



全国水利水电地质勘察会议丛书之十二

怎样进行中小型 水利水电工程地质勘察

水利电力部长沙勘测设计院等著

水利电力出版社

內 容 提 要

本从書是“全国水利水电地质勘察会议”精選文件之一。

这本書詳尽的說明了如何在各种不同的地质条件下进行勘察，并对喀斯特地区的坝址勘察作了进一步的研究，还概述了对天然建筑材料的調查和資料成果整理的方法和要求。

本書文字通俗，內容淺显，敘述全面而概括，沒有复杂的計算公式，可供初、中級水利水电工程勘察技術人員学习。

怎样进行中小型水利水电工程地质勘察

水利电力部长沙勘测設計院等著

*

2054 S 603

水利电力出版社出版（北京西郊科學路二里沟）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * 1 $\frac{1}{2}$ 印張 * 30千字

1959年4月北京第1版

1959年4月北京第1次印刷(0091—3,090册)

統一書号：15143·1632 定价(第9类)0.16元

目 录

一、怎样进行中小型水利水电工程地质勘察

.....水利电力部长沙勘测设计院(3)	
1. 中小型水利水电工程地质勘察的特点.....	3
2. 一般的工程地质勘察步骤与方法.....	4
3. 坚硬或半坚硬岩石地区坝址的工程地质勘察.....	9
4. 松散岩层地区的坝址工程地质勘察.....	11
5. 喀斯特化石灰岩地区的坝址工程地质勘察.....	13
6. 第三纪红色岩层地区坝址工程地质勘察.....	15
7. 天然建筑材料调查.....	16
8. 水库区的工程地质勘察.....	19
9. 资料成果的整理与提交.....	21

二、对水库工程地质勘察工作的要求

.....山东省水利厅勘测设计院(23)	
----------------------	--

附录

前 言

在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，目前我国各项建设事业，都以一天等于20年的高速度地突飞猛进着。电力负荷与农田灌溉需要数量日益增长，群众性的中小型水利水电建设正遍地开花。因此我们面临着—个任务：即是如何更多、更快、更好、更省地进行地质勘察工作，选择出地质条件最优越的坝址，来满足工农业发展对水利水电事业的要求。过去的那种正规化的程序和繁琐的工作方法，已远远的不能适应当前形势的要求了。为此必须解放思想，破除陈规旧矩，根据当前形势，就中小型水电工程的特点及地质条件，用新的切实可行的简易的工程地质勘察方法，多快好省地提供设计中小型水利水电建设工程所需的工程地质资料。

本文是根据我院所进行的中小型水利水电工程地质勘察的实际经验，结合不同地区内具体情况简化工作方法写成的，供从事中小型水利水电工程地质勘察工作同志们参考。

目前一般中小型水利水电工程，多为就地取材，采用土坝以及土石混合坝型式，本文着重阐述在这方面的工程地质勘察程序与方法。

各个地区工程的具体条件不同，亦应相应的选择各种不同的工程地质勘察方法，深望各界同志，总结经验，以便不断充实与修正。

一、怎样进行中小型水利水电工程地质勘察

水利电力部长沙勘测设计院

1. 中小型水利水电工程地质勘察的特点

1. 中小型水利水电工程，在水工建筑物分级方面，目前尚无确切的标准，其划分一般多根据

- (1) 发电站的设计容量；
- (2) 水库的容量与可灌溉的面积；
- (3) 设计坝高与工程地质条件；
- (4) 对国民经济的影响。

凡发电设计容量 5,000~25,000 瓩，年发电量不少于 2,000 万度。水库库容大于 1,000 万公方，可灌溉农田 75~300 万亩，坝高 30~50 公尺的土坝，土石混合坝，或在坚硬岩石基础上坝高 20 公尺的混凝土坝，都属于中型水电工程。

