

ICS 93.160

CCS P 55

DB41

河南省地方标准

DB41/T 2195—2021

平原区水库工程地质勘察规程

2021 - 10 - 19 发布

2022 - 01 - 18 实施

河南省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 规划阶段	3
6 可行性研究	5
7 初步设计	11
8 招标设计	20
9 施工详图设计	20
10 除险加固工程	21
11 勘察报告	25
附录 A（规范性） 平原区水库工程地质勘察报告附件	28
附录 B（资料性） 区域构造稳定性分级	29
附录 C（规范性） 浸没评价	30
附录 D（规范性） 土质边坡工程地质分类	32
附录 E（规范性） 膨胀土的判别	34
附录 F（规范性） 土的液化判别	35
附录 G（规范性） 场地类别划分	38
附录 H（规范性） 岩土体渗透性分级	39
附录 I（规范性） 土的渗透变形判别	40
附录 J（规范性） 黄土湿陷性及湿陷起始压力的判定	43
附录 K（规范性） 环境水腐蚀性评价	45
附录 L（规范性） 水库病险类型划分	47

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由河南省水利厅提出。

本文件由河南省水利标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：河南省水利勘测有限公司、山东大学、华北水利水电大学、信阳市水利勘测设计院、河南省盛水源环境工程有限公司、河南省特殊岩土环境控制工程技术研究中心。

本文件主要起草人：赵健仓、来光、张乾青、姜彤、张志敏、张宏建、王先忠、王世锋、李永新、孙刚、韩桃明、李芳、王忠福、程刚、高书杰、唐建立、陈新朝、宋五朋、马铁虎、张利滨、刘蓓、曹泰瑞、王波波。

平原区水库工程地质勘察规程

1 范围

本文件规定了平原区水库工程地质勘察的任务、内容、方法及成果编制。
本文件适用于平原区水库工程地质勘察。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 18306 中国地震动参数区划图
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50025 湿陷性黄土地区建筑标准
- GB 50112 膨胀土地区建筑技术规范
- GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
- NB/T 35099 水电工程三维地质建模技术规程
- SL 31 水利水电工程钻孔压水试验规程
- SL 73 水利水电工程制图标准
- SL 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程
- SL/T 291 水利水电工程钻探规程
- SL/T 299 水利水电工程地质测绘规程
- SL/T 313 水利水电工程施工地质规程
- SL 320 水利水电工程钻孔抽水试验规程
- SL 345 水利水电工程注水试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

平原区

地表面平坦宽广、地面高差和倾角较小的地貌地区，一般海拔高度小于 500 m，包括倾斜平原、平缓平原、部分高平原、盆地内平原等。

3.2

平原区水库

在平原区利用现状河道或洼地，通过下挖和在地上修筑围坝、坝而形成的水库，又称平原地区围坝型水库。

3.3

水库浸没

由于水库蓄水使库区周边地区的地下水位抬高，导致地面产生盐渍化、沼泽化及建筑物地基条件恶化等次生灾害或现象。

3.4

水库塌岸

水库蓄水过程中及运行期，受水位变化和风浪作用的影响，引起岸坡土体稳定性发生变化，导致岸坡变形和破坏的现象。

3.5

三维地质模型

三维地质系统中点、线、面、体、空间离散网格等图元具有的图形属性，包括图层、颜色、符号、线型、花纹、透明度，以及节点坐标、节点数、线长、面积、体积等。

[来源：NB/T 35099—2017，2.0.6]

3.6

胶结卵石

含有钙质、铁质、锰质、硅质等矿物成分的胶结物与卵石在沉积过程中胶结、粘连、固结等作用下形成的集聚体。

4 基本规定

4.1 勘察要求

4.1.1 勘察工作应按勘察任务书（或勘察合同）的要求进行。勘察任务书应明确设计阶段、规划设计意图、工程规模、天然建筑材料需用量及有关技术指标、勘察任务和对勘察工作的要求。

4.1.2 开展勘察工作之前，应收集和分析工程地区已有的地形、地质资料，进行现场查勘，了解自然条件和工作条件，根据勘察任务书，结合设计方案，编制工程地质勘察大纲。

4.1.3 平原区水库勘察工作应根据工程类型和规模、地形地质条件的复杂程度、勘察阶段的工作深度要求，综合运用各种勘察手段，合理布置勘察工作，并适当运用新技术、新方法。

4.1.4 平原区水库工程地质测绘应符合 SL/T 299 的规定并根据比例尺大小选择与之适应的测绘方法，野外地质测绘应充分利用天然地质露头，在露头条件差的地段应布置坑、槽、井等勘探点。

4.1.5 各勘察阶段应选择代表性岩芯妥善保存至工程竣工验收结束。除长期监测孔外，应按技术要求进行封孔，封孔应符合 SL/T 291 的规定。

4.1.6 选择工程场地宜避开存在严重渗漏、区域稳定性较差地段和采空区等重大不良地质问题地段。

4.1.7 平原区水库工程岩土物理力学试验的项目、数量和方法应结合工程特点、岩土条件、试验方法的适用性以及勘察阶段和工程规模等确定。试样和原位测试点的选取应具有地质代表性。小型工程岩体的物理力学参数，可采用工程地质类比和经验判断方法确定，必要时应进行室内试验或现场试验。土的物理力学参数则应在试验成果的基础上，结合工程地质类比方法确定。

4.1.8 平原区水库工程地质勘察应重视原位监测及长期观测工作。对需要根据位移（变形）趋势或动态变化做出判断或结论的重要地质现象，应及时布设原位监测或长期观测点（网）。

4.1.9 平原区水库工程地质勘察时应分析工程建设可能引起环境地质条件的改变及其影响。

4.1.10 勘察工作中各原始资料应真实、准确、完整，并及时整理和分析。各阶段勘察工作结束时，

应编制工程地质勘察报告。其附件应符合附录 A 的规定，图件编制应符合 SL 73 的规定。

4.1.11 大型水库或地质条件复杂的工程宜进行三维地质建模。三维地质建模应在业主专门委托下进行，并应满足 NB/T 35099 等相关规程的要求。

4.2 勘察方法

4.2.1 了解规划设计意图及工程特点，因地制宜地进行地质勘察。

4.2.2 按由区域到场地，由一般性调查到专门性勘察的原则进行勘察工作。

4.2.3 以地质测绘、钻探、地球物理勘探等综合勘探手段为主，综合分析地质勘察资料。

4.2.4 平原区水库的渗漏和浸没问题勘察时，宜采用数值模拟方法研究计算，当有类似已建工程实例时，可结合已有经验采用工程地质类比和经验分析法确定。

4.2.5 注重生态环境保护和各类资源的有效利用。积极采用新技术、新方法，不断提高勘察技术水平和勘察成果质量。

4.3 勘察大纲

勘察大纲主要内容如下：

- a) 工程概况、任务来源、勘察阶段、勘察目的及任务；
- b) 工程区地质概况及工作条件；
- c) 勘察工作依据的规程、规范及有关标准规定；
- d) 勘察工作的内容、方法、技术要求和计划工作量；
- e) 主要工程地质问题及技术对策；
- f) 主要技术要求、质量、进度保证措施，安全、职业健康和环境保护保证措施；
- g) 资源配置、勘察成果及其完成时间；
- h) 勘探工作布置图。

5 规划阶段

5.1 区域地质与地震

5.1.1 勘察内容

5.1.1.1 了解河流（段）或场区的地形地貌特点，阶地发育情况和分布范围。

5.1.1.2 了解地层岩性的分布、地层年代，特别是可溶岩层、软弱岩层、膨胀岩（土）、软土、湿陷性黄土、分散性土等不良工程地质岩（土）体的分布。

5.1.1.3 了解地质构造特征、区域性褶皱，断层的分布、规模、产状、性质；收集活断层、历史和现今地震情况以及地震动参数等资料。

5.1.1.4 了解采空区和沉陷区等分布情况及范围。

5.1.1.5 了解主要含水层和隔水层的分布情况，特别是地下水的水位及区域补给、径流、排泄概况。

5.1.2 勘察方法

5.1.2.1 收集本区已有的地形、地质资料，结合航（卫）片解译资料进行综合分析，编绘河流（段）或地区的综合地质图，比例尺可选用 1:200000~1:50000。

5.1.2.2 对可能存在的影响工程决策的地质问题宜进行勘察。

5.1.2.3 应收集最新正式公布的历史和近代地震目录、地震区划资料及地震研究资料、邻近地区工程场地的地震危险性分析结论，编绘区域构造与大于 4.75 级地震震中分布图，比例尺可选用 1:500000~1:200000。应按 GB 18306 提出工程场地的地震动参数。

