

一瀝青測量。這就可以對地震法所查明的地下穩伏構造立即進行含油性的評價（圖7），免除了一部分地震法所需要的地形工作以及事後為印證地震法所查明的構造而另外進行的氣量測量取樣鑽孔。如此則不但提高了工作效率，並可減低勘探費用。

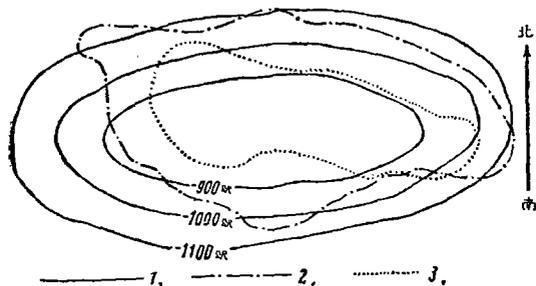


圖7 在地震法查明的構造上所作岩心氣量測量的結果
1.地震法標誌層等高綫, 2.總逕異常 3.重逕異常

過去石油普查的地球化學方法對於我國石油地質工作者說來，是極生疏的。而今年地質部在大規模展

開石油普查工作中已準備開始使用這類方法。由於完全缺乏經驗，我們今年的工作只能限於實驗摸索性質。為了爭取各方的支持，合作，與指導，以便迅速開展工作，取得經驗，使這種方法在綜合性普查工作中發揮它應盡的力量，我們認為有必要對此方法作一簡單介紹，使石油地質工作同志對它有所了解。這就是寫作本文的目的。

本文主要參考材料為：(1) А. А. Карцов 等, Геохимические методы поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений, ГОСТ, 1954, (2) В. А. Соколов, Прямые геохимические методы поисков нефти, ГОСТ, 1947, (3) Г. Г. Григорьев 等: Газовая и газокерновая съемки и анализ газа, ГОСТ, 1954. (4) В. А. Ковда 等, Почвенно-геохимические показатели нефтеносности недр, АН, СССР, 1951. 其中(2)(3)二書的一部份參閱了吳承烈同志譯文的草稿，(4)一書參閱了地質出版社尚未出版的原稿，謹此致謝。

工程地質施工勘察中的一些體會

胡海濤

一、施工勘察的重要性

施工勘察為工程地質勘察工作中不可缺少的步驟之一，尤其是目前我國工程地質科學技術和理論尚在萌芽階段，必須通過勘察實踐之後，從施工階段中來吸取經驗與教訓，提高技術和理論水平始能滿足國家社會主義建設的需要。

一個工程建築的設計與施工，事先必須通過不同程度的勘察步驟，經過反覆的試驗與研究，最後提出詳盡的勘察資料，作為設計施工的依據，對建築基礎的穩固性和可靠性作出適當的評價，對工程修築期間和使用期間可能遭遇到地質問題提出預見性的處理意見。然而在施工階段，以前的勘察結論，必竟是根據一定的勘探數量和一定時期中試驗研究的成果提出的，至於與客觀實際情況差異的大小，當決定於各勘察階段工作的精確程度和結合理論推斷的正確性。一般說來，在施工以前的總結報告（技術設計勘察報告），是不應當遺漏有關影響工程建築的地質問題，然而一些細小的地質現象，如厚達1—2公尺的岩脈、數十公分的斷層泥、一套發育的節理、第四紀掩蓋層局部厚度的變化，以及基岩表面局部的起伏現象等，

常常與實際開挖的情況都是有所出入的。這些小的地質現象最易被人忽略，但這些現象是否會影響工程的施工進程和質量呢？這個問題就必須與設計和施工的方式方法聯繫起來看，因為當設計和施工決定得不正確的時候，小的地質問題同樣會造成施工中的困難、工程期限的拖延和工程費用的損失。譬如，某水庫在基礎處理上隨意減縮地質人員所制定的帷幕滲漿段的長度，以至在開挖壩基的某些地段的截水牆基槽內，岩石裂縫的滲漏甚大，使混凝土不能很好的與岩石結合，對打混凝土截水牆造成不少施工上的困難。這都說明某些工程人員對工程地質的認識還不够，使得工程地質工作不能很好的為工程建設服務。從這個例子中也說明了工程人員必須和地質人員密切合作，才能保證工程的經濟與安全。

二、施工勘察的目的

施工勘察的目的有以下幾點：

1. 施工勘察可以檢查以往各階段勘察資料的正確性，勘察資料的正確與否，在基礎實際開挖過程中就可以完全暴露出來，我們知道地質現象常常是錯綜複雜的，尤其是在露頭稀少和掩蓋層深厚的地方，往往

