

怎样打捞沉船

李宏亮編著

人民交通出版社

本書簡單地敘述了打撈沉船的基本原理并介紹了幾種主要的方法。此外，對於打撈工作中常用的机具也分別地予以介紹。作者根據實際工作經驗寫來通俗易懂，可供打撈工作者及有關人員參考。

怎樣打撈沉船

李宏亮 編著

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

北京536工廠印刷

*

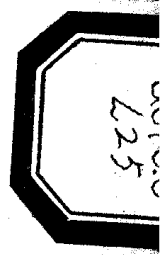
1958年12月北京第一版 1958年12月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印張：1張

全書：19,000字 印數：1—1,000冊

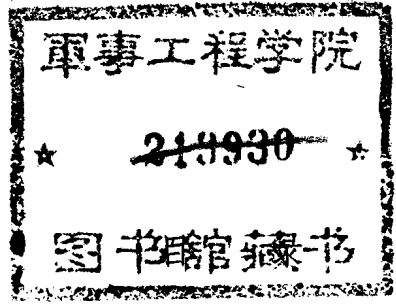
統一書號：15044—3043

定價（9）：0.13元



U670.6
L25

41538



一、輪船沉沒的原因与打撈沉船的目的 2

二、打撈沉船的几种主要方法 4

 1. 整体打撈 4

 2. 解体打撈 12

三、打撈沉船常用的主要机具 17

 1. 打撈工作船舶 17

 2. 潜水設備 18

 3. 清除淤泥的机械設備 24

 4. 水下电焊与切割設備 26

 5. 船底攻泥器 28

 6. 打撈浮筒 28

四、解放后我国打撈事业的发展 31



目 录

一、輪船沉沒的原因与打撈沉船的目的	2
二、打撈沉船的几种主要方法	4
1. 整体打撈	4
2. 解体打撈	12
三、打撈沉船常用的主要机具	17
1. 打撈工作船舶	17
2. 潜水設備	18
3. 清除淤泥的机械設備	24
4. 水下电焊与切割設備	26
5. 船底攻泥器	28
6. 打撈浮筒	28
四、解放后我国打撈事业的发展	31

DW 36/20

一、輪船沉沒的原因与打撈沉船的目的

輪船因为有很大的預备浮力和良好的穩性（不容易翻倒），本是很安全的，并不会輕易沉沒。只有当它遭受严重的魚雷襲击、飞机襲炸、炮击、触礁和碰撞等原因发生漏洞，大量的海水涌进船仓而又施救不及，使輪船失去最后浮力时才能沉沒。

浮力就是輪船漂游在水面上的能力。为了弄清楚这問題，首先简单地談一下产生这种浮力的道理。古代希腊科学家阿基米特发现了一个很有价值的原理，这个原理就是：任何物体浸入液体（如水）中，就要失去一定的重量，所失去的重量恰等于該物体所排开的液体重量。为了說明这个原理，可以做个小小的試驗。我們拿一个茶杯放在水里，杯口朝上使它漂浮着，然后将浸沒在水中部分記下来，計算出它的排水体积，再秤秤茶杯的重量与排开水的体积重量相比較，其結果两个重量一定相等。这个简单的試驗不但告訴我們茶杯能漂浮在水面上，而且还告訴了我們使茶杯漂浮在水面上所需要的浮力与它的重量相等。

輪船的船壳虽与茶杯大不相同，但是輪船漂浮在水面上的道理，却与茶杯相同。对輪船的要求不仅能浮在水面上，同时要求遇有风浪不会翻倒，并且要阻力小，跑的快。根据上面所提到的茶杯的試驗，一艘本身重量为 500 吨的輪船，要使它漂浮在水面上，最低必須要有 500 吨的浮力。

大家知道一般淡水每一吨所占的体积是 1 立方公尺，根据水的重量与体积的关系就很容易計算出前述輪船浸沒在水中部分所占的体积是： $500 \text{ 吨} \div 1 \text{ 吨} = 500 \text{ 立方公尺}$ 。由此可知該輪船只要能在水

