

河流、渠道和水庫的 水 準 測 量

蘇聯 恩·格·維圖也夫 德·依·拉基托夫著

水利部勘测設計局譯

燃料工業部水力發電建設總局編譯室校

燃 料 工 業 出 版 社

河流、渠道和水庫的 水 準 測 量

蘇聯 恩·格·維圖也夫 德·依·拉基托夫著

水利部勘测設計局譯

燃料工業部水力發電建設總局編譯室校

燃 料 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書論述各種水工建築物在勘測、設計、建築、管理中的專門水準測量工作，並闡明河流、渠道和水庫水準測量中所應用的儀器，渠道定綫和水準測量的方法，以及質地設定水庫輪廓的措施等。

本書是為偉大共產主義建設的工程技術人員而編寫的，此外，也可用它來培養河流、渠道和水庫水準測量的專業人員。

河流、渠道和水庫的水準測量

НИВЕЛИРОВАНИЕ РЕК, КАНАЛОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ

根據烏克蘭國立技術書籍出版社(ГОСТЕХИЗДАТ УКРАИНЫ)

1952年基輔俄文第一版翻譯

蘇聯 Н. Г. ВИДУЕВ Д. И. РАКИТОВ 著

水利部勘測設計局譯

燃料工業部水力發電建設總局翻譯室校

燃料工業出版社出版

地址：北京東直門外德勝門外大街

北京市書刊出版業營業許可證出字第 012 號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：韓至誠 校對：余國芳

書號318 * 寬138 * 85 * 1092%開本 * 4 $\frac{1}{2}$ 印張 * 144千字 * 定價10,500元

一九五四年十二月北京第一版第一次印刷(1—3,000冊)

斯大林改造自然的計劃，規定了巨大的水力發電站、運河、水庫和灌溉系統的建設，這就需要進行各種大地測量、地形測量和製圖工作。

在水利工程上，有種專門測量工作是具有特別重要意義的，這就是河流、渠道和水庫的水準測量。

在社會主義建設的條件下，成爲測量科學重要部門之一的實用測量問題的研究，在專門的參考書籍中敘述的還不夠。

本書說明水利工程建設中測量工作的一個重要問題——河流、渠道和水庫的水準測量。

目 錄

河流渠道和水庫的水準測量的任務和內容	3
在水準主幹導綫上的選點和設標	6
河流、渠道和水庫的水準測量中採用的儀器	16
儀器的查看、檢驗、調整（校正）和試驗	24
水準測量工作	41
河流縱向水準測量	41
水準測量的精度	61
水準路綫的平差	68
正高和力高	93
測定河流比降的精度	96
漲落數的概念	99
漲落數的計算	102
一天的水位聯測	109
瞬時水準測量	112
測深工作	114
河流縱斷面圖的編製	126
河流橫向水準測量	130
渠道的水準測量和定綫	136
水庫輪廓的設定	142

河流、渠道和水庫的水準測量的任務和內容

在各種水準測量中，河流水準測量佔有重要的地位。進行河流水準測量是爲了詳細調查河流的狀況。

在進行河流水準測量的同時要測定水位、水面比降、河流的流水斷面、水深與河底地形。河流水準測量的主要任務是測定河流總比降以及個別河段的比降。

河流水準測量包括：確定河流比降的河流有效水位水準測量，計算河流測深度的水位水準測量，測定假定水位即換算爲同一時間，在調查河段全長上的水位（稱爲一天的聯測水位），洪水位、水準點、木樁和水位站零點，以及測流斷面上水準點的水準測量，河流上建築物的水準測量（壩、水力發電站、橋、水磨、鑽孔和分佈於河灘上的工業企業）。

編製滯洪與蓄水（壩）、引水與分水（渠道、輸水道、隧洞）的水工建築物以及河道整理的設計，必須有河流縱斷面圖。河流縱斷面圖顯示出河底與水面的比降。

在設計水工建築物時，河流水準測量是測量工作中極其重要的一種。建築物工作的正常和有效計算可能淹沒地區的正確性，與建築物附近居民點的安全，都決定於測定水位高程的精確度。在確定淹沒界限時如發生大的錯誤，可能造成修改建築物的必要性，甚至可能造成災難的後果。

