



CECS 241 : 2008

中国工程建设协会标准

工程建设水文地质勘察标准

Standard hydrogeological investigation
for civil engineering

中国计划出版社



中国工程建设协会标准

工程建设水文地质勘察标准

Standard hydrogeological investigation
for civil engineering

CECS 241 : 2008

主编单位：建设综合勘察研究设计院

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 0 8 年 9 月 1 日

中国计划出版社

2008 北 京

中国工程建设协会标准
工程建设水文地质勘察标准
CECS 241 : 2008

☆

建设综合勘察研究设计院 主编
中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行
廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32 2.375 印张 58 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—5100 册

☆

统一书号:1580177·082

中国工程建设标准化协会公告

第 23 号

关于发布《工程建设水文 地质勘察标准》的公告

根据中国工程建设标准化协会[2003]建标协字第 27 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2003 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求,由建设综合勘察研究设计院等单位编制的《工程建设水文地质勘察标准》,经勘测专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 241 : 2008,自 2008 年 9 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇〇八年六月二日

前 言

根据中国工程建设标准化协会(2003)建标协字第 27 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2003 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求,制定本标准。

本标准适用于建筑、市政、水利、交通、能源、矿山等各类建设工程的水文地质勘察。标准规定了各类工程的共性技术要求,也为各类工程作出各自的专门规定留有余地。与本标准适用行业相同并同时批准的协会标准还有:《岩石和岩体鉴定与描述标准》CECS 239、《工程地质钻探标准》CECS 240、《工程地质测绘标准》CECS 238。

本标准吸收总结了国内外工程建设中地下水问题研究的成果和工程实践经验,规范了工程建设中水文地质勘察要求,并对地下水对工程建设的影响评价、工程建设对地下水环境的影响评价和水文地质灾害预报作出了系统的规定,既突出了工程建设中水文地质勘察的共性要求,又兼顾了各类工程的特性要求。

根据国家计委计标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,推荐给工程地质和岩土工程勘察单位及工程技术人员采用。

本标准由中国工程建设标准化协会勘测专业委员 CECS/TC 18 归口管理,由建设综合勘察研究设计院(北京市东直门内大街 177 号,邮编:100007;guifan@cigis.com.cn)负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位: 建设综合勘察研究设计院

参 编 单 位: 中国水电工程顾问集团公司水电水利规划设计总院

黄河勘测规划设计有限公司

中国铁路工程总公司

中交第一公路勘察设计研究院

中国电力工程顾问集团公司

北京市勘察设计研究院

主要起草人：周载阳 马国彦

(以下以姓氏笔画为序)

孙保卫 何振宁 张东升 张政治 周 红

顾玉和 喻文学

中国工程建设标准化协会

2008 年 6 月 2 日

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(4)
4	区域气候、水文和水文地质调查	(7)
5	水文地质勘察技术要求	(9)
5.1	水文地质测绘	(9)
5.2	水文地质物探	(11)
5.3	水文地质钻探	(12)
5.4	水文地质测试	(13)
5.5	水文地质动态监测	(14)
5.6	勘察资料整理	(16)
6	岩溶区水文地质勘察	(17)
7	水文地质评价和预报	(20)
7.1	地下水对工程建设影响的评价	(20)
7.2	工程建设对地下水环境影响的评价	(22)
7.3	水文地质灾害预报	(22)
8	各类工程水文地质勘察要点	(24)
8.1	水库区水文地质勘察	(24)
8.2	坝址区水文地质勘察	(26)
8.3	堤防水文地质勘察	(28)
8.4	隧道和地下洞室水文地质勘察	(29)
8.5	边坡水文地质勘察	(31)

8.6 房屋建筑和市政工程水文地质勘察 (33)

本标准用词说明 (36)

附:条文说明 (37)

1 总 则

1.0.1 为了规范工程建设的水文地质勘察工作,统一基本技术要求,保证质量,提高效率,保护环境,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于各类工程建设的水文地质勘察,不包括供水水文地质勘察。

1.0.3 在水文地质勘察过程中,应推广应用成熟的经验,积极采用新技术、新工艺、新方法,以不断提高勘察工作的质量、效率和水平。

1.0.4 工程建设水文地质勘察除执行本标准外,尚应执行国家现行的法律、法规及其他有关水文地质勘察的技术标准。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 孔隙水 pore water

储存和运动于松散地层孔隙中的地下水。

2.1.2 裂隙水 fissure water, interstitial water

储存和运动于岩体裂隙中的地下水。

2.1.3 岩溶水 karstic water

储存和运动于可溶性岩溶洞和裂隙中的地下水,也称喀斯特水。

2.1.4 抗浮设防水位 groundwater level for calculation of up-floating force

抗浮评价计算所需要的保证抗浮设防安全和经济合理的地下水设计水位。

2.1.5 渗透力 seepage force

地下水流经土孔隙时,作用于土骨架上的体积力。

2.1.6 越流渗透 leakage

在水头差作用下,含水层之间通过弱透水层的垂直渗透。

2.1.7 突水 water burst

地下工程在施工过程中,地下水突然大量涌出的现象。

2.1.8 突泥 mud burst

在地下工程施工过程中,充填于洞穴、构造破碎带中的粘性土,在地下水头作用下,突然大量涌出的现象。

2.1.9 管涌 piping

在一定的渗透力作用下,土体中的细颗粒沿着骨架颗粒所形成的孔隙管道移动或被渗流带走的现象。

2.1.10 流土 soil float

在一定的渗透力作用下,土体中的颗粒群同时起动而流失的现象。

2.1.11 水力梯度 hydraulic gradient

地下水沿渗流方向单位路程的水头降低值。

2.1.12 水点 waterpoint

地下水的天然露头点或人工揭露点。

2.2 符 号

I ——水力梯度;

I_{cr} ——临界水力梯度;

k ——渗透系数;

J ——地下水渗透力;

γ_w ——水的重度;

γ' ——土的浮重度;

G_s ——土的颗粒比重;

n ——土的孔隙度;

μ ——给水度;

W ——渗入补给量。

3 基本规定

3.0.1 工程建设水文地质勘察,宜结合工程地质勘察或岩土工程勘察进行。当任务需要或水文地质条件复杂时,应进行专门水文地质勘察。

3.0.2 工程建设水文地质勘察,应根据工程特点和具体水文地质环境,采用多种手段和方法进行综合研究,确保第一手资料真实可靠和评价结论客观正确,满足工程建设需要。

3.0.3 专门水文地质勘察工作应与工程地质勘察或岩土工程勘察紧密结合。工作开始前,应明确勘察任务和要求,搜集分析已有资料,进行现场踏勘,编写勘察纲要;工作结束后,应编写水文地质勘察报告或成果说明。

3.0.4 水文地质勘察可采用遥感、测绘、物探、钻探、测试、动态监测等手段进行,并应根据不同行业的要求分阶段实施,满足相应阶段的设计要求。

3.0.5 水文地质勘察的内容和工作量,应根据工程规模、水文地质条件的复杂程度、勘察阶段和已有工作的深度,综合考虑确定,宜包括下列内容:

- 1 查明地下水的类型和赋存状态;
- 2 对孔隙水应查明含水层和隔水层的埋藏条件和分布规律;对裂隙水应查明裂隙性质、空间分布特征、连通情况等,确定富水带;
- 3 量测地下水的水位,取水样进行水化学分析;
- 4 当存在多层对工程有影响的地下水时,应分层量测水位,分层取样,并查明各含水层之间、地下水与地表水之间的水力联系和补排关系。

5 调查地下水位的季节变化和多年变化;

6 调查有无对地下水和地表水的污染源及污染程度;

7 缺乏地下水动态监测的地区,应根据需要设置长期监测孔或埋设孔隙水压力计进行长期监测;

8 测定岩土的水文地质参数。

3.0.6 水文地质条件的复杂程度,可按表 3.0.6 确定。

表 3.0.6 水文地质条件复杂程度分类

类别	水文地质特征
简单	地质构造简单,含水体的岩性和厚度稳定,地下水补给来源明确,边界条件简单
中等	地质构造较复杂,含水体的岩性和厚度不稳定,地下水的补给来源基本明确,边界条件较复杂
复杂	地质构造复杂,含水体的岩性和厚度极不稳定,地下水的补给来源和边界条件复杂

3.0.7 地下水类型宜按表 3.0.7 划分。

表 3.0.7 地下水类型划分

地下水类型		特 征
包气带水	孔隙水	包括非饱和带水、毛细水、上层滞水等
	裂隙水	岩体裂隙带垂直入渗过程中的水
	岩溶水	溶隙和溶洞带垂直入渗过程中的水
潜水	孔隙水	存在于土的孔隙中,分布范围较大的,有统一水面的无压地下水
	裂隙水	存在于岩体裂隙中,分布范围较大的,有统一水面的无压地下水
	岩溶水	存在于溶洞和溶隙中,分布范围较大的,有统一水面的无压地下水
承压水	孔隙水	存在于土的孔隙中,分布范围较大的层间有压地下水
	裂隙水	存在于岩体裂隙中的有压地下水
	岩溶水	存在于溶洞和溶隙中的有压地下水

3.0.8 岩体和土体的渗透性等级可分别按表 3.0.8-1 和表 3.0.8-2 划分。

3.0.9 地下水的化学分类可采用阿廖金分类法。地下水的水质

分级应根据任务要求进行,无明确要求时,可按国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 执行。

表 3.0.8-1 岩体渗透性等级

等级	透水率 q (Lu)	岩体特征
极微透水	$q < 0.1$	完整,裂隙等价张开度 $< 0.025\text{mm}$
微透水	$0.1 \leq q < 1$	裂隙等价张开度 $0.025 \sim 0.05\text{mm}$
弱透水	$1 \leq q < 10$	裂隙等价张开度 $0.05 \sim 0.1\text{mm}$
中等透水	$10 \leq q < 100$	裂隙等价张开度 $0.1 \sim 0.5\text{mm}$
强透水	$q \geq 100$	裂隙等价张开度 $0.5 \sim 2.5\text{mm}$
极强透水		裂隙等价张开度 $> 2.5\text{mm}$,连通孔洞

注:Lu——透水率单位吕荣,1MPa 压力下,每米试段的平均压入量,以 L/min 计。

表 3.0.8-2 土体渗透性等级

等级	渗透系数 k (cm/s)	土类
极微透水	$k < 10^{-6}$	粘土
微透水	$10^{-6} \leq k < 10^{-5}$	粘土~粉土
弱透水	$10^{-5} \leq k < 10^{-4}$	粉土,含细粒土砂
中等透水	$10^{-4} \leq k < 10^{-2}$	砂,含砂砾石
强透水	$10^{-2} \leq k < 10^0$	砾石,卵石
极强透水	$k \geq 10^0$	均匀的漂砾

3.0.10 在冻土、膨胀岩土、盐渍岩土、湿陷性土等特殊岩土地区,应根据工程需要和具体地质情况,查明地下水对特殊岩土的影响;在岩溶、土洞、塌陷、滑坡、地面沉降等地质灾害发育地区,应根据工程需要和具体地质情况,查明地下水对地质灾害的影响。

4 区域气候、水文和水文地质调查

4.0.1 搜集区域气候资料宜包括下列内容：

- 1 本区所属的气候分带；
- 2 气温及其昼夜和季节变化；
- 3 降水量及其季节变化，枯水期和丰水期；
- 4 降水量的多年变化，多年平均降水量，历年最小和最大降水量；
- 5 暴雨、暴雪、台风、沙尘暴等灾害性天气；
- 6 季节性冻土地区的标准冻结深度，多年冻土地区的季节融冻层深度。