面下占有50)立方公尺的空間，就会漂浮起来(实际輪船浸入水中部分，要比500立方公尺大几倍，其超出部分称为預备浮力)。

輪船发生沉沒的具体原因虽然很多，但歸納起来都是由于失去与輪船重量(如果載貨的話，包括載貨重量)相等的最低限度所需要的浮力。也就是說大量的水涌进船仓，不但完全侵占了預备浮力的空間；而且还侵占了輪船最低限度所需要的浮力的空間，因此使輪船失去浮力而发生沉沒。

輪船不幸发生沉沒，就應該把它打撈起来。打撈的目的有三：

1. 修复使用：輪船的造价很貴，一艘載重千吨的輪船造价約为250万元以上，所需要的鋼鉄約500吨。这样昂貴的輪船发生沉沒，如果技术状态尙好，破坏不严重的話，就可以打撈出来修复使用，使它重新参加运输生产。

解放前在我国沿海和江河里，由于帝国主义侵略战争与国民党反动派的破坏，以及不重視水上运输的安全措施，沉沒了大量的輪船。解放后在共产党的领导下，国家很重視利用这部分资源，做了很多工作，仅交通部打撈工程局截至1957年底就打撈了150余艘輪船，其中有70%修复使用。这些重見天日的輪船的載貨能力，比四万輛汽車还要大，对恢复我国水上运输事业起了良好的作用，同时給国家节省了大量的鋼鉄与資金。

2. 清除港口与航道：很多沉船的沉沒地点，往往位于港口或通航要道上，为了維持港口航道暢通和保証船舶的安全，必須及时将沉船打撈起来或清除掉。在这种情况下对那些破坏不太严重尙有修复使用价值的沉船，当然还應該把它整体打撈起来，修复使用；但是当受時間或打撈工具的条件限制，有时也不得不将沉船在水底解体进行清除。

3. 利用廢鋼鉄：有些沉船在沉沒时遭受严重的破坏，或沉沒后长期擱置船体损坏断裂，修复使用已經不合算了，那么就可以把

它当作廢鋼鐵使用，大家知道一艘中等沉船就有几百吨鋼鐵，大型沉船要有上千吨鋼鐵，在全国大跃进，需要鋼材的形势下，将它打捞上来，这对支援工农业生产是有很大作用的。况且很多沉船虽然船壳损坏不堪，但是发动机常常还是好的，修复后可利用来发电、或抽水排澇灌溉。一艘中等輪船的发动机，所能发出来的电量差不多可以供給一个小城市用电。

总之，沉船也是我們国家很大一部分财产，应该有效的来利用它。在經濟效果上来說：沉船整体打捞出来修复使用，要比解体利用其鋼鐵的作用大的多。因此，对那些损坏不太严重、技术情况尚好的沉船，不应该作为廢鋼鐵来打捞利用。

二、打捞沉船的几种主要方法

打捞沉船的方法很多，但归納起来基本上可分为：整体打捞与解体打捞两大类。

1. 整体打捞（包括全船完整打捞和全船分作几段打捞）：从輪船漂浮的道理和发生沉沒的基本原因中，我們知道了整体打捞沉船的一个原理，就是沉沒在水底的沉船，假如給予大于它本身重量的浮力就会漂浮起来（这里所說的沉船本身重量，是指打捞重量，包括沉船自重、舵內剩余貨物和淤泥重量、船底与土壤接触部分的粘着力三部分）。整体打捞沉船的基本方法就是根据这个原理，設法使沉船得到大于本身打捞重量的浮力，利用这种浮力将沉船抬出水面，然后拖到指定的安全地点。因此，整体打捞沉船，按沉船得到浮力的方式，又可分为：恢复浮力法与外加浮力法两种。