河流水準測量是另一種形式的水利工程勘測的組成部分。在土壤改良勘測中（解決農業用水問題）以及在水能勘測中都要採用河流水準測量。

在灌溉勘測過程中，河流水準測量給予確定灌溉面積上引水與排水渠道的路綫與方向的可能性。在排水地面上，這樣的水準測量方法，用以查明沼澤與沒沒土地的情況，並給予確定排水渠道方向的可能性。在水能勘測中，河流水準測量用以選擇引水渠、靜水池、輸水道、隧洞路綫以及佈置水力發電站的位置。

河流水準測量在有關航運與筏運方面的水利勘測中也有很大的意義。

進行河流水準測量是爲了編製關於整理舊有河道的設計，以及建造新渠道、碼頭建築物等等。

河流水準測量的進行是爲了裝置民用飲水，工業用水的水管及排水設備。在解決這些問題時，河流水準測量能闡明作爲給水與灌溉水源的河流

的特性，並成為選擇水管與灌溉系統路線的原始資料之一。在整理河道的過程中，為了防止水災與崩岸，河道變遷，泥沙阻塞與淤積，亦需進行河流水準測量。

在勘測設計工作的各個階段中須進行河流水準測量（編製一般方案，擬定計劃任務書及編製技術設計），在水工建築物的施工（建築物的勘測）與管理（工程管理的勘測）過程中也同樣要進行此種測量。在管理的勘測中，用河流水準測量可以檢查建成的水工建築物的效能。在擬定進一步改善水工建築物的措施中，也要利用河流水準測量的效果。

在編製水工建築物的技術設計時，對於河流水準測量有很高的要求。建築物的設計高程應該是高度精確的，因為高程的錯誤，在建築物施工與管理時期可以造成不良的後果。

在很多情況下，水準測量的結果，可決定建築工作的成敗。格·夫·格洛托夫指出，在莫斯科——伏爾加運河建築中，1934年的洪峰水位曾經接近在伏爾加河上，為保護混凝土壩址挖基而建築的土堤頂部；假如根據水準測量資料計算的堤頂高程比實有高程更高的話，那末土堤將被沖毀而水將進入壩址基坑。

在有關工業的水庫勘測中，水庫的水準測量有很大的意義。水庫水準測量的進行也用於魚池建築，魚場貯水池改善的勘測，醫療方面的礦泉勘測等等。

河流縱斷面圖顯示出河底與水面的縱斷面。河流縱斷面時常是很複雜的。在研究它們的時候，可以分為有顯著落差的河段，那兒的水流近於垂直下降（瀑布）；有很大比降及很大流速的河段（石灘）；有顯著的比降與很小的深度的河段（淺灘）和有較小比降與很大水深的河段（深槽）。

某河段兩端水面的水位差稱為該河段的水面落差。落差與河流水平投影長度之比為比降。確定天然河床河流的水面比降時，河流長度是沿河流的幾何軸或者沿最大水深綫（中泓）計算的。

通常用小數或百分數表示比降，很少用簡單分數或千分之幾來表示。

河流的水位不是固定的。在河流上看到的水面水位漲落，主要是由於流量變化所形成，所謂流量即在單位時間內流過該流水斷面的水量。此外，河流水位的變化也由於其他原因而發生（河床中泥沙的淤積，天然或人為的加深河床，人工建築物的影響，冰塊阻塞河床，河床水草叢生等等）。在水位漲落時，河流水面比降發生變化。水位升高時，深槽河段的比降增加，而淺灘河段則減低。水位下降時，深槽處的比降減低，而淺灘

