

87.597.
CHP

打捞工程技术小丛书

抬撬打捞法

褚海平 编

人民交通出版社

打捞工程技术小丛书

抬 撬 打 捞 法

人 民 交 通 出 版 社

本書系介紹沉船打撈工作中的一種方法——抬攏打撈法，也就是以駁船等來抬攏一艘的小型沉船。內容介紹了幾種抬攏方法的操作，以及這種方法的特點。此外對於工具配備和人員組織等也從實際經驗上進行了簡單敘述。

打撈工程技术小叢書

抬攏打撈法

褚海平編

*

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

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1960年1月北京第一版 1960年1月北京第一次印刷

開本：787×1092₃₂ 印張：8張

全書：15,000字 印數：1—1,000冊

統一書號：15044·5286

定價(9)：0.10元

目 录

前 言	2
一、 抬撬打捞法的特点	3
二、 抬撬打捞的分类及注意事项	4
三、 几种抬撬打捞方法	6
四、 沉船沿坡拖绞	18
五、 抬撬的主要工具配备	19
六、 抬撬时的人员组织	20

前 言

打捞工作在我国还是一个新兴的事业，对没有从事过打捞工作的人来说，听起来是很陌生的，很难理解打捞工作的具体内容？打捞什么？怎样打捞？过去有关这方面的理论书籍和工作经验的记载也比较少。

解放前虽然也有人从事潜水企图进行打捞工作，但是都受到帝国主义的排挤和资本家的剥削，使这项工作得不到发展，不能真正的担负起打捞沉船的重任，绝大部分都只能捞取水下和沉船舵内财物，或吊除船上某些结构物，或将沉船在水下爆破解体，逐块吊除。目前，在我国的领海和内河还有不少沉船，都亟待我们去打捞来支援一日千里的钢铁工业建设。因此，如何发展快速打捞工作便成为建设社会主义事业中的重要一环。解放后由于党对打捞事业的重视，组织了工人阶级名符其实的打捞队伍，这支队伍在党的领导下迅速地壮大发展起来，在逐年的打捞工作中已经改变了旧的落后面貌，许多船只已被我们捞起来重新航行在祖国辽阔的海洋上。但是如何从原有基础上使打捞技术更普遍和更快的提高便成为从事打捞工作人员的重要课题。本文介绍一些打捞工作中的抬撬打捞法的一些体会，以供从事打捞的同志们作为参考。

本文作者限于水平，缺点和错误一定很多，恳求读者同志提出宝贵的意见。

作 者

一、抬撬打撈法的特点

抬撬打撈法一般地說是适合于打撈小型的沉船，它是用浮動船舶來抬絞沉船的，它的优点是能够較高地將沉船抬出水面，便利對沉船的处理。如沉船过大，打撈重量也一定很大，而抬撬船舶所發揮的抬力有限。因此，執行現場施工人員应严格估算沉船的打撈重量，對沉船内部淤泥載貨应儘量清除。以最大限度减少沉船的打撈重量，确保被抬撬船舶的荷載在安全抬力范围以内；否則抬撬船舶就难以胜任，可能发生工程事故。但是較大的沉船还是可以利用抬撬打撈法；施工時可以将沉船截割成几段，每段打撈重量都符合于抬撬船舶的安全抬力，或者組合更多抬撬船舶亦可以将沉船抬出水面。不过这样撈法比較費時，費工，而且很不經濟，所以遇到抬撬船舶不能胜任打撈重量時，應該根据沉船具体情况，使用別的最經濟的、最安全的方法打撈。

抬撬打撈法还可以应用到打撈损坏严重，不能封舵抽水起浮和水浅不能用浮筒打撈的沉船。这是它的特点，我們在攷慮抬撬打撈法時應該注意到这一点。在深水中使用抬撬打撈沉船起浮時將化去較长的時間來絞抬沉船，也不很安全，應該儘量避免。由于抬撬打撈是浮動船舶和沉船用千斤^①鋼絲联系在一起，因此，不适合在多风浪的地区进行抬撬。因为抬撬的浮動船舶遇到风浪時就会发生左右搖摆和前后顛簸，这时千斤鋼絲也

