

混凝土和鋼筋混凝土填補 鋼殼船破洞法

M. B. 艾爾維茲著

常 新 立 譯

人民交通出版社

混凝土和鋼筋混凝土填補
鋼殼船破洞法

M. B. 艾爾維茲 著

常 新 立 譯

人民交通出版社

本書主要敘述船體遭受破壞時，應用混凝土和鋼筋混凝土填補破洞的方法，並舉出許多實例。對於船舶修理和海難救助的工作，有莫大的貢獻。本書可供航務部門、修船廠的工程技術人員和船員應用。

混凝土和鋼筋混凝土填補 鋼殼船破洞法

ИНЖЕНЕР М.В. ЭРВИЦ

ЗАДЕЛКА ПРОБОИН
В СТАЛЬНЫХ СУДАХ
БЕТОНОМ И ЖЕЛЕЗОБЕТОНОМ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
“МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ”
МОСКВА 1950 ЛЕНИНГРАД

本書根據蘇聯海運出版社 1950 年莫斯科列寧格勒俄文版本譯出

常 新 立 譯

人民交通出版社 出版

(北京北兵馬司一號)

新 華 書 店 發 行

(全國各地)

北 京 華 義 印 刷 廠 印 刷

編 者 金 振 遠

全書61770字★定價 4500 元

1954年9月北京第一版★1954年9月北京第一次印刷

印數 1—2200 冊

31"×43"1/2 印張 2 1/2 張

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

序 言

第一章 破洞緊急填補法和應用混凝土或鋼筋混凝土進行填補的準備	3
1 緊急填補破洞用的技術材料	3
2 準備工作	7
第二章 混凝土和鋼筋混凝土填補物的結構及其施工方法	9
1 填補物的功用	9
2 混凝土填補破洞法	10
3 用鋼筋混凝土填補破洞法	14
4 水下破洞填補法	20
第三章 混凝土和鋼筋混凝土修船實例	29
第四章 修船工作中應用混凝土的技術操作特點	50
1 對混凝土及其成分的一般要求	50
2 作為水下灌築所拌製的混凝土的特點	54
3 混凝土防止海水作用的耐久性	56
4 混凝土的拌製和灌築	57
5 混凝土的促凝劑	59
6 早強混凝土	61
7 混凝土工作的組織	63

附 錄

表1 混凝土強度的計算限值（公斤/平方公分）	68
表2 波特蘭水泥混凝土的強度（為其標號的%）	68
表3 水上灌築的混凝土的配合比	69
表4 水下灌築的混凝土的配合比	69

表 5 配合比爲 1 : 3 的 (重量比) 礬土水泥砂漿的極限強度	70
表 6 配合比爲 1 : 2 的 (重量比) “巴依達林水泥” 砂漿的極限強度; 水 灰比 $\frac{B}{U} = 0.45$	70
參考書籍	71

序 言

在戰後蘇聯國民經濟恢復和發展的時期中，迅速運用所有遭受破壞的和用壞了的海上運輸船舶，是具有巨大意義的。

在大規模修理和恢復工作中，將混凝土和鋼筋混凝土應用在修船上具有極重要的意義，因為這樣，可以縮短修理期限，節省大量的鋼板 and 型钢。

混凝土和鋼筋混凝土既可用來加強用壞了的船體，又可備應緊急修理之用。遇着前一種情況，船體鋼外板要用鋼筋混凝土板來補強，而構架則用鋼筋混凝土梁；當應緊急修理時，破洞要用鋼筋混凝土或混凝土來填補，而在遭受破壞處的構架組成部分，則用鋼筋混凝土梁的形式將其修復。

但是，應當指出，應用混凝土或鋼筋混凝土只適於修理船身不遭受強烈震動的船舶，即各級的運輸船、駁船以及船塢、趸船等等。

用鋼筋混凝土修理或補強過的外板和構架的強度，超過船體的新鋼組成部分的強度。計算和試驗證明：厚 3 公厘的鋼板，用 30 公厘厚的混凝土層補強後，其強度（抗彎）超過厚 6 公厘的鋼板的強度。