不容易觀察得全面，即使是觀察到了，但是這些現象對於工程建築的危害性也是難以估計的，從施工勘察過程中可以使我們得到許多寶貴的經驗和收獲，再一次具有相同地質條件的情況下，我們就知道用什麼方法來認識這些現象，和處理這些具有危害性的地質問題了。

2. 如果在施工勘察過程中，遇見那些預料以外的地質情況，必須立刻證實這些新地質現象對工程建築的影響，作出確切的鑑定，及時的根據影響性質和程度，結合施工技術和經濟條件提出有效的處理辦法，使工程建築達到經濟與安全的目的。

3. 施工勘察是工程基礎地質情況的最後一次鑑定，通過這一次鑑定，可以檢查未開挖基礎前所進行處理措施的效果，如壩基下具有破裂岩層存在時，岩層的注水滲透率大於0.01—0.03升/分（視實際水庫蓄水水頭而定），必須進行帷幕灌漿處理，降低滲透至上述數值以下。但是在我們工作中，常常遇見由於灌漿技術條件關係，進行灌漿以後仍然不能起防滲加固的作用，因此在開挖過程中仍可以進行檢查，對尚未達到防滲的地段還可以提出在施工期中，甚或在工程築成以後進行補充處理，當然在施工期中進行基礎處理工程，常常會給工程施工程序及佈置帶來影響，但是為了求得工程質量的保證仍需進行補充處理工作。

從施工勘察的最後鑑定中，應當作出詳細的開挖地質圖，剖面圖或展視圖，並採取標本，作為今後處理工程的依據，同樣，也可以作為今後在使用期間基礎檢查的依據。不然在工程築成之後，上層建築發生了變形——裂縫，沉陷或滑動等現象時，還不知道造成這些現象的基本原因，是基礎的問題呢？還是上層建築質量的問題。為了弄清楚這些問題，就必須通過最後詳細的施工勘察工作。

三、施工勘察工程中地質人員的 任務與責任

在工程施工過程中，工程地質人員的任務性質常常是隨工程類別，地質條件的不同而有所差異的，據我們實際工作中的體會，一般應當包括以下幾點：

1. 測製大比例尺（1:200—1:500）的開挖地質圖，剖面圖及展視圖等，這些圖件力求精細。把所有基礎岩層的岩性變化，構造情況（如褶皺，斷層，節理，裂縫，成層條件及原生構造現象等），掩蓋層的性質，厚度，級配情況以及各岩層的滲透情況，漏水位置，基槽湧水量，和邊坡坡度等詳細地加以記錄並製成圖表，以便作為今後檢查基礎及執行補充處理措施的依

據。

2. 如發現足以影響工程建築的地質問題時，必須及時提出處理意見，必要時採取試樣作分析試驗。但提出的處理意見必須考慮是否影響工程施工的正常運營，如果有所影響，則可考慮放在工後處理，但必須作好準備工作，如基槽中發現漏水或需要灌漿加固的地質問題時，要事先打好混凝土板，以便工後進行壓力灌漿，

3. 沿開挖面進行有系統的採樣工作。

4. 針對不同地質情況幫助施工人員改進施工方法，如炮眼位置的選擇，鑽鑿工具的改進與選擇及排水方法的改進等。

5. 搜集施工過程中有關基礎開挖和基礎處理的技術指標，如各種岩石的鑽鑿進度，爆破能力，出塊塊徑，堅石和鬆石的開挖坡度，各種岩層在不同破裂率下的滲透情況，以及處理時所用的工料率等，都是今後工程地質岩石及土壤工程技術分類的寶貴資料。

6. 注意開挖面工人們的安全，防止因地質問題而產生的人身事故。

7. 繕寫施工勘察報告，施工勘察報告分作兩種，一種是及時提出的處理意見書，另一種是勘察告一段落後的總結報告書，總結過去勘察工作中的經驗和教訓。

關於工程地質人員在施工期中的責任應當明確，往往在實際工作中遇到一些不屬於工程地質工作範圍而等待解決的問題，譬如工程地質情況已弄得很清楚，同時也提出了處理方案，而問題是怎樣設計和施工時，工程地質人員是難以決定的，只能提出參考意見，至於地質人員的意見是否被採納的問題，應由工程主持者負責，但如果有害於工程建築的地質問題未被發覺，或提出處理意見不適宜時，應由工程地質人員負責。

四、壩基工程地質施工勘察中的一些體會

1. 壩基清基中的一些工程地質問題

一般修築攔河壩，都需要清理基礎，然後在作好基礎處理工程之後再堆築或填築壩體，除非是在非常均整的礁底河床上築壩，清基工程比較簡捷以外，其餘情況下，尤其是在掩蓋層深厚，岩石或土壤的滲透性甚大，承載能力小而又可能發生滑動情況下的基礎，都需要進行繁重的清基和處理工作。