5.1.2.4 根据区域地质环境背景、断层活动性、历史及现今地质活动性、地震参数区划等进行区域构造稳定性分析。

5.2 水库区

5.2.1 勘察内容

5.2.1.1 了解水库区的基本工程地质和水文地质条件。

5.2.1.2 了解可能导致水库渗漏的岩土体分布情况和附近泉、井水位及流量。

5.2.1.3 了解库区规模较大的变形边坡、潜在不稳定岸坡、浸没、塌岸和沉陷等的分布范围。

5.2.1.4 了解透水层和隔水层的分布范围、可溶岩区岩溶的发育情况，以及库区周边地下水位，对水库封闭条件及渗漏的可能性进行分析。

5.2.1.5 了解水库区内主要矿产资源的分布情况。

5.2.1.6 了解水库区可能对水环境产生影响的地质条件。

5.2.1.7 利用堤防作为库岸时，了解堤身填筑质量、堤身和堤基稳定性及渗漏情况。

5.2.2 勘察方法

5.2.2.1 收集有关区域地质和航（卫）片解译资料，结合进行库区地质调查。对利用堤防作库岸的水库，应收集有关堤防工程地质资料。

5.2.2.2 工程地质条件简单的水库，库区地质图可与区域地质图结合；工程地质条件复杂的大中型水库，如可能存在渗漏、浸没、滑坡和崩塌等工程地质问题时，应单独编绘库区地质图，并应对重点地段进行专门工程地质测绘，比例尺可选用 1:50000~1:10000。

5.2.2.3 对可能存在严重渗漏、浸没和塌岸等工程地质问题的地段，可根据需要布置相应的勘探工作。

5.3 坝（闸）址区

5.3.1 勘察内容

5.3.1.1 了解坝（闸）址区和围坝所在河段的河流形态、地形地貌特征及地质结构。

5.3.1.2 了解土基区土体的成因类型、土层结构、土的基本性质、组成物质及特殊土层等的分布情况。

5.3.1.3 了解岩基区地层岩性、覆盖层的厚度、岩体风化卸荷情况、软弱岩（夹）层产状及其分布规律。

5.3.1.4 了解坝（闸）址区的地质构造、特别是大断层、缓倾角断层和第四纪断层的发育情况，以及主要断裂破碎带的分布位置、产状和性质。

5.3.1.5 了解坝（闸）址区的物理地质现象，特别是较大滑坡体、崩塌体、蠕变体等不稳定岩土体的分布范围和规模。

5.3.1.6 了解透水层和隔水层的分布情况，地下水埋深及补给、径流、排泄条件，特别是强透水岩土体、古河道、古冲沟等可能与库外连通的强透水层（带）分布情况。

5.3.1.7 分析坝（闸）址地形、地质条件及其对不同坝（闸）型的适应性。

5.3.2 勘察方法

5.3.2.1 坝（闸）址区工程地质测绘比例尺，可选用 1:10000~1:5000。测绘范围应包括各比较坝（闸）址及坝（闸）址附近可能渗漏的岸坡地段。当各比较坝（闸）址相距较远时可分别进行测绘。地质条件简单的坝（闸）址区可进行代表性的剖面地质测绘。

5.3.2.2 在地形和岩性条件适合的情况下，可布置 1 条顺河物探剖面 and 1~3 条垂直河道物探剖面。物探方法的选择应符合 GB 50487 的规定。

5.3.2.3 各级坝（闸）址区应有一条代表性勘探剖面，沿坝（闸）轴线布置，其中两岸及河床至少各有 1 个钻孔，场地条件允许时，钻孔数量可适当增加。河床控制性钻孔深度不宜小于坝高的 1.0~1.5 倍。

5.3.2.4 钻孔布置根据地质条件复杂程度而定，对规划方案成立影响较大的地质条件复杂地段，应有钻孔控制，钻孔深度可根据需要加深。

5.3.2.5 坝（闸）址区岩土物理力学参数可用工程地质类比法提供，必要时可进行岩土试验。

5.3.2.6 对工程场地附近的水和土取样进行试验。

5.4 天然建筑材料

5.4.1 对工程所需的天然建筑材料应进行初查。采用库坝区开挖料的应结合库坝区的勘察布置勘探点，勘探点应符合 SL 251 的规定。

5.4.2 初步查明料场地形地质条件、岩土结构、岩性、夹层性质及空间分布、地下水位、剥离层、无用层厚度及方量、有用层储量、质量、开采运输条件和对环境的影响。

5.4.3 初查储量应不少于设计需要量的 2.5 倍。

6 可行性研究

6.1 区域构造稳定性

6.1.1 收集研究坝址周围半径不小于 150 km 范围内的沉积建造、岩浆活动、火山活动、变质作用、地球物理场异常、表层和深部构造、区域性活断层、现今地壳形变、现代构造应力场、第四纪火山活动情况及地震活动性等资料，进行 II、III 级大地构造单元和地震区（带）划分，复核区域构造与地震震中分布图。

6.1.2 收集与利用区域地质资料，调查坝址周围半径不小于 25 km 范围内的区域性断裂，鉴定其活动性。当可能存在活断层时，应进行坝址周围半径 8 km 范围内的坝区专门性构造地质测绘，测绘比例尺可选 1:50000~1:10000，评价活断层对坝址的影响。

6.1.3 确定工程区所属大地构造、单元和位置，分析区域构造对工程区的影响，结合历史地震及断层活动性等资料，区域构造稳定分级应符合附录 B 的规定。确定工程场地的地震动参数。

6.1.4 活断层的判定内容应包括活断层的识别、活动年代与性质、现今活动强度和最大位移速率等。

6.1.5 坝（场）址选择中，大坝等主体建筑物不宜建在活断层上，无法避让时，应进行专门论证。

6.2 水库区

6.2.1 勘察任务

6.2.1.1 初步查明水库区的水文地质条件，确定可能的渗漏地段，估算渗流量。

6.2.1.2 初步查明库岸稳定条件，确定崩塌、滑坡及潜在不稳定岸坡的分布位置，初步评价其在天然情况及水库运行后的稳定性。

6.2.1.3 初步查明可能塌岸位置，初步预测水库运行后的塌岸形式、范围、淤积情况，初步评价其对工程、库区周边城镇、居民区、农田等的可能影响。

6.2.1.4 初步查明可能产生严重浸没地段的地质和水文地质条件，预测水库浸没范围和严重程度。

6.2.1.5 初步研究水库诱发地震的可能性。

6.2.1.6 调查是否存在影响水质的地质体。

6.2.2 勘察内容

6.2.2.1 水库渗漏

6.2.2.1.1 初步查明可溶岩、强透水岩土层、通向库外的大断层、古河道等的分布及其水文地质条件，初步分析渗漏的可能性，估算水库建成后的渗漏量。

6.2.2.1.2 碳酸盐岩地区应初步查明岩溶的发育和分布规律、隔水层和非可溶岩层的分布特征及构造封闭条件、不同层组的岩溶化程度，主要岩溶泉水的流量及其补给范围、地下水分水岭的位置、水位、地下水动态，初步分析水库渗漏的可能性和渗漏形式，估算渗漏量，初步评价对建库的影响程度和处理的可能性。岩溶渗漏评价应符合 GB 50487 的规定。

6.2.2.1.3 修建在干河谷或悬河上的水库，应初步查明水库的垂向渗漏和侧向渗漏情况、地下水的外渗途径和排泄区。

6.2.2.1.4 初步查明相对隔水层的厚度、分布和封闭条件，初步评价对建库的影响及处理的可能性。

6.2.2.2 水库浸没

6.2.2.2.1 调查当地气候、降水、盐渍化和沼泽化的历史及现状等自然情况。

6.2.2.2.2 初步查明水库周边的地貌特征，潜水含水层的厚度，岩性、分层、基岩或相对隔水层的埋藏深度，地下水位以及地下水的补排条件。

6.2.2.2.3 初步查明土壤盐渍化、沼泽化现状、主要农作物种类、根须层厚度、表层土的毛管水上升高度。

6.2.2.2.4 调查城镇和居民区建筑物的类型、基础形式和埋深及是否存在膨胀土、黄土、软土和填土等工程性质不良岩土层。

6.2.2.2.5 预测浸没的可能性，初步确定浸没范围和危害程度。浸没判别应符合附录 C 的规定。

6.2.2.3 水库库岸稳定

6.2.2.3.1 初步查明库岸地形地貌、地层岩性、地质构造、岩土体结构及物理地质现象等。

6.2.2.3.2 初步查明库岸地下水补给、径流与排泄条件。

6.2.2.3.3 初步查明库岸岩土体物理力学性质，调查水上、水下与水位变动带稳定坡角。

6.2.2.3.4 初步查明水库区对工程建筑物、城镇和居民区环境有影响的滑坡、崩塌和其他潜在不稳定岸坡的分布、范围与规模，分析库岸变形失稳模式，初步评价水库蓄水前和蓄水后的稳定性及其危害程度。

6.2.2.3.5 由第四纪沉积物组成的岸坡，应初步预测水库塌岸带的范围。

6.2.2.3.6 进行库岸稳定性工程地质分段。库岸或边坡破坏类型应符合附录 D 的规定。

6.2.3 勘察方法

6.2.3.1 工程地质测绘的比例尺可选用 1:10000~1:5000, 对可能威胁工程安全的滑坡和潜在不稳定岸坡, 可选用 1:5000~1:1000 比例尺。

