

# 修復水工建築物的經驗

C.C.巴爾謝果夫 A.Γ.加盧斯加恩著

裘鼎福譯

人民交通出版社

書號：3011-京

## 修復水工建築物的經驗

С.С.ВАРСЕГОВ А.Г.ГАЛУСТЯН

ОПЫТ РЕМОНТА  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО  
СООРУЖЕНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА  
МОСКВА 1953

---

本書根據蘇聯水運出版社1953年莫斯科俄文版本譯出

裘鼎福譯

---

人民交通出版社出版

(北京北兵馬司一號)

新華書店發行

萃斌閣印刷廠印刷

初編者：仇岳希 複審者：徐澄清

1955年3月北京第一版 1955年3月北京第一次印刷

開本：31''×43'' $\frac{1}{2}$  印張：1 $\frac{1}{2}$ 張

全書23,000字 印數：1—2100冊

定價(8)：0.20元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

本書敘述了用壓管法水下灌注混凝土修復突岸碼頭的方法，供航務工程  
和水利方面的工程技術人員參考之用。

## 目 錄

前言	1
一、有關建築物的資料	2
二、突岸碼頭的修復方法	4
三、灌注混凝土區段的準備工作	7
四、混凝土	15
五、灌注混凝土段	23
六、結論	29
附錄	31

## 前 言

在1950~1951年曾修復某海港的一個突岸碼頭，這個碼頭在水面附近以及水下的一部分發生了很多深而且寬的孔洞。

修復工作——水下灌注混凝土——是用豎管法進行的。

由於灌注比較不大的孔洞而造成的混凝土體積的分散性、鋼筋的密實性以及海灣的嚴重穢濁性，使得這些工作的實踐與一般的水工建築物有所不同。

在開始時（1948年）修復工作是帶有實驗性質的。到1950年才找到令人滿意的修復方法——豎管法。本書即敘述了用以修復突岸碼頭的這個方法。

## 一、有關建築物的資料

突岸碼頭建造於1929~1939年，其型式為具有拋石基床的方塊岸壁，岸壁牆由三層方塊組成。在方塊上建造上部建築物，高1.9公尺，寬1.8公尺（譯者註：按圖1應為1.9公尺）。岸壁牆的外面具有向岸方向的傾斜，其範圍為20:1~30:1。碼頭的橫斷面示於圖1中。

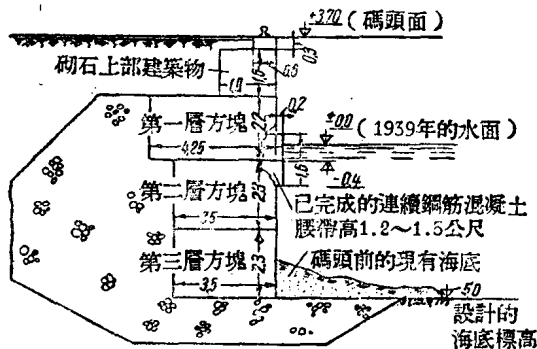


圖1 碼頭的典型橫斷面圖

低下的二層方塊的規格為：高2.3公尺，沿碼頭線的長度為2.5公尺，深入碼頭的長度為3.5公尺。上層方塊的規格相應地為 $2.2 \times 2.5 \times 4.25$ 公尺。碼頭的方塊是用1:3的水泥砂漿砌成的塊石砌體，不用模板，養護期為28天。

石料的強度很低。根據試驗的結果，個別的用作方塊的石料試樣，其受壓強度極限為35~45公斤/平方公分。這樣的石料是不應該用來建造重要的水工建築物的。

製造方塊工作的質量也是很低的，這個工作是違背了技術

要求的：灰漿的配合和拌和都很粗糙，並且是人工來進行的，打碎石料和充填方塊內腹的工作進行得都不好，造好的方塊澆水不够以及其他等等。因此，造好的方塊強度不够，易於透水，內部孔隙很多。

