

全苏給水、排水、水工建築物
及工程水文地質科学研究所

工程水文地質学 实验室论文集

М. П. 謝明諾夫等著

地質出版社

工程水文地质学

工程水文地质学

实验室论文集

М. П. 謝明諾夫等著

地质出版社

1959·北京

本書是全蘇給水、排水、水工建築物及工程水文地質科學研究所
(ВНИИ Водгос) 工程水文地質實驗室所完成的七篇論文。這些論
文都是根據水工建築方面的實驗室研究成果寫成的。對於我國廣大水
利工作人員、水文地質工程地質人員及研究人員有很大參考價值。

全書由張行健翻譯，再造校對。

工程水文地質學實驗室論文集

著者	M. II. 謝明諾夫等
譯者	張行健
出版者	地質出版社
	北京宣武門外永光寺西街3號
	北京市書刊出版業營業許可證出字第050號
發行者	新華書店
印刷者	北京市印刷一廠

印數(京) 1—3,300冊	1959年9月北京第1版
開本 787×1092 ¹ / ₂₅	1959年9月第1次印刷
字數201,000	印張8 ²⁴ / ₂₅ 插頁3
定價(10) 1.25元	

目 录

原 序	(4)
在水利工程建設中对坚硬岩石及半坚硬岩石作工程地質 研究的任务及方法	
.....M. II. 謝明諾夫、A. E. 奧拉道夫斯卡婭、A. Γ. 雷柯幸(6)	
裂隙岩石及裂隙充填物的滲流冲刷性之研究	
M. II. 謝明諾夫、A. E. 奧拉道夫斯卡婭、T. C. 赫拉莫金娜、Л. A. 莫洛柯夫(24)	
論确定岩石鹽漬度的方法	A. E. 奧拉道夫斯卡婭(113)
岩石淋溶过程的发展以及地下喀斯特的形成的原理示意图	M. II. 謝明諾夫(152)
灌浆帷幕設計的工程地質前提	M. II. 謝明諾夫(167)
为計算建筑挖方工程中天然边坡稳定性用的在工程地質 上对边坡种类所作的典型划分	M. II. 謝明諾夫(183)
为水工、道路及工业等建設任务鑑定河谷構造的某些图解法	M. II. 謝明諾夫(201)

原 序

本論文集刊載了全蘇給水、排水、水工建築物及工程水文地質科學研究所 (ВНИИ Водогео) 工程水文地質實驗室在水工建築方面所完成的一些論文。

論文集中探討了在堅硬岩石及半堅硬岩石分布區域內研究和評價工程地質條件的一些方法。這些岩石的特徵是一般都具有很大的力學強度，因此可以作為混凝土建築物的地基。但是，對於地基的設計來說，還要求有一套完整的各種各樣的工程地質資料，這些資料須能說明各種土以及整個岩體的性質及狀態。

堅硬岩石及半堅硬岩石依據其成因、埋藏條件以及某些地質作用對它們所引起的影響，可以具有極不相同的性質、強度及穩定性。為了研究及評價這些岩石的成分及狀態，在實踐中應用了一些方法，但這些方法並不是都有理論根據的。

本書的第一篇論文中，簡短地敘述了對堅硬岩石所提出的一些最重要的建築要求，列出了堅硬岩石及半堅硬岩石的典型工程地質特點，分析了對這些岩石的強度及穩定性有影響的最主要的地質因素，最後，概括地指出了在水工建築物的各不同設計階段於堅硬岩石及半堅硬岩石分布區域中進行工程地質勘探的主要任務和方法。

後面的各篇論文對剛才所提到的問題作了進一步的發展，文中敘述了在研究和表征水工建築的岩石及工程地質條件方面存在的一些最迫切要解決的問題，列出了這些問題的專門研究及理論探討的結果。在這些論文中，提出了新的或準確的研究方法，而且推薦了對於勘探工作及設計工作都具有真正實踐意義的若干具體措施。

