

標 準 貫 入 試 驗

南京水利實驗處S_b004—53

標準貫入試驗

南京水利實驗處 Sb004—53

1. 概說
2. 一般鑽孔方法
3. 南京水利實驗處標準貫入試驗設備
4. 試驗步驟
5. 試驗進行過程中的幾個基本操作方法
6. 土樣的封閉、包裝、保藏及運輸
7. 鑽探報告

附 錄 標準貫入試驗的錘擊數和地基許可載重量的關係

§ 1 概 說

標準貫入試驗是深層地基土壤鑽探方法的一種。試驗的方法是在進行鑽孔的過程中，用一個有規定形式的簡單取土器，名稱叫做標準貫入器（第6圖），以63.5公斤的落錘，在76公分落高下，將其打入鑽孔時所遇各土層中，記錄每擊入土中30公分所需的錘擊數 N 。這個錘擊數 N 的大小，代表了各該土層對於貫入器的抗阻力，因此亦反映了該層土壤與地基載重量有關的某些特性。這種方法雖不若測深試驗簡單，但可獲得比測深試驗較可靠的資料；雖不若採取深層不擾動土樣供試驗室試驗，可以獲得更可靠的資料，但此法比較簡單。對於砂性土壤，因為用深層不擾動土樣採取法仍不易取得它們的不擾動土樣，僅有應用此法和測深試驗，才可以間接測得砂性土壤的重要特性——緊密度。此外這種方法同時可以附帶取得稍具原狀性能的貫入土樣，供試驗室作物理性質試驗和一般的簡單工程性質試驗，使其所佔的許可載重量更較可靠。所以此法為目前存在着的各種深層鑽探方法中最適用的方法。如果與測深試驗聯合應用，更可提高工作效率，節省很多的時間和經費。

地基鑽孔的間距與深度，都須隨建築物的大小、重量和佈置以及地層剖面而異。具有一定長度、寬度、砌置深度及荷重的基礎以下的地基土壤，它的受壓層（即對基礎的沉陷有顯著影響的部分土壤）的範圍，可以預先估計的。如 σ_z' 為在地基中某點的土壤自身有效壓力， σ_z 為建築物的荷重在地基中某點上所產生的垂直應力，那麼就可以假定地基中凡是 σ_z/σ_z' 之值大於0.2的地區，就是屬於受壓層的範圍以內。在這個範圍內的土層（土壤），就應該用適當的鑽探方法來詳細勘測。但為了避免鑽很多的孔，做很多的試驗，使時間和經費兩遭損失，甚至延緩了工程的開工，最適當的方法是將標準貫入試驗配以測深試驗一併使用。其法先在幾個適當地點舉行測深試驗，如果諸測深試驗的貫入曲線（擊數與深度的關係曲線）大致彼此相似，則土壤的剖面是規則的，僅須在測深試驗的貫入曲線上各測點的各別有效平均貫入擊數和諸測點擊數平均值有最大差異的幾個地點附近鑽孔，進行標準貫入試驗（計算平均貫入擊數的方法應按土層分段求其平均值）。如工程地址的地質或地面顯示地層有不連續的可能，或存在着可壓縮性土層時，如低窪地等，則亦先舉行測深試驗。當測深試驗指示該地確實存在可壓縮層時，再於該地鑽孔，進行標準貫入試驗，決定其所含之土壤為鬆砂或軟粘土。這就可以大大地減少鑽孔的數目。如果測深試驗的貫入曲線的形狀彼此相差很大，或完全不相似，則土壤剖面是不規則的，應於原有

測深地點之間，加作許多測深試驗，直至相臨兩地點的試驗資料對於受壓層中細粒土壤與粗粒土壤之間，以及鬆土與緊土之間的邊界的一般形狀和趨勢足以完全了解無疑時為止。此後除了在需要決定界於不同的許多不連續面之間的土壤種類，及需要決定阻力特別大的和阻力小的土壤是砂還是粘土的這種地點鑽孔外，其他的地點不須鑽孔。這樣就可以更大大地減少了鑽孔數目。要特別說明的，在做測深試驗和標準貫入試驗時，應該有數點鑽測至受壓範圍以外，以便發現該處是否仍有軟土層存在。

習慣上，對於房屋地基大致每 250 平方公尺須鑽一孔，對於隧道、土壩、擋土牆等條形工程鑽孔的間距最好不超過 30 公尺。然而這種孔距數字，對於剖面規則的地基土壤則太小；對於剖面不規則的土壤則太大，所以僅提出作為參考。鑽孔的深度習慣上要求不小於最大基礎寬度的 1.0 或 1.5 倍。像擋土牆一類條形地基的鑽探深度，也不宜小於牆的高度。但在沒有粘土或軟泥沙土層的沙土地基，可以無須超過 7 至 10 公尺，因為沙土的壓縮性是愈深愈小的。如果地基深處有壓縮性很大的軟黏土，那麼即使它是在計算假定的受壓層外，對於沉陷也能產生很大的影響，因此它的存在與否必須用鑽探方法去肯定。這種對於地基受力後所生之沉陷量有顯著影響的地基深度，通常稱為有效深度。其值一般為基礎寬度的 1 至 2 倍，如土層隨深度而變軟，其值常增至基礎寬度的數倍。

§ 2 一般鑽孔方法

深層地基土壤鑽探的一般鑽孔方法，係用適宜於各種土壤性質的各種方法和工具，自地面向下鑽孔，並用適宜的取土器採取鑽孔過程中所遇各層土壤的土樣。常用的鑽孔法有四種。

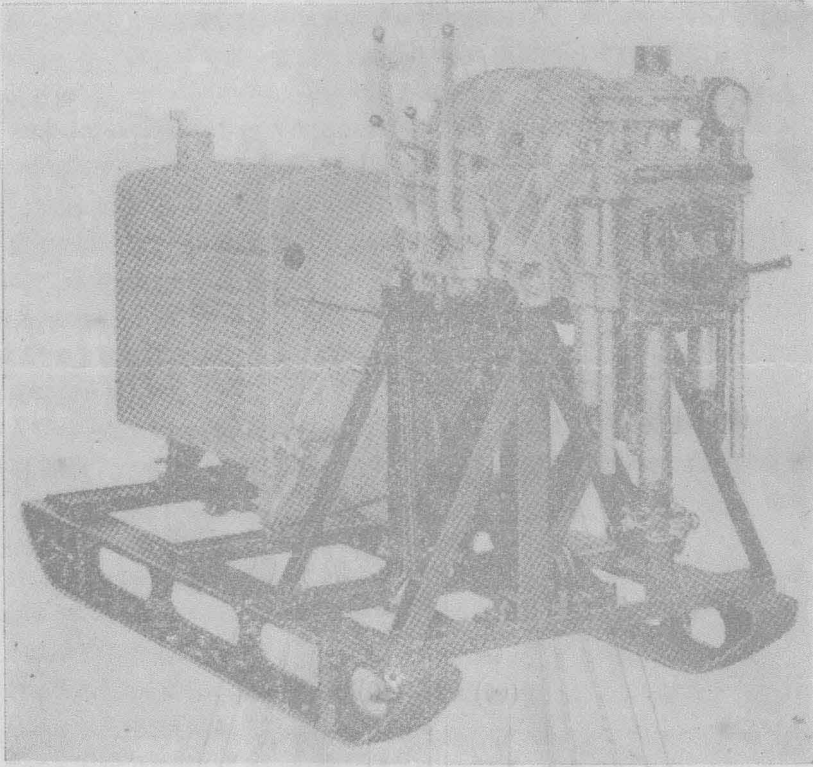
1 沖洗鑽孔法 這種方法係將鑽頭（第 3 圖 A 及 B）裝於鑽桿（又名沖洗管）下端，伸至孔底，用人力或竹弓的力量（第 3 圖 D）上下拉動，每當鑽頭搗入土中時，操縱者即向順時針方向用力扭轉把手，掘鬆土壤，同時並開動抽水機，經鑽桿輸入高壓水流，將已搗鬆的土壤，隨水流經鑽桿與套管之間的空隙，回流至迴水盆內，如是不斷進行，使孔深逐漸加深。這種方法是最便宜、最便利的鑽孔方法，現今鑽探地基土壤時，差不多都用這種鑽孔方法。鑽孔時設備的裝置見第 4 圖。

