

橋梁工學

金 濤 著

龍門聯合書局印行

橋梁工學

金濤編著

龍門聯合書局印行

彈性錄

學 工 梁 橋

版權所有



不准翻印

一九五一年九月初版

十月

定價

著 者
出 版 者

金 濤

龍 門 聯 合 書 局

上海南京東路六一號一〇一室

電 話 一 八 八 一 九

中國科技圖書聯合發行所

上海中央路二四號三〇四室

電 話 一 九 五 六 六

電報掛號 二 一 九 六 八

龍門聯合書局及各地分局

上海總店 河南中路210號

上海支店 南京東路157號

北京分局 東安門大街82號

北京南城支店 廠103號

北京西城支店 商場6號

重慶支店 一路368號

漢口分局 江一路3號

瀋陽分局 太原街40號

天津分局 羅斯福路308號

西安分局 中山大街218號

自序

本篇寫於 1950 年之夏秋兩季，以應北京清華兩大學當時之急需，暫作為橋梁工程一課所用之講義稿，藉以減少學生筆錄之勞。屬稿之時，參考文獻至感缺乏。其中資料，僅就手頭所得，與夫記憶所及，拉雜拊集而成。體裁既欠嚴肅，敘述亦嫌冗蕪，本無付印之價值。徒以橋梁工程一課，既經中央教育部規定為土木系學生之選習結構及路工兩組者所必修，而此等教科書，在我國目前，似尚缺如。乃將原稿略加修改補充，勉遵科學院指示，交與上海龍門聯合書局製版問世，庶幾拋磚引玉，藉以就正於我國橋梁專家，以期獲得多方面之批評與指正。若云著述，則吾豈敢。

學問之要，在乎理論與實踐相結合。以言乎理論，部定大學課程，已列有工程力學，工程材料，基礎工程，結構學，結構設計，鋼筋混凝土結構及其設計等等，可稱應有盡有，本篇除作較有系統的簡單敘述外，自無詳加論證之必要。以言乎實踐，筆者服務於鐵路工程，雖已達三十餘年，關於橋梁工作，殊少充分經驗。本篇祇就個人所知，關於中外橋梁之實際工作，以及應加注意各點，略有陳述。井蛙談天，知必貽笑大方。但學驗並重，篇中曾一再言及，欲以促使學者重視實踐，而不至偏向理論。區區此意，或尚無乖於學以致用之宏旨乎？

國外先進技術，自應採供吾國工程界人士之參考，尤以蘇聯技術為甚。筆者於北美現行辦法，稍有所知，故篇中引述較多。至於蘇聯之最新規定，筆者固渴欲知悉，但苦於文字隔閡，所知極渺。篇中關於蘇聯建橋所用材料，與夫設計，檢定，以及計算方法，雖亦稍稍述及，一鱗半爪，殊有管窺蠡測之嫌。此則一時能力所限，非可勉強行之者。此後容當盡力搜羅，陸續加入，期補不足。

本國政府之技術規定，較之外國標準，尤為重要，學者在所必知。我國中央人民政府鐵道部及交通部公路總局，現正努力制定鐵路公路、橋梁各項標準。其中有若干種，已印成小冊，作為草案。（例如鐵道部已印有橋梁鋼料規範書，鐵路鋼橋製造及架設施工規則，鐵路橋涵圬工施工規則，混凝土及鋼筋混凝土工程施工規則，鐵路橋涵設計規程，鐵路鋼橋載重檢定規程，新養橋法等等。）一經試行若干時日，即可根據經驗，略加修正，成為標準規定。學者於此篇之外，務宜隨時取此等小冊，詳加研讀，藉知國內現行技術規定之趨向。庶幾所學合乎吾國所用，得以適合日後國家經濟建設之需要。

