



4337

C.A.沙士可夫專家 報告彙編

中央交通部航務工程總局編



人民交通出版社

552

03021

C. A. 沙士可夫專家報告彙編

中央交通部航務工程局編

人民交通出版社

C. A. 沙士可夫專家報告彙編

中央交通部航務工程總局編

人民交通出版社 出版

(北京北黃河一號)

新華書店發行

(全國各地)

北京市印刷一廠印刷

編輯：周雲錦 校審：郭秉誠

全書103,000字★定價7900元

1954年7月初版★印數：1—6200冊

51"×43"1/2★印張：4餘張

(北京市書刊出版業營業許可證第〇〇六號)

目 錄

1 港口工業與水工建築物設計、施工技術勘測.....	1
2 土壤承載能力及其確定.....	18
3 天然地基.....	38
4 打樁地基.....	68
5 水下灌築混凝土的方法.....	99
6 海港水域與海航道的淤積及其防止方法.....	105

前 言

1953年4月至7月，我局辦了一個港工技術研究班。在研究班的學習期間，由我局蘇聯專家 C. A. 沙士可夫同志關於土壤地基、水下灌築混凝土、港域及航道淤沙、海港工程勘測諸問題，共做了六個報告。這些報告不僅使參加學習的同志，在技術水平和工作能力上獲得了很大的提高，同時在我局的實際工程上也起了重大的啓發和指導作用。

爲了便於繼續對這些報告進行學習，和在實際工程中有所遵循，特將這些報告重新整理，編成「C. A. 沙士可夫專家報告彙編」，交人民交通出版社出版。

本書各篇報告譯文，係本局翻譯工作者根據報告材料譯出，如有錯誤，由本局負責，並希讀者提出意見和批評。

中央交通部航務工程總局

1954.2.10

一、港口工業與水工建築物設計、施工技術勘測

總 論

爲了正確地決定港口或建築物的工程問題，必須在工程地區內進行地形水深測量，地質勘測和水文氣象勘測等工作。

(一) 地形水深測量

這種工作的目的是取得能表現出岸上和水底形勢與地形起伏的未來建築地區的平面圖。工作可分爲二類：

- 1) 地形測量；
- 2) 水深測量。

這種工作中的第一類包括：地區平面圖測量、高程基點測量（平板儀、經緯儀測量地形時用的）及水準測量。

第二類測量是在小艇上沿着預先擬定的斷面以測深桿或測深鍾來進行。

爲了說明地區的地形起伏，除利用測量儀器進行地形測量外，如果在條件許可時進行航空測量。水深測量尚可利用回聲測深儀進行。回聲測深儀每分鐘可定出 200~300 個水深點，各點間距爲 30 公分，可以繪出一條近似連續的海底地形起伏線。

回聲測深儀可應用於水深在 0.5 公尺以上及深水處（至海洋深度）。

地形水深測量完竣後，即繪製比例尺爲 1:2000 至 1:5000 之岸上和水底的平面圖。有時用比較大的比例尺（1:500 及 1:1000）。

(二) 地 質 勘 測

地質勘測是要了解與建築地區土壤條件有關的各項問題，以便研究其是否合乎建築上的要求。

在建築地區內進行的土壤條件的勘測，由下列幾項工作組成：

- 1) 地區一般的地質調查；
- 2) 利用鑽孔或坑探進行單個房屋建築物和建築物地盤以下的土壤探測；
- 3) 爲了確定土壤的工程性質，在工地和試驗室進行土壤的物理性質的判定；
- 4) 進行土壤荷載試驗，確定土壤在荷載下的沉降性質及沉降量。

Ⅰ 建築地區一般的地質調查

其目的是確定各個土層的地質組成和穩定程度（就是全建築地區及與其毗鄰的地帶是否有土滑現象等）。

調查工作應按預先擬定的綱要進行，包括根據該地區已有的地質文獻進行踏勘，及對鄰近現存建築物，或鄰近建築地區內建築物的地質資料進行調查，對該地區內的地形起伏、天然露頭、取土坑、水井及泉眼進行實地觀察和向久住該地的居民詢問等。

地質調查的基本目的是在於獲得有關建築地區土壤成層的一般特性的必要資料，以便作出建築物的正確佈置。調查時應明確在基本地層（原土層）以上或在有相當大的面積而且厚度足夠堅實的土層以上各土層的組成、位置，及形成的年代和性質。

