

中华人民共和国水利行业标准

中小型水利水电工程地质勘察规范

SL 55—2005

条 文 说 明

# 目 次

1	总则	79
2	基本规定	83
3	规划阶段工程地质勘察	87
3.1	任务	87
3.2	区域地质勘察	87
3.3	水库区勘察	89
3.4	坝(闸)址区勘察	89
3.5	引水、排水线路勘察	90
4	可行性研究阶段工程地质勘察	92
4.1	任务	92
4.2	区域及水库区地质勘察	92
4.3	坝(闸)址区勘察	95
4.4	厂房、溢洪道及其他地面建筑物区勘察	97
4.5	地下洞室区勘察	97
4.6	引水、排水线路勘察	98
5	初步设计阶段工程地质勘察	100
5.1	任务	100
5.2	水库区勘察	100
5.3	坝(闸)址区勘察	104
5.4	厂房、溢洪道及其他地面建筑物区勘察	107
5.5	地下洞室区勘察	108
5.6	引水、排水线路勘察	109
6	技施设计阶段工程地质勘察	111
6.1	任务	111
6.2	专门性工程地质勘察	111
6.3	施工地质	113

7 病险水库除险加固工程勘察 .....	115
7.1 一般规定 .....	115
7.2 安全鉴定勘察 .....	116
7.3 除险加固设计勘察 .....	117
8 天然建筑材料勘察 .....	118
8.1 一般规定 .....	118
8.2 勘察方法 .....	119
9 勘察成果 .....	121
9.1 一般规定 .....	121
9.2 工程地质勘察报告 .....	123
附录 A 围岩工程地质分类 .....	124
附录 B 边坡工程地质分类 .....	126
附录 C 软弱夹层工程地质分类 .....	129
附录 D 岩土渗透性分级 .....	130
附录 E 水库病险类型划分 .....	131

# 1 总 则

**1.0.1** 1994年3月1日起实施的《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL 55—93)(以下简称原规范),对我国中小型水利水电工程地质勘察起到了重要的作用。随着我国水利水电建设事业的加速发展和改革的不断深入,相关法规相继出台,在使用原规范的同时,发现一些不相适应的或需要补充的内容。为适应新的形势要求,进一步统一中小型水利水电工程地质勘察工作,明确各勘察阶段的勘察任务、内容和方法,保证勘察成果质量,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用范围中所指中小型工程是指按《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2000)所确定的Ⅲ~Ⅴ等工程,见表1~表4。

表1 水利水电工程分等指标

工程等级	工程规模	水库总库容 ( $10^8\text{m}^3$ )	防洪		治涝	灌溉	供水	发电
			保护城镇及工矿企业的重要性	保护农田 ( $10^4$ 亩)	治涝面积 ( $10^4$ 亩)	灌溉面积 ( $10^4$ 亩)	供水对象重要性	装机容量 ( $10^4\text{kW}$ )
I	大(1)型	$\geq 10$	特别重要	$\geq 500$	$\geq 200$	$\geq 150$	特别重要	$\geq 120$
II	大(2)型	10~1.0	重要	100~500	60~200	50~150	重要	30~120
III	中型	1.0~0.10	中等	30~100	15~60	5~50	中等	5~30
IV	小(1)型	0.10~0.01	一般	5~30	3~15	0.5~5	一般	1~5
V	小(2)型	0.01~0.001		<5	<3	<0.5		<1
注1:水库总库容指水库最高水位以下的静库容。								
注2:治涝面积和灌溉面积均指设计面积。								

表 2 拦河水闸工程分等指标

工程等别	工程规模	过闸流量 (m <sup>3</sup> /s)
I	大(1)型	≥5000
II	大(2)型	1000~5000
III	中 型	100~1000
IV	小(1)型	20~100
V	小(2)型	<20

表 3 灌溉、排水泵站分等指标

工程等别	工程规模	分 等 指 标	
		装机流量 (m <sup>3</sup> /s)	装机功率 (10 <sup>4</sup> kW)
I	大(1)型	≥200	≥3
II	大(2)型	50~200	1~3
III	中 型	10~50	0.1~1
IV	小(1)型	2~10	0.01~0.1
V	小(2)型	<2	<0.01
注 1: 装机流量、装机功率系指包括备用机组在内的单站指标。 注 2: 当泵站按分等指标分属两个不同等别时, 其等别按其中高的等别确定。 注 3: 由多级或多座泵站联合组成的泵站系统工程的等别, 可按其系统的指标确定。			

表 4 永久性水工建筑物级别

工程等别	主要建筑物	次要建筑物
I	1	3
II	2	3
III	3	4
IV	4	5
V	5	5

中型水利水电枢纽工程如果地质条件复杂, 且坝高超过 70m 时, 为慎重起见, 其工程地质勘察宜按国家标准《水利水电工程

地质勘察规范》(GB 50287—1999) 执行。

**1.0.3** 原规范将中型工程地质勘察划分为规划、可行性研究、初步设计三个勘察阶段和施工地质工作；小型工程地质勘察分为规划和设计两个勘察阶段和施工地质工作。由于中小型工程存在小库高坝、大库低坝或小库低坝，但其他建筑物等级较高等特点，根据近几年各地实际操作情况，本次修订仍采用前水利电力部《大中型水利水电前期工作程序的暂行规定》(〔85〕水电水建字第 33 号文) 中的划分意见，将中小型工程地质勘察阶段划分为规划、可行性研究、初步设计和技施设计四个阶段，并将原规范中的施工地质工作归并到技施设计阶段，旨在强调通过技施设计进一步提高勘察精度，为优化设计提供更为准确的地质资料。

对于工程地质条件简单的小型工程，有些不存在河流规划或坝址选择问题，例如，在小溪流上只有惟一可能建坝的位置，开发目标也简单明确，因此勘察阶段可适当合并，勘察工作量也可适当减少，但事先要报经主管部门批准。

所谓“条件简单”，有两个含义：从地质上说，地质条件简单、明确，经查勘后确信基岩完整、坚硬，地质构造简单，凭经验判断，完全可以满足抗渗、抗压、抗滑、抗震等的稳定要求，又无可资比较选择的余地；从规划设计上说，建筑物简单，对地基条件的要求不高，如坝高较低（15m 以下）的土石坝等。

另外，1998 年 1 月 7 日水利部水建〔1998〕16 号通知发布的《水利工程建设程序管理暂行规定》中规定，水利工程建设程序一般分为项目建议书、可行性研究报告、初步设计、施工准备（含招标设计）、建设实施、生产准备、竣工验收、后评价等。本次修订，虽未将项目建议书和招标设计的地质勘察工作深度作为单独条款提出，但在编制工程项目建议书文件时，其地质工作深度可参照可行性研究的勘察工作深度执行；招标设计则可在初步设计勘察工作深度的基础上进行，必要时可进行补充勘察。

**1.0.4** 本条为新增条文，列出了本标准的主要引用标准，以便本标准的使用者更加理解本标准与相关标准的协调关系。

**1.0.5** 除第 1.0.4 条所列引用标准外,与本标准有关的其他国家标准和行业标准有:

- 《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324—2001)
- 《地形图航空摄影规范》(GB/T 15661—1995)
- 《堤防工程地质勘察规程》(SL/T 188—96)
- 《水利水电工程物探规程》(DL 5010—1992)
- 《水利水电工程钻探规程》(SL 291—2003)
- 《水利水电工程钻孔压水试验规程》(SL 31—2003)
- 《水利水电工程坑探规程》(SL 166—96)
- 《水利水电工程测量规范(规划设计阶段)》(SL 197—97)
- 《水利水电工程地质测绘规程》(SL 299—2004)
- 《水利水电工程地质勘察资料内业整理规程》(SDJ 19—78)
- 《水库大坝安全评价导则》(SL 258—2000)

## 2 基 本 规 定

**2.0.1** 本条是根据我国几十年中小型水利水电工程地质勘察工作的正、反两方面经验总结提出的一些工作原则。中小型水利水电工程地质勘察工作基本上都由各省、市，甚至县的勘察单位进行，勘察经费、勘察手段设备和技术力量都不及大型工程勘察单位。在资金、设备有限的情况下，又必须查明工程的基本地质条件和主要工程地质问题。通过几代人的努力，几十年来，我国中小型工程的地质勘察走出了自己的勘察路子，积累了丰富的经验，绝大多数工程建成运行。当然也吸取了很多教训，一些工程因勘察工作不完善而使工程失误。正是在此基础上，提出了今后勘察工作应当贯彻的基本原则。例如强调“重视施工地质工作”，是根据几十年的成功经验而提出的。限于经费，中小型工程投入的勘探工作量较少，勘察时只能抓住主要的和关键性的地质问题，而一般地质问题和不良地质现象，如小断层破碎带的处理等，都是在施工开挖揭露以后才现场研究决定怎样处理。这样自然要求加强施工期的地质工作，并强调地质勘察和设计、施工的密切配合。一方面要充分了解规划设计意图，以便于勘察工作得以按设计要求有针对性布置；另一方面也能配合参与基础、边坡和洞室工程的设计，根据地质情况，及时提出地质方面的建议。这是一条好经验。地质只管勘察，和设计、施工脱节，不参与施工，分工过细的做法是错误的。

关于勘察方法，中小型工程强调以地质测绘为主，因地制宜地尽可能采用轻型勘探手段，也是根据我国中小型工程勘探队伍的现状和经验提出的。关于勘探工作，本标准按照勘探手段设备的笨重程度和花费大小，分为轻型勘探和重型勘探。轻型勘探手段如物探、坑（槽）探、轻便土钻等，投资不多，特别是物探应大力提倡。重型勘探手段如机械岩心钻探，大型井探、硐探，甚



至过河探硐，因设备笨重，投资大，应尽量少用。试验工作也是以尽可能采用一些现场简易试验的方法为好。

此外，应特别提出的是，几十年来，我国各地已积累十分丰富的地形、地质、遥感、地震等资料，全国 1:200000 地质区测工作已经完成，很多省区都已有 1:10000 航测地形图，部分省已经完成 1:50000 地质图，已建的数以万计的水库工程，采用的地质参数也极为丰富，这些资料是极为珍贵的国家财富。另外，地质人员的经验也越来越丰富，已远非中华人民共和国成立初期一切白手起家的情况。鉴于现实条件，今后勘探工作应特别强调充分收集和利用已有地形、地质等有关资料，强调重视采用工程地质类比和经验分析的方法，获取和提供岩土物理力学性质等方面参数。

总之，勘察工作要贯彻的工作原则是根据我国中小型水利水电工程地质勘察的正、反两方面经验和我国现实条件提出的。本标准修订内容也尽可能贯彻了这些原则精神。

**2.0.2** 为避免勘察工作的盲目性或勘察与设计脱节现象，本条规定勘察工作应按设计提出的勘察任务书或勘察合同进行，这是工程地质勘察工作的依据。实践经验证明，明确工程规划设计意图，是组织实施经济有效的工程地质勘察的前提。所以，设计部门提出勘察任务书时，应明确勘察设计阶段、规划设计意图、工程规模、天然建筑材料实际需要量、有关技术指标等，以便勘察单位结合工程实际需要编制工程地质勘察工作大纲，从而达到预期的勘察目的。