中文專門名詞亟待統一，科學院現正致力於此，不日當可統一規定頒布施行。在該院尚未規定之前，本篇所用各名詞，均由筆者草率擬定，篇末並附有英華名詞對照表，其中之中文名詞，諸多未妥，本欲逐一斟酌修改，嗣以科學院既已從事於此，筆者此時縱能稍有擬定，仍恐與科學院將來規定，未能脗合。故本篇所擬各名詞，不妨暫且採用，俟後遵照院定名詞，逐一改正，以期一勞永逸。

金濤自序於北京大學工學院

一九五一年四月廿三日

目 錄

第一章 總 論

節 標 題	頁	節 標 題	頁
1 一般適用的原則.....	1	3 橋梁工程師之資格與能力.....	1
2 橋梁工學之範圍.....	1	4 實地經驗之重視.....	2

第二章 籌備及計劃

5 所需資料.....	3	9 準備洩水截面.....	1
6 選擇橋址.....	6	10 政府規定或地方要求.....	13
7 預測.....	7	11 水面測量.....	13
8 探察地質.....	8	12 美觀.....	14
(a) 螺鑽法.....	8	13 設計的經濟.....	15
(b) 水冲法.....	8	14 整個計劃之決定.....	15
(c) 採取心塊法.....	10		

第三章 上部結構

15 式別.....	17	(b) 鋼橋.....	21
16 梁式橋及拱式橋.....	21	(c) 鋼筋混凝土橋.....	24
(a) 木橋.....	21	17 淨空.....	25

第四章 材料及規範

18 炭鋼.....	28	(c) 採用合金鋼.....	35
(a) 製造方法.....	28	2) 其他鋼鐵料.....	39
(b) 化學規定.....	29	(a) 鍛鋼.....	39
(c) 物理規定.....	30	(b) 鑄鋼.....	39
19 加強鋼料.....	33	(c) 鋼線.....	40
(a) 冷時工作.....	33	21 混凝土.....	40
(b) 熱處理.....	34		

第五章 荷 重

22 死荷重.....	48	(a) 鐵路橋.....	48
23 活荷重.....	48	(b) 公路橋.....	50

節 標 題	頁	節 標 題	頁
24 衝擊荷重.....	52	(b) 公路橋.....	59
(a) 鐵路橋.....	52	26 其他荷重.....	59
(b) 公路橋.....	56	(a) 鐵路橋.....	59
25 風力荷重.....	56	(b) 公路橋.....	61
(a) 鐵路橋.....	56		

第 六 章 許容應力

27 總論.....	62	(c) 直線公式.....	72
28 尋常許容應力.....	64	(d) 拋物線公式.....	73
29 壓桿公式.....	71	(e) 正割公式.....	73
(a) Euler 氏公式.....	71	30 合金鋼的許容應力.....	75
(b) Rankine 氏公式.....	72		

第 七 章 設計細則

31 設計通則.....	77	(h) 鉚梁中的加勁桿.....	85
32 鋼橋設計細則.....	78	(i) 聯結桿.....	86
(a) 總則.....	79	(j) 有眼拉桿.....	87
(b) 鉚釘.....	80	(k) 承座, 錨栓等等.....	87
(c) 淨截面.....	81	(l) 樞.....	88
(d) 壓桿.....	81	33 混凝土結構設計細則.....	88
(e) 聯結處.....	83	(a) 一般的假定.....	88
(f) 樞孔.....	84	(b) 計算所用公式.....	89
(g) 鉚梁.....	84	(c) 許容應力.....	89

第 八 章 現場工作

34 工作規範.....	92	(g) 樞及輻軸.....	92
35 鋼橋的工廠工作規範.....	92	(h) 廠中裝配.....	93
(a) 穿孔.....	92	(i) 廠中塗漆.....	93
(b) 釘鉚.....	94	36 混凝土工作規範.....	97
(c) 截斷.....	94	(a) 配合及調和.....	97
(d) 梁端的磨平.....	94	(b) 放置.....	99
(e) 有眼拉桿.....	95	(c) 施工細則.....	100
(f) 樞孔.....	96	(d) 保護辦法.....	103