在“裂隙岩石及裂隙充填物的沖刷性研究”這一篇論文中，詳細地研究了裂隙及其充填物被地下水沖刷的問題，並描述實驗室試驗及野外試驗的方法和結果。

在“論確定岩石鹽漬度的方法”一文中，敘述確定岩石中水溶性鹽類含量的方法。

在“岩石淋溶作用发展的原理示意图”的論文中，提到了一些研究有水头建筑物地基中当水渗透时层狀石膏（以及其他非抗水性岩石）淋溶过程的原則性情况。

“灌漿帷幕設計的工程地質前提”一文說明了設計及建筑防滲帷幕必要性的工程地質前提；該論文中証明了关于此問題的現行規範是无根据的及不适用的。

在論文“天然山坡及边坡种类的工程地質典型划分”中，以及在論文“鑑定河谷構造的某些图解法”中，研究了由各种不同成分的岩石所構成的建筑工程挖坑的天然山坡及边坡的典型構造情况以及发生变形的可能性；并且提出了一些在水利工程設計工作开始阶段內根据文献及档案資料預測河谷構造的新創的某些图解法。

参加本論文集編輯工作的有ВНИИ Водрео的工作人員М.П. 謝明諾夫、А.Е. 奧拉道夫斯卡婭以及水能設計院莫斯科分院的工作人員А.Г. 雷柯辛、Л.А. 莫洛柯夫及Т.С. 赫拉莫金娜。

在水利工程建設中对坚硬岩石及半 坚硬岩石作工程地質研究的任务及方法

M. П. 謝明諾夫、A. E. 奧拉道夫斯卡婭、

A. Г. 雷柯幸

1. 概 論

很久以来，对于坚硬岩石就存在着这样一种意見，認為它們是极其强固的整体的岩块，可以作为兴建各种房屋及建筑物的完全可靠的“屹立不拔”的地基。事实上，这种理想化的概念只有在一定程度上可以拿来看待某些坚硬岩石单独取出的試样，而在大多数情况中是完全不适用于說明天然的坚硬岩块的，因为在地質構造方面來說，这种岩块一般都具有非常复杂而且多种多样的、时常是不利于水工建筑的一些特点。

必須着重指出的是，研究上述工程地質特点的方法尚很少探討过，因此，对坚硬岩块的研究結果一般只能算是定性的鑑定，同时只能作出和提出相当假定性的結論和建議。

对坚硬岩块作鑑定及評價的不肯定性和某些假定性在水工建筑的規范文献中亦有显著的反映，这些文献对于混凝土建筑物的岩石地基的質量一般提出下列各项要求：

(1) 岩石必須有足够的力学强度，并在其中沒有尺寸很大的裂隙、空隙及洞穴，因为它们会降低整个坚硬岩块的整体性；

(2) 坚硬岩块中必須沒有扁平体及他种成分的岩石夾层；因为扁平体及夾层的存在会形成危险的平移断层面，或者会使建筑物产生很大的不均匀沉降；

(3) 坚硬岩块的透水性要低，以避免大量的滲漏，因为从水庫的水量及能量平衡的观点来看，这种漏水是不許可的；

(4) 应当沒有巨大的裂隙或喀斯特通道，因为沿着这种裂隙及通道会形成集中的滲透水流以及产生裂隙充填物的潛蝕現象；

(5) 岩石必須具有抗水性，即岩石對於滲透水流的冲刷作用、軟化作用及溶解作用要有足夠的抵抗能力。

根據上列各點可以看出，對於岩石地基所提出的標準要求有着相當假定性的性質，並不包含有任何肯定的定量指標；在實質上而言，這些標準要求僅反映出對於重要的混凝土建築物應該竭力找出比較牢固及穩定的地基，以及它們僅可以被看作為在堅硬岩石及半堅硬岩石分布地區中作工程地質勘探的一般任務而已。

從我國的水利工程建設的實踐中也可以看出這些要求的假定性，在進行水工建築時，混凝土建築物實際上是建造在各種不同質量的堅硬岩石上的，而且在必要時，還採用了相應的工程措施以提高地基的強度及可靠性。

因此，在堅硬岩石及半堅硬岩石分布地區中進行勘探的目的，一方面在於尋找及選擇較牢固的地基以布置混凝土建築物，而另一方面也在於獲得充分的原始資料去鑑別及評價不利的工程地質條件，以便有根據地採取工程措施來保證所設計的建築物能夠可靠地被使用。