當安砌岸壁的方塊時，允許個別方塊對於岸壁正面線有比較大的凸出和凹進（達20公分），並且方塊間的砌縫也比較大（15~20公分）。

對突岸碼頭進行定期檢查的結果指出，這個方塊砌體發生了嚴重的破壞。裏海的港務局曾在1942、1943、1947及1949年進行了水下的調查。每一次調查所發現的孔洞數都增加了。在1942年發現有37個孔洞，1943年增加到49個，1947年增加到149個，而到1949年則增加到309個。

孔洞達到了很大的尺寸，並且嚴重地影響了岸壁的強度和穩定性。在個別的突岸碼頭區段上於1949年實行了起重機和移動車輛載荷的限制。

到將要開始修理岸壁時（1950年3月），孔洞的數量和尺寸增加得更快。

極大多數的孔洞發生於水位變動的地帶內。

所有突岸碼頭的水上部分都帶有磨損的以及船隻撞擊的痕跡。這是由於岸壁在長時期的使用中沒有防護設備所致。

根據所述的這些，可認為在突岸碼頭內孔洞形成的主要原因是：

1)所有的方塊強度都低，並且個別區段的砌體含有鬆軟的石灰石；

2)方塊的安砌質量不能使人滿意，由於這個原因就使得方塊的突出部分很快被停靠的船隻所撞壞；

3)當岸壁使用很頻繁時，岸壁在一個很長時期內沒有敷設

防衝架。

海浪和溫度變化的作用也促進了孔洞數量及其尺寸的增加。到1950年個別的孔洞深達1.5公尺，長3~4公尺，高1.5~2公尺。在某些地段，孔洞在很大的岸壁長度上都匯合成爲一片連續的破壞帶。

岸壁的情況要求急速地進行修復，因爲在方塊的正面遭受了破壞的情況下，其充填有碎石的核心被大量地沖走，這就會引起岸壁的破壞。

在許多水工建築物的使用中，曾發生這樣的情況：方塊岸壁在最初只是形成一些孔洞，而最後即在建築物中發展成穿透的空洞。

這個突岸碼頭的破壞特徵示於圖2中。

## 二、突岸碼頭的修復方法

突岸碼頭第一次修復企圖是在1942~1943年，當時根據中央海運科學研究院裏海分院的觀測資料，曾擬定了在岸壁的水下部分填塞孔洞的方法的 $\Gamma$ 的設計。在設計中規定了用盛入麻袋的混凝土來填塞水下部分的孔洞，而對水面附近的孔洞則把混凝土灌注到排除水的木模板中，或者是把乾的混合料直接輸送到水裏。所提出的這些填塞孔洞的設計方法的效果並不能使人滿意。在有大的孔洞和方塊間有穿透的隙縫的情況下，進行排水實際上是很難做到的。把乾混合料直接放入水中的方法也是不能採用的，因爲這種方法不能保證建築物所要求的整體性以及水下部分混凝土的強度。

於是填補孔洞的工作未能得到實施，而這個突岸碼頭的破

壞也就繼續發展下去。

在1947~1948年，全蘇河運科學技術協會裏海分會根據新的調查資料又擬定了新的填補此突岸碼頭孔洞的施工組織設計。這個設計規定了使用以管子輸送混凝土的水下灌注混凝土方法來填補單個的孔洞。但是在當時對於如何配合混凝土以及如何進行灌注混凝土的問題還未曾仔細的研究過；根據這個設計在1948年由港務局和潛水站共同進行修復工作（灌填了四個孔洞），但未能得到良好的結果。