第 九 章 下部結構

37 總論.....	107	38 橋墩.....	109
------------	-----	------------	-----

節	標 題	頁	節	標 題	頁
	(a) 式別.....	109		(d) 尺度.....	114
	(b) 基脚.....	109		(e) 埋墩.....	115
	(c) 墩體.....	109	40	應考慮之外力.....	115
	(d) 墩冠.....	110		(a) 橋墩.....	115
3)	橋台.....	111		(b) 橋台.....	117
	(a) 台體及翼牆.....	112	41	保護工作.....	118
	(b) 頂牆.....	114		(a) 基礎之保護.....	118
	(c) 前趾.....	114		(b) 兩岸之保護.....	119

第 十 章 野 外 裝 立

42	緒言.....	120	45	懸臂法.....	126
43	利用交手法.....	120	46	懸索橋之裝立.....	128
44	漂浮法.....	126	47	裝立工作.....	129

第 十 一 章 銲 接 工 作

48	總論.....	131	51	圖上所示銲接符號.....	134
49	銲銲.....	132	2	銲縫之應力.....	136
50	銲接.....	133		附銲銲規範.....	137

第 十 二 章 現 有 橋 梁 之 視 查, 檢 定, 及 加 強

53	視查.....	148		(i) 離心力, 風力, 橫向力, 縱向力等.....	156
54	檢定.....	150		(j) 許容應力.....	156
	() 視查.....	151		(k) 應採取之辦法.....	158
	(b) 計算應力.....	152	55	加強.....	158
	(c) 荷重及外力.....	152		(a) 複則.....	158
	(d) 死荷重.....	152		(b) 鈑梁.....	159
	(e) 活荷重.....	152		(c) 橋面系.....	160
	(f) 活荷重之分佈.....	152		(d) 桁梁.....	161
	(g) 衝擊力.....	153		(e) 銲接.....	164
	(h) 精確計算衝擊力.....	153		(f) 其他結構物.....	164

第 十 三 章 輕 便 橋 梁

56	貝雷橋.....	166		(d) 荷重能力.....	167
	(a) 效用及特點.....	166		(e) 配件及工具.....	167
	(b) 構造.....	166		(f) 裝立方法.....	167
	(c) 材料.....	167		英華名詞對照表.....	167

第一章 總 論

1. 一般適用的原則 任何工程師修建任何建築物，均有其一般適用的原則，此項原則凡三：(1)力求其安全，(2)力求其經濟，(3)力求其合用。所謂安全，係指一般公眾的安全，及在該建築物之上下，週圍服務員工的安全而言；該建築物之設計、構造與維持，必須充分保障此等人員之生命或財產的安全。所謂經濟，係指建築成本的年息，逐年運用費，與逐年維持費三項總和應為最小量而言，而不專注意於減低建築成本，使之達最小量。所謂合用，係指適合多數民衆及國防的需要而言；若夫少數私人或小集團的個別利益，在不妨礙大多數民衆利益及國防的條件下，亦應予以適當之照顧。以上云云，適用於一般工程之修建，而橋梁工程自亦不能例外。

2. 橋梁工學之範圍 橋梁工學所包括者，不僅限於設計之完善，並須顧及：(1)工廠製造方法，(2)現場施工方法，(3)市面經濟及金融情況，(4)勞動力供求情況，(5)材料、工具、機件等等供求情況。若僅着重設計，而不顧及此五者，則理論不與實際相結合，實施之時，必將遭遇諸多困難。本篇對於後三項，以限於篇幅，未能詳加論述，仍望讀者隨時隨地加以注意，切勿忽視。

3. 橋梁工程師之資格與能力 橋梁工程師必須熟悉有關設計及施工之各項細節，並須對於設計工作，輾轉工作，製造工作，驗料工作，現場工作等等，均富有實在經驗。此外並須(1)具有相當高度的文化水準；(2)了解國家財政經濟政策，市場物價及金融情形；(3)依靠並領導員工，提高其工作情緒；(4)全心全意為人民服務，而絕不貪污怠惰；(5)體格健康，不憚勞苦。總之，學識，經驗，道德，健康，四者皆所必備。關於此節，讀者並可參閱 Waddell 博士所著之 Bridge Engineering 第

