

244644 藏
全 本 館 藏

水文地質工程地質工作方法小叢書

小型农田水利工程 的地質勘探

江苏省水利厅 編



62
912;1

地质出版社

目 录

前 言	1
-----------	---

第一部分 小型涵閘的地基勘探

一、小型涵閘地基的勘探方法及勘探布置	4
二、試坑法	7
三、手土鑽	15
四、輕型鑽	20
五、簡易土工試驗	25
六、資料整理	45
七、簡易的地質技術計算	55

第二部分 河道堤防勘探

八、河道堤防勘探	65
----------------	----

第三部分 小型水庫的地質勘探

九、水庫与地質的关系	68
十、小型水庫的地質勘探方法	74

小型农田水利工程的地質勘探

前 言

目前，全国正掀起規模巨大的水利化运动，~~根据中央治~~水方針“以蓄为主，以小型为主，以群众自办为主”的精神，应以群众性的小型农田水利工程为主。以我省初步规划为例，全省在一冬一春将搞小型水利建筑物 30 万座，山区水庫 8 千座，土方 153 亿公方。面对着这样一个面广量大前所未有的艰巨任务，如何做好地質勘探工作已成为目前一个非常迫切需要解决的问题。首先第一条是絕對不能再象以往那样勘探工作仅仅掌握在省、专一級，群众运动必須发动群众来搞。编写这本小冊子的目的就是希望通过它能够將小型农田水利工程的地質勘探知識介紹給县級及县以下各級担任水利工作的同志，以便于工作中参考。

任何水利工程总是造在地上的，这就与地質发生了关系，例如我們要在某处造个閘，如果不了解下面有淤土，在设计上未作适当处理，則造上去后很可能会倒掉或断裂掉；又如要建一个水庫，如果庫区或坝址有着严重的溶洞或断层裂隙，則水庫造好后不是蓄不住水就是坝倒掉；相反的在地質条件較好地区由于不了解情况，在设计方面盲目增加不必要的安全措施，也同样会造成看不見的惊人損失。地質勘探就是在工程设计、施工之前預先了解情况的工作，我們搞水

利建設是与自然斗争，如果預先不能掌握情况盲目进行，則势必会在工作中造成一系列的被动，非但会給祖国人民带来严重的經济損失，浪费大量人力物力，拖迟時間，而且有时还会造成很不良的政治影响。由于小型农田水利工程面广量大，勘探力量有限，以往常因照顧不够而發生的問題也較多，照現在看来小型农田水利工程虽不能象大型水利工程基建程序那样規定：“沒有地質勘探就不能設計不能施工”，但根据尽可能的条件进行必要而又簡易的勘探工作还是完全需要的。

涵閘、河道、堤防的一般勘探方法步骤是：

①調查。調查要兴建工程的地区已有的勘探資料，已成的建筑物情况，历史資料（如老的县誌），以及向当地群众了解是否有重新淤平的旧河道或回填的水塘等情况；

②勘探。了解地基，挖方及填料的土层分布情况，并采取代表性試驗土样；

③土工試驗。通过土壤試驗，定量地得出土的各项物理力学性指标；

④資料整理。綜合調查、鑽探、試驗資料，經過分析整理最后确定地質技术計算中所需各項資料数据；

⑤地質技术計算。根据各个工程的结构型式和載重以及土質資料，通过地質技术計算，最后确定涵閘的承載量、沉陷量、防滲措施、河道堤防的边坡等等。

水庫工程的勘探方法步骤大致相同，不过除此以外还要着重进行庫区及坝址的工程地質水文地質勘测工作。

以上所述是适应于較重要的工程或地質条件較差較复杂

地区用的，在一般情况下可以大大简化，特别是在目前大跃进的形势下，工程任务又如此艰巨，更必须做到最大限度的简化。凡是经过仔细深入调查后可以不要勘探的就尽量不勘探。如果经过勘探，发现土质很好，则其后各项工作（如试验等）就可以免做；即使遇到土质较差，如果担任勘探工作同志已积累相似资料，能凭经验大致估定各项性质者也可以免做土工试验。只有当土质极坏极复杂而工程又较重要时才按上述一套勘探程序完整进行。在进行勘探时应尽量推广采用试坑法，在有条件的地区（主要是有设备）可以利用手土钻，只有万不得已时个别工程才设法采用轻型钻。总之，要尽量适应现实条件。