本論文試圖綜合在堅硬及半堅硬岩石分布地區中進行勘探、設計及進行水利工程建築的現有經驗；並且根據這一綜合結果去查明岩石地基工程地質研究的某些專門問題。

應當指出，當在碎屑岩上或在粘質的非堅硬岩石（砂土、礫石—砂礫土、亞砂土、亞粘土、粘土）上進行水工建築時，完全沒有這些專門問題，也沒有研究這些問題的在方法上的困難，或者這些問題的解決要簡單得多而且肯定得多。其原因就是由於堅硬岩石及半堅硬岩石的整體性、強度、壓縮性以及其他的物理—技術性質不僅與這些岩石的成因、岩石成分及埋藏條件有關，而且亦與岩塊的裂隙度、風化特性及風化深度、淋溶作用過程及喀斯特過程等有關。

堅硬岩石按照其強度及變形特征來說，可以再分為兩組或兩亞類。

屬於最牢固及最不壓縮的乃是火成侵入岩及噴發岩（除了某些火山凝灰岩、火山岩渣及砂之外）、變質岩及某些沉積岩——牢固的石灰岩、白云岩、砂岩及具有強固膠結物質的礫岩和角礫岩。這些岩石屬

于坚硬岩石組（或亞类），它們的特征是抗压强度极限大于 50 公斤/公分²。

半坚硬岩石的特点是抗压强度較小——小于 50 公斤/公分²；而其中某些有粘土質成分的或各顆粒間仅有薄弱的粘土質 - 石灰質联系的岩石，具有某些塑性及具有剪切与压缩的能力。

在未风化状态下的坚硬岩石的原狀試样（或岩心）是不能說明整个岩块的强度的；这些原狀試样的特点是有足够的强度、不可冲刷性，以及沿着孔隙的透水性不大，因此，为了鑑別岩石地基，必須对整个岩块的各种性質和状态作全面的研究。

下面將叙述这些研究工作的主要問題以及說明进行这些研究的方法的某些特点。

2. 自然因素对坚硬岩塊的工程地質特性的影响

根据我們的意見，当对坚硬岩块作一般的鑑定时，基本上必須考虑下列的最重要的自然因素及过程的影响：

- （1）構成坚硬岩块的岩石的成因、岩石成分及埋藏条件；
- （2）岩石的裂隙度及风化过程；
- （3）岩石的溶解性及冲刷性。

下面簡略地研究这些因素及过程对岩块的影响，以及估計此影响的某些方法。

岩石的成因、成分及埋藏条件

依据成因及構造結構來說，坚硬岩石及半坚硬岩石具有极端各种各样的埋藏形态、厚度及分布；它們形成連續的岩块、复盖层或各种不同岩石成分及不同强度的交錯岩层。

例如，火成侵入岩具有足够固定的成分及性質，但是它們以不同大小及不同形狀的隔絕块体的形式埋藏在沉积岩之間（岩基、岩株、岩脉）。因此，在勘探时必須謹慎地查明侵入岩岩体的形狀，以更对混凝土建筑物选择較均質的岩石地基。

因水下噴发結果而形成的凝灰沉积层埋藏在海洋沉积层之間，它

們是具有足够固定成分及延續長度的岩层及岩石。在地面上噴出的強固的安山岩、玄武岩及其他的熔岩，除了其中有很大的成岩裂隙以外，常含有扁平体，夾层及松散岩石的岩囊（砂、浮石、火山岩渣及其他等），它們具有变化不定的厚度及分布範圍，这視熔岩复盖层所埋沒的古地形的形态而定。因此，在这些条件下去探求均質而厚实的岩石地基常常是一項极其复杂的任务。

堅硬的海洋沉积层的特点是其产狀及厚度最为稳定；但这些岩石很少以連續的厚实岩块形态而埋藏（例如，礁灰岩），它們常常形成均質岩石成分及不均質岩石成分的层狀岩层（夾层），例如，石灰岩、白云岩、泥灰岩等的夾层。在这些堅硬的沉积岩中会遇到非堅硬的岩石（粘土、砂）的岩层、夾层及扁平体；或者同一层的岩石成分有逐漸的相变（石灰岩轉变成泥灰岩、泥灰岩轉变成粘質砂岩，砂岩轉变成泥質岩等等）。