最初採用了防護的模板並用軟管來輸送混凝土。混凝土的輸送是自上而下進行的，這樣就與水下灌注混凝土的基本原理發生了抵觸。

以後採用了箱式的模板，並用豎管法以直徑250公厘的豎管來輸送混凝土。

但是當時在灌注混凝土時沒有安裝塞子，這樣就使得混凝土與水相接觸，並造成混凝土的分層。

由於岸壁繼續發生破壞，在1948年12月按照海運部部長的命令成立了專門的委員會來解決與填補孔洞施工組織有關的技術問題。

委員會查明了孔洞形成的原因，關於這一部分在上面已經敘述了，並且提供了關於幾項主要措施的建議，其目的是為了維持岸壁的使用，並防止其今後的嚴重破壞。

這些措施可歸納如下：

- a) 在突岸碼頭上安裝防護設備；
- b) 用水下灌注混凝土的方法來灌填岸壁的水下孔洞；
- b) 在水面區段沿整個的岸壁長度安裝連續的混凝土防護腰帶。

根據海上運輸部批准的委員會的結論，蘇聯海運設計院裏



海分院（裏海海運設計院）在1949年曾擬定了突岸碼頭的修復設計，並根據這個設計進行了施工，其詳情將於本書內敘述之。

在擬定設計以前，裏海海運設計分院曾對岸壁的水下及水上部分進行了詳細的調查，這個調查的結果指示深度達到0.5公尺以上而威脅到岸壁穩定性的孔洞數量並不多，但岸壁的嚴重破壞情況能夠引起其整體的崩潰。

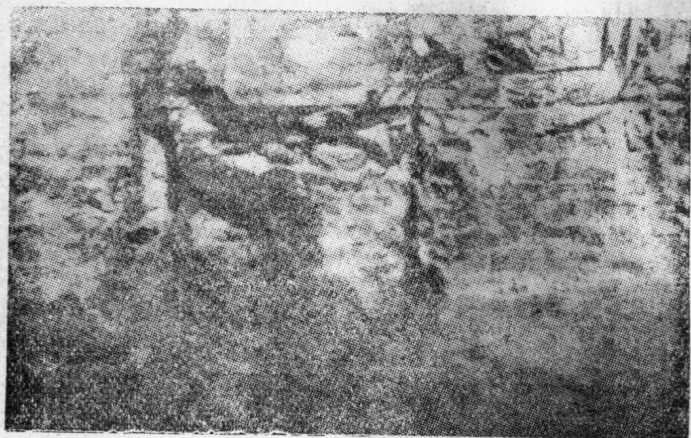


圖 3 水下的孔洞

填補岸壁孔洞的修復工作按照設計以下述方式來進行。

在水面區段敷設連續的鋼筋混凝土腰帶，其最小寬度為1.2公尺；在水下部分根據水下孔洞的大小及其分佈情況，可把腰帶進行局部的加寬。在這些地段，腰帶的寬度為2~2.4公尺，而在個別情況下可達3.3公尺（參閱圖2）。

根據工作條件，腰帶的厚度從岸壁的正面算起採用為0.2公尺；這個厚度是由於需要在模板內佈置導管，並便於其在模板內移動。鋼筋混凝土的腰帶必須用系統地打入方塊砌體內的金屬短棍、沿短棍的內面鋼筋以及敷設在靠腰帶外面的特殊鋼筋

網以便與方塊砌體獲得必要的連接(圖4)。



圖4 鋼筋混凝土腰帶的鋼筋網

連續腰帶的混凝土灌注工作基本上是用豎管法分段進行的，但在個別情況下也有使用島式傾灌法來進行灌注混凝土的。由於混凝土混合物在模板內的擴散條件，以及鋼筋的密實程度，每一灌注段的長度採用為5.0公尺。

分佈在腰帶頂面以上的孔洞用碎石來充填，並灌入水泥漿。

個別的水上孔洞也用豎管法來灌注混凝土，其灌注段長達5.0公尺，寬0.2公尺，高度根據孔洞的大小來確定。

每項單獨工作——清掃工作，孔洞內安裝鋼筋工作，敷設模板工作，灌注每段混凝土工作等等——述於下面各節中。

### 三、灌注混凝土區段的準備工作

所有灌注混凝土區段的水下技術準備工作，都由潛水站從木製的活動架上來完成，這個活動架的大小為 $0.8 \times 2.0$ 公尺，

是用絞車來下降或上昇的(圖5)。

灌注混凝土區段的準備工作，由下述的幾項主要工作所組成：



圖5 用以進行水下技術工作的活動架

- 1) 清掃孔洞；
- 2) 孔洞內安裝鋼筋；
- 3) 封填方塊間的隙縫；
- 4) 敷設模板。

工作按下述的程序來完成。

潛水工作者對必須灌注混凝土的岸壁區段進行詳細的調查，確定破損的大小及其特徵。此後即進行確定腰帶的高度，此時須考慮使所有具有孔洞的水面區段都用腰帶來覆蓋，同時並劃出灌注段。灌注段的長度如上所述採用為5公尺，僅在個別情