由于以往我们对小型农田水利工程的地质勘探工作注意不够，研究不多，因此感到直到目前为止尚还拿不出一套专门适应于小型工程的勘探工具及勘探方法，本小册子中介绍的轻型钻也还正在试制过程中，其他方面的意见也是极不成熟的，加之这本小册子是为了配合全省水利会议在不到半个月的时间內临时突击出来的，因此错误之处一定难免，希同志们发现后随时提出，以便日后再版时补充修正。

第一部分 小型涵閘的地基勘探

一、小型涵閘地基的勘探方法及勘探布置

1. 勘探目的及方法

涵閘建築物都是很重的東西，它造在某處地上，這個地基土壤是否能負擔得了呢？這個問題在規劃設計或施工之前必須弄清楚。例如，如果預先沒有了解情況，誤將建築物直接放在淤土上，則建築物就很可能象腳踩在爛泥里一樣的陷下去，或者斷裂、倒掉。因此我們事先必須對地基土壤進行一番了解工作，這就叫做地基勘探。由於涵閘工程基礎（底板）較寬，在很深處的地基土壤還會受到影響（例如，表面有一層很薄的硬土，其下面是很稀軟的淤土，則仍舊可能發生大滑動等事故），故勘探不但要了解地基的表面還必須了解地基的深處（往往需要深到基礎寬度的一倍或一倍半處）。我們從地表是看不出地底下是什麼情況的，為了探明整個地基土質情況，根據經濟有效原則，針對不同條件就有很多種勘探工具及勘探方法，例如，挖一個坑下去看看，或者鑽一個洞將土壤掏出檢驗等等。根據目前形勢及條件，我們在這裡重點介紹幾種適合於農田水利小型涵閘的地基勘探工具及方法，主要有：試坑法、手土鑽、輕型鑽等，具體情況見下面各節。

2. 鑽孔布置

天然地基土壤由於生成條件不同往往變化很複雜，特別

是小型涵閘很多都是兴建在河湖边缘，经常会遇到一部分较硬的老的基土和一部分冲刷后又重新淤积起来的软土呈突变链接，如果只从一点了解（鑽一个孔或挖一个坑）就很可能片面，鑽在好土部位将誤認為整个地基都是好土，鑽在坏土处将誤認為全是坏土，万一将建筑物横跨在这种地基上那就非常危险。苏北灌溉总渠上的潮沟洞就是一个教训，洞址临时移在已经淤平的故河道河坡上，地基一半是硬土一半是淤土，结果竣工后就发生严重断裂。这种情况在土质变化较复杂地区（例如河网地区，沿长江边等）更要注意，必须鑽探一定数量的鑽孔（試坑）才有保证。目前鑽探工作在人力、设备、时间等方面都很紧张，故也不可能鑽的过多。根据我們过去几年的工作经验，一般情况下小型涵閘可鑽5个鑽孔（或試坑，以下均同），布置如图1；較长的涵洞再在中间补几个鑽孔，如图2。如果地形或地势高差变化较大，或者根据按上面布置鑽出来的土质变化较大时，还应根据具体情况酌量增补鑽孔，直至情况完全摸清为止。当