凡小于上述各项指标者为小型水利水电工程。

这样的划分虽具有一定程度的片面性，然而必须根据建筑物的等级和具体的工程地质条件来确定勘察工作内容、工作深度、工作量和工作方法，所以这样的划分还是必要的。

2. 中小型水利水电工程的水工建筑物类型，虽视当地的天然建筑材料和工程地质条件而定，但一般情况下多尽量采用土坝或土石混合坝。这些坝型的建筑物对基础的要求较拱坝、混凝土重力坝为低，因而有可能允许我们在非特别复杂的工程地质条件下，可以跨越设计阶段，采用简易的勘察方法，尽快的提供水利水电工程设计所需的工程地质资料。

3. 中小型水利水电工程地质勘察一般是时间短促，必需跨

越或簡化設計階段，而且常常是在邊勘察、邊設計、邊施工的情況下進行的，因此地質勘探必須與設計、施工密切配合，盡量避免相互干擾和脫節，共同協商工作，儘可能的節省工作量而又能滿足設計上的要求，同時應儘可能的利用施工所揭露的地質情況，來補充和修正已得的工程地質勘察成果。

2. 一般的工程地質勘察步驟與方法

1. 水利水電工程地質勘察的任務

(1) 查明各可能布置建築物地段工程地質條件，並進行比較，以便選出最適當的水庫和填址建築物地段；

(2) 查明決定建築物穩定性的各種地質條件；

(3) 提出在建築物施工和使用期間可能發生的地質環境變化的預測根據；

(4) 提供某些改善該區工程地質條件的措施意見；

(5) 提供建築物的天然建築材料以及有關地下礦產資源的資料。

2. 中小型水利水電工程地質勘察步驟

基於中小型水利水電工程地質勘察的特點，可分踏勘與詳查二個步驟進行，且在任務緊迫，規模較小而地形地質條件尚好的情況下，可採取踏勘與詳查相結合一竿子到底的工作方法。

(1) 踏勘階段。本階段工程地質勘察工作的主要目的是根據國民經濟發展的要求，以及河谷地形地質條件進行踏勘後選出填段及比較填址。

(2) 重點勘探階段。本階段工程地質勘察工作的主要目的是在已選定的填段及比較填址上進行地質測量與勘探工作，確定填綫及填型，提出基礎處理意見。

採用這種簡化的勘察步驟，對每一個從事工程地質勘察人

員的要求是比較高的，人人必須政治挂帥，解放思想，破除迷信，樹立敢想敢說敢做的共產主義風格，發揮苦干实干巧干的沖天干劲，實事求是的以辯證唯物主義思想來進行分析研究，從而正確的指導自己的工作，並密切與設計、施工部門的聯繫，才能以較少的工作量取得可靠的成果。

3. 一般的工作方法

(1) 工程地質測量。其目的是為了綜合地研究地層層位、岩石、構造、地貌、外力地質作用和水文地質條件等因素，和編制水工建築物設計報告時所必需的各種地質圖幅。並應盡量蒐集和利用已有的地質成果資料。工程地質測量工作應由面到點，由粗到精，先進行小比例尺大面積的地質填圖，後進行大比例尺小面積的測量，和點面結合，綜合分析的辦法來進行。

踏勘階段 不進行專門的流域或水庫區工程地質測量，可利用現有的1/50萬或1/20萬地質圖編繪，大體的沿河谷踏勘一下，來了解河谷形態及地質條件，並核對原地質圖。對於中型水庫個別地段地層情況特別複雜，並將嚴重影響到河流開發方案的確定時，踏勘工作要求做得細緻些。填段確定後則用1/5萬地形圖以目測方法進行填段區域的綜合地質填圖，以了解區域內的地質構造河谷形態及其特徵，所選定的各比較填址，應根據當地地形地質條件及設計需要，選擇適當的測圖比例尺及測區範圍。填址剖面比例尺一般為1:2,000，平面圖一般為1:5,000~1:2,000草測，測量範圍則按地區的地形地質條件，能闡明區域地質構造及滿足設計的要求為原則。