恢复浮力整体打捞沉船法 利用沉船本身的船仓，将仓口与破損的裂縫漏洞封閉，然后向仓內充气，将水抽干，使沉船在水下具有相当的气体空間，产生足够漂浮其本身的浮力。

封仓补漏的常用材料有木材、鋼板、角鉄、水泥和其它等等，

为了減輕打撈重量，在封仓前应將沉船仓內的載貨、淤泥和仓外周圍的淤泥清除（减少沉船的粘着力）。

抽出仓內积水的方法分为三种。

1) 抽水机吸水法（見图 1—A）。抽水机吸水法与其它两种排水法不同之点，就是它不用压缩空气而直接用离心式水泵或其它型式水泵通过吸水孔将封閉在船仓內的积水吸出，船仓內积水被吸出，空气借助自然大气压力經过吸气管充填进去，由此恢复沉船的浮力，使其漂浮水面。采用这种办法并且用普通陆上水泵吸水时，沉船的水深一般不能超过 7 公尺。

2) 压缩空气排水法（見图 1—B）。压缩空气排水法的封閉船仓也留有两种不同作用的管孔：压缩空气进气孔和排水孔。其工作过程是：压缩空气由空气压缩机出来后，經过进气孔进入船仓，将仓內的积水从排水孔压出，使沉船恢复浮力。当沉船本身结构好，船仓封閉的特別严密，不管水深多少，都可以采用这种方法。不过它所需要的压缩空气压力应该随着水深而增加，在理論上講，水深每增加 10 公尺，就需要增加一个大气压力。实际上由于管壁摩擦損失和水的比重大一些等原因，大約水深每增加 9 公尺就得增加一个大气压力。

3) 压缩空气加抽水机排水法（見图 1—C）。这种方法实际上就是抽水机排水法与压缩空气排水法联合使用。当沉船结构单薄，不宜封閉严密和水深超过 7 公尺，而又沒有水下水泵时，那就只好一面用空气压缩机經过气孔向仓內充气，一面用水泵經过吸水孔向仓外抽水。充到仓內的压缩空气数量应超过排出水的体积。压缩空气在仓內的压力，折合成水柱最低不能小于水泵吸水高度的 5 公尺。

不管采用那种方法向仓外排水，只要仓內气体空間的立方公尺数超过打撈重量的吨数时，沉船就可以漂浮起来。上述恢复沉船本

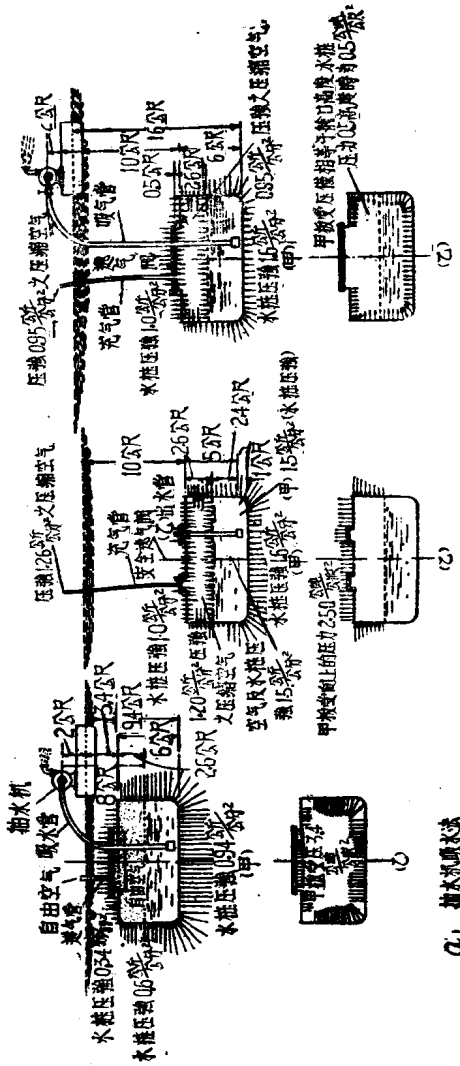


图 1 (a) 抽水机打水 (b) 压缩空气打水 (c) 压缩空气加水打水

图 1 压缩空气打水打碎泥层

身浮力的各种方法在打捞工程上统称为“封仓充气抽水起浮法”。采用这种方法选择水泵的抽水容量时，必须大一些，因为一般沉船都不会封闭的那么严密，势必会有渗漏现象。只有当水泵抽水量大大超过渗漏量时，才能将仓内的积水很快吸干。