①即粗的鋼索。

会随着船舶摇摆与船体发生磨擦，时间长了，千斤鋼絲就会磨断，因而发生危险。因此，抬撬打捞适合于内河港湾水浅流慢和风浪較小的地区的小型沉船打捞。

由于抬撬打捞法是用浮动船舶来抬沉船，单边受力很大，船身容易傾侧，必須很好的选择抬撬船舶。一般航行在水上的船舶，由于它航行的地区和用途不同，船体形状和构造方面也不一样，它的浮性、稳心、灵活性和快速性也各有区别。如軍艦船型很瘦，航行速度較高；客輪船型也比較瘦；貨輪虽然构造較为丰满，但是吃水深。以上这些船舶都不宜作打捞抬撬使用，特別沉船在浅水区域时这些船舶更难靠近。打捞工作船舶的特点就是航行時間很少，从打捞工作开始到捞起沉船为止，抬撬船舶就必須在打捞沉船工地抛錨碇泊，也是全队工作人员的生活和工作場所。在内河港湾和风浪比較小的地区施工时，可以使用方型碼頭船和船身較肥的駁船，来担任抬撬船舶；它的甲板面寬、装設简单、船底平、稳心大、吃水浅、干舷高、儲备浮力大。由于駁船的干舷高可以减少一些排撬工作，可以更好的抬高沉船，工作也比較安全。

二、抬撬打捞的分类及注意事項

1. 抬撬打捞法的分类与选择

海洋、内河、湖泊中到处都可能沉船，由于沉船的损坏程度、构造形状和沉船地区的自然环境不同，所采用的打捞方法也不是一样的。打捞施工人员在找到沉船以后，应该根据沉船本身的损坏程度和沉船地区的水文和风浪情况及沉船打捞出水后的处理方法，提出合宜的施工方案。例如1952年打捞江新

沉船，由于甲板面损坏比较严重，不能利用封艙抽水起浮，因此提出两种打捞方法：一种是爆炸解体；另一种是抬撬整捞。经过再三研究，决定先在船内除泥清艙后用抬撬法整捞。在抬撬打捞时，以两艘大型驳船夹抬在沉船两舷，两艘方驳横迭在沉船上面，同时进行绞抬，使这艘被蒋匪飞机炸沉总吨位达3571.20吨（原来总吨位）的客輪順利起浮。经过修复重新航行，是目前长江客运班輪中大型的客輪之一。1954年在清除湖南营田封鎖綫时，所有沉船也同样采用抬撬法将沉船捞出水面。当时由于沉船大，抬撬驳船小，发生抬力不足，因此抬撬的方法与江新不同。这次抬撬是用大型木枋（24"枋）横跨在两艘平驳的甲板上，再将起重工具布在木枋上面进行绞抬（詳見驳船过桥抬撬）这样做的目的是为了增加驳船的抬撬力量，弥补抬力的不足，因此彻底地清除了营田封鎖綫的所有沉船。

总之打捞沉船的方法必須适应沉船的情况，利用最有利的条件才能做到多快好省。主要的抬撬方法有：驳船单边抬撬，驳船过桥抬撬，驳船駝撬法，驳船頂抬法，沉船单头頂抬法等五种，分述于下章各节。

2. 注意事項

1) 抬撬打捞法中的排撬工作是相当重要的，負責排撬的人首先應該做好工具的选择工作，如鋼絲質量是否好、是否軟、葫蘆柄子轉动是否良好，卸克大小开档是否适合，排撬木枋是否符合規格。总之所有抬撬工具都要良好，能胜任抬撬重量，然后再根据沉船船底千斤的位置，在抬撬驳船上做好各道撬的标记，便利排撬工作在布置排撬地位时应儘量考虑到驳船在抬撬时能够受力平均，并在甲板上平正的地方，固定搖車、令巴、滾筒，絕對不能有所走动，以免造成重大事故。在排撬时