往往調查工作不僅應在建築地區內進行，如有必要，尚需在其鄰近的地段上進行。對於確定地下水的流向；地下水與鄰近水體（海、河、水池）的關係；透水層的水位位置及地下水的來源等應特別予以注意。

如果建築地區在大貯水池、河、海的附近則要確定出洪水期間淹沒的界限，和水位漲落時地下水水位的變化情形。

同時應明確建築地區的氣象條件；溫度變化、土壤凍結深度等。

建築地區地質調查的結果，即作爲建築物基礎與地基初步設計的基本資料。

工程人員應會同地質工作人員從當地文獻或附近建築物了解全面地質情況，其中水位差、地質條件、土壤性質僅作一般性的了解。如

果要建築水工建築物，則需要另作綱要來進行調查。

在蘇聯就是根據這些資料來設計的，如無資料時需挖明坑或鑽探來了解。

II 土壤的探測

土壤探測按照由地形及水深測量得出的繪有等高線的總平面圖上預先規定的地點，用鑽探或坑探的方法來進行。

總平面圖上應標明各個建築物的位置與計劃標高、停泊區水域的水底標高、地下室地板的標高（如海岸建築物有此種設備時）、石層的標高、貯水池的水位標高、潮水漲落時水位的變化、泉源、水井、池沼地區等。（這些要在鑽探之前預先佈置在平面圖上，鑽探後再畫在平面圖上）。

鑽孔和探坑對於水工建築物應沿其地基線，或對於海岸建築物應沿其基礎線，設置在建築物的輪廓線附近。

在平面圖上鑽孔的佈置必須作到能表明出土層的傾斜。

鑽孔之間的距離規定如下：

1. 對於地質構造一致的土層，當進行全建築地區的勘測時，間距不得大於 150 公尺。為此事先要編製鑽孔位置平面圖；

2. 對於地質構造不一致的土層，當進行單個建築物的地基勘測時，間距不得大於 30 公尺。

在實地工作中，鑽孔間的位置可能有些出入，鑽孔間距可以減少，也可以增大，要根據實際情況而定。但在建築地區進行初步設計用的一般地質調查時，鑽孔距離可以增加。

鑽孔深度的規定到達最近地面的岩層或緊密壓實，可供支承用（面積相當大的）的土層頂面以下 1~2 公尺。

對於不甚高的工業和民用建築物，在沒有一般調查的地質資料時，鑽孔在基礎底面以下的深度不得小於基礎設計深度的三倍。

對於拋石水工建築物及正規砌置的方塊水工建築物，鑽孔深度規定須到達原土層以下；如構成水底的土壤鬆軟時，則應鑽入原土層以下至少二公尺，當鬆軟土層以下為岩層時，鑽探深度需鑽入岩層以下

一公尺，同時必須確定出岩層各方向的界限。

如遇壓縮性土壤時，對於防護建築物鑽孔深度應到達基礎下，約等於防護建築物寬度的1.5倍。

對於航道與水域，並不計劃修造建築物。只爲了浚深的目的而需查明土壤的性質時，鑽孔深度應到達設計水底以下2~3公尺。

對於樁基水工建築物，鑽孔深度規定到達摩擦樁尖以下，不小於基樁承台的寬度。

爲了審查在設計以前所作的鑽孔，或對於土層的估計有懷疑時，須進行檢查鑽探工作。其目的是審查及確定土壤成層的性質和土壤的物理、力學性質。檢查鑽孔的深度較一般鑽孔要深，需要到達發見矛盾的地層以下，以便明確土層的厚度，從施工觀點來看，這是很重要的。

當鑽探粘土、砂以及礫石土壤時，最好使用直徑不小於100~150公厘的套管進行工作，因爲套管的直徑愈小，則鑽探時土壤的變形愈大，試樣受擾動愈大。應當強調指出，雖用大直徑套管也不一定能解決土樣的結構絕對不被擾動的問題，但只有根據不受擾動的土樣，才能判定出土壤的特性（結構與孔隙比）。如遇岩層時則可以使用較小直徑的套管。

蘇聯以往採用直徑50~60公厘的套管，現在採用直徑150公厘以上的套管。在中國看到的是用直徑60公厘的套管，以後希望用直徑80公厘以上或100公厘的套管來鑽探，以保證土壤不受擾動。