4.0.2 搜集区域水文资料宜包括下列内容：

- 1 地表水系和流域；
- 2 地表水的水位及其季节变化和多年变化；
- 3 地表水的流量及其季节变化和多年变化；
- 4 滨海地带的最低、最高和平均潮位；
- 5 洪水、风暴潮等灾害情况；
- 6 水库、水闸、堤坝等水利工程情况；
- 7 地表水的利用和农田灌溉情况；
- 8 水质和污染情况；
- 9 地表水和地下水的补给、排泄关系。

4.0.3 区域水文地质调查的内容、范围及其工作精度，应根据勘察任务要求和区域水文地质条件确定。

4.0.4 区域水文地质调查宜包括下列内容：

- 1 区域地形地貌、地层岩性、地质构造、地表水系、植被分布等；

- 2 划分水文地质单元,确定其大致边界;
- 3 井、泉等地下水出露情况;
- 4 区域地下水类型、分布、富水性、水质情况;
- 5 区域地下水与地表水的水力联系、补给、排泄关系;
- 6 人类活动对地下水的影响。

4.0.5 区域水文地质调查方法宜遵循下列原则:

- 1 区域水文地质调查之前,宜搜集遥感图像,进行遥感解译,然后进行外业调查,比例尺宜采用 1 : 500000~1 : 200000;
- 2 搜集和分析区域自然地理、地质和水文地质资料,包括水利、地质、交通、工业、城建等有关部门的勘察成果及井泉资料;
- 3 在研究程度较高、资料较多的地区,可以编图为主,重点地区实地验证;在资料稀少地区,宜进行区域水文地质路线调查,重点地段辅以简单勘探手段验证;
- 4 区域水文地质图的比例尺宜采用 1 : 200000~1 : 50000。

5 水文地质勘察技术要求

5.1 水文地质测绘

- 5.1.1 水文地质测绘应在搜集和研究已有地质、水文地质资料基础上与工程地质测绘一并或单独进行。
- 5.1.2 水文地质测绘的范围应根据工程特点和水文地质条件确定,宜涵盖与工程项目有关的一个或多个完整的水文地质单元。
- 5.1.3 水文地质测绘的比例尺,应根据勘察阶段、工程规模、水文地质条件复杂程度等按国家现行有关标准确定。
- 5.1.4 水文地质测绘的观测路线,宜按下列要求布置:
- 1 垂直地层走向和主要构造线走向;
 - 2 沿地貌变化显著的方向,垂直和平行河谷的方向;
 - 3 沿地下水露头多的地带穿越;
 - 4 含水层埋藏条件复杂时可沿含水层(带)走向。
- 5.1.5 水文地质观测点,宜布置在水点、构造和岩溶发育带、含水层与隔水层接触带、不同地貌单元分界处。观测点宜一点多用。
- 5.1.6 水文地质测绘可利用现有遥感影像资料进行判释和填图,减少野外工作量和提高图件的精度。遥感影像比例尺和遥感影像填图的野外工作量可根据建设工程大小和勘察阶段合理选择。
- 5.1.7 遥感图像解译宜主要采用陆地卫星图像和黑白航空像片,必要时可采用彩色红外片、红外扫描片等片种,并宜采用计算机遥感图像处理、自动化、智能化等技术,突出有用信息,抑制干扰因素,提高解译质量和效果。
- 5.1.8 遥感影像填图除室内解译外,尚应有必要的野外检验工作。野外检验工作宜包括下列内容:

- 1 建立检验标志;

- 2 检验解译结果；
- 3 检验外推结果；
- 4 补充室内判释难以获得的资料。

5.1.9 水文地质测绘的内容和方法,应根据任务要求、工程建设特点和水文地质条件确定,宜包括搜集资料、水点的调查、采取水样等。

5.1.10 水文地质测绘时应搜集下列资料:

- 1 气温、降水量、蒸发量及其季节性变化和多年变化；
- 2 工程建设场地及邻近河流、湖泊、海洋的有关水文资料；
- 3 地下水的类型和赋存状态；
- 4 地下水的补给、径流、排泄条件,地表水与地下水的补排关系；
- 5 地下水位及其季节变化和多年变化；
- 6 地下水的水质及其受污染状况；
- 7 地下水与区域地质、地质构造、地貌和人类活动的关系。

5.1.11 水点的调查应包括下列主要内容:

- 1 水点的类型、位置和高程；
- 2 水位、出水量、水质、水温及动态变化；
- 3 出水处的层位；
- 4 水点的利用情况和存在的问题；
- 5 必要时选择有代表性的水点,进行取样分析和简易抽水试验。

5.1.12 采取水样应符合下列规定:

- 1 所取水样应有代表性；
- 2 水样分析内容应满足工程建设水文地质评价需要；
- 3 当工程建设有特殊要求时,应按相关规定采取水样；
- 4 当需要测定地表水体水质时,应采集地表水体水样；
- 5 应防止水样在采取、运送、保存过程中,受人为污染或变质；

6 从取样到化验的限制时间应根据试验项目按试验要求执行。

5.2 水文地质物探

5.2.1 水文地质物探采用的方法,应根据勘察阶段、勘察区的水文地质条件、探测目的、被探测对象的物理特征等确定,并宜采用多种方法进行综合物探。

5.2.2 物探应用的基本条件应符合下列要求:

- 1 探测对象与周围介质应存在明显的物性差异;
- 2 探测对象的厚度、宽度或直径,相对于埋藏深度应具有一定的规模;
- 3 探测对象的物性差异能在干扰背景中清晰可辨;
- 4 地形影响不应妨碍野外作业和资料解释,或对其影响能利用现有手段进行地形改正。

5.2.3 采用物探方法可探测下列主要内容:

- 1 覆盖层厚度;
- 2 隐伏的地貌和岩性分界线;
- 3 主要含水层埋藏深度和厚度;
- 4 岩溶发育情况及岩溶发育带、地下暗河的分布;
- 5 断层破碎带和充水裂隙带的位置与宽度;
- 6 划分不同程度的富水带及贫水区;
- 7 古河道及掩埋冲洪积扇的位置;
- 8 滨海区咸淡水分界线。

5.2.4 测井宜在有代表性的勘探孔中进行,并配合钻探查明下列内容:

- 1 划分钻孔地质柱状剖面,进行地层对比;
- 2 确定主要含水层的层数、深度、厚度;
- 3 确定地层的孔隙度、透水性、给水度、含水量等;
- 4 确定断裂破碎带、裂隙含水带的位置和分布;

- 5 划分咸淡水垂直分界面；
- 6 测定井径、井斜、井温；
- 7 测定地下水流速、流向、涌水量、相互补给关系、影响半径等。

5.2.5 物探结论应有钻探资料验证,应结合地质、水文地质条件及钻探资料进行综合分析,提出具有相应水文地质解释的物探成果。

5.3 水文地质钻探

5.3.1 水文地质勘探钻孔,宜在水文地质测绘、物探和详细研究已有资料的基础上,根据勘察阶段的任务要求布置。勘探孔的布置,应能查明勘探区的地质和水文地质条件,取得有关水文地质参数和地下水评价所需的资料。勘探孔深度,宜钻穿或钻达对工程建设有意义的含水层(组)或含水构造带。

5.3.2 当工程建设场地位于山间河谷、冲积阶地和冲洪积平原地区时,勘探线应垂直地下水流向或地貌单元布置;在冲洪积扇地区,勘探线应沿扇轴和垂直扇轴(或地下水流向)布置;滨海沉积区,勘探线应垂直海岸线或垂直地下水流向布置;查明咸水与淡水的分界面及其交替变化情况。勘探线、勘探孔的距离应根据工程特点、任务要求和水文地质条件确定。

5.3.3 在基岩地区,勘探钻孔宜布置在下列部位:

- 1 地堑、地垒等断块式构造的断裂影响带;
- 2 断层或裂隙密集带;
- 3 可溶岩与非可溶岩接触带;
- 4 溶蚀洼地、串珠状漏斗发育处;
- 5 现代河流两侧可溶岩的构造发育带;
- 6 在地形垭口或地下水分水岭地带可能的强透水带。

5.3.4 对于需要量测地下水位和进行水文地质参数测试的钻孔,宜采用套管护壁,以清水作为循环液,保证钻进过程中能分层量测

地下水位和分层测定水文地质参数。当采用泥浆钻进时,应采取有效措施,保证分层量测水位和分层测定水文地质参数的可靠性。

5.3.5 勘探孔的直径,应满足地层岩性鉴别、取样、水文地质试验的技术要求。抽水试验孔的直径,应根据含水层的富水性、出水量大小、抽水试验的技术要求、选用的过滤器外径、填砾层厚度和提水设备的要求确定。

5.3.6 当需分层测定地下水位和分层进行水文地质试验时,应做好止水工作,并检查止水效果。

5.3.7 在钻探过程中,应对水位、水温、冲洗液消耗量、漏水位置、自流水的水头和自流量、孔壁坍塌、涌砂和气体逸出情况、岩层变层深度、含水构造和溶洞的起止深度等进行观测和记录。

5.3.8 钻探结束后,应对所揭露的地层进行准确分层,并根据要求进行回填或封孔。

5.4 水文地质测试

5.4.1 水文地质测试包括抽水试验、注水试验、压水试验、渗水试验、连通试验、放射性同位素测试、地下水位量测、孔隙水压力量测、地下水化学分析等。具体测试项目应根据工程建设需要和勘察区的水文地质条件、试验目的等因素综合确定。

5.4.2 量测地下水位应符合下列规定:

1 地下水位可在钻孔、探井或测压管内直接量测。稳定水位应在揭露含水层后经一定时间、待水位稳定后量测,间隔时间按地层的渗透性确定,对砂土和碎石土不得少于 0.5h,对粉土和粘性土不得少于 8h;

2 工程需要时,应在勘察结束后统一量测稳定水位;

3 对工程有影响的多层地下水,应分层量测地下水位,并采取止水措施,将被测含水层与其他含水层隔开;

4 水位量测精度为 $\pm 2\text{cm}$,读数至厘米。

5.4.3 测定地下水的流向可采用几何法,量测点不应少于呈三角

形分布的 3 个测孔(井)。

5.4.4 地下水的流速测定可采用指示剂法或充电法。

5.4.5 土中孔隙水压力的测定应符合下列规定：

- 1 测定方法应根据勘察目的和地层条件选定；当要求测定瞬时孔隙水压力和动态变化时，应选用反应灵敏的仪器和方法；
- 2 测试点位置应根据地质条件和分析需要选定；
- 3 测压计的安裝和埋设应符合有关安裝技术规定；
- 4 测试数据应及时分析整理，出现异常时应分析原因，采取相应措施。

5.4.6 水文地质参数测定可采用下列方法：

- 1 渗透系数、导水系数可采用抽水试验、注水试验、渗水试验或室内渗透试验测定；
- 2 给水度、释水系数可采用抽水试验、地下水位长期观测、室内试验等测定；
- 3 越流系数、越流因数可采用多孔抽水试验测定；
- 4 毛细水上升高度可采用试坑观测、室内试验等测定；
- 5 透水率可采用压水试验测定，必要时应进行高压压水试验。

5.4.7 对拟建工程基础埋深范围内的地下水应进行化学分析，查明其对拟建工程建筑材料的腐蚀性。当调查地下水污染时，应取样做相应的化学分析和生物分析，并查明污染源及其发展趋势。

5.5 水文地质动态监测

5.5.1 水文地质动态监测应根据监测目的和建设场地条件、工程要求和水文地质条件确定。观测点、线的布置，应能控制工程场区范围内的地下水动态。

5.5.2 水文地质监测的项目应根据任务要求确定，各项目的监测内容应符合下列规定：

- 1 水位：定期或不定期观测记录各测点的水位，查明地下水

升降变化规律,分析地下水位变化的影响因素及其相互关系;

