

ICS 93. 020
P 13

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 652—2014

水库枢纽工程地质勘察规范

Code of engineering geological investigation
for reservoir project

2014-11-25 发布

2015-02-25 实施



中华人民共和国水利部 发布

http://www.slzjxx.com
水利造价信息网

中华人民共和国水利部
关于批准发布水利行业标准的公告
(水库枢纽工程地质勘察规范)

2014 年第 71 号

中华人民共和国水利部批准《水库枢纽工程地质勘察规范》
(SL 652—2014)为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	水库枢纽工程 地质勘察规范	SL 652—2014		2014.11.25	2015.2.25

水利部
2014 年 11 月 25 日



前 言

根据水利部水利行业标准制修订计划，按照《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002)的要求，制定本标准。

本标准共9章和4个附录，主要技术内容有：

- 总则；
- 术语；
- 基本规定；
- 规划阶段工程地质勘察；
- 项目建议书阶段工程地质勘察；
- 可行性研究阶段工程地质勘察；
- 初步设计阶段工程地质勘察；
- 招标设计阶段工程地质勘察；
- 施工详图设计阶段工程地质勘察等。

本标准全文推荐。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部水利水电规划设计总院

本标准解释单位：水利部水利水电规划设计总院

本标准主编单位：长江水利委员会长江勘测规划设计研究院

本标准参编单位：黄河勘测规划设计有限公司

中水珠江勘测规划设计有限公司

中水北方勘测设计研究有限责任公司

湖南省水利水电勘测设计研究总院

长江三峡勘测研究院有限公司（武汉）

新疆水利水电勘测设计研究院

深圳市水务规划设计院

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：吴永锋 戴其祥 饶旦 李宁新

段世委 刘明寿 周 云 黄纪辛

黄孝泉 汪海涛 杨世平 刘聪元

本标准审查会议技术负责人：司富安

本标准体例格式审查人：陈登毅

http://www.slnjxx.com
水利造价信息网

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	规划阶段工程地质勘察	6
4.1	一般规定	6
4.2	水库	6
4.3	坝址	7
5	项目建议书阶段工程地质勘察	9
5.1	一般规定	9
5.2	水库	9
5.3	坝址	12
5.4	其他水工建筑物	16
6	可行性研究阶段工程地质勘察	18
6.1	一般规定	18
6.2	水库	18
6.3	坝址	24
6.4	其他水工建筑物	28
7	初步设计阶段工程地质勘察	33
7.1	水库	33
7.2	土石坝	37
7.3	混凝土重力坝	40
7.4	混凝土拱坝	43
7.5	其他水工建筑物	45
8	招标设计阶段工程地质勘察	51
9	施工详图设计阶段工程地质勘察	52
9.1	专门性工程地质勘察	52

9.2 施工地质	53
附录 A 水库枢纽工程地质勘察报告附件、附图表、 专门(题)报告	55
附录 B 滑坡规模划分	57
附录 C 崩塌、危岩体规模划分	58
附录 D 工程边坡分类	59
标准用词说明	62
条文说明	63

http://www.slnjxx.com
水利造价信息网

1 总 则

1.0.1 为了规范水库枢纽工程地质勘察工作，明确勘察工作深度和要求，保证勘察工作质量，在《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487—2008)的基础上，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于大型水库枢纽工程地质勘察工作。

1.0.3 水库枢纽工程地质勘察分为规划、项目建议书、可行性研究、初步设计、招标设计和施工详图设计等阶段。

1.0.4 本标准的引用标准主要有以下标准：

《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487)

《水利水电工程边坡设计规范》(SL 386)

《水利水电工程地质勘察资料整编规程》(SL 567)

1.0.5 水库枢纽工程地质勘察除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 工程地质测绘 engineering geological mapping

运用地质理论和技术方法对工程场区各种地质现象进行观察、量测和描述,并标识在地形图上的勘察工作。

2.0.2 勘探点 exploration point

钻孔、平洞、竖井或斜井、坑槽等勘探工程的孔(洞、井)口在地表上的位置。

2.0.3 工程地质条件 engineering geological condition

与工程有关的地形、地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、物理地质现象等地质情况的总称。

2.0.4 近坝库岸 reservoir bank near a dam

库岸失稳(如滑坡、崩塌)将对大坝等水工建筑物造成严重危害的一定范围之内水库岸坡。一般指沿河道距离大坝 10km 之内的水库岸坡。

2.0.5 节理连通率 joint persistence ratio

岩体沿某一剪切方向发生剪切破坏所形成的破坏路径中结构面所占的比例。

2.0.6 岩爆 rock burst

岩体中应变能集中释放,造成洞壁或基坑突发岩片爆裂的现象。

2.0.7 危岩体 dangerous rock mass

高陡斜坡中,由于风化、卸荷、溶蚀、断层裂隙切割或人工开挖等作用形成,可能产生崩塌、滑坡、坠石,并对工程或生命财产安全构成威胁的岩体。

2.0.8 钻孔彩色电视录像 borehole colour television

将彩色摄像探头放入钻孔中,摄取孔壁彩色图像,以显示孔

内各种地质现象的勘察方法。

2.0.9 大跨度地下洞室 large-span underground structure

开挖跨度大于或等于 20m 的地下洞室。

3 基本规定

3.0.1 水库枢纽工程地质勘察工作范围应包括水库区、大坝及附属建筑物场址区。

3.0.2 勘察单位在开展野外工作之前，应收集和分析工程场区已有的地形、地质资料，宜进行现场踏勘，了解工程场区自然条件和工作条件，结合工程设计方案和任务要求，编制工程地质勘察大纲。勘察大纲在执行过程中，宜根据具体情况变化适时调整。

3.0.3 工程地质勘察大纲应包括下列内容：

- 1 工程概况、任务来源、勘察阶段、勘察目的和任务。
- 2 勘察地区的地形地质概况及工作条件。
- 3 已有地形、地质资料，前阶段勘察成果的主要结论及审查、咨询、评估的主要意见。
- 4 勘察工作依据的规程规范及有关规定。
- 5 勘察重点、技术路线和工作思路。
- 6 勘察内容、工作方法和技术要求。
- 7 计划工作量和进度。
- 8 项目管理及质量、环境、安全和职业健康保证措施。
- 9 提交成果内容、形式、数量和日期。
- 10 勘探布置图。

3.0.4 水库枢纽工程地质勘察应按勘察程序分阶段进行，勘察任务书或勘察合同应符合本标准的规定，并应保证勘察周期和勘察工作量。勘察工作过程中，应保持与相关专业的沟通和协调。

3.0.5 应根据地形地质条件、岩土体的地球物理特性和探测目的选择合适的物探方法。混凝土坝坝基钻孔、拱坝拱座抗力岩体部位钻孔、工程高边坡部位及其他重要地段钻孔的基岩段应进行钻孔彩色电视录像和波速测试。

3.0.6 应根据地形地质条件和水工建筑物类型,选择钻孔、平洞、竖井或斜井、坑槽等勘探工程,并应有专门设计或技术要求。孔、洞、井宜综合利用,平洞应进行波速测试。

3.0.7 各阶段钻孔岩芯应逐箱拍摄数码照片,平洞、竖井宜逐段拍摄数码照片或录像,并作为地质原始资料保存。照片中应标明孔(洞、井)编号、深度标记、重要地质现象的深度标记等内容,且重要地质现象应拍摄特写照片。

3.0.8 各勘察阶段枢纽区主要建筑物的钻孔岩芯应选择代表性岩芯妥善保存至工程竣工验收结束。

3.0.9 各勘察阶段的坝基范围内的钻孔和其他主要建筑物区的钻孔,除长期监测孔外,应按技术要求进行封孔。

3.0.10 勘察资料整编应按 SL 567 的规定执行。勘察报告的附件、附图表应符合附录 A 的规定。

4 规划阶段工程地质勘察

4.1 一般规定

4.1.1 规划阶段工程地质勘察应对规划的水库枢纽工程进行地质论证,并提供工程地质资料。

4.1.2 应收集规划河流或规划河段的地形、区域地质、工程地质、地震动参数区划图等资料,并进行分析研究,从地质角度对规划的初拟坝址提出建议。初拟坝址应避免已知的区域性活动断裂。大(1)型水库或初拟坝高在150m以上的坝址不宜布置在50年超越概率10%的基岩地震动峰值加速度大于或等于 $0.40g$ 的区域。

4.1.3 现场查勘宜重点了解初拟坝址及其附近河段岸坡的环境地质条件。规划坝址不宜选择在滑坡、崩塌、泥石流发育、岩溶强烈发育并且可能影响坝址成立的河段。通过查勘,宜确定开展工作的坝址和勘探线。

4.1.4 规划阶段的工程地质勘察工作应以收集资料、工程地质测绘、轻型勘探为主。控制性水库枢纽工程或近期开发工程坝址应布置勘探线,其河床部位宜有钻孔控制。

4.2 水库

4.2.1 水库区勘察应包括下列内容:

1 了解水库的地形地貌、地层岩性、地质构造、物理地质现象等地质条件。

2 了解可能威胁水库成立的滑坡、崩塌体、潜在不稳定岸坡、泥石流等的分布,并分析其可能影响。

3 了解水库运行后可能对城镇、重大基础设施的安全产生严重不良影响的不稳定地质体、塌岸和浸没等的分布范围。

4 了解透水层与隔水层的分布范围、可溶岩地区的岩溶发

育情况、河谷和分水岭的地下水位；对水库封闭条件及渗漏的可能性进行分析。

5 了解水库区可能对水环境产生影响的地质条件。

6 了解重要矿产的分布情况。

4.2.2 水库勘察可结合区域地质研究、路线调查等工作进行，编制相应图件。当水库可能存在重大渗漏、塌岸、浸没、滑坡等工程地质问题且影响工程决策时，应进行专门的工程地质测绘，比例尺可选用1:50000~1:10000，并宜结合卫片（航片）解译成果编制综合工程地质图，应根据需要布置勘探工作。

4.3 坝 址

4.3.1 坝址勘察应包括下列内容：

1 了解坝址所在河段的河流形态、河谷地形地貌特征及河谷地质结构。

2 了解坝址的地层岩性、岩体结构特征、软弱岩层分布规律、岩体渗透性及卸荷与风化程度。了解第四纪沉积物的成因类型、厚度、层次、物质组成、渗透性，以及特殊土体的分布。

3 了解坝址的地质构造，特别是大断层、缓倾角断层和第四纪断层的发育情况。

4 了解坝址及近坝地段的物理地质现象和岸坡稳定情况。

5 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。

6 了解可溶岩坝址岩溶洞穴的发育程度，两岸岩溶系统的分布特征和坝址防渗条件。

7 分析坝址地形、地质条件及其对不同坝型的适应性。

4.3.2 近期开发工程坝址勘察除应符合4.3.1条规定外，尚应重点了解下列内容：

1 坝基中主要软弱夹层的分布、物质组成、天然性状。

2 坝基主要断层、缓倾角断层破碎带性状及其延伸情况。

3 坝肩岩体的稳定情况。

4 当第四纪沉积物作为坝基时,土层的层次、厚度、级配、性状、渗透性、地下水状态。

5 当可能采用地下厂房布置方案时,地下洞室围岩的成洞条件。

6 当可能采用当地材料坝方案时,溢洪道布置地段的地形地质条件及筑坝材料的分布与储量。

4.3.3 坝址勘察方法应符合下列规定:

1 坝址工程地质测绘比例尺,峡谷区可选用 $1:10000\sim 1:5000$,丘陵平原区可选用 $1:50000\sim 1:10000$ 。测绘范围应包括比选坝址、绕坝渗漏的岸坡地段、坝址周边对坝址安全有直接影响的环境地质问题地段,以及附近低于水库水位的堰口、古河道等。

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条横河物探剖面,近期开发工程应适当增加。

3 坝址勘探应符合下列规定:

1) 沿坝址代表性轴线可布置1~3个钻孔,河床较为开阔的坝址,河床钻孔数可适当增加。近期开发工程坝址或地质条件较为复杂的坝址可布置3~5个钻孔,其中两岸至少各有1个钻孔。峡谷地区坝址,两岸宜布置平洞,平洞应进入相对完整的岩体。

2) 河床控制性钻孔深度宜为坝高的 $1.0\sim 1.5$ 倍。在深厚覆盖层河床或地下水位低于河水位的地段,钻孔深度可根据需要加深。

3) 钻孔基岩段应进行压水试验。

4) 钻孔基岩段宜进行综合测试。

4 坝区主要岩土体应取样作岩矿鉴定和少量室内物理力学试验。

5 应对地下水、地表水进行水质简分析。

5 项目建议书阶段工程地质勘察

5.1 一般规定

5.1.1 项目建议书阶段工程地质勘察应在规划方案所在的河段上为基本选定坝址和基本坝型进行工程地质论证和提供工程地质资料,并对基本选定的坝址及主要建筑物进行工程地质初步评价。

5.1.2 现场勘察开始之前,宜取得各比选坝址的工程布置方案图。

5.1.3 勘察范围宜包含水库区、各坝址拟进行比选的各种工程布置方案的主要建筑物区。

5.1.4 宜优先开展坝址区环境地质条件的勘察工作。当发现存在可能影响坝址成立的大规模滑坡、崩塌、泥石流、危岩体、不稳定边坡等地质体时,宜提请设计方优先考虑另选坝址和调整工程布置方案。

5.2 水 库

5.2.1 水库区工程地质勘察应包括下列内容:

1 基本查明水库区的地形地貌、地层岩性、地质构造等基本地质条件。

2 初步确定可能的渗漏地段,初步评价产生水库渗漏的可能性及严重程度。

3 初步查明库岸稳定条件,初步确定崩塌、滑坡、泥石流、危岩体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。进行库岸稳定性工程地质分段。

4 初步确定可能的塌岸位置,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。

5 初步查明水库区可能发生泥石流的沟谷和泥石流的规模,

初步分析其对枢纽工程和水库淤积的影响。

6 调查可能产生浸没地段的工程地质和水文地质条件，初步分析水库浸没范围。

7 初步分析水库诱发地震的可能性及可能发震库段。

8 调查是否存在影响水质的地质体。

5.2.2 水库渗漏勘察应包括下列内容：

1 初步查明库盆地形封闭条件、邻谷的形态及谷底高程、古河道、单薄（低矮）分水岭的分布、水库与下游河湾、支流、河谷之间地段的地貌形态、高程、宽度及其地质结构。

2 初步查明可溶岩、强透水岩土层以及相对隔水层的分布、厚度及其与库水位的关系。

3 初步查明大规模断层破碎带，特别是延伸到库外的断层破碎带宽度、延伸情况、破碎带物质组成、胶结程度及其阻水、导水情况。

4 初步查明库岸地下水类型、地下水与河水的补排关系、地下水分水岭位置、水位及其与库水位关系、泉（井）的分布高程、水量及水质。

5 碳酸盐岩地区应初步查明岩溶的发育规律、不同层组的岩溶化程度、隔水层和非岩溶岩层的分布特征及构造封闭条件，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，初步评价对建库的影响程度和处理的可能性。