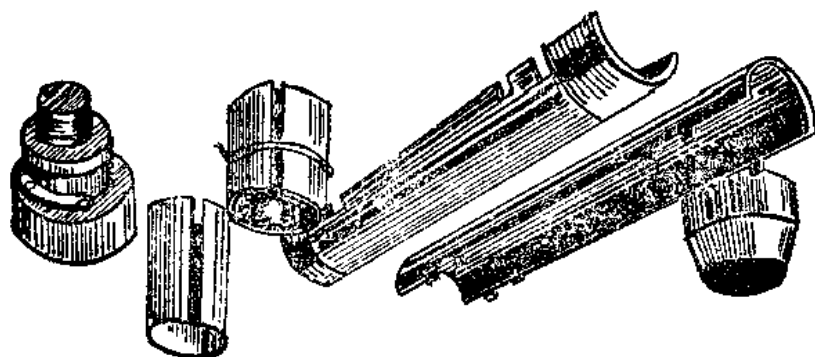


圖 1

爲了取得土壤結構不受擾動的土樣，應採用特製的鑽頭——取樣筒。取樣筒用螺旋安裝於鑽桿上，代替鑽頭，利用壓力壓入土壤中。取樣筒有很多種，其主要部分爲一圓筒，未經擾動的土壤圓柱體即進入其中。圖 1 爲列寧格勒大學建築物所使用的取樣筒。

開始鑽探以前，應繪製鑽孔位置平面佈置圖。鑽孔標高以水平儀來測定。鑽探時，須作鑽探工作記錄，記載鑽孔號碼和標高。在鑽孔（或探坑）處釘好木樁（木樑），在木樁上寫明鑽孔號碼與鑽孔上口的標高。此後即進行鑽探或開挖探坑。在鑽探時鑽孔孔壁應以套管固定起來，否則孔壁可能坍塌，上層土壤碎塊可能落入下層土壤的土樣中，結果就影響了上層的真實性。

鑽探時，每隔 0.5 公尺取一次土樣，取出後立即放入特製的箱中。箱子上須註明平面圖上所標示的鑽孔號碼，鑽孔上口標高，在箱子的每一格上須註明取樣地點及取樣深度。此外，鑽探時，並須取出爲了測定含水量用的土樣。通常每個建築物在一個或二個鑽孔中，深度每隔一公尺取土樣一次。對於單個岸壁建築物，爲了判定土壤含水量用的土樣由三個至五個鑽孔中取出（註：判定土壤其他性質的土樣類此選取）。

爲了確定土壤的含水量及其他性質用的原結構不擾動的土樣自鑽孔中取出後，立即放於帶磨砂玻璃塞的玻璃罐中。罐的容積爲 50~100 立方公分，迅即用石臘或松脂加以封閉，在罐上貼一紙籤，註明建築工程名稱、鑽孔號碼、套管直徑、取土樣的鑽探工具種類、取土樣的深度及取土樣日期（年月日）。

開挖探坑時，粘性土壤（粘土、砂質粘土）須取土壤結構不擾動的整體土樣（15 公分×15 公分×10 公分的立方體）（如不可能時，可用取樣筒來取）。土樣在靠近土層的底部、頂面與中部取出，但挖掘縱深每隔一公尺至少取土樣一次。在取整體土樣的同時，並須取出爲了判定土壤含水量及其他性質用的土樣。這些土樣須放於玻璃罐中，已敘述如上。

取出的土樣連同容器（罐）從速予以秤量，並將其重量、建築工程名稱、探坑號碼、取土樣器具種類、取土樣的深度及其日期記入鑽

探記錄簿中，並註明在容器的紙籤上，在平面圖上亦應註明鑽孔的標高及地質情況。土層的深度及組織情況，可根據附圖二進行登記。

土的類別	土層位置標高及其說明	備 考

圖 2

我在這裏再三強調：（1）要選取不擾動的土樣；（2）為測定土壤含水量及其他物理、化學、力學性質的土樣均須取出；（3）在明探坑中取 $15 \times 15 \times 10$ 公分的土樣，如不可能時可用取樣器來取；每個鑽孔（或探坑）的一切工作過程均須記載在鑽探工作簿上。