2 水量:定期或不定期观测地下水出水量和与工程相关的渗漏量及回灌量;

3 水压:在进行深基础工程、洞室或隧洞工程、斜坡工程、软土地基加固工程等时,应对岩土孔隙(裂隙)水压力进行观测,并根据工程特点、周边环境和地质条件等预先设定监测预警值;

4 水质:工程施工过程中,应观测地下水的物理性质变化,记录地下水由清变浑及由浑变清的情况;监测地下水的化学成分变化;查明地下水对建筑材料、金属材料等的腐蚀性,地下水已被污染时,应查明污染源、污染途径和污染程度;

5 水温:在地表水与地下水水力联系密切的地区、人工进行回灌的地区、有热污染源和热异常的地区,应加强对地下水水温的监测。查明地下水温度的变化,分析地下水温度变化的影响因素。在监测水温的同时,还应记录当时环境下的气温值。

5.5.3 地下水的动态监测,应满足下列要求:

1 观测点的水位、水温、气温和泉的流量,宜根据工程需要确定观测频率,有剧烈变化时,应增加观测次数,必要时进行实时动态监测。对安装有自动监测仪的点,宜每天观测2~4次。各监测点每天的观测时间应保持固定;

2 动态监测的延续时间应不少于一个水文年。应根据工程特点和研究内容,设置观测点进行长期监测;

3 当孔隙水压力变化可能影响工程安全时,应在孔隙水压力降至安全值之后,方可停止监测;

4 当地下水的浮托力对工程有影响时,地下水压力监测应进行至上覆压力大于地下水浮托力后方可停止;

5 用化学分析法监测水质时,采样时间每年不宜少于4次,原则上每季度一次。

5.5.4 为查明地下水与地表水之间的水力联系,在监测地下水位和地表水位动态变化的同时,宜监测水质变化,系统掌握有关的气

象和水文资料。

5.5.5 监测信息应采取下列措施进行有效管理：

- 1 每次实测的水位、水量、水压、水质、水温等资料,应及时分析整理,并按规定格式汇总;
- 2 监测信息管理宜采用数据库管理系统;
- 3 根据地下水动态监测工作的目标和要求,应定期提交监测报告;
- 4 反映各种监测成果的表格和图件,可汇编成册或数据库文件作为成果报告;
- 5 正式提交的成果资料连同原始数据记录应一并妥善归档。

5.6 勘察资料整理

5.6.1 工程建设专门水文地质勘察资料宜单独进行整理,当水文地质勘察与岩土工程勘察同时进行,可与岩土工程勘察资料一并整理。

5.6.2 勘察资料整理时,应根据资料类别和用途,合理选用数理统计方法。当水文地质条件不同时,宜分区进行统计。

5.6.3 当计算水文地质参数时,应选用符合勘察区水文、水文地质条件的方法。

6 岩溶区水文地质勘察

6.0.1 岩溶区的水文地质勘察应遵循遥感、测绘、调查、物探、钻探、测试相结合的原则,勘察的范围、工作深度和方法,应根据工程特点和任务要求确定。

6.0.2 岩溶区的水文地质勘察宜包括下列内容:

1 区域地形地貌特征、新构造运动特点、溶蚀基准面、夷平面和阶地发育情况,区域地貌发育史、水文网变迁、区域地质构造格局与岩溶发育的关系;

2 岩性、岩相的变化及其空间分布;

3 地表和地下岩溶的形态及其空间分布;

4 划分水文地质单元和岩溶水的流动系统;

5 岩溶水的水位、流量、水质及其动态规律;

6 岩溶水对工程建设影响的评价。

6.0.3 地层的岩溶化岩组类型可按表 6.0.3 划分。

表 6.0.3 岩溶化岩组类型

岩溶化强度	岩组类型	CaO/MgO	富水性	岩溶发育特征
强岩溶化岩组	连续型纯石灰岩	≥ 10	强	地表、地下岩溶很发育,岩溶地貌形态典型,个体岩溶形态发育,正负地形高差大,岩溶洼地密度常大于 15 个/ km^2 ,常见规模较大的岩溶通道和地下河系
中等岩溶化岩组	有连续白云岩夹层的纯灰岩,次纯灰岩	1~10	中等	地表岩溶发育典型,负地形多为不平埋谷地及叠状浅洼地,发育密度 5~15 个/ km^2 ,地下发育较小溶洞、岩溶通道和地下河
弱岩溶化岩组	互层型不纯碳酸盐岩,夹层型不纯碳酸盐岩	—	弱	地表岩溶形态由溶蚀型向侵蚀型过渡,有小规模溶洞、落水洞,个体发育形态密度小于 5 个/ km^2 ,地下局部有岩溶通道发育

6.0.4 岩溶区水文地质测绘应符合下列规定：

- 1 外业测绘之前宜先进行遥感图像解译；
- 2 测绘范围宜包括河间地块和邻谷间的分水岭地段；
- 3 划分地层的岩溶化岩组类型，划分富水性；
- 4 实地描述地表和地下岩溶形态；
- 5 初步确定水文地质单元边界，地下水的补给、径流、排泄关系；

6 对岩溶发育地段、蓄水工程可能渗漏地段、地下工程可能突水地段进行详查。

6.0.5 岩溶水文地质物探应符合下列规定：

- 1 岩溶物探应在水文地质测绘的基础上进行；
- 2 根据探测目的和地层的物性条件选择有效的物探方法；
- 3 物探结论应采用钻探或其他直接手段验证。

6.0.6 岩溶区的水文地质钻探，除应符合工程勘察的一般规定外，尚应符合下列要求：

- 1 兼顾勘探、监测和数值模拟的需要，兼顾补给、径流、排泄各区；
- 2 无隔水层时，孔深结合工程建设需要，进入弱岩溶化岩体；
- 3 有隔水层边界时，宜有钻孔查明边界位置；
- 4 在可能渗漏地段和可能突水地段重点布孔。

6.0.7 岩溶水文地质试验应符合下列规定：

- 1 根据工程要求，在代表性地段进行抽水试验或压水、注水试验；
- 2 需查明含水层之间的连通性时，进行示踪试验，并测定投放点与接受点的地下水位；
- 3 工程需要时，进行堵洞抬水试验。

6.0.8 工程需要时宜选择代表性地段布置长期观测孔或观测点，对岩溶水的水位、流量和水质进行动态监测。

6.0.9 岩溶区水文地质评价应根据工程特点和任务要求进行，并

应包括下列内容：

- 1 蓄水工程的岩溶渗漏；
- 2 地下工程的突水、突泥和淹没；
- 3 地下工程的外水压力；
- 4 岩溶水位变动引发的土洞和地面塌陷；
- 5 工程建设导致岩溶水文地质条件变化的环境影响。

7 水文地质评价和预报

7.1 地下水对工程建设影响的评价

7.1.1 地下水力学作用的评价应包括下列内容:

- 1 对地下室和地下构筑物宜提供防渗和抗浮设防水位;
- 2 对地下水位变化较大的地区,应评价地下水位升降对地基承载力和地基变形的影响;
- 3 在地下水位下开挖基坑或修建地下工程时,应提出控制地下水的措施,评价降水、隔水措施对邻近工程和周边环境的影响;
- 4 验算边坡和支挡结构的稳定性时,应分析评价地下水静水压力、渗透力对边坡和支挡结构的作用;
- 5 对有水头压差的粉细砂、粉土,应评价产生潜蚀、流土、管涌的可能性;
- 6 对建筑物稳定性的评价。

7.1.2 地下水的物理、化学作用的评价应包括下列内容:

- 1 对地下水位以下的工程结构,应评价地下水对建筑材料的腐蚀性;
- 2 对软质岩、强风化岩、残积土、湿陷性土、膨胀岩土和盐渍岩土,应评价地下水的变化所产生的软化、崩解、湿陷、胀缩和潜蚀等有害作用;
- 3 在冻土地区,应评价地下水对土的冻胀和融陷的影响。

7.1.3 地下水的腐蚀性评价应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和相应的行业标准执行。

7.1.4 地下水流动的渗透力 J 应按下列公式计算:

$$J = \gamma_w I \quad (7.1.4-1)$$

$$I = \frac{\Delta h}{L} \quad (7.1.4-2)$$

式中 γ_w ——水的重度(kN/m³);

Δh ——水头差(m);

L ——水流路径长度(m);

I ——水力梯度。

7.1.5 流土的临界水力梯度 I_{cr} 应按下列公式计算:

$$I_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} \quad (7.1.5-1)$$

$$I_{cr} = (G_s - 1)(1 - n) \quad (7.1.5-2)$$

式中 γ' ——土的浮重度(kN/m³);

G_s ——土的颗粒比重;

n ——土的孔隙度。

7.1.6 管涌的临界水力梯度宜通过试验确定,无试验资料时可按下式估算:

$$I_{cr} = 2.2(G_s - 1)(1 - n)^2 \frac{d_5}{d_{20}} \quad (7.1.6)$$

式中 d_5 、 d_{20} ——分别为占土重 5%、20% 所对应的土的粒径(mm)。

7.1.7 基坑下有承压水可能产生突涌时,稳定系数 F_s 可按下式验算:

$$F_s = \frac{\gamma_m z}{p_w} \quad (7.1.7)$$

式中 γ_m ——上覆隔水层土的饱和重度(kN/m³);

z ——上覆隔水层厚度(m);

p_w ——承压水的水压力(kPa)。

7.1.8 基坑下无承压水时,坑底稳定系数 F_s 可按下式验算:

$$F_s = \frac{\gamma_m \cdot t}{\gamma_w \left(\frac{1}{2} \Delta h + t \right)} \quad (7.1.8)$$

式中 t ——隔水帷幕底至基坑底的距离(m);

Δh ——隔水帷幕内外水头差(m);

γ_m —— t 范围内土的饱和重度(kN/m^3)。

7.1.9 当工程建设场地或附近有污染源时,应根据任务要求评价污染源对场地及附近地下水污染的影响。

7.2 工程建设对地下水环境影响评价

7.2.1 对隧道、矿坑、地下洞室、露天采矿场、大型基坑等,当施工期间大量降排水时,应评价降排水引发的下列问题:

- 1 降排水对水资源的消耗;
- 2 降排水形成区域性降落漏斗范围和引发地下水补给、径流、排泄条件的变化;
- 3 降排水引发地面沉降和工程建筑的附加沉降;
- 4 降排水引发的生态问题。

7.2.2 当地下工程阻塞地下水通道时,宜评价由此引发的上游壅水和下游疏干产生的水位变化、地下水补给、径流、排泄条件的改变,以及对水源、已有工程和生态环境的影响。当因整平场地而使挖方或填方量较大时,宜评价可能导致的水位变化及其对工程的影响。

7.2.3 当勘探或施工使不同含水层贯通时,宜评价贯通引发的环境问题,并提出相应的措施。

7.2.4 当工程项目投入运营后有可能成为污染源时,应根据任务要求评价和预测其对场地及附近地下水可能产生的污染影响。

7.3 水文地质灾害预报

7.3.1 在基坑、边坡、隧洞、桥涵、地下工程等的施工过程中,应进行水文地质监测和灾害超前预报。水文地质监测工作宜与应力、位移等监测结合进行。监测工作的布置应按第 5.5 节执行。

7.3.2 水文地质灾害预报应根据任务需要确定,并应包括下列内

容:

- 1 地下水位变化;
- 2 自然边坡、人工边坡或基坑的边坡失稳,基底隆起;
- 3 地下工程塌方、突水、防水失效或结构失稳;
- 4 地面沉降或地面塌陷;
- 5 水源枯竭和浅井报废;
- 6 海水入侵、地下水污染、水质改变;
- 7 浸没、沼泽化或土地盐渍化等。

7.3.3 对地下水动态趋势的预测,应合理选择预测方法,建立数学模型,确定预警临界值。

7.3.4 当监测数据超过预警临界值,或施工过程中出现漏水、塌孔、涌砂、突水、突泥等迹象时,应及时作出判断和发出警报。

8 各类工程的水文地质勘察要点

8.1 水库区水文地质勘察

8.1.1 水文地质勘察的范围,应包括库区可能渗漏地段(单薄分水岭、临近洼地、宽大破碎带、古河道等)、壅水地段和浸没地段。

8.1.2 水文地质勘察宜采用遥感、测绘、物探、钻探、坑探、槽探相结合的方法,并应符合下列规定:

1 水文地质测绘的比例尺,对城镇地区宜选用 1:2000~1:1000;对农村地区宜选用 1:10000~1:5000。

2 勘探线宜垂直库岸线或平行地下水流向布置。勘探线间距在农田地区宜为 500~1000m,在城镇地区宜为 200~500m。探坑、探槽应挖至地下水位,钻孔应钻至相对隔水层。勘探点间距宜为 300~500m,当岩相变化大,地下水水力梯度大时,勘探点间距可减小为 50~200m。

3 岩土渗透系数或透水率可采用抽水试验、注水试验或压水试验获得。对于粘性土,可采用室内或野外试验获得起始水力梯度。

4 调查地下水壅高时,可在典型地段设置观测断面,进行钻孔地下水观测。观测内容应包括地下水位、水化学成分,土壤含盐量等;观测孔的布置应考虑地下水水力坡降大小、地形特点、岩相变化。最高的观测孔应设在正常蓄水位和库水位超高以上可能浸没区的边缘。

8.1.3 岩溶渗漏的水文地质勘察应查明下列主要内容:

1 可能出现渗漏的低邻谷的高程和距离,远方排泄基准面的高程和距离;

2 褶皱、断裂的性质及空间展布,相对隔水层厚度、空间分布

和连续性；

3 可溶岩介质透水性的类型及其空间分布；

4 岩溶水的补给条件,包括补给面积和补给方式,可溶岩沟通上、下游,组成统一岩溶含水系统情况；

5 岩溶水径流的条件和形式(管道型、扩散流),岩溶水流动系统(泉、管道水、暗河、地下河)的边界和水文特征；

6 地下水的流向、流速、管道水的比流速、水流比降及动态；

7 估算和评价渗漏量,提出防治渗漏的处理建议。

8.1.4 水库区当有下列条件之一时,可判定为发生渗漏：

1 河水补给地下水,河流上下游流量有明显的漏失现象；

2 库水位高于邻谷河水位,河间地块无相对隔水层,或相对隔水层已被断层破坏,且无地下水分水岭；

3 库水位高于邻谷河水位,河间地块虽有地下水分水岭,但其高程低于库水位,且正常蓄水位以下发育有通向库外的透水层；

4 库水位高于邻谷河水位,岩溶直接沟通蓄水工程内外,或构造切割使内外可溶岩产生水力联系,构成统一岩溶含水系统。

8.1.5 水库渗漏量等级可按表 8.1.5 划分。

表 8.1.5 水库渗漏量等级

等级	渗漏情况
轻微渗漏	渗漏量小于河流平水期流量的 3%
中等渗漏	渗漏量为河流平水期流量的 3%~10%
严重渗漏	渗漏量大于河流平水期流量的 10%

8.1.6 岩溶区蓄水工程在下列条件下可判定为不具渗漏可能性：

1 邻谷河水位高于蓄水工程正常蓄水水位；

2 河间地块有连续稳定的相对隔水层封闭阻隔；

3 河间地块地下水分水岭高于蓄水工程正常蓄水位；

4 河间地块地下水分水岭虽低于蓄水工程水位,但分水岭地带岩溶不发育,无贯通性的岩溶管道存在。

8.1.7 浸没区水文地质勘察应包括下列主要内容：

1 浸没地段的地形地貌特征,水库周围一定范围内是否存在坡度平缓且面积较大地段,库外是否存在封闭或半封闭的洼地,且地面高程低于水库水位的地段;

2 库岸的地层岩性和地层结构;

3 浸没区主要含水层和相对隔水层的分布、埋藏条件、水力联系、地下水位、水化学性质及其动态变化;

4 土的毛细水最大上升高度、给水度、渗透系数,粘性土的起始水力坡降,产生浸没的地下水临界深度和植物根系深度;

5 水库蓄水后可能发生浸没地段的范围、危害类型(沼泽化、盐碱化、黄土湿陷等)和危害程度。对城镇区、居民区、公共建筑区和工业区,应预测地下水壅高对地基承载力的影响,预测浸没对既有建筑、市政设施和工业设施的影响。

8.1.8 库水与地下水有水力联系的地段,应进行地下水壅水计算。壅水计算应符合下列规定:

1 土的渗透系数 K 、给水度 μ 、渗入补给量 W 等水文地质参数,宜通过地下水动态长期观测,并按地下水均衡理论求得;

2 壅水前的天然地下水位宜取平水期水位,并考虑丰水年的水位;对北方农田区应取作物幼苗期的多年平均水位;

3 预测最终浸没范围时,起始水位应取正常蓄水位,水库上游地区尚应考虑库尾水位超高的情况。

8.1.9 地下水动态长期观测时间不得少于一个水文年,水位、流量宜每 5 天观测一次,水温宜每季度观测一次。当出现异常时,应增加观测频次。对多层含水层应分层观测。

8.2 坝址区水文地质勘察

8.2.1 坝址区水文地质勘察应包括下列内容:

- 1 各透水层、含水层和相对隔水层的厚度、渗透性及其分布;
- 2 褶皱、断层、裂隙和岩体风化卸荷带的分布及其渗透性,集中渗漏带的分布特征及其与地表水的连通条件;

3 地下水补给、径流、排泄关系,地下水位动态变化,地表水与地下水的水力联系;

4 地表水和地下水的化学成分,环境水对混凝土的腐蚀性;

5 水文地质结构类型和边界条件,岩土体渗透性分区,岩体的各向异性渗透性及其在高水头作用下的渗透性特征;

6 对坝基渗漏、绕坝渗漏、渗透变形、坝基基坑涌水、坝基扬压力等水文地质问题进行分析评价,提供工程设计及地基处理设计所需水文地质资料和建议;

7 施工期水文地质巡视、观测和分析预报。

8.2.2 坝址区的基岩钻孔,应进入拟定建基面以下 $1/3 \sim 1/2$ 坝高的深度。帷幕线上的钻孔深度,应大于坝高或进入相对隔水层 10m 以上。覆盖层内的钻孔深度,当下伏基岩埋深小于坝高时,应深入基岩面以下 10~20m;当下伏基岩埋深大于坝高时,宜根据透水层、含水层和相对隔水层的具体情况确定。

8.2.3 坝址区水文地质试验应符合下列规定:

1 对覆盖层中的主要含水层应进行抽水试验,并根据含水层的复杂程度和不同的勘察阶段,进行单孔或多孔,分层或综合抽水试验。坝基主要含水层的抽水试验组数,可按不同设计阶段来确定。

2 坝基、坝肩和防渗帷幕线上的基岩钻孔,应进行压水试验。

3 当坝高大于 200m 时,宜进行大于设计水头 1.2 倍的高压压水试验。

4 强透水的大断层破碎带应作专门的水文地质试验。

8.2.4 坝址区水文地质监测应包括下列内容:

1 在前期勘察阶段,应对水位、水温、水质、流量或涌水量等进行地下水动态监测,观测历时应在一个水文年以上。对多层含水层应分层观测,并提出施工期和运行期地下水动态监测的具体建议。

2 在施工期间,应对开挖过程中的地下水渗出情况、坝基基

坑涌水和排水量、坝基和坝肩地下水位变化情况等水文地质监测。

3 在水库蓄水初期应对坝基和坝肩地下水位变化情况、排水孔涌水量、涌水压力、集中渗漏段的涌水量、总涌水量等进行水文地质监测。

8.2.5 施工阶段的水文地质专门勘察,应符合下列规定:

1 施工过程中如发现有切穿防渗帷幕的强烈渗漏带,应进行专门勘察,并对防渗工程的处理范围和深度重新核定;

2 水库蓄水初期渗漏量异常增大,或出现原因不明的集中渗漏带时,应进行专门勘察,提出对不良工程水文地质问题的处理建议。

8.2.6 在下列情况下应对坝基或坝肩的扬压力进行评价:

1 坝踵附近岩体透水性大,坝趾附近岩体透水性小时;

2 坝基岩体透水性小,存在透水性大的顺河向陡倾角结构面时;

3 弱透水层下埋藏有强透水的向斜谷时;

4 坝基分布有延伸大、水位高的断层破碎带或宽大裂隙等情况时。

8.3 堤防水文地质勘察

8.3.1 堤防水文地质勘察应重点调查下列内容:

1 堤线区的地形特征、地貌单元、微地貌特征、地层结构、地质构造和水系特点;

2 工程区内埋藏的古河道、古冲沟、湖、渊、潭、塘、墓、洞穴等;

3 工程区内的地下水类型、补给、径流、排泄条件,井、泉分布及水位、流量变化规律,地下水的物理化学性质;

4 岩土体的透水性,含水层、透水层和相对隔水层的埋藏条件,各水位期的堤基渗漏、渗透稳定性和背水区浸没情况等。

8.3.2 水文地质测绘可与工程地质测绘结合进行,也可进行专门水文地质测绘。测绘范围应满足相应水文地质评价的要求。堤防线路两侧各 500~1000m 及水文地质条件复杂地段,应适当扩大测绘范围。不同设计阶段的测绘比例尺,应按有关规定在 1:50000~1:2000 内选用。

8.3.3 岩土层水文地质参数,应针对不同工作阶段,采用室内试验、现场试验或经验方法获取。

8.3.4 堤基实际水力坡降,应结合历史出险记录(已建堤防)、现场试验、室内试验、渗流计算等综合分析确定,并可进行水文地质模拟试验。

8.3.5 应在查清地基砂层、砂卵石层、古河道、构造破碎带等透水单元的基础上,按照堤基地质结构条件,选用与其相适应的计算方法,对堤防渗漏进行定量分析评价。

8.3.6 新建堤防工程,应按照设计阶段要求,对工程修建后背水区滩地的浸没进行评价和预测。

8.3.7 对已建堤防工程,应调查堤身和堤基的隐患(空洞、裂隙、软弱结构面等)位置和分布范围、洪水期临水区和背水区以及堤身水文地质条件的变化、历史出险记录和抢险加固措施,搜集和整理施工记录等资料,并分析险情产生原因。对已建堤防堤身的渗漏评价,应考虑空洞、裂隙、裂缝、软弱结构面等堤身隐患渗漏的影响。

8.4 隧道和地下洞室水文地质勘察

8.4.1 隧道和地下洞室水文地质勘察应包括下列内容:

- 1 查明隧道和地下洞室区的水文地质条件;
- 2 估算施工过程中可能的涌水量;
- 3 评价和预测施工过程中可能产生的突水、突泥以及由地下水引发的其他地质灾害;
- 4 估算地下水造成的对隧道和地下洞室的外水压力;