混凝土與外板和構架的良好結合，可保證用鋼筋混凝土所修復的船體組成部分的一體性和強度。

當應用這種方法修理鋼殼船時，船舶不必入塢，就浮在水上，甚至在水下（修理沉船）都可進行修理。除此以外，模板、鋼筋、混凝土等工作不需應用任何複雜的機械，也不需消耗高度技術水平的勞動力。

工作簡單化，以及能夠就地取材（混凝土中的沙和礫石）就保證了這種修理方法的經濟合理性。此外，鋼筋混凝土具有良好的不透水性、耐久性和耐火性。

將鋼筋混凝土用在造船上和補強破舊的船殼，其缺點是重量較大。鋼筋混凝土作成的船體組成部分較用鋼製成的同一組成部分約重 0.5 倍。用混凝土或鋼筋混凝土修理過的船舶除了它的載重量多少有些降

低以外，船舶的鋼筋混凝土的外殼也沒有鋼外殼 或木外殼 所具有的彈性。

但是，用鋼筋混凝土進行緊急修理時，這些缺點也就無關緊要了。因為在這種情況下，鋼筋混凝土結構的重量對船舶的總重，以及填補物的面積對船體外殼的總面積的百分比說來是不大的。

將混凝土和鋼筋混凝土用來修船 和海難救助，在蘇聯 得到了廣泛的推廣。開始使用這種修理船舶的方法是在 1920 年，但是，在那一時期僅用來修理內河的駁船和小的蒸汽機拖輪。

最近，特別是在偉大的衛國戰爭時期，混凝土和鋼筋混凝土廣泛地應用在大小船舶的緊急修理工作上。

僅在黑海——亞速海——一個海區內，浮在水上（不入塢）用鋼筋混凝土所修復的大船就有十艘以上，如：「加里寧」號，「紅色艦隊」號，「別烈琴娜」號及「列寧格勒」號等；此外，也修復了很多的小船。

實踐證明，在修船工作中，大量地採用混凝土和鋼筋混凝土是完全正確的，並且也是爭取延長船舶使用期限的重要方法。作者將蘇維埃修船工作者在修理和海難救助工作時，應用混凝土 和鋼筋混凝土 所積累的經驗綜合起來，著成本書。

第一章 破洞緊急填補法和應用混凝土或鋼筋 混凝土進行填補的準備

1 緊急填補破洞用的技術材料

船體上的破洞和其他的損壞，可能是由於炸彈、魚雷、砲彈等直接擊中，或在附近爆炸，以及由於船舶相撞、觸礁等所形成。

破壞的程度和尺寸根據招致破壞的原因而定，並可分為三類：

1)大破洞，是由於魚雷、炸彈、砲彈或水雷等直接擊中而形成的，其破壞程度對船舶來說是最危險的(圖1)；

2)金屬外板上的裂縫，是由於爆炸時的氣浪的作用或兩船相撞、觸礁等原因而形成的；

3)由於接縫裂開和鉚釘脫落而形成的漏洞。

威脅着船舶的危險程度要看破洞的尺寸及其對吃水線的位置而定。堵住位於船體吃水線以上的不大的破洞是不大困難的。臨時緊急堵塞船體吃水線以下的破洞和窟窿却非常困難，並且要求船員們行動迅速、果斷。