III 地下水水位的測定

鑽探時，須將地下水水位予以測定，為此，須記載初現水位（最初發現水處的深度）和穩定水位（經過一定時間後，水位穩定下來的深度）。

初現水位和穩定水位可能一樣，也可能不一樣。因此，在鑽探記錄簿上應準確記載以下各點（並註明日期）：

- 1) 土壤含水量有顯著變化處的深度；
- 2) 初發現水的深度；
- 3) 經過半小時或一小時後穩定下來的水位深度。

在檢查穩定水位時，要把鑽孔中的水抽出去，經過一定時間後，水位便趨於穩定。為了避免發生錯誤，絕不允許貪圖省力而向鑽孔中灌水。雖然這樣在冬季或遇砂礫、碎石土層時工作會較為困難，但主要目的是為了了解土壤性質，——灌水就會變更土壤的性質。

有若干個透水層時，即有若干個地下水的水位。為了將各透水層水位分開和分別研究每一層水位起見，鑽探時須把透水層封閉。

當透水層水壓力較小時，可採用填塞法；如流出的水量不大時，

可用搓軟的肥粘土來封閉；如流出的水量大時，可用粗砂配成的稠濃的水泥砂漿替代肥粘土。封閉的方法如下：

透水層的鑽探不使用套管，而是在透水層處分層地填以少量粘土或稠濃的水泥砂漿，逐層夯實。肥粘土或砂漿散佈於鑽孔壁界限以外，形成一實心套筒或口袋。

利用填塞法把透水層封閉後，通過封閉層重新鑽探，就可以阻止透水層的水流入鑽孔（附圖3）。

但當含水層具有很大的壓力時（地下水的水頭及壓力大時），可在透水層以下採用直徑較小的套管，上部套管的下端應到達透水層以下，而下部（直徑較小的）套管的上端應高於透水層的穩定水位，上下套管間的空隙以肥粘土填充，肥粘土在投入以前做成直徑不大的小圓球，略加曬乾，投入以後用衝擊桿搗實，再用小號鑽探工具進行鑽探（附圖4）。

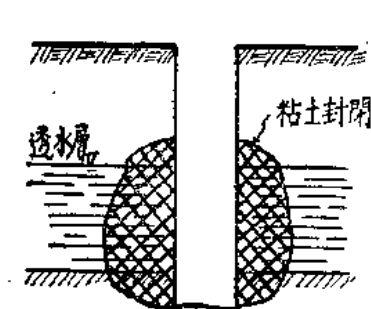


圖3 透水層封閉圖

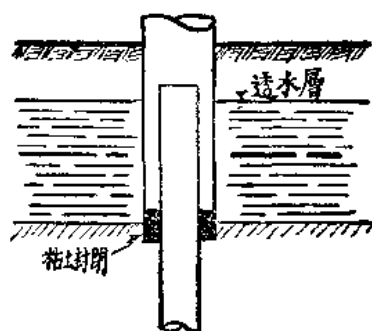


圖4 透水層封閉圖

在探測貯水池、河、海附近地區時，應將貯水池、河、海與鑽孔中各個水位的互相變化的關係加以測定。為此測量貯水池、河、海及鑽孔的水位工作須同時進行。

鑽探完竣後，須將套管拔出，如果穿過二個或更多個透水層，而底層的水具有較大壓力時，為了避免下層的水灌入上層起見，鑽孔在底層水位處應仔細地加以封閉，而後將整個鑽孔予以堵塞。

IV 勘測文件及報告書

鑽探或坑探時應備有鑽探工作記錄簿，其中記載建築工程的名稱、以土樣為依據的土壤特性、含水量、鑽孔中地下水的初現水位、穩定水位、鑽孔鑽進條件（滲水、土壤向管中落入，工具的破損等）、每層土壤的鑽進時間、鑽孔上及孔底的標高。

根據鑽探結果畫出每個鑽孔的（柱狀）斷面圖，斷面上必須表示出各土層標高，初現水位及穩定水位的標高，每層土壤的特性等，備考中應註明鑽孔鑽進的條件。

然後根據各鑽孔斷面圖編製各方向（註：縱斷面、橫斷面、斜向斷面）的地質斷面圖。地質斷面圖對於決定土壤成層（Напластование）的特性問題有重大的意義。因為遇到很多不同類的土層時，各同類層的正確連接是不可能的，因此需要作補充鑽孔以便確定及判明各土層，亦即確定出斷層和夾雜物的夾層（見附圖5及6）。