重點勘探階段 (A) 水庫區的地質測量工作，在地質條件簡單的情況下可不進行；中型水庫的個別地段，如對滲漏、浸沒、塌岸有巨大影響時，才在個別地段進行1:25,000或1:50,000的地質測量，其範圍應通過個別典型剖面研究後確定。

(B)在选定的坝址区进行 1:1,000~1:2,000 的地质测量。(C)在选定的坝线及其他主要建筑物线上进行 1:1,000 的地质剖面及平面测量，其范围数量与设计人员共同研究确定。主要的地质点(如地质界线转折点、试坑、试槽、钻孔、主要泉、井、喀斯特漏斗、溶洞、落水洞，以及用以控制断层位置和阶地台面高程的观察点等等)应用仪器测量，其他一般地质点用半仪器测量。

(2) 钻探工作和山地勘探工作。在中小型水利水电工程地质勘探中一般应以地表地质工作解决主要的工程地质问题；人工勘探可以解决问题的就不用机械勘探；轻型勘探可以解决问题的就不用重型勘探；因地制宜的使用各类型的勘探工种。每一个钻孔和山地勘探工作必须有明确的目的，和综合利用的价值，应贯彻以最少工作量获最大成果的原则。钻孔的最终孔径应根据各孔的钻进岩层特性来决定：取样钻孔或存在软弱破碎夹层时，应保持91公厘；一般观测孔和配合地质测量用的小型钻孔的最终孔径可以采用75公厘。钻孔深度，根据地质条件、建筑物性质、规格和水头大小等因素确定，并根据已取得的勘探成果，随时修改。一般了解基岩的控制钻孔深度不大于30公尺；查明构造和某些特殊问题的钻孔，则应根据实际情况决定。重型的山地勘探工作只是在中型工程确定的坝线上，当岸坡剪切节理很发育、风化剧烈岩石破碎或对个别特殊的地质问题在地面测量和利用槽坑探等手段尚未能解决时，才在主要勘探线上进行少量的探洞暨井的勘探工作。其具体深度根据野外实际情况确定，在地表复盖稍厚的坝址区，及水库区内有特殊问题的地区，当地表调查不能解决问题时可用部分槽坑探进行了解。

、在踏勘阶段一般不进行钻探和重型山地勘探工作，只在必

要的地区进行一些槽坑探和手搖鉆探工作。鉆探和重型山地勘探工作一般只用于詳查阶段。

(3) 地球物理勘探。在中小型水利水电工程的踏勘阶段的比較坝址区，为了了解基岩及地下水位埋藏深度、构造裂隙的破坏强度及其延展方向，以及查明喀斯特溶洞的分布深度等，借助地球物理勘探方法，可节约鉆探和重型山地勘探的工作量。

(4) 水文地质及試驗。在踏勘阶段不进行水文地质試驗工作，但在进行踏勘的同时必須收集有关的水文地质資料，以便取得区域内水文地质条件的初步概念。重点勘探阶段：只在水工建筑物地区（坝址）及水庫周圍可能有渗漏的地段上进行水文地质測量和少量渗透試驗工作，应尽量利用試坑注水試驗来測定岩层的渗透性能。鉆孔的压水試驗仅在漏水量較大 ($W > 0.02$ 或 0.05 公升/分) 的地段进行一个阶段的压水試驗，压力采用 2 公斤。稳定状态的延續时间为 $1 \sim 0.5$ 小时，一般試驗段长可达 $5 \sim 10$ 公尺。在透水量小的地区，可采用 2 公斤压力进行以試压 15 分鐘，如果透水量 < 0.02 或 0.05 公升/分即可停止压水。在河床复盖較厚的坝址区水文地质条件复杂时抽水試驗采用单孔抽水，尽可能利用附近的勘探坑孔进行观测，必要时才进行一定数量的羣孔抽水試驗。观测孔的总数不应多于 $4 \sim 6$ 孔，并应遵循平行与垂直于地下水流向的原则布置。仍进行三个阶段抽水試驗，每阶段稳定时间：单孔抽水一般 $2 \sim 4$ 小时，羣孔 $4 \sim 6$ 小时。降低值最好取倍数比例；最小降低值应不小于 0.5 公尺，特殊情况下还可适当减小。