外加浮力打捞沉船法：按使用的抬浮工具，可分为工作船、起重架与浮筒抬浮法三种。图 2 是苏联用大型机动工作船打捞潜水艇的断面示意图。该工作船中间留有很大的凹档，设有起重能力很大的卷扬机械。当沉船打捞重量不超过它的抬浮能力时，很容易就可用兜底钢丝绳将沉船吊浮。在沉船吊出水面后被紧紧地系在凹档中间，并放于可拆下的横梁架上，然后夹运到指定地点。用这种工作船抬浮沉船的主要困难，是不容易准确的将该船停泊在沉船上面。如果船身位置不准确，会使卷扬机滚筒歪斜，发生机械故障。

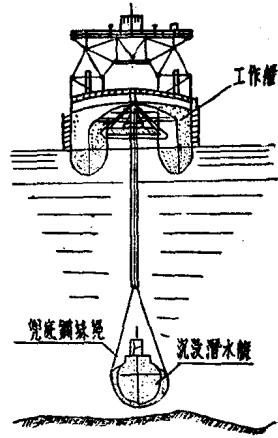


圖 2

工作驳夹抬沉船。图 3 所示为我国用两艘同样浮力的大型工作驳抬浮沉船的示意图。该工作驳除具有打捞人员膳宿设备、材料库、机械修理所和发电动力站等外，还设有大量的卷扬机，供抬浮沉船用。两工作驳抬浮沉船时的位置，是设有卷扬机的一边靠近沉船。沉船底下也有横穿兜底钢丝绳，并与两驳船上对称的卷扬机起重索系连在一起。然后均匀的转动卷扬机将沉船抬浮水面，再用拖轮连工作驳一起拖运到指定的地点。采用这种抬浮方式的缺点，是卷扬机设在一边，驳船浮力只能利用一半的十分之八左右，并且在工作时未设卷扬机的一边必须压载平衡，在沉船离开泥面，粘着