**2.0.3** 本条主要强调勘察单位在编制勘察大纲之前一定要进行现场踏勘，实际了解工程地区的地形、地质、交通等场地情况和工作条件，以便能作出符合实际的勘察计划。

**2.0.4** 本条为新增条款。工程地质勘察大纲是勘察过程控制的重要内容之一，也是确保勘察工作的有效实施、确保勘察成果满足有关技术法规和设计要求的、提高勘察水平的技术指导。所以，本条列出了一个较完整的提纲及相关内容。

在编制勘察工作大纲时，应注意结合勘察单位的实际和勘察工作内容，计划合理的勘察工作时间。

**2.0.5** 本条为新增条款，是根据几十年水利水电工程建设经验提出的要求。水利水电工程勘察全过程中，就是要重点抓住选择一个好坝（闸）址、修建一个不漏水的水库。如果轻率定下坝（闸）址即开工兴建，或水库渗漏严重，常给工程造成很大的被动和浪费，而且影响工程效益的发挥，甚至造成空库。

**2.0.6** 小型水利水电工程在我国已建水利水电工程中占绝大多数。今后，水利水电工程仍将以小型为多。据以往经验，小型工程的勘察，一般由市、县级勘察单位进行，仅少数重要的小（1）型工程由省级勘察单位进行。限于勘察单位的技术、设备和资金条件，且鉴于小型工程的规模较小，事实上也不可能按对中型工程的要求进行勘探。因此，本条强调，小型水库的勘察方法以资料收集分析和地表调查为主，必要时才做些局部测绘和勘探。资料收集时，区域地质测绘资料十分重要，其他与水库区有关的、前人做过的地质成果也尽可能收集利用。至于地质调查，主要是指线路地质踏勘，核实、修正、补充收集来的与水库有关的区域地质成果。通过调查认为，必要时可在局部地段，如估计可能出现渗漏、库岸失稳的库段，做小范围地质测绘；但对重要的或地质条件复杂的水库则要求做地质测绘，甚至做少量勘探。所谓重要的或地质条件复杂的水库，包括：要求严格防渗的小型抽水蓄能水库；估计因水库可能产生漏水而影响库外安全者；因蓄水库岸边坡可能较大范围失稳影响库边居民区安全者；库边分布有可溶岩而邻谷水位又低，必须查明分水岭地下水位以论证喀斯特漏水的可能性者；利用溶注成库，为查明溶注通向库外的通道者等。至于勘探工作，则尽可能采用物探、坑（槽）探、土钻等轻型勘探手段，少采用重型勘探手段，但岩心钻有时是避免不了的。

对于主要建筑物区的勘察工作深度，仍强调根据地质条件的复杂程度区别对待。地质条件简单的场地，可以地表地质调查为

主，沿建筑物做些剖面地质测绘和必要的物探、坑（槽）探；地质条件较为复杂的场地，则应进行必要的勘探。

**2.0.7 中小型工程（特别是小型工程）地质勘察**，限于资金、人力和其他条件，不可能在勘察阶段投入较多的勘探工作，岩土物理力学试验也不可能做到统计所必须的数量，但又必须提供岩土的物理力学参数。在这种情况下，就不得不依靠地质人员的经验和专家判断，这是中小型工程地质勘察的特色之一。实际上，自然地质条件虽然千差万别，但也有某些相似之处，或符合同一的规律之处。例如，对于同一地质年代的同一地层岩性，其工程地质条件和岩石的物理力学性质可能是相似的。利用这种相似性，可将某一工程已有的勘察试验成果和经验运用于类似地质条件的新的工程上去，以节约对新工程的勘察工作量。因此，在掌握大量相似资料 and 实际经验的基础上，中小型工程（特别是小型工程）岩基的物理力学性质参数如抗压强度、弹性模量、摩擦系数等，可采用工程地质类比方法提供。当然，如果存在不良工程地质岩体或地质条件复杂，必要时应进行室内或现场测试。至于土体，由于其组成成分和组织结构不同，工程地质性质差别很大。所以本次修订，强调土的物理力学参数应在试验成果的基础上，结合工程地质类比法提供。

### 3 规划阶段工程地质勘察

#### 3.1 任 务

3.1.1、3.1.2 中小型工程的规划包含两种类型，一种是河流或河段的规划；另一种是地区性规划，即可以是一条河上，也可以是跨流域的，在一个区域内的工程的规划。在这一阶段中，工程地质勘察的任务和目的是了解规划河流（段）或地区的区域地质情况及各规划方案的基本地质条件，以便为河流（段）的开发或梯级开发方案的确定提供地质依据，包括对近期开发工程的推荐。

由于中小型工程河流较短，有的仅为一级开发，特别是一些小型工程，通过规划阶段工程地质勘察，已为直接选定的坝址提供地质资料，设计阶段不再进行选坝勘察。也有小型工程不进行正规的规划阶段勘察，直接在小河流上选定坝址进行设计阶段勘察。实际上，为选定坝址的合适位置而进行的勘察，仍属于规划阶段工程地质勘察，只是不单独进行而已，这一阶段工作不能省略，只是工作的深浅，根据地形、地质条件差别较大。

除河流（段）外，根据国家有关方针，本次修订增加了对规划方案中的其他水利工程地质条件的了解。

#### 3.2 区域地质勘察

3.2.1 本条规定的区域地质勘察内容都是一些影响规划方案能否成立的基本地质内容，包括地形地貌、地层岩性、构造、水文地质、物理地质现象、天然建筑材料等，期望先从宏观上掌握区域地质资料，明确基本地质条件和主要工程地质问题。

本条中各款免去了常识性内容，只列出一些应勘察的主要和重点内容。为便于实用和掌握并突出某些重点，在每一款勘察内容中列出要强调的内容（勘察的全部内容当然不止这些）的前面

冠以“特别是”三字。这些都是根据中小型工程规划的多年经验，认为对规划方案的选定影响较大的内容，可结合各地的实际情况加以考虑。以后各章节有关勘察内容部分，也采取了类似做法。

本标准所指不良工程地质岩（土）体系指包括软土、膨胀土、湿陷性黄土、冻土、草甸土、分散性土、冻土、架空碎石土等的总称。

**3.2.2** 本阶段的勘察方法主要是资料的收集与分析。目前，全国几乎全有 1:50000 地形图，不少地区还有航测的 1:10000 地形图，大部分地区已完成了 1:200000 区域地质和水文地质测图，少数地区已完成 1:50000 区域地质测图。有的地区完成了区域工程地质编图、环境地质编图和灾害地质编图。此外，国土资源部门和其他一些部门还有不少航片（卫）片解译资料、矿产资料及为本部门服务的局部地区地质资料，交通、建筑等部门也积累了很多丰富的局部地区的工程地质资料，大多数省、自治区、直辖市已出版了地质志，国家地震部门还有很多地震资料，许多可资参考的有关某地区地质情况的论文、专著、报告等。另外，各省、自治区、直辖市已有甲级（或乙级）水利水电勘测设计院，部分地县也有相当勘察力量，他们不仅熟知所在地区的基本地质情况，而且还积累有丰富的勘察和建设经验。因此，完全有条件利用这些资料，没有必要再从区域地质测绘做起。只是为了使已有的资料切合实用，有必要再做一些现场踏勘，对编拟的图件做些补充修正。而对一些重大工程地质问题的地段，例如影响水库蓄水的可能严重漏水段或影响梯级方案成立的严重不良坝址，只进行踏勘可能不够，必要时需做一些调查。

考虑到本阶段使用的基本图件是 1:200000 地质图，以及区测时使用的 1:50000 工作底图，因此，本阶段的成图精度也只能是 1:200000 或利用 1:50000 工作底图编绘的 1:100000 地质图。本条提及的比例尺是指实际提交的成图精度。至于成图后图幅的比例尺，可结合地区范围大小和便于阅读选定。如果地区

范围很小，图幅面积过小，不便阅读时，可将图件放大，但一般不宜大于 1:50000，而其精度仍然不变。

本标准后面提及的比例尺都是指成图精度比例尺，不是成图后图幅的比例尺。

### 3.3 水库区勘察

**3.3.1** 本阶段水库区的勘察内容，无论大型或是中小型工程均基本相同，都是对水库的渗漏、库岸稳定、固体径流来源、淹没、淹没等问题进行了解，阐明其严重程度，以便选择最合适的梯级开发方案。对利用堤防作库岸的平原型水库，由于都修建在土基上，因此，主要考虑建库后堤防本身和堤基的渗透稳定性。

原规范规定本阶段搜集库区矿产资源的分布情况，为统一用词，本次修订将“搜集”改为“了解”。

**3.3.2** 本阶段库区勘察的主要方法是尽可能收集利用已有的区域地质资料，结合进行现场路线踏勘。对地质条件简单的水库，不要求单独进行水库地质测绘，水库地质图可与区域地质图相结合。地质条件复杂如可能存在渗漏、大型滑坡体和崩塌体、淹没等工程地质问题时，要求单独进行地质测绘。为查明这些工程地质问题的严重程度，必要时可根据需要布置少量的勘探工作。

对利用堤防作库岸的平原型水库，则强调要到最了解堤防、堤基稳定和渗漏情况的当地堤防管理部门和老乡中去调查访问。

### 3.4 坝（闸）址区勘察

**3.4.1** 河流（段）规划或地区规划阶段应确定河流（段）或地区水利开发的中小型工程梯级枢纽位置，即坝（闸）址的位置。规划阶段的勘察内容，主要是了解有无影响该坝（闸）址成立的关键地质问题，如坝基强度、抗渗条件、边坡稳定条件、天然建筑材料等方面的内容。在北方平原水库修建围堤调蓄水库，围堤为挡水建筑物，应将围堤枢纽地段视作土基一样进行勘察。规划阶段代表本梯级的坝（闸）址位置，并不一定是以后选定的坝

(闸)址位置,它代表本梯级的典型地质条件。

**3.4.2** 规划阶段各梯级枢纽的勘察方法,深度差异较大。对近期可能开发的工程,影响规划方案的骨干工程,或地质条件复杂的工程,工作要做细一些,都应当测绘坝址地质图和剖面图。对于地质条件比较简单的坝址,也可只测绘代表性地质剖面图。

关于勘探工作,强调尽量采用物探,特别是在探测覆盖层厚度、风化深度、喀斯特发育和重大地质构造等方面。经验证明,物探有很大优越性,虽然精度稍差一些,但可以满足规划阶段的要求。除物探外,本阶段还可布置一些坑(槽)探和土钻。对近期开发工程,则应布置必要的钻孔,钻孔的数量可根据具体的地质条件确定。

本阶段一般不进行岩石的物理力学试验,可用工程地质类比法提供岩石物理力学参数,土的物理力学试验也很少进行。对一些重点勘探的软土层,可结合土钻进行触探、十字板剪力试验或取少量土样做室内物理力学试验。

### 3.5 引水、排水线路勘察

**3.5.1、3.5.2** 本标准所指引水、排水线路系指工农业城乡供水或排水工程和引水发电工程中的引水或排水渠道、隧洞等。主要建筑物指上述工程附属的渡槽、倒虹吸管、水闸、泵站、引水隧洞、压力前池、压力明管等。鉴于中小型工程的上述建筑物规模有的很小,无需进行专门勘察,因此规定,勘察的对象是引水、排水线路总干渠和干渠,一般主要指长度在2km以上,引水、排水流量大于 $1\text{m}^3/\text{s}$ 的渠道和渠系建筑物。规划阶段对引水、排水线路勘察的主要目的是确定线路的大致走向,了解规划方案成立可能存在哪些主要地质问题。因此,勘察的重点是了解线路区的上、石分区分段,重大的物理地质现象,强透水区段和重要附属建筑物区的基本地质条件和主要工程地质问题;以收集、分析已有资料结合路线地质踏勘为主要手段,一般可不布置勘探工