處則增加。

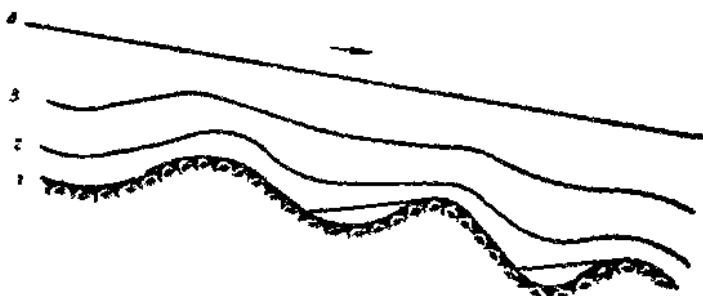


圖1 河流水面變化示意圖

在河流乾涸時，河流水面縱斷面（圖1）呈現為一排互相分離的深槽河段1——階梯式的死水坑。在死水坑的間隔中有乾涸的淺灘。流量增大時，水流開始漫過灘頂。低水時，淺灘處的比降大於深槽處2。當水位繼續升高時，淺灘處的比降減低，而在深槽處的比降則增加至3。

這樣，水面縱斷面1—4就表示了水位連續變化的情況。

河流水面比降的測定，只有在一定的河流水位時才起作用。最精確的河流水面比降可以在低水時期測定。

河流水面比降的測定要求同時觀測水位高程。因此，要在已用水準測量相互連接零點的水位站上同時觀測水位。由於河流上有深槽、淺灘、石灘、急流等構成複雜的水面縱斷面，僅僅用水位站觀測的方法是很難說明它的。因此，除了水位站觀測之外，還要進行河流的水位水準測量。此種水位水準測量應能比較各水位高程，亦即比較河流在某一瞬時的各水位高程。比較各水位高程可用預先設置的水準點進行同時「聯測」水位的方法，或在進行水準測量中用「漲落數」（漲落數即水位站上測得水位變化的改正數）按次序改正的方法。因此，河流水準測量是「按照水準標石」在固定水位站間進行水準測量和進行河流有效水位的水準測量。同時進行水位水準測量的精度應與進行水準標石的水準測量的精度相同。

河流水準測量分為四種：

1. 由水準標石連測到水位的水準測量——它是沿着河岸邊緣或河灘（沿着河彎峽谷）進行；
2. 由水位即由用於測深的或特別打入與水面齊平的木樁連測到固定的或臨時的水準標石上；

3. 在各水準標石間（第一架水準儀）與在水位間（第二架水準儀）聯合進行水準測量；

4. 聯測水位——即由對着水準標石同時打入與水面齊平的各木樁點，進行水準測量，以得到臨時水面縱斷面。

在水準主幹導綫上的選點和設標

在河流水準測量時沿着河岸在主要水準網的標點間設置水準主幹導綫。

根據全國水準網的建立方案，規定下列水準測量的等級：

水準測量的等級 表 1

水準測量的等級	基本水準標石間路綫的最大長度（公里）	一公里路綫的精度指標（公厘）		路綫或多邊形的最大閉合差（公厘）
		平均偶然誤差	平均系統誤差	
I等	—	採用最精密的儀器與觀測方法保證最高的精度		
II等	500—600	$\pm 1.0—\pm 2.0$	$\pm 0.2—\pm 0.4$	—
III等	200	± 4.0	± 0.8	$\pm 10\text{公厘}\sqrt{L}$ $\pm 15\text{公厘}\sqrt{L}$
IV等	100	± 10.0	± 2.0	$\pm 20\text{公厘}\sqrt{L}$

水準路綫埋設固定的水準標石——土中水準標石在居民點，在十分堅固的建築物的磚牆上，設置 1—2 個牆上水準標誌。此外，在 I、II 等水準路綫上每隔 50—80 公里和在交叉的結點上設置基本水準標石。在水準網內包括連接三角點導綫點和經緯儀導綫點的路綫。

除全國水準網外為了解決某些工程問題（例如巨大的水利建設）則須設置 III、III 和 IV 等水準測量的專門導綫。

水準主幹導綫設置的方法，決定於地形條件，而主要是決定於所調查河流的形狀與特徵。主幹導綫的設置盡可能平行於河岸並與之臨近。在大河上主幹導綫設置在河流的兩岸，而在小河則僅沿着河流的一岸。