还应注意左右搖車的距离，不能影响搖手的運轉。

2)在有潮汛地区，进行沉船起浮收絞，利用低潮时最为有利。此时水位浅，可以减少絞抬時間，在絞抬过程中应密切注意各道千斤受力平均。如沉船原来一头高、一头低，或一舷高、一舷低，需先絞平后再行拖航，在拖航前应将所有搖車刹关和駁船之間的纜索帶好，防止滑动。

3)沉船拖航，选择順流可节省拖力。拖航前应根据当地自然条件确定拖航方式和船队系帶方法；然后估算所需馬力，确定拖輪大小，并对拖航航道先作詳細了解，有无浅滩、礁石、沉船，或其他障碍物妨碍拖航；在航道复杂地区，应抛設浮筒作为識別。如中途沉船擱浅，若是駁抬打撈应即暫停前进，根据当时有无涨落水情况决定是否需要松撬，避免駁船擱在沉船上，并測量沉船四周水深情况，确定下一步工作。如果沉船需要松撬，应该搖松，速度要慢，不能直接用手放松，避免松得太快或时松时停形成各道鋼絲受力不均，造成事故。

三、几种抬撬打撈方法

1. 駁船单边抬撬

駁船单边抬撬是将两艘或两艘以上的偶数浮动船舶（以下简称抬撬駁船）对称地排列在沉船的左右两舷（图1）。

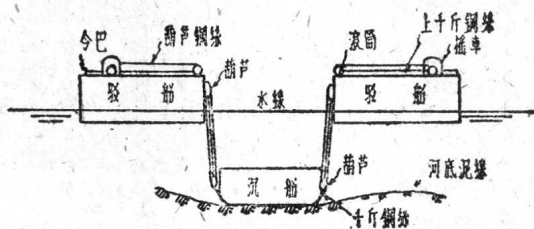


图1 駁船单边抬撬布置示意图

用抬撬千斤鋼絲通过沉船船底，再經過卸克、葫蘆和葫芦鋼絲紧紧的与沉船联系在一起，使用人力或机械的起重絞車將沉船从河底平稳地抬出水面，这种方法平常叫它駁船单边抬撬打撈法。

駁船单边抬撬在抬撬打撈法中的评价較高：排撬工作簡單，能在水位最浅的沉船地区进行抬撬，即使沉船露出水面也不影响工作。采用这种方法能使沉船抬得比較高，如沉船船身比較完好，可以經過封补抽水松撬將其自由浮定。如因沉船确系损坏严重完全失去封补抽水自浮的能力，也可拖往事先測量好的灘地擱灘，因沉船船身抬得高，可以一次擱灘成功，方便了沉船的处理工作。

打撈沉船設計和現場施工人員，在决定某艘沉船的打撈办法以前，先要了解沉船的情况和自然环境。如果沉船地区的水面和水深情况可以容納抬撬駁船的船身，沉船的打撈重量确是抬撬駁船所能胜任，沉船抬浮以后船队拖航航道寬度足够；这些基本条件具备了，一般地说这艘沉船是可以采用駁船单边抬撬打撈法来打撈的。在布置抬撬計劃以前，設計或施工人員應該估算出沉船在水中的打撈重量，根据沉船的打撈重量再配备所需要的起重工具。

沉船船身的重量就是船体飘浮在水中时所排开水的重量，排水量的单位是吨。根据阿基米德原理空載排水量的吨数就等于沉船的全部构造的重量吨数。如再加上沉船内部的淤泥重量和船底泥沙对沉船的吸附力，就等于整个沉船在水中的打撈重量。由于船舶沉沒以后，往往难以得到造船圖紙和有关計算資料。因此船体重量船內淤泥数量和河底泥沙的吸附力等都帶有估計性質。从而使所得出的沉船打撈重量也是一个近似值。

計算沉船在水下的打撈重量一般可采用下面的經驗公式。

1) 沉船本身在水中的重量:

$$(1) W_1 = L \times B \times T \times \delta \times 0.872$$

$$(2) W_1 = L \times B \times H \times 0.130 \sim 0.471 \times 0.872$$

式中: L = 船长 (米)