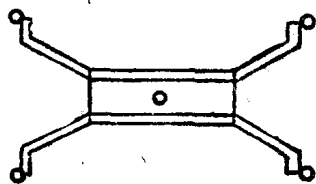


图1. 小型涵閘的一般鑽孔布置

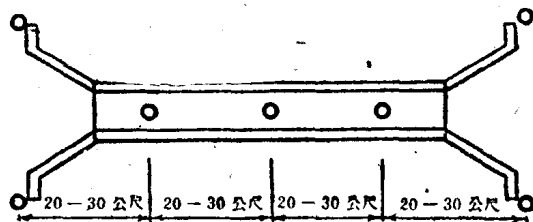


图2. 較長涵洞的鑽孔布置

然，如果附近地区土質資料較多足以估計本建筑地点的地基土質情况，或者地基土質很好（如崗土）或很均匀时，应当尽量减少勘探工作，例如只鑽一个孔驗證一下，甚至全部免鑽。

3. 鑽孔深度

前面已提到过涵閘工程由于荷重大基础寬，故影响地基的深度也深，勘探时在地基有影响的深度范围内的土質情况都要了解。一般鑽孔深度要达到涵閘底板以下一倍到一倍半底板寬的地方，例如，閘底寬 8 公尺，閘底高程在地面下 2 公尺，則鑽探深度从地面往下需达 10—14 公尺处。如果涵閘荷重很輕或土質很好时可以鑽得浅一点，例如在崗土地区，只要鑽深到底板下 1—2 公尺就够了。土質較好地区，还可以采取鑽个别典型深孔（按上述要求計算）而一般改为浅孔的办法以节省勘探工作量。如果遇到淤土层，則孔深非但不能改浅而且还要尽設備可能鑽到穿过淤土层以下 1 公尺为止。一般情况，小型涵閘鑽孔深度可定为 10—15 公尺。

4. 取样数量

如果地基土壤鑽出来很密实坚硬，承载涵閘建筑物的荷重問題是不大的，如果地基土質較軟并且涵閘又只能放在这种軟土地基上，而附近又无类似資料可以参考时，則单凭眼睛看看手捏捏要定量地估計地基的許可承载能力是不可能的，还必须通过土壤的試驗及分析計算工作，才能最后得出結論行还是不行或者应该怎样进行地基处理等等。这里也同鑽孔数量問題一样，究竟需要采取多少土样进行土工試驗才能有保証呢？由于地基土壤变化性較大，土工試驗技术尚不成熟，試驗成果往往不够稳定，根据我們的經驗，地基中每

种类型土壤（或每层土壤）以試驗三个土样较为合适，直接位于底板下的軟土还要多試一点，在底板高程以上的土壤或者位于較深处的硬土层或者很薄的夹层土等等，可以酌量少試驗一点。如附近已有相似土工試驗資料可以参考时，只要作些驗證試驗可以大大减少試驗工作，甚至完全不試。鑽探时采取試样的数量还应比上述要求数量多 1—2 个，以防从鑽探到試驗（包括搬运、装拆）过程中土样损坏或者取样取得不合要求时备用。至于具体的采样方法、土工試驗方法、分析計算方法詳見以后各节。

二、 試 坑 法

1. 适用条件

为了了解涵閘地基土質情况，直接在建筑現場挖坑探驗，这是最可靠最精确的办法，这种坑就叫做試坑（有的地方叫探坑，很深的叫探井）。在試坑里人可以直接走下去观察地基土壤在自然状态下的真实情况，土层的层次构造，土質情况等等也都能一目了然地看到，并且还能采取質量最好的（扰动程度最小的）原状土样。特别是在目前情况下，小型农田水利工程面广量大，群众性的勘探工具及勘探技术还都有困难，故試坑法还是最能普遍进行的一种勘探办法，它特别适用于下列条件：

①崗土地区，在这种地区只要挖几公尺（至少挖到表层土以下的硬土层中）碰到硬崗土后就能証明下面不再会有淤泥、松砂等軟弱土层存在，挖試坑已能完全解决問題；

②山谷丘陵地区，复盖土层薄而复杂，地下水位低，試

坑法是最适宜的办法；

③在灌溉支渠上的一些小涵閘，基础底板高，建筑物荷重小，对地基影响浅，挖試坑一般也能达到勘探要求。

試坑法也有一些缺点。首先它深度有限，一般只能挖3—6公尺深，視土質及排水情况而定，再深坑壁就需用支撑了，排水处理也較复杂，大量推广就比較困难。其次在水稻田里及砂土地基，試坑法也是不适宜的。在基础范围試坑也不能挖动底板以下基土。此外还需說明一下；如果与手土鑽相比較，試坑法在經濟及速度方面都不是好办法（手土鑽工效高，化劳动力少，不挖废地），故如果有手土鑽的地方还是尽量用手土鑽。

