

ICS 93. 020

P 13

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 704—2015

水闸与泵站工程地质勘察规范

Specifications for geological survey of
sluices and pumping stations

2015-01-30 发布

2015-04-30 实施



中华人民共和国水利部 发布

<https://www.slzjxx.cc>
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
(水闸与泵站工程地质勘察规范)

2015年第7号

中华人民共和国水利部批准《水闸与泵站工程地质勘察规范》(SL 704—2015)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	水闸与泵站工程地质勘察规范	SL 704—2015		2015.1.30	2015.4.30

水利部
2015年1月30日

<https://www.slzx.cn>
水利造价信息网

水利部水利工程造价定额
第三部分 水利工程施工机械使用费

机械名称	规格	单位	数量	单价	合价
推土机	74kW	台班	10	120	1200
挖掘机	1.0m ³	台班	5	150	750
装载机	3.0m ³	台班	3	100	300
自卸汽车	8t	台班	2	80	160

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，按照《水利技术标准编写规定》(SL 1—2014)的要求，编制本标准。

本标准共 11 章和 4 个附录，主要技术内容有：

- 水闸与泵站工程地质勘察的基本原则和规定；
- 水闸与泵站工程地质勘察的目的和任务；
- 水闸与泵站工程地质勘察的内容；
- 水闸与泵站工程地质勘察的方法。

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：江苏省工程勘测研究院有限责任公司

本标准参编单位：中水淮河规划设计研究有限公司

安徽省水利水电勘测设计院

浙江省水利水电勘测设计院

深圳市水务规划设计院

陕西省水利电力勘测设计研究院

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：宋意勤 黄立平 王振友 凌晓梅

胡兆球 王庆苗 徐连锋 张本静

陈新苗 朱云虎 朱红雷 李健民

何广海 佟长江 邢丁家 孙云博

拜振英

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：张 平

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，

随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条2号；邮政编码：100053；电话：010-63204565；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

<https://www.slzjxx.cn>
水利造价信息网

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	规划阶段工程地质勘察	5
5	项目建议书阶段工程地质勘察	6
5.1	勘察内容	6
5.2	勘察方法	7
6	可行性研究阶段工程地质勘察	8
6.1	勘察内容	8
6.2	勘察方法	9
7	初步设计阶段工程地质勘察	11
7.1	勘察内容	11
7.2	勘察方法	12
8	招标设计阶段工程地质勘察	15
9	施工详图设计阶段工程地质勘察	16
10	特殊性岩土勘察	17
10.1	软土	17
10.2	膨胀性岩土	17
10.3	黄土	18
10.4	红黏土	19
10.5	填土	19
10.6	盐渍土	20
10.7	多年冻土	21
11	病险水闸除险加固勘察	23
11.1	一般规定	23
11.2	安全鉴定勘察	23

11.3 加固设计勘察	24
附录 A 场地复杂程度划分	25
附录 B 不同勘察阶段工作量布置	27
附录 C 原位测试方法选择及应用	29
附录 D 各阶段勘察报告附图、附件	31
标准用词说明	32
条文说明	33

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

1 总 则

1.0.1 为统一水闸与泵站工程地质勘察程序，明确各阶段勘察工作任务、内容、方法和要求，保证勘察成果质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建、加固和改建的大、中型水闸与泵站工程地质勘察。

1.0.3 水闸与泵站工程地质勘察可分为规划、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六个勘察阶段，并与设计阶段相适应。

1.0.4 本标准主要引用下列标准：

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB 50265 泵站设计规范

GB 50487 水利水电工程地质勘察规范

SL 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程

SL 265 水闸设计规范

SL 313 水利水电工程施工地质勘察规程

1.0.5 水闸与泵站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 原位测试 in-situ tests

在岩土体所处的位置，基本保持岩土原来的结构、湿度和应力状态，对岩土体进行的测试。

2.0.2 渗透稳定性 seepage stability

在渗透水流作用下，岩土体内松散物质抵抗渗透变形的能力。

2.0.3 盐渍土 saline soil

易溶盐含量大于0.3%，并具有溶陷、盐胀、腐蚀等工程特性的土。

2.0.4 溶陷 dissolution-induced subsidence

盐渍土中的易溶盐由于遇水溶解或受侵蚀作用而产生的沉陷。

2.0.5 盐胀 salt expansion

盐渍土中某些易溶盐因湿度或温度变化而产生的体积膨胀。

2.0.6 土岩双层地基 soil and rock bilayer foundation

在工程影响深度内，上部分布土层，下部分布岩石，二者共同构成建筑物的地基。

3 基本规定

3.0.1 工程地质勘察工作应根据场地复杂程度、工程特性、工程规模、设计阶段、设计与施工要求等确定，并应符合本标准的规定。

3.0.2 工程地质勘察工作开始之前，应收集和分析工程区已有的地形地貌和地质资料，进行现场查勘，根据勘察任务书或勘察合同，结合勘察技术要求或设计方案，编制工程地质勘察大纲，勘察大纲在实施过程中应根据实际情况变化及时调整。

3.0.3 工程地质勘察大纲宜包括下列内容：

- 1 任务来源、工程概况、勘察阶段、勘察目的及任务。
- 2 工程区地形地貌、地质概况及工作条件。
- 3 已有地质资料、前阶段勘察成果的主要结论及审查、评估的主要意见。
- 4 勘察工作依据的规程、规范和相关规定。
- 5 勘察工作的主要技术要求、内容、方法和勘察点布置图。
- 6 勘察工作中主要工程地质问题及技术对策。
- 7 计划工作量和进度安排。
- 8 资源配置及质量、安全保证措施。
- 9 勘察成果提交的内容、形式、数量等。

3.0.4 工程地质勘察工作宜分阶段进行，勘察工作应符合相应阶段的深度规定，充分利用前一阶段的勘察成果，并保持与相关专业的沟通和协调；提供的地质参数应满足 SL 265 或 GB 50265 的要求。

3.0.5 场地复杂程度的划分应符合附录 A 的规定。

3.0.6 勘察工作应积极采用新技术、新方法，不断提高勘察技术水平和勘察质量。

3.0.7 工程地质勘察应先进行工程地质测绘，各阶段地质测绘

比例尺应符合附录 B 的规定。

3.0.8 工程地质勘察应根据地形地质条件、岩土体的地球物理特性选择布置物探工作。

3.0.9 岩土物理力学试验的内容、方法和数量应根据工程特点、岩土体的性质、勘察阶段、已有勘察成果情况等确定，试样应具有代表性。

3.0.10 原位测试的方法应根据工程特点、岩土体的性质进行选取，测试点应具有代表性。测试方法见附录 C。

3.0.11 重大、复杂的水文地质和工程地质问题应另列专题进行研究。

3.0.12 工程地质勘察应根据需要进行天然建筑材料勘察工作，并满足 SL 251 相应阶段的精度要求。

3.0.13 地下泵站工程地质勘察应按照 SL 50487 的相关规定执行。

3.0.14 各阶段勘察报告附图、附件见附录 D。

<https://www.slnjxx.com>
水利造价信息网

4 规划阶段工程地质勘察

4.0.1 规划阶段工程地质勘察应包括下列内容：

- 1 了解区域地质和地震情况。
- 2 了解工程区的地形地貌特征、地质构造及水文地质条件。
- 3 了解工程区有无地面沉降、地下采空区、岩溶以及滑坡体、泥石流、崩塌等不良地质现象的分布情况。
- 4 了解工程区地层岩性、成因类型、特殊岩土分布情况和存在的主要工程地质问题。
- 5 了解工程区透水层和隔水层的分布情况、地下水埋藏、补给、径流和排泄条件。

4.0.2 规划阶段工程地质勘察方法应以调查、收集资料为主，并应符合下列规定：

- 1 应收集区域地形、地质、遥感和地震资料及工程区附近地质勘察资料。
- 2 利用已有的测绘资料编制工程地质图，必要时进行工程地质测绘，测绘范围应包括可能比选场址在内的所有建筑物地段和可能危及工程安全运行的地段。
- 3 对特殊重要的工程可布置勘探工作。