2 鑿井鑽孔法 鑿井鑽孔法有土法鑿井和機械鑿井兩種。土法鑿井鑽孔係將搗土汲泥筒（第 3 圖 C）裝於竹片下端，伸至孔底，藉竹弓的力量，上下拉動搗土汲泥筒，搗鬆土壤，同時，自孔口倒入少量粘土水，將鬆土搗成泥漿，汲入筒內拔出。此法最適用於水源困難的地方。鑽孔的深度如超過 20 公尺，拔出搗土汲泥筒時，可以用大輪將竹片繞於其上拔出之。

機械鑿井鑽孔的原理與土法鑿井法同，不過前者利用人力；後者利用機械力量而已。它的優點除了上面所講的用水量少外，是自動化、衝擊力大、效率高，利用鑽頭時，可以衝過卵石層。缺點是機械龐大而笨重，不易運輸，以及孔底以下的土壤結構易被衝壞，影響標準貫入試驗的結果和所採土樣的性能。故應用此法鑽孔，須特別注意因勢制宜。

3 旋轉沖洗鑽孔法 旋轉沖洗鑽孔法即通常所稱的岩心鑽探鑽孔法，係用機械力量旋轉鑽桿，並適當的在鑽桿上端加壓力，使鑽頭伸入土中掘鬆土壤，同時輸入高壓水流，沖出碎土。此法的優點是效力很高；它的缺點是需要充足的水量，但若應用沖洗鑽孔法的裝置加以改裝，使沖洗水回流到迴水盆內，反覆使用，此缺點即可消除。至於它的配備，如果所用的鑽探機為內燃機，見第 1 圖，也是不重而便於運輸的。此外由於很硬的粘土和很硬的緊砂土以及雜有卵石的土壤，必須用旋轉式取土器，才能取得它們的不擾動土樣（參見“深層不擾動土樣的採取”一篇），所以應用此法鑽孔不獨效率很高，而且可以兼籌並顧。因此在物質條件許可的情況下，這種鑽孔法的原理應廣為採用。

4 土鑽鑽孔法 這種方法係用土鑽鑽孔內的土壤，使孔加深，它的使用方法可參見“取土鑽鑽孔中土樣的採取”和“深層不擾動土樣的採取”兩篇。這種方法的最大優點是備配簡單、便於操作以及可以觀察土鑽螺旋中帶出來的土壤，正確的了解地層變化的情形，這是上述三法皆難以做到的；它的缺點是工作進度緩慢，對於地下水位以下的砂土常不能取出。



第1圖 岩心鑽探機

不論應用何種方法鑽孔，爲了工作的便利，防止孔壁的傾塌和保護鑽桿使不致因錘擊而彎曲或折斷，鑽孔開始後即應隨時打入套管。打入的方法和所用的工具以及套管的厚度，長度及其構造，各種鑽孔法都是不盡相同的，關於這些，這裏不擬敘述。所要指明的，各種不同的鑽孔法，所用的套管、及將其打入鑽中的工具，不盡適宜於地基土壤的鑽探。所以選擇鑽孔工具時不僅要根據實際情況來決定，且某鑽孔法決定後，購置設備時，不宜把它的全部設備買回來，忽略了這一點必將造成浪費。

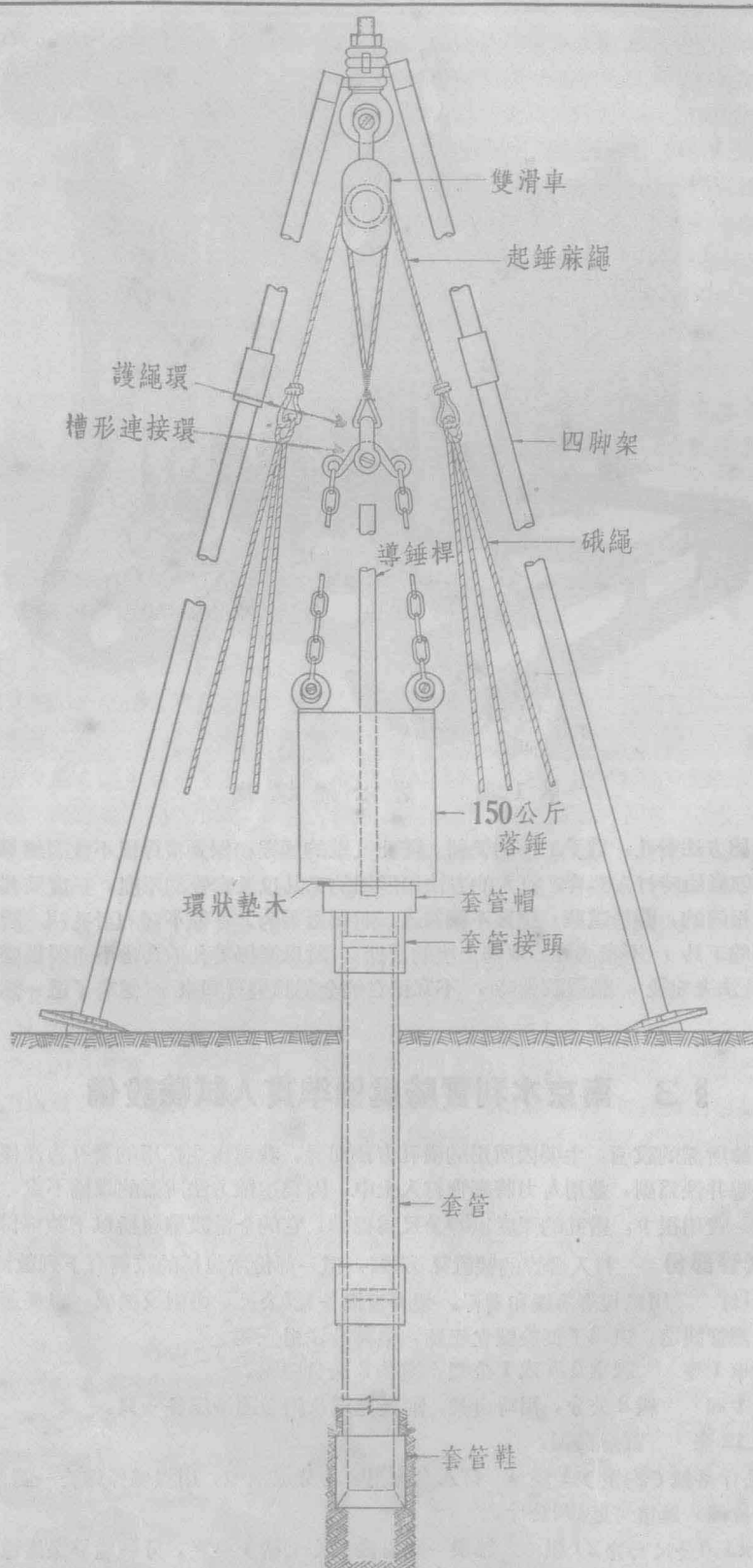
§3 南京水利實驗處標準貫入試驗設備

標準貫入試驗所需的設備，主要因所用的鑽孔方法而異。我處現在採用的鑽孔方法係以沖洗鑽孔法爲主，以土法鑿井法爲副，並用人力將套管打入土中，因爲這種方法所需的設備不重，便利運輸，且操作方法簡單，費用很少。鑽孔的深度以50公尺爲標準，它的全部設備包括以下數部份。

1 打入套管部份

打入套管的裝置見第2圖，這一部份所包括的設備有下列數種：

- (1) 錘架1付 用以起落落錘和費桿。架脚四根各長7公尺，由兩段接成，以便運輸，架脚材料通常用 $1\frac{1}{2}$ 吋鐵管製造。但爲了便於豎立起見，架脚最好用三根。
- (2) 雙滑車1隻 載重0.5或1公噸，能跨2公分繩索。
- (3) 錘繩1捆 粗2公分，用時自截，附護繩環及槽形連接環各一只。
- (4) 截繩12條 買麻自編。
- (5) 150公斤落錘(約重)1隻 打入套管用，可分成兩塊，用螺絲悍鉗於一體，以便搬運。如用機械力量拉錘，錘重可達400公斤。
- (6) 4"φ×1.5公尺套管21根 每根一端有接頭(束結)一隻，另一端加保護螺絲紋的螺絲