清基範圍，深度及施工方法，必須視壩的設計類型、結構和工程地質條件而定，一般修築混凝土壩時，因為壩體本身的荷重大，需要基礎的承載力高，因此常常選擇堅硬而不透水性岩石作為混凝土壩的

基礎，修築土壩時，在掩蓋層不厚的地方亦常常把截水牆嵌置於堅硬而不透水的岩石內。然而在掩蓋層深厚的地區，土壩基礎亦可直接建築在掩蓋層之上（或透水性的土層或高塑性的土層之上），這樣說來，土壩工程好像在任何基礎地質的情況下均可修築，為何還需進行工程地質勘察呢？問題在於我們認清這些不同地質特性下的基礎後，以便進一步才能針對這些特性來進行設計施工，不然我們的工程仍然會遭受到失敗，或者是在施工過程中遭遇到不少困難。

清基工程是基礎處理工程中最普遍的一種工程，清基的目的，就是要把不利於築壩或其他工程的地質條件，用開挖的方式把它除掉，或用回填的方式作成人工的基礎，使基礎建築在穩固性足以在運營中保持壩身或其他工程的安全及水庫效益不受損失的地質條件下。因此清基工程必須作得徹底而不得草率。我們知道建築工程所用的混凝土骨料，在攪拌以前都需要沖洗清潔，而我們的壩基在打置混凝土以前，對基礎的要求當然更高了，不但要清掉鬆軟風化和破碎的岩石，還需要沖洗乾淨，或作成鋸齒，或楔入基槽，這樣才能使混凝土和岩石接合牢固。

清基及處理基礎的範圍和深度，必須以壩的設計斷面和水庫蓄水的水頭壓力和壩高來決定，因為在不同的水頭壓力和壩高之下，所需要的基礎條件也是不一樣的，有關清基和處理基礎一些問題都必須在施工以前作出決定。

爲了說明清基工程與工程地質的關係，就筆者在工作中體會到的一些實際材料，羅列於後作爲參考：

(1) 岩石谷形狀與清基工程的關係

在壩址工程地質勘察中，首先需要了解築壩地段岩石谷的形狀和類型及其發育歷史。岩石谷的形狀往往是與河谷類型和發育歷史有密切關係的，並且是多種多樣的，一般的說法有“U”形谷和“V”形谷，對稱的河谷和不對稱的河谷，均整的河谷和不均整的河谷，“谷中谷”或其他各種不同形狀的河谷等。我們在勘察階段中很容易把以上所敘述的大的河谷形狀清楚地描繪在壩址地質剖面圖上，甚或我們在兩個鑽孔之間也很容易用直線或曲線連接起來，但是在開挖壩基以後，你會清楚地看到岩石表面的不均整性，往往是局部凹凸不平，甚或有很大的深淵，這種基岩面起伏無常的現象，常常使施工中增加挖掘和排水中的困難。

河谷基岩由於其物理性質和化學性質之不同，至使抵抗地表水及地下水侵蝕及溶蝕的能力各不相同。抵抗力小的岩石常常成爲窪陷表面，堅硬的岩石則相反，當地層爲軟硬不同的互層時，基岩面常成大型鋸

齒狀，這種起伏不平的鋸齒排列與岩層的位置有關。如岩層走向垂直於河流流向時，岩面起伏方向爲順河方向，如地層走向平行於河流流向時，則岩面起伏方向垂直於河流方向，前一種起伏型式是有利於壩基清基和修築的，因爲這種天然岩面的起伏可以增加混凝土和基礎岩石的結合能力，並且可以增加基礎對於水力向下游推移的阻力。排水的佈置，可在平行於基槽方向的窪溝內進行抽水。我們在修築混凝土壩的時候，爲了使混凝土和基礎岩層的牢固結合，常常採取人工製造粗糙岩面，在土壩清基的時候亦往往把截水牆插入基槽內，如果基岩具有這樣天然起伏的表面，而這些起伏的岩石都是新鮮穩固基盤的時候，我們就不必進行人工製造粗糙面，直接打上混凝土即可減少工程費用又可獲得同樣的質量，如圖1所示，混凝土壩直接作在天然起伏的基岩表面上。