5 项目建议书阶段工程地质勘察

5.1 勘察内容

5.1.1 项目建议书阶段各比选场址的工程地质勘察应包括下列内容：

- 1 初步评价场址区的区域构造稳定性，提出地震动参数。
- 2 初步查明场址区的地形地貌、地质构造、地层岩性、成因类型、岩土的基本性质，重点是特殊性岩土分布情况和存在的主要工程地质问题。
- 3 初步查明场址区地面沉降、地下采空区、岩溶、滑坡体、崩塌体、危岩体、蠕变体和泥石流等不良地质现象的分布、范围和规模。
- 4 初步查明场址区透水层和隔水层的分布情况，地下水类型、埋藏、补给、径流和排泄条件及环境水的腐蚀性。可溶岩区尚应调查岩溶发育的主要规律，初步查明主要洞穴、通道的规模、连通和充填情况，初步评价可能发生岩溶渗漏的地段以及渗漏量，岩溶洞隙对建筑物的影响。
- 5 初步查明岩基场址岩体风化、卸荷分带情况，主要断层、破碎带分布及其性状，初步评价岩体工程地质特性及断层活动性、各类结构面的组合对地基稳定、防渗和边坡稳定的影响。
- 6 初步查明土基场址地基均匀性，初步评价天然铺盖防渗、采用天然地基的可能性。
- 7 初步查明土岩双层地基基岩面起伏情况。
- 8 抗震设计烈度 7 度及以上场址的饱和和无黏性土、少黏性土应进行液化判别，判别方法应符合 GB 50487 的规定。
- 9 进行主要岩土体物理力学性质试验，初步提出有关物理力学性质参数。

5.1.2 扬程较高的泵站工程地质勘察除应符合 5.1.1 条的规定

外,尚应初步查明出水管道所在岸坡的工程地质条件,初步评价其稳定性。

5.2 勘察方法

5.2.1 项目建议书阶段各比选场址工程地质勘察方法应符合下列规定:

1 收集场址区的区域地形、地质、遥感与地震资料,地震动参数宜根据 GB 18306 确定。

2 工程地质测绘范围应包括比选场址在内的所有建筑物及其外围 200~500m,并应包括可能危及工程安全的不良地质体分布地段。

3 可根据需要布置物探工作,物探方法应根据地形、地质条件和勘察目的选用,物探工作可结合勘探剖面布置,并充分利用勘探钻孔进行综合测试。

4 勘探点布置应根据工程规模、地质条件进行,宜沿轴线布置勘探剖面。地质条件复杂的可布置纵横 2 条剖面,每条剖面不宜少于 3 个勘探点,勘探点间距、深度应符合附录 B 的规定。

5 宜利用钻孔进行注水试验,基岩段宜进行压水试验。

6 应取样进行岩土室内试验,每一主要土层室内试验有效组数不宜少于 4 组,每一主要岩层室内试验有效组数不宜少于 3 组。

7 宜利用勘探钻孔进行土层原位测试,每一主要土层原位测试有效组数不宜少于 3 组(段、点)。

8 应对地下水和地表水进行水质分析,试验组数均不应少于 1 件。

5.2.2 扬程较高的泵站场址勘察方法除应符合 5.2.1 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 高边坡宜布置勘探点,必要时布置勘探剖面。

2 出水管道应在代表性地段布置勘探点。

6 可行性研究阶段工程地质勘察

6.1 勘察内容

6.1.1 可行性研究阶段各比选场址的工程地质勘察应包括下列内容:

- 1 评价场址区的区域构造稳定性,确定地震动参数。
- 2 基本查明场址区的地形地貌、地质构造。
- 3 基本查明场址区地面沉降、地下采空区、岩溶、滑坡体、危岩体、崩塌体、蠕变体和泥石流等不良地质现象的分布、范围和规模。
- 4 基本查明场址区地层岩性、成因类型、岩土体结构和岩土物理力学性质,重点查明软土、膨胀岩土、湿陷性黄土等特殊岩土分布范围、性状及存在的主要工程地质问题。
- 5 基本查明场址区透水层和隔水层的分布情况、地下水类型、埋藏、补给、径流和排泄条件及环境水的腐蚀性。可溶岩区应调查岩溶发育的主要规律,基本查明主要洞穴、通道的规模、连通和充填情况,评价可能发生岩溶渗漏的地段以及渗漏量,岩溶孔隙对建筑物的影响。
- 6 基本查明岩基场址区岩体风化、卸荷分带情况,主要断层、破碎带分布及其性状,评价岩体工程地质特性及断层活动性、各类结构面的组合对地基稳定、防渗和边坡稳定的影响。
- 7 基本查明土基场址地基均匀性、渗透性和土岩双层地基基岩面起伏状况,评价采用天然铺盖、天然地基的可能性,提出地基处理及防渗措施建议。
- 8 对抗震设计烈度 7 度及以上场址的饱和和无黏性土、少黏性土进行液化判别。
- 9 进行岩土体物理力学性质试验,提出有关物理力学性质参数。

10 评价建筑基坑的工程地质条件，对基坑围护和降排水等提出建议。

6.1.2 扬程较高的泵站工程地质勘察除应符合 6.1.1 条的规定外，尚应包括下列内容：

1 基本查明出水管道沿线地形地貌和不良地质现象的分布特征，评价其对线路及边坡稳定的影响。

2 基本查明出水管道沿线地层岩性、覆盖层厚度、物质组成，评价地基承载能力和持力层条件。

6.2 勘察方法

6.2.1 可行性研究阶段各比选场址区勘察方法应符合下列规定：

1 应收集研究场址区的区域地形、地质、遥感与地震资料；地震动参数宜根据 GB 18306 确定。对 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度不小于 0.10g 地区的重要工程可根据地震安全性评价结论确定。

2 工程地质测绘范围应包括比选场址在内的所有建筑物及其外围 200~500m，并应包括可能危及工程安全的不良地质体分布地段。

3 应调查古河道、牛轭湖、决口口门、沙丘、岩溶的分布埋藏情况，并根据需要布置物探工作。

4 大型水闸与泵站工程宜利用钻孔进行综合物探测井和钻孔电视录像。

5 勘探布置应根据工程规模、地质条件进行，沿垂直水流和平行水流的轴线方向各布置 1 条勘探剖面。对于拟选定场址、大型水闸和泵站工程及地质条件复杂的工程，可增加辅助勘探剖面。每条剖面不宜少于 3 个勘探点，勘探点间距、深度应符合附录 B 的规定。

6 垂直水流方向主勘探线上的钻孔应进行现场水文地质试验。

7 应取样进行岩土室内试验，每一主要土层室内试验累计

有效组数不应少于6组，每一主要岩层室内试验累计有效组数不应少于5组。

8 应利用勘探钻孔进行土层原位测试，每一主要土层原位测试累计有效组数不应少于6组（段、点）。

9 应对地下水和地表水进行水质分析。地表水和不同含水层地下水试验均不应少于3件。

6.2.2 扬程较高的泵站勘察方法除应符合6.2.1条的规定外，尚应符合下列规定：

1 高边坡宜布置勘探剖面，地质条件复杂时应增加勘探剖面。

2 出水管道应沿线路布置勘探纵剖面，勘探点间距宜采用150~200m，地质条件明显变化处和线路转弯处宜布置勘探横剖面。

7 初步设计阶段工程地质勘察

7.1 勘察内容

7.1.1 初步设计阶段工程地质勘察应包括下列内容：

- 1 复核或补充区域构造稳定性研究与评价，复核场地地震动参数。
- 2 查明场址各建筑物地基的地层岩性、物质组成、地质结构、性状和物理力学性质，重点查明软土、膨胀岩土、湿陷性黄土等特殊岩土层的分布范围、工程特性，详细查明土岩双层地基基岩面的倾斜、起伏状况，评价存在的主要工程地质问题。
- 3 查明上下游引河（渠）及施工临时建筑物范围内岩土层的厚度、埋深、分布范围、性状和物理力学性质。
- 4 查明场址区滑坡、潜在不稳定岩体以及泥石流等不良地质现象。
- 5 查明场址区的岩体结构、岩体风化、卸荷分带情况，重点是断层、破碎带、软弱夹层和节理裂隙发育规律及其组合关系，评价岩体工程地质特性、各类结构面的组合对地基稳定、防渗和边坡稳定的影响。
- 6 查明各建筑物地基岩土体的透水性、透水层（包括透镜体）和隔水层的分布情况、地下水类型、埋藏、补给、径流和排泄条件、环境水的腐蚀性。查明主要洞穴、通道的规模、连通和充填情况，评价可能发生岩溶渗漏的地段以及渗漏量，评价岩溶洞隙对建筑物的影响。
- 7 进行各建筑物部位岩土体物理力学性质试验，提出有关物理力学性质参数及地基允许承载力的建议值。
- 8 对抗震设计烈度 7 度及以上场址各建筑物地基的饱和和无黏性土、少黏性土进行液化判别。
- 9 评价建筑物地基和边坡稳定性及渗透、渗透变形条件，