地下水长期观测，以坝址区为主，尽量利用原有勘探坑孔及泉井进行，不另打專門的观测孔。

· 河水及地下水的侵蝕性分析，根据設計需要决定，一般在

坝址上游附近地区内进行，无特别需要时在水库区一般不进行水质分析工作。

(5) 试验室的研究工作。踏勘阶段不作专门性的试验工作，有关岩石物理力学性指标可根据岩石性质，参考经验数据初步确定。重点勘探的中型坝址亦只作少量的主要岩石的校核性试验，对于重要的软弱夹层试验组数不少于10组。试样的采取深度，应按建筑物大小和地基内岩石性质与设计人员共同研究决定，一般不超过建筑物基底标高下1/3水头深度，试验项目应根据建筑物特性，及地区地质情况与设计人员共同研究决定。供试验室测定土壤和软弱岩层的试样应尽可能保持原状结构，同时并需采取各种必要措施保证试样的结构在运送和保存中不受破坏。向试验室提供试样时，应附有详细的取样地点、深度及野外描述，并应附上地质平面图和剖面图，在图上应标出取样地点和深度，必要时，应根据试验过程中所出现的情况，是否需要减少或增加某些岩层或地段的试样与试验人员共同研究，修改试验计划。试样的采取应尽量布置在主要的坝线上。岩石物理力学性试验成果的整理工作及计算指标的选定必须结合地区构造、岩石产状、成因进行研究，及根据地质剖面图，将地基岩层区分为若干地质单元，分层进行整理。

(6) 建筑材料调查。在踏勘阶段仅作粗略了解产地的分布、种类、质量和储量的估计，在重点勘探阶段，可按C₁至B级进行，以满足设计所需的数量为原则。勘探时利用土钻、坑探来了解它的分布范围厚度和组成成分。勘探线的布置应考虑有效层产状、类型成因与地形条件，由稀而密的原则来布置。根据产地的水文地质条件，和可能开采的深度，与设计人员共同确定有效层的底线，再进行产地的储量计算，天然建筑材料的物理力学性质应多采用肉眼观察和工地试验室评定。

3. 坚硬或半坚硬岩石地区坝址的工程地质勘察

坚硬岩石半坚硬岩石包括火成岩、变质岩和沉积岩，其特征为已胶结牢固，具耐压能力，一般均为不透水或弱透水（喀斯特化灰岩除外）并经过程度不同的风化作用，及构造破坏作用，在地貌上一般多形成峡谷丘陵地形，河床掩盖层厚度一般小于10公尺。

1. 中小型的土坝，土石混合坝的坝址，尽可能选在峡谷出口处，或丘陵区内，因为在峡谷区内不仅缺乏足够的建筑土料，并且往往缺乏天然溢洪道位置，而且施工场地窄狭，影响工程进度，如坝址选在平原区内，虽则土料有足够来源，但工程建筑工作量势必增大。

2. 如果地区内基岩裸露，没有严重的风化、断裂破坏，和大量崩塌堆积物存在时，经过野外踏勘即可作出工程地质结论。

3. 如果有复盖层，但根据天然断面了解复盖厚度不大，风化不严重，易于处理，或经少量坑槽探、物探证实，也可以减少其他勘探工作得出工程地质结论。

4. 当坝址地区有严重的构造破碎，基岩强烈风化，裂隙极度发育，及有大量崩塌等复杂地质条件时，应尽量避开另选坝址。如必需筑坝时，虽经踏勘尚不能解决问题，则应进行1:2,000的地质测量工作，和少量的坑槽探工作；只有在通过测量和初步勘探慎重研究后，认为在河床有平行河道的断裂存在，在地表又无从进行了解的情况下，才进行河心的钻探工作，在勘察中应注意下列问题。