6.2.3.2 测绘范围除应包括整个库盆外, 还应包括水库正常蓄水位以上可能浸没区所在阶地后缘或相邻地貌单元的前缘、可能渗漏地段及大坝下游相邻地段。

6.2.3.3 物探应根据地形、地质条件, 采用综合物探方法, 探测库区滑坡体、可能发生渗漏或浸没地区的地下水位、隔水层的埋深、古河道和岩溶通道以及隐伏大断层破碎带的延伸情况等。

6.2.3.4 水库区勘探剖面 and 勘探点的布置应符合下列规定:

- a) 库周勘察勘探点间距宜采用 200 m~500 m。库盆中根据需要布置控制性勘探点, 勘探点间距宜为 200 m~1000 m。若地质条件复杂可适当加密。勘探点深度应进入库底下可靠的相对隔水层不少于 5 m, 可靠的相对隔水层不宜小于 3 m~5 m。当库底下相对隔水层埋深较大时, 控制性孔深应进入库底下 1.0~1.5 倍坝高;
- b) 可能渗漏地段水文地质勘探剖面应平行地下水流向或垂直渗漏带布置。勘探剖面上的钻孔, 应进入可靠的相对隔水层或可溶岩层中的非岩溶岩层;
- c) 浸没区水文地质勘探剖面应垂直库岸或平行地下水流向布置。勘探点宜采用试坑或钻孔, 试坑应挖到地下水位, 钻孔应进入相对隔水层;
- d) 塌岸预测剖面应垂直库岸布置, 水库死水位或陡坡脚高程以下应有坑、孔控制;
- e) 滑坡体应按滑动方向布置纵横剖面。剖面上的勘探坑、孔、竖井应进入下伏稳定岩土体 5 m~10 m。

6.2.3.5 岩土试验应根据需要, 结合勘探工程布置。有关岩土物理力学性质参数, 可根据试验成果或按工程地质类比法选用。岩土物理力学性质参数的取值应符合 GB 50487 的规定。

6.2.3.6 可能发生渗漏或浸没的地段, 应利用已有钻孔和水井进行地下水位观测。重点地段宜埋设长期观测装置进行地下水动态观测, 观测时间不应少于一个水文年。对可能渗漏地段, 有条件时应进行连通试验。

6.2.3.7 近坝库区的大型不稳定岸坡应进行岩土体位移监测和地下水动态观测。

6.2.4 水库诱发地震预测

6.2.4.1 预测内容

6.2.4.1.1 进行全库区的水库诱发地震地质环境分区。

6.2.4.1.2 预测可能诱发地震的库段。

6.2.4.1.3 预测可能发生诱发地震的成因类型。

6.2.4.1.4 预测水库诱发地震的最大震级和相应烈度。

6.2.4.2 研究内容

6.2.4.2.1 初步查明水库区及影响区地层岩性和岩体结构类型。

6.2.4.2.2 初步查明水库区及影响区区域性和地区性断裂带的产状、规模、展布、力学性质、现今活动性、透水性及与库水的水力联系。

6.2.4.2.3 初步查明水库区及影响区中新生代构造盆地的分布、其边界断裂的现今活动性、透水性及与库水的水力联系。

6.2.4.2.4 初步查明水库区及影响区的水文地质条件, 重点查明泉水和温泉的分布, 地热异常分布,

岩溶发育程度、规模及与库水的关系。

- 6.2.4.2.5 收集水库区及影响区历史地震记载和现代仪测地震。
- 6.2.4.2.6 了解水库区的现今构造应力场。
- 6.2.4.2.7 初步查明水库区岸坡卸荷变形破坏现象和采矿矿洞分布及规模。
- 6.2.4.2.8 初步查明水库区及影响区天然岩溶塌陷和矿洞塌陷的规模和频度。
- 6.2.4.2.9 水库诱发地震的预测研究工作应充分利用水库区工程地质勘察和地震危险性分析评价工作的成果。
- 6.2.4.2.10 当预测有可能发生水库诱发地震时，应提出设立临时地震台站和建设地震台网的初步规划和建设。

6.3 坝址

6.3.1 勘察内容

- 6.3.1.1 初步查明坝址区地形地貌特征，初步查明牛轭湖、决口口门、沙丘、古河道等的分布、埋藏情况、规模及形态特征。当基岩埋深较浅时，应初步查明基岩面的倾斜和起伏情况、基岩的岩性岩相特征，进行详细分层，特别是软岩、易溶岩、膨胀性岩层和软弱夹层等的分布和厚度，初步评价其对坝基或边坡岩体稳定的可能影响。
- 6.3.1.2 初步查明河床和两岸第四纪沉积物的厚度、成因类型、组成物质及其分层和分布，湿陷性黄土、软土、膨胀土、分散性土、粉细砂和架空层以及胶结卵石层等的分布，基岩面的埋深、河床深槽的分布。初步评价其对坝基、坝肩稳定和渗漏的可能影响。膨胀土的判别应符合附录 E 的规定。对可能地震液化的地层应进行液化判别，液化判别应符合附录 F 的规定。初步判定工程区场地类别，应符合附录 G 的规定。
- 6.3.1.3 初步查明坝址区内主要断层、破碎带，特别是顺河断层和缓倾角断层的性质、产状、规模、延伸情况、充填和胶结情况，初步评价各类结构面的组合对坝基、边坡岩体稳定和渗漏的影响。
- 6.3.1.4 初步查明坝址区地下水的类型、赋存条件、水位、分布特征及其补排条件，含水层和相对隔水层埋深、厚度、连续性、渗透性，进行岩土渗透性分级，初步评价坝基、坝肩渗漏的可能性、渗透稳定性和渗控工程条件。岩土体渗透性分级应符合附录 H 的规定，土的渗透变形判别应符合附录 I 的规定。
- 6.3.1.5 初步查明坝址区崩塌、滑坡、危岩及潜在不稳定体的分布和规模，初步评价其可能的变形破坏型式及对坝址选择和枢纽建筑物布置的影响。边坡稳定初步评价应符合附录 D 的规定。
- 6.3.1.6 可溶岩坝址区应初步查明岩溶发育规律及主要洞穴、通道的规模、分布、连通和充填情况，初步评价可能发生渗漏的地段、渗漏量，岩溶洞穴对坝址和枢纽建筑物的影响。
- 6.3.1.7 黄土状土地区应初步查明黄土岩溶分布、规模及发育特征，初步评价其对坝址和枢纽建筑物的影响。黄土湿陷性及湿陷起始压力的判定应符合附录 J 的规定。
- 6.3.1.8 初步查明坝址区环境水的物理化学性质，初步评价环境水对混凝土和钢结构的腐蚀性。环境水腐蚀性判别应符合附录 K 的规定。
- 6.3.1.9 初步查明岩土体的物理力学性质，初步提出岩土体物理力学参数。
- 6.3.1.10 初步评价各比选坝址及枢纽建筑物的工程地质条件，提出坝址比选和基本坝型的地质建议。

6.3.2 勘察方法

- 6.3.2.1 工程地质测绘应符合下列规定：

- a) 工程地质测绘范围包括各比选坝址主副坝、导流工程和枢纽建筑物布置等有关地段。当比选坝址相距在 2 km 及以上时，可分别单独测绘成图；
 - b) 工程地质测绘比例尺可选用 1:5000~1:2000。
- 6.3.2.2 物探应符合下列规定：
- a) 物探方法应根据勘察目的及坝址区的地形、地质条件和岩土体的物理特性等确定；
 - b) 物探剖面宜结合勘探剖面布置，并应充分利用钻孔进行综合测试。
- 6.3.2.3 坝址勘探布置应符合下列规定：
- a) 各比选坝址应布置一条主要勘探剖面。地质条件复杂的主要坝址，应在主要勘探剖面上、下游布置辅助勘探剖面；
 - b) 主要勘探剖面勘探点间距应不大于 100 m。其中，河床部位不应少于 2 个钻孔。两岸坝肩部位，在设计正常蓄水位以上，也应布置钻孔；
 - c) 土石坝应沿河流方向布置渗流分析勘探剖面，勘探钻孔间距视需要确定。土石坝的混凝土建筑物应沿建筑物轴线布置勘探剖面；
 - d) 当存在影响坝址选择的顺河断层、河床深槽和潜在不稳定岸坡等不良地质现象时，应布置钻孔，可视需要布置平硐；
 - e) 软弱夹层及主要缓倾角结构面勘探应布置竖井（大口径钻孔）和平硐；
 - f) 坝址区有较厚粉细砂或软土、淤泥质土等工程性质不良岩土层分布时，应布置原位测试孔；
 - g) 对影响坝址选择的重要的地质现象，应根据需要布置专门性和控制性钻孔。
- 6.3.2.4 坝址勘探钻孔深度应符合下列规定：
- a) 平原区水库第四系覆盖层较厚，勘探钻孔进入建基面以下的深度不应小于坝高的 1.5 倍，在此深度内若遇有泥炭、软土、粉细砂及强透水层等时，还应进入下卧承载力较高的土层或相对隔水层；当基岩埋深小于坝高的 1.5 倍时，钻孔进入基岩深度不宜小于 10 m；
 - b) 可溶岩地区钻孔深度可根据具体情况确定孔深；
 - c) 控制性钻孔或专门性钻孔的深度应按实际需要确定。
- 6.3.2.5 水文地质测试应符合下列规定：
- a) 勘探中应观测地下水位，收集勘探过程中的水文地质资料；
 - b) 基岩地层应进行钻孔压（注）水试验，测定岩体透水率或渗透系数；根据需要采用物探方法测试地下水的有关参数。钻孔压水试验应符合 SL 31 的规定，钻孔注水试验应符合 SL 345 的规定；
 - c) 第四纪沉积物应进行钻孔抽水或注水试验，测定渗透系数。钻孔抽水试验应符合 SL 320 的规定；
 - d) 可能存在集中渗漏的地带应进行连通试验；
 - e) 应进行水质分析。
- 6.3.2.6 岩土试验应符合下列规定：
- a) 每一主要岩石（组）室内试验累计有效组数 6 组。每一主要土层室内试验累计有效组数不应少于 6 组；
 - b) 土基应根据土的类型选择标准贯入、圆锥动力触探、静力触探、十字板剪切等方法进行原位试验，主要土层试验累计不宜少于 6 组（段、点）。河床深厚砂卵石层取样与原位测试应符合 GB 50487 的规定；
 - c) 特殊岩土应根据其工程地质特性进行专门试验。