6 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。

5.2.3 水库库岸稳定勘察应包括下列内容：

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。

2 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。

3 初步查明对工程建筑物、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。

4 由第四纪沉积物组成的岸坡,初步预测水库塌岸带的范围。

5.2.4 水库区泥石流勘察应包括下列内容:

1 调查泥石流发生的历史情况。

2 初步查明泥石流的形成区、流通区、堆积区的分布位置。初步查明形成区松散堆积物的分布范围、物质组成、厚度,估算其体积。

3 根据坝址位置、水库相应部位库容等资料,初步分析泥石流对枢纽工程和水库淤积的影响。

5.2.5 水库浸没勘察应包括下列内容:

1 调查当地气候,降水,冻土层深度,盐渍化、沼泽化的历史及现状等自然情况。

2 调查水库周边的地貌特征、地面高程,潜水含水层的厚度、地层结构,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。

3 调查土壤盐渍化、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。

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

5 根据初拟的水库正常蓄水位及地下水临界埋深资料,初步分析浸没的可能性和浸没范围。

5.2.6 水库诱发地震分析应包括下列内容:

1 根据地层岩性、地质构造及地震活动性进行水库诱发地震地质环境分区。

2 初步分析可能诱发地震的库段和成因类型。

5.2.7 水库工程地质勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘的比例尺可选用1:50000~1:10000,对

影响水库成库条件、可能威胁工程安全的区域,宜选用更大的比例尺。

2 测绘范围除应包括整个库盆外,并应包括下列地区:

- 1) 应包括可能存在渗漏及其影响的河间地块、邻谷和坝下游地段。
- 2) 盆地或平原型水库应包括水库正常蓄水位以上可能淹没区所在阶地后缘或相邻地貌单元的前缘。
- 3) 峡谷型水库应包括两岸坡顶以下范围,并包括坝址下游附近的塌滑体、泥石流沟和潜在不稳定岸坡分布地段。

3 应根据地形、地质条件,采用综合物探方法,探测库区滑坡体,可能发生渗漏或淹没地区的地下水位、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。

4 水库区勘探剖面 and 勘探点的布置应符合下列规定:

- 1) 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化岩层。
- 2) 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勘探点控制。
- 3) 滑坡体应按滑动方向布置纵横剖面。根据地形地质条件可选择探坑、竖井、钻孔或平洞。钻孔或平洞宜进入下伏稳定岩土体不少于 20m。

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,可根据试验成果按工程地质类比法选用。

5.3 坝 址

5.3.1 坝址勘察应包括下列内容:

- 1 初步查明坝址区地形地貌、地层岩性、地质构造。
- 2 基本查明坝址区滑坡、崩塌和危岩体、泥石流的分布和规模,并分析评价其与水库枢纽工程建设的相互影响。滑坡规模

划分应符合附录 B 的规定，崩塌和危岩体规模划分应符合附录 C 的规定。

3 基本查明有无Ⅱ级及以上规模的断裂构造。如有此类断裂构造，基本查明其分布位置、宽度、断裂带工程性状。

4 初步查明坝基覆盖层厚度、性状。初步查明湿陷性黄土、软土、膨胀土、分散性土、粉细沙、架空层等特殊土层的分布、厚度，初步评价其对坝基、坝肩稳定和渗漏的可能影响。

5 初步查明基岩的岩性岩相特征及其分布，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 初步查明坝址区岩体风化、卸荷的深度和程度，初步评价不同风化带、卸荷带的工程地质特性。

7 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。

8 黄土地区应初步查明黄土洞穴分布、规模及发育特征，初步评价其对坝址和枢纽建筑物的影响。

9 初步查明坝址区水文地质条件，初步评价坝基、坝肩渗漏的可能性。

10 初步查明坝址区环境水的水质，初步评价环境水的腐蚀性。

11 初步查明岩土体的物理力学性质，初步选定岩土体物理力学参数。

12 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。

5.3.2 坝址两岸的勘察范围应符合下列规定：

1 峡谷区坝址两岸宜至坝肩边坡坡顶和防渗线路的延伸地段。

2 平原区坝址应包括两岸防渗线路的延伸地段。

5.3.3 坝址工程地质测绘应符合下列规定：

1 工程地质测绘范围应包括各比选坝址主坝、副坝和拟进行比选的枢纽建筑物布置的相关地段，以及防渗线路延伸地段、可能渗漏地段等。当比选坝址相距在 2km 及以上时，可分别单独测绘成图。

2 工程地质测绘比例尺平原区可选用 1:10000~1:2000，山区可选用 1:5000~1:2000。

5.3.4 坝址工程物探应符合下列规定：

1 宜优先开展物探工作。

2 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。

3 宜对河床和拟进行比选的工程布置方案的主要建筑部位布置物探剖面，河床部位横河剖面间距宜为 100~300m。

4 物探过程中发现的地质异常应及时反映给地质专业，解释成果应及时提交。

5 应充分利用钻孔、平洞进行综合测试。

5.3.5 坝址勘探布置应符合下列规定：

1 各比选坝址拟进行基本坝型比选的主坝坝基应布置横河勘探剖面。高坝宜布置不少于 2 条横河勘探剖面，且宜有 1 条基本沿防渗线路布置。

2 副坝宜布置勘探剖面。副坝的主要勘探剖面可沿初拟的坝轴线布置。

3 勘探剖面河床部位的勘探点间距不宜大于 150m。河床宽度小于 100m 时，各剖面河床部位应有钻孔。河床宽度大于 100m 时，各剖面河床部位不应少于 2 个钻孔。两岸坝肩部位勘探点间距不宜大于 200m。在初拟的正常蓄水位以上和防渗线路的延伸地段，也应布置勘探点。

4 峡谷区河流坝址水面宽度小于 400m，且河床覆盖层厚度小于 80m 时，宜在某一岸或两岸岸边布置倾斜钻孔。

5 高拱坝两岸坝肩和抗力体部位应在不同高程布置平洞，

两层平洞之间的高差不宜大于 80m；中、低拱坝两岸坝肩和抗力体部位应布置平洞；在初拟的正常蓄水位以上部位可根据需要布置平洞。峡谷区的其他高坝坝址两岸宜根据需要分高程布置平洞，两层平洞之间的高差不宜大于 100m；中、低坝坝址两岸宜布置平洞。

6 坝址区大型及以上规模的滑坡应布置勘探剖面，勘探剖面上勘探点间距不宜大于 200m。崩塌、危岩体、泥石流宜实测地质剖面，可视需要布置勘探工作。

7 当坝址主要建筑物区存在超高及特高工程边坡时，其边坡坡体宜布置平洞。工程边坡高度划分宜符合附录 D 的规定。

8 土石坝宜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宜沿建筑物轴线布置勘探剖面。

9 对基本坝型比选有重大影响的软弱夹层及主要缓倾角结构面，宜布置探井（大口径钻孔）或平洞。

5.3.6 坝址勘探钻孔深度应符合下列规定：

1 峡谷区坝址河床钻孔进入基岩深度应符合表 5.3.6 的规定。两岸岸坡上的钻孔深度宜达到河水位高程或稳定的地下水位之下，并进入相对隔水层不少于 15m。

表 5.3.6 峡谷区坝址河床钻孔进入基岩深度表

覆盖层厚度 /m	钻孔进入基岩深度	
	坝高 $H < 70\text{m}$	坝高 $H \geq 70\text{m}$
< 80	进入弱风化及其之下岩体的深度不小于 80m，且进入相对隔水层的深度不小于 15m	进入微风化和新鲜岩体的深度 50~100m，且进入相对隔水层的深度不小于 15m
≥ 80	进入基岩及相对隔水层的深度不少于 15m	

2 平原区建在深厚覆盖层上的坝，勘探钻孔深度不宜小于坝高的 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，应进入下伏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, 钻孔进入基岩相对隔水层的深度不宜小于 15m。

3 可溶岩地区钻孔深度可根据具体情况确定。

4 控制性钻孔或专门性钻孔的深度应按实际需要确定。

5.3.7 水文地质测试应符合下列规定:

1 勘探中应观测地下水位, 收集勘探过程中的水文地质资料。

2 基岩地层应进行钻孔压(注)水试验, 测定岩体透水性或渗透系数。

3 坝址区主要地表水和地下水应进行水质分析。

5.3.8 岩土试验应符合下列规定:

1 对坝址和坝型选择有重要影响的岩石(组), 其每一岩石(组)室内试验累计有效组数不宜少于 6 组。其他的每一岩石(组)室内试验累计有效组数不宜少于 3 组。

2 每一主要土层室内试验累计有效组数不宜少于 6 组。

3 土基应根据土的类型选择标准贯入、动力触探、静力触探、十字板剪切等方法进行原位试验。

4 对坝基稳定和变形有较大影响的岩土层、结构面, 宜进行现场剪切试验和现场变形试验。

5 特殊岩土宜根据其工程地质特性进行专门试验。

5.3.9 长期观测应符合下列规定:

1 勘察期间应进行地下水位观测, 对推荐的坝址宜布置地下水长期观测孔。

2 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, 观测线宜平行和垂直可能位移变形的方向布置。

5.4 其他水工建筑物

5.4.1 初步查明各坝址代表性布置方案其他主要水工建筑物的工程地质条件和可能影响方案成立的重大工程地质问题。

5.4.2 其他水工建筑物的工程地质勘察宜与坝址勘察结合进行。

距离坝址 2km 以上的水工建筑物可单独进行勘察。

5.4.3 其他水工建筑物的关键部位可视需要布置适量的勘探和试验工作。



6 可行性研究阶段工程地质勘察

6.1 一般规定

6.1.1 可行性研究阶段工程地质勘察应对项目建议书阶段基本选定的坝址和主要的比选坝址加深工作，为选定坝址进行工程地质论证和提供有关工程地质资料。

6.1.2 应对选定坝址的参与比选的主要坝型及其主要建筑物布置方案进行工程地质勘察，为基本选定工程总体布置、坝型、主要建筑物型式进行工程地质论证和提供有关工程地质资料。

6.1.3 除坝址之外的其他主要建筑物区的工程地质测绘比例尺宜与坝址区相同，也可根据实际情况采用更大的比例尺。

6.2 水 库

6.2.1 水库区工程地质勘察应包括下列内容：

- 1 查明水库区的基本地质条件。
- 2 基本查明水库可能渗漏地段的工程地质和水文地质条件，对水库渗漏问题作出评价。
- 3 基本查明崩塌、滑坡、危岩体、潜在不稳定岸坡、泥石流的分佈位置、规模、稳定性，评价其对水库、航运、周边城镇、居民区等的可能影响。
- 4 基本查明可能塌岸区的工程地质和水文地质条件，预测水库运行后的塌岸形式和范围，评价其对水库、库区周边城镇、居民区、农田、环境等的可能影响。
- 5 基本查明可能产生浸没地段的水文地质条件，进行水库浸没初判。
- 6 研究并预测水库诱发地震的可能性、发震位置及强度。

6.2.2 水库渗漏工程地质勘察应包括下列内容：

- 1 基本查明可溶岩、透水层、（相对）隔水层、通向库外大

的断层破碎带、古河道以及单薄（低矮）分水岭等的分布和水文地质条件。

2 确定产生水库渗漏的类型、位置，确定主要岩土层、断层破碎带的水文地质参数，分析计（估）算水库建成后的渗漏量。

3 提出是否采取工程处理措施的地质建议。

6.2.3 水库渗漏工程地质勘察、评价方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘的范围应包括可能渗漏地段及其相邻地段，比例尺可选用 1:5000~1:2000。

2 宜采用综合物探方法探测透水带的位置和空间分布，并为布置钻探提供信息。

3 勘探剖面应根据水文地质结构、结合可能的防渗处理方案，平行地下水流或垂直可能渗漏带布置。在多层含水层结构区，各可能渗漏岩土层（组）内应不少于 3 个钻孔，孔距视可能渗漏岩土层（组）的延伸范围而定。钻孔应进入（相对）隔水层或枯水期地下水位以下 5~10m。

4 钻孔应分层、分段进行水文地质试验，查明渗漏岩土层（组）、（相对）隔水层的透水性和渗漏边界条件。

5 岩溶渗漏通道应进行连通试验，宜顺通道进行人工追索并测制通道纵断面和典型横断面。

6 应进行地下水动态观测，建立并完善地下水动态观测网。各可能渗漏岩土层（组）内应不少于 3 个观测孔。观测时间应不少于 1 个水文年。

7 渗漏量的计（估）算应符合下列要求：

1) 根据渗漏地段的水文地质结构、渗流特性和边界条件，选择适宜的公式计算渗漏量。存在多个透水层时，可分别计算渗漏量。

2) 应根据水文地质测试成果，经统计分析后，给定各透水层（组、带）的渗透系数。应注意透水层（组、带）的不均匀性。

8 应评价水库渗漏对水库枢纽工程的影响,提出是否采取工程处理措施的地质建议。对于需要工程处理的水库渗漏地段,应提出防渗处理的型式、范围和深度的建议。

6.2.4 水库区库岸稳定勘察应包括下列内容:

1 基本查明库岸中滑坡、崩塌、危岩体及潜在不稳定岸坡的位置、类型,估算其规模,宏观判别其稳定性。

2 稳定条件差或较差的大型及以上规模的滑坡宜开展专门工程地质勘察。稳定条件差或较差的中型、小型滑坡可视具体情况布置勘察工作。滑坡勘察应主要包括下列内容:

- 1) 基本查明滑坡区的地形地貌、地层岩性、地质构造等基本地质条件。
- 2) 基本查明滑坡的分布范围、厚度、体积、地质结构、滑带空间分布形态。
- 3) 基本查明滑体、滑带的物质组成、物理力学性质和水理性质。
- 4) 基本查明滑坡区水文地质条件。
- 5) 调查滑坡的历史和现状变形破坏迹象。
- 6) 布置地下水长期观测和滑坡变形监测设施,适时开展观测和监测工作。