5 评价工程活动对水文地质环境的影响；

6 对拟建工程施工中可能发生的地质灾害、地下水压力和工程活动对水文地质环境的影响等，提出防治措施建议。

8.4.2 隧道和地下洞室的水文地质测绘范围，应包括拟建洞线两侧各 300~1000m。测绘的方法应符合本规程第 5.1 节的规定。

8.4.3 水文地质勘探应符合下列规定：

1 勘探点剖面线和勘探点的间距应根据水文地质条件的复杂程度确定；

2 钻孔深度宜进入拟建工程基面以下 10m，或根据隔水层的具体情况确定；

3 对断层破碎带、裂隙密集带、岩溶通道等地段，可布置平硐或采用其他有效勘探手段进行探查；

4 水文地质条件复杂的地区，应进行专门水文地质勘察。

8.4.4 水文地质试验应符合下列规定：

1 在对工程建设有影响的松散层含水层中应进行抽水试验或注水试验，根据水文地质条件的复杂程度和不同勘探阶段，可选用单孔抽水、多孔抽水、分层抽水或综合抽水试验。含水层的抽水试验，在可行性研究阶段不应少于 1 组；在初步设计阶段单孔抽水试验不应少于 3 组，多孔抽水试验不应少于 1 组；

2 在基岩中应进行压水试验或注水试验；

3 对高水头抽水蓄能电站的隧洞，可进行高压压水试验；

4 对重大工程必要时应确定岩体的各向异性渗透性。

8.4.5 水文地质监测应符合下列规定：

1 在前期勘察阶段，对地下水水位、水温、水质、流量等的动态监测，不应少于一个水文年；

2 施工期间应对开挖过程中的地下水渗出情况，隧洞的涌水量，周围地下水位变化等进行监测；

3 水文地质长期观测历时不应少于一个水文年；

4 对隧道和地下洞室外地下水出露位置、出露形式、涌水量、

压力水头、水的颜色、气味、携出物、溶蚀和沉淀情况、施工期河水位；隧道和地下洞室内的地下水位，地下水沿断层、节理密集带和软弱夹层的活动情况以及土质隧洞的管涌、流土等渗透变形情况应进行重点监测。

8.4.6 对可能出现涌水和突泥的地段，应查明下列内容：

- 1 查明沿线地层的含水特征及透水性；
- 2 查明沿线主要断层破碎带和裂隙密集带的特征、透水性和含水性；
- 3 查明沿线地下水溢出点及地下水的有关特性，重点查明涌水量、汇水构造、强透水带、与地表溪沟连通的含水层、断层破碎带、裂隙密集带、岩溶通道和采空区等。

8.4.7 对隧道和地下洞室的涌水和突泥的评价应符合下列规定：

1 当隧道和地下洞室位于地下水位以下，隧道和地下洞室可能穿越断层带、节理密集带、构造破碎带、岩溶发育区时，可判定可能存在涌水问题。

2 应根据工程区的地形地貌条件、地质构造、地下水与地表水的水力联系、地下水的补排关系、岩土体的渗透性及其分布组合特征，进行涌水量估算。

3 当隧道和地下洞室穿越含泥断层带、含泥裂隙密集带以及含泥的岩溶洞穴、暗河形成的含水岩体时，可判定可能存在突泥问题。

4 预测涌水和突泥的可能性，估算最大涌水量，对围岩稳定性进行评估。

8.5 边坡水文地质勘察

8.5.1 水文地质条件复杂的边坡、稳定性受水文地质条件控制的大型滑坡，应进行专门水文地质勘察。

8.5.2 边坡水文地质勘察应包括下列内容：

- 1 搜集分析气象资料，重点为降雨量及其季节分布，十年一

遇最大降雨量,暴雨强度和持续时间,大气降水入渗条件,降雨与边坡稳定关系;

2 地表水汇水面积,地表水水位动态,水库水位调控方案,地表水对边坡的冲刷,地表水与地下水的补排关系,水位变动与边坡稳定关系,洪水和泥石流灾害;

3 岩土의渗透性质,地下水类型,透水层、含水层、隔水层的组合关系,地下水的补给、径流和排泄关系,滑面和潜在滑面附近的含水特征,地下水出露情况,地下水活动对边坡稳定的影响;

4 人工切坡、堆载、灌溉、沟渠等对水文地质条件及边坡稳定的影响;

5 通过综合分析,确定影响边坡稳定的主要水文地质因素,提出保证边坡稳定的建议。

8.5.3 水文地质测绘宜与工程地质测绘结合进行,测绘范围应大于可能对边坡稳定性有影响的所有地段,水文地质条件复杂的大中型边坡,可适当扩大测绘范围。

8.5.4 对地下水出露点应测绘其位置和标高,查明所在层位、出水量及其动态变化。

8.5.5 勘探点、线的布置应满足每一个水文地质单元均应有纵、横剖面控制。对已经发生坍滑的边坡应沿坍滑体的滑动方向布置纵剖面,剖面线长度应大于地形最高点至最低点的长度;沿滑动方向的垂直方向布置横剖面,剖面线长度应大于坍滑体的范围。

8.5.6 所有勘探孔均应进行水文地质观测,测定各层水的水位,确定地下水的层位和类型。除钻探外,可根据具体条件辅以井探、槽探、洞探、物探等方法。

8.5.7 水文地质试验应符合下列规定:

1 岩土의渗透性可根据具体水文地质条件选用抽水试验、压水试验、注水试验或渗水试验等方法测定;

2 根据具体条件,选择适当位置,测定孔隙水压力;

3 水文地质试验应在不影响边坡稳定的条件下进行;

4 当边坡岩土体浸水后可能产生软化、崩解、膨胀、湿陷时,应分别进行相应试验;

5 对边坡工程场区内的地下水、地表水应进行水质分析。

8.5.8 当水文地质条件复杂,地下水对边坡稳定影响大时,应进行水文地质监测,并应符合下列规定:

1 监测项目应包括井孔水位和泉的流量,必要时,尚应监测水化学成分的变化;

2 监测点的位置和间距,应根据边坡及其附近的地形地貌、地质和水文地质条件及边坡工程要求确定;边坡的上方、下方、滑动带,以及地下水位变化大的地段、上层滞水和裂隙水汇集地段,均应布置监测点;

3 当存在多层地下水时,应分层观测;

4 进行水文地质监测时,应同时测量降雨量和地表水位,分析降雨和地表水位与水文地质监测成果的关系。

8.5.9 边坡工程水文地质评价应包括下列内容:

1 地下水的赋存和活动对边坡工程安全的影响,包括施工期间和使用期间的影响;

2 孔隙水压力及其变化对边坡应力状态的影响;

3 工业和市政管线,截水和排水工程等对入渗、渗流及边坡稳定的影响;

4 提出防治地下水危害及稳定边坡的措施;

5 边坡工程建设对地下水补给、排泄、径流条件和水文地质环境的影响。

8.6 房屋建筑和市政工程水文地质勘察

8.6.1 房屋建筑和市政工程水文地质勘察宜包括下列内容:

1 提供勘察期间测定的稳定地下水位;

2 提供地下水位的季节变化幅度、多年变化幅度、历史最高水位、近3~5年最高水位;

3 提供基坑工程设计需要的水文地质参数;

4 提出基坑施工时的地下水控制方案建议。

8.6.2 渗透系数等水文地质参数可取经验值,大型重要工程宜通过现场水文地质试验确定。

8.6.3 当工程施工和使用期间地下水位可能高于地下室的室内地面标高时,宜根据需要提供下列水位和水压力建议:

1 防渗设防水位;

2 抗浮设防水位;

3 作用在地下室外墙的水压力。

8.6.4 防渗设防水位可根据地下水历史最高水位,结合今后水位变化趋势,预估工程施工和使用期间最高水位确定。

8.6.5 确定抗浮设防水位时,宜预估工程施工和使用期间地下水最高水位,并考虑下列因素:

1 历史最高水位;

2 降雨量和地下水位的多年变化;

3 地下水开采量变化的影响;

4 城市和工程建设对地下水补给、排泄的影响;

5 跨流域调水及其他人为因素的影响;

6 拟建场地岩土层的组合关系、相关含水层水位的动态变化规律及基底所处岩土层的渗透性。

8.6.6 作用在地下室外墙的水压力计算,除考虑工程施工和使用期间地下水最高水位外,当存在多层地下水时,尚宜根据地层的渗透条件确定水压力随深度的变化。

8.6.7 当施工期间地下水位高于基坑底面时,应评价地下水对施工的影响,并应提出控制地下水的措施建议。

8.6.8 基坑地下水控制应满足下列要求:

1 基坑内坑底水位不得高于基坑底面以下 0.5~1.0m,有毛细水时宜取较大值;

2 保证坑壁不发生因涌土涌砂和土粒流失而失稳;

3 保证坑底不发生突涌、管涌等渗流破坏。

8.6.9 当采用降低水位控制地下水时,应符合下列要求:

1 选用合理的降水方法;

2 降水井的深度和平面布置可根据经验或计算确定;

3 当工程场地及其邻近有管道漏水或存在上层滞水时,应采取有效措施,控制其对坑壁稳定的影响;

4 当邻近已有建筑或市政工程时,应评价基坑降水对已有建筑或市政工程的影响;

5 当基坑底面以下存在承压水时,应分析坑底突涌的可能性,必要时应采取降压措施;

6 当基坑底面低于含水层底面时;应考虑含水层的疏干现象,并采取有效措施,控制残留水对坑壁稳定的影响;

7 宜设置一定数量的水位观测孔,监测降水效果。

8.6.10 当采用截水墙控制地下水时,宜符合下列要求:

1 截水墙宜插入含水层底板 $0.5\sim 1.0\text{m}$;

2 截水墙在平面上宜封闭;

3 截水墙应无明显渗漏;

4 当截水墙在平面上不封闭或未插入含水层底板时,宜计算分析地下水控制的效果。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应按……执行”或“应符合……的要求(或规定)”。非必须按所指定的标准执行时,写法为“可参照……执行”。

中国工程建设协会标准

工程建设水文地质勘察标准

CECS 241 : 2008

条文说明

目 次

1	总 则	(41)
2	术语和符号	(42)
2.1	术语	(42)
3	基本规定	(43)
4	区域气候、水文和水文地质调查	(48)
5	水文地质勘察技术要求	(49)
5.1	水文地质测绘	(49)
5.2	水文地质物探	(50)
5.3	水文地质钻探	(51)
5.4	水文地质测试	(52)
5.5	水文地质动态监测	(53)
5.6	勘察资料整理	(53)
6	岩溶区水文地质勘察	(55)
7	水文地质评价和预报	(57)
7.1	地下水对工程建设影响的评价	(57)
7.2	工程建设对地下水环境影响的评价	(60)
7.3	水文地质灾害预报	(61)
8	各类工程水文地质勘察要点	(62)
8.1	水库区水文地质勘察	(62)
8.2	坝址区水文地质勘察	(62)
8.3	堤防水文地质勘察	(63)
8.4	隧道和地下洞室水文地质勘察	(63)
8.5	边坡水文地质勘察	(64)
8.6	房屋建筑和市政工程水文地质勘察	(65)

1 总 则

1.0.2 本标准适用于建筑、市政、水利、交通、能源、矿山等各类建设工程的水文地质勘察,是各行业、各类工程水文地质勘察的通用标准,故第1章到第7章,规定的都是共性和通用性内容。由于不同行业、不同工程对水文地质勘察的要求差别很大,为兼顾其专用性,在第8章规定了各类工程水文地质勘察的要点。