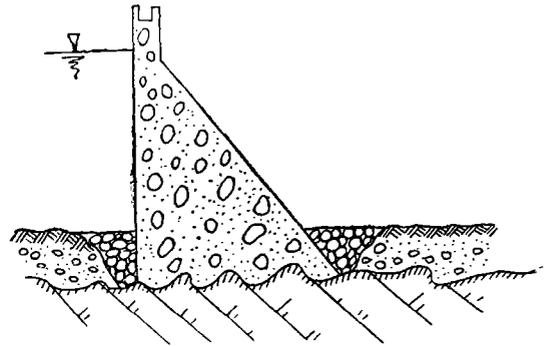


圖1 混凝土重力壩建築在鋸齒狀的基岩面上

(2) 地表水流及潛流的作用 在溶解性岩石所組成的基岩谷中，常常由於早期河水或地下水的沖蝕和溶蝕作用，形成谷底的凹凸不平，尤其在喀斯特發育的石灰岩區域，常常因爲陷穴，溶洞，溶溝而造成谷底的窪陷，甚或有由於跌水或漩窩而形成的深陷溶斗或“巨人鍋”，其中爲後來砂、卵石沉積所填充，這些在施工之前均須勘察清楚，以免施工時無所準備，延誤工期，增加工程處理費用。

在溶解性岩石的峽谷中，由於早期河水的側蝕作用於陡壁之下常常形成溶溝或溶斗，凹入陡壁（如圖2所示），以至影響修築岸坡時石方量增加，因此在這樣的峽谷中進行勘探時，有向兩岸陡壁下進行斜鑽的必要，如全用直鑽進行鑽探，將不容易發現此種現象。

此外，由於地下水潛流作用也可造成基岩面的凹凸不平。

(3) 岩石的風化程度 火成岩及變質岩所造成的岩石谷，一般岩石表面的起伏不大，但由於各處抵抗風化能力不同，及岩石谷最後侵蝕時期距現在的長短

不同，而風化帶深淺亦不一致，根據觀察結果，早期高階地掩蓋層下的基岩，一般比低階地掩蓋層下的基岩風化帶深厚，在清基時如風化岩石滲透性大或承載

圖上每一個點的地表高程減去新鮮岩面高程，就可以決定該點的開挖深度，然後根據開挖深度的長度和寬度用平行斷面法計算出開挖土方及石方量。有時從岩石利用等高線上可以發現未經發現的地質問題，因為基岩面窪陷的地方常常是地質比較脆弱的地方，有時可以從圖上發現新的地質構造問題，因此這種圖無論對工程設計施工或地質勘探的指導性上都具有它的實際意義。

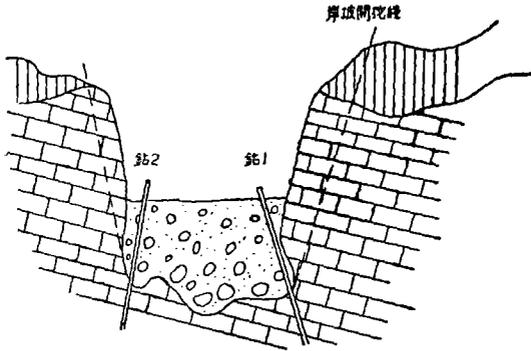


圖 2 溶解性岩石所成峽谷基岩表面的凹凸情形及修坡關係

力不足時，亦須將其清除或用灌漿辦法加固，因此必須事先了解風化帶的深度，及其物理和化學性質，在掩蓋層和地下水面以下的風化岩石，用機械鑽加水鑽探時，不易取出岩心，可用乾鑽或雙層取岩管進行鑽探，以便提高岩心獲取率。

風化帶和掩蓋層及新鮮基岩面的界限必須精確的決定，作為清基工程的依據，我們知道風化岩石和掩蓋層中砂卵石層的開挖工率是相差很大的（一般約為3—5倍），如果兩者間的界限決定得不正確，就影響到工料預算和施工組織設計的正確性。

有的岩層由於水平節理或片理的發育，風化帶常成夾層風化現象，在片麻岩中常遇到這種情況，以至於在設計時心中無數，遇到這種情況時就必須改良清基的施工方法，在開挖槽預定開挖線上，隔一定距離挖一豎井，從豎井中很清楚的看出風化夾層的變化和滲透的情況，然後決定各段開挖深度，由豎井向兩側開挖，最後聯成一條基槽，這樣即可保證工程質量，又可避免返工浪費，並加速了工程進度，同時還可以利用豎井作為排水的集水坑，豎井及開挖槽的關係如圖3所示。

為了能使岩石谷的形狀能夠清楚的表示出來，可根據壩基鑽探及物探資料繪製成新鮮岩面等高線圖（或岩石利用等高線圖），這一種圖的精確程度視鑽孔間距而定，如果鑽孔間距在50公尺左右，則可作為工程設計使用，在繪製這種圖的時候應當根據各方向剖面上基岩表面線的平面投影連製，同時還必須考慮岩石性質、岩石風化程度、古地形及地質構造等關係，這樣繪出的結果才能正確。