一冊，第 39, 43, 44 等頁。

4. 實地經驗之重視 橋梁工程師縱使富有學驗，切勿自恃己能，務須隨時集思廣益，徵求各方面意見，而加以適當之採擇，尤宜重視富有工作經驗之各級員工的意見。例如鋼梁設計一經脫稿，必須請求製造橋梁工廠各員工以及擅長裝立橋梁各員工，加以嚴格的審核及批評；並詢以如果照此計劃，實行施工，有無困難，如有困難，應如何酌予修改，以期盡善盡美。總之，『詢及芻蕘』，古稱美德，況工廠及現場員工，服務多年，經驗宏富，其所見必遠勝於我；取彼之長，補我之短，所裨必非淺鮮，自宜不恥下問，虛心採納，藉以達到安全，經濟，合用之目的。

第二章 籌備及計劃

5. 所需資料 凡計劃某一新橋，研究不厭其詳，資料不厭其多。事先之計劃愈周密，愈詳盡，則將來施工之時，變更設計之可能性亦愈少。蓋中途變更設計，不但耗時誤工，亦且多糜金錢。故籌備之時，不宜惜小費，不宜求速成，以免日後耗時耗款之更多。

按照 Waddell 博士所開，凡計劃新橋，需有下列各項資料：（見 Bridge Engineering 第二冊，第 1,082 至第 1,087 頁）。

(1) 橋梁所在地之剖面圖，圖上須標明其縱橫比例尺，並須顯示：(a)最高水位，(b)最低水位，(c)河底及地面的高度，(d)岩石及其上面的地層（詳細說明土壤的性質，並約略標示其承托耐力），(e)橋上線路的高度（即軌道頂面或底面的高度），如橋上線路居於曲線上，而坡度為之折減，應標示其折減率，(f)橋端引進路 (Approaches) 之種類，例如鋼架橋，木架橋，填土路堤等。

(2) 下開各項有無限制：(a)橋墩位置，(b)橋孔長度，(c)橋下淨空高度，(d)河岸的保護，(e)導流設備。

(3) 桁梁間的淨空，橋上應負荷的軌道數，軌道中心距，及軌距。

(4) 軌頂以上的垂直淨空，及附近橋面處的橫平淨空。

(5) 橋面的型式，例如木枕，石碴，或鋼板橋面。橋上是否鋪設公路？如有公路，應說明其種類。每一軌道之下，採用幾根縱梁？應繪製橋面的草圖，並標示鋼軌及護軌之截面，位置，及其高度。是否採用雪犁 (Snow Plow)，藉以清除積雪，亦應說明。又橋面所用木料，是否經以防腐油 (Creosote) 或其他方法注射，亦應說明。

(6) 橋上如須備有人行道，應標示每一個人行道的寬度。

(7) 各孔應負載的活荷重：(a)機車及煤水車的最大重量；作一草

圖，標示各輪距離及各軸之荷重，或採用一種標準荷重，例如古柏氏荷重，或中國標準 C 型荷重，或蘇聯式的 HK 型荷重，但須說明其號數，如古柏氏 E50，或 C20，或 $K=7$ 或 8 皆是。（短跨度上之代用荷重 (Alternate Loading) 亦須註明。）（參閱下文第 23 節）

(8) 河流是否通航，必須說明，如係通航者，橋下應留淨孔若干，橋墩間應留淨寬若干，均應說明。

(9) 河流水面是否有暴漲之可能？其流速是否迅疾？若然，約在每年何時？

(10) 河流中所載漂流物，是否甚多？

(11) 河床有無改換位置之可能？河底冲刷可達若何程度，應詳加說明。

(12) 查明下列各項材料運達橋址及工資之單價：(a) 洋灰每袋或每桶單價，(b) 碎石及礫石，每方單價（即每立方公尺單價），(c) 頭等石料，每方單價，(d) 砂（潔淨，尖銳，粗粒），每方單價，(e) 鋼料（由水道或陸路，或鐵路）運費，每公斤或每公噸單價，(f) 橋面所用木料，每方或每千木尺單價，(g) 交手 (Falsework) 所用木料，每方或每千木尺單價，(h) 交手所用木樁，每公尺單價，(i) 各項工人每日工資，(j) 注射木料，每方單價。