B = 船宽 (米)

T = 空船吃水 (米)

H = 船深 (米)

δ = 船舶方形系数或排水量系数 $0.760 \sim 0.495$,
方形驳船 $0.90 \sim 0.98$ 。

W_1 = 沉船船身在水中的重量 (吨)

$0.130 \sim 0.471$ = 每立方米船体 (包括机器等在内) 重量 (吨)

0.872 = 钢铁在水下所减轻的重量折扣。

2) 沉船内部淤泥在水中的重量:

$$W_2 = L \times B \times h \times \delta_1 \times 0.7 \sim 1.0$$

式中: L 、 B 与上式内容相同 δ_1 = 船体水平面系数;

h = 沉船内部经过冲除后积淤的泥沙高度 (米)

$0.7 \sim 1.0$ = 泥沙在水下所减轻的重量折扣 (吨)

W_2 = 沉船内部余泥在水中的重量 (吨)

3) 河底泥沙对沉船的吸附力:

$$W_3 = (W_1 + W_2) \times 0.05 \sim 0.45$$

式中: $0.05 \sim 0.45$ = 河底泥沙对沉船的吸附力系数, 按泥质情况决定;

W_3 = 河底泥沙对沉船的吸附力 (吨)

4) 沉船在水中的打捞重量:

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

式中: W = 沉船在水中的打捞重量 (吨)

上述计算沉船打捞重量的方法比较简单, 如果工作上需要

作更进一步的精細計算，应根据各种船舶的类型适当地采用各种不同的系数，将船体各部分的結構分別加以計算；如船壳重量，机器重量，其他部分如油漆，水泥木材等的重量，它們在水中的失重系数都不一样，应逐一計算，可以得出更近似的打撈重量。打撈重量計算愈准确，对抬撬工作來說更为有利。但一般的說上述的計算方法也可以在打撈工作中应用。

沉船打撈重量求出以后，应再进一步寻求沉船的重心，可采用比雷斯的梯形法求得縱通甲板以下船壳的重心，再将上层結構，机爐設備重量，沉船内部淤泥重量等用同一比例单位加繪在船壳梯形图上，然后求出他的綜合重心（如图2），其方法略述如下：

縱通甲板以下船壳重量梯形分布图采用各項系数如下表

船 类	k	a	b	c	d
較瘦商船	0.333	0.567	1.195	0.653	0.0052L
較肥商船	0.333	0.596	1.174	0.706	0.0017L
較肥的大湖中貨船型	0.250	0.572	1.125	0.676	0.0054L
軍艦	0.333	0.280	1.350	0.320	

l = 两柱間长度（米）；

d = 重心与中央的距离（米）；

$a \frac{W}{L}$ = 艏的重量垂直坐标高度；

$c \frac{W}{L}$ = 艉的重量垂直坐标高度；

$b \frac{W}{L}$ = 舢的重量垂直坐标高度；

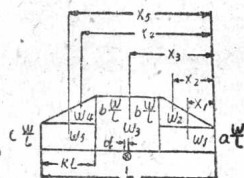


图2 船壳重量梯形图

W = 縱通甲板以下的船壳重量 (吨)。

在繪制梯形图时，縱横坐标的比例尺必需相同，横坐标是船长，垂直坐标是单位长度的重量 (吨/米)，从上面的梯形图中可分别求出 $W_1, W_2, \dots, W_5$ 的重量及其重心位置与艏材的距离，然后可以求得：

縱通甲板以下船壳縱向重心 (距离艏材的长度)

$$= \frac{W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + W_4 X_4 + W_5 X_5}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5}。为寻求重心簡$$