作，也不测绘地质平面图。但对重要建筑物和地质条件复杂的地段，要求进行剖面地质测绘。少数过沟、过岗、浅埋线路或深挖方、高填方、高架渡槽段，如确有必要，可采用物探、坑（槽）探或土钻勘测覆盖层厚度。



## 4 可行性研究阶段工程地质勘察

### 4.1 任 务

**4.1.1、4.1.2** 本节对可行性研究阶段工程地质勘察的主要任务作了规定。鉴于小型工程和绝大多数中型工程的非主体建筑物规模较小、等级低，因此，本阶段工程地质勘察研究的重点对象是水库、坝（闸）址、地下建筑物和引水、排水线路等影响方案能否成立的主要建筑物区，对其他建筑物没有要求面面俱到，当然也不排除在必要时对这些建筑物应进行勘察。

另外，以往地质勘察工作中，对移民新址选择重视不够，甚至这方面的勘察工作根本没有开展，曾发生不少重大事故，特别是滑坡事故，影响较大。因此，本次修订，将库区移民新址选择地质勘察作为主要任务提出，旨在引起重视。

### 4.2 区域及水库区地质勘察

**4.2.1** 针对大部分中小型工程，特别是小型工程对区域地质研究内容不多，区域地质背景多引用区域地质测绘资料或结合水库地质阐述的实际情况，本条将区域和水库区地质勘察合并编写。在勘察内容要求上，强调在全面了解基本地质情况的基础上，重点调查和分析研究的主要问题。

**1** 提出了一般中小型水利水电工程开展区域地质研究的重点内容。

**2~4** 列出的水库区工程地质勘察内容都是水库常见的工程地质问题。在这些工程地质问题中，水库渗漏问题作为成库前提条件，在很大程度上影响工程可行性方案的能否成立。因此，在勘察深度上要求初步查明。对库岸稳定和浸没问题，本阶段要求进行调查，重点是其分布范围和规模，分析对建筑物的影响。

**5** 对水库诱发地震和其他环境地质问题的评价，本标准没

有作具体规定。但要求在进行工程地质勘察的同时，对和地质密切相关、影响建库可能性的一些主要问题，如矿产淹（浸）没、水库诱发地震的可能性、因大坝拦水断流引起下游水文地质条件改变等，从地质上进行论证。本次修订增加了名胜古迹、自然保护区和水库塌陷等内容。这些分析论证，作为工程勘察部门的意见，既可供环评部门评价时参考，也可供业主和设计单位考虑。

#### 4.2.2

1 强调中小型水利水电工程所处的大地构造部位和区域主要构造，一般都可以通过收集、分析已有的区域地质资料、航（卫）片解译资料等予以确定。但对和建筑物关系密切的主要构造线，必要时应进行调查复核，进一步落实这些构造线的位置、产状、性质和规模，尤其是对活动性断层，评价其对场区和建筑物的影响。

2 在一般情况下，工程区地震动参数应按《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2001）确定。但提出“地震动峰值加速度在  $0.1g$  及以上的地区，地震地质条件特别复杂、所处位置十分重要”的中型工程，可委托地震部门进行地震动参数复核。这里“所处位置十分重要的中型工程”系指大坝下游附近有铁路干线、重要城镇、工矿企业，一旦失事将造成巨大损失的中型工程。

3 库区地质测绘比例尺原规范规定为  $1:100000 \sim 1:25000$ 。根据国家现有地形图和各单位近几年实际采用的比例尺情况，本次修订改为  $1:50000 \sim 1:10000$ 。

4 规定了对影响建库和方案成立的主要工程地质问题的勘探工作布置原则和方法：

- 1) 对可能发生严重渗漏地段（包括非喀斯特区的强透水岩层渗漏、断层和破碎岩体渗漏、喀斯特渗漏、第四系强透水层渗漏和平原水库围堤堤基渗漏等），勘探剖面一般情况下以垂直和平行渗漏方向布置，并尽可能结合防渗方案为好，数量可视渗漏段长度和具体地质

条件确定。根据经验,采用物探和钻探相结合的方法查明渗漏地段的基本地质条件,效果较好。至于具体的物探方法,可根据实际情况选择。每一剖面控制性钻孔不少于3个,是根据一个完整的地质剖面一般应具备在分水岭低洼处及其两侧部分至少各应有一个钻孔的最低数量而拟定的,只有这样才能满足分析论证防渗地段宽度范围、深度的起码要求。

钻孔深度根据一般中小型工程特点拟定了3个标准,即在有相对隔水层的地方,以相对隔水层作为控制标准;无相对隔水层的地方,以强喀斯特发育下限为控制标准,此处强喀斯特发育下限是一个相对标准,应根据当地喀斯特发育相对强弱程度划分;而对于具有多个喀斯特含水层、排泄和悬托水动力类型等特殊地质情况的地方,则应根据实际情况确定。

关于钻孔和其他水文点一起进行不少于一个水文年或一个丰、枯季节的地下水位观测,两种长期观测时限的存在,主要是考虑在中小型工程勘察中,勘探工程较少,而由于种种原因,真正能同步长期观测一个水文年以上的钻孔是不多的,许多工程实际应用仍然是区段观测资料,基本上可满足中小型工程评价的要求。因此,本标准将观测时间规定为除通常规定的一个水文年外,还规定丰、枯季节两种标准同时存在,既照顾了常规规定和某些要求较高的工程,又考虑了大部分中小型工程的现状。

- 2)、3) 对库岸稳定和浸没问题,本次修订亦要求布置勘探剖面,并明确了勘探点布置的基本原则。
- 4) 原规范对库区勘察没有规定岩土测试工作内容,由于库岸稳定和浸没都有可能影响建库的可能性,为对这些重大问题作出预测和初步评价,必要的岩土测试仍需进行。因此,本次修订列出了岩土测试的相关要求。

鉴于本阶段试验数量不可能很多,结合中小型工程几十年的勘探经验,提出在必要的试验成果的基础上,选用岩土物理力学参数。

**4.2.3 移民迁建新址勘察**是水利水电工程勘察中一项十分重要的工作,近年来各单位在从事这方面的勘察工作时,没有规范可循,勘察内容和精度难以掌握。故本次修订特增加这方面的内容。新址勘察的中心任务是确保所选新址有一个安全的地质环境,在天然条件下和水库运行后,都不会发生危及村镇安全的重大地质灾害。基于此,本条列举了新址勘察的主要内容,以及为评价场地稳定性和生活用水应取得的地质资料。

**4.2.4** 本条列举的勘察方法,仍为收集、分析已有的资料,结合水库地质调查进行。但对人口集中的重要集镇,则要求单独进行地质测绘。本阶段一般不布置专门勘探工作,因生活用水水源涉及到场址的选择,故提出应取样进行水质分析。

### **4.3 坝(闸)址区勘察**

**4.3.1** 可行性研究阶段坝(闸)址区勘察的主要任务是选定坝(闸)址,因此,对影响工程可行性、方案选择、总体布置及控制较大工程量的主要工程地质问题,要求初步查明。

由于不同的地基类型,坝址工程地质勘察研究的重点、要求、方法和手段不同。因此,本标准参照《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001),将地基类型划分为岩基和土基两大类。其中,岩基又根据其强度和工程地质特征进一步分为一般岩基、可溶岩基和软质岩基。

本标准中的一般岩基系指非可溶性岩层中坚硬、半坚硬(饱和单轴抗压强度大于30MPa)的岩浆岩、沉积岩和变质岩类,也包括夹有软弱夹层的坚硬、半坚硬岩类所组成的地基。

可溶岩坝基包括通常所指碳酸盐类岩石坝基和某些溶蚀洞隙较发育、具有类似喀斯特特征并含有可溶性胶结物的,或含有碳酸盐岩砾石成分的三迭系以后的陆相红色碎屑岩(统称“红层”)

及其他膏盐类岩石坝基。

软质岩系指饱和单轴抗压强度小于 30MPa 的各类岩石，主要包括第三系、中生代红色岩层中的泥岩、泥质粉砂岩等，以及一些较古老的岩性软弱易于崩解的页岩、千枚岩类岩层。

本次修订对原规范进行了一定的调整，即按上述不同地基类型分别列举其勘察内容，以便与原规范初步设计阶段统一。在勘察内容方面也作了一些补充规定，并特别强调了对坝（闸）址工程地质条件的综合评价。总之，本条各款所列的勘察内容都是可行性研究阶段坝（闸）址勘察必回答的问题。

**4.3.2** 在可行性研究阶段，坝（闸）址勘察一般应采用多种手段综合勘察、互相验证的方法进行。

**1** 将原规范的测绘比例尺由 1 : 5000 ~ 1 : 2000 修订为 1 : 5000 ~ 1 : 1000，是根据近几年各单位实际操作情况确定的。工作中可按以下基本原则选用，即丘陵和平原区为 1 : 5000 ~ 1 : 2000，峡谷区为 1 : 2000 ~ 1 : 1000。

**2** 指出了物探在坝址勘察中所起作用的领域。不少工程取得的成功经验证明，通过布置地面物探探测网络，可以初步确定坝（闸）址喀斯特洞穴、风化深槽等的大致分布情况。同时，强调钻探和物探的配合使用，以提高勘测成果的精度。

**3** 规定各坝址至少应布置一条代表性勘探剖面，勘探钻孔的深度要求可按坝高不同而不同。规定孔深按坝高的倍数应理解为：坝越低，孔深按坝高的倍数应大一些；坝越高，孔深按坝高的倍数可小一些。坝高都是从拟定建基面起算。

中小型工程的勘探点间距，主要与地质条件复杂程度及工程规模有关，各地执行时的差别较大。本次修订，对原规范峡谷区不宜大于 50m，丘陵平原区不宜大于 100m，调整为 50 ~ 150m，据对可行性研究阶段一些地质条件较复杂坝（闸）址区勘探剖面图实际检查结果看，上述勘探点间距已基本能将坝（闸）址地质现象反映清楚，可以满足本阶段勘察精度的要求。另外，还规定对地质条件比较复杂的坝址区，且坝型为拱坝，必要时宜有探硐

控制。

4 有关钻孔压水试验、抽水试验或注水试验的规定。基岩钻孔原则上应进行压水试验，在可溶岩地区若遇喀斯特洞穴还应结合压水试验进行连通试验。土基中的主要透（含）水层，条文还要求进行钻孔抽（注）水试验。限于本阶段的钻孔工作量，抽（注）水试验的孔数，各工程可视具体情况综合考虑。

5 指出了坝基岩土物理力学参数选取的一般原则。对基岩而言，强调的是经验类比；土基则强调对主要土层应取样进行室内试验，同时应考虑包括标准贯入、触探、十字板剪切等原位测试。试验组数的确定，一方面是为了满足统计计算的最低要求；另一方面也是沿用习惯作法。

#### 4.4 厂房、溢洪道及其他地面 建筑物区勘察

4.4.1、4.4.2 本节所指其他地面建筑物系指除地面厂房、溢洪道外，所有设置在地面上的其他永久和临时性建筑物，如船闸、筏道、泵站、变电站、开关站、围堰等。条文提出的勘察内容，都是本阶段所应取得的地质资料。勘察研究的重点是地基的性质和边坡的稳定条件。至于勘察方法，因中小型工程建筑物的规模等级一般较小，故多以地质调查和轻型勘探手段为主，一般可以满足工程要求。如果覆盖层较厚和地质条件复杂的地基，如大江大河上强喀斯特区的围堰工程，高陡深切方溢洪道、船闸工程和地面厂房、泵站工程等，则应布置钻探。本阶段岩石地基允许采用工程地质类比法提供物理力学参数，土基则要求结合室内试验和原位测试成果提供物理力学参数。