力突然失去时，駁船往往发生左右搖摆。这对打撈工作者来说，必須严加注意，如有不慎就会发生事故。

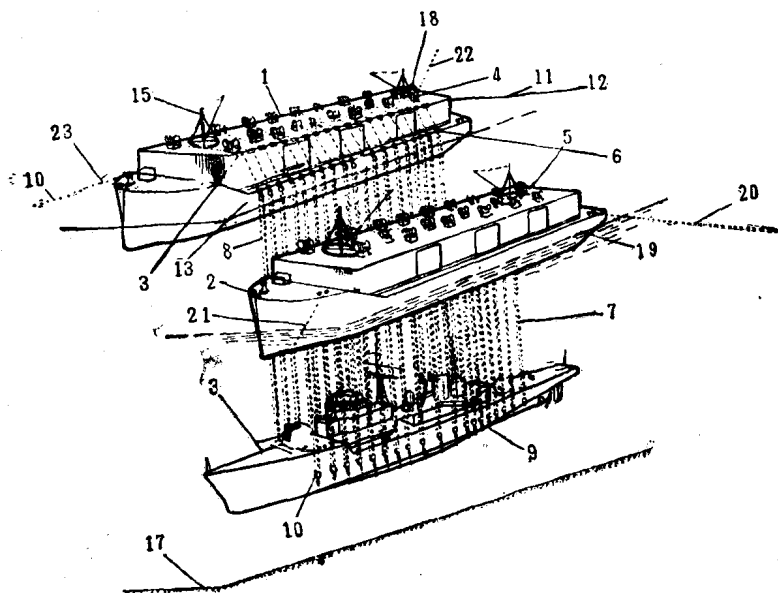


圖3 兩工作駁抬浮沉船

- 1.工作駁船 2.工作駁船 3.沉船 4.电动搖車 5.电动搖車 6.
 5門滑車(上) 7.滑車鋼絲繩 8.滑車鋼絲繩 9.沉船船底鋼絲繩 10.
 5門滑車(下) 11.上鋼索 12.包角鉄板(上) 13.包角鉄板(下)
 14.利駁鉄棚 15.吊杆 16.水綫 17.江底淤泥 18.电动机 19.
 电动机 20.鋼絲綫一 21.鋼絲綫二 22.鋼絲綫三 23.鋼絲綫四

浮筒打撈沉船法。采用浮筒打撈沉船，是近来的主要方式。它有很多优点，既大大地簡化了潜水員水下作业的程度，不必进行复杂的封仓补漏工作；同时也可节省大量的机械設備和人力，并且安全性高，可靠性大。使用浮筒抬浮沉船的过程是多种多样的，有的一次抬浮水面，有的逐步抬出水面，有的象“之”字形的折綫式抬

浮水面 (如图 4)。

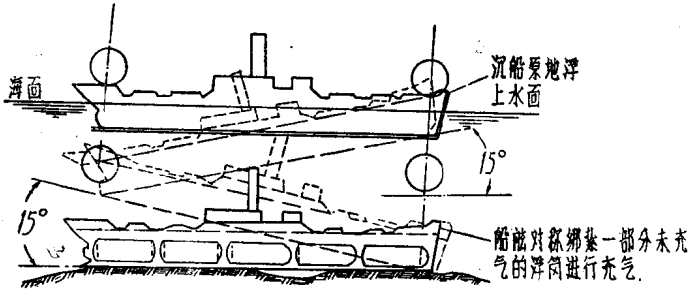


圖 4 折綫打撈法

采用浮筒打撈的过程，是先将浮筒拖近沉船适当位置，将空气放出，打开进水口，使浮筒进水并沿导索下沉到沉船近旁预先指定的位置 (图 5)。然后用粗鋼絲繩将浮筒系牢于沉船上。系牢的方

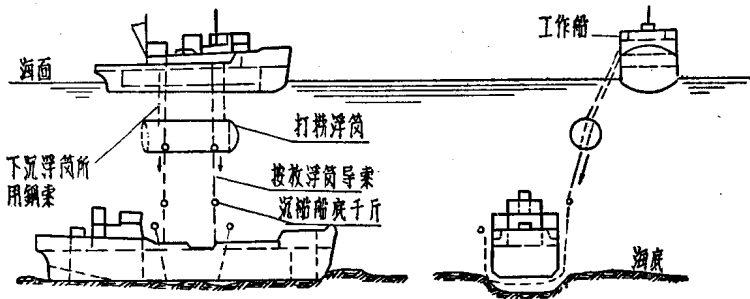


圖 5

法：一是用粗鋼絲繩橫兜船底，两头固定在浮筒錨纜桩上，并尽量将浮筒及粗鋼絲繩与沉船連縛一起；一是用粗鋼絲繩一头系牢于沉船强固部分 (錨孔、后軸、炮座等上面)，一头固定在浮筒錨纜桩上。