水準主幹導綫用不閉合的經緯儀導綫的形式佈置在臨近河岸，並連接

到大地測量網的控制點上(圖2)。僅僅在河流一岸不便通行的情況下才

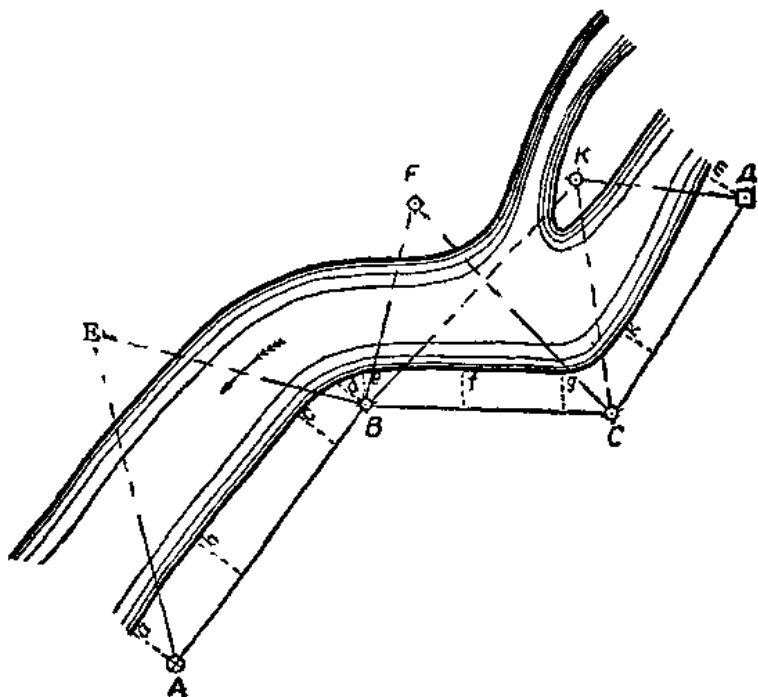


圖2 設置在臨近河流一岸的主幹水準導線

將主幹導線聯測到河流另一岸進行。主幹導線上各點盡可能設置在不被淹沒的地區。如主幹導線設置在河流一岸，則在另一岸最好是用交會法測定補點。主幹導線的設置應該適應於河道的彎曲或者臨近河岸邊緣。但是設置主幹導線的各邊長度應盡可能按照規定約為500公尺，而兩鄰接邊長度比值不超過1:1.5。在選擇主幹導線時首先要考慮這些主要問題；路線連接到控制點的便利與可靠能否直接測量各邊長度與水準標石的安全等。

主幹導線為河谷地形測量與河道測量的基礎(譯者註：即包括平面和高程控制)。因為主幹導線的選擇時常受到河彎伸展形狀的影響，所以用三角網形式的控制基礎常常是不方便的，因為三角點多半設置在離河流很遠的地方。由於這些理由，對流經蔭蔽平原的大河流最好是採用視差導線。為此可以用阿·依·杜爾聶夫教授方法——側方交會法。(圖3)。

(譯者註：可參考《水利調查中的大地測量與地形測量》第二節第五項)