这样，由于海洋沉积岩的成分不均匀或有层理之故，在絕大多数情况下就不形成整体岩块。在均質或不均質层狀岩层的接触面上常常沒有強固的膠結联系，这也破坏着不具整体性的堅硬岩块的强度；此外，其强度亦由于堅硬岩石的裂隙度而发生破坏。

变質岩的强度及稳定性很大，但依据变質岩岩层的岩石成分而可能是多种多样的。

变質作用过程能使沉积岩強固，但它們并非总是有区域特性，也就是說，时常只使一部分沉积岩层強固。

与地区構造結構有关的岩石埋藏条件对于堅硬岩块的强度及稳定性起着重大的影响。众所周知，將坝基位置放在背斜弯曲及向斜弯曲区域中是最不利的，因为这些地段上的堅硬岩石及半堅硬岩石都具有极大的破碎性；坝基布置在褶皱軸的走向上亦是不利的，因为在此情况下沿着河谷容易渗透，而坝基几乎总是不均質的。当將坝交叉于堅硬岩石的走向来布置在背斜褶皱或向斜褶皱的翼上时，地基也常常会是不均質的。如將坝沿着岩层的走向布置，以及如岩层沿着水流向下的傾斜值小于河床的坡降，則坝基中渗透作用的危险性增大，而且岩石地基的抗滑总稳定性（沿岩层傾向）降低。如建筑物地基中岩层傾

向与上游河段所夾的角小于 $20-25^{\circ}$ ，則在滑動可能性方面亦有同样的危險。

橫过坝軸綫的坚硬岩块的構造断口、断层及逆掩断层，能使地基造成不均匀，能使建筑物有不均匀沉陷，能易于形成集中的滲透流，最后，在地震区域中会限制进行水利工程建筑的可能性。

应当指出，在复杂的構造地区中，开凿深的地下坑道及引水隧洞的条件也是比较复杂的；因为土压力較高，坚硬岩块的溫度情况及含水特性是不肯定的。

根据以上所述可知，在找寻水工建筑物的岩石地基时，确定岩石的成因、成分及埋藏条件乃是工程地質勘察工作的主要任务之一。

坚硬岩石的裂隙度及风化作用

所有坚硬岩石及半坚硬岩石在某种程度上都是有裂隙的。各种不同成因的裂隙常常穿入到岩石中一个很大的深度，并且將岩石分割成为各个的联系不够的区段和大块，这就破坏了坚硬岩块的总强度。

显然，被裂隙分割开来的岩块不可能認為是“整体的”；这种岩块的强度和稳定性无疑地应当低于在實驗室中对構成該岩块的岩石試样作試驗所得的那些数值。最不利的乃是在岩石地基中存在着橫过坝軸綫的巨大的局部裂隙；此外，沿坚硬岩块高度分布的不均匀的裂隙也是最不利的。这种的裂隙分布可能会在坝基中及坝与岸边联結处造成危险的集中的滲流通道；亦会引起建筑物底面上的浮托压力的分布不均匀，因此，查明岩石的滲透不均匀性，对于有水头水工建筑物地基中的排水設計來說，有着重要的意义。

在地下水电站的挖坑工程中，在隧道中，在調節豎井中以及其他建筑挖坑工程中，岩石压力的数值基本上亦与岩石的裂隙度及特性有关；在这一方面最不利的是構造破坏区域。

为了鑑別坚硬岩块的强度和稳定性，必須具有关于裂隙度的下列各項資料：岩块中裂隙的成因及分布特征；在空間內裂隙的大小、形狀及方向；單位面积上或單位体积中的裂隙数量（裂隙度系数）；裂隙被风化产物充填的程度以及充填物的成分。

必須提出的是，堅硬岩石及半堅硬岩石的裂隙可以分為風化裂隙、成層及節理裂隙、邊界推力裂隙及構造裂隙；同時，眾所周知，每一種類型的裂隙都以不同的發展規律性、不同的大小及深度為其特點。