评价采用天然地基的可能性，提出地基加固、防渗处理的建议。

10 查明各建筑物基坑开挖影响范围内的工程地质条件，对基坑围护和降排水等提出建议；当基坑底面下存在承压含水层时，应进行基坑底渗流稳定性评价。

7.1.2 扬程较高的泵站勘察应包括下列内容：

1 查明各级站址区岩体风化、卸荷深度，滑坡、泥石流、崩塌堆积、采空区和不稳定体等的分布、规模。

2 查明各级站址区地层岩性，特别是软弱岩类、膨胀性岩类、易溶和岩溶化岩层以及湿陷性土、膨胀土、软土、粉细砂、架空层等工程性质不良岩土层的分布及其工程地质特性。

3 评价泵房地基、边坡稳定性及压力前池的渗漏和渗透稳定性。

4 查明出水管道跨越地段岸坡的稳定性。

5 查明出水管道沿线天然地基、桩基或墩基可选择的持力层的埋藏深度、厚度及其岩性变化等。

6 提出岩土体的物理力学参数，并作出工程地质评价。当出水管道较长时，可根据需要分段进行工程地质评价。

7.2 勘察方法

7.2.1 初步设计阶段勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘范围应包括选定场址区所有建筑物地段及其外围 200m，并应包括可能危及建筑物安全的不良地质体分布地段。

2 勘探剖面应根据具体地质情况结合建筑物特点布置。在建筑物轴线及其上、下游引河（渠），防冲消能段、岸翼墙及临时建筑物等部位应布置勘探剖面，每条剖面不应少于 3 个勘探点；对建筑物安全有影响的边坡应布置勘探剖面。

3 勘探点间距、勘探深度应根据覆盖层厚度、岩土层性质及建基面高程确定，并应符合附录 B 的规定。专门性勘探点间距、深度可根据具体需要确定。水闸与泵站相邻布置时，水闸部

位勘探深度宜考虑泵站对其地基变形的影响作用,适当加深。当建筑物地基为岩石时,应沿建筑物轴线和水流方向布置勘探剖面,其他部位宜有钻孔控制,必要时可布置剖面。

4 分层取原状土样进行物理力学性质试验及渗透试验,每一主要土层室内试验累计有效组数不应少于12组;1级、2级建筑物地基应进行三轴压缩试验,每一主要土层试验累计有效组数不应少于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应少于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应少于6组。

5 应结合钻探进行原位测试,根据土层性质选择适宜的测试方法。每一主要土层原位测试累计有效数量不应少于12组(段、点),静力触探试验孔不宜少于3孔。根据需要可进行原位载荷试验、三轴振动试验等专门性试验工作。当岩石地基需要进行现场变形和现场抗剪试验时,不应少于3组(点)。

6 建筑物渗控剖面上的勘探孔应进行压(注)水或抽水试验。

7 当地下水变化对建筑物设计、施工影响较大时,应选择代表性勘探孔进行地下水动态观测。

8 对建筑物区附近潜在不稳定边坡及岩土体应进行变形观测。

7.2.2 扬程较高的泵站勘察方法除应符合7.2.1条的规定外,尚应符合下列规定:

1 出水管道工程地质测绘范围应包括边界线外200~300m地带,并应包括有配套建筑物和设计施工要求的地段。

2 出水管道宜采用物探方法探测覆盖层厚度、岩体风化程度、地下水位、隐伏断裂、岩溶洞穴、地下采空区、地下构筑物 and 地下管线等。

3 出水管道勘探孔应结合建筑物基础形式布置。采用桩基或墩基的管道段,每个桩(墩)部位至少应布置1个勘探孔。

4 每一地貌单元每一主要岩土层(组)室内试验累计有效组数不应少于12组,原位测试累计有效数量不应少于12组(段、点),静力触探试验孔不宜少于3孔。

5 当存在高边坡且工程地质条件复杂时,应单独进行工程地质勘察工作。勘察方法应符合GB 50487的相关规定。

8 招标设计阶段工程地质勘察

8.0.1 招标设计阶段工程地质勘察应包括下列内容：

- 1 复核建筑物工程地质条件及结论。
- 2 复核主要、次要及临时建筑物工程地质条件及结论。
- 3 复核天然建筑材料的储量、质量。
- 4 查明初步设计阶段遗留的工程地质问题。
- 5 查明初步设计审查意见提出的工程地质问题。
- 6 查明优化设计、施工组织设计需要解决工程地质问题。

8.0.2 应根据复核内容和工程地质问题的复杂程度，补充地质测绘、勘探及试验工作。

9 施工详图设计阶段工程地质勘察

9.0.1 施工详图设计阶段工程地质勘察应包括下列内容：

- 1 进行施工地质工作。
- 2 论证施工阶段出现的工程地质问题，提出处理措施建议。

9.0.2 施工详图设计阶段勘察方法应符合下列规定：

- 1 应根据施工中新出现的工程地质问题选择合适的勘探与试验方法。
- 2 施工地质工作应符合 SL 313 的规定。
- 3 地质条件简单的水闸、地面泵站，施工地质工作可通过现场巡视和基坑验槽进行。

10 特殊性岩土勘察

10.1 软 土

10.1.1 软土分布场址勘察应包括下列内容：

- 1 成因类型、成层条件、分布规律、层理特征、水平向和垂直向的均匀性。
- 2 地表硬壳层的分布与厚度、下伏硬土层或基岩的埋深和起伏。
- 3 固结历史、应力水平和结构破坏对强度及变形的影响。
- 4 微地貌形态和暗埋的塘、浜、沟、坑、穴的分布、埋深及其填土的情况。
- 5 评价开挖、回填、工程降水、打桩、沉井等对软土应力状态、强度和压缩性的影响。

10.1.2 软土分布场址勘察方法应符合下列规定：

- 1 软土取样应采用薄壁取土器。
- 2 软土原位测试宜采用静力触探试验或十字板剪切试验。
- 3 软土抗剪强度指标室内宜采用三轴压缩试验。
- 4 应进行固结试验，最大固结压力应根据上覆土层与建筑物荷载确定。
- 5 宜测定土的灵敏度及土中有机质含量。

10.2 膨胀性岩土

10.2.1 膨胀性岩土分布场址勘察应包括下列内容：

- 1 岩性、地质年代、成因、产状、分布以及颜色、节理、裂隙等外观特征。
- 2 划分地貌单元和场地类型，查明有无浅层滑坡、地裂、冲沟以及微地貌形态和植被情况。调查膨胀岩土大气影响带深度。

3 地表水的分布、排泄和积聚规律以及地下水类型、水位和变化规律。

4 膨胀岩土矿物组成、岩土物理力学性质参数及软化、抗渗、膨胀特性参数，评价场址工程地质条件及膨胀岩土在工程施工、运行中可能产生的不利影响。

5 预测运行条件下膨胀性岩土强度的变化趋势，对膨胀性岩土地基水闸、泵站设计、施工和运行提出处理、防护措施建议。

6 调查当地膨胀土引起建筑物变形破坏情况。

10.2.2 膨胀性岩土分布场址勘察方法应符合下列规定：

1 勘探点宜结合地貌单元、微地貌形态布置，采取试样的勘探点不应少于全部勘探点的 1/2。

2 勘探孔的深度应大于基础埋深和附加应力的影响深度。

3 在大气影响深度以下，原状土取样间距可为 1.5~2.0m。

4 除常规试验外，膨胀性岩土特性室内试验应包括自由膨胀率、有荷膨胀率、膨胀力及收缩。

10.3 黄 土

10.3.1 黄土分布场址勘察应包括下列内容：

1 黄土形成的时代，区分老黄土 (Q_1 、 Q_2)、新黄土 (Q_3 、 Q_4) 和新近堆积黄土 (Q_5)。

2 黄土的成因类型、厚度、黄土层的均匀性与结构特征，古土壤与钙质结核层的分布与数量，单层厚度等。

3 湿陷性黄土层的厚度和湿陷系数随深度的变化情况，判别黄土的湿陷类型，划分湿陷等级。

4 黄土滑坡、崩塌、错落、陷穴、潜蚀洞穴、垂直节理、卸荷裂隙的分布范围、规模及性质。

5 场地地下水类型、地下水位及变化幅度。

6 根据黄土湿陷性程度提出物理力学参数、承载力和开挖

边坡坡比建议值，并结合建筑物的基础形式进行工程地质评价。

10.3.2 黄土分布场址勘察方法应符合下列规定：

- 1 宜在探坑（井）内采取黄土原状样。
- 2 应进行黄土湿陷试验，测定湿陷系数、自重湿陷系数、湿陷起始压力等参数。

10.4 红黏土

10.4.1 红黏土分布场址勘察应包括下列内容：

- 1 不同地貌单元原生红黏土与次生红黏土的分布、厚度、物质组成、土性等特征及其差异。
- 2 红黏土的状态、结构、浸水特征、裂隙发育特征及地基的均匀性。
- 3 下伏基岩岩性、岩溶发育特征及其与红黏土土性、厚度变化的关系。
- 4 土体结构特征、裂隙的密度、深度、延展方向及其发育规律。
- 5 地表水体和地下水的分布、动态及其与红黏土状态垂向分带的关系和对红黏土物理力学性质的影响。
- 6 地基及其附近土洞发育情况。
- 7 收集红黏土地区勘察设计及施工处理经验。