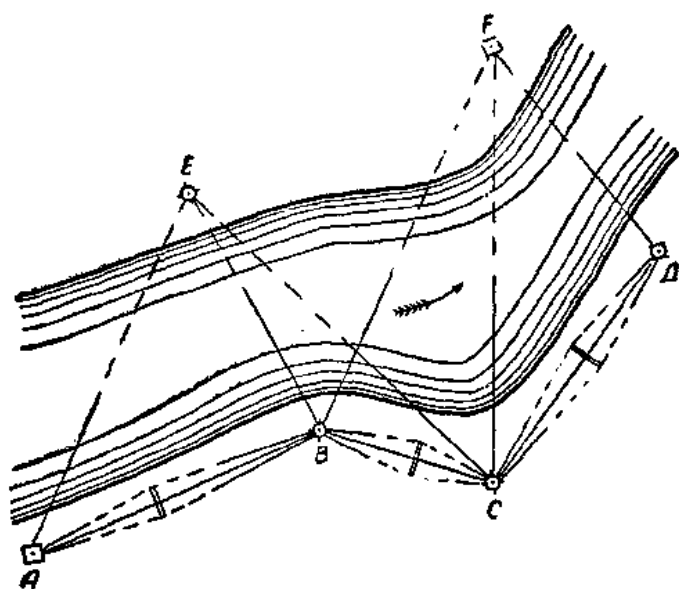


圖3 採用側方交會測量的主幹導線的視差導線方法

爲了較小河流的碎部測量，展開控制測量工作時可以成功地採用光學的視距法導線測量。視距法導線爲阿·斯·契卜特廖夫教授所創，採用此法在陡壁懸崖的各支流交叉處的狹窄的叢草河灘上進行工作最爲便利。

在選定主幹導線的方向時必須考慮關於固定標石（普通水準標石或兩用水準標石）或臨時標石的埋設問題。固定標石的埋設規定應在支流交會處，在通常接近於河流水面縱斷面的河谷縱斷面轉折處以及其他突出而不易被沖毀的安全地區。固定水準標石應埋設於距離河岸邊緣不少於 50—100 公尺，埋設在原始的河岸上，應高出最高水位，埋設在高島上，兩標石間的距離約 1 公里。在灘地河岸上，以及在灌木叢林中，固定水準標石應埋設在堅固的土壤中。

選定埋設固定水準標石的地區，應保證標石的長久完整，堅固並在進行水準測量時便於引用。固定水準標石不應設置於峽口，河岸的斜坡上，沖積沙洲與沼澤地段上。在一切場合中，當發生必須埋設水準標石於不能保證它永久完整的地區時，必須依照規定設置補充水準標石即臨時水準點——木樁。此外，木樁並設置於臨近水邊河流縱斷面的顯明轉折處。