浮筒与沉船靠接中間应尽量加一些垫木，扩大浮筒外体与船体之間的接触面积，在船体结构薄弱的地方，还应加装支撑，防止使沉船受挤力太大，发生断裂。

浮筒安設妥善后 (如图 6)，再将各预先安装好了的直径 19~

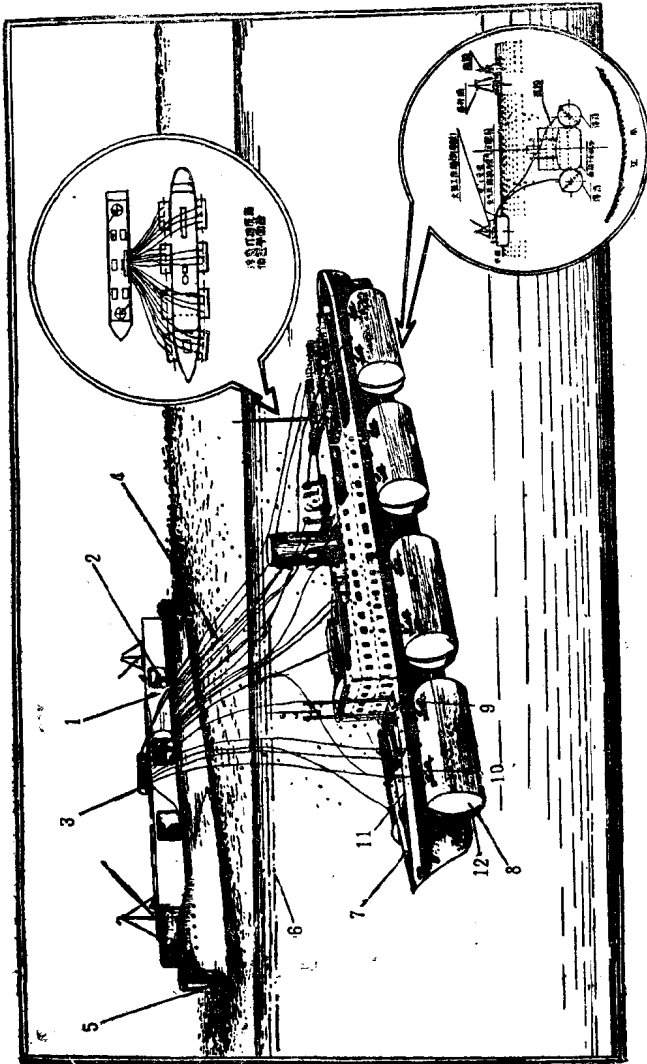


圖 6 鋼壳浮筒打撈沉船示意图

1. 大型工作船 (利字号) 2. 空气压缩机 3. 空气分配箱 4. 浮筒输气管 5. 水面 6. 水底
7. 沉船上升 8. 钢壳浮筒 (500吨) 9. 钢丝缆孔 10. 钢丝缆卷 11. 浮筒进气凡而 12. 木枋靠把

25公厘的皮管与空气压缩机或分配气箱连接，输入压缩空气，使浮筒内的积水从排水口排出，产生浮力将沉船抬浮水面。用浮筒抬浮沉船时，由于沉船本身可能不平衡，常常发生船身一头先浮的现象，这时应特别注意防止斜度太大，造成兜底鋼絲繩滑脱的危险。同时安设浮筒时各个浮筒的浮心一定要位于沉船重心点以上，否则最容易发生歪倾事故。

浮筒抬着沉船上升，筒外水的压力渐小，因此浮筒内的压缩空气很快的膨胀，并通过安全逸气阀放出，这样就防止了承受过大的内胀力。

沉船抬浮后，应立即由浮筒抬着拖到指定的安全搁浅地点，或抬进船塢进行修复工作。有时由于浮筒不够用，常常也采用浮筒与工作船或与封仓充气抽水抬浮法合并打捞沉船，这种方法，称为综合抬浮法。

用起重支架打捞沉船的起重架吊浮法是内河浅水吊浮小船时的一种简易方法。这种方法是在沉船上面做成三脚架子（如图7），支脚支持在沉船两侧的泥土中，三脚架上装有絞車，通过鋼絲繩将沉船吊起。同时沉船靠岸一端也系有鋼絲繩，通过锚碇在岸上的絞車，将沉船拉到岸上。如果沉船离岸太远时，可做两个三脚架循环使用。此种方法在深水或水底泥土松软地方不能采用。