#### 4.5 地下洞室区勘察

4.5.1、4.5.2 地下洞室包括各引水隧洞、导流洞、泄洪洞、交通洞、地下厂房和调压井等。勘察的目的主要是对地下洞室的位置选择提出地质建议，对地下洞室的进口、出口边坡稳定和洞室

围岩质量、成洞条件、岩体富水导水特点和施工中可能遇到的不良地质问题、环境地质问题作出初步评价。

在勘察方法上，条文首先强调了收集分析已有地形、地质资料，特别是利用航（卫）片和遥感资料来分析研究长隧洞、深埋隧洞区的一些主要地质现象和主要工程地质问题，例如，在选（厂）址定（洞）线分析评价线性构造、构造界面富水、喀斯特富水等地下建筑物区水文地质、工程地质条件中，曾取得了成功经验。

工程地质测绘比例原规范为  $1:5000 \sim 1:2000$ ，根据近几年各单位实际操作情况，本次修订改为  $1:5000 \sim 1:1000$ 。一般而言，地下厂房、调压井和高压隧洞等，测绘比例可选用  $1:2000 \sim 1:1000$ ；其他如长引水隧洞和附属洞室等可选  $1:5000 \sim 1:2000$ 。测绘范围的考虑主要基于二点：一是为阐明地下洞室区地质构造和有关地质问题；二是设计上为建筑物布置方案的需要。

勘探工作的布置，取决于建筑物的类型和地形、地质条件的复杂程度。勘探手段则强调在地质条件复杂的隧洞进口、隧洞出口、过沟浅埋段、地下厂房和高压管道等部位应布置平硐和钻探。因为这些地段上覆岩体厚度较小，而且工程实践证明，这些地段也是最容易出现工程地质问题的地段。

为便于工程地质类比确定地质参数，岩土试验应以室内物理力学性质试验为主，有条件的还应结合钻孔、平硐进行适当的现场测试，如回弹测试、点荷载试验和弹性波波测试等，以便为初步进行围岩分类提供必要的依据。

## 4.6 引水、排水线路勘察

**4.6.1、4.6.2** 可行性研究阶段引水、排水线路勘察，不包括线路上的隧洞。在可行性研究阶段，引水、排水线路工程地质勘察的重点是调查研究渠系渗透条件、沿线边坡稳定、渠系建筑物的地基稳定条件等主要地质问题，为线路方案的比较提供地质依

据。因此，4.6.1条规定的内容，都是对引水、排水线路可能遇到的上述问题作出初步评价所应掌握的地质资料。实践证明，线路选择是一个宏观性、全局性的问题，没有对全局的清晰概念和宏观地质条件的把握，不可能提出合理的地质建议。

关于勘察方法，仍以地质测绘为主，辅以必要的勘探工作。测绘比例尺将原规范的1:25000~1:10000，修改为1:25000~1:5000，并增加了对建筑物场地测绘比例尺的要求。



## 5 初步设计阶段工程地质勘察

### 5.1 任 务

**5.1.1、5.1.2** 中小型水利水电工程初步设计阶段的勘察任务与大型工程基本相同，只是勘察的深度和精度因工程规模、勘察周期、勘察手段和经费的限制，不一定能达到大型工程那样的程度。本阶段的水库区勘察只针对存在的主要的工程地质问题进行，包括局部地段的渗漏问题、库岸稳定问题和水库蓄水后的淹没问题等。坝（闸）址区、引水线路、排水线路及其他建筑物区勘察结果应能满足各建筑物设计的要求，并为最终确定坝型、建筑物轴线的确切位置，确定各建筑物的建基面高程和地基处理方案提供地质资料与建议。对于一般性的地质问题，可在施工期间随地基开挖而解决。至于施工附属建筑物，因属临时性质，要求要低些，除影响建筑物安全稳定的问题要查明外，其他问题可进行调查，以确保工程得以顺利建成即可。在本阶段，库区移民迁建新址应进一步进行勘察，以便选择合适的场地，并确保新址区的整体稳定性。

### 5.2 水 库 区 勘 察

**5.2.1、5.2.2** 水库非喀斯特渗漏地段系指非可溶岩组成的可能发生严重渗漏的地段（并非指不影响水库运行的正常微弱渗漏地段），通常包括单薄分水岭、低矮垭口、平原水库的堤（坝）基和堤岸、通向库外的第四系松散含透水层带、断层破碎带等。这些地段在可行性研究阶段已经初步查明了位置，本阶段应查明其具体的水文地质条件，并对渗漏及其危害作出评价。

水库渗漏地段勘察方法，因为需要查明地下水位和透水层的透水性，所以除地质测绘外，主要依靠勘探工程。水文地质测绘可结合水库地质测绘进行，对可能严重渗漏地段进行专门水文地

质测绘。勘探剖面线要求垂直或平行可能渗漏方向布置，主要为研究确定可能渗漏地段的地下水位和计算渗漏量。泉水可作为了解当地地下水位的重要依据，应测定其位置、高程，调查（访问）泉井水位、流量随季节的变化情况。勘探一般可先采用物探初步查明含水层情况，再合理布置钻孔进行校验。钻孔的数量条文未作规定，可视具体地质条件而定。钻孔深度应达到相对隔水层或河流枯水位以下是为了确定透水层厚度和满足计算要求。为预防差错，还要求超过 10~15m，即 2~3 段压（抽）水试段长。

**5.2.3、5.2.4** 在中小型水利水电工程中，喀斯特渗漏是最常见的水库病害类型之一，其勘察要求和方法均有特殊性。故本阶段将水库喀斯特渗漏地段勘察单独列出，以便于应用。

评价水库喀斯特渗漏主要目的是分析喀斯特渗漏的条件，判定是否漏水、漏水去向、渗流型式、严重程度及防渗处理条件等。因此，条文所列勘察内容就是针对上述目的而提出的。由于中小型水库水头一般不太高，根据不少可溶岩水库成功利用库盆天然铺盖防渗的经验，所以在勘察内容上提出了应查明天然铺盖层的有关情况。

在水库喀斯特渗漏勘察方法中，洞穴地质调查、示踪试验等是切实可行而又有成效的方法，并在工程实践中获得了较好的效果，条文中对此特别予以明确。另外，条文还规定对重要地段的水文地质钻探，要求钻孔应在地质测绘和物探的基础上合理布置，以减少钻孔布置的盲目性。勘探剖面线上的钻孔不少于 3 个，是因为无论纵、横剖面，至少要有 3 个钻孔才能反映出喀斯特强弱分带、地下水位坡降和形态起伏等基本特点。对多层含水层要求分层隔离观测水位，主要是为了取得各含水层，特别是可能渗漏层的地下水位。

**5.2.5、5.2.6** 在可行性研究阶段的水库区勘察中，对水库边坡一般情况已经有所了解，并圈定了不稳定边坡或蓄水后可能失稳边坡的范围。本阶段就是针对上述不稳定边坡（特别是近坝库岸边坡）进行专门勘察。这是根据近些年来不少水库运行中由于库

岸水文地质条件改变和人类生产活动而出现不少边坡稳定问题提出来的。条文特别强调对近坝库岸边坡的勘察，也是考虑到一旦近坝库岸边坡失稳，产生涌浪，还可能危及大坝及其他建筑物和人民生命财产的安全。

经几十年的实践与总结，水利水电工程边坡勘察积累了丰富的经验，对各种类型边坡的工程地质特征及其与水利水电工程的关系已有比较成熟的看法，附录 B “边坡工程地质分类”统一了边坡的术语与分类特征，可作为边坡勘察中边坡分类的依据。

边坡勘察首先应查明边坡的地形地貌、地层岩性、构造、结构特征，变形特点、地下水活动特点等等，根据外观资料进行边坡工程地质分类，再查对附录 B 了解边坡的工程地质特征、影响稳定的因素、与水利水电工程的关系及整治的原则，最后对边坡的稳定性进行计算，评价其稳定性及失稳后可能产生的危害。基于此，条文分别规定了岩质边坡、土质边坡、变形边坡（岩质和土质）以及可能坍岸地段应勘察的内容。其中，关于边坡地下水的赋存特点和水流活动情况系指岩、土体中是否有地下水、地下水位和水力坡降、含水层的性质、是否具有承压性质、地下水出露位置、边坡岩土体结构及库水位的相互关系等。在坍岸地段要求调查统计水上、水下天然稳定坡角、浪击带稳定坡角及风速、风向资料，其目的是用工程地质类比法预测蓄水后坍岸宽度。对可能产生急剧滑动的边坡（主要指一些体积较大、滑面较陡的悬挂式滑坡），要求进行涌浪高度计算，以便论证评价其危害性。

不稳定边坡勘察方法除地质测绘外，主要靠物探、硐探和钻探。硐探是边坡勘察中最有效和最直观的方法，可以直接观测滑移体的滑面位置，进行素描和测试。钻探也是查明边坡变形岩土体的有效方法，通过钻进中的压（注）水试验，可以了解孔内水量漏失情况、水位降落速度和稳定水位位置，计算坡体渗透系数、判断滑移面位置。

关于坍岸，只发生在第四系松散土层中，其实际形成条件比

较复杂，迄今为止，仍处在一般分析判断、定性评价阶段，只能通过调查访问用工程地质类比法解决。对勘探工作量未作具体规定。

变形监测是不稳定边坡勘察工作的重要组成部分，并对边坡工程地质评价影响重大。因此，本次修订特增加了这方面的内容。

**5.2.7、5.2.8** 水库岸边的浸没只发生在土质库边的地形平缓区。由于水库蓄水后，引起库边地下水位壅高，土层中毛管水上升，使表土层沼泽化、盐碱化、南方库边稻田出现冷浸导致农作物减产，或使土基软化危及土基建筑物安全。浸没区还包括库区水位翘高后引起的浸没地区。

水库浸没区勘察方法主要是水文地质测绘和调查访问。剖面地质勘探宜采用坑探、钻探并结合浸没区的水文地质长期观测。观测工作应在水库蓄水以前提前进行，以便和蓄水后进行对比，分析评价浸没的影响。由于浸没既涉及地下水位的深度，也与作物的种类有关，因此条文中对浸没标准没有明确。

**5.2.9、5.2.10** 溶洼水库和溶洞水库是南方可溶岩区常见的一种特殊类型的中小型水利水电工程。其特点是：①以喀斯特地表、地下水流作为主要水源；②利用溶蚀洼地（坡立谷）和溶洞作为主要库盆；③依靠堵塞暗河溶洞或落水洞口形成堵体蓄水。这类工程既有一般可溶岩区水利水电工程所遇到的问题，又有因其特定的地貌和地质环境所带来的一些专门地质问题。因此，将其单列予以规定。

水源的可靠性一般不属于工程地质勘察和评价的范畴。但由于溶洼水库和溶洞水库主要是以拦截喀斯特地表、地下水流作为主要水源，此水源汇水面积小，来水量有限，且地表、地下分水岭面积的确定和水源可靠性评价十分重要，是设计人员所不能单独解决的。为此，要求地质上调查研究库盆区地表、地下水的汇水补给范围，各区段地表、地下水流量的变化特点，对水源可靠性作出评价。

详细的地质测绘是进行溶洼或溶洞水库勘察的主要方法。为提高测绘精度，本次修订将原规范的测绘比例尺作了相应扩大。

不少工程的实践证明，对库盆主要消水区及堵头等主要防渗部位进行较详细的物探普查，圈绘出基岩等高线图，对研究洼地的形成条件，分析建库后可能入渗消水位置，决定防渗处理措施有重要意义。因此，在物探方法中对此项作了明确规定。