在初步勘測時，鑽孔可相隔遠一些，但在技術設計以前，必須清楚了解地基以下的土層。

編製垂直於海岸、河岸或陡崖的地質斷面是特別重要的。因為這樣能明確土層的穩定性，坍塌的程度，土層的傾斜情形和地下水與河或海的關係。

坑探時應根據探坑的每一坑壁將土壤成層情況繪成斷面圖，並註明四方方向（東南西北）。

斷面圖上標明各土層的標高，選取土樣處的標高，地下水或水滲透（出處）的水位，能以肉眼看出的土壤結構的特點（鬆軟度、密實度、粗細度）。

（三）水 文 勘 測

水文勘測的主要任務是為獲得預定修建港口或單個水工建築物所在地區河、海特性的資料。

水文勘測包括觀測水的動力情況，物理性質及化學性質等工作。水的動力情況觀測有下列各項工作：

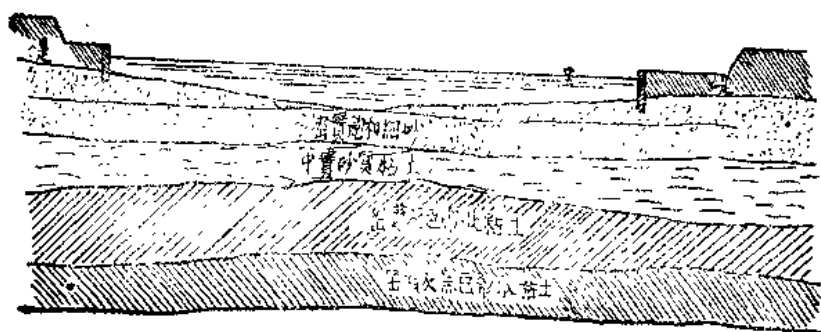


圖5 規則的土層斷面圖

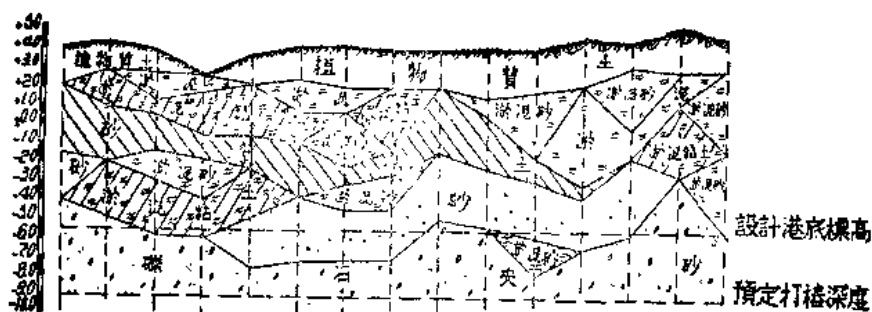


圖6 不規則的土層斷面圖

- 1) 記載水位的昇降;
- 2) 測量流速;
- 3) 勘測波浪;
- 4) 勘測泥沙的淤積。

對於每一將要興建的或現有的港口來講，研究海、河水位的昇降工作是必要的。爲了記錄水位的昇降，必須設立水位站。水位昇降的觀測，須以水尺或專門儀器——自記水位儀（自動測潮儀）——來進行。水尺須裝置在特別打好的樁上或建築物上（直碼頭、堤岸等）。設置地點應以不受波浪侵襲並便於觀察記錄水位處爲宜。

水尺高度須與當地最近的水準基點連接，水尺每日最少記錄三次（按當地時間 7 時、13 時、21 時記錄）。而對於有潮汐的海則每日六次。

對於水位觀測工作，自動測潮儀是一種最好的儀器，可以繪出連續曲線以表示水位的昇降。

根據長期（最好 10 年～15 年以上）觀測的結果，確定出港口的計算水位。對於港口建設及航行的主要計算水位為：

- 1 最高水位
- 2 最低水位
- 3 平均水位——即多年中每日觀測水位的算術平均值；
- 4 深度零點——即假定水位，規定它為本處的最低水位。

所有岸區及水域深度等標高，均化為相對於某一水位的標高，這水位即稱為港口的零點水位或計算水位，一般情形，零點水位對於無潮汐的海採用平均水位。對於有潮汐的海則為深度零點。