在岩石利用等高線圖上應當繪出地形等高線，用

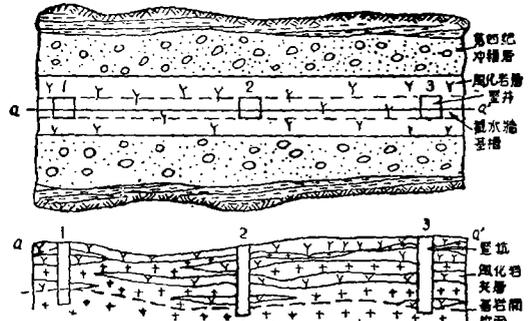


圖 3 土壤截水牆基槽開挖在遇有風化夾層時的豎坑挖掘法。

2. 第四紀地質與築壩工程

河谷中常常為深厚的第四紀地層所掩蓋，過去我們對第四紀地層的研究是不夠重視的。因此對於築壩工程所需要的第四紀地質資料是不能滿足的，然而第四紀地層可以直接作為壩的基礎和壩的建築材料，因此對築壩地區的第四紀地層研究得清楚與否，直接關係到壩的經濟與安全。

研究第四紀沉積物，常常是比較複雜的，因為第四紀沉積物與沉積時的水流速度，水位深淺，沉積環境和侵蝕基準面的變化有着密切的關係。因此，岩相組織和結構都是變化性較大的。為此，除了通過鑽探，取樣及試驗工作之外，更重要的是掌握沉積的規律和地貌特徵的關係。

在築壩河谷地段內，第四紀地層是與河成階地的地貌相連系的。早期的階地是過去河流洪積或沖積經後來侵蝕下刻的結果，高階地與低階地之間無疑問的存在着一個短時期的侵蝕面，經第二次的沉積和下刻以後形成較低級的階地直到現代河床的河漫灘沉積，構成了整個河谷的掩蓋部分，這種具有數個發展階段，結構複雜的河谷稱為成形的河谷。

在這種成形的河谷中築壩時，第四紀地質工作就更加重要了，首先必須研究的是如何來劃分兩個不同階地的沉積物界線的問題。第一，從地貌特徵上來劃分，我們知道每一級階地都有一定的高程、階地頂面和一定位置的階地斜坡，因此，就很容易從地形上劃分

出來。至於在什麼位置應當是高階地的沉積物，什麼地方是低階地的沉積物，事實上在野外却不是那樣清楚，往往階地斜坡部分是不明顯的，有時即或有斜坡部分也已與原侵蝕期的斜坡不一致了。主要是階地地形成以後仍然有物理地質作用在繼續進行着，因此，破壞了階地的原形。另外，階地斜坡部分也在繼續進行堆積，如是在這種侵蝕的階地和被掩埋的階地上劃分界線時就不能單考慮地貌特徵，因為也許在和低階地高程相當的位置仍然有可能屬於高階地的沉積物（假如高階地的上層土被侵蝕或被人工開挖以後）。

其次，從不同時期的沉積物性質來劃分，早期的沉積物和後期沉積物的性質、結構、級配情況、成層情況、層頂標高、地下水類型和性質是不完全一致的，從這些不一致的情況來決定階地的範圍，並用物探、鑽探和試坑及試驗工作加以證實（如圖4所示）。

在我們工作中常常發現河流內灣的階地邊緣，土層性質比較複雜，而且有細膩的粉土、淤泥及粉土質粘土沉積物存在。這是由於河灣內側流速較小，容易沉積細膩物質的原因，如圖4第一階地與第二階地之間為一淤泥帶所分佈。

第四紀土壤的分類，根據其物理性質可分為砂土、粘土、粉土類土壤及間隔土；這些土壤在築壩工程上隨着它們的特性具有它們一定的用處。砂礫土壤滲透性較強，穩定性却較大，而粘土類土壤則恰相反，滲透性較弱而其穩定性較低。因此從築壩材料上看，砂土和粘土是同樣重要的，在壩基土層中，級配優良的砂礫層是最適合於作土壩基礎的；厚層塑性較小，內摩擦角較大的粘土層，祇要有適宜的坡度亦適合於作土壩基礎。但含腐植質甚多，及含可溶性鹽類的土壤，以及均勻係數很小的細砂，粉砂及淤泥，都是築壩的不良基礎，水庫蓄水以後均易液化、沉陷或滑動。同時如有滲透發生，則產生管湧、冲刷、淘空等現象，因此，事先對壩基土層的物理及化學性質加以了解是必要的。