3 对城镇、居民区、交通等安全构成威胁或对农田、环境影响较大的崩塌、危岩体及可能塌岸地段(区)应开展专门工程地质勘察。应主要包括下列内容:

- 1) 基本查明崩塌区、危岩体分布区、可能塌岸地段(区)的基本地质条件。
- 2) 基本查明崩塌体、危岩体的边界条件、体积、地质结构、物质组成、岩土体及相关结构面的物理力学性质。
- 3) 调查崩塌、危岩体的历史和现状变形破坏迹象。
- 4) 视具体情况布置监测设施并适时开展监测工作。

6.2.5 水库库岸稳定工程地质勘察、评价方法应符合下列规定:

- 1 工程地质测绘比例尺,滑坡区可选用 1:5000~1:

1000, 崩塌、危岩体分布区、可能塌岸地段(区)可选用 1:2000~1:500。

2 工程地质测绘范围应包括整个滑坡体、崩塌体、危岩体及周边适当范围。对于可能造成水库堵塞(库中坝)的滑坡尚应包括滑坡地段河道及对岸适当范围。

3 可选用浅层地震波反射法、高密度电法、综合测井或孔内电视录像等物探方法探测滑坡体及滑带、崩塌体的厚度、性状。

4 滑坡的勘探纵剖面应沿主滑线方向或主要控制计算剖面布置, 勘探横剖面宜基本垂直于纵剖面布置, 且拟采取抗滑支撑工程的部位应布置勘探横剖面。

5 大型及以上规模滑坡的勘探纵剖面不宜少于 3 条。勘探点应根据地质条件和地形条件选用钻孔、平洞或竖井。勘探纵、横剖面上勘探点间距不宜大于 150m。勘探点的深度宜进入下伏稳定岩土体不小于 10m, 且拟采取抗滑支撑工程的部位应满足确定锚固端位置或抗滑桩深度的要求。

6 危岩体宜实测工程地质剖面。

7 可能塌岸区的勘探剖面宜结合库岸地形及拟采取的工程处理措施布置。

8 对控制库岸稳定的主要岩土层、滑带(面)、结构面、软弱夹层应进行物理力学性质试验, 累计试验组数不应少于 6 组。可视具体情况进行岩体应力测试、涌浪模型试验、滑带土绝对年龄测定。

9 变形监测网应由监测点和监测剖面组成。监测工作应遵循仪器观测与简易方法相结合、地表监测与地下深部监测相结合、局部监测与整体监测相结合的原则。

10 地下水动态观测的时间不应少于 1 个水文年。

11 本阶段勘察的滑坡应进行稳定性分析和计算, 必要时还应进行涌浪计算。稳定性分析和计算可按 SL 386 的要求进行。

12 分析评价(预测)水库枢纽工程施工期和运行期崩塌

体、危岩体的稳定性、塌岸的失稳形式及影响范围、危害性，提出是否进行工程处理以及加固处理措施的相关建议。

6.2.6 对水库淤积影响较大或对水库区城镇、居民、交通等安全构成威胁的泥石流应开展专门工程地质勘察。应主要包括下列内容：

- 1 收集泥石流区的相关水文、气象资料。
- 2 基本查明泥石流区的地形地貌、地层岩性、地质构造等基本地质条件。
- 3 基本查明泥石流沟的形态特征，沟坡崩塌、滑坡等的分布范围、体积。
- 4 基本查明泥石流形成区松散堆积体的范围、厚度、物质组成、体积。
- 5 基本查明拟进行工程措施治理部位的工程地质条件。
- 6 基本查明泥石流可能淤积库段的形态和相应容积。
- 7 建立预警和预测观测点（站）。

6.2.7 水库区泥石流工程地质勘察、评价方法应符合下列规定：

- 1 泥石流区工程地质测绘比例尺可选用 $1:10000 \sim 1:2000$ ，测绘范围应包括泥石流的形成区、流通区、堆积区及其对水库淤积的影响区。拟工程治理部位宜为 $1:2000 \sim 1:500$ 。
- 2 可布置物探、坑探、竖井、钻探等勘探，探查泥石流区堆积物厚度。钻孔进入基岩的深度宜超过泥石流沟中最大孤石直径 $3 \sim 5\text{m}$ 。
- 3 应对泥石流沟谷中松散堆积物分区、分层进行颗粒分析试验。各区各层的累计试验组数不宜少于 6 组。
- 4 拟采取工程措施治理部位应根据具体地形地质条件结合拟采取的工程措施类型布置合适的勘探。
- 5 应根据泥石流的类别、泥石流沟谷形态、形成泥石流的松散物质的体积、降水或其他水源的启动条件等综合分析，预测泥石流暴发的可能性、类型、规模，分析评价其对水工建筑物安全、水库淤积、库周城镇、规划移民区、农业区、交通及重要工

程设施的影响和危害程度。评价拟采取工程治理措施的适宜性。提出相关地质建议。

6.2.8 水库浸没勘察应包括下列内容:

- 1 基本查明水库可能浸没区的地形地貌、地层岩性、地质构造等基本地质条件。

- 2 基本查明潜水含水层的厚度,基岩或相对隔水层的埋藏深度,地下水位及地下水的补排条件。

- 3 基本查明含水层的颗粒组成、饱和度、易溶盐含量。

- 4 基本查明岩溶区水库邻近的洼地的分布高程、地质构造、岩溶发育与连通情况、地表径流与地下水的补给、排泄条件、地下水与河水或库水的水力联系等。

- 5 基本确定地下水埋深临界值。

- 6 根据拟比选的水库正常蓄水位,分别计算可能浸没区的地下水壅高,初步判断并预测浸没的可能性,初步确定各比选正常蓄水位相应的浸没范围、类型和危害程度。

6.2.9 水库可能浸没区的勘察、评价方法应符合下列规定:

- 1 工程地质测绘比例尺宜为1:2000~1:500。

- 2 勘探剖面宜基本垂直于库岸或基本平行于地下水流向布置。每个水文地质单元的勘探剖面不宜少于2条。

- 3 每条勘探剖面的勘探点不宜少于3个,勘探点间距不宜大于200m。

- 4 勘探点可采用坑槽、竖井和钻探。钻孔深度宜进入基岩或相对不透水层不少于5m。当可能浸没区潜水含水层为超深厚或特深厚覆盖层时,钻孔孔底高程宜达河床底高程之下。

- 5 应取地下水进行水质分析试验。每个水文地质单元水质分析试验不宜少于3组。

- 6 可能浸没区应利用钻孔、水井等布设地下水动态长期监测点并进行监测。每个水文地质单元的监测点不宜少于3个,监测时间不应少于1个水文年。

6.2.10 水库诱发地震预测研究应包括下列内容:

1 进行全库区的水库诱发地震地质环境分区。

2 预测可能诱发地震的库段。水库诱发地震的可能发震地段可根据库区的地震地质条件、地应力状态、岩体的导水性、岩溶化岩分布及岩溶发育情况、矿洞情况、发震机理等初步判定。

3 预测可能发生诱发地震的成因类型。

4 预测水库诱发地震的最大震级和相应烈度。水库诱发地震的强度可根据可能发震断裂的规模和活动性、岩溶发育程度、已有震例的工程类比或参照区域地震活动水平进行初步估计。

6.2.11 水库诱发地震预测研究工作应包括下列内容：

1 基本查明水库区地层岩性、岩浆岩的分布和岩体结构特征。

2 基本查明水库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。

3 基本查明水库区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。

4 基本查明水库区的水文地质条件，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。

5 收集水库区历史地震记载和现代仪器地震。

6 了解水库区的现今构造应力场。

7 了解水库区岸坡卸荷变形破坏现象和采矿矿洞分布及规模。

8 了解水库区天然岩溶塌陷和矿洞塌陷的规模和频度。

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和地震安全性评价工作的成果。

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建议。

6.3 坝 址

6.3.1 坝址勘察应包括下列内容：

1 基本查明坝址区地形地貌特征。平原区河流坝址应基本

查明牛轭湖、决口口门、沙丘、古河道等分布、埋藏情况、规模及形态特征。

2 基本查明坝址覆盖层的厚度、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、粉土和架空层等的分布,基岩面的埋深、河床深槽的分布。评价覆盖层对坝基稳定和渗漏的可能影响。当基岩埋深较浅时,应基本查明基岩面的倾斜和起伏情况,评价其对工程的影响。

3 基本查明坝址基岩岩性特征。对工程性质不良岩土进行详细分层,重点调查软岩、易溶岩、膨胀岩层等的性状、分布和厚度,评价其对坝基或坝肩边坡岩体稳定和渗漏的可能影响。

4 基本查明坝址区主要断层、破碎带和软弱夹层,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,进行节理裂隙统计,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。

5 基本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,评价坝基、坝肩渗漏的可能性、渗透稳定性和渗控工程条件。

6 基本查明坝址区岩体风化、卸荷的深度和程度,评价不同风化带、卸荷带的工程地质特性。

7 基本查明坝址区崩塌、滑坡、危岩及潜在不稳定体的分布和规模,进行边坡工程地质分类(初步),并进行初步分区(段),评价各区(段)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。边坡工程地质分类应符合附录D的规定。

8 基本查明坝址区泥石流的分布、规模、物质组成、发生条件及形成区、流通区、堆积区的范围,评价其发展趋势及对坝址选择和枢纽建筑物布置的影响。

9 可溶岩坝址区应基本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,初步划分河谷岩溶水动力条件类型,分析可能发生渗漏的地段、渗漏量,评价岩溶洞穴对坝

址和枢纽建筑物的影响。

10 红层中富含钙质的岩石分布地区应基本查明红层岩溶分布、规模及发育特征,评价其对坝址和枢纽建筑物的影响。

11 黄土地区应基本查明黄土洞穴分布、规模及发育特征,评价其对坝址和枢纽建筑物的影响。

12 基本查明坝址区环境水的水质,初步评价环境水的腐蚀性。

13 基本查明岩土体的物理力学性质,进行岩体工程地质分类,基本确定岩土体物理力学参数。

14 评价各比选坝址及枢纽建筑物的工程地质条件,提出坝址比选和坝型的地质建议。

6.3.2 坝址工程地质测绘应符合下列规定:

1 工程地质测绘范围包括主要比选坝址主坝、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2km及以上时,可分别单独测绘成图。

2 工程地质测绘比例尺可选用1:5000~1:1000。

6.3.3 物探应符合下列规定:

1 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。

2 物探剖面宜结合勘探剖面布置,并应充分利用钻孔进行钻孔电视录像和综合测试。

3 坝址两岸平洞应进行岩体弹性波测试。

4 土基建坝方案宜进行河床和两岸第四纪沉积物的剪切波测试。

6.3.4 本阶段坝址勘探布置根据需要可分两期进行。第一期主要为选定坝址和坝型而进行;第二期主要针对选定坝址加深勘探。

1 第一期勘探布置应符合下列规定:

1) 第一期勘探布置宜对项目建议书阶段基本选定的坝址和参与比选的主要坝址进行。宜在上阶段的主要勘探

剖面上加密勘探，必要时布置新的勘探剖面，勘探剖面上的勘探点间距不宜大于 100m。峡谷区坝址钻孔深度要求宜符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 钻孔深度要求表

基本坝型	钻孔深度要求	
	坝高 $H < 70\text{m}$	坝高 $H \geq 70\text{m}$
混凝土坝	进入建基面之下的深度不小于 30m，且进入相对隔水层的深度不小于 15m	进入建基面之下的深度 50~100m，且进入相对隔水层的深度不小于 15m
当地材料坝	进入建基面之下的深度不宜小于 30m，且应满足稳定性和变形验算的要求。防渗线上的钻孔应进入相对隔水层的深度不小于 15m 或满足防渗设计要求	

- 2) 峡谷区混凝土坝坝址两岸坝肩部位宜在上阶段勘探平洞的基础上，根据需要可加密平洞布置或加深原有平洞。平洞进入微风化或新鲜岩体的深度不宜小于 20m。
 - 3) 拱坝的拱座部位应布置控制性平洞，其洞深应能满足拱座（坝肩）稳定分析的需要。拱坝两岸宜布置勘探平洞或水平（倾斜）钻孔，平洞或钻孔进入拱端之外岩体的深度，对于中、低拱坝不宜小于 1 倍坝高，高拱坝不宜小于 100m。
- 2 第二期勘探布置应符合下列规定：
- 1) 应在已有横河勘探剖面的基础上，结合拟进行比选的坝线增加横河勘探剖面。新增横河勘探剖面上勘探点间距不宜大于 100m。
 - 2) 选定坝线的坝基部位应有不少于 2 条的横河勘探剖面，其上的勘探点间距不宜大于 50m；河床及两岸应有顺河向的代表性勘探剖面，其上勘探点不应小于 3 个。
 - 3) 选定坝线的坝基部位加密钻孔的孔深，对于土石坝，宜进入相对隔水层不少于 15m；对于中、低混凝土

坝,进入微风化和新鲜岩石宜为20~50m,且宜进入相对隔水层不少于15m;对于高混凝土坝,进入微风化和新鲜岩石的深度不宜小于50m,且宜进入相对隔水层不少于15m。

6.3.5 水文地质测试应符合下列规定:

- 1 勘探中应观测地下水位,收集勘探过程中的水文地质资料。
- 2 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。
- 3 第四纪沉积物应进行钻孔抽水或注水试验,测定渗透系数。
- 4 可能存在岩溶集中渗漏的地带应进行连通试验。
- 5 应进行水质分析。

6.3.6 岩土试验应符合下列规定:

- 1 每一主要岩石(组)室内试验累计有效组数6~12组。每一主要土层室内试验累计有效组数不应少于6组。
- 2 土基应根据土的类型选择标准贯入、动力触探、静力触探、十字板剪切等方法进行原位试验,主要土层试验不宜少于6组(段、点)。
- 3 控制坝基稳定和变形的岩土层宜进行原位变形和剪切试验,剪切试验不少于3组,变形试验不少于12点。
- 4 特殊岩土应根据其工程地质特性进行专门试验。

6.3.7 长期观测应符合下列规定:

- 1 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。
- 2 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 其他水工建筑物

6.4.1 水工隧洞勘察应包括下列内容:

- 1 基本查明隧洞沿线地形地貌特征和滑坡、泥石流等不良

物理地质现象的分布、规模。

2 基本查明隧洞沿线地层岩性,重点是松散地层、软弱岩土层、膨胀岩土层、湿陷性黄土、可溶岩土层等工程性质不良岩土层的分布,以及放射性元素和有害气体的赋存、高地温等情况。