第2圖 打入套管裝置

帽一隻。管料一般規定用超級黑厚鋼管或熟鐵管製造，但亦有用普通厚度的管子製造的。管端螺絲紋需用粗方牙或梯形牙，車裝時務必一致且有傾斜度。接頭須用內凹式，以便將管子的螺絲根包入其中，增加管子的強度。

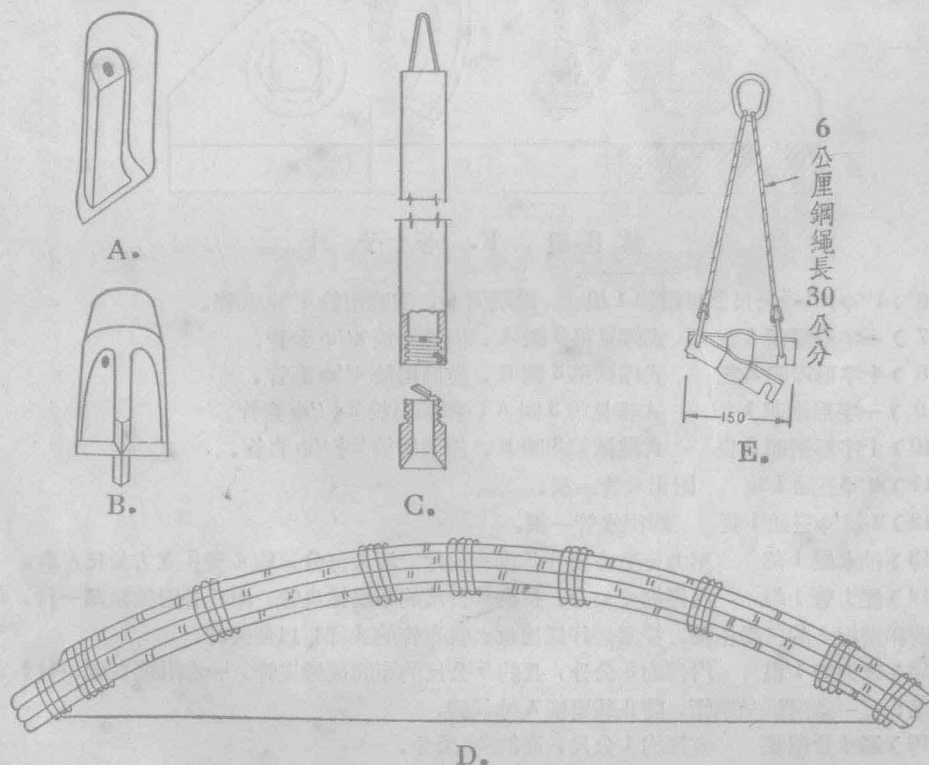
- (7) 4" ϕ $\times$ 0.5公尺套管 2 根 說明同上。
- (8) 2½" ϕ $\times$ 1.5公尺套管 40 根 說明同上。
- (9) 2½" ϕ $\times$ 0.5公尺套管 2 根 說明同上。
- (10) 4" ϕ 套管帽 1 隻 附導錘桿兩根，環狀墊木兩塊。
- (11) 2½" ϕ 套管帽 1 隻 說明同上。
- (12) 4" ϕ 套管鞋 1 隻
- (13) 2½" ϕ 套管鞋 1 隻
- (14) 攜管架 4 付
- (15) 人字梯 1 隻 長約 1.5 公尺。

2 洗孔部份 洗孔部份的裝置見第 3 圖及第 4 圖，這一部份所包括的設備有下列數種：

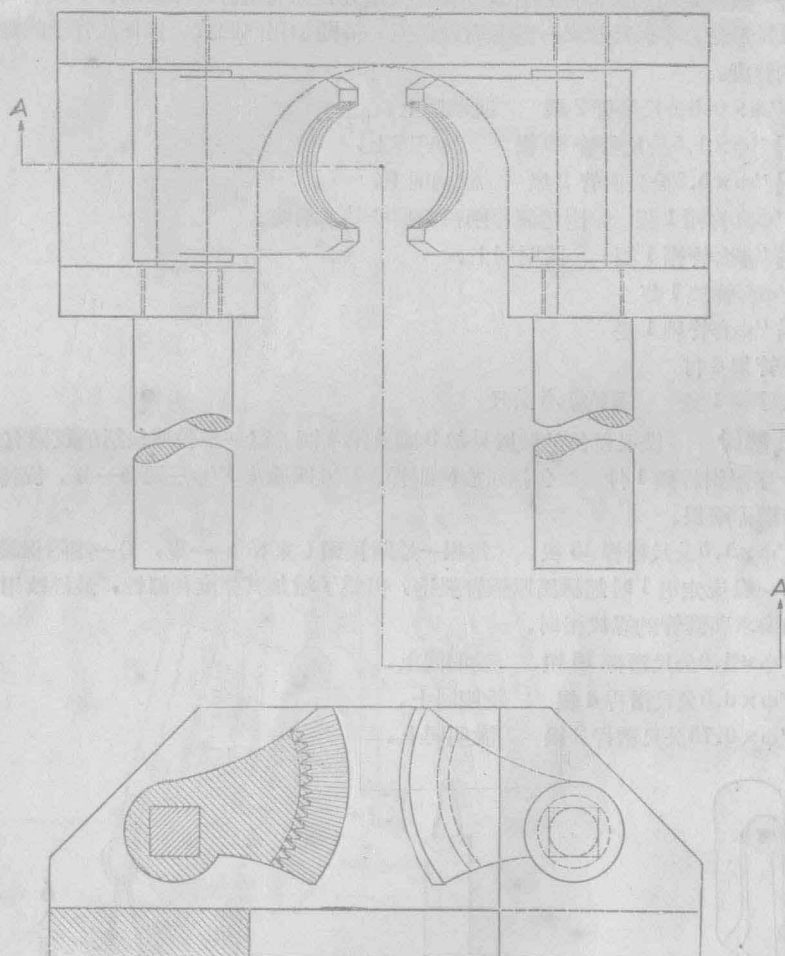
(1) 十字形鑽桿頭 1 付 包括可旋轉眼桿、1" ϕ 四通及 1" ϕ 三通各一隻、旋轉把手一根及與三通相接之短鑽桿兩根。

(2) 1" ϕ $\times$ 1.5公尺鑽桿 15 根 每根一端附接頭（束結）一隻，另一端附保護螺絲紋的螺絲帽一隻。管料一般規定用 1 吋超級黑厚鋼管製造，但爲了增加其強度和韌性，最好改用 1¼" 的厚熟鐵管。螺絲紋的要求與套管的螺紋相同。

- (3) 1" ϕ $\times$ 3.0公尺鑽桿 15 根 說明同上。
- (4) 1" ϕ $\times$ 0.5公尺鑽桿 4 根 說明同上。
- (5) 1" ϕ $\times$ 0.75公尺鑽桿 2 根 說明同上。