爲了使破損了的隔艙中的劇烈進水停止，常常利用以下的技術材料：

1)防水軟毡，2)板狀防水毡，3)木楔和蘆絮，4)木塞，5)特製的膠泥，6)水泥和混凝土，7)沉箱。

防水軟毡用來填補不很大的破洞。它是由帆布、編席、木條和小蘆繩製成的。

防水軟毡有三種：1)帆布防水毡，2)編製的防水毡，3)環甲形防



圖1 舷側破洞

水毡(圖 2,3,4)。它們的形狀一般是方形或梯形的。在這種防水毡的各個角上結有繩索(兩條在上,兩條在下),用來把防水毡包裹並固定在破洞上(底牽索)。

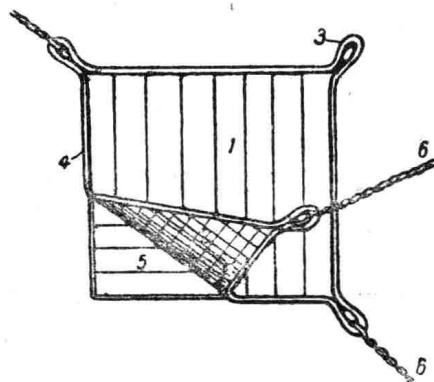


圖 2 帆布防水毡

1—帆布幅面；2—雙縫合的繩製的毡；
3—帶心環索眼；4—緣索；5—第二帆布
面；6—腳索。

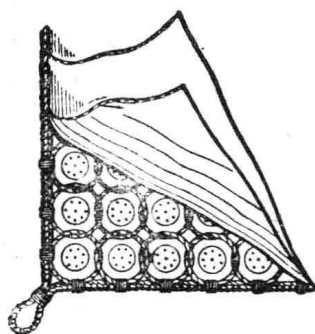


圖 3 巴臘諾夫(Варанов)
式環形防水毡。

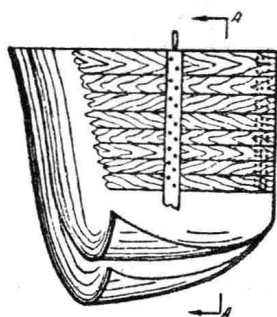


圖 4 馬卡羅夫(Макаров)式
板條防水毡。

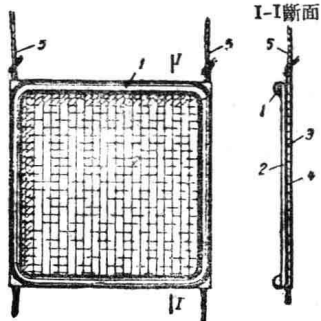


圖 5 板狀防水毡

1—防水毡四周的枕墊；2—薄板；
3—帆布幅面；4—厚板；5—腳索。

板狀防水毡(圖 5)常用來填補大的破洞。它是用兩三層襯敷着塗

油帆布的松木板製成的，形狀如板。帆布邊要長出於板的四周，以便裹着藏絮，作成枕墊，來保障防水毯緊密地貼在船殼外鈹上。防水毯一般作成正方形、長方形或梯形。將防水毯固定在破洞上的工作，是由潛水員來進行的：把鈹用繩索拉到破洞上，然後將通過龍骨下的繩索拉緊，使板緊貼於外鈹上，堵住破洞；最後再用錨形螺栓將板固定（圖 6, 7）。

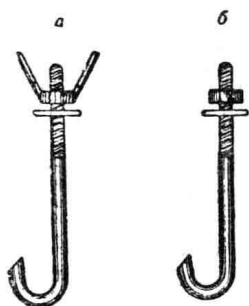


圖 6 固定防水毯用的錨形螺栓：

a—翼形螺帽的，b—普通螺帽的

在裝設尺度不大的防水毯時，往往只用錨形螺栓固定就可以了。

沉箱可作緊急填補用，並容易浮在水上，使次一步的臨時填補工作（用混凝土）或永久填補工作（用鋼筋混凝土）容易進行。

有時作為緊急填補用的最簡單的沉箱就是用金屬螺釘和鍛件釘製成的松木箱子。為了使沉箱緊密地貼在變

形的外鈹上，沉箱的側壁應該恰好與變了形的外鈹相適應。沉箱的箱壁邊緣包釘着和鈹狀防水毯上的枕墊相同的枕墊（圖 8）。木製沉箱的尺寸可達 12.0×3.5 公尺或者更大些。