3 基本查明隧洞沿线的褶皱、断层、破碎带等各类结构面的产状、性状、规模、延伸情况及岩体结构等,评价其对进出口边坡和隧洞围岩稳定的影响。

4 基本查明隧洞进出口段、过沟段、浅埋洞段的覆盖层厚度、岩体的风化深度和卸荷发育特征,评价其对隧洞进出口和洞室稳定性的影响。

5 基本查明隧洞沿线主要含水层、汇水构造和地下水溢出点的位置和高程,补排条件以及与地表溪沟连通的断层破碎带、岩溶通道等的分布,评价隧洞掘进时发生突水(泥)的可能性及对围岩稳定和周边环境的影响。

6 进行岩土体物理力学性质试验,基本确定有关物理力学参数。

7 进行隧洞围岩工程地质初步分类。

6.4.2 水工隧洞的勘察方法应符合下列规定:

1 水工隧洞测绘范围应包括各比选洞线及两侧300~1000m。

2 宜采用综合物探方法探测覆盖层厚度、隐伏断层、岩溶洞穴等,并宜利用钻孔和平洞进行综合测试。

3 勘探应符合下列规定:

1) 沿水工隧洞轴线应布置勘探剖面。进出口、调压井等部位宜布置横剖面。勘探点应结合地形地质条件布置。

2) 水工隧洞进出口、傍山、浅埋等地段以及存在重大地质问题的地段应布置勘探钻孔或平洞。

3) 水工隧洞钻孔深度宜进入设计洞底高程以下10.00~30.00m。

4 勘探过程中应收集水文地质资料。隧洞钻孔应根据需要

进行压（注、抽）水试验和地下水动态观测。

5 岩土试验应符合下列规定：

1) 主要岩土层室内试验累计有效组数不应少于 6 组。

2) 特殊岩土应根据其工程地质特性进行专门试验。

6 可利用平洞或钻孔进行岩体变形参数、岩体波速、地温、有害气体和放射性元素测试。

7 深埋隧洞应利用平洞或钻孔进行地应力测试，分析和评价发生岩爆的可能性和类别。

6.4.3 地面厂房勘察应包括下列内容：

1 基本查明厂址区地形地貌特征及岩体风化带、卸荷带、倾倒体、滑坡、崩塌堆积体、岩溶、地下采空区等的分布，评价其对厂房及附属建筑物场地稳定的影响。

2 基本查明厂址区的地层岩性，软弱和易溶岩层、软土、粉细砂、湿陷性黄土、膨胀土和分散性土的分布与埋藏条件，并对岩土体的物理力学性质和承载能力作出初步评价。对可能地震液化场地土应进行液化判别。

3 基本查明厂址区的地质构造，断层、破碎带、节理裂隙等的性质、产状、规模和展布情况，结构面的组合关系及其对厂址和边坡稳定的影响。

4 基本查明厂址区的水文地质条件，评价电站压力前池的渗漏、渗透稳定条件以及基坑开挖发生涌水、涌砂的可能性。

5 进行岩土体物理力学性质试验，基本确定有关物理力学参数。

6.4.4 地面厂房勘察应符合下列规定：

1 厂址区工程地质测绘范围应包括各比选方案的厂房和附属建筑物场地及周围 200~500m，应包括厂房后的高边坡。

2 宜采用综合物探方法探测覆盖层厚度、隐伏断层、岩溶洞穴等，并宜利用钻孔和平洞进行综合测试。

3 勘探应符合下列规定：

1) 厂址应布置纵横勘探剖面。应有沿机组中心连线布置

的勘探纵剖面，其上勘探点间距不宜大于 50m，大型机组宜每隔 1~2 台机布置勘探钻孔，钻孔深度：进入设计厂房地面高程之下宜不小于 30.00m；进入尾水管最低水平高程之下宜不小于 20.00m。

- 2) 地面厂房宜沿厂房轮廓线布置钻孔，钻孔间距不宜大于 50m。当地基为基岩时钻孔深度宜进入建基面高程以下不小于 10.00m，当地基为第四纪沉积物时应根据地质条件和建筑物荷载大小综合确定。
- 3) 钻孔应根据需要进行压（注、抽）水试验和地下水动态观测。
- 4) 厂房后高边坡宜布置勘探平洞。当存在超高边坡或特高边坡时，应分层布置勘探平洞，且两层平洞之间的高差不宜大于 80m。

4 岩土试验应符合下列规定：

- 1) 主要岩土层室内试验累计有效组数不应少于 6 组。
- 2) 特殊岩土应根据其工程地质特性进行专门试验。
- 3) 土基厂址的主要持力层应进行原位测试。

6.4.5 地下厂房勘察除应符合 6.4.1 条的有关规定外，尚应基本查明地下厂房和洞群布置地段的岩性组成、岩体结构特征及成洞条件。

6.4.6 地下厂房勘察应符合下列规定：

- 1 工程地质测绘范围应包括各比较方案的调压井、厂房、尾水建筑物等地段。
- 2 调压井、厂房的机组部位、尾水建筑物等地段宜布置钻孔。地下厂房区宜布置勘探平洞，并可视需要在平洞内布置铅直钻孔或水平（倾斜）钻孔。
- 3 宜利用勘探平洞进行岩体变形等试验和进行地应力、地温、放射性和有害气体测试。

6.4.7 溢洪道勘察应包括下列内容：

- 1 基本查明溢洪道区地形地貌特征及滑坡、泥石流、崩塌

体等的分布和规模。

2 基本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。

3 基本查明溢洪道区断层、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。

4 进行岩土体物理力学性质试验,基本确定有关物理力学参数。

5 评价溢洪道边坡、泄洪闸基的稳定条件以及下游消能段岩土体的抗冲条件和冲刷坑岸坡的稳定条件。

6.4.8 溢洪道勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘的范围应包括进水泵、溢洪道、下游消能段、下游可能受冲刷的岸坡,以及相应的工程边坡。

2 勘探剖面宜沿设计溢洪道中心线或外边线,以及消能设施等主要建筑物布置,控制段宜布置勘探横剖面。钻孔深度宜进入设计建基面高程以下 20.00~30.00m,控制段钻孔深度还应满足防渗要求。

3 当溢洪道存在高边坡(超高边坡、特高边坡)时,应布置基本垂直于边坡走向的勘探剖面,并宜布置勘探平洞。

4 钻孔应进行压(注)水试验。

5 主要岩土层室内试验累计有效组数不应少于 6 组。

6.4.9 选定坝址和坝型的上下游围堰、导流明渠等临时建筑物勘察应基本查明地形地貌特征,两岸及河床覆盖层厚度、层次、物质组成、透水性,有无大孤石(漂石)及埋藏的树木等情况,两岸基岩埋深、全风化厚度,宜沿围堰的防渗线布置勘探剖面,根据需要布置勘探和试验。

7 初步设计阶段工程地质勘察

7.1 水 库

7.1.1 水库勘察应包括下列内容:

- 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。查明防渗漏处理工程部位的工程地质和水文地质条件。
- 2 查明滑坡、崩塌或潜在不稳定库岸的工程地质条件,评价其影响。查明工程治理部位的工程地质条件。
- 3 查明塌岸防治工程部位的工程地质条件。
- 4 查明可能浸没区的水文地质条件,对浸没问题进行复判,确定浸没影响范围。查明工程处理部位的水文地质和工程地质条件。
- 5 查明泥石流区的工程治理部位的工程地质条件。
- 6 根据需要复核水库诱发地震问题。提出水库诱发地震监测台网总体方案。

7.1.2 水库严重渗漏地段勘察应包括下列内容:

- 1 可溶岩区应查明下列内容:
 - 1) 可溶岩层、隔水层及相对隔水层的厚度、连续性和空间分布。
 - 2) 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。
 - 3) 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。
 - 4) 主要渗漏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。
- 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。

7.1.3 严重渗漏地段的勘察方法应符合下列规定：

1 水文地质测绘比例尺可选用 $1:5000 \sim 1:500$ ，局部可采用更大比例尺。

2 水文地质测绘范围，应包括需查明渗漏地段岩溶发育特征和水文地质条件的区域，重点是可能渗漏通道及其进出口地段。对能追索的岩溶洞穴均应进行测绘。

3 根据地形、地质条件选择物探方法，探测岩溶的空间分布和强透水带的位置。

4 勘探剖面应根据水文地质结构和地下水渗流情况，并结合防渗处理方案布置。可采用钻孔、平洞等勘探。勘探剖面的勘探点间距不宜大于 200m ，钻孔进入隔水层、相对隔水层或枯水期地下水位以下的深度应不小于 15m ；岩溶发育区钻孔深度应穿过岩溶强烈发育带；在河谷近岸岩溶水虹吸循环带，应有控制性深孔，以了解岩溶洞穴发育深度。平洞主要用于查明地下水位以上的岩溶洞穴和通道。

5 防渗帷幕部位应沿帷幕线布置勘探剖面，勘探点间距不宜大于 100m ，其钻孔进入防渗依托层层深度不应小于 15m 。

6 应进行地下水动态观测，并基本形成长期观测网。各可能渗漏岩组内不应少于 3 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、降雨量、岩溶泉流量应同步观测。

7 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。

8 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。

7.1.4 水库库岸拟进行工程治理的滑坡、崩塌勘察应符合下列规定：

1 在可行性研究阶段地质勘察的基础上,复核水库区对工程建筑物、城镇和居民区、航运、环境等有危害的滑坡、崩塌的稳定性。

2 查明滑坡、崩塌工程处理部位的工程地质条件。

3 滑坡、崩塌工程处理部位工程地质测绘比例尺宜为 1:1000~1:200。

4 滑坡的抗滑桩工程部位应沿抗滑桩布置线布置勘探剖面,勘探点间距宜为 20~50m,钻孔进入滑体下伏稳定岩土体的深度不宜小于 1/2 桩长。

5 滑坡的排水洞工程宜沿洞线布置勘探剖面,勘探点间距不宜大于 100m,钻孔进入设计排水洞底板之下的深度不宜小于 5m。

6 其他治理工程可根据具体情况采用适宜的勘察方法。

7 崩塌堆积体的勘察方法可参照滑坡的执行。

7.1.5 库岸塌岸区和防护工程部位勘察应符合下列规定:

1 在可行性研究阶段地质勘察的基础上,复核塌岸的范围、规模及其危害程度。

2 塌岸预测剖面应垂直库岸布置,靠近岸边的坑、孔应进入水库死水位或相当于陡坡脚高程以下。勘探线间距,城镇地区可选用 200~1000m,农业地区可选用 1000~5000m。

3 每一勘探剖面不应少于 3 个坑、孔,其间距视可能塌岸宽度确定,靠近岸坡边缘应布置钻孔,钻孔穿过可能塌岸下限以下的深度不应小于 5m。

4 塌岸防护工程部位应实测与库岸基本垂直的工程地质剖面,比例尺宜为 1:500~1:200,剖面间距不宜大于 100m,并应根据具体情况布置勘探工作。

5 可根据需要进行土层物理性质试验,调查并确定库岸水上、水位变幅带、水下岩土体的地稳定坡角。

6 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。

7.1.6 水库浸没勘察应符合下列规定:

1 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。

2 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。应查明黄土、软土、膨胀土等工程性质不良岩土层的分布情况和性状,土的冻结深度,评价其影响。

3 勘探工作布置应符合下列规定:

1) 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 500~1000m,建筑物区宜为 200~500m,水文地质条件复杂地区应适当加密。勘探剖面上的钻孔间距,农作物区宜为 500~1000m,建筑物区宜为 100~500m,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。钻孔深度应到达基岩或相对隔水层以下不小于 5m,钻孔内应测定稳定地下水位。

2) 探坑宜与钻孔有机结合,探坑深度宜到达表部土层底板或稳定的地下水位之下一定深度。

3) 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。

4 试验工作应符合下列规定:

1) 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。主要地层的试验组数不应少于 5 组。

2) 毛管水上升高度还应在试坑内实测确定。

3) 渗漏型浸没区应进行一定数量的现场试验,确定渗透系数。

4) 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。

5) 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。

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。

6 应确定浸没的范围及危害程度。

7 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。

8 当勘察区的水文地质条件较复杂时，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。

9 浸没计算应采用正常蓄水水位，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。

10 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。

7.1.7 泥石流区工程治理部位的勘察应根据工程类型、具体的地形地质条件选用合适的勘察方法。

7.1.8 水库诱发地震预测和监测应符合下列要求：

1 当可行性研究阶段预测有可能发生水库诱发地震时，应对诱发地震可能性较大的地段进行地震地质论证，校核可能发震库段的诱震条件，预测发震地段、类型和发震强度，并应对工程建筑物和环境的影响作出评价。

2 对需要进行水库诱发地震监测的工程，宜进行水库诱发地震监测台网总体方案设计。台网布设应有效控制库首及水库诱发地震可能性较大的库段，监测震级（ M_L ）下限应为 0.5 级左右。台网观测宜在水库蓄水前 1~2 年开始。

7.2 土石坝

7.2.1 土石坝坝址勘察应包括下列内容：

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。

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、漂孤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。

3 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。

4 查明坝基水文地质结构、地下水位、岩土体渗透性，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。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。

5 评价地下水、地表水对混凝土及钢结构的腐蚀性。

6 查明岸坡岩体风化带、卸荷带的分布、深度和边坡特别是趾板上游边坡的稳定条件。重点查明防渗体地基，包括心墙、斜墙、面板趾板及反滤层、垫层、过渡层地基和岸坡连接地段有无断层破碎带、软弱岩体、风化岩及其变形和渗透特性。

7 查明坝区岩溶发育特征，主要岩溶洞穴和通道的分布规律与规模，岩溶泉的位置、流量和补给、径流、排泄特征，相对隔水层的埋藏条件，提出防渗处理范围的建议。

8 确定坝基岩土体的渗透系数、允许渗透水力比降和承载力、变形模量、强度等各种物理力学性质参数，对地基的沉陷、不均匀沉陷、湿陷、抗滑稳定、渗漏、渗透变形、地震液化等问题作出评价，并提出坝基处理的建议。

7.2.2 土石坝坝址的勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘比例尺选用 $1:5000 \sim 1:1000$ ，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。

2 物探应符合下列规定：

1) 物探方法应根据坝址区的地形、地质条件等确定。

2) 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。物探剖面宜结合勘探剖面进

行布置。

- 3) 可采用综合测井查明覆盖层层次,测定土层的密度。
- 4) 可采用单孔法、跨孔法测定岩体弹性波纵、横波波速,确定动剪切模量等参数。
- 5) 应利用勘探平洞和勘探竖井进行岩体弹性波波速测试。