(13) 橋址上下游各一公里間之平面圖，圖中標示比例尺。（其在無關重要的河流，或不能通航的河流，此項平面圖或不需要。）

(14) 橋上線路為直線，抑為曲線。如係曲線應標示其曲度，或曲度半徑，曲線兩端有無緩和曲線，連同各該曲線之起訖點，均應標示。

(15) 橋的中線與河流正交或斜交，如係斜交，應繪一草圖，標示其交角之大小。

(16) 橋址上游之流域面積 (Drainage Area)，若業經測定或估算，應標示之。並應說明其流域的性質，（例如長度，寬度，坡度，土壤性質，有無樹林，居民是否稠密，降雨量或降雪量等等）。俾設計人得由

是而決定應採用何種常數，藉以估計最大流量。如不能取得此等資料，應標示由實測或估計所得洪水時期之水流截面及流速。

(17) 若係能通航的河流，且須建築一個較低的橋梁，則必採用某種可開橋。為便於選擇其型式起見，應標示下開各項：(a) 是否可以採用中央樞軸橋墩 (Center Pivot Pier)? 如屬可能，該墩與兩端橋墩之間，需要淨寬若干? (b) 如不能採用中央樞軸橋墩，則或須改用豎昇橋 (Lift Bridge)，應標示此項開橋兩端橋墩間，需要淨寬若干，此項寬度之丈量，應與河流方向相正交。(c) 為便利船隻通過起見，橋下應留淨高若干? (d) 開通旋橋，或昇舉豎昇橋至達所需高度，至少需時若干? (e) 運用可開橋孔所需電力，能否由現有之發電廠供給之，其電費是否不甚昂貴? (f) 此項可開橋孔，在二十四小時內，至多約須開啓若干次? (g) 各個碼頭的位置及高度，應明白標示於平面圖及剖面圖。此等碼頭與橋的中線所成之角度，以及與所留航道所成之角度，均應明白標示於圖中。

(18) 除上開各項外，如尚有其他資料，對於橋梁設計，可供參考者，宜儘量搜集之。

如係鋼架橋 (Steel Trestle Bridge)，旱橋 (Viaduct) 或高架鐵路橋 (Elevated Railroad)，應準備下列各項資料：

(1) 該橋中線的剖面圖，圖中應標示縱橫比例尺，並標示：(a) 地面高度，(b) 岩石（有則標示之），及其上面的地層。（詳述土壤性質，並標示其承托耐力之約值）。(c) 橋上線路的高度（即軌底或軌頂的高度），如橋上線路居於曲線上，而坡度為之折減，應標示其折減率。(d) 橋端引進路之種類。(e) 每隔十公尺或十五公尺，測繪地面之橫剖面圖，此項剖面圖在該橋中線左右兩方，各延展至少達十公尺。如在崎嶇不平地區，並應繪製一個同高線平面圖 (Contour Map)，其中各同高線之高低間隔，應為 0.5 至 1.5 公尺。(f) 如有最高水位，應標示之。

(2) 關於下開各項，有無限制：(a) 支座 (Pedestal) 及橋台的位置，

(b)橋孔長度，(c)橋下應留淨空，(d)可否採用縱聯結架(Longitudinal Bracing)，如可採用，有何限制？(e)可否採用橫向的豎聯結架(Transverse Sway-Bracing)，使之下達地面？抑或橋下必須留有縱向的淨空，使不阻礙橋下之運轉工作。

(3) 橋上的軌道數，及其中心距與軌距；又橋上是否兼荷公路；如有公路，應說明其種類。

(4) 橋面的型式，例如木質，鋼筋混凝土，彎曲鋼板(Buckled Plates)，或於彎曲鋼板上舖有瀝青及混凝土。應繪具草圖，標示橋面之佈置。

(5) 如須有人行道，應標示其寬度。

(6) 活荷重。(見上)