金屬沉箱，因為它需要在工廠製造，故不能作緊急填補之用。這種沉箱僅在為了保證進行大破洞的永久填補物結構工作時才裝設。將這

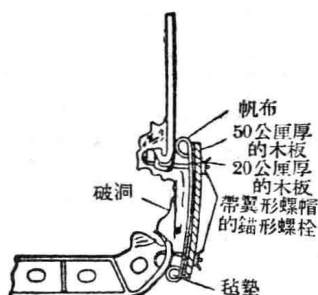


圖 7 板狀防水毯的裝設

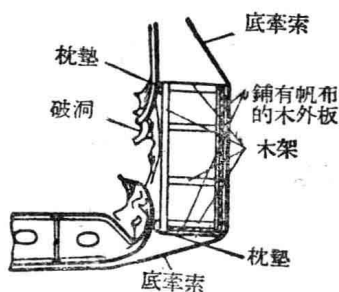


圖 8 沉箱的裝設

種沉箱裝好，並將其中的水汲出後，緊急的（臨時的）填補物即可拆除。

將緊急填補用的木製沉箱裝好，把破損的隔艙中和沉箱中的水汲出，然後再進行下一步的工作，即臨時的填補工作或永久的填補工作。

木楔和蘆絮、木塞、特製膠泥等可用來填補不大的破洞，以及由於鉚釘脫落所形成的孔洞、裂縫和接縫裂開等。當接縫裂開時可以應用牛油或黃油。黃油、膠泥或獸脂可像油灰一樣用手將它抹入孔縫之中。

實際應用的特製膠泥和油石灰的成份有數種。收效最好的是由樹脂、機器廢油（5~10%）和白堊（20%）拌合而成的膠泥。將樹脂和廢油加熱到沸點後，一面仔細地攪拌，一面加入白堊，冷卻後膠泥變硬並可長久地保存。將其加熱成為濃膏狀便可應用。當填補水下孔洞時，將加熱後的膠泥用蘆袋或蓆裹好使用。

也有應用油石灰的，它是在溶解狀態的煤焦油（7份）和硫磺（1份）中加入熟石灰所拌成的濃膏狀的混合物。

水泥和**水泥漿**，與膠泥和油脂一樣，可作為臨時緊急填補的輔助材料，用來填補防水毯和變形外板的結合不緊密處或者作為填補小孔洞之用。

應用礬土水泥、石膏（25%）、棉紗頭或蘆繩頭（2~4%）和水（每公斤混合物加0.5升）的混合物也可達到上述的目的。

同樣，也常常把水泥裝入蘆袋或紗布袋中作填補小孔洞和裂縫之用。

以上所述的在發生海損後，直接應用技術材料，能使水不再湧入艙內，並且可能把破損隔艙中的水汲出。

但是，這種緊急的填補，要保證船舶航至修船地點，多半是不可靠的。

可靠的破洞緊急填補法是應用混凝土，它是直接灌築在木製防水毯裏面或特製的木模內作為填補物的。

直接在發生海損地區或附近港口內所進行的混凝土填補可保證船舶能够航至修船地點，如果填補物的質量很高，甚至能够從事短時期的航行。

混凝土的填補物同樣可作為打撈沉船之用。如果破洞的尺寸很大，緊急(臨時)的填補物可用鋼筋混凝土作成。

2 準備工作

為了確定船體破壞的性質和程度，必須對遭受破壞的部分仔細地加以檢查。當破洞的位置高出吃水線、在吃水線水平上或稍低於吃水線時，進行檢查並不特別困難。後兩種情況可用人工將船往他舷傾斜，使破洞露出水面。

當破洞位於水平面以下時，破洞的檢查和填補是非常複雜的。在這種情況下，須將防水毡或沉箱裝好，並將遭受破壞的隔艙中的水汲出後再進行檢查。檢查時應將所有的貨物和遭受破壞的殘餘木板從破壞處搬走。