第 3 圖 A. 一字形鑽頭 B. 十字形鑽頭 C. 攜土汲泥筒 D. 竹弓 E. 吊管夾板



第3圖 F. 管子卡

(6) 1"φ×1.5公尺加重鑽桿1根 說明同上。僅適用於4"φ套管。

(7) 一字形鑽頭1隻 式樣見第3圖A。僅適用於4"φ套管。

(8) 十字形鑽頭2隻 式樣見第3圖B。僅適用於4"φ套管。

(9) 一字形鑽頭1隻 式樣見第3圖A。僅適用於2½"φ套管。

(10) 十字形鑽頭2隻 式樣見第3圖B。僅適用於2½"φ套管。

(11) 4"φ三通1隻 附出水管一根。

(12) 2½"φ三通1隻 附出水管一根。

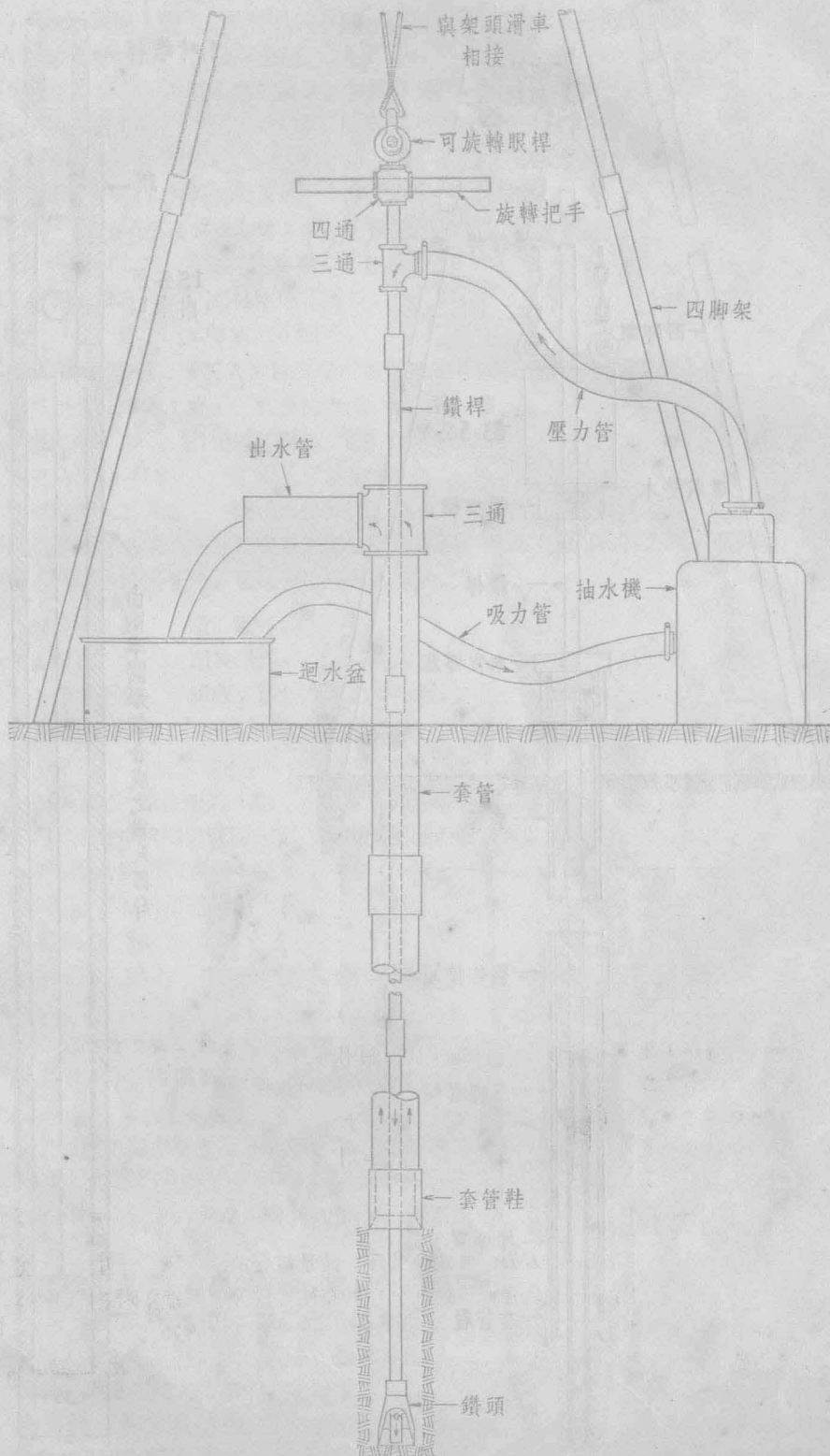
(13) 抽水機1部 壓力每平方公分3或4公斤，流量每分鐘約4至5立方公尺左右。

(14) 壓力管1根 內徑約4公分，長約6公尺的布筋橡皮管，兩端各附連接頭一付，可分別與抽水機和鑽桿上的三通相接。接頭最好採用救火帆布管的式樣，以便裝卸。

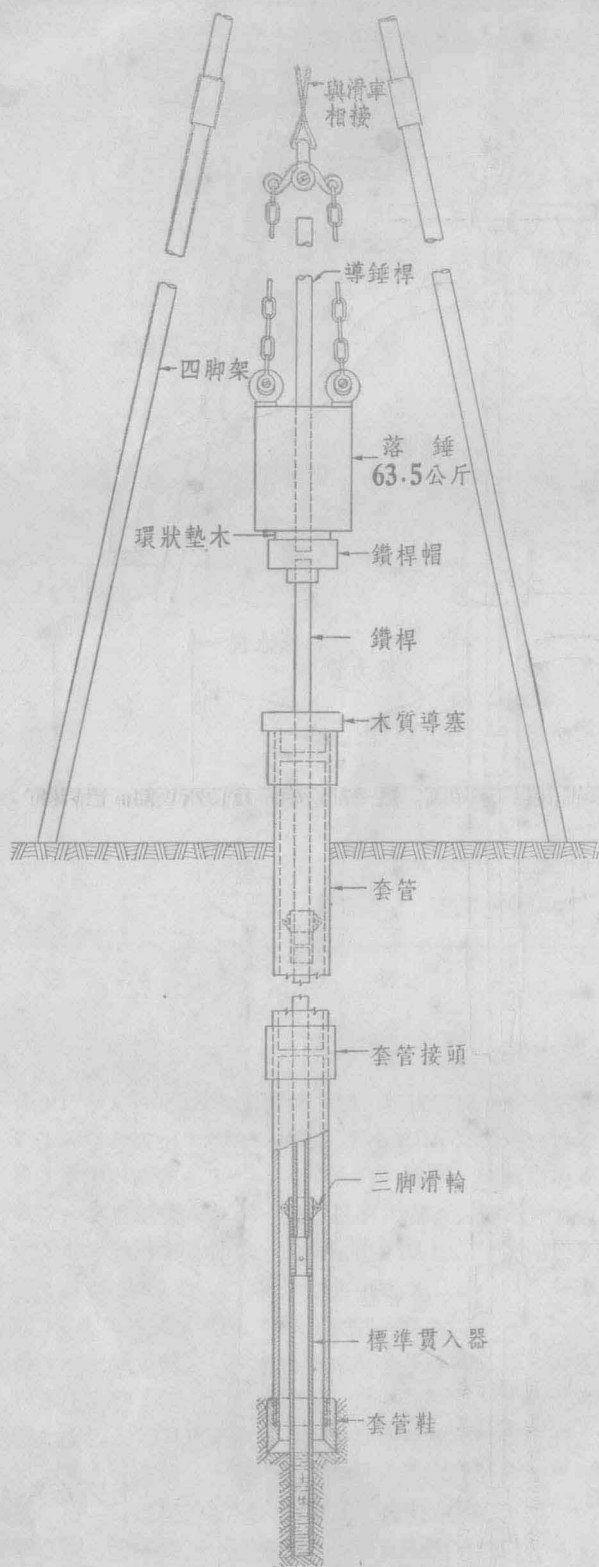
(15) 吸力管1根 內徑約5公分，長約5公尺的布筋硬橡皮管，一端附連接頭一付，可與抽水機相接；另一端附鐵絲網帽，防止雜質進入抽氣機。