(1) 断层破碎带的方向、性质、宽度、充填物成分，及胶结情况，当断层胶结不良，且延伸至水库外时，往往引起渗

漏；断层通过坝基时，可引起严重漏渗，并招致管涌的产生，影响坝体的稳定性。

(2) 由于岩石经历过构造及风化作用，裂隙较为发育，在陡峻峡谷的岸坡段内，由于水流下切形成的减荷应力，产生了沿构造、风化裂隙发育的岸坡剪切裂隙，上述各种裂隙的发育，都是渗漏的良好通路，甚至影响到岸坡的稳定性，在勘察时应注意岩层的产状，进行节理裂隙统计，研究裂隙发育的规律性，以及充填物的成分、性质和其他物理地质现象，考虑边坡的稳定性。

(3) 在裂隙发育和断裂破碎地带内，考虑到它们有可能招致渗漏时应在槽坑中进行注水试验，在钻孔中的岩石破碎风化孔段进行压水试验。作压水试验时，可先使用最大压力阶段进行试压10~15分钟，如果透水量不大，则可以不继续进行。

(4) 对于强裂的仍在发展的崩塌滑坡地区，应尽可能的不选作坝址，如崩塌、滑坡作用已趋稳定，可适当进行槽坑工作或平洞开挖，了解滑坡体范围，及滑动面位置，对滑坡体上的岩石进行研究，来考虑削坡的范围，增大岸坡的安息角度，或设计排水沟及铺盖防滑措施的依据。

(5) 在岩性软弱的砂页岩，或含长石较多的砂岩，花岗岩区内，基岩常有强烈的风化现象，如修筑小型工程时，可以利用风化层作为地基。修筑中型工程时，应采用试坑了解风化层厚度，风化程度，并进行注水试验了解其渗漏性质，以便考虑充分利用风化层，减少开挖工作量，有关风化层的物理力学性指标，除采用经验数据或在野外自行简易测定，另采取少量试样进行校核性试验。

5. 在坚硬岩石中含有抗剪力低的夹层时，如砂岩层中的薄层页岩、粘土岩、泥质板岩、火山岩中的凝灰岩等，在壅水后由

于水文地質条件的改变，引起夹层的軟化或泥化現象，而导致坝基滑动或边坡滑动的可能，因此必須注意岩层产状，特别是軟弱夹层的成层条件，岩石性質，裂隙发育情况及規律，軟弱夹层的物理力学性指标，这些指标可采用經驗数据，或采取少量試样进行校核性試驗。

6. 在适宜的岩石性質和构造条件下，常形成承压水，在喀斯特灰岩区内，也常有承压水出露，由于承压水对坝体的冲刷，并饱和坝身土壤，使部分土料液化，招致坝体发生滑动，及管涌現象，同时承压水的揚压力过大，可以破坏基坑或对坝产生浮托作用，降低坝的稳定性，因此选择坝址时应尽量避免，或采取措施进行封閉，或設計排水装置将承压水导至坝体以外。

因此有必要通过水文地質調查、訪問、了解含水层性質，分布范围，弄清地下水与裂隙的关系，然后推断出承压水的来源和通路，并进行簡易的水文地質試驗，測定涌水量，水头压力，渗透系数，并取样在野外进行簡易的水化学分析。

7. 土坝或土石混合坝虽然可以建筑在任何地基上，但如坝基或边坡岩石的喀斯特化严重时，且有承压水出露，是极其不利的。当坝基岩层中有抗剪力低的夹层，或可能发生管涌現象时，对建筑土坝、土石混合坝也是不利的因素，在选择坝址时，应尽可能避开。若不能避免时，在进行工程地質勘察时，对上述問題必須予以充分的注意。