6.3.2.7 长期观测应符合下列规定：

- a) 勘察期间应进行地下水动态观测，对推荐的坝址应布置地下水长期观测孔；
- b) 影响坝址选择的潜在不稳定岸坡应进行岸坡位移变形观测，观测线应平行和垂直可能位移变形的方向布置。

6.4 溢洪道

6.4.1 勘察内容

- 6.4.1.1 初步查明溢洪道区地形地貌特征及滑坡、崩塌体等的分布和规模。
- 6.4.1.2 初步查明溢洪道区地层岩性，覆盖层厚度、物质组成，基岩风化、卸荷深度和岩土体透水性。
- 6.4.1.3 初步查明溢洪道区断层、破碎带、软弱夹层、缓倾角结构面等的性质、产状、规模和展布情况，结构面的组合关系。
- 6.4.1.4 进行岩土体物理力学性质试验，初步提出有关物理力学参数。
- 6.4.1.5 初步评价溢洪道边坡、泄洪闸基的稳定条件以及下游消能段岩体的抗冲条件和冲刷坑岸坡的稳定条件。溢洪道渗漏评价宜结合库坝区进行。

6.4.2 勘察方法

- 6.4.2.1 工程地质测绘比例尺可选用 1:5000~1:1000。测绘范围包括建筑物的比较方案及为论证溢洪道边坡稳定所需的地段。当溢洪道与坝址邻近时，可与坝址一并测绘成图。
- 6.4.2.2 应沿设计溢洪道中心线和消能设施等主要建筑物布置勘探纵横剖面，控制段横剖面钻孔间距一般为 20 m~50 m，钻孔深度应进入设计建基面高程以下 20 m~30 m，泄洪闸基钻孔深度应满足防渗要求。
- 6.4.2.3 泄洪闸基钻孔应分别按 SL 31 进行压水试验、按 SL 345 进行注水试验。
- 6.4.2.4 主要岩土层室内试验累计有效组数不应少于 6 组。

6.5 水闸及泵

6.5.1 勘察内容

- 6.5.1.1 初步查明水闸及泵站场地的地形地貌。
- 6.5.1.2 初步查明水闸及泵站场地滑坡、崩塌等不良地质现象的分布。
- 6.5.1.3 初步查明水闸及泵站场地的地层结构、岩土类型和物理力学性质，重点为工程性质不良岩土的分布情况和工程特性。
- 6.5.1.4 初步查明地下水类型、埋深及岩土透水性，透水层和相对隔水层的分布，地表水和地下水物理化学性质，初步评价水、土对混凝土及钢结构的腐蚀性。土的腐蚀性分析应符合 GB 50021 的规定。
- 6.5.1.5 进行岩土物理力学性质试验，初步提出岩土物理力学参数。
- 6.5.1.6 初步评价建筑物场地地基承载力、渗透稳定、抗滑稳定、地震液化和边坡稳定性等。

6.5.2 勘察方法

- 6.5.2.1 工程地质测绘比例尺可选用 1:2000~1:1000。测绘范围应包括比选方案在内的所有建筑物地段，进水和泄水方向应包括可能危及工程安全运行的地段。
- 6.5.2.2 宜采用物探方法测定土体的动力参数，初步判定工程区场地类别。

- 6.5.2.3 纵横勘探剖面 and 勘探点应结合建筑物、场址的地形地质条件布置；主要勘探剖面的钻孔间距宜控制在 20 m~50 m 之间，每条剖面不应少于 3 个孔。
- 6.5.2.4 闸基勘探钻孔进入建基面以下的深度，不应小于闸底板宽度的 1.5 倍，在此深度内遇有泥炭、软土、粉细砂及强透水层等工程性质不良岩土层时，钻孔应进入下卧的承载力较高的土层或相对隔水层。当基岩埋深小于闸底板宽度的 1.5 倍时，钻孔进入基岩深度不宜小于 5 m~10 m。
- 6.5.2.5 泵站勘探钻孔深度，当地基为基岩时宜进入建基面以下 10 m~15 m，当地基为第四纪沉积物时应根据持力层情况确定。
- 6.5.2.6 分层取原状土样进行物理力学性质试验及渗透试验。各建筑物地基主要岩土层的室内试验累计有效组数不应少于 6 组；当主要持力层为第四纪沉积物时，应根据土层类别选择合适的原位测试方法，每一主要土层的累计有效数量不宜少于 6 组（段、点）。
- 6.5.2.7 根据需要进行抽水试验、压（注）水试验、地下水动态观测工作。抽水试验应符合 SL 320 的规定。
- 6.5.2.8 应取水土样进行水、土腐蚀性分析。

6.6 天然建筑材料

- 6.6.1 对工程所需的天然建筑材料应进行详查。采用库坝区开挖料的应结合库坝区的勘察布置勘探点，勘探点应符合 SL 251 的规定。
- 6.6.2 查明料场地形地质条件、岩土结构、岩性、夹层性质及空间分布，地下水位，剥离层、无用层厚度及方量，有用层储量、质量，开采运输条件和对环境的影响。
- 6.6.3 储量应不少于设计需要量的 1.5 倍。

7 初步设计

7.1 水库区

7.1.1 勘察任务

- 7.1.1.1 查明可能严重渗漏地段的水文地质条件，对水库渗漏问题作出评价。
- 7.1.1.2 查明可能浸没区的水文地质、工程地质条件，确定浸没影响范围和严重程度。
- 7.1.1.3 查明滑坡、崩塌等潜在不稳定库岸的工程地质条件，评价其影响。
- 7.1.1.4 查明土质岸坡的工程地质条件，预测塌岸范围。
- 7.1.1.5 论证水库诱发地震可能性，评价其对工程和环境的影响。
- 7.1.1.6 根据需要复核或补充区域构造稳定性研究与评价。

7.1.2 勘察内容

7.1.2.1 水库渗漏

7.1.2.1.1 可溶岩区应查明下列内容：

- a) 可溶岩层、隔水层及相对隔水层的厚度、连续性和空间分布；
- b) 岩溶发育程度、主要岩溶洞穴系统的空间分布特征及其与邻谷、河间地块、下游河弯地块的关系；
- c) 岩溶水文地质条件、主要岩溶水系统（泉、暗河）的补给、径流和排泄特征，地下水位及其动态变化特征、河谷水动力条件；

d) 主要漏水地段或主要渗漏通道的位置、形态和规模，岩溶渗漏的性质、估算渗漏量，提出防渗处理范围、深度和处理措施的建议。

7.1.2.1.2 非可溶岩区，应查明断裂带、古河道、第四纪松散层等渗漏介质的分布及其透水性，确定可能发生严重渗漏的地段、渗漏量及危害性，提出防渗处理范围和措施的建议。

7.1.2.2 水库浸没

7.1.2.2.1 查明可能浸没区的地貌、地层的层次、厚度、物理性质、渗透系数、表层土的毛管水上升高度、给水度、土壤含盐量。

7.1.2.2.2 查明可能浸没区的水文地质结构，含水层的类型、埋深和厚度，隔水层底板的埋深，地下水补给、径流和排泄条件，地下水水位、流向及其动态，地下水化学成分和矿化度。确定浸没类型。

7.1.2.2.3 岩溶区水库应在查明库周岩溶发育与连通情况，水库蓄水后库水、地表水与地下水之间的补给、排泄关系的基础上，查明库周洼地、槽谷的分布、形态、岩土类型和水文地质条件。

7.1.2.2.4 对于农作物区，应根据各种现有农作物的种类、分布，查明土壤盐渍化现状，确定地下水临界深度。

7.1.2.2.5 对于建筑物区，应根据各种现有建筑物的类型、数量和分布，查明基础类型和埋深，确定地下水临界深度。查明黄土、软土、膨胀土等工程性质不良岩土层的分布情况和性状，评价其影响。