(16) 迴水盆兩隻 直徑約1公尺，高約30公分。

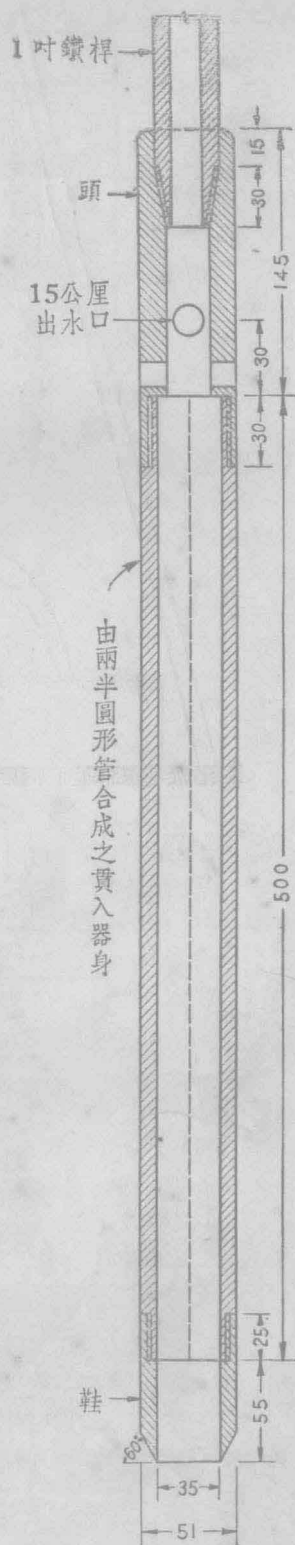
(17) 攪土淤泥筒1隻 式樣見第3圖C。用於4"φ套管，長約3公尺，須用特厚鋼管製造，使其具有相當重量。



第 4 圖 沖洗鑽孔法裝置



第5圖 標準貫入試驗裝置



第6圖 標準貫入器

(18) 搗土汲泥筒 1 隻 式樣見第 3 圖 C。用於 $2\frac{1}{2}$ " 套管，長約 3 公尺。

(19) 鋼絲繩 60 公尺 粗 6 公厘。

(20) 竹弓 1 隻 式樣見第 3 圖 D。長約 5 公尺，買竹自扎。

(21) 小抽水機 1 部 進水口 1" 吋，用以從遠處吸來沖洗水。

(22) 1" ϕ 硬橡皮管 2 根 每根長約 15 公尺，用於 1" ϕ 抽水機。

(23) 4" ϕ $\times$ 0.5 公尺升降套管 1 根 僅適用於 4" ϕ 套管。

(24) $2\frac{1}{2}$ " ϕ $\times$ 0.5 公尺升降套管 1 根 僅適用於 $2\frac{1}{2}$ " ϕ 套管。

(25) 鑽桿眼桿 1 根 與升降套管一併使用。

(26) 吊管夾板 1 付 式樣見第 3 圖 E。

(27) 管子卡 1 隻 式樣見第 3 圖 F。

3 貫入試驗部份 貫入試驗部份的裝置見第 5 圖。這部份包括下列各件：

(1) 63.5 公斤落錘 1 隻 重量須準確。

(2) 鑽桿帽 1 隻 附導錘桿兩根，環狀墊木兩塊。

(3) 三足滑輪 30 隻 僅用於 4" ϕ 套管。

(4) 標準貫入器 3 隻 構造見第 6 圖。係由貫入器頭、貫入器身和貫入器鞋三部相接而成。

貫入器身為兩半圓管合成，內外徑與貫入器鞋完全相同，各為 35 公厘和 51 公厘，車製時，此兩尺寸務必準確吻合，且須車得很光滑，否則將影響貫入試驗之擊數。

(5) 固定環 1 隻 用於鑽桿。

(6) 拔管楔 1 隻 用於鑽桿。

(7) 千斤頂兩隻 10 噸，每隻附使力桿一根。

4 拔出套管部份 拔管設備的裝置見第 18 圖。這一部份除千斤頂兩隻前面已經開列外，尚包括下列數件：

(1) 4" ϕ 套管所用拔管筒 4 隻 由兩半圓形管合成。

(2) $2\frac{1}{2}$ " ϕ 套管所用拔管筒 4 隻 由兩半圓形管合成。

(3) 4" ϕ 套管所用拔管楔 1 隻

(4) $2\frac{1}{2}$ " ϕ 套管所用拔管楔 1 隻

5 包裝部份

(1) 半圓錐 1 隻 用以錘出貫入器內土樣，見第 7 圖 A。

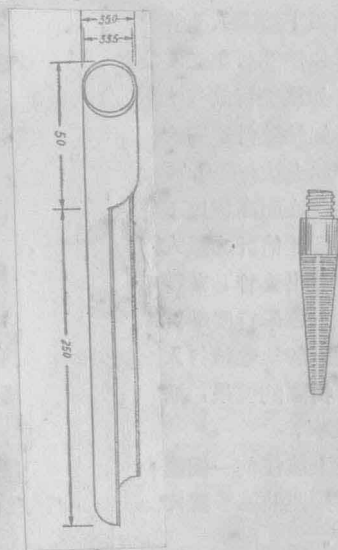
(2) 白鐵筒若干隻（數十乃至數百隻） 見第 19 圖。長約 30 公分，內徑 4 公分。用以裝貫入器內取出之土樣。

(3) 土樣標本盒十餘隻 見第 19 圖。長約 30 公分，寬約 20 公分，高約 8 公分，內中分成若干小格。

此外包括白臘、紅漆、小刀、油紙、毛筆、木箱等。

6 工具和用具 包括 36 吋和 18 吋管子鉗各兩把、36 吋鏈條管子鉗兩把、及撈管工具（見第 7 圖 B）、木工具、金工具、大小扳手、掘土工具、手電筒、馬燈和搬運設備的竹槓子、麻繩等。

7 測量儀器和文具紙張 包括經緯儀、水平儀、各種尺子、鉛筆、墨水、記錄本、土樣登記表、報告紙及複寫紙等。



第 7 圖 A. 半圓錐 B. 撈管工具

§4 試驗步驟

由於土壤的性質複雜，舉行貫入試驗的步驟，應適當地跟着變，才能完成任務。如果作硬性的規定，是不適宜的。所以現在僅根據正常的情况，作一般原則性的規定。

在正常的情况下，進行標準貫入試驗時，係用沖洗鑽孔法鑽孔。鑽孔深度如不超過20至30公尺，採用2½吋套管；超過此數或者土壤特別硬，落錘沒有力量把20公尺的孔打入土中，則須先用4吋套管鑽探上一段孔，再於4吋套管內放入2½吋套管，繼續向下鑽孔，直至達到需要之深度止。至於每一鑽孔中舉行標準貫入試驗的距離，在基礎底面以下相當於估計之最大基礎深度以內的地層，每隔0.75公尺，須做標準貫入試驗一次，過此深度如有效深度內地基土質無顯著變化，可以每隔1.5公尺做標準貫入試驗一次，直至達到有效深度止。根據這種正常情况，茲擬定進行標準貫入試驗的步驟如下：

(1) 於鑽孔地點豎立錘架，定出鑽孔中心，然後測量該點的地面高程。如鑽孔的實際位置與地形圖上原來規劃的位置有出入，須將位置一併測定，繪於鑽探平面圖上。

(2) 打入第一根套管，當套管的上端高出地面約30公分止。

(3) 卸去套管上端的接頭和套管帽，並換裝三通。

(4) 用沖洗鑽孔法洗出套管內土壤。當鑽頭抵達套管鞋下端以下四、十分時停止深入，但仍將鑽頭維持於該高度繼續沖洗若干時間，待洗出之沖洗水中所含之土壤相當，關閉抽水機，並從套管內拔出鑽桿。

(5) 將標準貫入器裝於鑽桿下端，放至孔底，並於鑽桿上端裝好鑽桿於三通上端放入木質導塞，用粉筆在鑽桿上，距離木質導塞上面15公分和45公分處，分別畫出。然後按76公分落高用63.5公斤重的落錘將貫入器打入土中，數貫入器入土15公分後繼續打入土15公分所打之擊數記下。並計算貫入器入土15公分後和入土45公分後貫入器鞋刀口距離地面之深度。

(6) 卸下鑽桿帽，並取出木質導塞，然後自套管內拔出貫入器。

(7) 一部份人拆開貫入器鏟出土樣，加以封閉包裝編以號數並妥為保存。另一部份人再行洗孔，當鑽頭下端深入套管鞋下端以下75公分止。

(8) 如法進行第二次貫入試驗記載貫入擊數，並處理取出之土樣。

(9) 如法進行第三次洗孔，當鑽頭下端深入套管鞋下端以下約150公分止。

(10) 如法進行第三次標準貫入試驗，記載貫入擊數，並處理取出之土樣。

(11) 如上法每隔0.75公尺洗孔一次，並做標準貫入試驗一次，周而復之相間進行，直至鑽孔深度抵達基礎底面高程以下相當於估計之最大基礎深度止。過此深度後，每隔5公尺做標準貫入試驗一次，至抵達估計之最大鑽孔深度止。