2. 如何挖試坑

一般淺試坑情况比較簡單群众也都会挖，这里不再介紹了。下面着重介紹深試坑的开挖方法。

深試坑的特点是坑壁需用板桩挡起来。一般采用的結構型式如图3，木板桩用 5×15 或 5×20 公分，长3—4公尺，下端削成向坑內的单斜口，上端做成加固帽子，兼做打头及便于起拔，横挡尺寸及間距視土質及坑深而定，一般采用 10×15 公尺，間距1.2—1.8公尺。試坑开挖时在上部可先挖土后加板桩，到下部則須先打入板桩再挖土，随挖随打随加横挡。深試坑以方形为宜，最后坑底面积应有1.2公尺見方，故在开挖深試坑之前要預先规划一下坑口尺寸，例如計劃挖10公尺深的試坑，拟用三节板桩，每节板桩使坑縮小尺寸为 $2(5 + 15) = 40$ 公分，則坑口尺寸应为 $1.2 + 3 \times 0.4 = 2.4$ 公尺見方。为了节省板桩，或者遇到淺試坑需繼續挖

深时（挖到淤土），也可采用上部是斜土坡下部用板桩的半撑挡结构的试坑，如图4。土质检验或取样完毕以后，就回填试坑，每组板桩需在回填土到一定高度后再起拔，至于回填土是否需要夯实根据具体情况确定。

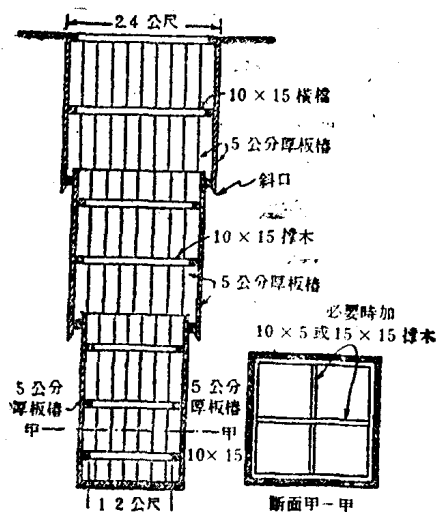


图3. 深试坑坑壁撑挡结构

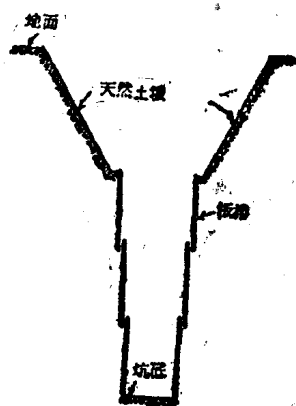


图4. 半撑挡的深试坑

3. 土质鉴别和采取试样方法

试坑内的土质情况必须随挖随观察随记录，以免坑壁土质由于时间长风乾，或渗水泡软，或受到扰动等影响使记录不正确。如果土质很好只要作出详细记录就够了，如果土质差尚需分层采取土样做试验，试验土样也必须随挖随取，采取方法视试验项目而定。如单做容重，含水量试验，则可用工地容重仪或柯瓦列夫密度湿度仪直接采取；如软粘土还需做无侧限抗压强度试验的话，则用试坑中无侧限抗压强度试

驗土樣取土器採取土樣（此時不需再另取容重、含水量試驗土樣）；如還要流塑限或顆粒分析試驗，則在上述取土地點旁邊還要另取扰动土樣 500 克左右。詳細的取樣方法步驟要求見下面土工試驗各節。

土質鑑別是個很重要的工作，各種不同名稱的土，各有其不同的特性，例如砂土承載量大，但透水，軟粘土則相反，故對土質鑑別得好甚至可以免做很多試驗工作，鑑別得差也可能發生事故。土質鑑別工作中主要問題是統一和正確，絕不能各人各叫一套。土質鑑定的主要內容有二：一是土顆粒的粗細程度，一是土的軟硬松緊程度。

