甲板。

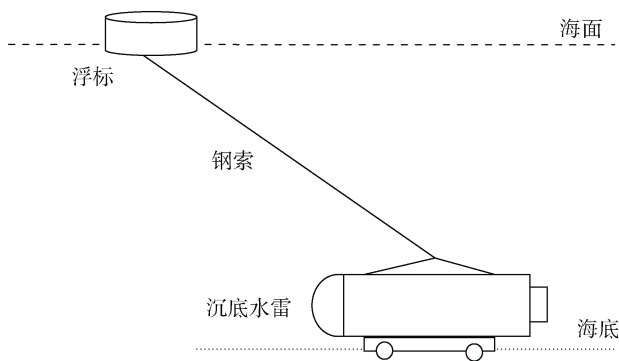


图5 水雷打捞前水中态势

Fig. 5 Underwater situation before salvaging mine

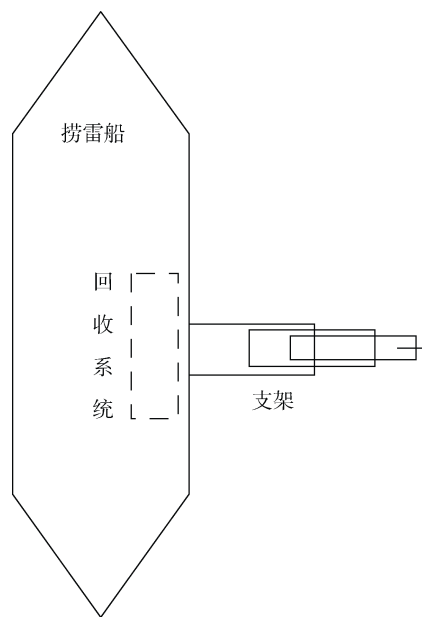


图6 回收系统甲板布置示意图

Fig. 6 Layout schematic diagram of ship deck of recycling system

打捞过程如下:

1) 回收系统中各分系统调试, 支架固定在船舷上, 过渡钢索布设, 最后过渡钢索一端从支架前端导引滑轮引出。

2) 捞雷船机动至浮标附近, 将浮标捞上甲板, 打捞钢索临时固定在船舷, 打捞钢索卸掉浮标后连接到过渡钢索上, 钢索在船舷临时固定解脱。

3) 启动回收系统, 绞盘回收钢索, 确定水雷脱离海底后, 操纵支架伸出舷侧规定距离, 绞盘继续回收钢索, 直至水雷出水面后, 支架收缩回船舷边, 吊车的吊钩连接水雷后将其吊上甲板。

异常情况处置预案一: 回收过程中, 水雷挂到礁石、沉船、船底等刚性物体后, 钢索张力瞬间增大, 自动缓冲分系统立刻释放储存钢索, 张力检测分系统立刻输出指令给绞盘控制台, 同时超载报警分系统报警, 绞盘停止收索。

根据海上态势、海水流向、海底情况等进行分析, 最后决定采取的措施:

- 1) 绞盘放索, 舰船机动, 绞盘再次收索打捞;
- 2) 绞盘放索, 钢索连接浮标后抛入海中, 待海水流向改变一定角度后, 再实施打捞。

异常情况处置预案二: 回收过程中, 水雷挂到渔网、缆索等柔性物体后, 钢索张力缓慢增大, 当张力大于设定值后, 张力检测分系统立刻输出指令给绞盘控制台, 同时超载报警分系统报警, 绞盘停止收索。

根据海上态势、海水流向、海底情况等进行分析, 最后决定采取的措施:

- 1) 绞盘放索, 舰船机动, 再次绞盘收索打捞;
- 2) 绞盘放索, 钢索连接浮标后抛入海中, 待海水流向改变一定角度后, 再实施打捞;
- 3) 潜水员探明情况, 并成功处理后继续回收打捞。

## 5 结束语

水雷、反水雷装备及舰船抗冲击等海上试验中, 经常需要对布设于海底的比较大的负浮力物体进行打捞回收。针对传统方法存在的安全隐患和以往实施案例教训, 充分考虑实施中各个环节中的风险因素, 本文设计了一种新的试验沉底雷打捞回收系统, 并给出了海上使用方法, 以期能够解决过去实施中的盲目(无法对水下情况掌控)打捞问题, 并提高装备回收可靠性及试验安全性, 本文方法的有效运用对试验任务的圆满完成具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 周穗华, 张晓兵. 水雷总体技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2016.