第四紀土層不但可以用作基礎，而且還可以作為築壩的材料，優良的築壩土料須具備以下幾項條件：

(1) 具備優良的級配條件 所謂級配優良即是土

壤中具有各種不同粒徑的顆粒，用土壤的均勻係數 ($\sigma = \frac{d_{60}}{d_{10}}$) 來表示，數值愈大，級配條件愈佳，級配優良的土壤，顆粒間的孔隙小，內摩擦角較大，穩定性強，滲透性相對的較同類級配較劣的土壤小。級配優良的土料可以縮小壩的斷面，減少土方量。

(2) 土壤中的天然含水量應接近於設計的最優含水量 利用粘性土壤作為築壩材料時，必須特別注意

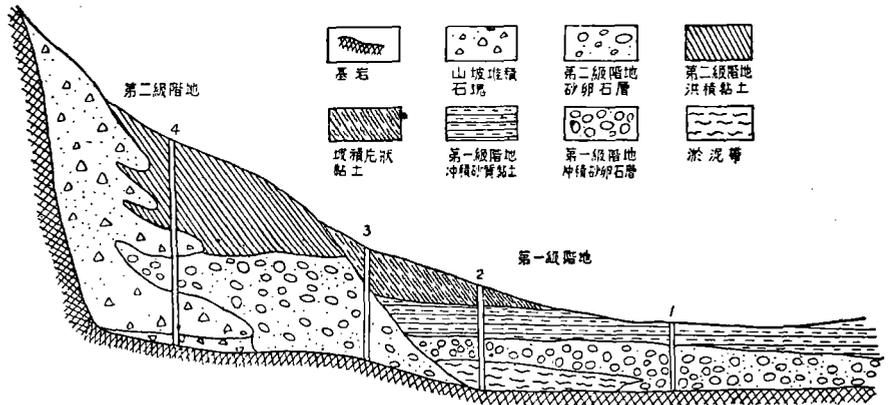


圖4 階地構造剖面圖（表示階地間的接觸面及淤泥帶）

土壤中的天然含水量。所謂設計中最優含水量就是土壩碾壓時使土壤達到固結所需的含水量，假如粘土的天然含水量超過設計的最優含水量，則築壩時發生不易碾壓密實的困難，即便是築成壩以後，粘土在固結時易於下沉，水份蒸發以後容易使壩體發生裂縫，引起壩身的漏水，以至影響到壩身的安全，因此粘土的天然含水量不能大於它的塑性限度；如果超過了，則在填土時不易取得一定之堅實度，因此在調查粘土料時必須在野外詳細作天然含水量試驗，作長期觀察土中含水量的季節性變化，同時還須調查清楚土區地下水面的季節性變化情況，土壤的毛細管上昇高度，有了這些資料之後，始可決定粘土料採用的可能性，一般土壩所需粘土的最優含水量為12—17%。

(3) 土壤中無可溶性的鹽類 築壩土料如含有鈉、鉀、鈣的碳酸鹽、硫酸鹽及氯化物等可溶性鹽類，其含量大於2—3%時，滲水之後易於溶解，淘孔，致使土壩崩潰。

(4) 土壤中無大量的有機質含量。

3. 壩基滲透及防滲措施

壩基的滲透，一方面可以使水庫蓄水受到損失，而另一方面却因滲透沖移土粒，發生淘空，管湧等現象影響壩身安全，因此在勘察階段必須對整個壩基岩石及土壤的滲透性質進行研究，求出岩層沿壩線的滲透率及滲透係數。測定以上數值的方法，一般採用現場抽水，壓水和注水試驗，用這些數值，根據達爾西

定律，卡明斯基法或半橢圓法分段計算壩基滲流量，然後求出壩基的滲流總量，計算水庫的滲透損失，同時注意滲流速度及滲流性質，有無集中滲流，或因為滲透水流而引起土的力學沖穴和湧出的現象，如具有以上現象，則須制定防滲措施。

因為壩基常安置在不透水的基岩上，所以在掩蓋層不深的地區，關於研究掩蓋層的滲透問題是比較次要的，而基岩中的裂隙滲透常常為壩基滲透的主要類型。防止岩層裂隙滲透的措施，一般是設製灌漿帷幕。

過去會有一些壩址灌漿帷幕的設置，但均缺乏足夠的，詳細的地質和水文地質資料，而只是盲目的進行全線灌漿，結果不是灌漿方式方法不正確而影響了質量，就是在灌漿深度和範圍上決定得不適合造成嚴重的浪費。如果我們掌握了足夠的地質和水文地質資料，就可根據具體的需要進行部分的分段灌漿。