土顆粒的粗細程度不同表現為砂土、粘土等等，例如土中大顆粒占多就是砂土，細顆粒占多就是粘土，土粒子愈細且細粒土含量愈多則土也就愈粘，僅根據土壤的顆粒大小或粘性程度進行鑑別土壤的方法叫做土的分類。對土的嚴格分類需通過試驗來確定（參見下面土工試驗中流塑限試驗及顆粒分析試驗兩節），這裡介紹一種在工地直接憑感覺來鑑別的方法，詳見表 1。表 1 所列是供無經驗的同志參考用的，不是最後根據，最後對土的命名還是應以試驗成果為依據，所以操作同志在工作中要不斷進行憑感覺鑑別的成果和試驗成果對比，不斷的糾正和豐富自己的感性知識，使自己在勘探中直接鑑別的資料達到完全正確的程度。

根據土顆粒粗細程度進行土的分類還不能完全說明土的性質，例如同樣是粘土，硬粘土和軟粘土的性質差別是很大的，同樣一種砂土，松砂和緊砂其力學性質也是完全不同的，表現在地基承載量方面剛巧是一大一小兩個極端，因此

表 1

土 的 野 外 分 类

土 类	用手搓捻时的感觉	用放大镜观察粉末	肉眼末	土干的时候表现	土潮湿的时候表现	搓捻潮湿土的情况	用小刀刮削潮湿土的情况	其它特征
粘土	很细的均质土块，很难用手捻碎	均质细粉末，看不见砂粒	坚硬，用锤能打成碎块，碎块不会散	土干的时候表现	土潮湿的时候表现	很容易搓成细条，0.5公厘的长条，易滚成小土球	光滑，有细纹	干时有光泽，有细纹
壤土	没有均质的感觉，土块容易破碎	从它的细粉末，从它地看到砂粒	可以滑	用锤击和用手土块容易被碎开	塑性的、弱粘性的	能搓成比粘土较粗的粘土条，能滚成小土球	可以感觉到有砂粒的存在	干时光泽暗，条纹较淡，条纹较粗而宽
粉质壤土	砂粒的感觉少，土块容易破碎	砂粒很少，可以看见很多细粉粒	同 上	同 上	同 上	不能搓成很长的土条，而且搓成的土条容易破裂	土面粗糙	同 上
砂壤土	土质不均匀，能清楚地感觉到砂粒的存在，稍一用力土块即被压碎	砂粒多于粘粒	同 上	土块容易散开，用手压或者用筛子筛起时，土块散落成土屑	无塑性	几乎不能搓成土条，滚成的土球容易开裂和散落	同 上	同 上
粉质壤土	感觉砂粒为主，略有粘性，稍一用力土块即被压碎	粉粒多，砂粒及粘粒均很少	同 上	同 上	略有塑性	勉强能搓成土条，滚成的土球容易开裂和散落	同 上	同 上
砂土：	只有砂粒的感觉，没有粘粒的感觉	只能看见砂粒：其中 > 0.5 公厘土粒总重 > 50% 其中 > 0.25 公厘土粒总重 > 50% 其中 > 0.10 公厘土粒总重 > 75% 其中 > 0.10 公厘土粒总重 < 75%	同 上	同 上	无塑性、饱和时成流状态	不能搓成土条和土球	同 上	同 上
粉土	有干面时的感觉	砂粒少、粉粒多	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上
砂土	> 2 公厘土粒很多（当含量 > 50% 时称为砾石）	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上

土的軟硬松緊程度分類表 表 2

根据砂土的孔隙比 e 確定松緊程度	砂土的分類	密 實 度		
		密 實 的	中 密 的	松 散 的
	礫砂, 粗砂, 中砂	$e < 0.55$	$0.55 \leq e \leq 0.65$	$e > 0.65$
	細 砂	$e < 0.60$	$0.60 \leq e \leq 0.70$	$e > 0.70$
根据砂土的貫入击数 N , 確定松緊程度	極 細 砂	$e < 0.60$	$0.60 \leq e \leq 0.80$	$e > 0.80$
		密 實 的	中 密 的	松 散 的
		$N > 20$	$20 \leq N \leq 8$	$N \leq 8$
根据粘性土的含水量 W 及稠性(W_L, W_P) 確定軟硬程度	粘性土的分類	硬 度		
		硬 的	中 等 的	軟 的
	粘 土	$W \leq 1.2 W_P$	$1.2 W_P < W \leq W_L$	$W > W_L$
	壤 土	$W \leq 1.2 W_P$	$1.2 W_P < W \leq W_L$	$W > W_L$
	砂 壤 土	$W \leq 1.2 W_P$	$1.2 W_P < W \leq W_L$	$W > W_L$
根据粘性土的貫入击数 N , 確定軟硬程度		硬 的	中 等 的	軟 的
		$N > 10$	$10 \leq N \leq 4$	$N \leq 4$