4. 松散岩层地区的坝址工程地質勘察

所謂松散岩层是指第四紀沉积物或堆积物，其特征是：完全是陆相堆积，沒有經受过成岩作用，在天然状况下呈松散状态，岩性和岩相在縱横方向变化都較大，不同的岩相和不同类

型的岩层都具有显著不同的工程地质特征。

松散岩层发育的地区，多为很矮的丘陵、平原，受地形条件限制，一般多不能建筑较高的坝，因此多修筑小型工程，只有在个别情况下才修筑中型工程。

1. 在松散岩层地区进行坝址工程地质勘察时，首先要求地质人员要具有一定的第四纪地质理论，因为第四纪地层的工程地质特征差异性很大，同为河流冲积层，但由于岩相的不同，可以具有不同的工程地质条件，如河床相的冲积层均为强烈透水的砂砾层；漫滩相的粉砂或砂质护母则为弱透水层，而台地沉积的砂质粘土却为不透水层，因此在进行工程地质勘察时，运用第四纪地质理论来分析不同类型的岩相的沉积物，就具有很现实的意义。

2. 应当指出在松散的第四纪粘土，砂砾层，淤泥层等分布地区进行工程地质勘察时，除地表地质工作外，主要是依靠分析，勘探及访问来获得所需的地质资料。

3. 坝址区内河谷全为均质的，渗透性微弱的粘土或砂质粘土，并且其土层有足够的厚度，足以承载坝体的重量时，经过地质测量及进行少量勘探工作，即可作出工程地质结论。

4. 如果河谷内有透水层存在，通过试验浅井及钻探，水井调查及访问，证明透水层厚度在5~10公尺内时，就可以不进行其他工作，建议施工单位沿坝轴綫开挖截水墙，设置粘土心墙，并将其嵌置于不透水层中，以减少坝基的渗透。

5. 如透水层厚度较大，不透水层埋藏深度在10~15公尺以内，除进行水井调查及访问外，应当适当进行试坑、浅井及冲击钻探，了解透水层中是否有弱透水层或隔水层的存在，查明它们的埋藏深度及分布情况，勘探坑孔的深度除少数控制孔应穿过隔水层外，其余只打至隔水层顶板为止，在坑孔内进行注

水試驗及簡易的抽水試驗，通过上述工作，考虑可行的各种防渗措施。

6. 当隔水层埋藏深度超过15公尺时而上部的透水层的渗透性又很强烈时，可采用少量的勘探坑孔，进行注水試驗及抽水試驗，取得有关渗透性資料，如考虑采用上游鋪盖的方法来防渗。勘探坑孔的布置，应自坝軸向上延伸，其距离視設計要求及透水层的渗透性能确定。

7. 在平原地区内的河床沉积物中，常含有牛軛湖相的淤泥层，这种土的天然含水量常大于液限，而成稀泥状态，从工程地質角度着是一种极不耐压的軟弱层，当坝体修筑在其上时，可能产生急劇的或不均匀的沉陷，因此必須进行試坑开挖或钻探。了解其厚度，分布范围，取样在野外进行簡易試驗，求得这些淤泥的物理力学指标，根据实际情况考虑采用填土、打桩、夯实等办法处理。

8. 坝址两岸岸坡如有大量的粘土夹碎石分布时，应进行槽坑探，圈定分布范围，在試坑内进行注水試驗，了解其渗透性質，简单测定野外物理力学性質来考虑其利用的可能性和处理办法。

5. 喀斯特化石灰岩地区的坝址工程地質勘察

由于石灰岩具有可溶性，在地表水地下水不断的循环作用下，常形成溶蝕作用，其結果則形成了各种类型的喀斯特洞穴，构成了灰岩区特有的喀斯特景观。

所有的喀斯特洞穴，都是渗透的良好通路。

喀斯特化灰岩地区，一般为丘陵地形，往往缺乏地表徑流，或具有地表徑流与地下潛流相互交替的現象。

在喀斯特化灰岩区内兴修中型工程时，在坝段确定后，測

制 1:50,000 地質圖,通過填圖問題尚不能解決時,可在確定的填址區進行 1:2,000 的地質測量。並採取坑槽探、物探、或鉆探、重型山地勘探等勘查手段,以取得必需的資料。