7.1.2.2.6 确定浸没的范围及危害程度。

7.1.2.3 水库库岸稳定

7.1.2.3.1 查明库区对工程建筑物、城镇和居民区环境有影响的滑坡、崩塌、塌岸等不稳定岸坡的分布、范围、规模和岸坡地下水的赋存特点、水流活动等地下水动态特征。

7.1.2.3.2 查明不稳定岸坡的岩土体的分布、厚度以及物理力学性质，调查库岸水上、水下与水位变动带天然稳定坡角。

7.1.2.3.3 查明库区塌岸岸坡的结构类型、失稳模式、稳定现状，预测水库蓄水后塌岸范围及危害性。

7.1.2.3.4 进行库岸边坡工程地质分类，预测和评价不同库水位的岸坡稳定性和可能变形破坏或塌岸的范围、规模、方式，以及变形失稳后可能产生的影响，并对可能失稳边坡的防治措施和长期观测提出建议。

7.1.3 勘察方法

7.1.3.1 水库渗漏

7.1.3.1.1 地质测绘比例尺可选用 1:10000~1:2000。测绘范围应包括渗漏层（带）的可能入渗、出逸区和渗漏量估算所必须的范围。

7.1.3.1.2 宜采用地球物理勘探方法探测渗漏层（带）的位置。地质条件复杂地段可布置钻探，钻孔的数量和孔距可根据地质情况确定。钻孔深度应进入相对隔水层或当地河流枯水位以下 10 m~15 m。

7.1.3.1.3 垂直或平行可能渗漏方向应布置勘探剖面线，剖面线的位置、数量应根据渗漏层（带）类型、产状和渗漏地段宽度而定，并应注意不同地貌单元和水文地质条件的代表性。

7.1.3.1.4 库周勘察勘探点间距宜采用 100 m~300 m。库盆中根据需要布置控制性勘探点，勘探点间距宜为 200 m~500 m。若地质条件复杂可适当加密。

7.1.3.1.5 勘探点深度应进入库底下可靠的相对隔水层不少于 5 m，可靠的相对隔水层不宜小于 3 m~5 m。当库底下相对隔水层埋深较大时，控制性孔深应进入库底下 1.0~1.5 倍坝高。并满足渗透稳定的要求。

7.1.3.1.6 在设计蓄水位以下的钻孔，应分段或分层进行压水（注水）试验。地下水位以下第四系透水层中，应进行抽水试验。

7.1.3.1.7 对钻孔地下水位应进行动态观测，并基本形成长期观测网。各可能渗漏岩组内不应少于两个观测孔。观测内容除常规项目外，还应观测降雨时的洞穴涌水和流量变化情况。雨季观测时间间隔应缩短。地下水位、降水量、岩溶泉流量应同步观测。

7.1.3.1.8 岩溶区应进行连通试验，查明岩溶洞穴间的连通情况。可采用堵洞抬水、抽水试验等方法了解大面积的连通情况。

7.1.3.1.9 根据岩溶水文地质条件的复杂程度，可选择对地下水的渗流场、化学场、温度场、同位素场及岩溶水均衡进行勘察研究。

7.1.3.2 水库浸没

7.1.3.2.1 工程地质测绘比例尺，农作物区可选用 1:10000~1:2000，建筑物区可选用 1:2000~1:1000。测绘范围，顶托型浸没应包括可能浸没区所在阶地的后缘或相邻地貌单元的前缘，渗漏型浸没应包括渗漏补给区、径流区和排泄区及其邻近洼地。

7.1.3.2.2 勘探剖面应垂直库岸、堤坝或平行地下水流向布置。剖面间距，农作物区宜为 500 m~1000 m，建筑物区宜为 200 m~500 m，水文地质条件复杂地区应适当加密。

7.1.3.2.3 勘探工作布置应符合下列规定：

- a) 勘探剖面上的钻孔间距应为 100 m~500 m。剖面上每个地貌单元钻孔不应少于 2 个，水库正常蓄水位线附近应布置钻孔。顶托型浸没钻孔深度应到达基岩或相对隔水层以下不小于 1 m，渗漏型浸没钻孔深度应到达基岩或相对隔水层以下不小于 5 m，钻孔内应测定稳定地下水位；
- b) 勘探点可采用钻孔和试坑，试坑宜与钻孔相间布置，试坑深度应到达表部土层底板或稳定的地下水位以下 0.5 m；
- c) 当勘察区地层为双层结构，下部为承压含水层，且上部黏土层厚度较大时，宜在钻孔旁边布置试坑，对比试坑内地下水位与钻孔内地下水位之间的关系；
- d) 勘探剖面之间根据需要采用物探方法了解剖面间地下水位、基岩或相对隔水层埋深的变化情况。

7.1.3.2.4 试验工作应符合下列规定：

- a) 通过室内试验测定各主要地层的物理性质、渗透系数、给水度、毛管水上升高度、地下水化学成分和矿化度。每一主要地层的试验累计有效组数不应少于 6 组；
- b) 毛管水上升高度还应在试坑内实测确定；
- c) 渗漏型浸没区应进行一定数量的现场试验，确定渗透系数；
- d) 可能次生盐渍化的农作物浸没区应测定表部土层含盐的成分和数量；
- e) 建筑物浸没区应测定持力层在天然含水率和饱和含水率状态下的抗剪强度和压缩性。

7.1.3.2.5 建筑物浸没区和范围较大的农作物浸没区宜建立地下水动态观测网；当浸没区地层为双层结构，且上部土层厚度较大时，宜分别观测下部含水层和上部土层内的地下水动态。

7.1.3.2.6 水库蓄水后地下水壅高计算可采用地下水动力学方法。渗漏型浸没区可采用水均衡法计算。渗流场较复杂的浸没区宜采用三维数值分析方法进行计算。

7.1.3.2.7 浸没区应编制地下水等水位线图。当原布置的勘探剖面方向与地下水流向有较大差别时，应根据地下水等水位线图调整计算剖面方向。

7.1.3.2.8 浸没计算应采用正常蓄水位，分期蓄水水库应采用分期蓄水位。水库末端应采用考虑库尾翘高后的水位值；多泥沙河流的水库应考虑淤积对库水位的影响。

7.1.3.2.9 当地层为双层结构，且上部黏土层厚度较大时，浸没地下水位的确定应考虑黏性土层对承压水头折减的影响。

7.1.3.3 水库库岸稳定

7.1.3.3.1 工程地质测绘应利用前阶段水库区地质图进行补充复核，近坝库岸不稳定边坡应单独进行工程地质测绘。比例尺可选用 1:2000~1:500。测绘范围应包括与边坡稳定性评价有关的地区。

7.1.3.3.2 近坝库区或城镇附近规模较大的塌岸，应平行和垂直边坡可能失稳方向布置勘探剖面线。勘探线间距，城镇地区可选用 200 m~500 m，农业地区可选用 500 m~1000 m。每一勘探剖面不应少于 3 个坑、孔，靠近岸坡边缘应布置钻孔，钻孔深度应穿过可能塌岸下限以下不小于 5 m，勘探点间距视可能塌岸宽度确定。

7.1.3.3.3 可根据需要进行土层物理性质试验。调查并确定库岸水上、水下岩土体的稳定坡脚。与塌岸预测计算有关的参数可结合工程地质类比法提供。塌岸预测宜采取 2 种或 2 种以上的方法，并对预测结果进行综合分析，合理确定塌岸范围。

7.1.3.3.4 应进行地下水动态观测，并根据需要建立和完善变形监测网。

7.1.3.3.5 库岸滑坡、崩塌工程地质勘察方法应符合 GB 50487 的规定。

7.2 坝址

7.2.1 勘察内容

7.2.1.1 土石坝

7.2.1.1.1 查明坝基基岩面形态、河床深槽、古河道、埋藏谷的具体范围、深度以及深槽或埋藏谷侧壁的坡度。

7.2.1.1.2 查明坝基河床及两岸覆盖层的层次、厚度和分布，重点查明软土层、粉细砂、湿陷性黄土、架空层、漂砾石层、胶结卵石层以及基岩中的石膏夹层等工程性质不良岩土层的情况。复核工程区场地类别，对可能地震液化的地层应进行液化判别。

7.2.1.1.3 查明心墙、斜墙、面板趾板及反滤层、垫层、过渡层等部位坝基有无断层破碎带、软弱岩体、风化岩体及其变形特性、允许水力比降。

7.2.1.1.4 查明影响坝基、坝肩稳定的断层、破碎带、软弱岩体、石膏夹层、夹泥层的分布、规模、产状、性状和渗透变形特性。

7.2.1.1.5 查明坝基水文地质结构，地下水埋深，含水层或透水层和相对隔水层的岩性、厚度变化和空间分布，进行岩土体渗透性分级。重点查明可能导致强烈漏水和坝基、坝肩渗透变形的集中渗漏带的具体位置，提出坝基防渗处理的建议。调查坝前表层土的性质、分布、厚度、颗粒组成、渗透性及渗透稳定性，研究其作为天然铺盖防渗的可能性。