檢查以後應將破壞部分製成草圖，並標出一切必要的尺寸。再按照這張草圖繪製填補物的設計圖。

根據破壞程度和尺度的不同，準備混凝土或鋼筋混凝土的臨時填補(能保證短期使用，使船舶能航至修船廠)，或直接實行永久性的鋼筋混凝土的填補。但是不管怎樣，將破壞部分檢查後，在安設模板、裝置鋼筋、澆灌混凝土等工作開始前，須將變形的外板(破洞邊緣)適當地加以整修。將豎起的板片用鋸鋸掉，或用氬氧焰削去或屈折於船體內部。

清除破洞四周金屬外板上的鐵銹、油漆、油等是準備工作中的最重要的工作。

這種清除工作是非常必需的。因為只有金屬表面非常乾淨，才能保證混凝土和金屬外板堅固地相結合。清除工作僅能在舷外的水停止湧進船內以後，也就是將防水毡裝好，並將被破壞的那個隔艙中的水汲乾後才能進行。

現將應用於修船上的船壳外板的各種清除方法列舉於下：

人工清除法是最普通的方法，就是用錘子、刮刀、啄斧和鋼絲刷等進行。最硬、最厚的銹層和年久的油漆用錘子敲掉；鬆軟、容易脫落的銹層和油漆則用刮刀和啄斧刮刮下來。然後用熱的軟肥皂水把清除過

的表面，用刷子和抹布仔細的刷洗。如果表面平滑，清除工作就比較容易進行。

但是，金屬外鍍表面往往不平（特別是遭受貝殼侵蝕的水下部分），致使人工方法的清除工作更加困難。

用人工清除一平方公尺金屬表面的銹所需時間的平均定額約等於 0.60~1.70 人/小時。

機械清除法是以電動的或風動的專門工具進行的。這種方法也是根據與人工方法相同的原理，只是用機械（氣錘、旋轉器、噴砂器等）代替手工工具。

清除一平方公尺金屬表面上的鐵銹所需時間定額為 0.06~0.2 人/小時。

將銹和油漆剝脫後，再用鋼刷將表面仔細擦刷，同時用由消防泵壓出的水沖洗。沖洗時最好是應用軟肥皂。

燒燎清除法是用噴燈或石油噴嘴進行的。在剝刮特別困難的地方常常使用這種清除法。但是，由於很容易發生火災，所以這種方法的應用受到了限制。

化學清除法是應用特製的膠粘劑和苛性蘇打水溶液來清除的。

下面列出清除金屬表面用的膠粘劑的組成成份。各成份的重量比例以百分數表示。

第一號膠粘劑	第二號膠粘劑
(冬季用)	(夏季用)
生石灰（粉狀）.....18%	生石灰（粉狀）.....36%
蘇打灰.....16%	蘇打灰.....6%
白堊粉.....22%	重油或礦物油.....10%
重油或礦物油.....10%	水.....48%
水.....34%	

膠粘劑以下法製成：在石灰中加入少量的水使成濃膏狀，然後一面攪拌，一面加入蘇打；待冷卻後加入白堊、重油；最後加入剩餘的水。加水的同時將整個拌合物進行最後的攪拌，便得出所需稠度的膠粘劑。