況下有不大的變動。

### 1. 清 掃 孔 洞

在港埠的海灣區段內經常發現重油，因此突岸碼頭在水位變化區段處非常的污濁。在寬1.5~2.0公尺的區段裏，無論是孔洞內或是岸壁的其他地方，方塊都被重油浸染，深達4~5公厘。岸壁被污濁部分的底面達到1939年的年平均海平面下1~

1.2公尺。再向下在岸壁的表面有個別的重油污點，這些污點很容易清除，因為在這一區段裏岸壁並沒有被重油浸染。此外在岸壁的水下部分還蔓延着海草和水草。

為了順利地進行工作，必須仔細地清除需要灌注混凝土腰帶這一部分表面上的重油，並須預防其再受污染。這一工作是很困難的，並且在一開始就要求非常的小心。

所有這些情況，使得混凝土灌注段的準備工作以及灌注混凝土工作本身變為非常複雜。

灌注段的加工，先從清除孔洞內已剝落的或已動搖的石塊開始，不這樣做就不可能堅固地打入短棍——鋼筋的基礎並保證混凝土和岸壁間必需的粘着力。孔洞的清除無論是水下的抑或水上的，都用氣鑽來進行。當在水下用氣鑽進行工作時，為了使排出的空氣不妨礙潛水者的工作，就必須在氣鑽的排氣管上套上管子，並將之引出水面。鑽除的碎石體積平均每一灌注段為0.2~0.25立方公尺，而在個別情況下，當灌注段比較大時，則為0.4~0.5立方公尺。

由於這樣加工的結果，孔洞的尺寸一般都比原來的孔洞尺寸增大了很多。

同時在灌注段的底部，應造成水平的面以支承腰帶。

最初清除孔洞的重油浸染是用修船廠內清除船殼鐵鏽的那種大錘來進行。但是用這種大錘來清除岸壁的生產率是太低了——每班約為3.0~3.5平方公尺，因此就必須放棄這種方法。清除重油最有效的是用空氣鑽孔機。

為此目的而作的鑽孔，其直徑為50~60公厘。一點一點地鑽進岸壁表面5~6公厘，以便完全清除岸壁及孔洞內的重油。

潛水站清除岸壁表面重油的工作效率每班達到6~7平方公尺，亦即超過用那種大錘的工作效率一倍。每一灌注段的加工

繼續了5~7天。此後，加工後的岸壁表面又重新被重油污濁。因此，在安裝模板以前灌注段的表面須再次用水力吸泥機的壓力水頭來仔細地清除其上的重油，這個水頭的壓力為5~6大氣壓力。新黏附的重油是很容易從岸壁上清除去的。用同樣的方法來清除灌注段水下部分（在1.0~1.2公尺深度處）的污點、水草和海草。

當有大量的重油存在時，爲了在加工過程中減少灌注段的污濁就須定期地或是用救火水龍頭嘴所噴出的壓力水，或是用放入潛水工作區段水中的空氣管供應的空氣來進行清除重油污濁。

## 2. 孔洞內安裝鋼筋

爲了使混凝土與有孔洞處的岸壁砌體以及與所有的佈置腰帶處的岸壁砌體間有可靠的連接，就必須在砌體中打入短鐵棍，短棍打入在預先塞入孔洞中的木塞內，這些孔洞是爲安裝木塞而當鑽孔機鑽好的。這裡採用了兩種類型的短棍：一種長450公厘，其直徑爲16公厘，打入深度爲30公分，以便固定模板；另一種長350公厘，其直徑與前一種相同，打入20公分，以便固定腰帶的鋼筋。

打入每一灌注段內的短棍總數，隨灌注段尺寸的大小變化於40到90之間。這樣，對於各灌注段最大擴散範圍爲5.0公尺、高1.2公尺者，需要的短棍數約爲40個。

爲固定模板的短棍，打成三個水平行列，每列爲8個。短棍沿水平面的距離採用爲60~80公分，沿豎直的行列間的距離則爲40公分。固定鋼筋用的短棍，無論在孔洞大的地方或是在岸壁的平坦區段，都打入在主要短棍的中間，以便使之與外面的鋼筋相固定。