10.4.2 红黏土分布场址勘察方法应符合下列规定：

- 1 应采用钻探、原位测试及室内试验等方法进行勘察。
- 2 判别红黏土的胀缩性宜进行收缩试验、复浸水试验，确定承载力宜进行天然土与饱和土的无侧限抗压强度试验，或采用载荷试验、静力触探等原位测试方法。
- 3 对裂隙发育的红黏土，宜进行三轴压缩试验。
- 4 用于边坡长期稳定性验算时，应采用反复剪切试验指标。

10.5 填土

10.5.1 填土地基勘察应包括下列内容：

- 1 地形地貌的变迁, 填土的类型、堆积年限和堆积方式。
- 2 填土的分布、厚度、物质成分、颗粒级配, 判定均匀性和湿陷性。
- 3 填土的物理力学性质。
- 4 判定填土及地下水对建筑材料的腐蚀性。
- 5 填土地基上已有建筑物的变形或破坏情况。

10.5.2 填土地基勘察方法应符合下列规定:

- 1 应在一般土勘察规定的基础上加密勘探点, 确定暗埋的塘、浜、坑的范围。
- 2 对由砂壤土或黏性土组成的素填土, 可采用钻探取样、轻型钻探与原位测试相结合的方法; 对含较多粗粒成分的素填土和杂填土宜采用动力触探、钻探, 并应有一定数量的探井。
- 3 对杂填土宜进行注水试验。

10.6 盐 渍 土

10.6.1 盐渍土分布场址勘察应包括下列内容:

- 1 盐渍土的地貌成因类型, 植被生长状况以及盐渍土溶蚀穴的形态和微地貌发育特征。
- 2 盐渍土地层时代、岩性、物质组成、分布厚度及成层情况。
- 3 盐渍土的表面特征, 石膏漠、龟裂土、蓬松土、盐霜、盐结皮、盐壳及盐盖的分布规律。
- 4 盐分聚积、淋溶、迁移与气候、水文、微地形条件的关系。
- 5 地下水的类型、分布埋藏特征, 矿化度和矿化类型, 地下水位上升和下降的动态变化与盐渍岩土地基溶陷、盐胀和稳定性的关系, 重点查明盐分聚积层的分布。
- 6 测定含盐量, 分析盐渍化程度、类型及其分布规律, 判别盐渍土对建筑建材的腐蚀性, 评价盐渍土对建筑场地、地基及边坡稳定的影响。

10.6.2 盐渍土分布场址勘察方法应符合下列规定：

- 1 测绘工作及勘探点布置应根据查明盐渍土分布特征的要求进行。
- 2 采取岩土试样宜在干旱季节进行。
- 3 宜测定有害毛细水上升高度。
- 4 应根据盐渍土的岩性特征，选用载荷试验等适宜的原位测试方法，溶陷性盐渍土应进行浸水载荷试验。
- 5 对盐胀性盐渍土宜现场测定有效盐胀厚度和总盐胀量，当土中硫酸钠含量不超过1%时，可不考虑盐胀性。
- 6 进行含盐量测试，分析盐渍化程度、分布规律，必要时可对岩土的结构进行显微结构鉴定。
- 7 应进行盐渍土对建筑材料的腐蚀性试验。

10.7 多年冻土

10.7.1 多年冻土分布场址勘察应包括下列内容：

- 1 调查多年冻土的分布范围及上限深度。
- 2 多年冻土厚度、总含水率、结构特征、热物理性质、冻胀性，判别多年冻土的类别，进行冻胀性和融沉性分级。
- 3 多年冻土层上水、层间水、层下水的赋存形式、相互关系及其对工程的影响。
- 4 多年冻土区厚层地下冰、冰锥、冰丘、冻土沼泽、热融滑塌、热融湖塘、融冻泥流、寒冻裂隙等的形态特征、形成条件、分布范围、发生发展规律及其对工程的危害。
- 5 对多年冻土的处理和融化后的强度及其渗透性能的变化做出评价、预测，提出利用原则、相应的保护和防治措施建议。

10.7.2 多年冻土分布场址勘察方法应符合下列规定：

- 1 进行地温测量，当需查明与冻土融化有关的不良地质作用时，调查工作宜在每年的2—5月进行；多年冻土上限深度的勘察时间宜在每年的9—10月。
- 2 应布置控制性勘探孔，深度应满足多年冻土地质评价和

变形验算要求。

3 冻土地区钻探宜缩短施工时间，采用大口径低速钻进，终孔直径不宜小于 108mm，必要时可采用低温泥浆，并避免在钻孔周围造成人工融区或孔内冻结。

4 应分层测定地下水位。

5 保持冻结状态设计地段的钻孔，孔内测温工作结束后应及时回填。

6 取样的竖向间隔，在季节融化层应适当加密，试样在采取、搬运、贮存、试验过程中应避免融化。

7 试验项目除按常规要求外，宜进行总含水率、体积含冰量、相对含冰量、未冻水含量、冻结温度、导热系数、冻胀量、融化压缩、冻胀力等项目的试验；对盐渍化多年冻土和泥炭化多年冻土，应测定易溶盐含量和有机质含量。

11 病险水闸除险加固勘察

11.1 一般规定

11.1.1 病险水闸除险加固勘察的主要任务是复核工程区水文地质、工程地质条件，分析病险产生的地质原因，为工程安全评价、除险加固设计提供地质资料。

11.1.2 病险水闸除险加固工程地质勘察应包括安全鉴定勘察和加固设计勘察。加固设计勘察可分为可行性研究和初步设计两个勘察阶段，并与设计阶段相适应。

11.1.3 除险加固勘察应进行历史险情和观测资料收集与分析。

11.1.4 工程勘察前，应收集前期已有的勘测设计及施工资料，了解工程存在的问题。

11.2 安全鉴定勘察

11.2.1 安全鉴定勘察应包括下列内容：

- 1 复核工程区地震动参数。
- 2 现场调查水闸及附属建筑物开裂、沉陷、位移、滑坡情况，调查险情分布位置、范围、特征及抢险处理措施与效果，初步分析病害险情的类型、成因。
- 3 针对存在的病险问题提供相应的地质资料和参数。

11.2.2 安全鉴定勘察方法应符合下列规定：

- 1 地震动参数应根据 GB 18306 进行复核。
- 2 收集分析有关资料，包括已有的勘察、设计、施工、监测和险情处理等，并进行现场调查。对水闸地基缺陷和隐患，可采用物探方法探查。
- 3 应根据各建筑物地质基础资料的完整程度及存在的病害情况布置勘探点。勘探点深度不应小于相应部位地基处理深度或沉降计算深度。

4 宜观测地下水位，存在渗漏问题时宜布置压水或注水试验。

5 宜分层取样进行试验，主要岩土层累计有效试验组数不应少于6组。

11.3 加固设计勘察

11.3.1 加固设计的勘察内容应根据水闸存在的险情和地质问题确定，主要包括地基土及回填土特性、闸底板与地基的接触情况、地基渗漏及渗透变形、沉降与不均匀变形以及冲刷引起的地质问题等。根据设计需要提供地质资料及参数。