3 勘探应符合下列规定:

- 1) 勘探剖面应结合坝轴线、心墙、斜墙或趾板防渗线、排水减压井、消能建筑物等布置。
- 2) 勘探点间距宜采用 50~100m。
- 3) 基岩地基钻孔深度宜为坝高的 $1/3 \sim 1/2$, 防渗线上河床的控制性钻孔深度不应小于坝高,两岸钻孔应深入地下水位以下或相对隔水层。
- 4) 覆盖层地基钻孔深度,当下伏基岩埋深小于坝高时,钻孔深度宜进入基岩面以下 10~20m,防渗线上钻孔深度可根据需要确定;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的力学强度等具体情况确定。
- 5) 专门性钻孔的孔距和孔深应根据具体需要确定。
- 6) 对两岸岩体风化带、卸荷带以及对坝肩岩体稳定和绕坝渗漏有影响的断层破碎带、岩溶洞穴(通道)、废旧矿洞等应布置平洞、钻孔或探槽。

4 岩土试验应符合下列规定:

- 1) 覆盖层每一主要土层的物理力学性质试验组数累计不应少于 12 组。土体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。
- 2) 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。
- 3) 根据需要进行岩石物理力学性质试验。

5 水文地质试验应符合下列规定:

- 1) 根据第四纪沉积物的成层特性和水文地质结构进行单

孔或多孔抽水试验,坝基主要透水层的抽水试验不应少于3组。

2) 强透水的断层破碎带应做专门的水文地质试验。

3) 防渗线上的基岩孔段应做压水试验,其他部位可根据需要确定。

6 地下水动态观测和不稳定岩土体位移监测的要求应符合有关规定。

7.3 混凝土重力坝

7.3.1 混凝土重力坝(砌石重力坝)坝址勘察应包括下列内容:

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。

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。

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。

4 查明岩体风化带和卸荷带在各部位的厚度及其特征。

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。

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

7 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。

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。

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。

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。

11 峡谷坝址应根据需要测试岩体应力,分析其对坝基开挖岩体卸荷回弹的影响。

12 进行坝基岩体结构分类,岩体结构分类应符合 GB 50487—2008 附录 U 的规定。

13 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,确定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—2008 附录 V 的规定。

14 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。

15 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。

7.3.2 混凝土重力坝坝址勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘应符合下列规定:

- 1) 工程地质测绘比例尺可选用 1:2000~1:1000。
- 2) 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。
- 3) 当岩性变化或存在软弱夹层时,应测绘详细的地层柱状图。

2 物探应符合下列规定:

- 1) 宜采用综合测试和孔内电视等方法,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。
- 2) 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。
- 3) 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。

3 勘探应符合下列规定：

- 1) 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和上下游辅助勘探剖面，剖面的间距根据坝高和地质条件可采用 50~100m。上游坝踵、下游坝趾、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。
- 2) 坝轴线勘探剖面上的勘探点间距可采用 20~50m，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。
- 3) 钻孔深度应进入拟定建基面高程以下 $1/3 \sim 1/2$ 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 10m。
- 4) 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。
- 5) 平洞、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。高陡岸坡宜布置平洞；地形和地层平缓时宜布置竖井或大口径钻孔。
- 6) 当钻孔或平洞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。

4 岩土试验应符合下列规定：

- 1) 各主要岩组及控制性软弱夹层，应进行现场变形试验和抗剪试验，变形试验累计不少于 6 点，同一类型夹层抗剪试验累计不少于 2 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，累计组数不少于 4 组。根据需要，可进行室内岩石物理力学试验。

- 2) 根据需要可进行岩体应力测试和现场载荷等专门试验。
- 5 水文地质试验应符合下列规定:
 - 1) 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。坝高大于 200m 时,宜进行大于设计水头的高压压水试验及为查明渗透各向异性的定向渗透试验。
 - 2) 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。
 - 3) 强透水的破碎带可做专门的渗透试验和渗透变形试验。
 - 4) 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。
 - 5) 进行地下水和地表水水质分析。
- 6 地下水动态观测应符合下列规定:
 - 1) 观测网点的布置应与地下水的流向平行和垂直。
 - 2) 观测内容应包括水位、水温、水化学、流量或涌水量等。
 - 3) 观测时间应延续一个水文年以上,并逐步完善观测网。
- 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。
- 8 土基上的混凝土闸坝坝址勘察方法可参照土石坝和水闸的有关规定。

7.4 混凝土拱坝

7.4.1 混凝土拱坝(砌石拱坝)坝址勘察内容,除应符合 7.3.1 条的规定外,还应包括下列内容:

- 1 查明坝址河谷形态、宽高比、两岸地形完整程度,评价建坝地形的适宜性。
- 2 查明与拱座岩体有关的岸坡卸荷、岩体风化、断裂、岩

溶洞穴及溶蚀裂隙、软弱层(带)、破碎带的分布与特征,确定拱座利用岩面和开挖深度,评价坝基和拱座岩体质量,提出处理建议。

3 查明与拱座岩体变形有关的断层、破碎带、软弱层(带)、岩溶洞穴及溶蚀裂隙、风化、卸荷岩体的分布及工程地质特性,提出处理建议。

4 查明与拱座抗滑稳定有关的各类结构面,特别是底滑面、侧滑面的分布、性状、连通率,确定拱座抗滑稳定的边界条件,分析岩体变形与抗滑稳定的相互关系,提出处理建议。

5 查明拱肩槽及水垫塘两岸边坡的稳定条件,对影响边坡稳定的岩体风化、卸荷、断裂构造、岩溶洞穴、软弱层(带)、水文地质等因素进行综合分析,并结合边坡地质结构,进行分区分段稳定性评价,提出工程边坡开挖坡比和支护措施建议。

6 查明坝址区岩体应力状态,评价高应力对确定建基面、建基岩体力学特性和岩体稳定的影响。

7 查明水垫塘及二道坝的工程地质条件,并作出评价。

7.4.2 混凝土拱坝坝址勘察方法,除应符合 7.3.1 条的规定外,还应符合下列规定:

1 工程地质测绘应符合下列规定:

- 1) 工程地质测绘比例尺可选用 1:1000,高拱坝和断裂构造复杂的坝址可选用 1:500。
- 2) 工程地质测绘范围应包括坝址水下建筑物场地和对工程有影响的地段。
- 3) 对影响拱座和坝基岩体稳定的软弱层(带)、岩溶洞穴、软弱结构面等,应根据地表露头,结合勘探揭露情况,确定分布范围、产状、规模、性状、连通率等要素,编制拱座岩体稳定分析的纵横剖面图和不同高程的平切面图。

2 物探工作应符合 7.3.1 条 2 款的规定外,尚应在平洞、钻孔中采用声波、地震、电磁波等方法,探测岩体质量和地质缺陷。

3 勘探应符合 7.3.1 条 3 款的规定外,还应符合以下规定:

- 1) 两岸拱肩及持力岩体部位勘探应以平洞为主,视地质条件复杂程度和坝高,宜每隔 30~50m 高差布设一层平洞,每层平洞的探测范围应能查明拱肩及上下游一定范围岩体的工程地质条件。平洞深度可根据岩体风化、卸荷、岩溶发育、断裂、软弱(层)带等因素综合确定,控制性平洞长度不宜小于 1.5 倍坝高。
- 2) 影响拱座岩体稳定的控制性结构面、软弱(层)带、岩溶洞穴等应布设专门平洞查明。

4 岩土试验应符合 7.3.1 条 4 款的规定外,还应符合以下规定:

- 1) 坝基及拱座各类持力岩体和对变形有影响的软弱(层)带均应布置原位变形试验,高拱坝主要持力岩体或软弱(层)带累计试验不应少于 6 点,并建立岩体波速与变形模量的相关关系。
- 2) 原位抗剪和抗剪断试验应在分析研究岩体滑移模式的基础上进行,高拱坝主要持力岩体和控制坝肩(基)岩体抗滑稳定的结构面,累计试验组数分别不宜少于 2 组。
- 3) 对影响坝肩变形和稳定的主要软弱岩体(带)应进行流变试验。
- 4) 高地应力区坝高大于 200m 的拱坝坝址宜在不同高程、不同平洞深度进行岩体应力测试。
- 5 水文地质试验应符合 7.3.1 条 5 款的规定。
- 6 地下水动态观测应符合 7.3.1 条 6 款的规定。
- 7 对两岸边坡和不稳定岩土体应进行变形监测。

7.5 其他水工建筑物

7.5.1 地下洞室的勘察应包括下列内容:

1 查明地下洞室及隧洞沿线地形地貌条件,岩体卸荷、滑坡、泥石流、崩塌及变形体等不良物理地质现象,以及傍山浅埋段和进出、口边坡的稳定条件。

2 查明地下洞室区地层岩性、岩体结构、风化深度,特别是松散、软弱、膨胀、易溶和岩溶化岩层的分布。

3 查明厂址区岩层产状、断层破碎带和其他软弱结构面的分布、产状、规模、性状及延伸情况,分析各类结构面的组合关系。

4 查明地下洞室区的地下水类型、水位、富集条件和与地表水的关系及连通条件,水温和水化学成分,洞室外水压力形成条件,岩体高压渗透特征。

5 查明岩溶地区地表溶洞、洼地、漏斗充填情况和地下暗河发育分布规律,分析其深部延伸情况及对洞室围岩稳定的影响,预测施工开挖突水(泥)的可能性,估算最大涌水量和对围岩稳定的影响,提出处理措施建议。

6 查明地下厂房、调压井和其他大跨度、高边墙地下建筑物以及深埋隧洞洞顶、高边墙和洞室交叉段岩体稳定条件,结合岩体应力分析产生岩爆的可能性。

7 进行岩土体物理力学性质试验,确定各类岩土体的物理力学参数。结合工程地质条件进行围岩工程地质分类。

8 进行原位地应力测试,分析地应力对围岩稳定的影响,预测岩爆的可能性和强度,提出处理建议。

9 查明岩层中有害气体或放射性元素的赋存情况。

7.5.2 地下洞室的勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘应在前阶段地质测绘的基础上进行补充工作,地质条件复杂和重要的隧洞段、进出口段和地下厂房区应进行专门地质测绘。比例尺可选用1:2000~1:500。测绘范围:洞室进、出口应包括对洞脸边坡有影响的地段;地下厂房区应包括邻近的调压井、闸门井、尾水隧洞等,其他部位可根据具体情况确定。

2 勘探应符合下列规定:

- 1) 隧洞进出口段、地下厂房、调压井、闸门井、洞室交叉部位应布置纵、横勘探剖面线。对长引水隧洞在过沟的鞍部宜布置勘探工作。
- 2) 勘探剖面上的钻孔深度应深入设计洞室底板以下 10~30m, 在洞室顶板上下 3 倍洞径以下范围内的孔段, 以及闸门井、调压井部位应作压(注)水试验。
- 3) 地下厂房, 隧洞进、出口应布置平洞。
- 4) 钻孔、平洞宜进行弹性波测试及其他物探方法。

3 岩土试验应符合下列规定:

- 1) 各类岩土室内物理力学性质试验组数累计不应少于 6 组。
- 2) 大跨度隧室应进行岩体变形模量、弹性抗力系数、岩体应力测试等。
- 4 高水头压力管道地段宜进行高压压水试验。
- 5 地下洞室区钻孔宜进行地下水动态观测, 观测时间不应少于 1 个水文年。岩溶发育区应进行连通试验, 地表、地下水径流观测。
- 6 进行地温、有害气体和放射性元素探测。
- 7 对建筑物安全有影响的不稳定边坡和岩土体应进行变形监测。
- 8 对工作条件恶劣, 难以进行勘探工程的地区, 应充分利用航(卫)片解译成果, 加强地质测绘, 结合区域地质资料, 预测大断层破碎带、接触带、岩溶地下暗河等的分布及其对地下工程的影响。

7.5.3 地面厂房的勘察应包括下列内容:

- 1 查明厂址区地层岩性, 特别是软弱岩(夹)层、可溶岩层、软土层、粉细砂层、湿陷性黄土、膨胀土、冻土、架空层等的分布、厚度和物理力学性质, 对地基的承载能力和变形特性作出评价。

2 查明厂区的断层、破碎带、节理裂隙密集带和软弱结构面等的性状、分布、规模及其组合情况,评价边坡的稳定性,提出处理措施建议。

3 查明厂址区岩溶洞穴、滑坡体、崩塌体、采空区、潜在不稳定岩土体和泥石流等不良地质现象对建筑物稳定的影响。

4 查明厂区的水文地质条件和岩土体渗透特性,对厂房基坑涌水、压力前池的渗漏和渗透变形作出评价。

5 进行岩土体物理力学性质试验,确定有关物理学参数。

7.5.4 地面厂房的勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘比例尺可选用 $1:1000 \sim 1:500$ 。测绘范围应包括压力前池或调压井(塔)至厂房尾水渠、地面开关站等地段。

2 重要建筑物的轴线或轮廓线应布置勘探剖面。

3 沿机组中心连线布置勘探剖面,钻孔宜在机组中心或其附近布置,可每隔1台机布置1个钻孔,钻孔深度应进入尾水管最低水平高程之下 $20 \sim 30\text{m}$ 。地层岩性复杂和产状变化大时,大型机组的每台机机位宜有钻孔控制。

4 对建筑物安全有影响的边坡地段应布置钻孔和勘探平洞。

5 其他部位岩基钻孔深度宜进入建基面以下 $10 \sim 30\text{m}$;土基钻孔进入受力层的深度应满足沉降计算和地基处理的需要。

6 厂房地段的钻孔应进行压水试验,并宜进行地下水动态观测,观测时间不宜少于1个水文年。

7 主要岩土层(组)室内物理力学试验累计有效组数不应少于6组。

8 主要建筑物场地为第四纪沉积物时,根据需要可进行承载力等的原位测试。

9 对建筑物安全有影响的不稳定岩土体应布置位移观测。

7.5.5 溢洪道的勘察应包括下列内容:

1 查明覆盖层、风化层厚度,基岩的埋藏深度,特别是软土、膨胀土、湿陷性黄土等不良地基土层和架空层的分布及其工

程地质特性。

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、软弱夹层的分布及其空间组合情况。

3 查明岩土体的透水性和地下水分布活动情况。

4 查明泄流冲刷段岩体的强度和完整性程度，冲刷坑边坡的岩体结构和稳定条件。

5 分段确定岩土体的物理力学性质参数，对泄洪闸基、沿线边坡稳定条件和泄流冲刷段抗冲能力进行评价。

7.5.6 溢洪道的勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘应在前阶段地质测绘的基础上进行补充工作。测绘比例尺宜选用1:1000~1:500。测绘范围应包括从引水渠至下游消能设施部位，以及为论证边坡稳定所需的地段。

2 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200m，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。钻孔深度宜进入建基面以下20~30m，控制段建筑物钻孔应进行压水试验。消能设施部位、挑流鼻坎宜有钻孔控制，孔深可根据需要确定。

3 当溢洪道存在高边坡（超高边坡、特高边坡）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，并宜分层布置勘探平洞。

4 对影响建筑物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，试验累计有效组数应不少于6组，根据需要可进行原位变形和抗剪试验。

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。

7.5.7 选定坝型的上、下游围堰勘察应包括下列内容：

1 查明围堰区地形地貌特征。

2 查明两岸及河床覆盖层厚度、层次、物质组成、透水性，有无大孤石（漂石）及埋藏的树木等情况。

3 查明两岸基岩埋深、全风化厚度。

7.5.8 围堰勘察方法应符合下列规定：

1 应沿防渗线布置勘探剖面，勘探点间距不大于 100m，钻孔深度宜进入基岩或相对隔水层的深度不小于 10m。宜布置顺河向勘探剖面，每个顺河剖面的勘探点不宜少于 3 个。

2 河床覆盖层应分层取样进行颗粒分析试验，每层土试验组数不宜少于 6 组。

3 基岩段钻孔应进行压水试验。河床覆盖层必要时进行抽（注）水试验。

7.5.9 其他地面建筑物区勘察应包括下列内容：

1 查明地基岩土分层、厚度及其物理力学性质，特别是不良工程地质岩土体的分布、厚度、强度和变形特性。

2 查明建筑物区断层、破碎带和节理裂隙的产状、性质、分布情况及其组合关系。

3 查明地基的水文地质条件和渗透特性。

4 查明建筑物地段的边坡稳定状况，滑坡体、崩塌体的规模、分布情况及其对建筑物的不利影响。

7.5.10 其他地面建筑物区勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘比例尺可选用 1:2000~1:500。

2 勘探剖面线应结合建筑物轴线布置，基岩地基钻孔深度应进入弱风化岩顶面以下不小于 15m。覆盖层地基钻孔深度宜结合建筑物规模确定。

3 对建筑物安全有影响的边坡应布置勘探剖面，钻孔深度可根据需要确定。

4 岩土物理力学性质试验应根据建筑物或工程地质分段进行，主要岩（土）层的物理力学性质试验累计有效组数不应少于 6 组，根据需要可进行土层原位测试。

5 建筑物基坑的钻孔应进行压（注）水试验。

6 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。

8 招标设计阶段工程地质勘察

8.0.1 工程地质复核应包括下列主要内容：

- 1 水库工程地质条件及主要工程地质问题与评价和结论。
- 2 建筑物工程地质条件及主要工程地质问题与评价和结论。
- 3 主要临时建筑物工程地质条件及主要工程地质问题与评价和结论。

8.0.2 工程地质复核方法应符合下列规定：

- 1 分析研究初步设计阶段工程地质勘察成果和审查意见。
- 2 对滑坡、变形体、潜在不稳定顺向坡、地下水等的观（监）测成果进行分析和评价。

8.0.3 勘察应包括下列主要内容：

- 1 初步设计阶段水库枢纽建筑物遗留的工程地质问题。
- 2 初步设计报告审查提出的工程地质问题。
- 3 初步设计阶段完成后新发现的工程地质问题。
- 4 优化或变更设计需进一步查明的工程地质问题。
- 5 分析、调整确定需继续观（监）测的部位、手段和频度等。
- 6 施工组织设计需要研究的工程地质问题。

8.0.4 勘察方法应符合下列规定：

- 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。
- 2 根据具体情况补充地质测绘、勘探、试验与监测工作。
- 3 分析和利用各种监测与观测资料。

9 施工详图设计阶段工程地质勘察

9.1 专门性工程地质勘察

9.1.1 专门性工程地质勘察应根据审查意见、施工过程中出现的重大地质问题和设计要求确定，并应符合下列规定：

1 施工期和水库蓄水过程中，当震情发生时，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。

2 当存在危及工程安全的不稳定边坡时，勘察内容应包括下列内容：

- 1) 复核影响边坡稳定的工程地质条件、水文地质条件以及失稳边坡的边界条件。
- 2) 复核已有及潜在滑动面的物理力学参数。
- 3) 复核边坡失稳的可能性及其对工程的影响。
- 4) 提出监测、防护及处理措施的建议。

3 当施工开挖后地质条件有变化时，针对变化情况应进行专门的补充勘察工作，应包括下列主要内容：

- 1) 复核坝基岩体的强、弱风化深度，持力层的力学指标。
- 2) 根据断层、节理裂隙及软弱夹层的分布变化情况，复核坝基岩体的抗滑稳定性。
- 3) 当存在渗漏及渗透稳定性问题时，应确定渗漏的分布范围、规模、深度以及透水岩（土）层渗透特性，评价渗漏及渗透稳定性对工程的影响程度。
- 4) 当存在软土、湿陷性黄土、膨胀土等特殊土层时，应复核特殊土层的分布范围、性状以及对工程的影响。
- 5) 复核地下洞室围岩类别和力学参数。

4 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 专门性工程地质问题勘察方法应符合下列规定：

- 1 勘察方法和精度应根据地质问题的性质、已完成的勘察工作量以及设计要求等因素确定。
- 2 需要详细查明新出现的地质问题时，应进行工程地质测绘，比例尺宜选用1:500~1:200，并应视具体情况布置钻探、物探、洞探和试验等工作。
- 3 应结合利用已有的勘探工程和施工开挖工作面收集地质情况。
- 4 充分分析和利用各种监测与观测资料。

9.2 施工地质

9.2.1 施工地质工作的主要任务应包括：

- 1 收集、分析、整理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，校核、修正岩土物理力学参数。
- 2 进行施工地质编录、测绘和地质巡视。
- 3 对可能出现的不良工程地质问题进行预测和预报，对已揭露的不良工程地质问题的处理措施提出建议。
- 4 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。
- 5 提出专门性工程地质问题专项勘察建议。
- 6 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。
- 7 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。
- 8 编制施工地质报告。

9.2.2 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。

9.2.3 施工地质方法应符合下列规定：

- 1 进行地质巡视、编写施工日志和简报。
 - 2 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。
 - 3 根据需要采用声波、点荷载强度、回弹值等测试方法鉴定岩体质量。
 - 4 根据需要复核岩土体物理力学参数。
 - 5 及时收集地基加固、防渗处理、边坡处理等施工资料以及有关会议纪要、批文、通知等。
- 9.2.4 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。

附录 A 水库枢纽工程地质勘察报告附件、 附图表、专门（题）报告

表 A 水库枢纽工程地质勘察各阶段报告附件、
附图表、专门（题）报告

序号	附件名称	规划	项目建议书	可行性研究	初步设计	招标设计	施工详图
一、附件	1 典型地质照片	+	+	+	+	+	+
	2 上阶段审查或咨询意见（工程地质部分）	-	+	√	√	√	+
	3 地震安全评价报告的批复文件	-	-	√	√	-	-
二、附图表	1 区域综合地质图（附综合地层柱状图和典型地质剖面）	√	√	+	-	-	-
	2 区域构造与地震震中分布图	√	√	√	+	-	-
	3 水库区综合地质图（附综合地层柱状图和典型地质剖面）	+	√	√	√	+	-
	4 水库区专门性问题工程地质图	-	+	+	+	+	-
	5 坝址及附属建筑物区工程地质图（附综合地层柱状图）	+	√	√	√	√	+
	6 工程地质剖面图	+	√	√	√	√	√
	7 专门性水文地质图	+	+	+	+	+	-
	8 坝址基岩地质图（包括基岩面等高线）	-	+	+	+	+	-
	9 工程区专门性问题地质图	-	+	+	+	+	-
	10 竣工工程地质图	-	-	-	-	-	√
	11 天然建筑材料料场分布图	+	√	√	√	+	-
	12 料场综合地质图及地质剖面图	-	√	√	√	√	-
	13 坝基（防渗线）渗透剖面图	-	+	√	√	√	-

表 A (续表)

序号	附件名称	规划	项目建议书	可行性研究	初步设计	招标设计	施工图
二、 附图表	14 专门性问题地质剖面图或平切面图	—	+	+	√	√	+
	15 典型钻孔柱状图	+	+	+	+	+	+
	16 试坑、平洞、竖井展示图	+	+	+	+	+	+
	17 岩、土、水试验成果汇总表	—	+	+	+	+	+
	18 地下水动态、岩土体变形等监测成果汇总表	—	+	+	+	+	+
	19 水库诱发地震监测成果汇总表	—	—	—	—	+	+
三、 专门 (题) 报告	1 滑坡、崩塌等工程地质勘察报告	—	+	—	+	+	—
	2 地震安全性评价报告	—	—	+	+	—	—
	3 岩矿鉴定报告	+	+	+	+	+	—
	4 物探报告	+	+	+	+	+	+
	5 岩土试验报告	—	+	+	+	+	+
	6 水质分析报告	—	+	+	+	+	+
	7 其他专门性工程地质勘察报告	—	+	+	+	+	+
注 “√”表示应提交;“+”表示视需要提交;“—”表示不需要提交。							

附录B 滑坡规模划分

表B 滑坡规模划分 单位: 万 m³

分级名称	滑坡体体积 V
小型滑坡	$V < 10$
中型滑坡	$10 \leq V < 100$
大型滑坡	$100 \leq V < 1000$
特大型滑坡	$1000 \leq V < 10000$
巨型滑坡	$V \geq 10000$

附录 C 崩塌、危岩体规模划分

表 C 崩塌、危岩体规模划分 单位: 万 m^3

分 级 名 称	崩塌、危岩体体积 V
小型	$V < 1$
中型	$1 \leq V < 10$
大型	$10 \leq V < 100$
特大型	$V \geq 100$

58
http://www.slnjxx.com
水利造价信息网

附录 D 工程边坡分类

D.0.1 工程边坡高度划分宜符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 工程边坡高度划分

划分名称	边坡高度 H/m
低边坡	$H < 10$
中边坡	$10 \leq H < 50$
高边坡	$50 \leq H < 150$
超高边坡	$150 \leq H < 300$
特高边坡	$H \geq 300$

D.0.2 边坡工程地质分类宜符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 边坡工程地质分类

分类依据	分类名称	分类特征说明
与工程关系	自然边坡	自然营力作用下形成的边坡
	工程边坡	因人类工程活动而形成的边坡
	库岸边坡	水库周边受库水作用影响的边坡
岩性	岩质边坡	由岩石组成的边坡
	土质边坡	由土体组成的边坡
	岩土混合型边坡	上部为土体、下部为岩石的边坡
边坡坡度	缓坡	$\alpha \leq 10^\circ$
	斜坡	$10^\circ < \alpha \leq 30^\circ$
	陡坡	$30^\circ < \alpha \leq 45^\circ$
	峻坡	$45^\circ < \alpha \leq 65^\circ$
	悬坡	$65^\circ < \alpha \leq 90^\circ$
	倒坡	$\alpha > 90^\circ$

D.0.3 边坡岩体结构分类宜符合表 D.0.3 的规定。

表 D.0.3 边坡岩体结构分类

边坡结构分类		主要岩石类型	主要岩体特征	边坡稳定特性
类型	亚类			
块体结构边坡		岩浆岩、部分变质岩	岩体呈块状，结构面不发育，多为刚性结构面，贯穿性软弱结构面少见	边坡稳定条件好，易形成高陡边坡，失稳形态多沿某一结构面崩塌或复合结构面滑动。滑动稳定性受结构面抗剪强度与岩石抗剪断强度控制
层状结构边坡	层状顺向	各种厚度的沉积岩、层状变质岩	边坡与层面同向，坡面与层面走向夹角小于 30° ，软弱夹层和层间滑动带常为贯穿软弱结构面	层面或软弱夹层形成滑动面，坡脚切断后易产生滑动，倾角较陡时易产生滑塌或倾倒，稳定性受坡角与岩层倾角组合关系、顺坡向软弱结构面的发育程度及抗剪强度所控制
	层状反向		边坡与层面反向，坡面与层面走向夹角小于 30° ，岩体特征同顺向	岩层较陡时易产生倾倒弯曲滑动变形，坡脚有软弱层时，上部易拉裂，局部崩塌滑动，稳定性受坡角与岩层倾角组合、岩层厚度、层间结合力及裂隙结构面发育与否所控制
	层状横向		边坡与层面斜交，坡面与层面走向夹角大于 60° ，岩体特征同顺向	边坡稳定性较好，主要有结构面构成的楔形体失稳现象
	层状斜向		边坡与层面斜交，坡面与层面走向夹角介于 $30^\circ \sim 60^\circ$ 之间，岩体特征同顺向	易形成层面与节理组成的楔形体滑动或崩塌，层面与坡面走向夹角越大稳定性越好

表 D.0.3 (续)

边坡结构分类		主要岩石类型	主要岩体特征	边坡稳定特性
类型	亚类			
层状结构边坡	层状平叠	各种厚度的沉积岩、层状变质岩	近于水平岩层构成的边坡, 岩体特征同顺向	在坡底有软弱夹层时, 在孔隙水压力或卸荷作用下产生向临空面的推移、崩塌
碎裂结构边坡		构造影响带、破碎带、碎裂带或风华破碎岩体	岩体结构面发育, 岩体宏观工程力学特性已基本不具备由结构面造成的各向异性	边坡稳定性较差, 稳定坡角取决于岩块间的镶嵌情况和岩块间的咬合力
散体结构边坡		构造破碎及其强烈影响带、强风化破碎带	由碎屑泥质物或大小不规则的岩块组成, 软弱结构面发育成网	边坡稳定性差, 稳定坡角取决于岩体的抗剪强度, 滑动面呈圆弧状

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国水利行业标准

水库枢纽工程地质勘察规范

SL 652—2014

条文说明

http://www.slzjxx.cn
水利造价信息网

目 次

1	总则.....	65
3	基本规定.....	66
4	规划阶段工程地质勘察.....	67
5	项目建议书阶段工程地质勘察.....	70
6	可行性研究阶段工程地质勘察.....	73
7	初步设计阶段工程地质勘察.....	76
8	招标设计阶段工程地质勘察.....	82
9	施工详图设计阶段工程地质勘察.....	83