注: 孔隙比 e , 含水量 W , 液限 W_L 及塑限 W_P 的含义參見土工試驗部分; 貫入击数 N 的含义參見輕型觸一節。

在鑑定土質時還必須同時確定土的軟硬松緊程度。要想嚴格區分土的軟硬松緊程度，必須按試驗確定，參見表2。

目前在勘探現場尚無簡捷而精確的辦法，一般都是根據經驗估計一下（對於粘土、壤土用手捏捏；對於砂土，砂壤土用手觸觸），除要求按表2分出三大類外，尚須定量地估出貫入擊數。這項工作在整个勘探工作中——特別是對小型農田水利工程的勘探工作非常重要，擔任勘探工作的同志必須在自己工作中逐步的徹底的掌握它。

對土質鑑別的最終要求除抓住上述兩個要點外，對土的其他特征如顏色、所夾雜質（草根、腐植物、貝殼、碎磚、卵石、砾石、砂礫以及夾薄層砂、薄層粘土等等）或者其他情況亦應綜合在一起，例如“灰黑色軟粘土密夾極薄層砂”。

4. 勘探記錄

勘探記錄必須詳細清晰完整，為便於記錄提高工效並避免遺漏，記錄可採用表格形式逐項填寫，參見表3。其中有關勘探方面的各行必須在工地當場填寫，試驗各行如需做試驗的話待試驗成果出來以後再補填上去。

表3中土樣編號欄，在不取土樣的層次或深度處可以跳過不記，深度欄一般在土層變化處或取土處才換記一行，例如第56號試坑地面往下10公尺範圍內有三層土，第一層0—1公尺是表土，第二層1—9公尺是軟粘土，第三層9公尺以下是硬粘土，在3.5—4公尺處取了一個土樣，在8—8.5公尺處取了一個土樣，則其記錄方法如下：

土样编号	深 度	土質鑑別	土样编号	深 度	土質鑑別
	0—1	表 土		4—8	軟粘土
	1—3.5	軟粘土	坑36—2	8—8.5	同 上
坑36—1	3.5—4	同 上		8.5—9	同 上
				9—10以下	硬粘土

其余各項均詳見表3。

三、手 土 鑽

1. 适用条件，前面已經談过，試坑法虽然有很多优点，但不如手土鑽經濟，工效高。手土鑽移带輕便，全套設備总重不超过30公斤，长度不超过一公尺，三个人用一付手土鑽在一般土質中能鑽5公尺深的孔15—25孔（孔距在200公尺以內），鑽10公尺深的孔也能鑽3—5孔，并且还能直接鑽到底板以下的地基土壤中去而对地基承载量等无影响。手土鑽操作也很簡單，只要学习一、二天后人人都能很熟練的操作，所以有手土鑽設備的单位最好还是尽量推广手土鑽。

手土鑽最适宜于鑽一般粘性土壤，最大孔深可鑽到10公尺或略为多一点。对于很硬的粘土，鑽到6公尺以下就非常費力（鑽还是鑽得下的）。对于很稀的淤泥，鑽到一定深度时，由于土壤流动性关系往往土壤易从鑽头中滑落，鑽孔也易被鑽孔四周的土挤塞，故一般也只能鑽6—7公尺深。对于砂土，鑽探扰动后产生的流砂現象也与稀淤泥一样，但更为严重一点，当地下水位較高时只能鑽深3—5公尺。

如果要鑽得更深一点的話，可以采用挖坑和手土鑽联合