現在舉出我們工作中制定灌漿帷幕的一個實例，作為在脆性岩石壩基的情況下制定灌漿帷幕的參考，惟必須合乎以下幾種條件：

(1) 岩層性質比較均一，為脆性壩基岩層；

(2) 主要的滲透為裂隙滲透類型；

(3) 壩基鑽探中，各鑽機的機械設備，鑽進速度，技術條件及鑽進方法，均具有同一標準和定額。

在以上條件之下，我們可以從岩心獲取率曲線圖(圖5)和單位滲透性曲線圖(圖6)中看出一定的規律，即岩石愈破裂的地方，岩心獲取率愈少，而在單位滲透性曲線圖上則表現出滲透率甚大，如果僅是裂隙滲透的問題，就可以根據這兩種圖互相參照關係和抽水試驗滲透係數的校正數值的比較結果，再結合灌漿試驗，制定灌漿措施，規定灌漿段的長度，灌漿孔的深度，斜度及相互間的間隔距離，灌漿所需的壓力以及灌漿種類和方式方法等。

圖5和圖6的例子，是一個基礎岩層為太古代花崗片麻岩所成的一個壩址，其中有閃岩及輝綠岩脈侵入，在花崗片麻岩中進行鑽探時，全孔平均岩心獲取率最高可達80%，一般為60—70%，水壓試驗結果單位滲透率均小於0.01升/分，在風化破碎的岩脈兩側，岩心獲取率最低為2—5%，經水壓試驗結果在岩脈中部滲透率並不大，而在岩脈兩側與圍岩接觸處，岩石破裂較劇，滲透率達1.1升/分，於是此壩

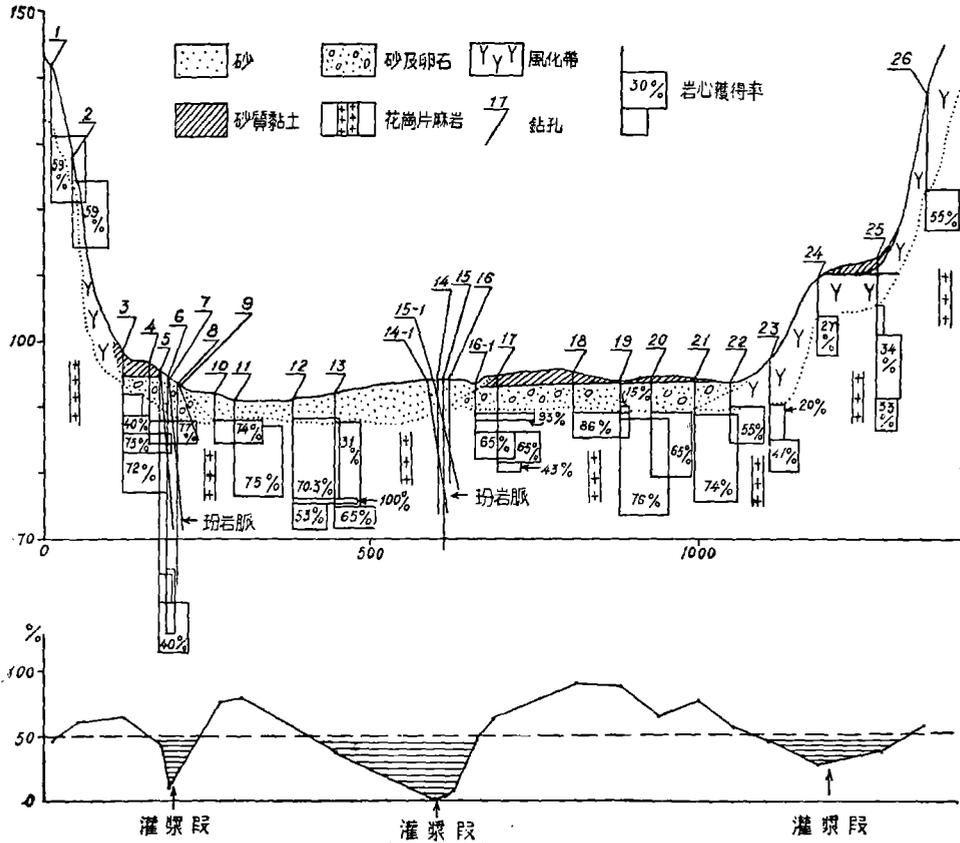


圖5 水庫壩址中心線鑽孔岩心獲取率曲線圖

址制定灌漿措施可根據以下原則：

(1) 岩脈兩側破裂甚劇，滲透率最大可至1.1升/分，一般均超過0.1升/分，因此凡岩脈兩側與圍岩接觸帶均須進行灌漿。

(2) 凡岩心獲取率小於5%及滲透率大於0.01升/分，或滲透係數大於 2×10^{-6} 公尺/秒的地段，必須進行灌漿處理。

(3) 由於壩基岩層多具平行於壩軸的節理，節理傾斜向下游，此套節理與平行於河床的節理相交，為了使裂隙中能多有進漿的機會，因此需要向上游打傾斜 30° — 40° 之斜孔及向兩岸打斜孔灌漿，使成爲交織灌漿帷幕。