(12) 拔出套管，並將一切設備移往另一鑽孔地點，如法舉行貫入試驗。

(13) 上述舉行標準貫入試驗過程中，凡鑽孔之深度超過套管鞋以下1尺時，不論孔壁塌與否，如不塌，鑽桿也沒有不塌，原則上即須繼續打入套管一根，但套管打入土中已有三根或四根後，再打入套管二、三根，以便提高工作效率。

(14) 上述任何一個鑽孔過程中，洗孔時如發現土層有變化時，須立即停止沖洗，並舉行貫入試驗，不可按照前述步驟死板進行。又沖洗過程中，發現沖洗水有損失或增多時，須隨時將情况及鑽孔深度記下。

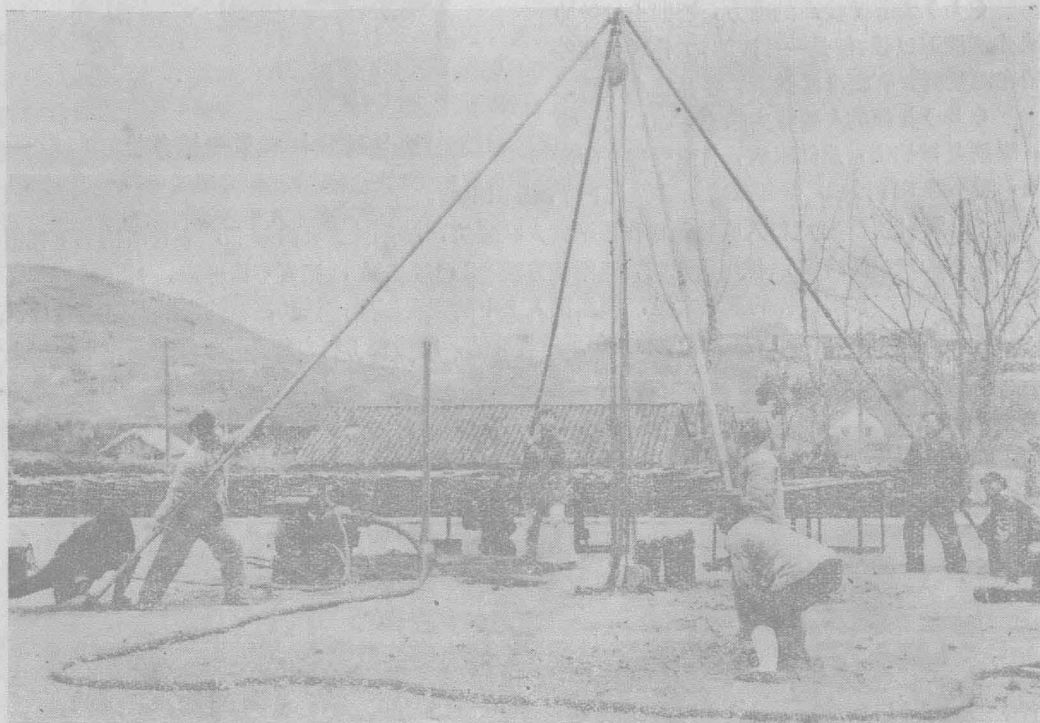
(15) 鑽孔過程中須時常測量地下水水位記下，又每一鑽孔完畢後，隔24小時，須再測量地下水水位一次記下。

(16) 鑽孔時如遇到塊石，須將其深度和岩石的種類記下，並在該孔附近另行鑽孔，將塊石表面的大小形狀測出。

§ 5 試驗進行過程中的幾個基本操作方法

在標準貫入試驗進行的過程中，包括下列六個基本動作：①豎立錘架；②打入套管；③洗孔；④標準貫入試驗；⑤搬移錘架；⑥拔出套管。現把這六種基本動作的操作方法，詳細說明如下：

1 豎立錘架 錘架是四個脚組成的，用以懸掛灌輪及竹弓（竹弓於土壤堅實時用之，平時可不用），供吊落錘及鑽桿之需。豎錘架時，先將架脚在地面上放成十字形，用架頭把四脚連成一體，並於架頭下面掛上滑車，穿進拉錘繩。然後每脚分配二至三人，一人把住底盤向中心推進，二人托直架脚，在指揮者之口號聲下，大家一齊同時用力將其豎起。把住底盤的人，切不可把底盤抬起來，一定要按到地下去，不然整個架子就會向這一方倒下來。指揮者如發現架頭歪曲、架脚扭轉時，應立即適當地方加以糾正。豎架工作訓練一二次即能熟悉，豎架方法見第8圖。



第8圖 豎立錘架

2 打入套管 爲了工作的便利、防止孔壁的傾塌和保護鑽桿使不因錘擊發生彎曲或折斷，鑽孔開始後，應隨即將套管打入土中。打入第一根套管前，須先起落空錘數次，令架脚陷入土中，達到穩固狀態。拉錘的人要把力量分到二脚上去，不要集中一脚，人應盡量靠後。或者說拉錘人的地位，不能隨意前後左右移動。因爲我們用的是雙滑車單打法，所以工作時滑車一定略向一方偏斜，如拉錘人的地位移動過多，套管中心也跟着移動了，這樣套管必然無法打正，套管一歪，孔就鑽不深，沖洗和貫入試驗時都有困難（工地上有句話：上歪一分，下歪一尺）；同時中心變動之後，引錘上下的導桿也容易折斷，蓋錘與導桿間發生摩擦力後，不但錘拉不高，也增加了拉錘人的力量。但是拉錘的人不會了解到這些，起落空錘時覺得太錘不重，人都集中在中心一邊，打套管時，越拉越重，人也自自然然的向後移動了，因此開始時就得向他們講解清楚，讓他們向後靠一些。起落空錘時不要拉得過高，最多離地一尺即可，也不要快，一下一下穩住打。試錘以後，被打的一塊地方，陷下去了，中心有一個小堆（鐵錘中心有一個插入導桿的洞，洞底下的土沒有受打，故凸出一塊），這就是套管的中心。

然後拉高落錘，把下端裝有套管鞋、上端裝有套管帽的第一根套管放在土堆的正中，四個人，面對面，站在十字線的對方，扶正套管，拉錘的人把錘拉的矮矮地，輕輕地打下去。你看我，我看你，把第一根套管正正地打下去，至套管的上端高出地面約 30 公分止。見第 9 圖。

第一根套管打入後，隨着孔深的增加需要增長套管，其法於已打入的套管上端接另一根套管，如法打下去。但套管打入土中有三、四根後，通常就不會再歪，只要略加留意就行。

選擇拉錘地位時，要留心兩點：

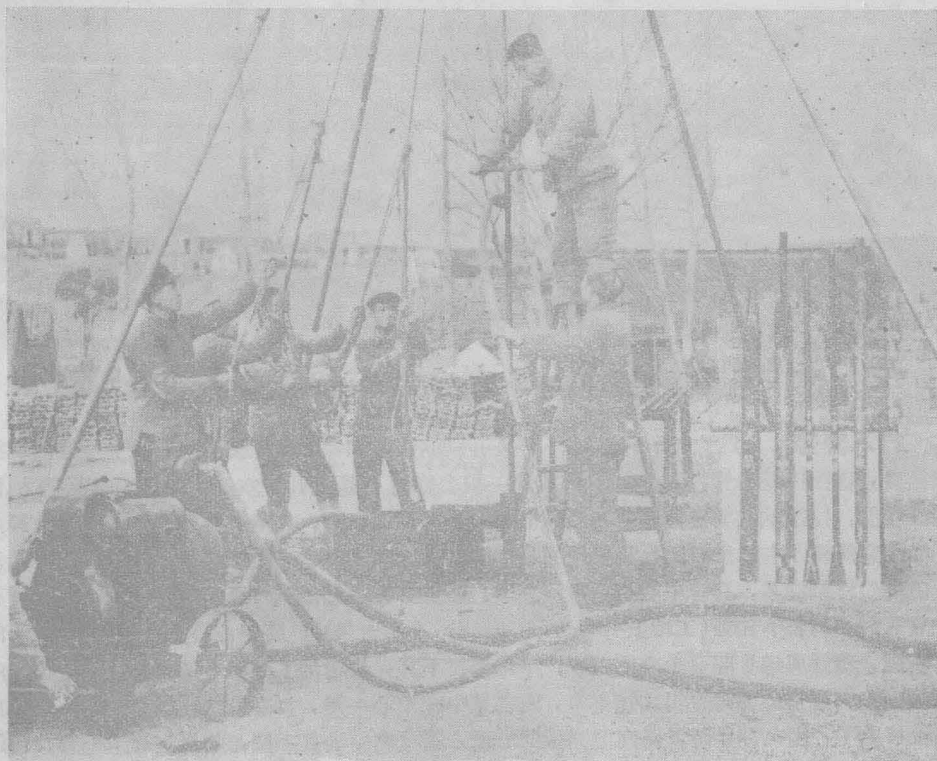
(1) 要選擇較高的地方，否則土壤被沖洗水流潤濕以後，便是一片泥濘，工作者長期停留在泥漿裏，有礙身體健康，容易患水腫脚。