查明岩石裂隙度的特點的最好方法是在坑道中——豎井、水平坑道、觀察井、試坑及建築基坑中將它們記錄下來。

為了對堅硬岩石的裂隙度作出定性鑑定，現在都很成功地採用了鑽孔的壓水試驗法以及地球物理勘探法。

必須指出，現今有一系列的論文及新穎的勘查方法闡明了裂隙的研究和分類，但有關評價裂隙度對堅硬岩塊的強度及穩定性的影響的方法還沒有探討過。顯然，被裂隙所分裂的岩塊的強度，要低於構成這種岩塊的岩石（單獨試樣的）的強度。但是我們目前尚不能用任何的那怕是定性的指標去估計這個強度的降低程度。

裂隙使堅硬岩塊易於風化及破壞。風化作用不僅在岩石的頂面發生，而且亦在岩石的裂隙、斷口及成層面的很大深度處發生，使這些岩石逐漸破碎和分解。在堅硬岩石發生構造破壞的地區中，沿斷層裂隙及沿其他構造裂隙處，如有風化作用的粘質-碎石產物形成和堆積的話，那末這種情況是特別不好的。這些深而寬的風化區域的裂隙和斷口的存在，就降低了地基的總強度，為建築物獲得極大沉陷創造了條件，並削弱了堅硬岩石的抗剪強度。

裂隙的特性（裂隙的大小、其相互間的聯繫、方向、分布密度）以及裂隙挾帶來的材料或遺留下來的材料充填的程度，對於採取防滲閉合措施以及對於應用水泥灌漿、粘土灌漿、瀝青灌漿等法加固堅硬岩石來說，都具有重大的意義。

在堅硬岩塊的表面區域中風化作用發生得特別強烈，在風化作用的同時，在表面風化區域內形成了稠密的附加的裂隙網，這就使得堅硬岩石的某些區域不適於被利用，在施工時必須將它們從建築物的地基中挖去。

必須指出，現在尚未研究出對岩石風化度作定量鑑定的方法；因此只能相當假定地去決定挖去建築物地基中風化岩石的深度以及其必

要性。

确定岩石的风化程度及风化特性的方法如下：勘查及记录坑道露头及观察井的情况；调查岩石的可钻探程度及岩心采取率；此外亦可依靠岩石试样进行岩石学上的研究。

风化作用有时进行得很迅速，这时，为了准确确定岩石的风化特性及强度，最为合理的方法是观察试坑四壁及底部的以及人工露头的岩石性状，同时亦可以组织观察堆放在地面上的岩石的破坏情况。

应当指出，在裂隙被脉岩材料充填的情况下，岩块就被加强，亦可能完全恢复岩块的总强度、稳定性以及使之具有不大的透水性。但是，如果裂隙被疏松的风化产物充填，则虽然也降低岩块的透水性，但并不能提高其强度；此外，在此情况下的充填物可能会被渗透水流从裂隙中再次冲刷出去。

坚硬岩石及半坚硬岩石的抗水性

所有岩石在某种程度上都可以在天然水中溶解，并且在相应的条件下可以被渗透水流所冲刷，但是在对岩石地基进行评价时，应当根据水工建筑物的建筑条件和使用条件的实际情况去研究岩石的溶解性及冲刷性。

考虑到这一情况，我们可以按照岩石溶解性的递减强度来分出下列各类岩石：

- (1) 岩盐、光卤岩、钾石盐；
- (2) 石膏及硬石膏；
- (3) 礞岩、角礞岩、砂岩及其他胶结岩或含有石膏、硬石膏、石盐等杂质的岩石；
- (4) 未被砂质或铁质胶结物胶结的强固的石灰岩、白云岩以及大理岩；
- (5) 石灰质凝灰岩、白垩、贝壳石灰岩、泥质石灰岩及某些泥灰岩。

这些岩石的淋溶作用及溶解作用以各种不同方式表现出来，并在各种不同程度上破坏着岩石地基的整体性及稳定性，增大透水性，降

低岩石的承載能力及彈性性質。

最不利的情況是被水滲透的岩層中存在有含氯化物的岩石及含硫酸鹽的岩石，因為這些岩石會在相當短的時期內發生溶解；對於含有碳酸鹽的岩石來說，其特點是淋溶作用及溶解作用進行得比較緩慢，所以對於岩石地基的穩定性就不是總具有重大的實際意義。在泥質石灰岩及泥灰岩中，喀斯特作用特別緩慢。當在淋溶性岩石分布地區中作工程地質勘查時，應當得到某些資料以便對下列各種情況作出鑑定、評價及預測：