11.3.2 加固设计的勘察方法应符合下列规定：

1 复核或补充工程地质测绘，测绘比例尺应符合附录B的规定。

2 根据拟除险加固水闸工程特点及存在的工程地质问题，可选用地质钻探、物探、水文地质试验、原位测试和室内试验等方法。

3 勘探点间距和深度应根据缺陷类型、地基地质条件等确定。

4 采取原状土样进行室内物理力学试验，主要土层室内试验组数可研阶段不宜少于6组，初设阶段不宜少于12组。岩基试验组数可适当减少。

5 应根据需要进行原位测试和现场水文地质试验。

附录 A 场地复杂程度划分

A.0.1 工程地质勘察前应进行场地复杂程度划分。

A.0.2 场地条件主要组成因子及其复杂程度见表 A.0.2。

表 A.0.2 场地条件主要组成因子及其复杂程度划分

主要组成因子		复杂程度		
因子分类	因子内容	复杂	较复杂	简单
2	地形地貌条件	丘陵-山区, 地形较破碎, 相对高差大于 150m	平原-丘陵区, 地形较完整, 相对高差 50~150m	平原地区, 地形较完整, 相对高差小于 50m
2	设计地震动参数及液化土层	设计地震动峰值加速度 $\geq 0.10g$ 且存在可液化土层		设计地震动峰值加速度 $< 0.10g$ 或不存在可液化土层
1	不良地质作用发育情况	强烈发育	较发育	不发育
1	地层结构	岩土种类多, 很不均匀, 性质变化大	岩土种类较多, 不均匀, 性质变化较大	地层结构简单, 岩土种类单一, 均匀
1	特殊性土或粉细砂分布情况	有特殊性土或粉细砂层分布, 易导致地基严重沉降、变形、滑动等, 需做较复杂的工程处理	局部有特殊性土或粉细砂分布, 对建筑物稳定、变形有一定影响	无特殊性土或粉细砂层分布
2	地下水	水文地质条件复杂, 有岩溶水活动, 有严重影响工程施工和运行的承压含水层	基础位于地下水位以下; 有承压含水层, 但对工程影响小	地下水对工程基本无影响

A.0.3 综合表 A.0.2 各因子复杂程度，工程场地复杂程度划分应符合表 A.0.3 的规定。复杂程度划分按照复杂、简单、较复杂顺序依次判别。

表 A.0.3 工程场地复杂程度划分

场地复杂程度	划分依据
复杂场地	有一项或一项以上 1 类因子属于复杂的工程场地；两项或两项以上 2 类因子属于复杂的工程场地
较复杂场地	除复杂场地和简单场地以外的工程场地
简单场地	有四项或四项以上因子属于简单的工程场地

附录 B 不同勘察阶段工作量布置

B.0.1 水闸与泵站工程地质测绘比例尺宜符合表 B.0.1 的规定。工程场地复杂时宜取上限。

表 B.0.1 工程地质测绘的比例尺

地貌	勘察阶段				
	规划	项目建议书	可行性研究	初步设计 招标设计	施工详图 设计
平原区	1:25000~				专门性 测绘采用 1:500~ 1:200
平原-丘陵	1:10000	1:5000~	1:2000~	1:1000~	
丘陵-山区	1:10000~ 1:5000	1:2000	1:1000	1:500	

B.0.2 水闸与泵站工程地质勘探点的间距宜符合表 B.0.2 的规定。地质条件变化界线部位应适当加密勘探点。

表 B.0.2 勘探点的间距 单位: m

场地 复杂 程度	工程部位	勘察阶段					根据具体 需要布置
		规划	项目 建议书	可行性 研究	初步设计 招标设计	施工详图 设计	
复杂	闸、站址	50~100	40~75	30~50	15~30		
	引河、引渠	—	500~750	300~500	100~200		
较复杂	闸、站址	75~150	50~100	40~75	20~40		
	引河、引渠	—	—	500~750	200~300		
简单	闸、站址	100~200	75~150	50~100	25~50		
	引河、引渠	—	—	750~1000	300~500		

注1: 引河、引渠采用直立挡墙护岸时, 勘探点间距不大于100m。
注2: 临时建筑物可参照执行。

B.0.3 水闸与泵站工程地质勘探点深度宜符合表 B.0.3 的规定。

表 B.0.3 勘探点的深度

工程部位	勘探深度	备注
闸、站址	一般性勘探点勘探深度应自建基面起算 $1.0b$ ；控制性勘探点勘探深度应自建基面起算 $(1.5\sim 2.0)b$ ，并应满足强度、变形验算要求和进入相对隔水层或设计处理深度以下 $3\sim 5\text{m}$ 。桩基孔深应进入桩端以下 5m ，墩基孔深宜进入墩基以下 $10\sim 20\text{m}$ 。	施工详图设计阶段根据具体需要布置
引河、引渠	不宜小于河渠底 5m ，并进入相对隔水层不少于 5m ；采用直立式挡墙护岸时应按基础设计要求确定。	
注 1： b 为建筑物底板顺水流方向宽度。 注 2：特殊岩土勘探深度根据具体勘察要求确定。 注 3：控制性勘探点不少于勘探点总数的 $1/3\sim 1/5$ 且不少于 1 个。		

水利造价信息网
<https://www.sizixx.com>

附录 C 原位测试方法选择及应用

表 C 原位测试方法及应用

测试方法	适用地层	可获得参数及成果应用	精度影响因素
普力触探	不含碎石的砂土、砂壤土和黏性土	获得比贯入阻力、锥尖阻力、侧壁摩阻力及孔隙水压力参数；用于土层、土类划分，类出土的物理力学指标，地基土承载力，估算单桩承载力	探头规格、贯入速率、土层湿度、资料应用受地区经验限制
标准贯入试验	砂土、砂壤土、一般黏性土及岩体基本质量等级为 V 级的岩体	获得标准贯入击数值；用于土层剖面划分、砂土密实度判别和饱和无黏性土、少黏性土的液化判别，类出地基土承载力、桩基参数，并可据经验标出黏性土稠度及抗剪强度、压缩模量等建议值	有效锤击能量、测试设备与方法的标准化、设备贯入速度、能力、探杆长度、钻进方式、探杆倾斜等
圆锥动力触探试验	轻型动探适用于浅层黏性土和蒙城土；重型、超重型动探适用于砂土、碎石土及软岩	获得动力触探试验击数曲线，用于划分岩土层，判别岩土密实度、均匀性；估算地基土承载力和压缩模量；估算单桩承载力	有效锤击能量、测试设备与方法的标准化、设备贯入速度、能力、探杆长度、钻进方式、探杆倾斜等
载荷试验	适用于基础影响范围内均一的土层，对非均质土或多层土应具有具体分析	获得荷载—沉降曲线，用于确定地基的承载力、变形模量，估算沉降量；还可用于确定湿陷性黄土的湿陷起始压力	承压板的尺寸、地基土的均匀性、沉降稳定（时间）标准、承压板埋深
十字板试验	饱和软黏性土	获得软黏性土的不排水抗剪峰值强度和残余强度值，用于判断软土灵敏度，估算地基容许承载力、单桩承载力	板头旋转速率、土的各向异性及灵敏度、十字板头的规格、土的排水条件

表 C (续)

测试方法	适用土层	可获参数及成果应用	精度影响因素
旁压试验	黏性土、砂壤土、砂土、碎石土、残积土、极软岩和软岩	获得压力与变形曲线, 用于求取静止侧压力、临塑压力、水平极限压力值, 确定地基土承载力、单桩的轴向承载力、地基土层旁压模量、地基土的变形模量、浅基础的沉降计算; 模拟荷载曲线	成孔质量、加压方式、旁压仪的构造和规格、临界深度的影响
扁铲侧胀试验	黏性土、砂壤土、松散~中密的砂土及黄土等	获得不排水抗剪强度, 求取压缩模量、弹性模量, 用于划分土类, 确定黏性土的状态, 地基土静止侧压力系数、水平基床系数等	土性及地区经验
波速测试	各类岩土体	获得波的传播距离与时间曲线, 用于确定土层剪切波速以划分场地类别、提供场地土动力参数、估算场地卓越周期; 确定压缩波速以评价岩体完整性、卵砾石层密实度	单孔法测试孔垂直度, 检波器固定质量; 跨孔法成孔质量, 震源和检波器固定质量、孔距精度

https://www.szjx.com.cn
水利造价信息网

附录 D 各阶段勘察报告附图、附件

表 D 勘察报告附图、附件表

附图、附件	勘察阶段					
	新建工程					已建工程加固设计勘察
	项建	可研	初设	招标	施工详图	
区域地质图或地质构造图	+	+	-	-	-	-
综合工程地质图	√	√	√	√	+	√
专门工程地质图		+	+	+	+	+
工程地质剖面图	√	√	√	√	+	√
渗透剖面图	+	+	+	+	-	+
天然建筑材料图表	+	√	√	+	-	+
代表性坑、井、槽展示图， 钻孔柱状图	+	+	+	+	+	+
原位测试成果图表	+	+	+	+	+	+
岩（土）试验成果及统计分析表	√	√	√	√	√	√
综合压缩曲线图	+	+	+	+	+	+
物探报告	-	+	√	-	-	+
专题地质报告	-	+	+	+	+	+
水质分析成果	+	+	+	+	+	+
项目批文、审查意见、 地震鉴定书等	-	+	+	+	+	+