7.2.1.1.6 查明岸坡岩体风化带、卸荷带的分布、深度和工程边坡、自然边坡特别是面板坝趾板上游边坡的稳定条件，评价其稳定性。结合边坡地质结构，提出工程边坡开挖坡比和支护措施建议。

7.2.1.1.7 评价地下水、地表水对混凝土及钢结构的腐蚀性。

7.2.1.1.8 提出各类岩土体的物理力学参数，并对坝基的综合工程地质条件进行评价。

7.2.1.2 混凝土重力坝

7.2.1.2.1 查明覆盖层的分布、厚度、层次及其组成物质，以及河床深槽的具体分布范围和深度。

7.2.1.2.2 查明岩体的岩性、层次，易溶岩层、软弱岩层、软弱夹层和蚀变带等的分布、性状、延续

性、起伏差、充填物、物理力学性质以及与上下岩层的接触情况。

7.2.1.2.3 查明断层、破碎带、断层交汇带和裂隙密集带的具体位置、规模和性状，特别是顺河断层和缓倾角断层的分布和特征。

7.2.1.2.4 查明岩体风化带和卸荷带在各部位的分布、深度及其特征。

7.2.1.2.5 查明坝基、坝肩岩体的完整性、结构面的产状、延伸长度、充填物性状及其组合关系。确定坝基、坝肩稳定分析的边界条件。

7.2.1.2.6 查明坝基、坝肩岩溶洞穴、通道及长大溶蚀裂隙的分布、规模、充填状况及连通性；查明岩溶泉的分布和流量。

7.2.1.2.7 查明两岸岸坡和开挖边坡的稳定条件。结合边坡地质结构，提出工程边坡开挖坡比和支护措施建议。

7.2.1.2.8 查明坝址的水文地质条件，相对隔水层埋藏深度，坝基、坝肩岩体渗透性的各向异性，以及岩体渗透性的分级，提出渗控工程的建议。

7.2.1.2.9 查明地表水和地下水的物理化学性质，评价其对混凝土和钢结构的腐蚀性。

7.2.1.2.10 查明消能建筑物及泄流冲刷地段的工程地质条件，评价泄流冲刷、泄流水雾对坝基及两岸边坡稳定的影响。

7.2.1.2.11 进行坝基岩体结构分类，岩体结构分类应符合 GB 50487 的规定。

7.2.1.2.12 在分析坝基岩石性质、地质构造、岩体结构、岩体应力、风化卸荷特征、岩体强度和变形性质的基础上进行坝基岩体工程地质分类，提出各类岩体的物理力学参数建议值，并对坝基工程地质条件作出评价。坝基岩体工程地质分类应符合 GB 50487 的规定。

7.2.1.2.13 提出建基岩体的质量标准，确定可利用岩面的高程，并提出重大地质缺陷处理的建议。

7.2.1.2.14 土基上的混凝土闸坝勘察内容可参照土石坝和水闸的有关规定。

7.2.2 勘察方法

7.2.2.1 土石坝

7.2.2.1.1 工程地质测绘比例尺可选用 1:2000~1:500。测绘范围应包括坝址区水工建筑物场地和对工程有影响的地段。

7.2.2.1.2 物探应符合下列规定：

- a) 物探方法应根据坝址区的地形、地质条件等确定；
- b) 可采用电法、地震法探测覆盖层厚度、基岩面起伏情况及断层破碎带的分布。物探剖面应尽量结合勘探剖面进行布置；
- c) 可采用综合测试查明覆盖层层次，测定土层的密度；
- d) 可采用单孔法、跨孔法测定纵、横波波速；
- e) 应利用勘探平硐和勘探竖井进行岩体弹性波波速测试。

7.2.2.1.3 勘探应符合下列规定：

- a) 勘探剖面应根据具体地质条件结合坝轴线、心墙、斜墙和趾板防渗线、排水减压井、消能建筑物等特点布置；
- b) 勘探点间距宜采用 50 m~100 m；
- c) 基岩坝基钻孔深度宜为坝高的 1/3~1/2，防渗线上的河床控制性钻孔深度应深入相对隔水层不少于 10 m 或不小于坝高，两岸及河床一般性钻孔应达到枯水季地下水位以下或相对隔水层；

- d) 软质岩区坝基钻孔深度宜为建基面以下 1.0~1.5 倍坝高，竖井深度应能满足抗滑和抗冲稳定计算对软岩的取样要求。钻孔宜采用孔内综合测井或钻孔全孔壁光学成像探查软弱夹层或结构面的分布规律及特征；
- e) 覆盖层坝基钻孔深度，当下伏基岩埋深小于坝高时，钻孔进入基岩深度 10 m~20 m，防渗线上钻孔深度可根据防渗需要确定；当下伏基岩埋深大于坝高时，钻孔深度宜根据透水层与相对隔水层分布及下伏岩土层的力学强度等具体情况确定；
- f) 专门性钻孔的孔距和孔深应根据具体需要确定；
- g) 对两岸岩体风化带、卸荷带以及对坝肩岩体稳定和绕渗有影响的断层破碎带、岩溶洞穴（通道）、废旧矿洞等应布置平硐、钻孔或探槽。

7.2.2.1.4 岩土试验应符合下列规定：

- a) 坝基主要土层的物理力学性质试验组数累计大型工程不应少于 12 组，中小型不应少于 6 组。土层抗剪强度宜采用三轴试验，细粒土还应进行标准贯入试验和触探试验等原位测试；
- b) 根据需要进行现场渗透变形试验和载荷试验，以及可能地震液化土的室内三轴振动试验；
- c) 根据需要进行岩体物理力学性质试验；
- d) 软质岩主要岩石的室内物理力学性质试验组数累计不宜少于 10 组；软弱岩石的软化、冻融、崩解、膨胀等试验不宜少于 6 组，影响坝（闸）基变形的的主要岩层原位变形试验不宜少于 2 点；控制坝基抗滑稳定的岩层或软弱结构面的原位抗剪（断）试验组数不宜少于 2 组；岩石风化崩解速度观测点数量不宜少于 5 点；
- e) 应取地表水和地下水水样进行水质分析，评价其对混凝土的腐蚀性。

7.2.2.1.5 水文地质试验应符合下列规定：

- a) 根据第四纪沉积物的成层特性和水文地质结构进行单孔、多孔抽水试验或注水试验，大型水利工程坝基主要透水层的抽水试验不应少于 3 组；
- b) 强透水的断裂带应进行专门的水文地质试验；
- c) 防渗线上的基岩孔段应进行压水试验，其他部位可根据需要确定。

7.2.2.1.6 地下水动态观测和不稳定岩土体位移监测应符合 7.2.2.2.6 和 7.2.2.2.7 规定。

7.2.2.2 混凝土重力坝

7.2.2.2.1 工程地质测绘应符合下列规定：

- a) 工程地质测绘比例尺可选用 1:2000~1:500；
- b) 工程地质测绘范围应包括坝址水工建筑物场地和对工程有影响的地段；
- c) 当岩性变化或存在软弱夹层时，应测绘详细的地层柱状图。

7.2.2.2.2 物探应符合下列规定：

- a) 宜采用综合测试和钻孔全孔壁光学成像等方法，确定对坝基（肩）岩体稳定有影响的结构面、软弱带及软弱岩石、低波速松弛岩带等的产状、分布，含水层和渗漏带的位置等；
- b) 可采用单孔法、跨孔法、跨洞法测定各类岩体纵波或横波速度；
- c) 岩溶区可采用孔间或洞间测试以及层析成像技术调查岩溶洞穴的分布。

7.2.2.2.3 勘探应符合下列规定：

- a) 勘探剖面应根据具体地质条件结合建筑物特点布置。选定的坝线应布置坝轴线勘探剖面 and 辅助勘探剖面，剖面的间距根据坝高和地质条件可采用 50 m~100 m。坝踵、坝趾、消能建筑物及泄流冲刷等部位应有勘探剖面控制。溢流坝段、非溢流坝段、厂房坝段、通航坝段、泄洪中心线部位等均应有代表性勘探纵剖面；