(1) 喀斯特的現代狀態；

(2) 在現代天然條件下，溶解作用及淋溶作用的速率；

(3) 在有水頭建築物造成以後，喀斯特過程的發展強度，同時考慮到滲透流速及流量的變化。

當對喀斯特現象作鑑定及評價時，喀斯特孔洞及通道的存在、喀斯特泉及吸收地面逕流的喀斯特地段的存在等等有著特別重要的意義，因為這樣可以使我們能在各種情況下合理地選擇布置建築物的另一種方案。

為了鑑定堅硬岩塊的狀態，應當確定喀斯特的發展及分布、其狀態及大小、喀斯特孔洞被破壞產物充填的程度及充填物的成分。喀斯特過程與水文地理、氣候、岩石成分、其裂隙度及埋藏條件等之間的關係。

當對喀斯特過程所表現出來的地面形態及地下形態（漏斗、塌陷、已溶洞、洞穴、通道等）作描述時，亦應當同時說明喀斯特形態的大小及其沿着地區的深度及面積上的分布。

應當詳細說明埋藏在有水頭建築物地基中及岸與壩的聯結處的岩石的喀斯特化和洞穴化的程度及特性，因為在設置防滲帷幕及加固地基時，這些資料對於闡明進行水泥灌漿、瀝青灌漿、粘土灌漿等措施的條件具有很大的意義。

正如在前面已經指出的，地下水沿着裂隙的滲透在個別情況下可能引起岩石的沖刷，或引起充填物的沖刷以及使充填物從裂隙中及從喀斯特孔穴中被挾帶出來，從而使建築物地基中的滲透流量繼續增

大，并引起地基的質量产生总的惡化。通常我們仅可能把某些較不強固的岩石認為是不够稳定的，例如象：

(1) 在強烈風化帶中的各种成分的岩石；

(2) 膠結性弱的不够緊密的噴出岩：某些凝灰岩及火山岩渣和砂；

(3) 帶有微弱的砂-粘質或石灰-粘質膠結物的某些碎屑岩及含碳酸鹽的岩石，例如砂岩、礫岩及角礫岩；稍微压实的泥質岩、淤泥岩、层狀粘土；泥質石灰岩，某些变种白堊、具有粘質膠結物的貝壳石灰岩、某些泥灰岩。

在測量及勘測时用来区分这些岩石的主要标志乃是其成分（特別是膠結物的成分）、裂隙程度及風化程度、在自然状态中的抗压强度以及在被水饱和后的抗压强度、在水中軟化及膨脹的速度及特性。

在本論文集中，有一篇論文即叙述研究这些岩石的冲刷性的方法。

滲透水流对裂隙中及喀斯特孔穴中的充填物的影响可能是多种多样的；此影响依据充填物的成分及充填物的性質而定。如果裂隙是由溶液中沉淀的矽質的、鉄質的及其他不会溶解而且实际上不透水的沉积物所充填的，則充填物显然不可能发生冲刷。如果裂隙是由未膠結的砂-粘質物質所充填，則可能沿充填物的孔隙发生滲透。在此情况下，为了估計滲流对充填物的影响，可以利用現有的計算充填物机械潛蝕及管涌作用的各种方法。

当裂隙及孔穴部分地被充填时，地下水的滲透基本上可能发生在充填物表面与裂隙壁之間的自由断面內，并且在作初次近似計算时，可以把滲透水流对充填物的作用看作为渠道及敞口河道中松散土的冲刷現象。

上述的見解完全清楚地指出，坚硬岩块的特点是具有极端各种各样的工程地質性質及特性；并且在選擇和評價水工建筑物的岩石地基时，必須对影响坚硬岩石强度、稳定性及滲透性質的一系列的天然因素及过程进行全面的研究。

3. 坚硬岩石工程地質研究方法的某些問題

在水利工程建設中作工程地質勘查的各項任務中，包括有對大量的極端多種多樣的問題進行研究以及作出實際評價，這些問題的項目以及需要加以探討的詳細程度取決於設計的階段、天然條件的複雜性，同時也取決於這些問題經過研究的程度。