注：“√”表示必须提交；“+”表示根据需要提交；“-”表示不需提交的附图、附件。

标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做

中华人民共和国水利行业标准

水闸与泵站工程地质勘察规范

SL 704—2015

条文说明

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

目 次

3 基本规定.....	35
4 规划阶段工程地质勘察.....	36
5 项目建议书阶段工程地质勘察.....	37
6 可行性研究阶段工程地质勘察.....	38
7 初步设计阶段工程地质勘察.....	39
10 特殊性岩土勘察	42
11 病险水闸除险加固勘察	47
附录 A 场地复杂程度划分	48
附录 C 原位测试方法选择及应用	49

3 基本规定

3.0.3

9 勘察成果提交的形式，主要指根据委托要求提交纸质报告和电子文档等。

3.0.11 对于重大、复杂的水文地质、工程地质问题，工程地质勘察报告往往难以达到针对性和深度要求，此类问题一般需要在工程地质勘察工作之外，另设专题进行专业和深入的专门研究，需另外委托相关资质单位进行。

大型水闸、泵站工程水文地质勘察工作的深度、内容、方法与技术要求，见 SL 373《水利水电工程水文地质勘察规范》。

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

4 规划阶段工程地质勘察

4.0.2

2 工程区域尚属未被基础测绘工作覆盖或确实收集不到地质测绘资料的情况下，要进行地质测绘工作。



5 项目建议书阶段工程地质勘察

5.1 勘察内容

5.1.2 考虑到扬程较高的泵站与地面泵站及水闸工程建筑物布置、建基面埋置情况差异大，本标准对其相关勘察内容单独列出。

5.2 勘察方法

5.2.2

1 高边坡曾经发生滑坡、坍塌或已出现滑坡、坍塌趋势，需进行较精确稳定设计验算时，要布置勘探剖面。

https://www.szlxxx.com
水利造价信息网

6 可行性研究阶段工程地质勘察

6.1 勘察内容

6.1.1

7 水闸、泵站工程采用天然地基时，地基均匀性是建筑物地基变形控制设计重要因素。本款所指的地基均匀性主要针对受力层为中、高压缩性的土质地基。当持力层底面或相邻基底标高的坡度小于10%时可视为均匀，当主要受力层厚度差值小于建筑物底板宽度0.05倍时，也视为均匀。否则，视为不均匀。

7 初步设计阶段工程地质勘察

7.1 勘察内容

7.1.1 本阶段主要针对已选定的场址开展勘察，查明其工程地质条件，并结合工程特点和建筑物基础形式分析、评价工程地质问题。

(1) 当遇无黏性土、少黏性土和软土层时，按下列要求评价地震效应。

① 当场地抗震设防烈度不小于7度时，对于无黏性土和少黏性土，根据 GB 50487《水利水电工程地质勘察规范》的规定进行液化判别。当判别为液化土层时，根据分布范围、深度，土的级配、性质，针对不同建筑物提出抗液化处理的意见和建议。

② 抗震设防烈度不小于7度的厚层软土分布区，建议判别软土震陷的可能性。当承载力特征值和等效剪切波速大于表1的数值时，可不考虑震陷影响。

表1 临界承载力特征值和等效剪切波速

抗震设防烈度	7度	8度	9度
承载力特征值/kPa	>80	>100	>120
等效剪切波速/(m/s)	>90	>140	>200

(2) 分析水闸、泵站、导(翼)墙等建筑物建基面岩土体的工程地质条件，评价建基面岩土体的承载能力、抗渗性能以及变形特征，提出建基面选择、地基处理的意见和建议。

地基岩土可按室内试验和原位测试结果综合地区经验确定地基土的承载力。对大型工程或缺乏地区经验时，根据载荷试验确定地基土的承载力。

地基岩土的物理力学参数取值应按照 GB 50487 的规定和地区经验综合确定。

(3) 分析水闸、泵站、导(翼)墙等建筑物建基面以下岩土层的抗变形能力,重点是软土、黏土和松散砂土等的分布范围、厚度和性质,结合建筑物特点评价沉降、变形尤其是不均匀沉降问题,提出相应的地基处理建议。

当用于地基沉降计算时,按平均值和标准值分别提供地基沉降计算范围内土体的 $e-p$ 曲线或 $e-\log p$ 曲线,其试验最大压力大于土的有效自重压力与附加应力之和。

凡属下列情况之一者,可不作地基沉降变形评价:①岩石地基;②密实的碎石、卵石地基;③密实的中砂、粗砂地基;④密实状态的砂壤土、粉砂、细砂和硬塑-坚硬状态的黏性土地基。

(4) 分析防渗线上各岩土体的抗渗性能,重点是粉土层、砂土层、砂砾石层等相对透水地层的分布范围、厚度、颗粒级配以及渗透性,分析各类土层和建筑物的空间关系,评价水闸泵站地基渗漏和渗透稳定性问题,提出防渗处理的建议。

对于岩石地基,根据岩性特点和风化分带、构造发育和透水性能等,评价水闸泵站地基渗漏和渗透稳定问题,提出作为防渗依托的相对隔水层选择意见,提出防渗处理的建议。

(5) 根据上下游河道、泵站进出水池及导流明渠等边坡岩土体的特征和分布,分析评价边坡稳定性和影响边坡稳定性的控制性因素,尤其注意出露于边坡和坡底的软土、粉土、砂土、膨胀性岩土等,提出开挖边坡和边坡主要岩土体的物理力学参数的建议值。

分析评价土体的抗冲刷性能和允许流速,提出抗冲刷处理的意见和建议。

渠底、河底、池底有承压含水层时,根据承压水水头、河底高程分析评价开挖过程中产生流砂、流土或管涌的可能性。

(6) 分析围堰工程沿线岩土体的工程地质条件,对围堰工程的地基处理、防渗处理和抗冲保护等提出意见和建议。

(7) 基坑工程的分析和评价包含下列内容:

①对基坑开挖影响和可能支护范围内的岩土体进行分析,重

点是软土、粉土、砂土、砂砾石等的分布及其工程性质，评价基坑边坡的局部稳定性、整体稳定性，结合基坑深度、水文工程地质条件、周边建筑物的特点，结合地区经验提出基坑边坡处理方式和基坑支护型式的建议。

②对基坑工程的水文地质条件进行分析，评价可能发生的流砂、流土、管涌、基坑突涌等渗透破坏问题。提出进行地下水控制的意见和渗控方法的建议，并对开挖和降水等对邻近建筑物和地下设施等的影响、保护和监测提出意见和建议。

③对基坑边坡的施工过程中可能遇到问题，如弃土、加荷、振动、爆破等，提出防治措施的建议。

(8) 桩基础的分析评价包含下列内容：

①根据工程地质条件、建筑物的荷载和特点，提供可供选择的桩基类型和桩端持力层，提出桩基类型和桩端持力层的建议。

②对于欠固结土和有大量堆载的工程，分析和评价桩侧产生负摩阻力的可能性和对桩基承载力的影响。

③分析成桩的可能性，尤其注意抛石、软土、碎石土、承压水、有害气体等对桩基施工的影响。

④当基岩面起伏大，或岩土中存在空洞、下伏软弱地层时，评价桩基的稳定性，提出处理措施的建议。

⑤对桩基施工的环境影响，如废水、废浆、噪音、振动、沉降等问题提出处置意见和建议。

7.2 勘察方法

7.2.1

6 前期勘察已布置专门水文地质试验的，本阶段可以利用。

10 特殊性岩土勘察

10.1 软 土

10.1.1 根据调研资料,某省沿海地区现有水闸 1261 座,其中大(2)型水闸 4 座,中型水闸 81 座,小型水闸 1176 座。水闸平均闸龄为 22 年,闸龄大于 30 年的为 385 座,占 30.5%;闸龄大于 40 年的为 160 座,占 12.7%;闸龄大于 50 年的为 25 座,占 2.0%。水闸地基除 380 座为岩基外,其余均为深厚软土地基。软基大部分由厚度大于 30m 的淤泥或淤泥质黏土组成,含水量一般在 40%~60%,最高达 80%。具高压缩性、低强度、低渗透性、高灵敏度的特性,属超软弱土,工程地质特性很差。