堵洞试验，能最有效和最直观地显示喀期特通道漏水和防漏的可靠性，但耗资较多，一般由建设部门主持进行，地质方面可提出建议，并指导和参加堵洞时的地质技术和观测工作。

**5.2.11、5.2.12 新增条款。**评价库区移民迁建新址区的整体稳定性和适宜性是本阶段勘察的主要任务，5.2.11 条所列 6 款内容就是为进一步论证所选新址区地质环境的安全性提出的。至于勘察方法，仍以地质测绘为主，勘探剖面线和勘探点的布置取决于新址区的地质条件。

### 5.3 坝（闸）址区勘察

**5.3.1、5.3.2** 一般岩基上可以修建各种类型的坝（闸），包括刚性坝（混凝土、砌石坝类）和柔性坝（土石坝类）等。如果坝（闸）型不同，勘察内容的侧重点自然有所不同。对柔性坝，重点是查明河床及两岸覆盖层、风化层的工程地质条件；对刚性坝，除应查明覆盖风化层外，还应查明基岩的工程地质条件，特别是基岩中所夹软弱岩层、软弱夹层和其他软弱结构面的性状；对于拱坝，则应注意拱肩岩体的勘察。此外，对坝基和坝肩的渗透性和渗透稳定性也应注意勘察。在一般岩基上筑坝，我国已积累了十分丰富的经验，除常规工程地质测绘外，勘察工作中采用硐探查明边坡岩体深部情况较为有效和直观，特别是对刚性坝（拱坝）坝址高陡山坡，多分层开挖探硐，在探硐中还可以进行物探和现场力学试验。至于钻孔，多用于探查河床基岩、两岸风化深度及坝址基岩的渗透特性。一般岩基坝址岩体的物理力学性质参数，多采用工程地质类比法提供，因为我国在这方面已有很

多参考资料，只是对一些控制抗滑稳定的重要软弱夹层及结构面才做一些现场或室内抗剪试验。对于拱坝拱座岩体的变形模量，有时需现场测试。

**5.3.3、5.3.4** 可溶岩坝基包括通常所指碳酸盐类岩石坝基和某些溶蚀洞隙较发育、具有类似喀斯特特征并含有可溶性胶结物的，或含有碳酸盐岩砾石成分的三迭系以后的陆相红色碎屑岩（统称“红层”）及其他膏盐类岩石坝基。可溶岩坝基在我国广西、云南、贵州、湖南、湖北、山西等省区较为普遍。可溶岩岩石强度和一般岩基坝址岩石强度没有大的区别，其主要区别在于可溶岩坝基喀斯特洞穴发育，有时规模甚大，使坝基和坝肩的渗漏和稳定成为最突出的水文地质和工程地质问题，有时甚至造成大坝长期带病运行或水库无法蓄水。据湖南省调查统计，全省修建于可溶岩坝基的大坝 3601 座，其中有 1136 座带病运行。因此，条文规定，首先按一般岩石坝基要求进行勘察，在此基础上再就喀斯特发育问题增加一些勘察内容，重点是喀斯特发育特点和相对隔水层的查证。

可溶岩坝基勘察方法除岩石坝基的常规勘察方法外，应采取一些特殊的勘察方法。例如：水文地质工程地质测绘范围，有时为勘察喀斯特发育通道，两岸测绘范围远较一般岩石坝基为宽，必须把与喀斯特渗漏有关的范围包括在内；河床钻孔深度，不仅应满足查明岩基强度的需要，达到一定深度，而且应满足查明喀斯特发育规律的需要，达到相对隔水层或弱喀斯特化岩层，以考虑坝基防渗处理工程量。此外，还可以根据需要做些连通试验，跟踪开挖一些洞隙以查明喀斯特发育规律特征；取一些洞穴充填物，进行充填物质年代、物理性质、渗透特性等试验，以便考虑能否不加清除，利用或经处理后利用洞穴充填物防渗。条文还规定，必要时应进行帷幕灌浆试验。在正常情况下，中小型水利水电工程在勘察阶段一般不做帷幕灌浆试验。但对可溶岩坝基，有时灌浆工程量甚大，灌浆工艺也有很大差别，灌浆对工程造价、工期都可能有较大影响，为论证帷幕灌浆防渗的可行性和可靠

性，如果必要，应提前在初设阶段进行帷幕灌浆试验，通过灌浆试验确定最优灌浆压力、灌浆工艺、灌浆材料、灌浆孔布置等参数。

**5.3.5、5.3.6 软质岩基坝（闸）址区勘察内容与一般岩基坝（闸）址区相同。**但由于其具有一些特殊的物理和水理性质，对工程的影响较大，主要表现在：因易于软化、泥化，不利于沉降变形稳定；因易于崩解，给施工和长期维护带来困难，有时不得不预留保护层或采取特殊保护措施；因岩质软弱，抗刷能力较低；因易于泥化、蠕变，不利于抗滑稳定，有时岩层倾角虽很平缓，也可能因夹层蠕变产生顺层滑动，不利于边坡稳定。上述情况在我国中小型水利水电工程中屡见不鲜。为此，在勘察内容中特别强调应补充的一些内容。

关于勘察方法，指出在一般岩基坝（闸）址区勘察的基础上，注意研究抗力体及冲刷坑的情况，并补充一些为查明软质岩特性应进行的试验，包括冻融、膨胀试验，防护崩解的方法试验，风化速度的现场观测试验，确定预留保护层的试验等。

**5.3.7、5.3.8 土基系指由第四系松散岩（土）层组成的地基。**如砂砾石层、砂层、各类土层及全风化呈土状的残坡积层等。在土基上，我国已修建了数以万计的当地材料坝和各类水闸，积累了比较丰富的经验。

土基坝（闸）址区勘察内容在 4.3.1 条 4 款中已作出了明确规定，本阶段只是在可行性研究阶段勘察的基础上进一步调查并查明问题，作为设计的依据。例如对基岩浅埋区要查明基岩埋藏深度和基岩面起伏变化情况，以便为防渗清基提供依据。防渗线基岩一般应进行帷幕灌浆，为此要查明基岩的透水性。对一些特殊土层，要求详细查明它们的分布、厚度、组成特征和工程地质特性，以便于设计处理。关于水文地质勘察，除对坝（闸）基透水和相对隔水层进行勘察外，特别提到要注意勘察研究坝前表土层作为防渗天然铺盖的问题。另外，本次修订增加了对饱和无粘性土、少粘性土地基振动液化评价的内容，这是为了与《水工

建筑物抗震设计规范》(SL 203—97)相适应。至于将地震动峰值加速度不小于  $0.1g$  (即地震基本烈度不小于 7 度) 作为起点, 也是根据国内、外震害情况资料 (水工建筑物出现地震损害一般从 7 度开始) 确定的。当然, 国内也有 6 度地震造成水工建筑物损害的实例。因此, 各地在实际工作中可根据具体情况酌情处理。

关于勘察方法, 考虑到土地地表出露土层单一, 要查明坝基的土层情况, 首先应布置坑探、井探或钻探, 物探虽可以大致分层, 但其成果需经钻探校核, 因此, 勘察方法中钻探不能缺少。其次, 钻孔的深度和间距, 虽然条文中作了规定, 但可根据实际情况灵活掌握。在水闸的闸墩部位最好有钻孔控制。关于试验工作, 除土的室内物理力学试验外, 也提出原位测试, 对提供土层物理力学性质参数较为方便。

## 5.4 厂房、溢洪道及其他地面建筑物区勘察

5.4.1、5.4.2 这两条在勘察内容上对原规范进行了调整, 并新增了地质构造和泥石流的勘察内容。考虑到地面厂房区建筑物的种类不同, 要求也不一样, 因此, 条文对一般性的勘察内容未再细列, 主要列出一些影响建筑物的常见工程地质和水文地质问题。对地面厂房, 关键是地基岩土层的特性、强度是否能满足要求和边坡稳定条件; 对前池, 关键是防止漏水问题; 对地面压力管道, 关键是管道通过地段的边坡稳定状况和墩基地质条件。至于勘察方法, 考虑到上述建筑物等级较低, 要求不高, 故宜以测绘和轻型勘探为主, 并根据需要布置钻探或硃探。所需岩土物理力学性质参数可用工程地质类比法提供, 但对主要岩土的物理力学性质参数, 条文提出取样进行室内试验。当主要持力层为第四纪地层时, 还应进行原位测试。试验的数量条文未作明确规定, 各工程可视具体要求而定。

5.4.3、5.4.4 无论溢洪道是布置在岩基或土基上, 其勘察的主



要工程地质问题是地基的强度和透水特性、溢洪道（包括下游斜坡泄水道）开挖后边坡的稳定性，及下游受冲部位岩土体的抗冲刷性能等，5.4.3条各款对此作出了明确规定。至于勘察方法，本次修订对原规范作了较大的调整。第一，明确了地质测绘的比例尺，测绘范围除溢洪道本身外，尚应包括下游受冲刷部位和两侧设计开挖坡顶线以外一定范围，以便查明对工程有影响的各类结构面的情况；第二，规定在溢流堰、泄槽和消能设施等部位应布置钻探；第三，对影响建筑物稳定的主要岩土和软弱夹层应取样进行试验。

## 5.5 地下洞室区勘察

**5.5.1** 在初步设计阶段，地下洞室区勘察重点是洞室进口、出口的进洞条件和洞室本身的成洞条件。根据中小型工程地下建筑物施工经验，影响进洞和成洞条件的重要因素有：进口、出口岩（土）体完整和风化程度，进口、出口边坡稳定情况；洞室区有无对洞室围岩稳定不利的断层破碎带、破碎岩层和软弱结构面；洞室内是否存在特别软弱、易风化、崩解的岩层，及软土、湿陷性黄土、膨胀土等特殊土层；地下水是否丰富和活动强烈，是否会遇到地下水与地表水流或喀斯特管道水流相连通的强透水带；深埋洞地应力较高，会否产生岩爆；洞室以上岩（土）体的有效厚度是否满足要求等。本条1~7款就是根据这些影响洞室的进口、出口稳定条件和洞身成洞条件分别提出的要求，其中1款是本次修订新增内容。

### 5.5.2

1 地质测绘是根据中小型水利水电工程的实际情况提出的，洞身部分，一般只测绘地质纵剖面，只要能反映隧洞经过地段的地层岩性、地质构造和断层破碎带，能进行洞身围岩工程地质分段即可；对地质条件复杂的洞段、地下厂房区和进口部位、出口部位等，应进行平面地质测绘，测绘比例尺原规范定为1:2000~1:1000，本次修订改为1:2000~1:500，也是根据近几年

各地实际操作情况确定的。1:500 大比例尺测绘主要用于地形、地质条件复杂的隧洞进口、出口部位。

2 规定了勘探工作的布置原则,所列内容也只是常用的。根据经验,硃探是进行地下洞室勘察最有效、最直接的手段,特别在进口、出口部位和地下厂房,一般应有探硃控制。探硃尽可能在施工前结合施工排水或施工通风进行布置。为查明深部洞室岩体完整性、透水性和地下水位,也可打少量钻孔。另外,条文中增加了钻孔、平硃进行弹性波测试,主要是为围岩工程地质分类提供更多的依据。

3 新增了深埋大跨度地下洞室现场测试岩体变形模量的要求,这是根据实际需要提出的。

4 强调在工作条件十分恶劣,勘探工作事实上不可能进行的地区,强调充分利用航(卫)片,特别是比例尺较大的航片来分析解译隧洞沿线地质条件,利用航(卫)片来解译穿过洞线的较大断层带和变形边坡,是十分有效的和宝贵的。