外面的鋼筋預先用16公厘直徑的鋼筋作成網狀。鋼筋網的水平鋼筋間距為30~40公分，而豎直的鋼筋間距為40公分。在鋼筋網的縱橫鋼筋相交處，為了使骨架獲得更大的剛性，用電焊將之焊牢。這一點是必須的，因為在工作過程中懸掛着的鋼筋網在潛水者們上下時，都承受着荷載，而且在其安裝好以後還受到波浪和活動架的撞擊作用。

最初，外面的鋼筋網是用軟的鉛絲來編接的。在安裝過程中，以及其後的工作中，使鋼筋網受到了振動，接點因而鬆散並且使鋼筋網發生了歪斜；因此，在以後就不得不放棄用鉛絲編接鋼筋網的方法，而採用焊接的方法。

鋼筋網敷設在靠腰帶的外面，距岸壁正面的距離為15公分。當腰帶的總厚度為20公分時，其保護層從鋼筋面算起為3.5公分。為了使灌注混凝土的管子能自由的通過（管的外徑為150公厘），在灌注段的中部把鋼筋網稍微向外彎出一點。

鋼筋網與打入的短棍用鉛絲來接牢。為了使外面的鋼筋網與孔洞連接的更好，就須敷設輔助的直徑為16公厘的短鋼筋。這種短鋼筋的一端與鋼筋網連接，而另一端則打入岸壁內。在每一個灌注段內敷設10到20個這樣的短鋼筋，其長度為從0.6到2.0公尺，根據孔洞的大小來確定。

打入岸壁以及孔洞內的短棍，彼此間用直徑6公厘的鋼筋互相接牢。

在固定模板的短棍上面，於其打入以前預先纏以6公厘的盤條。每一個短棍都纏上這樣的盤條，藉助於這樣的盤條在以後即可安裝灌注段的模板。為了沿混凝土腰帶長度上安裝防護架，就須敷設錨繫螺栓，這種螺栓用直徑為32公厘的圓鐵製成，其長度為1.0~1.2公尺。塞入岸壁內的螺栓末端在長60~80公分這一段上作成燕尾式的形狀，並刻出凹痕，以便使之與

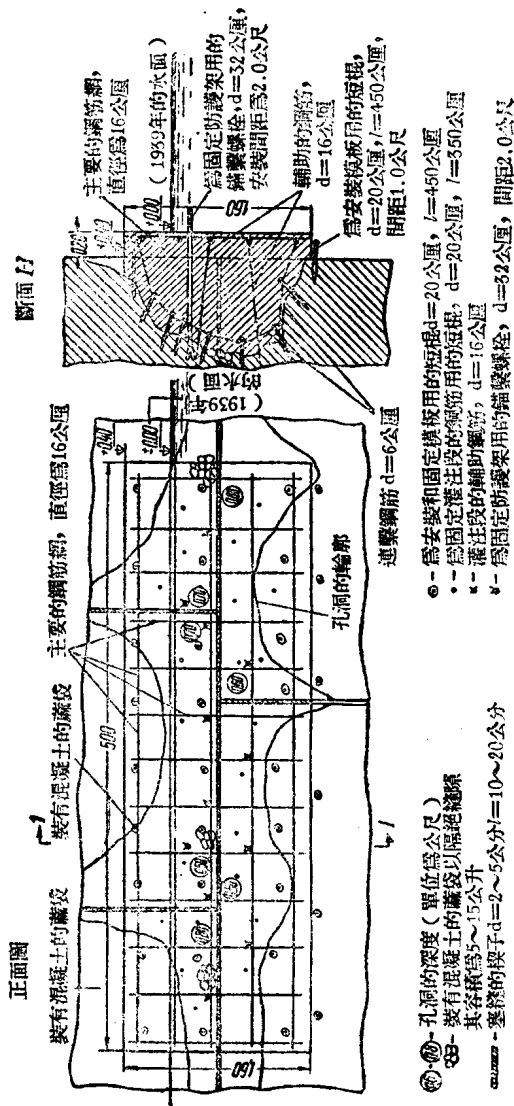


圖 6 單個灌注段的鋼筋安裝草圖

混凝土有良好的粘着力。螺栓伸出腰帶外表面為20公分，這種螺栓有0.8~1.0公尺的長度，是埋入在混凝土的腰帶以及岸壁砌體中的。為安裝螺栓須用鑽孔機在岸壁內鑽出成對的孔洞。