调研发现,深厚软土地基上的水闸中,需进行除险加固后方可达到正常运行的三类闸有 167 座;存在严重安全问题,需报废重建的四类闸有 74 座。总计病险水闸 241 座。诸多病险水闸其工程病害形式、主要工程问题及相应数量关系见表 2。

表 2 某省沿海地区水闸病害形式统计分析表

项目病害形式	主要工程问题	数量/座	比例/%
防洪标准	闸顶高程达不到现行规范要求;闸顶高程低于所处堤塘顶高程	42	17
建筑物稳定性	闸室、岸墙、翼墙的抗滑或抗倾安全系数达不到现行规范要求	2	1
地基稳定性	沉降量、沉降差过大,导致混凝土构件变形过大;基础沉降导致结构开裂或解体;地基渗透破坏	92	38
消能防冲	消能工及防冲槽本身冲刷破坏;冲坑危及两侧堤塘或河道两侧岸墙的安全及闸室的安全;下游连接河道受到冲刷	15	6

表 2 (续)

项目病害形式	主要工程问题	数量/座	比例/%
混凝土构件	混凝土构件老化(钢筋裸露锈蚀, 混凝土保护层开裂)	54	27
启闭及电气设备	埋件锈蚀, 断裂、破损, 漏水严重; 启闭机、电气设备老化, 技术落后, 无备件	15	6
其他	工程任务消失; 工程任务规模变化大	11	5

可见软土地基稳定性问题较为突出, 占病害水闸总数 38%。其中沉降量、沉降差过大, 导致混凝土构建变形过大, 以及沉降致结构开裂解体占 92 座中的 58 座, 占 63%, 占总病害水闸的 24%; 地基渗透破坏占 92 座中的 37%。其他与地质有关的还有消能防冲设施损坏的占病害水库总数的 15%。

深厚软土的水闸地基, 由于历史原因较少采用钢筋混凝土的长桩基础, 多采用换土、短桩等地基处理形式, 在长期运行过程中出现沉降和不均匀沉降问题, 尤其是闸堤结合部位和伴山水闸的不均匀沉降问题尤为突出。

10.2 膨胀性岩土

10.2.1 膨胀土一般分布在二级或二级以上的阶地、山前丘陵和盆地边缘, 埋藏较浅, 地貌多呈微起伏的丘陵坡地和垄岗地形, 一般坡度平缓。在旱季, 地表常出现裂隙, 雨季裂缝又闭合据广西、湖北两地调查, 一般为 10~80m, 宽 3~5cm, 深 3.5~8.5m。

我国膨胀土形成的地质年代大多为第四纪晚更新世 (Q_3) 及其以前。成因大多为残积, 有的冲积、洪积或坡积。膨胀土多呈灰白、灰绿、灰黄、棕红或褐黄色。主要矿物成分是蒙脱石和伊利石。蒙脱石亲水性强, 遇水膨胀强烈; 伊利石次之。

天然状态下的膨胀土, 多呈硬塑-坚硬状态, 强度较高, 压

缩性较低，当无水浸入时，是一种良好的天然地基。但遇水或失水后，则膨胀明显。建在未处理的膨胀土地基上的建筑物，往往产生开裂和破坏，且不可修复，危害极大。

膨胀土黏粒含量较高，一般超过 20%；天然含水率接近塑限，饱和度一般大于 85%。塑性指数在 22~35 之间，天然状态下多呈硬塑或坚硬状态，土的压缩性小。

10.3 黄 土

10.3.2 除黄土常具有湿陷性外，部分碎石土和砂土也存在湿陷性，对此取样、试验与原位测试可按如下考虑：

(1) 湿陷性碎石土和砂土，建议采用动力触探试验和标准贯入试验确定力学特性。

(2) 不扰动土试样在探井中采取。

(3) 不扰动土试样除测定一般物理力学性质外，还要做土的湿陷性和湿化试验。

(4) 对不能取得不扰动土试样的湿陷性土，在探井中采用大体积法测定密度和含水率。

(5) 对于厚度超过 2m 的湿陷性土，要在不同深度处分别进行浸水载荷试验，并不受相邻试验的浸水影响。

(6) 湿陷性等级划分见表 3。

表 3 湿陷等级划分

湿陷等级	$\Delta s_s \leq 70\text{mm}$	$70 < \Delta s_s \leq 150\text{mm}$	$\Delta s_s > 150\text{mm}$
$\Delta s \leq 300\text{mm}$	I (轻微)	II (中等)	
$300 < \Delta s \leq 700\text{mm}$	II (中等)	II (中等) 或 III (严重)	III (严重)
$\Delta s > 700\text{mm}$	II (中等)	III (严重)	IV (很严重)

注：当湿陷量大于 600mm，自重湿陷量大于 300mm 时，判别为 III 级，其他情况判别为 II 级。

10.4 红 黏 土

10.4.1 在红黏土地基上建造水工建筑物要充分考虑红黏土土硬

下软的湿度状态竖向分布特征，需要时下部建议划分出软弱下卧层，提醒设计时注意验算地基变形值如沉降量、沉降差等。

在红黏土分布的斜坡地带，施工中应注意斜坡和坑壁的崩滑现象。由于红黏土具有胀缩特征，在反复干、湿的条件下会产生裂隙，雨水等沿裂隙渗入，以致坑壁容易崩塌，斜坡也容易出现滑坡，应予重视。

10.6 盐渍土

10.6.1 盐渍土对工程的危害较广泛，可以概括为三个方面：即溶陷性、膨胀性和腐蚀性。滨海盐渍土因常年处于饱和状态，其溶陷性和膨胀性不明显，主要是腐蚀方面的危害，而内地盐渍土则三种危害兼而有之，且较为严重。例如：天然状态下的盐渍土是很好的建筑地基，但一旦因自然条件改变而浸水，盐渍土地基就产生严重溶陷。所以，在工程上，研究和处理盐渍土重点要面向内陆盐渍土。

10.6.2

6 当矿物组成及其结构特征对盐渍土的工程性质影响显著时，可对岩土的结构进行显微结构鉴定。

10.7 多年冻土

10.7.1 冻土分季节性冻土和多年冻土，其中季节性冻土埋深较浅，对水闸、泵站工程影响小，本标准未做专门考虑。

多年冻土勘察一般结合冻土物理力学性质和常见的地基设计方法进行。

(1) 冻土的物理力学性质。

①冻土的特殊物理指标。与一般土不同，冻土是由四相组成，即矿物颗粒、冰、水和气体。除土的常规指标外，冻土还有以下特征指标：相对含冰量、冰夹层含水率、未冻土含量、重量含水率、冰夹层含水率和冻胀量。

②冻土的力学特性。冻土的抗压强度大于未冻土的许多倍，

这是由于冰的胶结作用造成的。随着温度的降低，土中含冰量增加，同时冰的强度也增大，因此冻土的抗压强度随温度的降低而增高。土中含水率越大，冻土的抗压强度就越大。

冻土中由于存在未冻水和冰，故在长期荷载作用下土的流变性十分显著。冻土长期极限抗压强度比常规试验条件下得到的瞬时抗压强度要小得多。

冻土融化后的抗压强度与抗剪强度将显著降低。对于含冰量很大的土，融化后的内聚力约为冻结时的 $1/10$ 。这时，建于冻土上的建筑物将因地基强度破坏而造成严重事故。

(2) 冻土地基设计原则。

冻土未融化时，强度较高，可作为天然地基，而融化后的冻土需进行处理或采取相应措施后才能作为建筑物的地基。因此，冻土地基可采取两种不同的设计原则：保持冻结和允许融化法。

一般来说，当冻土厚度较大，土温比较稳定，或者是坚硬的和融陷性很大的冻土，采取保持冻结法比较合理，特别是对那些不采暖房屋和带不采暖地下室的采暖建筑物最为适宜；如果冻土厚度不大，土层埋藏较浅，不连续分布的小块岛状冻土或融陷量不大的冻土层，则采取允许融化的原则较合理。

10.7.2

3 当冻土为第四系松散地层时，一般采用低速干钻方法，回次钻探时间不建议过长，一般以进尺 $0.20\sim 0.50\text{m}$ 为宜；对于冻结的碎块石和基岩，为达到护壁和钻头降温目的，在钻探时可采用低温泥浆作为冲洗液进行钻进。