## 5.6 引水、排水线路勘察

5.6.1 中小型工程引水、排水线路的渠道断面一般虽不太长,但所通过地段遇到的地质情况可能各种各样。因此,本阶段勘察工作主要在于论证渠道能否成立,渠道开挖通水后可能带来什么问题,及渠系建筑物地基和边坡的稳定条件。条文重点强调要调查渠道岩土体的透水性,通水后强透水岩(土)层的大量漏水可能带来一系列问题,都应引起注意。对于一些穿过溪沟的渠系建筑物(例如渡槽、倒虹吸管等),不仅要研究溪沟覆盖情况,以决定建筑物排架基础的砌置深度,还要考虑溪沟洪水冲刷对建筑物基础的影响。本阶段还要求分段评价渠道全线工程地质条件,主要为了核算渠道土、石方工程量,编制工程概算。

5.6.2 在初步设计阶段,引水、排水线路工程地质测绘是在可行性研究阶段工程地质勘察选定线路的基础上进行补充的,用以查明重点地段的工程地质问题。本次修订增加了测绘范围的规

定，目的在于查明周边不良地质现象对引水、排水线路的影响。原规范对建筑物区、严重变形边坡和喀斯特发育等地段的测绘比例尺规定为1:2000~1:1000，本次修订为1:1000~1:500，一是为提高地质测绘的精度，二是根据各地的实际操作情况确定的。至于勘探手段，条文规定地质条件简单的线路宜以轻型为主，如可以采用坑探、物探或土钻查明覆盖层厚度和基岩风化深度，在一些重要的渠段、结构复杂的建筑物地区和地质条件复杂的线路段，应布置岩心钻探，以提高勘察精度。设计所需岩土物理力学性质参数，可以用工程地质类比法提供。如果遇到特殊土，如膨胀土、软土、湿陷性黄土等，因其物理力学性质差异较大，较难准确提出经验数据，因此，可以取样进行室内试验。如有条件（设备和技术条件）当然也可以作些现场原位测试，如十字板剪切试验、触探之类。

## 6 技设计阶段工程地质勘察

### 6.1 任 务

**6.1.1** 本条是此次修编补充的内容。不少中小型水利水电工程未按基建程序办事，前期地质勘察的深度和精度不够，导致许多应在初步设计阶段解决的问题遗留到了施工期。为了与设计阶段相配套，确保地质勘察精度，以利施工顺利进行，要求对专门性工程地质问题进行勘察。

**6.1.2** 中小型水利水电工程特别强调施工地质工作。原规范把施工地质专门列为一章，本次修订将其作为技设计的一部分，并不是削弱施工地质工作，而只是与目前国家有关规定相一致，与设计阶段同步。

**6.1.3** 对施工过程中出现的各种工程地质问题的处理提出建议是施工地质的任务之一，这里将其单独列为一条，旨在强调地质建议在施工中的重要性。

**6.1.4** 严格来说，工程地质监测也是施工地质的内容之一。本条单独提出，一是强调工程地质监测的重要性，如边坡、危岩、软基、承压水等对工程影响较大的地质现象，都应进行监测；二是强调监测的难度，因设置监测网进行监测需要投入一定的人力物力，往往需要业主、设计、监理多方共同确定。因此，工程地质专业只能提出建议。

### 6.2 专门性工程地质勘察

**6.2.1** 本条强调的是确定专门性工程地质勘察内容的原则。专门性工程地质勘察内容应根据以下4条原则来确定：

(1) 初步设计阶段工程地质勘察报告的建议。在前期勘察中由于经费和技术条件等原因，一般会遗留少量的工程地质问题待继续查清，当遗留的问题对工程影响较大时，应作为专门性问题

在工程开工前予以查明。

(2) 初步设计报告的审查意见。审查意见中，一般会对下一步工作提出要求，勘察单位应根据审查意见提出专门性勘察的内容。

(3) 施工实际情况。施工中往往会出现一些难以预见的问题，例如可能出现边坡失稳、基础岩土强度不能满足要求、严重渗漏或开挖情况与前期勘察资料有较大出入时，以及天然建筑材料的质量、储量出现偏差等，上述问题均应作为专门性问题进行勘察。

(4) 设计要求。工程地质勘察强调的是工程的针对性，以解决工程问题为最终目标。如果脱离了设计要求，就失去了工程地质勘察的基本意义。因此，应根据设计需要，进行专门性工程地质勘察。

本条 1~3 款列举了专门性勘察的主要内容。

这里将天然建筑材料复查列为一款，强调天然建筑材料的重要性。由于前期天然建筑材料勘察深度和精度未达到要求，从而影响工程建设质量和进度的例子屡见不鲜。施工过程中发现天然建筑材料与勘察成果提供的储量、质量有较大出入时，应及时进行复查，并应达到详查的精度。

**6.2.2 专门性勘察的精度**主要决定于工程地质问题的性质、前期勘察的深度、设计要求等三个方面，其中设计要求是最主要的。

专门性勘察的范围一般比较小，比例尺宜大一些，平、剖面图最小比例尺一般不宜小于 1:500，但总体上应满足设计要求，尽量与设计保持一致。

关于勘探工作量的问题，因专门性勘察的情况多种多样，本标准中没有提出具体的标准，可根据具体情况酌情考虑。

对于岩土试验的要求，中小型工程一般不是特别重视。本标准提出专门性勘察的试验工作应根据具体情况确定，当部位特别重要、问题特别严重或室内试验不能达到要求时，应进行现场试

验。条件允许时，室内和现场试验可同时进行，相互验证，使各种地质参数更加符合实际。

## 6.3 施 工 地 质

**6.3.1** 施工地质工作是工程勘察阶段地质工作的继续，是对勘察成果的最终验证，也是水利水电工程建设中必不可少的一项重要工作。一些在勘察阶段未能细查和充分揭露的水文地质和工程地质问题，随着施工开挖，将被充分揭露。对于中小型工程而言，这种情况更为突出。这是因为，大多数中小型工程都是地方筹资兴建，在勘察阶段不可能投入较多的勘探工作，除一些重大的关键性的水文地质和工程地质问题必须在勘察阶段查明外，可能有些一般性的地质问题，随施工开挖的不断揭露，在施工阶段才研究处理。因此，对中小型工程，特别强调施工期的施工地质工作，强调施工期的应变处理。

原规范将施工地质单独成章，将施工地质工作的任务、内容及工作方法列为三节。本次修订将施工地质列为一节，在条文形式上进行了重新编排，并补充了部分内容。本条规定的6项任务，首要的任务就是研究分析所揭露的地质现象，检验和校正前期勘察结论和岩（土）物理力学参数，与设计、施工人员共同研究，提出处理措施建议，这是中小型工程施工地质工作的特点。除上述任务外，还列出了编录、监测、参加与地质有关的工程验收和必要的专项补充地质勘察等任务。

**6.3.2** 本条规定施工地质工作方法、内容以及技术要求宜按《水利水电工程施工地质勘察规程》（SL 313—2004）执行，旨在强调施工地质工作的重要性。但针对中小型工程的特点，对于地质条件较简单的工程，特别是小型工程，有些内容和要求可适当简化。

**6.3.3** 标准是技术工作应遵循的准则，具有普遍的指导意义。但对每一个具体工程而言，工程地质条件和技术要求是千差万别的，施工地质工作大纲是某个工程开展工作的指导性文件，具有

很强的针对性。本条强调在施工地质工作开展之前，应编制施工地质工作大纲，实践证明，这是做好施工地质工作的前提。

**6.3.4~6.3.9** 分别列举了施工地质工作应特别注意的重点内容和工作方法。工作内容重点是对已有成果资料的复核、检验以及对工程地质问题的预测预报。例如，对一些重点工程地质问题的结论、建议、原提供的参数进行检验，必要时作一些修正；施工期可能出现的地质问题的预测、预报等。工作方法的重点是施工地质编录，编录一定要认真细致，不能遗漏地质现象。编录方法可采用文字说明、素描、摄像、录像等，但强调要连续进行。在基坑开挖完成验收以前，应按有关标准的规定进行地质测绘。

**6.3.10** 建立施工地质日志是施工地质必不可少的工作。各单位应建立统一格式的施工日志本和日志编写责任制度，从施工开始至施工结束要连续记录。工作联系单是各有关单位往来的文字依据，也是出现问题时划分责任的主要依据，施工地质人员应认真填写和收集保存。

**6.3.11** 本条强调了解规划设计意图，做好与设计人员配合和施工地质服务工作。施工地质人员如果不了解规划设计意图，工作中往往可能出现偏差。由于与设计人员配合不好，服务工作不到位，引起设计、施工、业主投诉的例子时有发生。因此，施工地质人员应充分了解规划设计意图，熟悉各种建筑物对地质条件的要求，认真做好配合和服务工作。

## 7 病險水库除險加固工程勘察

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 病險水库除險加固工程勘察实际上是对已建工程的再勘察。这些工程有一大批是 20 世纪五六十年代兴建的，由于当时急于求成和财力、物力不足，不少工程未按基建程序办事，设计、施工均存在一些问题，后期管理工作又没有很好跟上，致使病害问题较为突出。近几年，各省开展了大量的除險加固工程勘察，但对其勘察精度，勘探工作的布置和勘察方法一直没有规范可循，为规范除險加固工程勘察工作，在总结各地经验和成果的基础上，本次修订特增加本章。根据水利部《关于发布〈水库大坝安全鉴定办法〉的通知》（水建管〔2003〕271 号）和 SL 258—2000 以及各地实际操作情况，本条规定病險水库除險加固勘察一般划分为安全鉴定勘察和除險加固设计勘察。设计勘察一般一次性完成，当除險加固设计分为初步设计和技施设计时，则勘察阶段应与设计阶段相适应。

**7.1.2** 本条对除險加固工程勘察的任务作了规定。除險加固工程勘察就是要查明病險部位及其产生的原因，勘察工作必须抓住这个重点有针对性地进行，避免盲目扩大勘察范围；如果抓不住重点，反而造成工作的延误或浪费。

**7.1.3** 除險加固工程勘察是对已建工程的再勘察。由于工程已建成运行，有些病害已长期存在，有时需经加固处理，因此，条文强调应加强收集原有地质勘察、施工处理及运行监测资料，有时还要调查访问早期施工人员，并对所收集的资料进行综合分析，这样，既可充分利用已有的勘察成果，减少勘探工作量，又能深入了解工程问题的实质，使勘察工作做到有的放矢。

**7.1.4** 除險加固工程特别是病險土石坝加固处理工程，一般需要一定数量的天然建筑材料，因此，在除險加固设计勘察阶段，



应对所需天然建筑材料进行勘察或对原施工用料进行复查。根据除险加固工程勘察的特点,条文提出了天然建筑材料勘察的精度应达到详查的要求。

## 7.2 安全鉴定勘察

**7.2.1** 本条对安全鉴定勘察的对象和范围作了规定。把安全鉴定勘察的对象和范围界定于各建筑物地基及周围边坡、近坝库岸、地下工程围岩、土石坝坝体等,主要是从与工程安全有关的角度出发而提出的。这里特别把土石坝坝体列为勘察对象,是考虑我国病险土石坝的现状,即土石坝坝体病害是病险工程的主要病害。至于混凝土坝或砌石坝坝体,则不在地质勘察之列。