1. 處於近代上升運動較強烈的地區,灰岩的風化物往往受到地表徑流的沖刷,因此基岩裸露。由於地殼上升,喀斯特侵蝕基準面下降,因此灰岩是處在喀斯特強烈發育階段。發育在分水嶺地區的喀斯特或潛伏在填基下的喀斯特洞穴,可能使水滲向鄰谷或產生填基和繞填滲漏,強烈的沖刷作用可以產生坍塌影響填體安全。

考慮到喀斯特引起的工程地質條件複雜化,和施工處理的困難,所以在喀斯特強烈發育的地區內,應盡量避免繞填,但喀斯特發育輕微,只有摸清楚其特點和規律,築填還是可能的。

2. 在喀斯特化石灰岩區中選擇填址時,應儘可能把填址選擇在不透水或弱透水層的地層上。石灰岩地層常與砂頁岩、煤系、或泥灰岩互層,喀斯特多沿灰岩或白云岩地層發育;泥灰岩砂岩頁岩則具有抗溶蝕能力,通常是沒有溶洞的。灰岩中的喀斯特洞穴也不會穿過它們。所以利用這些地層作為填基礎是完全可以的。湖南省內寒武紀薄層灰岩中的頁岩夾層、泥盆紀棋子橋、余田橋灰岩底部的頁岩和砂頁岩、石炭紀灰岩中的測水煤系、二迭紀灰岩中的煤系及頁岩夾層等,都是不透水層,都可選作填址基礎。

3. 選擇適宜的地質構造作為填址

(1) 位於封閉的向斜或構造盆地內;

(2) 分水嶺為不透水或弱透水地層所圍繞,而又未受切割者;

(3) 填址位於不透水岩層穿過河谷的地段,這些地層傾向

上游，或傾向下游均可，但最好是岩層傾角比較陡的；

(4) 填址位於不透水的侵入岩體或填址內有透水性微弱的斷層所阻隔時。

如有上述條件地區，雖在喀斯特石灰岩區內，仍能找出合適的筑壩地段。

4. 在喀斯特灰岩區進行填址工程地質勘察時，應注意水文地質調查工作，主要了解填址區內泉水出露位置、高程，如果有泉水出露且其高程較設計水位為高，說明雖有喀斯特洞穴，但地下水分水嶺仍然存在，這樣的地區滲水性是不大的。

如果喀斯特灰岩區內有承壓水存在，水頭高於設計水位時，應儘可能把填址選在承壓水地段的下游，如果填址內有承壓水時，則應測定其水頭壓力，查明其分佈範圍，與設計人員共同研究處理措施。

5. 漏斗、盲谷等的存在是滲漏最不利因素之一，但不利因素是可以轉化的，可以堵塞漏斗、盲谷，使之成為水庫，或利用地下暗河興建水電站和引用灌溉。堵塞漏斗或盲谷，要在它們消水後變為泉井流出地面之下游筑壩，使回水充滿漏斗與盲谷，形成水庫。在進行地質工作時，首先應該把盲谷和漏斗的洞底消水口找到，並要查明是否相通，方法是利用從消水洞口傾入亮糠、鋸木，和帶有顏色的液體，或利用熏煙等來查明。

6. 第三紀紅色岩層地區填址工程地質勘察

第三紀紅色岩層地區一般為丘陵、盆地地形，組成低矮渾圓山包或呈假喀斯特化地貌。岩層的特徵為陸相湖泊沉積的砂礫岩，間夾岩鹽夾層，或泥灰岩夾層，由於形成年代較新，岩石膠結狀態一般不甚堅實，屬半堅硬岩層，通常情況下透水性較差。