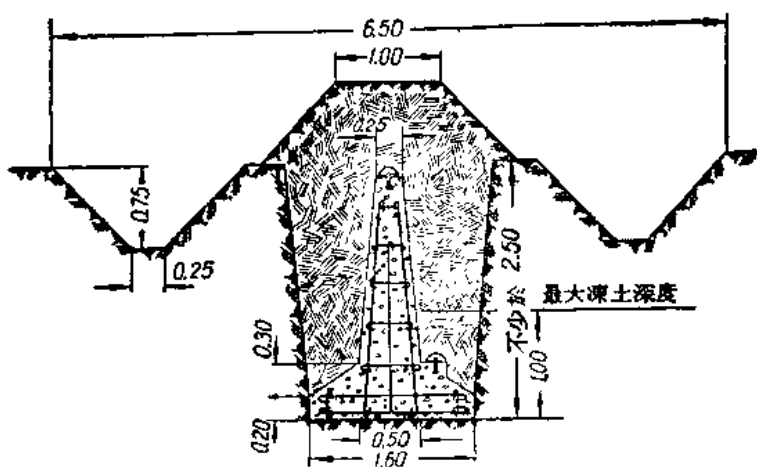


圖4 土中基本水準標石的形式

選定的主幹導綫最後用固定的或臨時的水準標石設置於各地點。Ⅱ、Ⅲ等水準測量的結點應依據工作地區的物理與地理條件埋設基本水準標石。基本水準標石的構造見圖4。

標準的基本水準標石為鋼筋混凝土標柱，該標柱用適當的四角錐形截

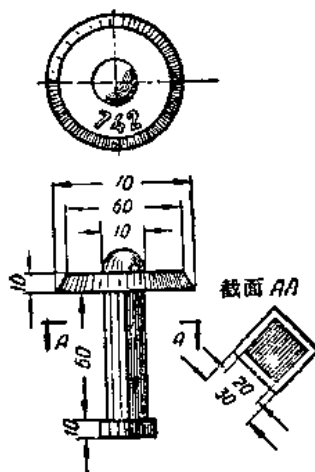


圖5 裝置在岩石和基本水準標石標柱的標誌（尺寸為公厘）

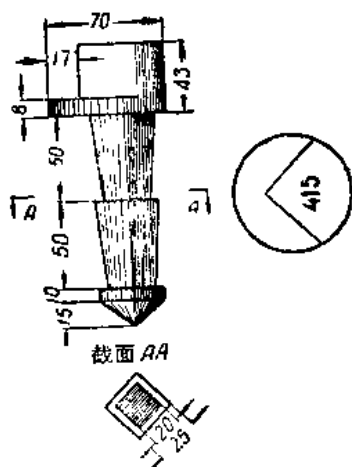


圖6 裝置在建築物的牆壁上和基本水準標石標柱側面的牆上水準標石（尺寸為公厘）

面構成水準點軀體。水準標石的下部盤石基礎埋於最大凍土深度以下 1 公尺，而距地面不少於 2.5 公尺。基本水準標石的上端應在地面以下 0.5 公尺。標柱內裝置有兩個用鑄鐵或其他不易氧化的金屬製成的標誌（圖 5）和牆上水準標石（圖 6）。牆上水準標石裝置在標柱四角錐體的朝北側面，並在它的頂點以下一公尺處。兩標誌分別裝置在四角錐體與盤石基礎上面。它們中間的距離沿着懸錘綫測定精確到 1 公厘。

固定的普通與兩用（即平面與高程用）水準標石的構造與基本水準標石類似，是根據測區現有材料與物理及地理條件而擬製的。採用兩用結構的標石來設置主幹導綫的站點是最合適的（圖 7）該標石為一定長度的鐵軌，插塞於水泥四角錐體內，該水泥四角錐體的合理形式為高 40 公分基礎邊長下面為 60 公分，上面為 40 公分。在鐵軌下端有孔（距底端 10—15 公分）嵌入金屬橫軸，使鐵軌固定於混凝土內。鐵軌上端被削成如圖 7 所示。鐵軌上塗有柏油（防腐保護層）。這種水準標石埋在最大凍土深度以下，不少於 1 公尺。標點上部突出於地面以上 20—30 公分。

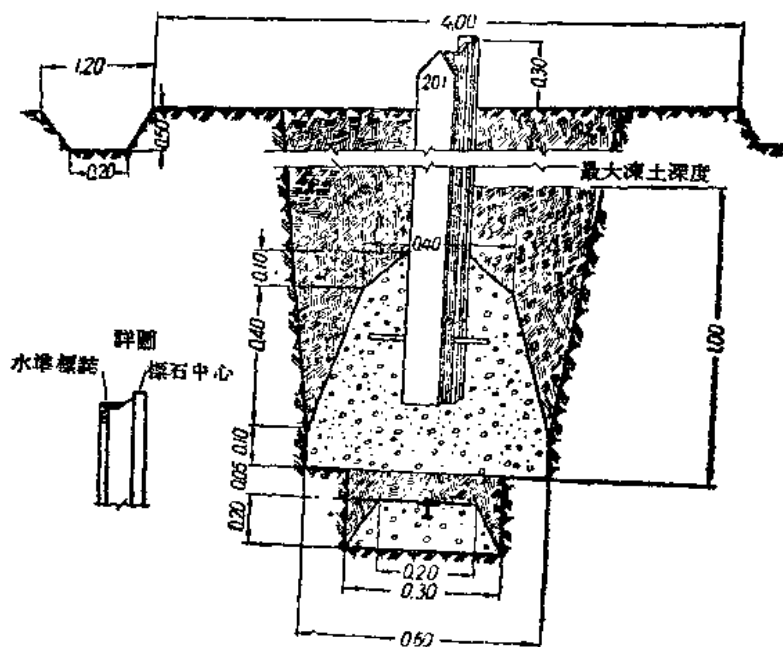


圖 7 大地測量標石的兩用結構

在凍土很深的地區可以在鑽孔內埋設普通土中水準標石（圖 8）。這

種土中水準標石是一種直徑不小於 60 公厘，壁厚不少於 3 公厘的鐵管，鐵管長度應使其下端在最大凍土深度以下 2 公尺。鐵管上端與地面齊平。從管子底端起 2 公尺以內，鑽有約 50