**7.2.2** 本条 1~4 款提出了安全鉴定勘察的主要任务。安全鉴定勘察实际是为工程质量评价、结构安全评价、渗流安全评价和抗震安全评价提供地质资料和依据,以便于工程的安全鉴定分级。

**7.2.3~7.2.6** 这 4 条规定了土石坝、混凝土坝和砌石坝的地质勘察基本内容,这些内容都是在工程实践中总结得出的,也是进行工程的安全鉴定分级所应取得的地质资料。鉴于病险水库土石坝坝体存在的质量问题较为普遍,因此,条文特别强调了对坝体填筑质量,坝体渗漏、开裂、滑坡、沉陷等不良地质现象和隐患的调查。

至于勘察方法,由于工程已建成,因此,收集已有的各种资料,如前期勘察资料,访问施工期间的开挖处理情况,详细了解运行观测资料等,就显得尤为重要。工程地质测绘也是对原坝址工程地质图进行复核,如果没有前期勘察资料,则应进行工程地质测绘。

安全鉴定勘察主要是全面揭露问题,相当于普查。因此,物探宜是主要的勘探方法之一。钻探工作量一般较少,但勘探剖面线和病险部位应有少量钻孔控制。试验方面,土石坝坝体是重点,并且要求分区取样进行室内物理力学性质和渗透试验,试验的组数一般沿用习惯作法,或以满足统计分析和计算的需要

确定。

**7.2.7** 其他建筑物由于种类较多，且各自的问题各不相同，因此，本标准没有一一列出，具体问题具体分析，参照有关条文执行。

### 7.3 除险加固设计勘察

**7.3.1** 本条指出除险加固设计勘察应在安全鉴定勘察的基础上，对有关地质问题进行详细勘察，目的是查明病险详细情况和原因，提出处理措施建议。本条1~3款的任务就是针对这一目的提出的。

由于除险加固设计勘察目的明确，针对性强，因此大部分省、自治区、直辖市的除险加固设计勘察均能做到一次性完成。但部分省、自治区、直辖市要求先提交可行性研究报告，本条未对可行性研究勘察提出明确要求，各地可视具体情况酌情考虑；部分省、自治区、直辖市尚需提交技施设计报告，而技施设计阶段只针对专门性地质问题进行补充勘察，可参照设计阶段勘察有关规定进行。

**7.3.2~7.3.10** 由于病险种类多，原因复杂，因此，对所有病害的勘察内容、方法不可能一一列出，条文重点对工程中常见的病害，如渗漏及渗透稳定问题、不稳定边坡问题、抗滑稳定问题、地基沉陷与坝体变形问题等的勘察内容、勘察方法作了规定。所列勘察内容都是为查明这些问题而提出的主要内容。当然，在实际工作中，勘察内容可能尚不止这些。至于勘察方法，条文特别强调对已有地质资料、施工编录以及运行观测等资料的收集和分析。工程地质测绘比例尺的选择，是根据所研究的问题确定的。采用何种勘探方法，勘探点的间距为多少，则可根据具体情况综合考虑。对于坝体取样试验工作，强调必须分区取样，避免取样数量过少或代表性不强，基岩则强调以经验类比为主。对工程安全有影响的、规模较大的不稳定边坡，仍需进行必要的室内和现场试验。

## 8 天然建筑材料勘察

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本条规定天然建筑材料勘察应按任务书要求进行,因为在执行天然建筑材料规程时往往有一定的变动,如果没有任务书的明确规定,精度的变动便无所依据。此外,对天然建筑材料勘察的一些特殊要求,也可在任务书中详细列出,例如,对某些工程需要某一些特殊的材料,对某些材料的产地,运输条件等有特殊要求等。

**8.1.2** 天然建筑材料勘察是中小型水利水电工程地质勘察任务之一,在《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL 251—2000)中,对勘察精度等级、各种材料的勘探和取样试验以及资料整理和报告编写等都有明确规定,因此,本条规定天然建筑材料宜按 SL 251 执行。但对中小型工程而言,由于勘察条件的限制,往往不能按规程规定的勘探取样数量布置勘探工作。有些工程所需天然建筑材料数量不多,经经验判断认为质量可用,而储量又很丰富的情况下,勘察阶段也往往简化,未按普查、初查、详查三级循序进行;有些工程所需建筑材料的储量很少,但又必须采用,反而要求较规程规定更为精确地进行勘察等。鉴于我国中小型水利水电工程的实际情况,又不宜完全死板地按规程去做,对某些技术要求应做一些变通,因此,本条特别规定“根据中小型工程的特点和料场的具体条件,对 SL 251 中的某些技术要求可适当简化”。凡本标准补充说明了的,按本标准去做。未说明的,一律仍按 SL 251 的要求去做,例如,各级精度的勘探取样试验方法和资料整理报告编写等。

**8.1.3** 可行性研究阶段的天然建筑材料勘察,直接关系到基本坝型的选择。如果某种材料影响到基本坝型的选择时,应对起控制性作用的料源及主要料场进行详查,保证工程设计的需要。

**8.1.4** 在中小型水利水电工程勘察工作中，有时会发现建筑场地附近天然砂砾石料中细骨料缺乏，采用人工轧制细骨料成本又高，因此，业主常采用外购天然细骨料作为补充。为确保外购材料的质量，本条规定应对外购天然建筑材料的质量进行检验复核。

## **8.2 勘 察 方 法**

**8.2.1** 本条强调对已开采使用过的天然建筑材料料场，如一些石料场、土料场的储量和质量资料的收集。如果继续采用这些料场，应该补充勘探工作，以便复核其储量。

**8.2.2** 根据中小型水利水电工程的特点和习惯作法，本条提出了由近到远、先测绘后勘探的勘察工作原则。对中小型工程，天然建筑材料的使用往往是尽可能就近采用，甚至储量不多的产地，只要质量好往往优先采用。运距也是决定料场是否采用的很重要的因素。因此，在勘察时，应先勘察近距离料场，储量不足时再向远距离料场勘察。对每一料场，一般都应先查勘、测绘，对其储量和质量作出经验判断，再布置必要的勘察工作（钻探、坑探、物探等），以减少勘探工作量，而且宜采用综合手段，不是单一地依靠钻探或坑探。

**8.2.3** 关于天然建筑材料的勘探与取样试验，SL 251 已有明确规定。对砂砾料，将产地分为三种类型，每种类型产地又规定了初查和详查不同的勘探网（点）间距，根据产地储量大小规定了取样级数最少值，还规定了取样方法、取样数量和试验项目等。土料、石料等也都有类似的规定。但由于中小型工程，特别是小型工程用料不多，或受勘探条件的限制，在保证满足设计要求的前提下，勘探和取样试验可作一些变动。例如，对一些小型堆石坝或砌石坝，当采用石料时，如果附近有大面积裸露的石灰岩，储量甚丰，岩性单一，岩相稳定，当地居民又有采用该石料的经验，已有采料场或天然剖面，勘探网点布置可以大为简化。有时，可不布置勘探工作即可使用，也可少取或不取样进行室内试

验。相反，在有些强喀斯特发育的石灰岩区，表部被覆盖，下部喀斯特发育形状（溶沟、溶槽、溶洞等）难以判断，表层覆盖物和洞内充填物直接影响堆石坝上坝石料或人工骨料的含泥量，而这种石料又非用不可时，勘探网点布置可根据需要适当加密。对砂砾料，如果用料不多，但附近有大面积远超过设计要求储量的砂砾滩地，且经判断质量也符合要求，勘探网点布置也可简化。总之，对中小型工程的天然建筑材料勘察，强调现场查勘和经验判断，并结合工程特点进行勘察。

**8.2.5** 关于天然建筑材料的资料整理和报告编写，SL 251 有明确规定，包括应提交的图件编制、试验成果整理、储量计算方法及报告编写的规定和报告提纲等。但考虑到中小型工程的特点，本标准作了一些变动。规定一般情况下不编写专门的天然建筑材料勘察报告，天然建筑材料问题可在工程地质勘察报告的专门章节中论述。只有当天然建筑材料条件复杂或所存在的问题成为影响坝型选择关键时，才编写专门的天然建筑材料勘察报告。报告的提纲，应按 SL 251 的规定执行。不论是否编写专门的天然建筑材料勘察报告，究竟应附什么图件，在附录 F 中已明确列出。

## 9 勘 察 成 果

### 9.1 一 般 规 定

**9.1.1** 本条对各阶段工程地质勘察及病险水库除险加固工程勘察应提交的成果作了明确规定。各阶段工程地质勘察工作结束后，都必须编制工程地质勘察报告。对一些专门性工程地质问题进行专题研究时，应提交专题研究报告。

阶段性工程地质勘察报告，可以根据工程规模、地质条件复杂程度及特殊要求，采取几种不同的形式。对中型水利水电工程或地质条件复杂的小型工程，一般可提交阶段性工程地质勘察报告；如果地质条件比较简单，经勘测设计主管单位同意，也可以提交地质简报，或作为设计报告中的一章提出；对于地质条件一般或简单的小型工程，可以在设计报告中写入地质说明部分，不另编写单独的工程地质勘察报告。

**9.1.2** 本条对工程地质勘察报告的三个组成部分，即正文、附图和附件提出了具体的要求，以保证成果的质量。对报告正文要求——客观真实，重点突出，依据事实和数据进行综合分析论证，合理提出各项参数和建议，围绕任务和规划设计意图进行工程地质评价等，都是针对过去工程地质报告的缺点而提出的。过去有些地质报告文字过长，内容空洞，一般地质内容叙述多，结合工程的评价少，结论含混不清，重点不突出，泛泛而谈，这些弊端都应尽量避免。

对图面要求准确、实用和图文相符，也是针对过去常见的缺点提出的。过去有些图面虽然清晰，也很准确，但不实用，工程地质内容甚少。要求图面实用，就是为工程所用，此外图文也应绝对相符。

**9.1.3** 竣工地质报告是工程的重要资料。中小型水利水电工程因为条件限制，勘察阶段不可能十分详细、彻底查明所有工程地

质和水文地质问题，而强调在施工阶段对揭露的问题进行及时研究处理。中小型水利水电工程更加强调施工地质工作。为了给工程的长期安全运行，今后的维修加固提供可靠的资料依据，必须将施工阶段的地质工作、所遇到的地质问题、处理情况和结论意见，作出详细的报告，包括其他一切有关施工地质的技术资料都应系统完整地进行整编。几十年来，有一些中小型工程忽视施工期地质编录，更缺少系统完整的竣工地质报告，给建成后工程的维修处理造成很大困难，有时不得不去向原施工地质人员进行调查访问，了解施工时遇到的地质问题、部位和处理情况，这是很深刻的教训。因此，本条对竣工地质报告的基本要求作出了明确规定。

**9.1.4** 地质报告的主要附件都是各阶段地质报告的基本附件。附件分为两类：一类是必须提交的图件；另一类图是根据具体需要才提交的图件。例如，规划阶段的水库区综合地质图，如果水库区地质条件简单，就可以和区域综合地质图合并成一张，不另提交专门的水库区综合地质图；反之，如果需要也可以提。但初步设计阶段，则规定必须提交。至于小型工程，提交图件的伸缩性较大，除了建筑物地质纵、横剖面图以外，其他图件都是根据需要提交，不作硬性规定。总的原则是既要能说明问题，又要尽量简化，以减少不必要的工作量。

**9.1.5** 原始资料系指作为编制工程地质勘察报告和施工地质报告依据的一切未经系统加工的第一手最基本资料。针对中小型工程原始资料保存不全甚至根本不重视原始资料归档的情况，本条明确规定，在各阶段工程地质勘察、施工地质和病险水库除险加固工程地质勘察工作结束后，各种原始资料和勘察成果应按有关规定归档，是十分必要的。当不少工程出现病害，需查询原始资料以便弄清病害原因时，由于资料未系统整编装订，当事人也没有进行必要的说明和注记，甚至事隔多年，连当事人是谁都无法查找，给查询工作带来很大的困难，耽误了工程的加固处理工作，这种教训应当吸取，为此列入本条规定。