在金屬表面用纖維刷子塗上一層 2~3 公厘厚的膠粘劑，油漆由於

膠粘劑的作用而變軟，並可同膠粘劑一起掉下。金屬表面再用破布以強壓的水進行沖洗。

用刮刀刮下的膠粘劑，只要再加入 3~4% 的苛性蘇打，還可以再用。

爲了消除苛性鹼對金屬的腐蝕作用，將油漆刮掉後，金屬表面必須以百分之二十五的亞硫酸鈉（重硫酸鹽 NaHSO_4 ）溶液沖洗。

清除一平方公尺的表面需膠粘劑之量約爲一公斤。

金屬表面上的銹和油斑可用蘇打灰溶液或煤油清除，清除後用軟肥皂和水將表面用刷子抹布刷洗之。

當應用第一號，第二號膠粘劑和蘇打灰工作時，必須遵守技術安全規程，也就是設法預防燒傷。因此工人須備有橡膠手套和橡膠靴。

在水下清除金屬表面上的貝殼、銹和油漆等，通常由潛水員用以上所列舉的用具進行；但在這種情況下，工作效率顯然要降低很多。

用金屬刷清刷後，外鈹表面或構架得用纖維刷加入軟肥皂洗刷之。

第二章 混凝土和鋼筋混凝土填補物的結構及其施工方法

1 填補物的功用

混凝土和鋼筋混凝土的填補物，由於修理時所要求的目的不同，因而它們的形狀和功用也各異。

爲了保證船舶能夠航行到附近的港口或修船廠去修理使用緊急的臨時填補物。某些形狀的這種填補物；如其質量良好，那末船舶在修復之前也能從事短期航行。

這種填補物可以用混凝土層或鋼筋混凝土層的形式灌築在板狀防水毯裏面或在被打穿的金屬外鈹上，也可以作成混凝土箱等形式。

臨時填補工作可以直接在海損發生地點進行，如果裝上了緊急用的防水毯，大大地降低了漏水，能夠航至港內時，那末，臨時填補工作就到附近的港口進行。

永久的鋼筋混凝土填補物的施工是在大修時期進行的，同時也往往用鋼筋混凝土梁的形式修復構架。這是爲了將船徹底修復，以便今後航行。

通常，大修應該在修船廠，在船塢或浮在水上進行，並應遵照蘇聯海上船舶登記局的規程。（參看 1940 年版《鋼筋混凝土船體和其他浮動鋼筋混凝土建築物的建造規程》）。

爲了打撈沉船並將它拖到修船廠去，在水下用混凝土或鋼筋混凝土所進行的破洞填補一般都是臨時性的。

下面敘述混凝土和鋼筋混凝土各種填補物的建築方法。

2 混凝土填補破洞法

用混凝土只可填補船體上較小的破洞，其尺寸一般在 0.5×0.5 公尺以內。應用混凝土填補是一種臨時消除漏水的辦法。

在緊急情況下，於金屬外鈹裏面灌築混凝土層是最簡單的填補方法。當外鈹上有小破洞和小孔時，就用這種填補法填補，但須預先用防水毡、木楔和麻絮、黃油、膠泥等物將破洞和小孔塞住。

當灌築這種填補物時（和所有其他混凝土與鋼筋混凝土填補物相同），金屬表面必須進行仔細地清刷。

如果破洞位於吃水線下，甚至裝上防水毡並將小孔洞填塞好了，還常常有細流繼續滲入船內。爲了避免灌築的混凝土被水沖毀的危險，並保證其凝結和硬化的正常過程起見，必須用排水管將湧進的水排出填補部分之外。只有仔細而正確地進行排水工作，才能保證填補物的質量。

金屬排水管要稍微離開漏水的部分安設。管的斷面必須使所有流入的水能够自由地由遭受破壞的部分流出（直徑由 12 到 60 公厘）。

最好有一端是漏斗形的管子，以使用漏斗將漏水的地方擋住。但是，在漏水處下方裝好排水管，隨後灌築混凝土的時候，水可能不流入管內，而從受阻力最小的方向射到混凝土上；此外，即便水流入管內，管子也可能很快地被從混凝土上沖下來的砂石塞住。

爲了使混凝土不被沖毀，灌築混凝土之前，應在破洞的下方用裝有水泥的小紗布袋或黃麻袋砌成一道流水槽。槽內裝一排水管，並將其固定。管子的上面和側面用裝有波特蘭水泥的袋子或快硬水泥的砂漿緊緊地蓋好，同時，必須將管子包裹成這樣：只能使水落入管內，不要讓它沿着管子滲入他處。將管子固定之後，必須等候 1~1.5 晝夜，直到袋中的水泥硬化後，才能用混凝土填塞整個的破洞。經過 2~6 晝夜（根據水泥的種類和外界的溫度而定），即將排水管用塞子塞住。