流速測量以浮標或流速儀來進行，浮標有在水面上的和在水中的二種。浮標流動速度以每秒公尺計算，浮標的位置在岸上以測量儀器測定。流速儀除測量流速外，並可測量流向，這在有不同方向潮流（旋轉潮流）的時候是非常重要的。近年以來，使用自動記錄的自記流速儀測量流速，這種流速儀即使在大風暴時亦可使用，測出底部潮流的流速流向。

用肉眼直接觀測波浪，依照下列拾級波浪表（表 1）記出波浪等級。

波浪等級表

表 1

波級	浪高在開闊 的海面（以 公尺計）	風級及風速 以公尺 / 秒 計	波浪種類	確定波浪種類的特徵
0	0	0	平靜無波	海面平如鏡
1	0.25	0.6-1.7	微波	微波如魚鱗狀，無泡沫
2	0.25-0.50	1.8-5.2	輕波	短浪，浪頭伏後有玻璃狀泡沫
3	0.50-0.75	5.3-7.4	微波	短浪拖長，有時呈現白浪
4	0.75-1.25	7.5-9.8	小波	波浪發展，到處有白浪
5	1.25-2.0	9.9-12.4	風波	開始形成大浪，白沫浪頭佔相 當面積
6	2-3	12.5-15.2	疾波	浪濤高聳，由浪頭擲下泡沫， 沿風向成帶狀
7	3-5	15.3-21.5	大波	浪濤高度及長度顯著地增大， 浪沫成帶狀密行。
8	5-10	21.6-25.1	狂波	浪濤如山倒，泡沫沿風向形成 寬帶，海面由於泡沫形成一片白 色。
9	10以上	25.2以上	暴風波或 颶風波	浪濤高聳，有時船舶被其掩遮 無覓，海面順風向覆滿泡沫，風 將白沫撕裂，形成水花，視距減低

註：本表所列風級只作波級的參考，並非國際風級

波浪的要素由船上根據視標（水尺）（對於波長、波速、波的周期）和浮標（對於波高）來測定。

近幾年來，波浪攝影及波浪立體攝影測量，提供了確定波浪尺度的可能性，因而獲得了廣泛的使用。

波浪的衝擊力以專門儀器——各種波力計測定，可以自動記載出波浪的衝擊力。

對於泥沙的淤積的勘測，須利用含量取水樣器，在各種深度上取出水的試樣，以測定泥沙淤積的數量及性質。海底土壤泥沙淤積層的分佈情況，利用海底探桿來探測。

水的物理性質及化學性質亦須進行研究。為此，在各不同地點和

不同深度上採取水的試樣，試樣以取樣器取出，在試驗室中進行判定：水的比重、含鹽量、氯度硬度、氧化能力（註：係硫酸離子及游離二氧化碳等的作用）並測定不溶解的雜質數量與水中氣體含量。