便起見，可以直接采用上表 d 栏的数值，得出 d 在船心向后多少米，求出縱通甲板以下的船壳重心以后，再将上层建筑重量、机器重量、船内淤泥重量按照船上的位置，在船长的方向用同一单位长度的重量比例尺加繪在梯形图上。先逐一求出他們的重量和重心位置，然后再按照求縱通甲板以下船壳重心的方法，求出沉船的綜合重心位置。江底泥沙对沉船的吸附力在一般情况下都比较均匀，在沉船起浮錐底以后，吸附力就完全消失，此后在抬撬过程中对沉船不发生什么影响。吸附力的綜合作用点的位置在打捞抬撬工作中可以作为在上述綜合重心点上。(沉船单头脱空者应以接触面中心点为吸附力作用点的位置)。

現場施工人員对沉船的情况已經了解，沉船的重量，重心已經掌握，应即根据沉船的重心来布置抬撬的抬力地位。要求抬撬的抬力中心和沉船的綜合重心在同一直綫上，这样沉船在抬浮过程中两头重量就会一样，不致产生一头很輕另一头很重抬不起来和造成反工現象。同时，也应该根据沉船的打捞重量来配备足够的打捞力量首先是所需要的船底千斤道数，一般可采用如下的經驗計算方法得出：

$$\text{船底千斤道数} = \frac{W}{40}$$

式中： W = 沉船打撈重量（吨）；

40 = 每根 6 吋圓千斤鋼絲能任受的拾力（吨）。

當然 6 吋千斤鋼絲也不能一概而論，鋼絲的拾力必須根據其質量和麻心的組織情況和本身的新舊程度來決定。上面使用的 40 吨拾力是指質量較好的新鋼絲而言，平常也可參照下面的公式求得鋼絲的受力情況：

$$1 \text{ 支麻心的千斤鋼絲使用力 } p = \frac{4.5d^2}{K}$$

$$7 \text{ 支麻心的千斤鋼絲使用力 } p = \frac{3d^2}{K}$$

式中： K = 千斤鋼絲的安全系數 2.2 ~ 3.0（根據使用地區的水深淺和風浪大小而定）

p = 千斤鋼絲的拉力（吨）

d = 千斤鋼絲的直徑（厘米）

我們在計算了船舶打撈重量和千斤位置與同各項起重設備的強度以外，還須計算抬攬船在荷重後的吃水。如果抬攬駁船的荷載是左右舷均勻的則應視工作地區的情況來確定荷載時的最少干舷尺度。由於工作船上有許多工作人員在操作，為了安全起見所留干舷必須較大，一般不應少於 1 米。如果荷載只在一舷時則尚須計算工作船舶在荷載後的傾側角度。因為過大的角度既不安全又碍操作。

根據經驗在我們已往的打撈工程中常用的抬攬船舶，由於抬攬時的綜合重心較原來的重心位置都要升高，因此，在抬攬工作船的傾斜度限制為 5° ，最大不超過 7° ，其計算的近似公式分述如下：

（1）抬攬駁船的抬攬傾側力矩計算：

$$M = p \times x$$

式中: M = 抬撬傾側力矩 (米吨);

p = 抬撬重量 (吨);

x = 船舷受力点到船中心距离 (米);

(2) 抬撬駁船的公分傾側力矩計算, 平底駁船和浮碼头的

$$m = \frac{L}{600} (B^2 - 6T^2)$$

、式中: m = 公分傾側力矩, 以米
吨計

L = 船长 (米)

T = 船的吃水 (米)

(3) 抬撬时駁船向一舷傾斜
的公分計算

$$Cm = \frac{M}{m}$$

式中: Cm = 駁船向一舷傾斜的公分

M = 抬撬傾側力矩 (米吨)

m = 公分傾側力矩。

(4) 抬撬駁船的橫傾角度計算。

$$\tan \theta = \frac{2 \times Cm}{p + W}$$

式中: θ = 駁船抬撬时的橫傾角度;

Cm = 駁船向一舷傾斜的公分;

p = 抬撬重量 (吨)