- b) 坝轴线勘探剖面上的勘探点间距可采用 20 m~50 m, 其他勘探剖面上的勘探点间距可视具体需要和地质条件变化确定;
 - c) 钻孔深度应进入拟定建基面高程以下 1/3~1/2 坝高的深度, 帷幕线上的钻孔深度可采用 1 倍坝高或进入相对隔水层不应小于 10 m;
 - d) 专门性钻孔的孔距、孔深可根据具体需要确定。当需要查明河床坝基顺河断层、缓倾角软弱结构面时可布置倾斜钻孔;
 - e) 平硐、竖井、大口径钻孔应结合建筑物位置、两岸地形地质条件和岩体原位测试工作的需要布置。地形和地层平缓时宜布置竖井或大口径钻孔;
 - f) 当钻孔或平硐遇到溶洞或大量漏水时, 应继续追索或采用其他手段查明情况。
- 7.2.2.2.4 岩土试验应符合下列规定:
- a) 各主要岩体(组)及控制性软弱夹层, 应进行现场变形试验和抗剪试验, 每一主要岩体(组)变形试验累计有效数量不应少于 6 点, 同一类型夹层抗剪试验累计有效组数不应少于 4 组。建基主要岩体(组)应进行混凝土/岩石接触面现场抗剪试验, 每一主要岩体(组)累计有效组数不应少于 4 组。根据需要, 进行室内岩石物理力学性质试验, 每一主要岩石(组)室内试验累计有效组数不宜少于 6 组;
 - b) 根据需要可进行岩体应力测试和现场载荷等专门试验。
- 7.2.2.2.5 水文地质试验应符合下列规定:
- a) 坝基、坝肩及帷幕线上的基岩钻孔应进行压水试验, 其他部位的钻孔可根据需要确定;
 - b) 岩溶区及为查明坝基集中渗漏带的渗流特征、连通情况, 可根据需要进行地下水连通试验和抽水试验;
 - c) 强透水的破碎带可进行专门的渗透试验和渗透变形试验;
 - d) 在水文地质条件复杂的坝址区, 宜进行数值模拟等专题研究, 分析建坝前后渗流场的变化, 编制建坝前后的等水位(压)线图和流网图, 为渗控处理设计提供依据;
 - e) 进行地下水和地表水水质分析。
- 7.2.2.2.6 地下水动态观测应符合下列规定:
- a) 观测网点的布置应与地下水的流向平行和垂直;
 - b) 观测内容应包括水位、水温、水化学、流量或涌水量等;
 - c) 观测时间应延续一个水文年以上, 并逐步完善观测网。
- 7.2.2.2.7 根据需要, 对不稳定岩土体可逐步建立和完善监测网, 监测网应由观测剖面 and 观测点组成。
- 7.2.2.2.8 土基上的混凝土闸坝勘察方法应符合土石坝和水闸的规定。

7.3 溢洪道

7.3.1 勘察内容

- 7.3.1.1 查明溢洪道地段地层岩性, 特别是软弱、膨胀、湿陷等工程性质不良岩土层和架空层的分布及工程地质特性。
- 7.3.1.2 查明开挖边坡岩土体的性质, 结构特征, 特别是断层、节理裂隙密集带、层间剪切带、缓倾角结构面及软弱夹层的分布、性状及其空间组合情况。
- 7.3.1.3 查明岩体风化、卸荷的深度和程度, 评价不同风化、卸荷带的工程地质特性。
- 7.3.1.4 查明地下水分布特征和岩土体透水性。
- 7.3.1.5 查明下游消能段、冲刷坑岩体结构特征和抗冲性能。

7.3.1.6 进行岩土体物理力学性质试验，分段提出有关物理力学参数，对泄洪闸基及控制段、泄槽段建筑物地基稳定性以及溢洪道沿线边坡下游消能冲刷区和泄洪雾雨区的边坡稳定性、抗冲刷能力进行评价。

7.3.2 勘察方法

7.3.2.1 工程地质测绘比例尺可选用 1:2000~1:500。测绘范围应包括引渠、控制段、泄槽段、消能段以及为论证溢洪道边坡稳定所需的地段。

7.3.2.2 勘探应符合下列规定：

- a) 应布置勘探纵、横剖面。勘探纵剖面宜沿溢洪道中心线或隔墙、外边线布置。横剖面间距不宜大于 200 m，宜结合控制段建筑物轴线、消能建筑物、开挖边坡稳定分析等需要布置，不同工程地质分段应布置横向勘探剖面；横剖面钻孔间距可为 20 m~50 m；
- b) 钻孔深度宜进入设计建基面高程以下 20 m~30 m，泄洪闸基钻孔深度应满足防渗要求，其他地段孔深可根据需要确定；
- c) 当溢洪道存在高边坡时，应布置基本垂直于边坡走向的勘探剖面，且每个高边坡的勘探剖面不宜少于 2 条，并根据需要布置勘探平洞。

7.3.2.3 泄洪闸基及两侧帷幕区的钻孔应进行压水或注水试验。

7.3.2.4 对影响建筑物和边坡稳定的主要岩土层和软弱夹层应取样进行物理力学性质试验，试验累计有效组数不应少于 6 组。根据需要可进行原位变形和抗剪试验。

7.3.2.5 根据需要可进行地下水动态和不稳定岩土体位移变形观测。

7.4 导流明渠及围堰

7.4.1 勘察内容

7.4.1.1 查明导流明渠和围堰布置的地形条件。

7.4.1.2 查明地层岩性特征。基岩区应查明软弱岩层、可溶岩层的分布及其工程地质特性；第四纪沉积物应查明其厚度、物质组成，特别是软土、粉细砂、湿陷性黄土和架空层等的分布、厚度及其工程地质特性。

7.4.1.3 查明主要断层、构造破碎带、节理裂隙密集带、缓倾角结构面的性状、规模、分布特征及其组合关系。

7.4.1.4 查明围堰堰基含水层、相对隔水层的分布及岩土体渗透性、渗透稳定性。

7.4.1.5 进行岩土体物理力学性质试验，提出有关物理力学参数。提出导流明渠土体抗冲流速。

7.4.1.6 评价堰基稳定性、导流明渠和围堰开挖边坡稳定性及导流明渠岩土体抗冲刷性。

7.4.2 勘察方法

7.4.2.1 工程地质测绘比例尺宜选用 1:2000~1:500，测绘范围应包括导流明渠、围堰及其两侧各 100 m~200 m 地段，及为论证边坡稳定性所需地段。

7.4.2.2 勘探剖面应沿导流明渠和围堰轴线布置。根据需要围堰上、下游可布置辅助勘探剖面或横剖面，导流明渠边坡可布置专门性勘探。

7.4.2.3 勘探方法视地质条件复杂程度宜采用物探、坑槽探、钻探。勘探点间距视需要确定。

7.4.2.4 围堰地基为基岩时，钻孔深度宜为堰高的 1/3。围堰地基为第四纪沉积物时，当下伏基岩埋深小于堰高，钻孔深度宜进入基岩不小于 10 m；当下伏基岩埋深大于堰高，钻孔深度宜进入相对隔水层或基岩面以下不小于 10 m。

7.4.2.5 基岩段钻孔应进行压水试验。河床覆盖层必要时进行钻孔抽（注）水试验。

7.4.2.6 每一主要岩土层（组）室内物理力学性质试验累计有效组数不宜少于 6 组。特殊性土应进行专门试验。地质条件简单时，可采用工程地质类比法确定工程地质参数。

7.4.2.7 围堰地基为第四纪沉积物应进行标准贯入、静力触探、动力触探、十字板剪切等原位测试。

7.5 水闸及泵站

7.5.1 勘察内容

7.5.1.1 查明建筑物布置地段的地质岩性，重点查明软土、膨胀土、湿陷性黄土、粉细砂等工程性质不良岩土层的分布范围、性状和物理力学性质，基岩埋藏较浅时应调查基岩面的倾斜和起伏情况。

7.5.1.2 查明场址区的地质构造和岩体结构，主要建筑物布置地段的断层、破碎带和节理裂隙发育规律及其组合关系。

7.5.1.3 查明场址区滑坡、潜在不稳定岩体等物理地质现象。

7.5.1.4 查明场址区的水文地质条件和岩土体的透水性。

7.5.1.5 评价建筑物地基和边坡的稳定性及渗透变形条件。

7.5.2 勘察方法

7.5.2.1 工程地质测绘比例尺可选用 1:2000~1:500，测绘范围包括工程场地及为论证边坡稳定性所需的地段。

7.5.2.2 勘探剖面应根据具体地质条件结合建筑物特点布置，并符合下列规定：

- a) 对于水闸，应在闸轴线及其上、下游，防冲消能段、导（翼）墙等部位布置勘探剖面。剖面上钻孔间距可为 20 m~50 m；
- b) 对于泵站，应结合泵房轴线、进水池、出水管道、出水池等建筑物布置勘探剖面。泵房基础剖面上钻孔间距不应大于 50 m，其他建筑物基础剖面钻孔间距可根据需要确定；
- c) 对闸址区、泵站等建筑物安全有影响的边坡应布置勘探剖面。

7.5.2.3 勘探剖面上钻孔应结合建筑物进行布置，钻孔深度宜根据覆盖层厚度及建基面高程确定，并符合下列规定：

- a) 当覆盖层厚度小于建筑物底宽时，钻孔深度应进入基岩 5 m~10 m；
- b) 当覆盖层厚度大于建筑物底宽时，钻孔深度宜为建筑物底宽的 1~2 倍，并应进入下伏承载力较高的土层或相对隔水层；
- c) 当建筑物地基为基岩时，钻孔深度宜进入建基面下 10 m~15 m 或根据帷幕设计深度确定；
- d) 专门性钻孔的孔距、孔深可根据具体需要确定。