混凝土填補物上裝有排水管的部分是較弱的地方，因爲那兒有接水用的流水槽。爲了保證填補物的強度應當在排水管裝好後經過 3~4 晝夜，再在那兒灌築第二層混凝土。

建築混凝土箱是簡單而又可靠的填補小破洞或裂縫的方法。

爲了建築混凝土箱，將防水毡裝好後，在破壞地方的裏面裝設一個由四塊壁板和一塊蓋板所組成的木模箱。

這箱的箱壁邊緣，要緊密地與船壳外板相貼，所以要用毡子或用帆布裹成的麻絮墊包釘起來。

箱上的縫隙仔細地填塞好。這個內箱就是保護灌築好了的混凝土以防經由防水毡滲進的水浸入混凝土的水密隔膜。在內箱上再安裝一個大外箱，這個外箱僅由四塊壁板構成（沒有蓋板）。

大箱的尺寸必須是這樣：內外兩箱箱壁間的距離和外箱箱壁高出於內箱蓋板的高度等於 10~25 公分（根據覆蓋的面積而定）。

在肋板間建築填補物時，模板只有兩塊垂直箱壁，橫裝於肋板之間。

裝置模箱之前，必須將金屬表面加以清刷。模板固定後，在箱壁間的空間用水泥漿或混凝土灌滿，直到與外箱箱壁上框相平爲止。

爲保證整個結構穩固起見，用梁和斜柱將外模撐住。（圖 9）

如因壓力很大，經由臨時的防水毡往船內滲水的話，那末，應在箱的側壁上通一排水管，並將模上的孔洞四周和排水管間的縫隙緊密地塞住（圖 10）。灌混凝土前即應裝好排水管。

灌混凝土後，經過2~6晝夜（根據水泥種類和外界溫度而定），可將排水管 用塞子塞住，將模 板 拆除，隨後亦可將臨時的防水 毡 取下。

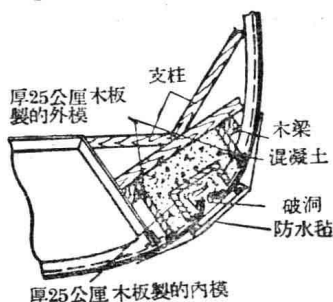


圖 9 用支柱固定混凝土模箱法

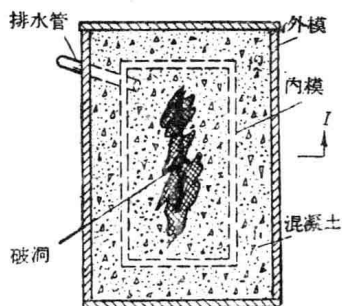
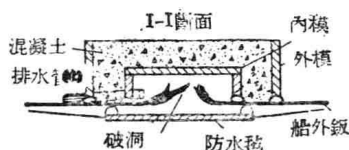


圖 10 帶排水管的混凝土模箱的裝設

經驗證明，用這種方法填補船體上的破壞處，如果進行填補時非常仔細，並經過了混凝土的硬化期間，則填補物堅固的程度使經過這樣填補的船舶適於長期航行。

在舷側污水溝處（這兒一般只有一塊鋼外鈹）可以在遭受破壞了的隔艙內進水的情況下進行用混凝土填補破洞。用排水法或將船向他舷傾斜的辦法，應當使污水溝內的水平面降低，一般必需降低到肋鈹高度的一半後，才可着手填補破洞。

在破壞處邊界範圍內，在二重底平面上或稍高於此平面處，裝設一個水平板製成的模壳而此水平板是用直木條釘起來的。

如果模板的安設高出於二重底平面 15~25 公分時，則必須在二重底的邊緣上立以由厚 40~50 公厘的木板作成的並帶有毡墊或麻絮墊的垂直模殼將此間隔擋住（圖 11）。沿堵塞處的周圍將木板安設在二重底上未受損壞的底鈹上。

爲了使模板更可靠，用橫梁和斜柱把它撐住。在漏水處裝設排水 管。將應與混凝土相接觸的外鈹上的鐵銹和油漆清除後，就着手混凝土