(4) 灌漿深度以每孔的單位滲水性圖來決定，在花崗片麻岩中因各處風化及裂隙程度不同，因此每處灌漿深度也各異，在岩脈兩側，灌漿深度以穿過接觸帶爲原則。

(5) 灌漿孔距離根據灌漿試驗，檢查結果爲3公尺，灌漿最大容許壓力孔深每1公尺爲0.5氣壓，如第一檢查孔灌漿時乘1.5，第二檢查孔灌漿時乘2.0，濃漿時乘1.5。

(6) 一般裂隙最小在0.15—0.25範圍以上，可採用水泥灌漿。

(7) 裂隙中地下水及河水分析結果，由於暫時硬度等於 4° ，對普通波特蘭水泥有分解性的侵蝕性，因此灌漿宜採用普茨蘭（火山灰水泥）或礫渣水泥。

此外，可根據蘇聯國立傑爾聶也夫水工科學研究院制定的「水工建築物基礎中的水泥灌漿防滲帷幕」的規定，結合具體情況來制定必要的防滲措施。

五、結 語

工程地質勘察工作，在我國社會主義建設及將來的共產主義建設中，都是各項工程建設的基礎，為了能使工程地質工作滿足於建設的需要，首先必須懂得我們服務的各項工程底科學原理、原則以及實際建設過程中的經驗，假如我們作壩基工程地質的人員，不懂得壩的結構和修造過程，要想把工程地質更好的服務於築壩工程是難以想像的。

因此只有從偉大的社會主義工程建設中去親身鍛鍊，努力學習蘇聯先進的科學理論和技術，才可能更好的爲偉大的社會主義工程建設而服務。

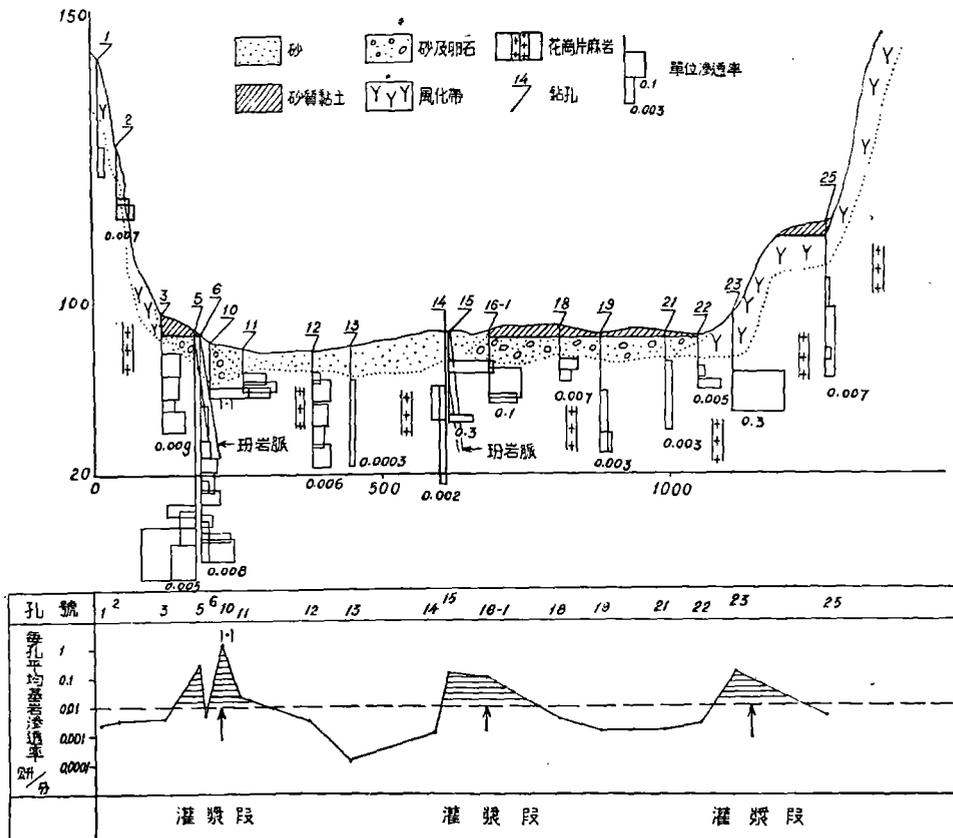


圖6 水庫壩址中心線基岩滲透率曲線圖