(2) 拉錘的人要背向陽光，面向陽光時，眼睛易被灼傷，患紅眼病，且眼受陽光刺激後，看不清工作目標，錘起落時及鑽桿上下時，易出事故。

3 洗孔 每次打入套管後和作標準貫入試驗前，皆須洗去孔內殘土，正常的情况下採用沖洗法；水源缺少的時候，採用汲泥筒，這兩種方法 § 2 已經述過，這裏不擬再講。沖洗時遇到堅粘土和堅砂土時，常因鑽桿的重量太輕，鑽頭搗入土中的深度極淺，被其掘鬆的土壤很少，致沖洗速度緩慢，遇此情形，須於鑽頭上加裝灌鉛加重鑽桿沖洗。此時爲了省力起見，最好於滑車下面掛上竹



第 9 圖 打入第一根套管



第 10 圖 沖洗鑽孔

弓，用以上下拉動鑽桿，其情形與應用汲泥筒沖洗同，不過每當鑽頭衝入土中時，仍隨即旋轉把手，加速土壤鬆散。見第11圖。

沖洗時須留心注意土層的變化。其法是從鑽頭衝入土中所給予的感覺和觀察沖出來的土壤所生的變化來推斷。這個工作在鑽探過程中，佔着很重要的地位，如果作得好的話，可以減少作貫入試驗的次數，縮短工作時間。可是要正確地判斷地層是否有了變化，不是一樁簡單的事，大半依賴工作者的經驗。當沖洗水流入迴水盆內，川流不息，循環使用時，要從觀察沖出來的土壤，推斷土層的變化，幾乎不可能，所以在可能範圍內，應儘量利用清水沖洗。換句話說就是不讓沖出來的水，再吸進抽水機沖出來，這樣才可正確的看出土層的變化。如果水源很遠，可以挖兩個2公尺見方，2公尺深的坑，把水儲起來輪流使用。

沖洗時發現沖洗水有漏失現象或增加現象時，須停止沖洗，並將所遇土層之高程及沖洗變化的情形記下。

鑽孔過程中遇到流沙時，沖洗工作一經停止，已沖成之孔立即傾塌將孔填滿，遇此情形，須採用邊沖邊打法，即於沖洗的同時打入套管予以保護，邊沖邊打法的裝置見第12圖。

進行邊沖邊打所應注意者，鑽桿之底端和套管的底端必須保持一相當的距離，如圖上之“a”。此距離視沙粒之粗細隨時調整之，如“a”距過小，出水口易被沙埋沒；“a”距過大，沖力減小，沙就沖不出來。因此在套管的頂端要加一升降筒，以便隨時調節“a”之距離。

在工程進行中，如發現出水量突然減少或鑽桿把手脫離升降筒之固定位置而上升時，應立刻停止錘打（因這是表示沙粒已進入套管，而鉗管已被埋沒之特殊現象），並拉高鑽桿，調節“a”距，待一切恢復正常後，再繼續錘打。

上卸鑽桿，也是沖洗工作中的一件重要事情。因錘架高度有限，不能將鑽桿一次放入或全部提出來，故必須按錘架的有效高度，在一次可能提上的範圍內，分段接長或卸開。我處現用的架子如果豎得不太斜，可以三根一齊上卸，但是這樣長的管子操作時如不小心，容易使鑽桿在接頭處發生彎曲，



第11圖A 竹弓沖洗鑽孔



B 搗土汲泥筒鑽孔

所以最好以兩根一段為原則。裝鑽桿時，已經進入套管的鑽桿係用放在套管上端的管子卡夾緊，懸空吊在套管內。擬接上來的另一段鑽桿，係用吊管夾板扣住它的上端用滑車吊起來，與下面的管子相接。管子接好後，先放鬆管子卡，然後放鬆滑車的繩子，把加接的一段鑽桿降入套管內，待鑽桿的上端距套管口約20公分時，再關好管子卡，夾住其上端，並卸去吊管夾板，扣吊另一段鑽桿如法接上。卸管子的過程與此相反。不論在裝或卸的過程中，管子卡和吊管夾板是更替起作用的，必須將它們關好，否則鑽桿就有掉入套管內的危險。又裝卸管子時，管子鉗須互相靠攏，不然會把管子扭歪。見第13圖