此外，直接在海上測定不同深度處水的溫度，渾濁程度及顏色。

在某種情況下，須進行特殊的生物性質的觀察，以便判明是否有蛀木蟲、軟體海蟲，並查明該區海中的動植物性質。

上述各項是要在設計工作以前必須做好的技術研究工作。

水位變化必須統計成三個表格：

- 1 洪水位周期曲線圖（見圖7）；
- 2 水位歷時曲線圖（見圖8）；
- 3 水位曲線圖（見圖9）。

水位變化與設計工作有很大的關係，根據最高水位及洪水位的周

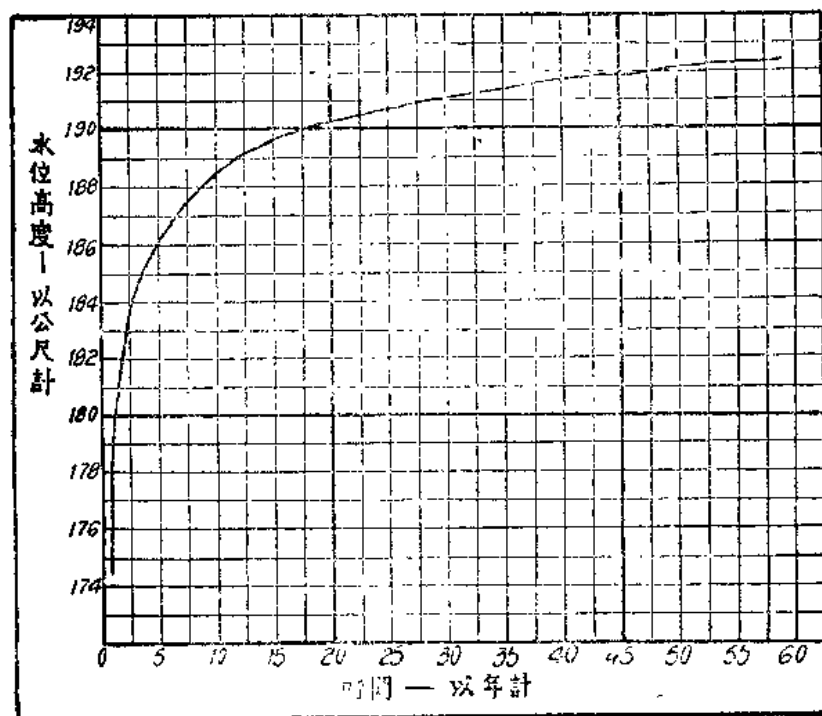


圖7 洪水位週期曲線表

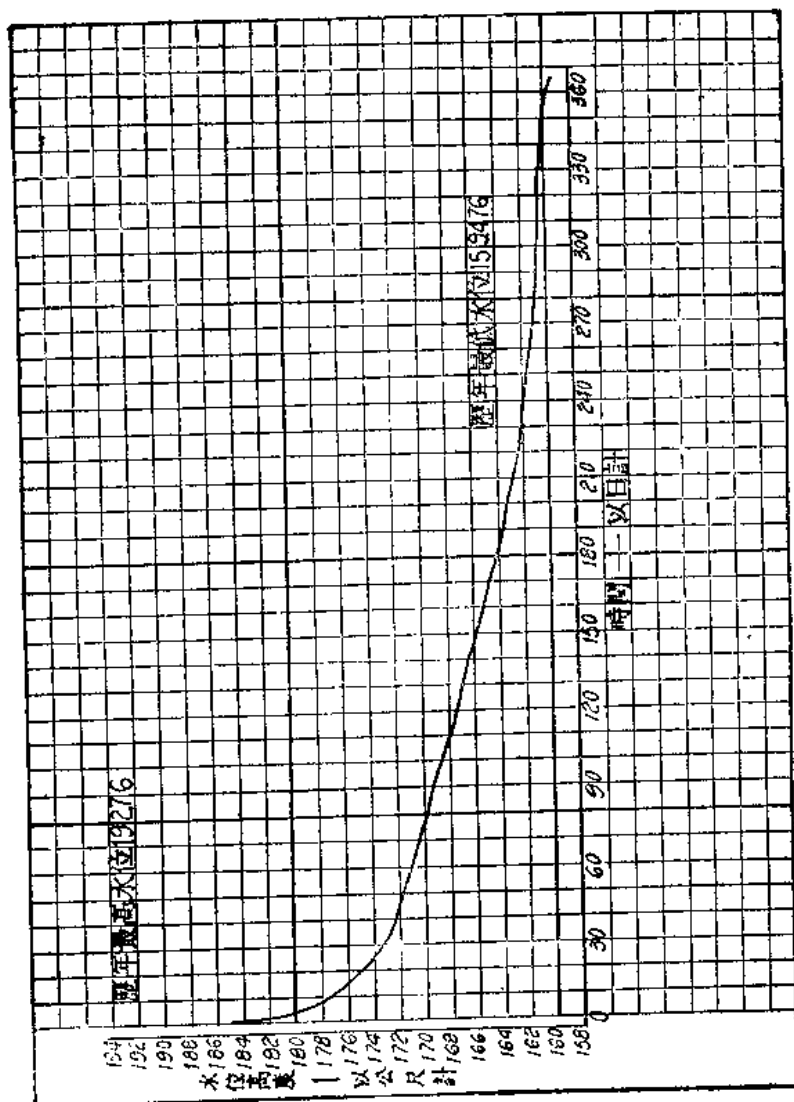


圖 8 水位歷時間綫圖