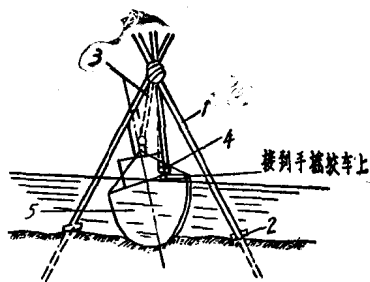


圖7 起重架吊浮法

- | | | |
|-------|---------|---------|
| 1. 支架 | 2. 支架掌脚 | 3. 起重吊繩 |
| 4. 絞車 | 5. 沉船 | |

在冻冰的河流上，采取冰上打捞方法最为簡捷。該种方法是首先凿开沉船正上方的冰层（如图8），两侧安设四根支柱，支柱下端有予

先安装好的固定圓撑脚，上端系着定向滑車。卷揚机安設在支柱外边并与冰冻结在一起。卷揚机吊索穿过定向滑車与沉船兜底鋼絲繩連接。当卷揚机轉动后就可将沉船吊出水面，滑到指定地点。

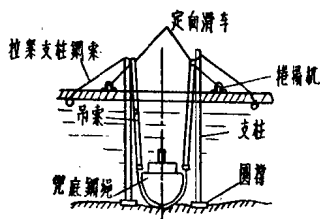


圖8 水上打撈沉船示意圖

打撈沉船的方法很多，以上只是几种典型方法的簡單介紹，实际采用中远比上述复杂得多，要做很多周密的設計与計算工作，就是这样，一有不慎还会发生重大事故。

2. 解体打撈:

沉船經過潜水員詳細的探查后，沉沒时或沉沒后已遭受严重的毀坏腐蝕，不能修复使用时，才允許解体打撈。解体沉船的方法，有爆破和电弧切割两种。爆破法是用普通甘油炸药，以猪腸衣或是其他包装物包扎成一公斤的小包，然后由潜水員下水安放到沉船、船壳板上的预定位置。安放好以后，潜水員升出水面与潜水工作船一起离开危險水域（約距离炸爆地点80公尺），进行电引火爆炸。待爆炸后潜水員再下水，一方面檢查炸裂沉船鋼板情况，一方面安設新的药包再爆破，使沉船炸成一块一块的。炸药包要包扎紧密，防止浸水，并在安放时要牢靠，防止漂浮水面或离开鋼板。潜水員每次下水安設的炸药包数量，可根据具体情况安放1~6包。如采取两包以上时，需用两根电綫分別串联或并联引爆。每次安放的炸药包越多，爆破效率越高，一般多包爆破要比单包高出一倍多。图9是潜水員在水下安放单包和多包炸药时的示意图。

用爆破法解体沉船，一方面不安全；一方面在解体船底时很困难，常常因为船底的泥土松软越炸越陷深，毫无結果。大家知道船底留在水下后患很大，特别是在淺水区域或泊船地点，必須清除。清除的办法是用电弧水下切割。这种方法不但比爆破安全，而且效