(7) 各項材料及工資單價。(見上)

(8) 平面圖，標示線路曲度(或曲度半徑，有則示之)斜交角度。緩和曲線，曲線起訖點等。

(9) 如該橋在城市中，應標示其所跨越或與之有關聯的街道，小巷，房基線，道牙(Curbs)等等。並應標示排架中各立柱應居之位置，(例如在馬路中，或在人行道上靠近道牙之處)，凡有特殊情形之處，均應確切標示其位置。

(10) 如須跨越軌道或其他障礙物，應確切標示其位置；並應說明其所需之垂直的及橫平的淨空。

(11) 平面圖及剖面圖上，均應標示鋼架橋之起訖點。

(12) 除上開各項外，如尚有其他資料，對於橋梁設計，可供參考者，宜儘量搜集之。

6. 選擇橋址 較小橋涵之位置，決定於其兩方線路之位置。其在大橋，則須經詳測並研究各項物質條件，然後決定其橋址。大抵選定橋址，應充分考慮下開各項：

(1) 河床的永久性：舉凡河底之冲刷，河身因泥沙淤積而改道，以

及用何方法約束河身，穩定河底等等，均應考慮及之。

(2) 河床窄狹：河窄則橋短，此其優點也。

(3) 平均水深較大，（對於最大水深而言）：如是則流水截面具有較大效率，洪水時之沖刷的可能性較小。

(4) 河床直而不曲，延長達數公里：此節在可開橋尤為重要，蓋河身直，則行近橋梁之船隻，不易撞擊橋墩或橋台也。

(5) 河中並無沙洲島嶼或其他障礙物：橋身上游若有此等障礙物，則水流改向，發生漩渦，或沖墩基，或沖河岸，皆可造成危險；無之則可免此患。

(6) 距離河身屈折處較遠：河身上游若有尖銳屈折，則水流改向，直沖對岸，必須妥為保護，否則有沖毀橋台後身之可能；若此等尖銳曲折，距橋較遠，則可免此患。

(7) 兩岸高峻：如是則可減少橋端引進路之建築費，並可約束河身，不至易於改道。

(8) 線路與河流中軸相正交：若不正交，則橋身及橋墩均加長，且須採用斜梁 (Skewed Spans)，此數者均將增大建築費。（墩身位置，大抵應與水流平行，以便減少水流之障礙，且可便利航行）。

(9) 橋端引進路及橋上均無曲線：兩端引進路最好均居於直線上，而不居於曲線上，如是則列車行近該橋時，其乘務員工得以縱目遠矚，如有障礙，即可及早應付，免在橋上發生脫軌事故。

(10) 橋上線路不低於兩端引進路：蓋若橋上線路較低，則列車由下坡道駛行上橋，橋身所受活荷重，將增大其影響；反之則不然。

(11) 經濟條件：其中包括下列各項，(a)墩基的深度，(b)橋墩橋台下面所須挖掘的土石材料，(c)基礎材料的性質，(d)洪水時水流的沖擊力，(e)橋墩的高度，(f)保護工程的建築費及維持費。

7. 預測 若上述各項資料，不能由現有圖籍中獲得，自應作一較為詳盡之預測，藉以搜集所需資料，供選定橋址之用。此外並須按照

下節所述，實地鑽探地質，並測量水深。此項預測，應切實調查歷年最高水位及最大流量（如屬可能）。如能將橋址上游之流域面積，連同該流域的各項物質條件（例如流域的長度，寬度，坡度，土壤性質，有無樹林，居民密度，降雨量，降雪量，風速，風向，風力，氣溫，濕度等等）一併測量調查清楚，則更善矣。

8. 探察地質 除挖掘試驗坑 (Test Pits) 及用實心鐵桿插入地下 (Driving Sounding Rods) 以外，探察地質可採用下述三法之一，或兼用二法或三法。計(a)為螺鑽法 (Auger Boring)，(b)為水沖法 (Wash Boring)，(c)為採取心塊法 (Core Drilling)。茲擇要分述如下：