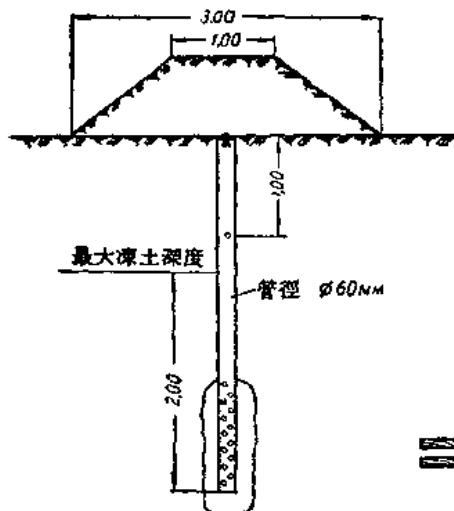


圖 8 凍土很深地區的普通土中水準標石

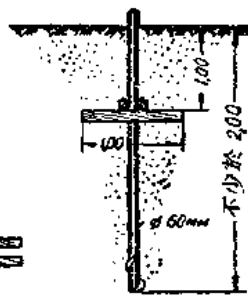


圖 9 流沙地區的普通土中水準標石的形式

個直徑為 2 公分的圓孔，在距上端 1 公尺處，在管壁上牢固的塞有一個直徑為 2 公分的圓銅柱，在其中央繪上水平綫，即作為補充標誌。鐵管埋設在鑽孔內。在管內灌滿水泥漿。水泥漿滲過圓孔形成獨特的根絡。在管子上端嵌有（鉚上或放在水泥漿內）水準標誌（圖 5）。

在流沙地區設置固定水準標石，採用由鐵管做成的土中水準標石（圖 9）其上端鉚有標誌（圖 5），而下端製成螺旋狀根絡。管子旋入沙內，並在距地面 1 公尺處加上以螺釘聯結於管上的木製根絡固定之。在安置鐵管的周圍半徑約 3 公尺的沙土面積上用防止移動的柴束或灌木樹枝固定之。

不論設置那種型式的土中水準標點，均須挖掘方形小溝。小溝的大小如圖所示。

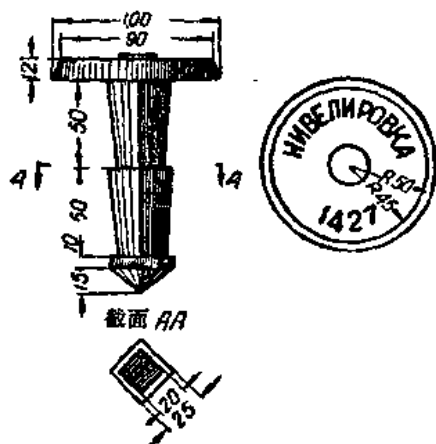


圖 10 鑽土水準標誌的型式

在河流附近的高大樓房與建築物的牆壁上，離地面高1—1.5公尺處設置牆上水準標誌(圖10)，並在標誌下離地面高0.3—0.5公尺處設置牆上水準標石。為設置水準標誌與水準標石，在樓房或建築物的牆壁上鑿有牆孔，其深度應能使水準標誌的圓盤與牆面齊平，而使牆上水準標石突出牆面3—4公分。牆孔要仔細的用清水洗淨，並填滿用洗淨河沙拌成的水泥漿。然後必須將標誌或標石迅速壓入填滿水泥漿的牆孔內。

在設置牆上標點時必須滿足下述條件：即標誌圓盤應當豎直放置，而它的號碼要水平；水準標石的突出部分（和它的號碼）應當在嚴格的水平位置上；直到它完全固結以前不允許變動已安置的標點位置；並需塗上柏油漆以防止標誌圓盤與標石突出部分的生銹。