本标准在执行时应注意,有些条文规定了怎样做,但是否需做则应根据任务要求和相关规定执行。例如,第3.0.9条规定了如何进行地下水化学分类和水质分级,是指任务要求或相关规定要求时才进行,并非意味着每项工程都要进行地下水化学分类和水质分级。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.8~2.1.10 在工程建设中,尤其是地下工程施工过程中,由于地下水的作用,很多时候都有可能发生突水、突泥、涌水、涌砂、突涌、管涌、流土等灾害或工程事故,如果采取工程措施不当的话就会造成人员伤亡和财产损失。一般来讲,在基岩地区地下工程施工时,由于地下水的作用,可能发生的灾害或工程事故主要是突水、突泥等,水利、水电、铁路、公路、煤矿等行业遇到的机会较多。在第四系松散层中进行地下工程施工时,由于地下水的作用,可能发生的灾害或工程事故主要是涌水、涌砂、突涌、管涌、流土等。

2.1.11 地下水在运动过程中能量不断消耗,反映在水头沿流程不断减小,因而在渗流场中各点的水头是不相同的,可以表示为 $H(x,y,z,t)$,它构成一个标量场。由场论可知,标量场可构成一个梯度场。梯度的大小为 $\left|\frac{dH}{dn}\right|$,方向沿着等水头面的法线,正向为指向水头增高的方向。在地下水动力学中,把大小等于梯度值,方向沿着等水头面的法线指向水头降低方向的矢量称为水力梯度,即:

$$I = -\frac{dH}{dn}\vec{n} \quad (1)$$

式中 \vec{n} 为法线方向的单位矢量。

实际工作中,由于行业的习惯不同,不同行业中有不同的称谓,有的把梯度的大小称为水力梯度,有的称为水力坡度、水力坡降、水流比降等。

3 基本规定

3.0.1 水文地质条件和存在的水文地质问题是影响和决定工程安危和造价的重要因素,因此它是岩土工程问题评价的重要组成部分。对于小型的或水文地质条件简单的建设工程,水文地质勘察可在进行岩土工程勘察时一并进行,目前多数工程建设项目都是如此,水文地质勘察成果在岩土工程勘察报告中单列一章。对于大型的建设项目、水文地质条件复杂的建设项目或者有特殊要求的建设项目(如需要提供抗浮设防水位的项目等),应该根据需要,针对工程项目特点,进行专门的水文地质勘察。本标准主要是为专门水文地质勘察而制订的。

3.0.3 工程建设水文地质勘察与工程地质勘察一样,都具有继承性,因此要搜集分析已有资料。同时,考虑到勘察是一种探索性工作,编制勘察纲要,进行现场踏勘,是非常必要的。各阶段的勘察工作结束后,应将各项勘察资料及时整理,编制水文地质勘察报告或成果说明。

3.0.4 完整水文地质单元的区域相对于工程建设场地来说一般要大很多,当缺乏地区性水文地质资料时,只在工程建设拟建场地范围内进行勘察工作是不够的,但大范围的勘察对于工程建设来讲亦不现实,因此在工程建设场区内进行详细的勘察,而在拟建场区外采取必要的地质测绘、遥感、物探等手段是可行的。

水文地质钻探和水文地质物探是水文地质勘察工作的重要手段,特别是对于较大范围的水文地质勘察,采用物探手段既快速又经济,而对于一些特殊条件,如岩溶地区,物探方法有其不可替代的作用。但由于其应用受场地地形和岩土物性条件等的限制,探测成果往往具有多解性,有时较难得出明确地结论。因此实际应

用中一是要采用有效的方法进行综合探测,二是探测成果要与钻探成果互相验证,以期获得最佳效果。

3.0.5 由于地下水对不同行业的工程建设的作用和影响程度不同,因此造成不同行业、不同用途的工程建设对水文地质勘察的要求和侧重点不同,水文地质勘察应根据具体情况,合理确定具体的勘察内容和采取的勘察、测试手段。为使新的工程建设区纳入地下水系统监测网,在新建区应设置必要的地下水长期监测孔。

3.0.7 关于地下水的几种类型说明如下:

包气带中对工程有不利影响的主要是上层滞水,上层滞水的特点是其局部性和暂时性,无统一的有规律的水位,不能形成统一的有一定规模的水体。上层滞水水体的上面和下面均存在非饱和带,主要由大气降水、灌溉、管道漏水、小型地面水体渗漏等局部的自上而下的垂直补给,基本不存在侧向地下水体补给,更无下层含水层的越流补给。上层滞水的分布随时间、空间的变化很大。城市建设的排水系统,竖向设计,路面结构,管道渗漏,绿化设施,人工地面水景观等工程状况都对上层滞水有重要影响。

上层滞水对工程的主要影响是基坑开挖。由于上层滞水可能破坏土钉墙稳定,造成桩间土坍塌,因此,必须采取相应措施防止事故发生。上层滞水是否存在浮力,视水体与建筑物的相对尺寸和相对位置而定。基础在连片的上层滞水中可能构成浮力;基础底面位于水体以下的非饱和带则不构成浮力;非连续水体,一般也不构成浮力。

包气带中的毛细水,在盐渍土地区对工程建设的影响较大,主要问题是引起对建筑物基础的腐蚀。在评价由于地下水位上升引起的土壤盐碱化问题和评价由于地下水位下降影响植被生长而引发的生态环境问题时,毛细水成为不可或缺的重要因素。

潜水有一个自由的水面,没有顶板约束;承压水有顶板约束,测压水头高于含水层顶面,这个概念是众所周知的。需要注意的是,同一含水层,由于空间位置不同,有的地方表现为潜水,有的地

方表现为承压水,但静水压力的零压面(潜水水位和承压水水头)仍是连续的。还要注意的,随着季节的不同,年度的变化以及人为干预,同一含水层的性质可能转化,从潜水转为承压水或从承压水转化为潜水。

层间水一般为承压水,原因是由于层间水有顶板约束。但如排泄量较大,补给不足,在“入不敷出”的情况下,压力水头会降至顶板以下,成为层间潜水。这种情况在自然界比较少见,但在人工大量开采层间水的条件下则很可能发生。严重超采地下水的北京就普遍存在层间潜水。

裂隙水和岩溶水可合称裂隙岩溶水。与赋存在第四系地层中的孔隙水相比,赋存在岩体中的裂隙水和岩溶水有下列特征:

一是水体形状的高度不规则性。第四系孔隙水一般呈层状,水体形状比较规则,边界容易通过钻探等手段确定。裂隙水和岩溶水的水体形状决定于岩石裂隙和溶洞、地下河的分布,形状极不规则。虽经过详细的地质调查,动用钻探、物探等手段,仍难以将其分布边界查清。

二是水流性质的特殊性。孔隙水除尺寸很大的卵石、漂石外,一般为层流运动,服从达西定律。裂隙水在岩石裂隙中运动,岩石裂隙有宽有窄,有疏有密,尺寸变化极大,一般不是层流运动。岩溶水在溶洞或暗河中运动,类似于管流,服从管流运动规律,但岩溶“管道系统”极为复杂,高度不规则,又极难查清。水头、流量等只能实测,很难用理论公式计算。

三是富水性的高度不均匀。对于孔隙水,同一含水层的富水性大体是均匀的。裂隙水和岩溶水的富水性则极不均匀,有的场地,两个钻孔相距数米,一个孔水量非常丰富,另一个孔滴水不流。在隧道、矿坑等地下开挖工程中,突水事故基本上都是岩溶水和裂隙水造成的。裂隙水和岩溶水的水位动态变化往往很大,枯水期水位很低,一场大雨或暴雨后,水位猛涨,淹没工程,造成灾害。

3.0.8 本条规定与国家标准《水利水电工程地质勘察规范》

GB 50287 一致,也适用于其他行业的岩土渗透性分级。

3.0.9 虽然本标准不包括供水水文地质勘察,但环境岩土工程是工程建设中的重要问题,有时需进行地下水化学分类和水质分类。地下水的化学分类方法很多,其中较广采用的是由前苏联学者阿廖金提出的分类法,见表 1。

表 1 地下水的化学分类(阿廖金分类法)

类	碳酸盐类(C)			硫酸盐类(S)			氯化物类(Cl)		
	钙组	镁组	钠组	钙组	镁组	钠组	钙组	镁组	钠组
组	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
型	I	I	I	II	II	I	II	II	I
	II	II	II	III	III	II	III	III	II
	III	III	III	IV	IV	III	IV	IV	III

阿廖金分类法既考虑了含量占优势的离子,又考虑了阴阳离子间含量对比关系。其具体的划分方法为:首先根据含量最多的阴离子将地下水划分为三大类,即碳酸盐类(C)、硫酸盐类(S)和氯化物类(Cl);然后在每一大类中再根据主要的阳离子分为三组,即钙组(Ca)、镁组(Mg)和钠组(Na);最后按阴阳离子含量的比例关系分为四个型,即 I 型、II 型、III 型和 IV 型。

其中 I 型: $(\text{HCO}_3^- + \frac{1}{2}\text{CO}_3^{2-})$ 的含量 $> (\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+} + \frac{1}{2}\text{Mg}^{2+})$ 的含量;

II 型: $(\text{HCO}_3^- + \frac{1}{2}\text{CO}_3^{2-})$ 的含量 $< (\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+} + \frac{1}{2}\text{Mg}^{2+})$ 的含量 $< (\text{HCO}_3^- + \frac{1}{2}\text{CO}_3^{2-} + \frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-})$ 的含量;

III 型: $(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+} + \frac{1}{2}\text{Mg}^{2+})$ 的含量 $< (\text{HCO}_3^- + \frac{1}{2}\text{CO}_3^{2-} + \frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-})$ 的含量;

或 Cl^- 的含量 $> \text{Na}^+ (\text{K}^+)$ 的含量。

IV 型: $(\text{HCO}_3^- + \frac{1}{2}\text{CO}_3^{2-})$ 的含量为 0。

地下水的水质分类随用途的不同各有不同的要求,应根据任务要求确定。我国国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 包括

单项组分评价和综合评价。单项组分评价将水质分为五个等级，即Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类、Ⅳ类和Ⅴ类。综合评价按下式确定：

$$F=\sqrt{\frac{\overline{F}^2+F_{\max}^2}{2}} \tag{2}$$

$$\overline{F}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n F_i \tag{3}$$

式中 \overline{F} ——各单项组分评分值的平均值；
 F_{\max} ——各单项组分评分值的最大值。
 根据 F 值，按表 2 确定综合评价等级。

表 2 地下水的水质分类综合评价等级

级别	优良	良好	较好	较差	极差
F 值	<0.80	0.8~2.5	2.5~4.25	4.25~7.20	>7.20

4 区域气候、水文和水文地质调查

4.0.1 搜集区域气候资料的内容,应根据区域气候的特点,区域水文和水文地质特点以及工程需要确定。由于大气降水是地下水补给的主要来源,故重点是降水量及其季节和多年变化。

4.0.2 地下水和地表水的关系是众所周知的,绝大多数情况两者存在于同一流域,流域边界也大体一致。一般雨季时地表水补给地下水,旱季地下水补给地表水,二者互为补排关系,故区域水文的调查对水文地质勘察非常重要。

4.0.3~4.0.5 区域水文地质调查的内容、范围及其工作精度,应根据勘察任务要求和区域水文地质条件确定,这是显而易见的。例如,对于水库,涉及的范围很大,主要关心的是水库漏水问题;对于道路,勘察区很长,往往涉及多个水文地质单元甚至不同流域;对于房屋建筑,由于勘察范围小,一般对区域水文地质只需概要的了解。区域水文地质调查的内容、范围及其工作精度自然也各不相同。

随着遥感技术的发展和成熟,其在区域水文地质调查中的应用已很普遍,在区域调查之前通过遥感图像解译可以总体了解调查区域的地质及水文地质条件,使外业调查有预见性、针对性,减少盲目性,起到事半功倍的效果。还可以提高调查质量和工作效率,减少外业工作量。因此,一般情况下,在外业调查之前安排遥感技术工作。