1 总 则

1.0.1 《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487—2008)于2008年12月发布,2009年8月1日后实施。该标准涵盖了水库、大坝及水力发电工程、防洪工程、灌溉工程、引调水工程、病险水库除险加固工程、深埋长隧洞工程等工程地质勘察的工作程序、深度要求及勘察内容、方法。由于种种原因,该标准中尚无项目建议书阶段的相关内容。为进一步统一和明确大型水库枢纽工程地质勘察的工作程序、深度要求及勘察内容、方法,制定本标准。增加了项目建议书阶段后,相应地对可行性研究阶段、初步设计阶段工程地质勘察的内容、深度做了一些调整。

为了避免与相关规程规范内容的重复,本标准对区域构造稳定性研究、天然建筑材料地质勘察、勘察报告编写等方面都未涉及,这些工作应按GB 50487—2008和其他相关标准执行。

1.0.2 本标准适用的大型水利水电工程是指按《防洪标准》(GB 50201)或《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252)中所确定的大型工程,即水库总库容1.0亿~10亿 m^3 的大(2)型和总库容不小于10亿 m^3 的大(1)型水库枢纽工程。

1.0.3 根据目前水利水电工程勘测设计阶段划分的实际情况,对工程地质勘察阶段作了相应调整,增加了项目建议书阶段,将原来技施设计阶段改为招标设计阶段和施工详图设计阶段。

3 基本规定

3.0.4 勘察任务书或勘察合同是实施工程地质勘察工作及检验工程地质勘察工作完成情况的主要依据,因此,凡涉及与工程地质勘察有关的内容应明确说明与规定。工程地质勘察的内容和工作方法除与地质条件有关外,还与水工建筑物类型、规模密切相关,在任务书或合同中明确设计意图、工程规模、类型和工程布置是组织实施经济有效的工程地质勘察工作的前提条件。

3.0.5 厚度不大的软弱结构面,在用冲洗液钻进钻孔岩芯中不一定有反映。混凝土坝基中的缓倾角软弱结构面、拱坝拱座岩体及高边坡坡体中不利的结构面都是工程地质勘察需要查明的重要结构面。钻孔彩色电视录像、声波测试等均是有效的勘察手段。

3.0.7 数码相机已经普遍使用,数码照片易于保存和编辑。本条根据现实情况规定了钻孔岩芯、平洞、竖井应(宜)拍摄数码照片及其相关要求。

3.0.8 以往的规程规范中对岩芯保留并未作明确规定。在实际工作中,有的工程专门建岩芯库保管,有的工程保管得较差。时间长后,由于岩芯箱、岩芯牌的腐烂或损坏等,使得岩芯保留的实际价值不大,而且增加勘察单位的成本。本条对岩芯保留做了规定。

3.0.9 是否封孔问题,以往的规程规范未明确规定。本条对封孔做了规定。

4 规划阶段工程地质勘察

4.1 一般规定

4.1.2 本条从区域构造稳定方面对规划阶段的初拟坝址提出一些需注意的要求。区域性断裂在区域性的地质图中一般都有反映,初拟坝址时应有意识地避开。地震动峰值加速度大于或等于 $0.40g$ 的区域可查阅《中国地震动参数区划图》,当规划的河流或河段涉及这类区域时,应有意识地避免在此区域内布置高坝大库。由于规划的初拟坝址一般由规划专业或设计专业提出,因此,从地质角度及时地提出建议非常必要,以免发生方向性的错误。

4.1.3 现场查勘能够了解到诸多室内工作了解不到的现场情况,条件具备时,一般都应进行现场查勘。考虑到一些河流或河段,在交通条件上存在实际困难,本条对查勘未作硬性要求。一般地,规划阶段一个枢纽只考虑一个坝址进行工程地质勘察工作,查勘时宜把需要开展工作的坝址和勘探线位置基本确定下来。

4.1.4 从水利行业河流规划工作的实际情况来看,尚难以对所有规划坝址开展重型勘探工作。有的规划坝址,由于交通条件、自然条件的限制,在本阶段开展钻探、洞探等工作也存在实际困难。因此,规定了以工程地质测绘和轻型勘探为主。控制性水库枢纽工程河床覆盖层厚度是规划坝型、坝高和正常蓄水位需要考虑的重要因素之一。当规划的坝高接近或超过当今世界上已建的同类坝型的最大高度时,河床覆盖层厚度的影响尤为突出,有时甚至影响到规划方案的成立,河床部位宜有钻孔控制,重点了解河床覆盖层的厚度。

4.2 水 库

4.2.1 水库的勘察内容主要根据威胁水库或梯级成立的重大地

质问题而提出。大规模的崩塌、泥石流、滑坡等可能对水库枢纽工程构成重大影响或影响坝址成立。严重的水库渗漏常常影响水库效益,可溶岩地区的水库岩溶渗漏甚至影响梯级方案的成立。塌岸、浸没等则可能对库周的城镇、重大基础设施的安全构成威胁。这些问题在本阶段都需要进行初步调查,了解其严重程度,以便选择适宜的梯级开发方案。

4.2.2 水库勘察方法基本上分以下两种情况:

(1) 根据已有的区域地质资料分析水库地质条件,如不存在严重威胁水库成立的地质问题,本阶段可以不进行水库工程地质测绘。

(2) 当水库可能存在影响工程方案成立或对库周重大基础设施安全构成威胁的严重渗漏或大规模滑坡、塌岸、浸没等工程地质问题时,应进行水库工程地质测绘。测绘比例尺的选择可以根据不良地质体的分布范围和地质条件复杂程度等因素综合考虑选定。

(3) 为了解这些问题的严重程度,可布置少量的勘探工作。

4.3 坝 址

4.3.1 规划阶段对坝址地质勘察的内容侧重于基本地质情况的了解。条文中所列各款内容,都是梯级规划所需要的基本地质资料。

4.3.2 本条规定了近期开发工程规划阶段对坝址地质勘察内容。当第四纪沉积物作为坝基时,应了解对大坝基础可能有明显影响的软土、砂性土等工程性质不良岩土层的空间分布与性状。对于当地材料坝方案,需要优先考虑是否具备布置溢洪道的地形地质条件及筑坝材料,特别是防渗材料的分布与储量。

4.3.3 规划阶段坝址勘察方法主要采用工程地质测绘、物探和少量钻探(或平洞)。

工程地质测绘是最基本的方法。应当根据坝址区地形的陡缓、地层和构造的复杂程度及坝址区面积的大小等因素,综合考

考虑选定合适的比例尺。

物探方法是规划阶段坝址勘探的主要手段之一。物探方法可用于探测河床冲积层厚度、较大的断层和溶洞等地质缺陷，但地形条件和岩性条件对物探精度有较大影响，应根据实际条件选择合适的方法。

本阶段坝址钻探工作量一般较少，所以，对近期开发工程和一般梯级坝址的钻孔布置应区别对待。条文中的钻孔数量是最低要求，地质条件复杂时可以适当增加。对于峡谷地区坝址，两岸宜布置勘探平洞，以便更好地揭示岩性、风化与卸荷深度。

钻孔深度的确定受很多具体因素的影响，如坝高、河床冲积层厚度、两岸风化深度、基岩的完整性和透水性等。各地情况千差万别，本阶段不确定因素较多，难以具体规定，根据国内外经验，一般为 1.0~1.5 倍坝高。执行中可结合实际情况灵活掌握。

5 项目建议书阶段工程地质勘察

5.1 一般规定

5.1.1 本阶段基本选定坝址和基本坝型是《水利水电工程项目建议书编制规程》(SL 617)规定的要求。对于工程地质勘察而言,需要在室内研究和现场查勘的基础上,选择2个或2个以上的坝址开展工程地质勘察并进行工程地质条件比选。同时,各个坝址也要进行不同工程布置方案的工程地质勘察和工程地质条件比选。

5.1.2 本条是总结了多个工程的经验和教训而提出的。实际工作中,勘察专业与设计专业的协调与沟通非常重要。取得工程方案布置图,可以在勘察工作布置时全盘考虑,减少盲目性。

5.1.4 本条强调了本阶段环境地质条件勘察的重要性,以免造成重大失误。

5.2 水 库

5.2.1 本条对水库工程地质勘察内容作了简要规定。鉴于本阶段项目业主一般尚未明确,勘测经费相对较少的特点,水库区工程地质勘察应侧重于制约水库成立或对水库效益有重大影响的地质问题的勘察。

由于本阶段的水库正常蓄水位尚未进行比选,一般为初拟的水位,而浸没问题的评价与水库正常蓄水位密切相关,同时浸没问题对水库正常蓄水位选择又有一定的制约作用,因此,条文规定对可能浸没区开展调查工作。

5.2.7 与GB 50487相比,本条文中对钻孔或平洞进入滑坡体下伏稳定岩土体的深度由10m调整为20m,一是防止将大孤石误判为基岩,二是考虑今后工程治理的需要,比如抗滑桩工程需要了解滑带之下一定深度范围内的岩土性状。

5.3 坝 址

5.3.1 本条第3款的规定是为了便于实际操作。坝址区的Ⅰ级、Ⅱ级断裂构造往往对建筑物布置有重大影响,本阶段应基本查明,以免造成重大遗漏。至于Ⅳ级、Ⅴ级断裂构造,限于勘察手段,即使到了施工图阶段,也难以一一查明。

5.3.4 地震波、电法等物探成果对河床覆盖层厚度、地质异常体等往往有较好的提示作用,可以起到指导其他勘探工作布置的作用。条件具备时,宜优先开展相关物探工作。

5.3.5 本条对勘察布置做了一些简要规定。

1 横河的勘探剖面,其中的一条一般沿着初拟的坝轴线布置,对于混凝土重力坝、拱坝、心墙堆石坝而言,坝轴线与防渗线基本一致或比较接近。面板堆石坝、斜墙堆石坝的防渗线路与坝轴线不一致,勘探剖面沿防渗线路布置便于设计使用。

4 斜孔有利于控制河床部位的地质结构,防止遗漏大规模的顺河断层等构造。水面宽度小于400m,是基于现有勘探技术而考虑的,水面宽度大于400m时,也可在两岸布置斜孔,但要控制整个河床则钻孔深度偏大,实施难度大。河床覆盖层厚度小于80m,是考虑到此厚度内,均有可能建设混凝土坝,如金沙江乌东德水电站坝址河床覆盖层最大厚度55.5m,采用拱坝方案;金沙江向家坝水电站坝址河床覆盖层厚度60多米,采用混凝土重力坝。而河床覆盖层厚度大于80m时,则很少采用混凝土坝而是采用堆石坝,对于堆石坝坝址而言,实施斜孔的意义不大。

7 超高边坡及特高边坡坡体中是否存在顺坡向倾坡外的软弱结构面,是该类边坡勘察和设计需要重点关注的地质问题,在勘察手段中,平洞可以直接观察和进行相关物理力学试验。

5.3.6 本条对勘探钻孔的深度做了一些规定,与以往规范的规定相比,更趋合理和实用。河床覆盖层厚度采用80m为界,工程实例中,河床覆盖层厚度超过80m就极少采用混凝土坝了。

由于本阶段尚属勘察工作的开始阶段，且进行勘察工作时，坝型、坝高都没有确定，都需进行比较，因此，河床覆盖层厚度小于 80m 时，钻孔深度是按照既可能采用混凝土坝又可能采用堆石坝而考虑的。另外，此阶段的钻孔宏观上应起控制性作用，所以稍深一些是有意义的。

5.4 其他水工建筑物

本节对水库枢纽工程其他水工建筑物的勘察做了原则性规定。由于水库枢纽工程可能涉及的其他建筑物种类繁多，规范中难以一一列举，其余建筑物的勘察可参照相似的进行。鉴于本阶段勘察开展之时，坝址、坝型尚未确定且比较位置多，上、下游围堰及导流洞的具体位置也尚未确定，因此，对围堰、导流洞一般可不布置专门勘探工作。

6 可行性研究阶段工程地质勘察

6.1 一般规定

6.1.1 由于项目建议书阶段仅基本选定坝址，本阶段的任务之一就是选定坝址，需要对上阶段基本选定的坝址和主要比选的坝址开展相应的工程地质勘察工作。其中“主要的比选坝址”是指有3个或3个以上的比选坝址时，经过上阶段比选，除基本选定的坝址之外的最具有优势的坝址。也就是说，本阶段不需要对所有的坝址都去开展勘察工作。

6.1.2 选定坝址一般都要进行不同坝线、不同坝型、不同布置方案的研究。各个坝址宜进行2个或2个以上工程布置方案的工程地质勘察和工程地质条件比选。

6.2 水 库

6.2.1 本条所列的水库勘察内容主要是水库渗漏、库岸稳定、水库浸没、水库诱发地震。至于水库移民新址勘察、其他专项勘察等应由业主另行委托，其勘察要求可参照相应的规程规范。

6.2.4 考虑到有的水库库岸滑坡、崩塌的数量众多，本阶段对所有的滑坡、崩塌体都进行勘探可能是不现实的。故条文规定选择性地开展勘察工作。

6.2.9 浸没勘察地质测绘采用大比例尺是浸没特点决定的，因为毛细水的上升高度一般在3m以下。如采用小于1:2000的比例尺，精度达不到圈出浸没范围的要求。至于平面范围问题，现在一般都是电子图件，出纸质图时可根据需要缩放。

6.2.10 已有的水库诱发地震震例显示，中等强度以上的水库诱发地震，有可能对大坝和土工建筑物造成损害，对库区环境和城镇建筑物产生一定的影响。从工程宏观决策和规划设计工作的需要，本阶段需对水库诱发地震的危险性做出合理的预测或估计。

6.2.11 水库诱发地震研究的范围为水库及影响区,一般指水库正常蓄水位淹没线内及外延 10km 的范围。当本阶段预测有可能发生水库诱发地震时,应研究进行监测的必要性,提出设立临时地震台站和建设地震台网的建议。可根据业主委托,编制水库诱发地震监测的初步方案,以便在工程概算中预留(列)经费,为初步设计阶段进行监测台网设计及以后的监测工作提供条件。