有時設置水平的標誌較牆上標誌更為便利。在這種情況下應採用圖5所示的標誌形式。

在多岩石的地方，有時岩石直接突出地面或者入地不深(約到1公尺)設置鑄鐵標誌以代替土中水準標石是合適的。在標誌上鋪砌自岩石起高約1米的四角錐體。如果岩層處於地下較深，則在標誌上裝置補助木柱，該木柱突出地面以上0.3公尺。木柱旁挖有方形小溝（與其他水準標石一樣）。

可以採用這些標點：木樁(圖11)是長為1.5—2.0公尺直徑約為20公分的木柱。其上端突出部分用火烤過或塗上柏油，並釘上球形帽釘。

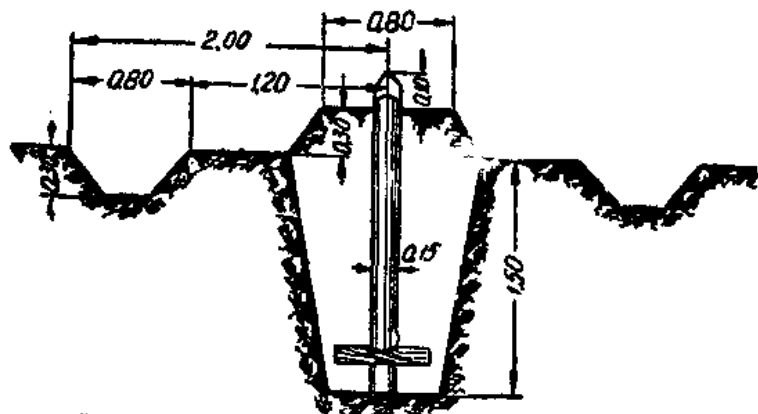


圖11 臨時土中水準點的形式——木樁

臨時木楔標誌(圖12)釘在樹幹木屋牆上或其他木製建築物上。

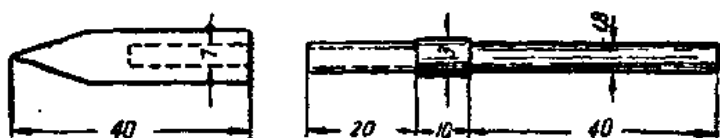


圖 12 臨時木楔水準標誌的型式

臨時長釘水準點（圖 13）釘在木柱、樹木等上。

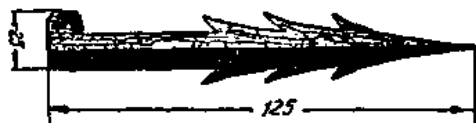


圖 13 裝置在木製建築物上的臨時長釘水準點的型式

設置的固定與臨時水準標石需經過下述期限後，才可以聯入水準網內：

固定標石：

- 基本水準標石經過..... 25—30天；
- 普通土中水準標石經過..... 8—10天；
- 岩石的與牆上的水準標誌與水準標石經過..... 1—2天；
- 臨時標點——在設置的當天。

在埋設有固定與臨時水準標石的全部站點上均應編製略圖（圖 14）以便在工作時能在該地區迅速找到。根據 1932 年 5 月 14 日蘇聯人民委員會 717 號決議關於保護標石的規定，固定標石應由國家特別保護之。

主幹導綫選點與設標完成後，應編製說明主幹導綫固定站點的分佈圖，並將設置主幹導綫的基本計劃加以簡短說明。

設定主幹導綫以後，沿著路綫打入里程樁。里程樁為每經水平距離 100 公尺用木樁點與指示樁（圖 15 6.6.）設置於地面上。木樁點為直徑約 10 公分，長度不小於 50 公分的木樁。在樁頂釘入球形帽釘。

指示樁亦為木樁，尺寸較大，其上端寫明該點里程數字。

幹綫上的補點（或加點）設置在河流急劇轉折處，地形起伏處（地形的變化處）河床顯著變化處（深槽與淺灘的過渡處，支流河口由河床分出支流處等等），也設置在淺灘處。主幹導綫上的木樁點與補點的密度，應使在該主幹導綫進行水準測量時不需要再做未知點。

補點與里程樁一樣用木樁點與指示樁設置在地面上。

沿主幹導綫設定里程樁和進行任何縱向水準測量時，均應編製里程樁