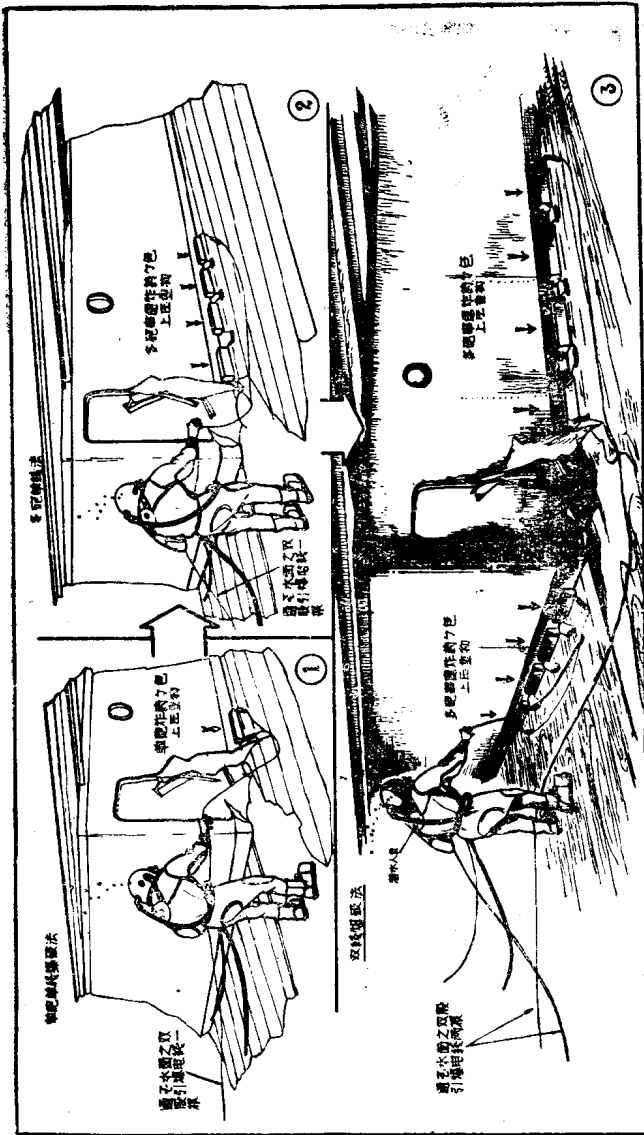


图9 单包与双线多包爆破法

率也很高。因此近几年来爆炸解体逐渐被电弧切割代替。在用爆破和电弧解体沉船时，应特别注意仓内是否有弹药等易爆物品，如有，必须事前清除。

沉船利用爆破或电焊切割下来的一块一块的钢板，可用起重设备吊出水面，也可以用浮筒带上水面。图10是用浮筒吊浮解体钢板的示意图。

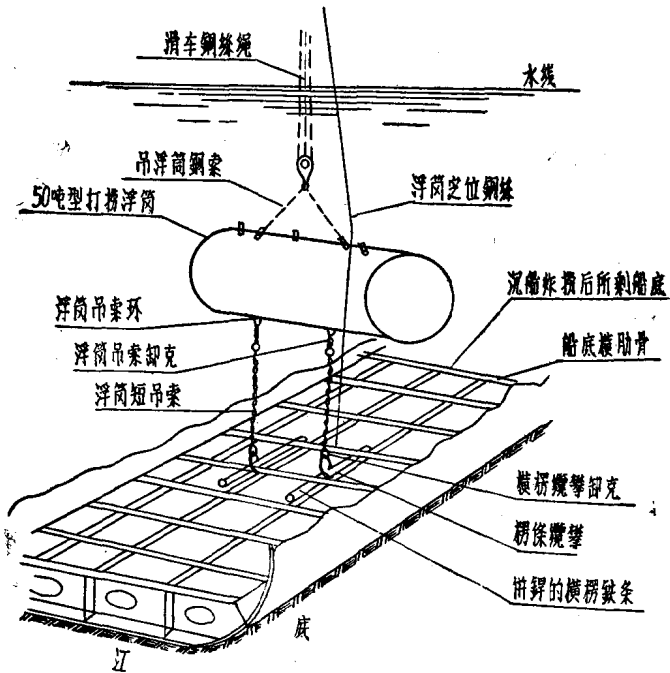


图10 吊浮解体钢板示意图

沉船在水底，往往是歪斜的。为了稳定船身，简化抬浮工作，避免起浮时发生倾复事故，在整体或分段打捞沉船时都要预先进行扳正。在流急的地方还得下稳定锚，特别在封仓抬浮仓内存有一定流动水时，更应注意。