眾所周知，在勘測的第一階段應該對所設計的建築物（以及水庫）整個分布區域的地質—地貌以及水文地質條件作出一般的說明，並且闡明河谷的形成歷史。根據這些材料在技術—經濟設計書中選擇水利樞紐較為有利的布置地段，其中亦包括堅硬岩石及半堅硬岩石的分布地區，並考慮到堅硬岩塊的工程地質特點。

一切隨後的勘測工作就在選定的區域中來進行；它們的目的在於進一步精確地查明該地區的地質情形，以及概略地研究堅硬岩石的主要的工程地質特點：

（1）闡明堅硬岩石及半堅硬岩石的埋藏深度及分布，確定其均勻程度、頂板的形態，以及確定非堅硬岩石上復蓋層的成分、穩定性及透水性，這種非堅硬岩層一般都應從壩基中以及水利樞紐的其他建築物的地基中加以挖去；

（2）確定堅硬岩塊及半堅硬岩塊的強度以及確定其抗剪阻力；

（3）研究堅硬岩石及半堅硬岩石的裂隙度、喀斯特現象、風化深度及特征，同時研究需要從壩基中挖去的風化岩石帶的厚度；

（4）確定堅硬岩石及半堅硬岩石的透水性，確定壩基中以及岸與壩的聯結處的可能滲流損失，以及確定建築基坑中的排水量；

（5）研究滲透水流對地基中岩石穩定性的影響——岩石及裂隙中充填物的溶解作用及淋溶作用、膨脹作用、沖刷性；

（6）研究壩與地基及兩岸的接合條件；

（7）查明用以加固岩石地基及防止滲透的工程措施的必要性及其特征以及說明實行這些措施的施工條件。

在工程地質勘測時這些問題闡明的詳細程度應當符合於相應的設計階段；例如，在設計任務階段，勘測資料應該保證能夠對於水利樞

紐的各个可能布置地段作出全面的比較，能够有根据地去选择較有利的填址，以及闡明为提高岩石地基强度及防止渗透所必需的工程措施項目。为編制技术設計書，在已选定的地段及填址处所进行的勘测比較詳細，应该准确决定建筑工程的工程地質条件，以及保証防获性工程措施的最后計算及設計，并且規定实行这些措施的工程条件。

依据具体的自然条件以及依据所設計的建筑物的結構特点，工程地質勘察的任务可以稍加改变，但是在这种勘察工作的所有阶段上，坚硬岩石及半坚硬岩石的下列各項鑑定对于設計和施工具有最重要的意义。

(1) 坚硬岩块的透水性(透水性决定渗透漏水量、上托反力的形成和决定水向建筑基坑中的流入量)以及建筑物地基中发生淋溶作用、冲刷作用及潛蝕作用的可能性和强度；

(2) 岩块的强度及均質性，它們决定着岩块的压缩性、抗剪强度、彈性性質以及应力状态程度；这些性質的表达方式为彈性模数、彈性抗力以及岩石压力；

(3) 因灌注加固灰漿結果而固結及紧实的能力。

坚硬岩石透水性的測定

透水性取决于这些岩石的裂隙度及喀斯特化的程度；只有在很少的情况下才取决于其孔隙度(某些砂岩、貝壳石灰岩及其他等)。

为了估計岩石的透水性，一般在測量及鑽探过程中进行水文地質观测，研究地下水及地面水的情狀，同时进行渗透試驗研究，以确定渗透系数、單位吸水量、地下水的运动速度和方向。

可是由于坚硬岩石的裂隙度及喀斯特化程度是不均匀的，所以坚硬岩石在渗透方面也是不均匀的，这就使得在鑑別及計算水工建筑物地基中及联結处的渗透情况时产生了很多困难。

当估計坚硬岩石中的渗透作用时，最重要的乃是确定沿着較大裂隙和沿着相互联接的喀斯特洞穴发生集中的、逐漸增長的渗透水流的可能性。这种类型的渗透作用能使岩石的冲刷和淋溶作用过程产生危險性的发展，并造成不可允許的漏水。