7.5.2.4 分层取原状土样进行物理力学性质试验及渗透试验，建筑物地基每一主要土层室内试验累计有效组数不宜少于 12 组；对于重要建筑物地基，应进行三轴试验，每一主要土层试验累计有效组数不宜少于 6 组；特殊土的特殊试验项目，应根据土层分布情况确定，每一土层试验累计有效组数不宜少于 6 组。当建筑物地基为基岩时，每一主要岩石（组）室内试验累计有效组数不宜少于 6 组。

7.5.2.5 根据土层类别选择合适的原位试验方法。动力触探（标准贯入）试验、十字板剪切试验累计有效数量不宜少于 12 段（点）。根据需要可进行原位载荷试验、可能地震液化土的三轴振动试验等专门性试验工作。当需要进行现场变形和抗剪试验时，试验组数各不宜少于 2 组。

7.5.2.6 建筑物渗控剖面上的钻孔应进行压（注）水或抽水试验。

7.5.2.7 建筑物渗控剖面的钻孔应进行地下水动态观测，其要求应符合 7.2.2.2.6 的规定；对于建筑物区附近潜在不稳定边坡及岩土体，应进行变形监测。

7.6 天然建筑材料

对工程所需各类天然建筑材料应进行复核，新增或料场发生变化时应进行详查。

8 招标设计

8.1 工程地质复核

8.1.1 复核内容

- 8.1.1.1 水库工程地质条件及结论。
- 8.1.1.2 建筑物工程地质条件及结论。
- 8.1.1.3 主要临时建筑物工程地质条件及结论。
- 8.1.1.4 天然建筑材料的储量、质量及开采运输条件。

8.1.2 复核方法

- 8.1.2.1 分析研究初步设计阶段工程地质勘察成果和审查意见。
- 8.1.2.2 补充收集水库区及附近地区地震资料，进一步分析研究水库区地震活动特征或诱震条件，复核可能发生水库诱发地震库段的发震地段和强度。
- 8.1.2.3 根据需要提出实施台网建设建议，编制水库诱发地震监测台网招标文件。
- 8.1.2.4 对边坡、地下水等的观（监）测成果作进一步分析。

8.2 工程地质勘察

8.2.1 勘察内容

- 8.2.1.1 水库及建筑物区尚需研究的工程地质问题。
- 8.2.1.2 施工组织设计需要研究的工程地质问题。
- 8.2.1.3 当料场条件发生变化或需要开辟新的料场时，应对天然建筑材料进行复查或补充勘察。

8.2.2 勘察方法

- 8.2.2.1 勘察方法和勘察工作量应根据地质问题的复杂程度确定。
- 8.2.2.2 根据具体情况补充地质测绘、勘探与试验工作。
- 8.2.2.3 分析和利用各种监测与观测资料。
- 8.2.2.4 天然建筑材料的复查或补充勘察的方法，应针对具体问题选择。

9 施工详图设计

9.1 专门性工程地质勘察

9.1.1 勘察内容

- 9.1.1.1 施工期和水库蓄水过程中，当震情发生变化，应收集和分析台网监测资料，对发震库段进行地震地质补充调查，鉴定地震类型，增设流动台站进行强化监测，预测水库诱发地震的发展趋势。

- 9.1.1.2 当建筑物地基、地下洞室围岩、开挖边坡出现新的地质问题，导致建筑物设计条件发生变化，应进一步查明其水文地质、工程地质条件，复核岩土体物理力学参数，评价其影响，提出处理建议。
- 9.1.1.3 当料场情况发生变化或需新辟料场时，应查明或复查天然建筑材料的储量、质量及开采条件。

9.1.2 勘察方法

- 9.1.2.1 勘察方法、勘察布置和工作量应根据地质问题的复杂性、已经完成的勘察工作和场地条件等因素确定。
- 9.1.2.2 应结合利用已有的勘探成果和施工开挖工作面实际情况，收集地质资料。
- 9.1.2.3 充分分析和利用各种监测与观测资料。
- 9.1.2.4 当设计方案有较大变化或施工中出现新的地质问题时，应进行工程地质测绘，并应根据具体情况布置钻探、物探和试验等工作。

9.2 施工地质

9.2.1 工作内容

- 9.2.1.1 收集建筑物场地在施工过程中揭露的地质现象，检验前期的勘察资料。
- 9.2.1.2 编录和测绘建筑物基坑、工程边坡、地下建筑物围岩的地质现象。
- 9.2.1.3 进行地质观测和预报可能出现的地质问题。
- 9.2.1.4 进行地基、围岩、工程边坡加固和工程地质问题处理措施的研究，提出优化设计和施工方案地质建议。
- 9.2.1.5 提出专门性工程地质问题专项勘察建议。
- 9.2.1.6 进行地基、边坡、围岩等的岩体质量评价；参与与地质有关的工程验收。
- 9.2.1.7 提出运行期工程地质监测内容、布置方案和技术要求的建议。
- 9.2.1.8 渗控工程、水库、建筑材料等的施工地质工作内容应根据具体情况确定。
- 9.2.1.9 施工地质资料应及时进行分类整编，分阶段编制施工地质技术成果。

9.2.2 工作方法

- 9.2.2.1 开展施工地质工作之前，应编制施工地质工作大纲，大纲中应明确工作范围、工作内容、主要技术要求及提交的资料等。
- 9.2.2.2 地质巡视，编写施工日志和简报。
- 9.2.2.3 采用观察、素描、实测、摄影、录像等手段编录和测绘施工揭露的地质现象。
- 9.2.2.4 根据需要采用波速、点荷载强度、回弹值等测试方法鉴定岩体质量。
- 9.2.2.5 根据需要复核岩土体物理力学性质。
- 9.2.2.6 具体的施工地质工作的方法、内容和技术要求宜按 SL/T 313 执行。地质条件比较简单的工程，其施工地质的取样、试验，监测等工作可根据具体情况适当简化。

10 除险加固工程

10.1 可行性研究

10.1.1 勘察内容

10.1.1.1 土石坝

- 10.1.1.1.1 初步查明坝体填筑料组成、填筑质量、坝体填料物理力学性质及渗透特性。
- 10.1.1.1.2 初步查明坝身病害，包括坝坡滑坡、开裂、塌陷、渗水以及其他各种病害险情和不良地质现象的分布位置、范围、特征、险情成因。了解已发生险情过程、抢险措施及效果。病险类型划分应符合附录 L 的规定。
- 10.1.1.1.3 分析坝体浸润线与库水位的关系。
- 10.1.1.1.4 初步查明坝基与坝体接触部位的物质组成及渗透特性。
- 10.1.1.1.5 初步查明坝体输水洞（涵）、泄洪洞等建筑物及其周边的渗漏情况。
- 10.1.1.1.6 初步查明建筑物地基地层岩性、地质构造、岩土体结构及其透水性，特别是坝基覆盖层分布、层次、厚度、性状、物理力学性质及渗透性等。
- 10.1.1.1.7 初步查明坝基、坝体和绕坝渗漏性质、范围及渗漏量。

10.1.1.2 混凝土坝

- 10.1.1.2.1 初步查明坝基、坝肩岩体的层次和软弱岩层、软弱夹层、断层破碎带、缓倾角结构面等的性状、分布以及接触情况。
- 10.1.1.2.2 初步查明坝基、坝体和绕坝渗漏的分布范围、渗漏形式、渗漏量与库水位的关系。
- 10.1.1.2.3 初步查明混凝土与地基接触状况，评价地质缺陷的处理效果。
- 10.1.1.2.4 初步查明可溶岩坝基、坝肩岩溶发育规律，主要渗漏通道的分布、连通、充填和已处理情况。
- 10.1.1.2.5 初步查明泄流冲刷地段的工程地质条件，冲坑发育特征及其对大坝、边坡的影响。

10.1.2 勘察方法

- 10.1.2.1 复核原有工程地质图，根据需要补充工程地质测绘，测绘比例尺可选用 1:2000~1:500。
- 10.1.2.2 根据水库病害的类型和地质条件，选用合适的物探方法。
- 10.1.2.3 钻探工作应符合下列规定：
 - a) 钻孔应结合查明水库险情隐患布置；
 - b) 防渗剖面钻孔深度进入地基相对不透水层不应小于 10 m，其他钻孔深度按隐患或险情的情况综合确定；
 - c) 钻孔应进行原状土取样，孔内应进行原位测试和地下水位观测等；
 - d) 基岩段应进行钻孔压水试验，对坝体（含防渗体）、覆盖层应进行钻孔注水试验；
 - e) 除长期监测孔外，应按技术要求进行封孔。
- 10.1.2.4 土石坝应分层（区）取样，每层（区）试验累计有效组数大型水库不应少于 12 组，中小型宜满足统计分析和计算需要的确定。岩石取样试验根据需要确定。

10.2 初步设计

10.2.1 勘察内容

10.2.1.1 渗漏及渗透稳定性

- 10.2.1.1.1 土石坝坝体渗漏及渗透稳定性应查明下列内容：
 - a) 坝体填筑土的颗粒组成、渗透性、分层填土的结合情况，特别是坝体与岸坡接合部位填料的物质组成、密实性和渗透性；
 - b) 防渗体的颗粒组成、渗透性及新老防渗体之间的结合情况，评价其有效性；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/375101043113012001>