## 9.2 工程地质勘察报告

9.2.1~9.2.6 分别对规划阶段、可行性研究阶段、初步设计阶段、技施设计阶段及除险加固工程地质勘察报告的基本内容作了一些规定，即一般情况下应包括的内容。考虑到各工程地质条件千差万别，工程的特点也不一样，文字表达形式也有差异，因此，不可能都严格按一个模式编写报告。使用时应按各工程的实际情况，作相应的增加或简化。



## 附录 A 围岩工程地质分类

本次修订,对原规范的内容作了适当调整。国内目前围岩分类方法很多,国家标准有《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GBJ 86—85)、《工程岩体分级标准》(GB 50218—94)和《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》(GB 50307—99)、《水利水电工程地质规范》(GB 50287—99),以及铁路、公路和冶金等系统的工程地质勘察规范均有各自的围岩分类,所有分类都不外是考虑围岩强度、岩体完整程度、结构面的状态、地下水的影响、结构面走向与洞室长轴方向关系等因素,并采取定量评分的办法来判别围岩类别。

中小型水利水电工程地下洞室,洞径(跨度)一般较小,而且勘察条件、工作深度和测试手段也难于满足上述规范要求,因此,编制一个适合中小型水利水电工程的围岩工程地质分类,可帮助野外地质人员通过地质测绘和勘探,并根据围岩的主要工程地质特征,迅速确定围岩的类别,从而可以判断围岩的自稳能力和变形特征,提出支护、衬砌的方法,同时通过分类标准的划分,将常用的一些描述围岩(岩体)状况的术语(如岩质软硬程度、岩体完整性、地下水活动程度等)规范化。本分类主要针对岩质洞室,未包括土洞。

本分类的主要依据是:岩石强度、岩体结构、岩体完整性、岩体结构面特征、产状,地下水活动强弱等,将围岩按其稳定性分为5类。分类中还列出各类围岩主要物理力学参数。考虑到目前不少中小型隧洞工程设计时仍要求提供山岩压力(围岩压力、围岩松动压力),可以根据岩体力学属性采用与之相适应的理论和方法确定。Ⅰ类围岩稳定性与应力分布的计算,宜采用弹性理论或弹塑性理论方法,它可以不计山岩压力;Ⅱ类、Ⅲ类围岩宜采用极限平衡理论,并按实际情况,考虑应力的重新分布及结构

自重，实际操作时根据拱顶坍塌高度估计山岩压力。估计山岩压力的经验公式为： $p=hr$ 。[式中： $p$ 为垂直山岩压力（MPa）； $h$ 为坍塌高度（m）； $r$ 为岩体重度（ $\text{kN/m}^3$ ）]。

Ⅱ类、Ⅲ类围岩在隧洞开挖前按  $h=(0.1\sim0.2)B$  估算围岩松动压力。式中： $B$ 为隧洞开挖跨度（m）。

Ⅳ类、Ⅴ类围岩可按松动介质平衡理论估算围岩压力，亦可按坍塌高度估算围岩压力，Ⅳ类围岩坍塌高度  $h=(0.33\sim0.66)B$ ，Ⅴ类围岩  $h=(0.6\sim1.2)B$  或更大，当洞顶岩体不能形成自然平衡拱或有冒顶可能时，应按全部上覆岩体重量计算山岩压力。

另外，在进行岩质分类时，增加了便于野外现场测试的点荷载强度、岩体回弹仪测试值及岩体纵波波速值。地下水活动程度分级主要参考了 GB 50287—1999，并考虑外水压力的影响。洞室外水压力系数取值为  $0.2\sim1.0$ ，当外水压力较大时，其作用于隧洞衬砌上的压力也较大，同时，地下水涌水量和排泄形式对围岩稳定的影响也不容忽视。

## 附录 B 边坡工程地质分类

边坡工程地质分类的目的主要是为水利水电工程实用服务。边坡是水利水电工程地质勘察三大对象（地基、围岩和边坡）之一。边坡的稳定状况直接或间接影响建筑物的安全。但是，中小型工程因建筑物规模较小、勘察周期较短、勘察手段和资金也受到限制，因此，很难对边坡进行较为详细的勘探工作，与大型工程相比，更加重视根据经验对边坡的现状作出客观分析，并对其稳定性作出评价。而分析和评价的依据，首先应能有一个可以通用的边坡分类。本附录所列边坡工程地质分类，是在总结我国水利水电工程边坡勘察成果的基础上，以边坡分类文字说明为主，将各种不同工程地质特性的边坡加以区分，某种类型边坡代表某种工程地质特征，对其稳定特点和对工程的影响分别作出不同的判断。

边坡分类的主要目的是：

（1）根据野外调查，并依据边坡分类特征，对边坡的类别迅速予以辨认，从而较快掌握此类边坡的主要工程地质特征。

（2）根据边坡分类，对边坡的稳定性作出初步评价，就边坡对工程的影响作出判断。

（3）根据边坡分类，预测边坡可能出现的工程地质问题，并对边坡的工程处理提出原则性建议。

（4）当边坡问题较为复杂时，也可根据边坡分类，对下一步勘察试验工作指明方向。

国内外边坡分类十分繁杂多样，究其原因，主要是因为所依据的分类原则各自不同，这些分类原则是分类者自己确定的，是为各自的分类目的服务的，绝大多数都是边坡变形形式的分类，或就某种变形形式（例如滑坡）再作进一步细部分类，尚未见到对边坡进行综合工程地质分类。

本分类有为中小型水利水电工程服务的明确目的，实用性较强。为此，贯彻了以下的分类原则：

(1) 以实践为基础进行分类。总结我国水利水电工程实际遇到的边坡，特别是一些变形边坡，并按岩性、结构、变形特征等综合工程地质、水文地质条件对边坡进行分类。

(2) 分类以实用为目的，要便于野外对边坡类别进行辨认，并能对其稳定性作出评价。为此，在分类表中将各种边坡的特征、影响边坡稳定的主要因素、可能的主要变形破坏形式和可能出现的问题，以及与水利水电工程的关系都分别加以说明。

为避免边坡术语的混乱，表 B.0.1 还就边坡与工程的关系、岩性、变形情况、边坡坡度、工程边坡高度和失稳边坡体积，作了一般性分类。首先，应当统一的是边坡总称的叫法。“slope”一词，在我国有很多译名，有叫“边坡”，有叫“斜坡”，也有叫“岸坡”，我们叫“边坡”，并定义为“地壳表部一切具有侧向临空面的地质体”，“边坡是坡面、坡顶及其下部一定深度坡体的总称”，而不是仅指边坡的坡面。边坡的临空向侧面称为“坡面”，坡的顶部缓坡面或水平面称为“坡顶面”，坡面与坡顶面的转折部分称为“坡肩”，边坡的下部与平地相接部位称为“坡脚”，坡面与坡顶面以下至坡脚的岩体称为“坡体”，坡面与理想水平面的交线称为“边坡走向线”，二者最大夹角称为边坡“坡角”或“坡度”，自坡脚到坡顶面间的高度称为边坡的“坡高”。一般来说边坡的高度从谷底起算，如边坡经人工改造，则从改造后坡脚的平面起算。

本分类对边坡未采用“斜坡”一词（铁路部门有叫斜坡者），主要是考虑“斜”含有坡度的涵义。因此，将斜坡不作为“slope”的总称，而仅指一定坡度（ $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ）的边坡为“斜坡”。也未采用“岸坡”一词，主要是考虑“岸”相对于河流水边而言，系指“水边高起之地”，不能概括有些不在河流岸边的边坡。

在边坡分类表中，将碎石边坡和岩土混合边坡列入土质边坡

类。野外实际情况是，除了纯是土层（砂性土、粘性土等）组成的边坡和裸露无覆盖的岩质边坡外，一般岩石边坡也可能覆有少量残坡积层，但因其相对于坡体体积量较少，不是控制坡体稳定的主要因素，因此，仍归入岩质边坡类。除此而外，还有含有较多的块石、碎石，同时也混有土的边坡，归入碎石土边坡类。此类边坡所含块碎石（多经位移）和土一起仍属松散体，如坡积形成的碎石土边坡，边坡的特性决定于土石混杂体本身的特性，故将此类边坡归入土质边坡类。而土石混合边坡则系指边坡坡面除出露土层（碎石土、砾质土或其他土层）外，不同部位（多在土层下部）还出露岩石，边坡的特性除决定于土层本身特性外，还与土层和基岩的接触面特性有关。例如：上部为坚硬玄武岩，中部为全风化页岩，而下部又为坚硬岩石，即上岩、中土、下岩组成的边坡。土石混合边坡虽然在坡面上有岩石出露，但因坡体中土层分布较厚，对边坡整体特性有较大影响，因此，也把此类边坡归属于土质边坡。在编写过程中，原拟将碎石土边坡和岩土混合边坡，另分为一大类，称为土石边坡，以区别于岩质边坡和土质边坡，考虑到这种更为详细的分类依据资料不足，因此，暂时仍归于土质边坡大类，待今后资料积累丰富后再进行边坡分类修订。

本次修订的边坡分类，增加了失稳边坡和分散性土边坡的相关内容。

## 附录 C 软弱夹层工程地质分类

软弱夹层工程地质分类，目前有的侧重于成因，有的侧重于岩性组合，本附录以软弱夹层的粘粒含量、基本特征为依据，将其分为 4 类。各类软弱夹层抗剪、抗剪断强度参考值则主要根据中小型水利水电工程几十年工程实践经验，并参考了《岩石力学参数手册》（叶金汉等，水利电力出版社，1991）和《水利水电工程地质手册》（水利电力部水利水电规划设计院主编，水利电力出版社，1985），进行综合分析整理提出的。在规划和可行性研究阶段，当坝（闸）址软弱夹层试验资料不足时，其抗剪、抗剪断地质建议值可根据表 C 所列参考值，结合各工程具体的地质条件进行折减提出。

## 附录 D 岩土渗透性分级

渗透性是岩（土）体一种主要的水力性质，为了便于对各种试验方法测定的岩土渗透性能的强弱进行统一描述，特制定本附录。

渗透系数  $K$  可通过室内试验和现场试验测定，其单位为  $\text{cm/s}$  或  $\text{m/d}$ 。

透水率  $q$  是指用压水试验方法测定的压水流量，其单位为  $\text{Lu}$ （吕荣），是指  $1\text{MPa}$  压力下，压入  $1\text{m}$  试段中每分钟的水量。

表 D 中各级渗透性分级主要是在 GB 50287 附录 J 的基础上制成的。针对中小型水利水电工程近几年实际采用的防渗标准，将 GB 50287 附录 J 中的弱透水按  $q=1\sim3$ 、 $q=3\sim5$ 、 $q=5\sim10$  依次划分为上、中、下三个带。此外，各级渗透性分级所对应的岩体特征和土类只是典型的例子，在实际工作中，岩土的渗透性均应通过试验确定。

## 附录 E 水库病险类型划分

我国中小型水利水电工程已出现的病险水库约占中小型工程总数的 41%，已成为影响中小型水利工程充分发挥效益的重要制约因素，从而逐渐引起了各级水利主管部门的高度重视。由于病险类型不同，对其进行勘察研究的方法和重点亦不同，为此提出本附录。

本附录以工程现状调查为基础，结合工程特点和成因，将水库病险类型划分为 5 大类 19 个亚类，各病险水库可根据具体的情况，按表 E 所列主要特征及成因进行划分。