為了保持錨繫螺栓的位置，須將之與短樁以及鋼筋網相連接。

單獨灌注段的鋼筋安裝草圖示於圖6中。

### 3. 封填方塊間的隙縫

經調查已確定，方塊間的隙縫，特別是岸壁的伸縮縫具有很大的尺寸，其值約達15~20公分，同時岸壁方塊砌體的水平砌縫亦有了很大的裂縫。因此在安裝模板與灌注混凝土以前，須將所有的能透洩混凝土的隙縫及裂縫都很仔細地填塞。同時隙縫的填塞還可以達到這樣的目的，即不允許重油從相鄰的岸壁區段流到安裝好模板的灌注段裡來。

在灌注混凝土段內的砌體的豎直和水平隙縫用楔子來填塞，楔寬10~12公分，厚2到10公分；這些楔子或是連續地打入整個的隙縫長度裡，或是打入在單個的裂縫裡。最初本來規定用木條或很長的木片來填塞隙縫，但因為孔洞和要填的隙縫線都是曲線的外形，故其結果不能使人滿意。

不大的隙縫和裂縫，用塗以煤焦油的麻屑或麻繩來填塞。

分佈在混凝土腰帶以下的尺寸大的隙縫以及個別的缺口，用裝以混凝土的麻袋來填塞。為此採用薄的、容積為5~15公升的麻袋，其中充填乾的混凝土混合物至其容積的70~75%。

為加強腰帶與岸壁主要結構的連繫起見，最大的隙縫應這樣處理，在隙縫中打入安裝短棍用的木塞，及輔助的連接鋼筋，並埋入錨繫螺栓。

### 4. 敷設模板



爲了在灌注段中灌注混凝土，採用了箱式的模板，模板由厚3~4公分的木板作成。

對於高度等於或小於1.2公尺的灌注段，所用的模板厚爲3公分，而灌注段高度大於1.2公尺者，則採用4公分厚的木板。在個別地段採用了厚度較小的木板，結果引起了模板的凸出。

灌注混凝土工作是一個間隔一個地進行的，而後灌注中間的灌注段。

每一個灌注段的模板箱具有底板、兩個側面板和一個正面板；箱的長度根據所採用的灌注段長度爲5.0公尺。中間灌注段的模板僅有一個底和一個正面板，而沒有側面板，因爲其兩端與已灌注好的那一段相連接。

模板箱的底及其側面板應適合每一處的情況而與岸壁獲得緊密的連接，因爲方塊砌體無論在水平的或是豎直的面上，都有凸出和台階式的情況存在。爲此，在沿模板底和兩側與岸壁隣接處敷設粗麻布的或含麻屑之油布的軟墊層。模板箱用纏在短棍上的盤條將之固定在壁上，這些盤條穿過預先在模板正面鑽好的直徑爲10公厘的孔洞中，並從外面來扭緊。爲方便起見，採用較長的盤條（達2.0公尺）。在扭緊盤條處的模板上須安裝斷面爲8×10公分的豎直梁，其間距爲1.0公尺。爲使模板緊壓岸壁，在盤條分佈處，從外面沿所有的模板豎柱面打入木楔。

在安裝模板後，爲了預防在灌注混凝土時水泥被沖刷，必須仔細地用麻屑或麻繩來填塞岸壁與模板連接處。同時在穿過盤條的孔洞裡須填以木塞。

在灌注段的末端有大孔洞存在的地方，須用麻袋內盛混凝土來填塞（圖7）。這種混凝土在灌注後經過兩三天就變爲足夠堅硬，並且保證了隙縫的可靠隔絕。