4 標準貫入試驗

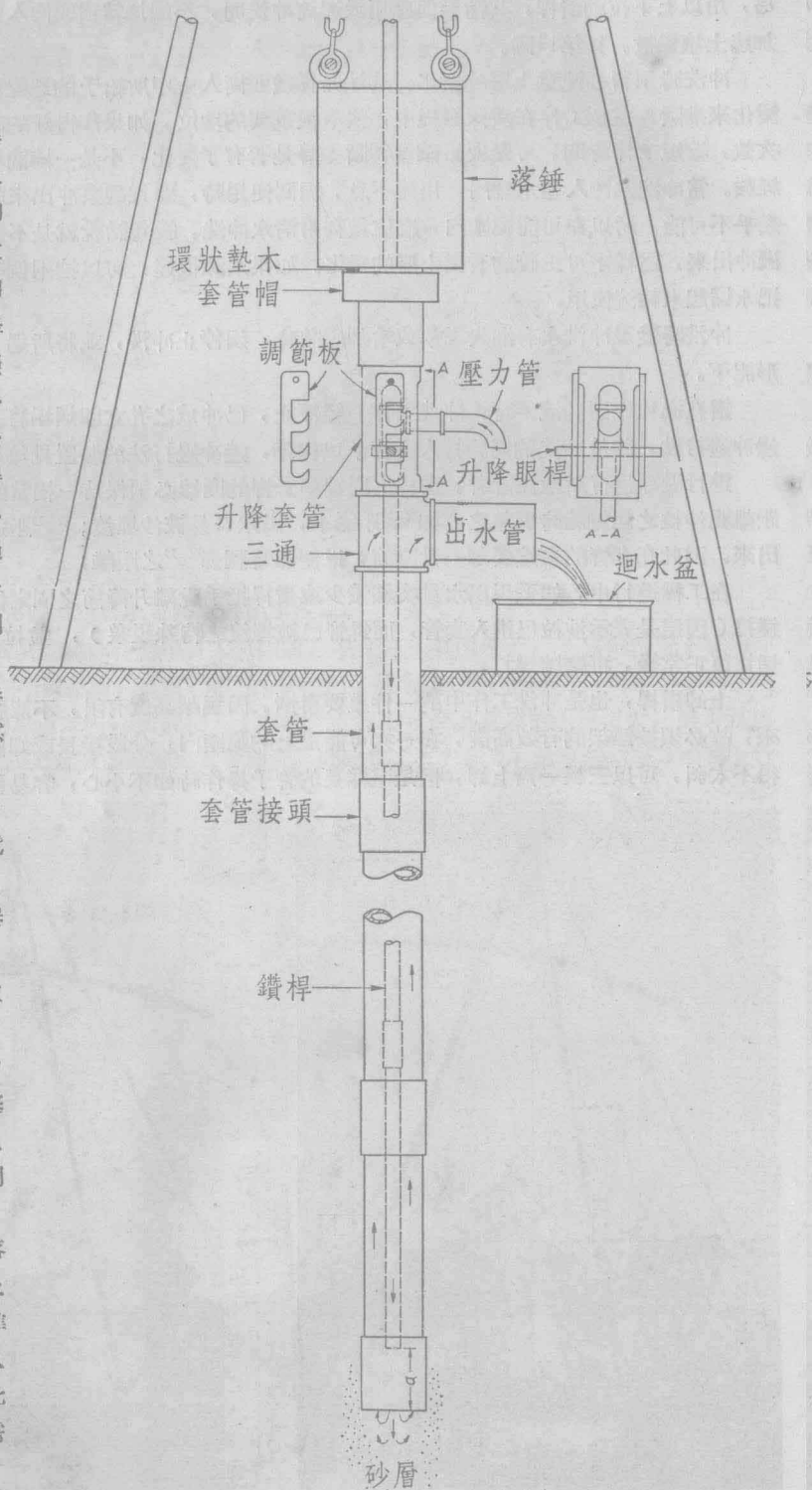
每次沖洗後，接下去就是作標準貫入試驗。其法：

(1) 先將標準貫入器接於鑽桿的下端放至孔底，再於鑽桿上端裝鑽桿帽，並把木質導塞放入三通內。

(2) 計算貫入器鞋所至的深度記載之，並以導塞的上面為基準，沿鑽桿向上量出15公分和45公分，用粉筆在鑽桿上作記號；

(3) 將63.5公斤的落錘，用滑車吊起套於導桿上，以76公分的落高，將標準貫入器打入土中，待其打入土中15公分後，開始記錄此後繼續打入土中30公分所需的擊數。見第14圖。

打入標準貫入器時，落錘的高度務必盡量地接近於規定數值。拉錘的動作也要



第12圖 洗孔時打入套管裝置

迅速一致，使錘成自由落體下落，否則將影響貫入擊數。

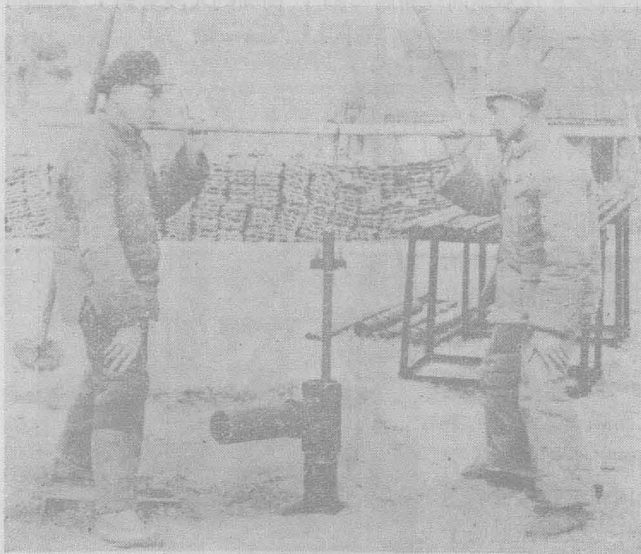
爲了避免鑽桿被打斷，用4吋套管做標準貫入試驗時，凡有套管保護孔壁的部份，在其中的每一鑽桿的接頭上面必須套三足溜輪一隻，用以增加鑽桿的支承點，減低其彎曲。這一細節是非常重要的，前面規定隨着鑽孔深度的增加，不論孔壁塌與不塌，必須打入套管，其理由即在此。爲了達到同一目的，如果進行標準貫入試驗的某土層相當硬，將貫入器打入土中30公分所需的擊數超過50擊時，



第13圖 上卸鑽桿



第14圖 打入標準貫入器



第15圖 拾出標準貫入器

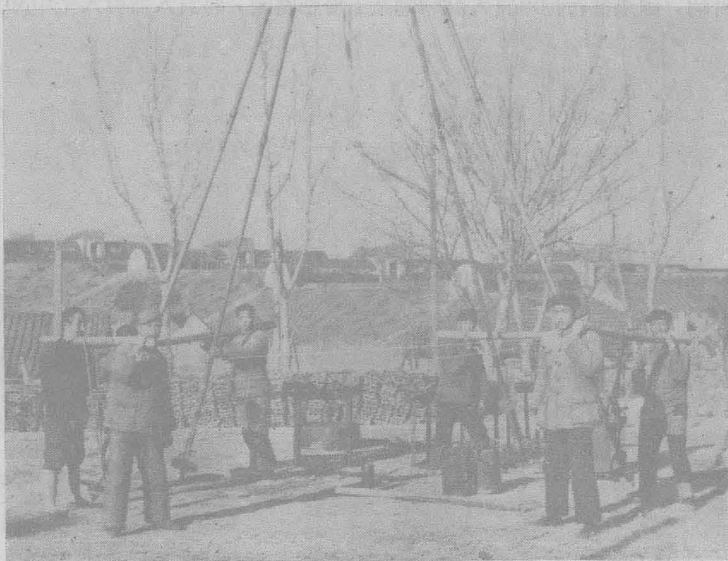


第16圖 頂出標準貫入器

我們規定不必硬把它完全打下去，可以僅把它打入土中五、六公分或十公分，並將其相應的錘擊數一併記下，待繪曲線時用推算法估計打入30公分時應須的擊數。

(4) 拔出貫入器，卸去它的頭和鞋，然後用螺絲刀輕輕地掀開貫入器身，並用半圓形錘小心地錘出土樣，用白鐵筒封閉包裝，編以號數，送往試驗室（或直接在野外舉行簡單試驗，其法待將來編擬專文介紹）。至於貫入器鞋內之土壤，則用木活塞推出，放入木盒內，編以同一號數，供諸觀察。土樣封閉包裝法見 § 6。

自土中拔出標準貫入器的方法是：一方面將吊管夾板夾住鑽桿上端，利用滑車用繩子拉；另一方面用繩子扣住鑽桿上端用槓子抬，兩人不行加四人，一根槓子不行再加一根，全無效時用千斤頂頂出。一般擊數在二十擊以下的，都可以不用千斤頂。見第15圖。



第17圖 搬移錘架

用千斤頂頂出貫入器的方法見第16圖及“深層不擾動土樣的採取”一篇的 § 7之5。

上下鑽桿的方法與洗孔時同，不擬再講。

5 搬移錘架 鑽孔深度已達預定要求，不須再往下進鑽時，除留少數人自土中拔出套管外，其餘大部份人員即將錘架及其他設備移往另一地點先行繼續鑽探。搬移錘架的方法，可用八個人抬，先將架腳四圍用繩捆住，每腳分配二人，見第17圖，所應特別注意的，抬架子的人，必須順架腳的方向，向四面綑開，在一致的步伐下沉着地同時向前移動，前面的人沒有動，後面的人決不能自由的向前邁進，否則錘架失去平衡，向後傾倒，易打傷人。如某一方向有不正常的情形發生時，指揮者應即招呼其餘人同時把架子放下來。如遇坡地時更應特別小心，最好在架頭上另扣一根繩，隨地形的起伏移動其位置，平衡架子的重量。坡度過陡的地方，立起來抬是非常危險的，務必將架子放平以後再抬過去。移架工作比較簡單，因此容易大意，起初，工作同志們往往視其簡單而不聽指揮，意外情形也就發生在這種情況之下，故事先應再三向他們解釋明白，教他們如何去作。



第18圖 拔出套管

6 拔出套管 拔出套管的方法，先將圍繞在套管周圍一帶之排水溝及在沖洗時被水潤濕後而蹣成之泥濘土壤，弄乾土填平，然後放上鐵板（可利用取不擾動土樣的壓入架底鏟），增大千斤頂的承載面積（不然千斤頂在工作時會陷入土中），並於鐵板上穩放千斤頂，及於套管外套拔管槓攔於千斤頂上端，如第18圖所示，最後二人同時壓動千斤頂，將套管頂出。壓千斤頂時，動作快慢要一致，保證不使管線傾斜。