5 水文地质勘察技术要求

5.1 水文地质测绘

5.1.1 水文地质测绘应根据工程建设规模和水文地质条件复杂程度决定是否需要单独进行,各阶段水文地质勘察宜在测绘后进行勘探。经过水文地质测绘,可以了解基本的地质情况和问题,以指导勘探工作的布置、物探方法的选择和代表性试验位置的确定,从而提高水文地质工作的针对性。

5.1.2 为了查明工程区的水文地质条件,往往需要查清地下水的补给、径流、排泄条件,而工程建设用地范围内的测绘又往往解决不了这一问题,因此研究范围扩大至与项目相关的一个或多个完整的水文地质单元是必要的。

5.1.3 水文地质测绘的比例尺,标志着水文地质工作的精度,随着工作的深入,工作区由大到小,工作由浅入深,精度也越来越高。

5.1.4、5.1.5 水文地质观测点,有的可以与工程地质观测点合用,因此观测点宜一点多用。关于每平方公里的观测点数和路线长度,应根据工程建设规模、水文地质条件复杂程度、重点研究问题和已有资料情况确定,各类工程差异很大,难用具体数字要求,原则上应与测绘比例尺相协调。

5.1.6 利用遥感影像资料判释和填图进行水文地质测绘,已经有比较成熟的经验。可以参考相关专业标准进行选择应用。

5.1.7 遥感影像资料可选用航空摄影像片和卫星摄影像片及热红外图像。陆地卫星像片的选择,以近期的为好。热红外图像比例尺可以根据任务要求选择,大比例尺效果较小比例尺好,但费用较高。根据实践经验,比例尺在 1:25000~1:50000 之间的一般可以满足要求。

5.1.8 遥感影像填图野外检验是遥感影像填图工作不可缺少的一部分,尤其是在遥感影像上难以获取的资料,如岩层和构造的产状以及钻孔、井、泉的所属含水层类型、水位、水量和水质等,必须到野外实地补充取得。

5.1.9~5.1.11 不同水文地质环境区域以及不同类型的工程建设场地和规模,其水文地质测绘的内容与方法有所不同,测绘时应根据具体条件和工程要求因地制宜进行。其中水点调查是水文地质测绘的重要内容之一,水点包括人工水点和天然水点,人工水点如井、钻孔、矿井、坎儿井等,天然水点如泉、岩溶水点(暗河出入口、落水洞、地下湖等)。通过水点调查可以较深入了解测绘范围内的水文地质条件和特征,对区域水文地质条件作出初步判断。

5.1.12 不同的试验项目,对取样至试验的限制时间有不同的要求,例如:pH 值、游离 CO_2 、硝酸根、亚硝酸根、挥发酚等,应尽快化验;侵蚀 CO_2 至少放置 3~5 天,使其与大理石粉充分反应;其他项目一般无特殊要求。由于各试验室执行的标准不尽相同,原则上应按试验室的要求执行。

5.2 水文地质物探

5.2.1 水文地质物探是水文地质勘察的重要手段,是一种地面探测工作。通过物探可以定性或半定量反映地质、水文地质情况。与钻探结合,可以由点到面帮助我们全面分析场地的水文地质条件,同时也是指导钻探点布置的重要基础性工作。物探工作方法很多,有电法、磁法、重力法、超声波法、地质雷达等等。与物探类似的还有化探、放射性同位素等方法。

5.2.2 规定了物探方法应用的基本条件,主要是考虑自然条件对探测效果的影响,以便根据物探资料进行解释的成果能与客观条件基本符合。

5.2.3 采用物探方法不是万能的,这里规定了它可以探测的主要

内容,实际工作中应根据具体工程要求和具体条件选用。

5.2.4 测井是一种垂物探方法,利用测井可以帮助了解地层的垂向变化和查明某些水文地质参数。

5.2.5 虽然天然介质对各种物探信息的反映有一定规律,但不同自然环境下会有差异,而且有时差异很大,因此在同一个勘察区内,宜有适量的钻探资料进行对比验证。对物探的实测资料,应结合地质、水文地质条件和钻探资料进行综合分析,才能提出具有相应水文地质解释的物探成果。

5.3 水文地质钻探

5.3.1 水文地质钻探应在调查、测绘和物探工作的基础上有针对性的进行,以尽量减少钻探工作量,提高工作效率。建设项目类型和水文地质条件复杂程度的不同,导致勘探孔的布置差异很大,因此勘探孔的布置应以能查明勘探区的地质和水文地质条件,取得有关水文地质参数和地下水评价所需的资料为准。

5.3.4 水文地质钻探主要了解岩土的水理特性,因此一般应采用套管护壁、以清水作为循环液的钻进方式,保证钻进过程中能分层量测地下水位和分层测定水文地质参数。

5.3.5 勘探孔的直径应根据钻孔目的确定,一般地质钻孔直径可以小些,抽水试验孔,因为要下过滤器和抽水工具,直径应大一些。

5.3.7 在钻探过程中,应随时对水位、水温、冲洗液消耗量、漏水位置、自流水的水头和自流量、孔壁坍塌、涌砂和气体逸出的情况、岩层变层深度、含水构造和溶洞的起止深度等进行观测和量测,以便分析地下情况的变化,掌握第一手资料,对所有变化应作好记录。

5.3.8 钻探结束后,应对所揭露的地层进行核对、准确描述和分层、采样、保管,同时根据对钻孔后续利用的安排决定是否进行回填或封孔,如果留做观测孔或供水井,就不需要进行回填或封孔。

5.4 水文地质测试

5.4.1 水文地质试验是取得水文地质参数的主要手段,根据不同的试验目的和试验方法,本标准列出了部分常用方法,具体应用时可根据工程建设的具体要求选择。

抽水试验是确定准确的水文地质参数,为水文地质和环境评价提供依据的常用的和主要的水文地质试验方法之一。根据任务不同,可以有单孔(或带观测孔的单孔)、多孔、干扰、群孔抽水等。

当进行抽水试验有困难或对参数精度要求不高时,可采用钻孔注水试验,近似测定岩土渗透系数。

在岩溶或基岩裂隙地区,当需要查明裂隙或溶洞连通情况时,可采用连通试验。连通试验可协助其他试验方法查明地下水的流向、流速及补给范围等,并可结合抽水试验来确定水文地质参数。

水文地质条件复杂场地,当应用其他方法不能取得相关水文地质资料时可采用同位素测试。同位素测试一般在区域调查和初步勘察的基础上进行,可测定地下水的流向、地下水温度、渗透速度等参数,并可查明地下水的起源、地下水年龄、补给和各含水层之间的水力联系等,为地下水综合评价提供依据。

渗水试验可测定包气带松散岩层的渗透系数,以计算评价灌溉入渗、雨水入渗以及地表水体入渗等。

压水试验用于测定岩石的透水率。当需要测定特别岩石、致密岩石或埋藏很深处岩石的透水率时,应进行高压压水试验。

5.4.2 尽管测量地下水位是水文地质勘察中最普通、最基本的测试项目,然而在实际工作中,由于没有按规定测试,所测地下水位常不能代表实际地下水位。本条规定了量测地下水位应遵循的原则,包括稳定标准、测量精度等。

5.4.5 本条规定了测定土中孔隙水压力应遵循的原则。

5.4.6 本条规定了常用水文地质参数的测定方法,实际工作中,对于同一参数可以用不同方法求得,应根据具体条件综合分析选

用。

5.4.7 本条规定了对拟建工程基础埋深范围内的地下水采样和应进行化学分析的要求。重点是查明其对拟建工程建筑材料的腐蚀性。考虑到地下水为流动体,因此对场地下卧层的水质情况也应采样分析。

5.5 水文地质动态监测

鉴于地质及水文地质条件的复杂性,水文地质勘察成果不一定能完全准确地反应实际情况,工程建设施工过程中应随时观测地下水的情况,发现与预期不同的情况应立即采取措施,防止出现危险,尤其是基坑开挖、边坡工程、隧道和地下洞室工程施工时,突水、突泥和地下水作用下的边坡以及坑壁坍塌等,都会对工程建设和生命财产安全造成极大的威胁。因此水文地质监测和预报是信息化施工的重要组成部分,是保证工程建设安全顺利进行不可缺少的措施。

此外,地下水水位、水质等的动态监测也是城镇建设和环境监测的重要内容,随着城市水资源供需矛盾的进一步尖锐和环境保护意识的增强以及环保要求的提高,水文地质动态监测将会发挥越来越重要的作用。

5.6 勘察资料整理

5.6.1 水文地质勘察资料整理是勘察工作的重要环节,专门水文地质勘察资料一般应单独进行整理。水文地质勘察报告是水文地质勘察的最终成果,一般由正文、附图和附件三部分组成。报告正文应系统、全面地论述勘察工作内容,真实反映主要地质、水文地质情况,依据客观的地质现象和试验资料进行综合分析,针对工程建设的特点和需要进行评价,合理提出各项参数和建议,做到文字简练、条理清晰、论证有据、结论明确。附图要图面层次清楚,数据准确、清晰实用,必须与报告内容相符。附件是报告重要内容的补

充说明。必要时,还需编制专题勘察研究报告,如专题水文地质论证报告、测试研究报告等。对于小型或水文地质条件简单的建设项目,水文地质勘察一般与岩土工程勘察一并进行,水文地质勘察资料与岩土工程勘察资料亦一并整理,水文地质条件作为岩土工程勘察报告中的一个章节。

5.6.2 当水文地质条件不同时,应进行水文地质分区,相应水文地质参数也应分区进行统计。

5.6.3 水文地质参数计算是资料整理重要的内容,由于参数计算方法和适用条件等内容很多,本规定不能一一列出,应用时应根据具体情况参考相关规定选用。当采用多种方法进行同一参数或要素的计算时,结论不应取平均值或提供范围值,宜根据勘察区水文、水文地质条件选择与之相适应的计算方法确定。对自行建立或变换的公式,应列出假设条件和主要推导过程。采用数值法进行水文地质计算和评价时,应列出数学模型、剖分图、参数及拟合精度、程序框图,绘制拟合曲线和预测流场图。

6 岩溶区水文地质勘察

6.0.1、6.0.2 地下岩溶形态极为复杂,分布极为不均,极不规律,查明地下岩溶的分布既非常重要,又非常困难。经验表明,测绘、调查、物探、钻探、试验相结合,是有效的原则,应积极贯彻。岩溶区水文地质勘察的范围、工作深度和采用方法,随着工程特点和任务要求的不同而有很大的差异,蓄水工程主要关心的是岩溶漏水,矿山和地下工程主要关心的是岩溶突水,房屋建筑主要关心的是岩溶可能引发的塌陷。

6.0.3 划分地层的岩溶化岩组类型对于了解地层的富水性,掌握岩溶发育程度和发育规律,指导岩溶区的水文地质勘察有重要意义。

6.0.4 遥感技术在岩溶区水文地质勘察中的应用越来越普遍,与区域水文地质调查一样,在外业工作前安排遥感技术工作往往能达到事半功倍的效果。

6.0.5 物探是岩溶区水文地质勘察的重要手段,与水文地质测绘、水文地质钻探、水文地质试验相辅相成,优势互补。一般应遵循先测绘,再物探,再钻探、测试的原则,但也不是机械地按这样的次序,可以交叉进行。

随着物探技术的发展,适用于探测岩溶的物探手段越来越多,效果越来越好。常用的如高密度电阻法、浅层地震,效果更好的如电磁波 CT、地震 CT,还有多种测井技术、孔间穿透技术等,应根据探测目的和具体条件选择,或采用多种方法综合物探。