W = 抬撬駁船本身重量及裝載人員工具的 重量 (吨)。

根据以上計算所得, 如 θ 角度太大, 应在抬撬駁船 的另一
舷加以压載此时抬撬的傾側力矩 M 应变为 (参看图 3)

$$M = p \times x - p_1 \times x_1$$

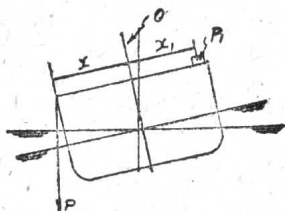


图 3 駁船抬撬及压載图

式中： $M.p.x$ 如前所述；

p_1 = 船舶另一舷压载重量（吨）；

x_1 = 压载重量重心到船中心的距离（米）。

然后，按上述方法求得 C_m 的值。

再求出抬撬驳船在压载后抬撬的横倾角度，其方法如下：

$$\tan\theta = \frac{2 \times cm}{P_1 + P + W}$$

式中所有符号与前述同。

上述另一舷压载：可以采用泥包、石块或其他重物安放在靠舷的甲板上或另装吊台于舷外来安放。如果抬撬船舶原有舷边水艙者则可以在这艙内加水压载。

最后我们还必须注意抬撬千斤所传达到抬撬船本身的荷重是一种集中荷重，因此，对于驳船的集中荷重部位的結構强度亦须进行研究。

平常使用的方头平底驳船有些結構薄弱，有些船龄过大，强度已经减低。因此在抬撬以前均需加强，否则驳船会因抬力的过分集中，部分船身应力超过安全限度，使船体变形。遇到船身需要加强的驳船，根据经验一般是在千斤受力地位靠舷旁的甲板下和船底板上，可用30—40厘米的木枋加撑（天地撑）。木枋上下两头衬以10厘米厚的托板（木枋长度可根据船的深度决定），使木枋在甲板与船底板之间完全撑紧不能滑动。在上下托板的角铁空档处，亦应另用木板衬托，儘量使托板各部分都能受力，以分散力的集中，防止船身受力过度而变形。为作好船身加强工作起见，撑柱的粗细也可以根据船壳的强度情况、千斤地位和抬力的大小用公式来计算出木枋所需要的粗细，比较妥当。

2. 駁船过桥抬撬

駁船过桥抬撬法情况和駁船单边抬撬法相似，也是将两艘駁船或两艘以上的駁船分别排列在沉船的左右两舷，用絞索将沉船与駁船联系在一起，所不同的就是在两艘駁船的空档間，按照每道千斤鋼絲地位并列（中間稍有空隙）橫跨大型木枋两根，形似桥梁，故叫駁船过桥抬撬（图4）。

使用駁船过桥抬撬法，在排撬时应将木枋搁过两艘駁船的中心，这样才不会失去用木枋抬撬的意义，能增加抬撬力量，还可以省却单边压载，他

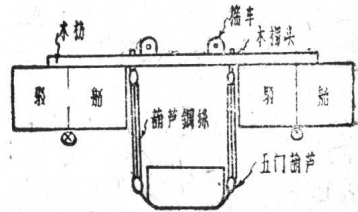


图4 駁船过桥抬撬布置图

同样可以将沉船抬得较高，但有一个限度，即沉船的最高点碰到木枋后就不能再繼續抬高，一般說这样的高度已經适合劈滩或抽水浮定的要求。在抬撬工具缺乏的时候，可以使用这个方法，能节省部分鋼絲。如将搖車按置在两边葫芦之內的木枋上，收絞时比較省力。但是使用木枋的强度必須依照公式來計算确定之。使用这个方法也有他的缺点：需要使用大型木枋橫跨在两艘抬撬駁船之間，有时还因木枋强度和长度不够，需用几根木枋迭在一起，因此，使用木枋数字較多，排撬工作复杂困难。特別要注意的是所有木枋与抬撬駁船必須用螺絲等固定得很牢靠，在对称的两艘抬撬駁船之間用鋼纜帶紧，防止抬撬时駁船受力傾側，木枋滑动造成事故。

駁船过桥抬撬法，非但排撬工作复杂困难，使用木枋較多，就是駁船排好撬以后移动使用也很不方便。遇到稍有风浪，两艘被大型木枋联系在一起的駁船就会受浪影响而不稳