11 病险水闸除险加固勘察

11.1 一般规定

11.1.2 当安全鉴定工程地质勘察资料较为充分、不影响初设阶段工程地质结论的成立、不存在影响工程安全的特殊工程地质问题时，可适当简化初设阶段的地质勘察工作，并可根据前期试验资料结合工程类比原则提出岩土体物理力学建议参数。

11.1.3 通过现场调查建筑物发生的变形、塌陷及湿坡位置，破坏规模和演变历程，分析其与岩土体工程地质特性的关系，制定除险加固的勘察方案。

11.2 安全鉴定勘察

11.2.1 随着国民经济、技术的发展，相关规程规范也在不断更新变化，工程场地地震动参数按现行规程规范进行复核，以满足抗震能力复核计算的需要。

勘察内容与工程实际问题、设计意图密切结合。比如对水闸加固工程，勘察孔布置主要集中在过水堰、漫水闸、船闸和岸墙、翼墙，布置的原则是针对存在的工程地质问题及工程复核计算的需要。

11.3 加固设计勘察

11.3.1、11.3.2 对已经出现了险情或可能存在隐患的部位实施重点勘察，包括查明这些部位的工程地质条件，界定主要工程地质问题，分析评价问题的性质和对工程安全的影响程度，提出地质建议参数和处理措施的建议等；未出现险情、不存在隐患的部位不必全面勘察。工程险情和隐患的界定依据，一是安全鉴定报告，二是工程运行记录，三是工程地质分析结论。

附录 A 场地复杂程度划分

A.0.1 场地的复杂程度主要考虑下列几方面条件进行划分。

(1) 地形地貌条件。

主要指的是地形起伏和地貌单元的变化情况。一般情况下，山区和丘陵区场地地形起伏大，相对高差大于150m，地形较破碎，工程布局较困难，挖填土石方量较大，土层分布较薄且下伏基岩面高低不平，地貌单元分布较复杂，一个建筑场地可能跨越多个地貌单元，因此地形地貌条件复杂或较复杂；平原场地地形平坦，相对高差一般小于50m，地貌单元较均一，地形地貌条件通常为简单。当平原场地处于两个或多个微地貌交界部位时，亦定为较复杂地貌条件。

(2) 不良地质现象发育情况。

不良地质现象“强烈发育”是指由于不良地质现象发育招致建筑场地极不稳定，直接威胁工程设施的安全。例如，山区崩塌、滑坡和泥石流的发生，会酿成地质灾害，破坏甚至整个摧毁工程建筑物。岩溶地区溶洞和土洞的存在，所造成的地面变形甚至塌陷，对工程设施的安全也会构成直接威胁。“较发育”是指虽有不良地质现象分布，但并不十分强烈，对工程设施安全的影响不严重；或者说对工程安全可能有潜在的威胁，但通过一般治理可以消除隐患。其他可作为“不发育”。

附录 C 原位测试方法选择及应用

原位测试方法中，重型圆锥动力触探、标准贯入试验、静力触探等属于在覆盖层勘探中使用非常普遍的测试手段。主要是由于这些原位测试无需取样、不扰动原地层结构、操作便利、测试成果数据多、代表性强、手段经济等特点。上述几种测试成果常应用于水闸、泵站地基土层承载力建议值初步确定方面，具体数据对应关系可参考下列几个经验表格。

(1) 重型圆锥动力触探试验成果 ($N_{63.5}$) 的应用。

初步确定水闸、泵站地基碎石土、砂土承载力允许(容许)值 $[R]$ ，可参考表 4。

表 4 碎石土、砂土地基承载力允许值 $[R]$ 与 $N_{63.5}$ 关系

$N_{63.5}$ /击		3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15
$[R]$ /kPa	碎石土	140	170	200	210	280	320	360	400	480	540	600
$[R]$ /kPa	中、粗、细砂	120	150	180	220	260	300	340	380	—	—	—
$N_{63.5}$ /击		18	20	22	24	25	26	28	30	35	40	—
$[R]$ /kPa	碎石土	660	720	780	830	850	870	900	930	970	1000	—

注： $N_{63.5}$ 系按式(1)进行杆长修正并分层统计后的标准值。

当采用重型圆锥动力触探确定碎石土密度时，锤击数 $N_{63.5}$ 按式(1)修正：

$$N_{63.5} = \alpha_1 N'_{63.5} \quad (1)$$

式中 $N_{63.5}$ ——修正后的重型圆锥动力触探锤击数；

α_1 ——修正系数，按表 5 取值；

$N'_{63.5}$ ——实测重型圆锥动力触探锤击数。

表 5 重型圆锥动力触探锤击数修正系数表

L	N'_{50-L}								
	5	10	15	20	25	30	35	40	≥ 50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84
6	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.81	0.79	0.78	0.75
8	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77	0.75	0.73	0.71	0.67
10	0.88	0.83	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67	0.64	0.61
12	0.85	0.79	0.75	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.55
14	0.82	0.76	0.71	0.66	0.62	0.58	0.56	0.53	0.50
16	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45
18	0.77	0.70	0.63	0.57	0.53	0.49	0.46	0.43	0.40
20	0.75	0.67	0.59	0.53	0.48	0.44	0.41	0.39	0.36

注：L 为杆长，m。

(2) 标准贯入试验成果 (N) 的应用。

初步确定水闸、泵站地基砂性土、黏性土承载力允许 (容许) 值 $[R]$ (单位: kPa), 可参考式 (2) ~ 式 (4)。

黏性土: $[R] = 25N - 25$ (2)

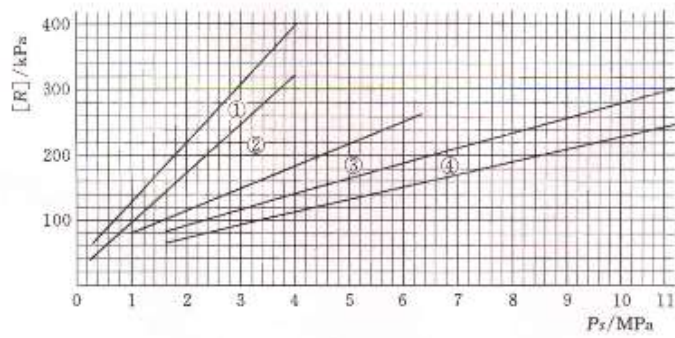
砂性土: $[R] = 10N + 20$ (当 $N < 22$ 时) (3)

砂性土: $[R] = 7N + 105$ ($N \geq 22$ 时) (4)

式 (2) ~ 式 (4) 中 N 值为经过杆长修正并分层统计后的标准值。

(3) 静力触探试验成果 (P_s) 的应用。

根据江苏省水利勘察地方经验, 初步确定水闸、泵站地基砂性土、黏性土承载力允许 (容许) 值 $[R]$, 可参考图 1。



P_s 值—数理统计后的标准值；①、②、③、④—对应于水利工程土分类黏土及粉质黏土、壤土、砂壤土 ($6 < I_p < 10$)、砂壤土 ($3 < I_p \leq 6$)，越靠近上线黏性越强；砂土 $[R]$ 值在④界线以下范围确定

图 1 比贯入阻力 P_s 与承载力允许值 $[R]$ 相关曲线

水利造价信息网
<https://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、文案及相关职业培训教材编辑出版工作。

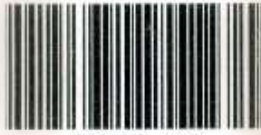
感谢读者多年来对水利水电技术标准咨询服务中心的关注和垂爱，中心全体人员真诚欢迎广大水利水电科技工作者对标准、水利水电图书出版及推广工作多提意见和建议，我们将秉承“服务水电，传播科技，弘扬文化”的宗旨，为您提供全方位的图书出版咨询服务，进一步做好标准和水利水电图书出版、发行及推广工作。

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 wqi@waterpub.com.cn
责任编辑：王丹阳 010-68545974 wdy@waterpub.com.cn
 章思洁 010-68545995 zsj@waterpub.com.cn
 覃 薇 010-68545889 qwei@waterpub.com.cn
 刘媛媛 010-68545948 lyuan@waterpub.com.cn
传 真：010-68317913

<https://www.waterpub.com.cn>
水利造价网

水利造价信息网
<https://www.slzjxx.com>

<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网



155170.207

SL 704—2015

中华人民共和国水利行业标准
水闸与泵站工程地质勘察规范
SL 704—2015

*

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、68545874

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司印刷

*

140mm×203mm 32开本 1.875印张 50千字
2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷

*

书号 155170·207

定价 20.00元

水利部技术标准
咨文服务中心



扫一扫二维码，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