(a) 螺鑽法 此法用一個螺旋形的鑽，銲接於鐵桿或鐵管之下端，懸於三角架及起重設備之下，（與挖掘洋井所用者相似）。用人力轉動此鑽，使之深入土中，並隨時拔出之，考察其螺紋上所粘附之土質，同時並紀錄其深度。此法適用於含有粘土之土壤 (Clayey Soils)，其深度可達 15 至 20 公尺。

若所經地層為砂，礫石，或易於塌陷之濕的土壤，則必先栽入較大之外管，該管之內徑，應使所用螺鑽，及與之相聯結的鐵桿或鐵管，易於插入或拔出。外管之底，須備有削尖的邊緣 (Beveled Cutting Edge)，俾易於陷入土中；其上端外面須有螺紋，俾可用一個短套管與他管相接而延長之，此項外管每節長約 2 公尺。管內螺鑽深入一公尺左右，可拔出之而考察其土樣，乃旋轉外管使深入一公尺左右，再插入螺鑽，繼續深入，如是更迭進行，至達所欲測之深度而後已。

如所探察之深度，不過 1.5 至 2 公尺，可採用栽桿掘孔螺鑽 (Post Hole Auger)，其徑頗大，約為 15 公分。若將此鑽銲接於鐵管之下端，並於其上端，再以螺紋與他管相聯接，亦可下探至相當深度，但不用外管耳。

(b) 水沖法 此法之大概，係用內外兩管，內管套入外管之中，其間留有餘空，不相接觸，內管之頂端，與唧水機相聯結。其底端裝有十

字形硬鋼鑽鑿工具；在附近該工具底部處，鑽有四孔，俾內管中之水，易於流出。內管頂底之間，可用螺紋及套管，將若干節之管，相互聯接以延長之。外管與螺鑽法所用者略同，但兩管相接處可用套管，或不用套管。若外管用套管聯結，則因管外阻力太大，或須用力錘打，使之深入土中。尋常多用旋轉法，使外管下沉，如是，則不應用套管（因管周摩擦阻力太大）而應將外管兩端的內面，刻成方形螺紋，另以特備的堅固的螺紋聯結管（Coupling），將上下兩管妥為聯結，務使密切配合，確能抵抗外力。此項外管之一端，須刻有陽螺紋，其另一端則刻有陰螺紋，至其最下的一管，則底端不備螺紋，頂端備有陰螺紋。管端接觸面必須切成平面，琢磨平坦，俾接觸得以完善。外管內徑大抵為6至8公分，長約為2.5公尺，內管內徑大抵為2.5公分，長亦約為2.5公尺。此外須備有三角架，起重設備，旋轉管身設備，唧水機，活動聯結管（聯結唧水機與內管之頂），錘打外管設備等等，（關於此項設備清單，可參閱下開文獻）。

施工之時，依照開鑿洋井辦法，將內管提起15至30公分，再任其落下，使管底之鑽鑿工具，撞擊入土；同時用人力旋轉內管約達90度；並由唧水機送水至內管底，由管底四孔流出，沖動土質，沿內外兩管間之空隙，逆流上昇，至外管頂，漫溢四散。如將此項流出之水土混合物，濾去其水，所餘土質，即內管底部土壤的標本，應按照其深度，逐層保存，以供研究參考之用。

若底部土壤為易於塌陷之砂或礫石，致內管不易下降，可將該管提起，使其底與外管底齊平或略高，乃用上述之法旋轉外管（或用力錘打之），使之深入土中約二三公尺，然後繼續使內管下降。其在極為不利的處所，或須使內外管同時下降。

如遇有漂石（Boulder），應改用下開鑿石之法，鑿成炮眼，裝入炸藥，將此石炸碎，然後繼續上述之水沖法。

如鑽孔較淺，可用一個或兩個方頭平底之船，或以竹木構成之筏。