6.3 坝 址

6.3.4 本条规定本阶段勘探布置可分两期进行,是从实际出发,为了避免勘探工作量的浪费和节约勘察周期。第一期是针对基本选定坝址和主要比选坝址的补充勘探工作,勘察后应能满足选定坝址的要求。第二期针对选定坝址开展进一步勘探工作,达到选定坝型、基本选定建筑物布置格局的目的。

1

- 3) 拱坝两岸拱座部位应有切实的勘探手段进行控制,查明一定深度范围内是否有易于产生变形的软弱岩体,不利于拱座稳定的结构面,对拱坝而言是至关重要的,有时可能影响到拱坝方案是否成立。

2

- 2) 顺河向勘探剖面的作用之一,是进行坝基稳定性分析和计算。剖面的坝基范围内应有有一定数量的勘探点控制,不少于 3 个勘探点是最低要求。
- 3) 选定坝址及之前的钻孔深度相对较大,可起到控制性钻孔的作用。此时,坝型一般已有倾向性意见,可以根据不同的坝型要求来考虑钻孔深度,以适当节约勘探工作量,但不管哪种坝型,满足防渗设计是基本要求,并且由于此时坝线、防渗线等均未最终确定,规定钻孔进入相对隔水层(防渗依托层)适当深度是必要的。

74

6.4 其他水工建筑物

6.4.4

3 电站厂址的勘探,对于机组部位和厂房部位的要求有所不同。厂房类同于房屋建筑。规定大型机组部位钻孔深度进入厂房设计地面高程之下不小于 30m 或进入尾水管最低水平高程之下不小于 20m,是为了探查机组尾水管之下一定深度的地质情况的需要。

6.4.9 覆盖层中的大孤石(漂石)、埋藏树木对防渗墙施工影响较大,但大孤石(漂石)、埋藏树木又是难以一一查明的。对其有无情况作出说明,可供施工防渗墙时采取相应的处理措施。

7 初步设计阶段工程地质勘察

7.1 水 库

7.1.1 初步设计阶段工程地质勘察是在可行性研究阶段工程地质勘察工作的基础上进行,一般不再进行全面的勘察,而是针对存在的主要工程地质问题和具体的工程处理部位开展工作。

7.1.2 可行性研究阶段对水库渗漏问题已经作出初步评价,初步设计阶段是针对严重渗漏地段作进一步勘察。

岩溶渗漏问题比较复杂,在本阶段仍应对可溶岩、隔水层或相对隔水层、岩溶发育特征和洞穴系统,岩溶水文地质条件、地下水位及动态进行勘察研究,确定渗漏通道的位置、形态和规模,估算渗漏量。岩溶发育程度是根据可溶岩岩性、岩层组合和岩溶化程度的差异等确定的,可分强、中、弱三类,同时应特别注意弱岩溶化地层的作用及空间分布。对于岩溶水文地质条件,要特别重视岩溶水系统(泉、暗河)的勘察研究,对代表稳定地下水的泉和暗河,要尽可能查明补给、径流、水量、水化学及其动态,分析泉水之间的相互关系。最后,根据勘察成果及地质评价结论,提出防渗处理的范围、深度和措施的建议。

7.1.3 岩溶水文地质测绘的范围,应包括与查明岩溶发育特征、水文地质条件有关的区域如低邻谷、低岩溶洼地、下游河湾等。

岩溶洞穴追索是查明洞穴形态、大小、方向和了解发育特征的重要手段,对有水流洞穴的追索还可了解地下水的情况。

随着物探仪器设备的不断改进及探测技术、解释方法的不断完善,物探在岩溶洞穴和含水特性的探测均有一定的效果。由于每种物探方法都有一定的适用条件,因此应采用多种物探方法互相印证。

连通试验可用于查明地表水与地下水的联系,以及地下水的

流向, 洞穴之间、洞穴与泉水之间的连通情况, 判断洞穴的规模和通畅程度, 确定岩溶水系统之间的关系等。连通试验的示踪剂有荧光素、石松孢子、食盐、钼酸铵、同位素等, 可根据连通试验的长度、水量和通畅程度等条件具体选择。有条件时, 还可采用堵洞试验或抽水试验了解连通情况。

地下水渗流场、温度场、化学场、同位素和水均衡勘察研究, 应根据需要、可能和具体条件确定。

7.1.4

4 抗滑桩部位的钻孔深度是为了满足抗滑桩设计的需要和略有余度而考虑的。

7.1.6 对初步设计阶段水库浸没问题的勘察内容和方法进行了规定, 其勘察范围是可行性研究阶段初判可能浸没的地段。本阶段水库正常蓄水位等特征水位已经选定, 已经具备确定浸没范围的相应条件。

1、2、6 浸没区的影响对象主要有农作物区和建筑物区两类。本阶段要求对浸没问题予以查明, 确定浸没范围, 作出明确评价, 为其他相关专业(如水库移民专业)的实物指标调查和浸没处理工程提供依据。地下水临界深度是确定浸没范围所需的重要参数之一, 应根据实际调查、地区经验、试验资料等综合分析而确定。

7.1.7 由于泥石流治理工程种类繁多, 难以对各类型工程都提出具体勘察规定, 本条仅作了原则规定。

7.1.8 可行性研究阶段对设置地震监测台网的必要性已有充分论证, 初步设计阶段应根据业主的委托进行地震监测台网设计。监测台网设计一般包括台网技术要求、台网布局和台站选址、台网信道、系统设备选型及配置、资料分析与预测、运行与管理等内容。

地震观测起始时间宜在水库蓄水前1~2年, 其目的是掌握水库区的地震活动的本底情况, 便于和蓄水后地震活动情况进行对比。观测时间可参照相关规范执行。

7.2 土 石 坝

7.2.1 土石坝坝址包括第四纪地层坝址和基岩坝址,由于当地材料坝对坝基强度的要求相对较低,基岩坝基一般都可以满足要求,故条文内容侧重于第四纪地层坝基。对于基岩坝基,条文中只强调了心墙和趾板基岩的风化带、卸荷带、岩体透水性和岩体中主要的透水层(带)和相对隔水层、岩溶情况等勘察。

软土层、粉细砂、湿陷性黄土、架空层、漂孤石层以及基岩中的石膏夹层等工程性质不良岩土层对坝基的渗漏、渗透稳定、不均匀变形等影响较大,是土石坝坝基勘察的重点内容。

7.2.2

3 勘探点间距包括不同类型的勘探点间距。

由于覆盖层地基和基岩地基条件差别较大,对勘探钻孔深度分别做了规定,防渗线钻孔和一般勘探孔也做了不同规定。

4 主要土层物理力学性质试验累计有效组数不应少于12组,是从数据统计的要求规定的。

7.3 混凝土重力坝

7.3.1 本条为岩基上混凝土重力坝坝址的勘察内容。土基上的混凝土重力坝(闸),由于土基的岩性、岩相和厚度变化大,结构松散,压缩性较大,易产生不均匀沉陷且渗流控制较复杂,一般只适宜修建中、低闸坝,其勘察内容和方法可参照土石坝和水闸的有关规定。

2、3 这两款内容是影响重力坝坝基抗滑稳定、坝基变形、渗透稳定主要的地质因素,是勘察工作的重点,也是本阶段必须查明的内容。

4、5 这两款内容是确定建基岩体质量标准 and 选择建基岩面的重要考虑因素,是本阶段混凝土重力坝的重要勘察内容。

9 坝址区地表水、地下水是否具有腐蚀性,涉及水工建筑物是否需要采取相应的抗腐蚀措施,本阶段必须作出明确评价。

7.3.2

1 工程地质测绘中规定当岩性变化或存在软弱夹层时,应测绘详细的地层柱状图,是指砂岩、页岩或泥灰岩、灰岩、页岩相互交替出现,岩性变化复杂或性状差、软弱夹层密度高的情况下,而测绘比例尺又不易反映时,应该按岩性逐层测量和进行描述,并编制出柱状图或联合柱状图,供制图和地质分析用。

2 强调物探工作,是因为初步设计阶段勘探钻孔、平洞数量较多,有条件开展多种物探方法,以便取得更多的信息,为工程地质分析提供更多的依据。钻孔电视近些年应用较为广泛,对探测结构面、软弱带及软弱岩石、卸荷带、含水层和渗漏带等分布和性状,有较好的效果。

3 对主勘探剖面、辅助勘探剖面等的布置,帷幕孔与一般勘探孔的深度,不同建筑物部位、不同地形地质条件对勘探手段、勘探点间距、勘探深度等作了不同规定,其目的是使勘探布置的目的性和针对性更加明确。布置倾斜钻孔查明坝基顺河断层是根据有关工程的经验提出来的。河底勘探平洞施工难度较大,只有当常规勘探手段不能满足要求时,才考虑布置河底勘探平洞。

勘探点间距是指钻孔、平洞、竖井等各类重型勘探工程的间距。

岩土试验条文中所列项目是常规项目,工作中可根据具体情况进行一些专门性试验。

7.4 混凝土拱坝

7.4.1 混凝土拱坝的勘察内容有很多与混凝土重力坝相同,但拱坝对地形地质条件有特殊要求,因此本条所列7款内容都是针对拱坝需要勘察并加以查明的工程地质条件。

对于拱坝,两岸岩体的质量直接影响拱座开挖深度、抗滑稳定、变形稳定等问题的评价。拱肩嵌入深度取决于岩体风

化、卸荷、岩溶发育强度及工程荷载等因素。根据《混凝土拱坝设计规范》(SL 282—2003),拱坝建基岩体应根据坝基具体地质情况,结合坝高选择新鲜、微风化或弱风化中、下部岩体。

条文要求查明与拱座抗滑稳定有关的各类结构面,确定拱座抗滑稳定核算的边界条件。一般来说,缓倾结构面构成底滑面,与河流呈小锐角相交的结构面构成侧滑面,而岩体中厚度较大的软弱(层)带构成压缩变形的“临空面”。

拱座变形稳定评价中,要注意拱座不同部位岩体质量的不均一性,还应注意两岸岩体质量的差异。

由于拱坝一般选择在峡谷河段,坝基特别是两岸坝肩开挖后存在两岸拱肩槽及水垫塘开挖边坡稳定问题,因此条文中强调了对边坡稳定问题的勘察研究,要求提出安全合理的坡比及加固处理建议,并进行变形监测。

7.4.2 工程地质测绘要特别注意与拱座岩体稳定有关的各类结构面的调查。高陡边坡的峡谷坝址,可在两岸不同高程修建勘探路或半隧洞,既可用于交通,又可揭露地质现象。

勘探手段中,查明两岸拱座岩体的工程地质条件应以平洞为主,河床以钻孔为主,并充分利用勘探平洞、钻孔等进行各类物探测试。

岩体原位变形试验应考虑不同岩性、不同方向。岩体及结构面原位抗剪试验,混凝土与岩体胶结面抗剪试验点的选择应具有代表性。

7.5 其他水工建筑物

7.5.1

3、4、5、9 有关地下洞室稳定和安全需要查明的重点勘察内容。

地下洞室掘进时,如发生突水(泥),将影响施工安全和施工进度。岩层中如存在有害气体或放射性元素,不仅影响施工安

全而且对长期运行会造成不利影响，必须予以重视。

7.5.4

3 大型发电机组对地基的沉降变形的控制要求很高，本款是为了满足设计要求而对勘探的要求。



8 招标设计阶段工程地质勘察

鉴于招标设计阶段的特点，本阶段需要勘察的内容差别很大，本章仅对招标设计阶段工程地质复核和勘察做了一些原则规定。

本阶段工程地质勘察内容，应根据每个工程的具体情况和存在的工程地质问题确定。

因施工组织设计需要，常常需对主要临时（辅助）建筑物存在的工程地质问题应进行补充勘察或研究。临时（辅助）建筑物的规模、布置与施工要求密切相关，特别与建设单位的要求有很大关系，但在招标设计阶段只能根据施工组织设计总布置，在选定的位置进行地质勘察工作，对有关工程地质问题提出初步评价，以满足招标文件编制的需要。

勘察方法应针对要查明问题的性质、复杂程度、已有的勘察成果和场地条件等确定。

9 施工详图设计阶段工程地质勘察

本章主要对专门性工程地质勘察和施工地质作了一些规定，基本上是沿用 GB 50487—2008 的内容。

水利造价信息网
www.slzjxx.com

水利水电技术标准咨询服务中心 简介

中国水利水电出版社标准化出版分社

中国水利水电出版社，一个创新、进取、严谨、团结的文化团队，一家把握时代脉搏、紧跟科技步伐、关注社会热点、不断满足读者需求的出版机构。作为水利部直属的中央部委专业科技出版社，成立于1956年，1993年荣膺首批“全国优秀出版社”的光荣称号。经过多年努力，现已发展成为一家以水利电力专业为基础、兼顾其他学科和门类，以纸质书刊为主、兼顾电子音像和网络出版的综合性出版单位，迄今已经出版近三万种、数亿余册（套、盘）各类出版物。

水利水电技术标准咨询服务中心（中国水利水电出版社标准化出版分社）是水利部指定的行业标准出版、发行单位，主要负责水利水电技术标准及相关出版物的出版、宣贯、推广工作，同时还负责水利水电类科技专著、工具书、文集及相关职业培训教材编辑出版工作。

感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚欢迎广大水利水电科技工作者对标准、水利水电图书出版及推广工作多提意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨，为您提供全方位的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版、发行及推广工作。

主 任：王德鸿 010-68545951 wdh@waterpub.com.cn
副 主 任：陈 昊 010-68545981 hero@waterpub.com.cn
主任助理：王 启 010-68545982 wq@waterpub.com.cn
责任编辑：王丹阳 010-68545974 wdy@waterpub.com.cn
章恩清 010-68545995 zsj@waterpub.com.cn
覃 莉 010-68545889 qwei@waterpub.com.cn
刘媛媛 010-68545889 lyuan@waterpub.com.cn
传 真：010-68317913

水利造价信息网
http://www.slzjxx.com



155170. 127

SL 652—2014

中华人民共和国水利行业标准
水库枢纽工程地质勘察规范
SL 652—2014

中国水利水电出版社出版发行
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)
网址: www.waterpub.com.cn
E-mail: sales@waterpub.com.cn
电话: (010) 68367658 (发行部)
北京科水图书销售中心 (零售)
电话: (010) 88383994、63202643、68345874
全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销
北京瑞斯通印务发展有限公司印刷

140mm×203mm 32开本 2.875印张 78千字
2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷

书号 155170·127
定价 28.00元

水利水电技术标准
咨询服务中心



微信二维码，扫一扫
信息更多，服务更快

凡购买我社规程，如有缺页、倒页、脱页的，
本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究