6.0.6、6.0.7 这两条分别对岩溶区的水文地质钻探和水文地质试验作了规定。钻探的重点在于地下岩溶发育区和富水区,并注

意控制岩溶发育的边界,以及可能渗漏和可能突水的地段。岩溶区的水文地质试验,除了一般的注水、压水、抽水试验外,为了查明含水层之间的连通性,常需进行示踪试验。

7 水文地质评价和预报

7.1 地下水对工程建设影响的评价

7.1.1 本条列出了地下水力学作用评价的主要内容,以下各条规定了各种力学作用的评价方法。至于何种情况需做何种评价,在第8章中有明确规定。

7.1.4 地下水在土中渗透时,对土的骨架产生渗透力。过去也有称“动水压力”,其实,压力一般指面积力,而渗透力是一种体积力。

7.1.5、7.1.6 渗流破坏又称渗透变形,有流土、管涌、接触冲刷、接触流失等类型,其中流土和管涌按《水利水电工程地质勘察规范》GB 50287 可按下列公式判别:

$$\text{流土:} \quad p_r \geq \frac{1}{4(1-n)} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{管涌:} \quad p_r < \frac{1}{4(1-n)} \times 100 \quad (5)$$

式中 p_r ——土的细颗粒含量,以质量百分率计(%)。

对于不均匀系数 $C_u > 5$ 的不连续级配土,

$$\text{流土:} \quad p_r \geq 35\%$$

$$\text{管涌:} \quad p_r < 25\%$$

$$\text{过渡型:} \quad 25\% \leq p_r < 35\%$$

对于不连续级配的土,级配曲线中至少有一个以上的粒径级的颗粒含量小于或等于3%的平缓段,粗细粒的区分粒径 d_f 以平缓段粒径级的最大和最小粒径的平均粒径区分,或以最小粒径为区分粒径,相应于此粒径的含量为 p_r ;对于连续级配的土,粗细粒

的区分粒径 $d_f = \sqrt{d_{70} d_{10}}$, 其中 d_{70} 为小于该粒径的含量占土重 70% 的颗粒粒径 (mm), d_{10} 为小于该粒径的含量占土重 10% 的颗粒粒径 (mm)。

在基坑工程中, 当采用隔水帷幕控制地下水时, 应进行基坑底的抗渗流 (或抗管涌) 验算。基坑开挖后, 地下水形成水头差 h' , 基坑底以下的土浸在水中, 其有效重度为浮容重 γ' 。当地下水的向上渗流力 $J \geq \gamma'$ 时, 土粒处于悬浮状态, 于坑底产生管涌现象。要避免管涌现象产生, 则要求:

$$\gamma' \geq KJ \quad (6)$$

式中 K ——抗管涌安全系数, $K=1.5 \sim 2.0$ 。

设水力梯度为 I , 地下水的重度为 γ_w ,

$$\text{则} \quad J = I \times \gamma_w = \frac{h'}{L} \times \gamma_w \quad (7)$$

式中 L ——渗流路径计算长度。

$$\text{不发生管涌的条件应为: } \gamma' \geq K \frac{h'}{L} \times \gamma_w \quad (8)$$

$$\text{因为 } \gamma' = \frac{G_s - 1}{1 + e} = (G_s - 1)(1 - n) \quad (9)$$

$$\text{令 } I_{cr} = \gamma' = \frac{G_s - 1}{1 + e} = (G_s - 1)(1 - n) \quad (10)$$

$$\text{则不发生管涌的条件还可写为: } \frac{I_{cr}}{J} \geq K \quad (11)$$

式中 I_{cr} ——临界水力梯度;

G_s ——土的比重;

e ——土的孔隙比;

n ——土的孔隙度。

当抗渗流验算不满足时, 应考虑增加隔水帷幕插入基坑底以

下的深度,或坑外增加降水或减压措施。

7.1.7 当基坑坑底为不透水层或弱透水层,其下为承压水层时,基坑开挖后,下伏的承压水可能使基坑底部出现突涌、隆起、流砂等破坏,应按下式和图 1 进行基坑底抗渗流稳定验算。

$$F_s = \frac{\gamma_m z}{p_w} \quad (12)$$

式中 γ_m ——承压含水层以上土的饱和重度(kN/m^3);

z ——承压含水层顶面距基坑底面的深度(m);

p_w ——承压水压力(kPa);

F_s ——基坑底土层渗流稳定抗力分项系数。

当由上式验算不满足要求时,应预先在基坑四周或基坑内部布设管井井点,降低下伏承压水的水头,保证基坑的安全。

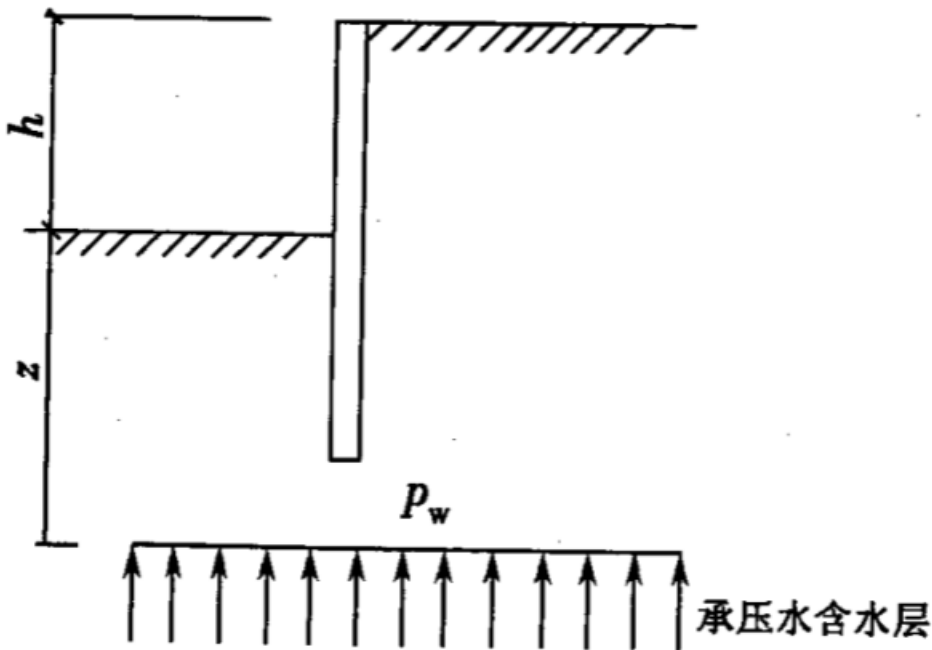


图 1

7.1.8 基坑下无承压水时,可按下式和图 2 验算渗流稳定:

$$F_s = \frac{\gamma_m \cdot t}{\gamma_w \left(\frac{1}{2} \Delta h + t \right)} \quad (13)$$

式中 t ——隔水帷幕底至基坑底的距离(m);

Δh ——隔水帷幕内外水头差(m);

γ_m —— t 范围内土的饱和重度(kN/m^3)。

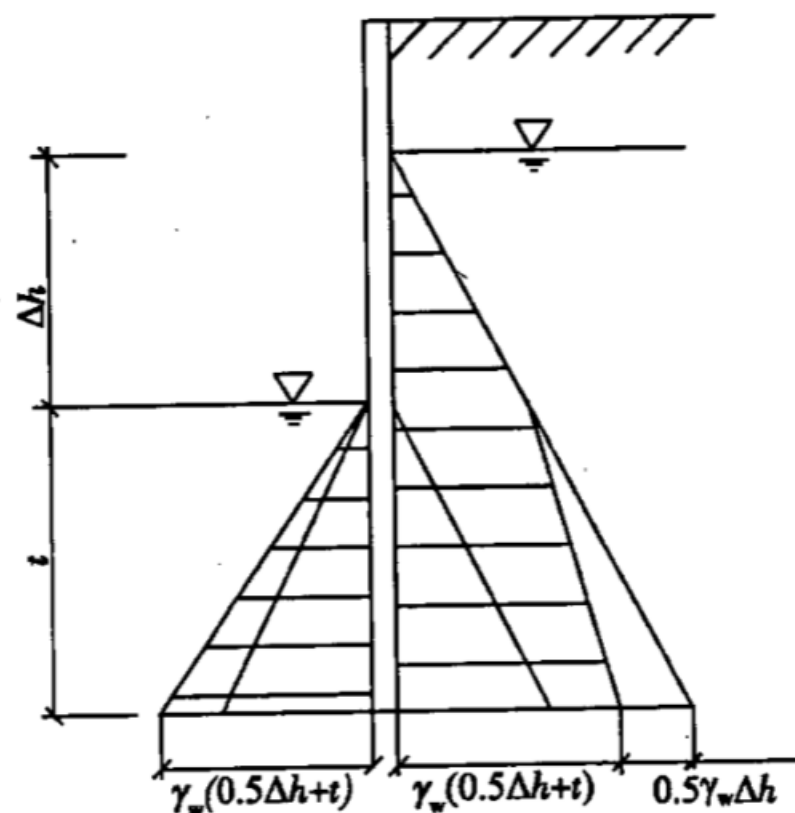


图 2

7.2 工程建设对地下水环境影响的评价

7.2.2 地下工程阻塞地下水通道,引发的上游壅水,下游疏干产生水位变化,地下水补给、径流、排泄条件发生改变,对水源、已有工程和生态环境产生影响。如上世纪 60 年代在山坡下建厂,勘察时未发现地下水,地下室外墙未做防水措施。施工后地下室堵塞了裂隙水的通道,水位上升,不仅向地下室内渗水,而且对外墙产生水压力,造成工程建设被动。地下洞室、地下铁道等工程的阻水效应,可能产生不同程度的环境影响,应根据具体情况和任务要求,对环境水文地质进行评估。

当因整平场地而使挖方或填方量较大时,可能导致水位变化,对工程产生影响。如内蒙古某工程,拟建场地原为坡地,有冲沟和泉,排水条件良好。工程建设时整平成若干平台,填沟堵泉,改变了排水条件,使地下水位升高,造成边坡失稳、黄土湿陷、地基承载力降低等,不得不追加工程措施补救。因此,挖方或填方量较大时,应注意评估可能导致的水位变化,对工程产生的影响。

7.2.3 含水层贯通引发的常见的环境及水文地质问题如下:

1 当上下两含水层水头不同时,水头高的含水层向水头低的含水层渗漏,会改变两含水层的原始水头,改变地下水的补给、径流和排泄关系;

2 如果上层含水层的水头高于下层含水层的水头时,可能引发上层含水层的疏干,并由此产生一系列次生问题;

3 如果水头较高的上层含水层污染,上下含水层贯通将使污染向下层含水层扩散;

4 可能引发基坑、坑道或其他地下工程的淹没。

为避免发生上述环境及水文地质问题,最有效的办法是将贯通不同含水层的钻孔及其他通道用不透水材料回填封闭,地下工程施工降水慎用渗井方案。

7.3 水文地质灾害预报

7.3.1 工程建设中由于地下水的作用而引发的工程事故或灾害称为水文地质灾害。水与岩石和土的最大不同是其流动性,并随季节的不同,丰水年和枯水年的不同而不断变化,包括水位、流量和水质的动态变化。岩土工程的事故,绝大多数与地下水有关。为了保证工程安全,做好地下水的动态监测和水文地质灾害的预测预报,是十分重要的。

7.3.3 由于观测数据的性质、特点、样品数多少、观测要素及其他影响因素差别较大,故应根据具体情况选择预报方法和数学模型。预警临界值应根据工程要求确定。

www.bzxz.net

免费标准下载网