



中华人民共和国行业标准

中小型水利水电工程地质勘察规范

SL 55—93

条文说明

目次

编写说明..... (2)

1 总则 (4)

2 规划勘察 (8)

3 设计勘察..... (10)

4 天然建筑材料勘察..... (21)

5 施工地质工作..... (23)

6 勘察成果..... (27)

附录 A 中小型水利水电工程边坡工程地质分类 (30)

附录 B 中小型水利水电工程围岩工程地质分类 (31)

编写说明

1 编写经过

中华人民共和国成立以来,全国兴建了数以万计的中小型水利水电工程,在工程地质勘察方面积累了丰富的经验,但是迄今为止尚没有适用于中小型水利水电工程的地质勘察规范。为了改变这一状况,提高中小型水利水电工程地质勘察水平,并满足各省、自治区、直辖市、地水利水电勘测单位的需要和要求,水利水电规划设计总院组织编制《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL 55—93)(以下简称《规范》)。1988年7月8日水利水电规划设计总院以(88)水规字第7号文通知湖南、山西、浙江、四川等省水利水电勘测设计院,拟采用招标形式组织编制《规范》。经上述单位投标并由规划设计总院组织专家评审后,确定湖南省水利水电勘测设计院为《规范》主编单位。经主编单位推荐,湖南省水利水厅、山西省水利厅、山西省水利勘测设计院、浙江省水利水电勘测设计院和四川省水利水电勘测设计院为参加编写单位。经协商由下列人员组成《规范》编写组:金德濂(主编)、王肖宜(副主编)、王耕夫(副主编)、王家骏(副主编)、颜聪伶、杨华荟、赵紫金、熊书成、卢洪德、崔起超、吕一天、诸勛、陈家珍、冯锦华。编写组于1988年12月开始《规范》编写工作,至1990年7月,编写组先后三次召开全体会议或编写组扩大会议,对《规范》提纲第一次和第二次草稿进行讨论修改,提出了《规范》初稿,由水利水电规划设计总院将《规范》初稿寄发全国各省、自治区、直辖市、部属勘测设计院和流域机构,广泛征求意见。1990年10月,又组织16个省22个单位代表对初稿进行讨论,提出修改意见,经主编单位修改后,提出了《规范》送审稿报请规划设计总院审查。1991年5月由水利水电规划设计总院组织12个省19个单位的代表对《规范》送审稿进行讨论审查。根据讨论审查意见,由编写组再次对《规范》稿本进行修改后完成报批稿和条文说明,于1991年10月上报规划设计总院,经规划设计总院核定后报水利部、电力工业部批准颁发。

2 一般说明

中小型水利水电工程的规模跨度较大,勘察工作的繁简程度差异也较大,加之几十年来在无规范可循的条件下,我国中小型水利水电工程地质勘察,各地区都积累了丰富的经验,并逐渐形成一些习惯的做法。为使《规范》能适用于各种中小型水利水电工程,并充分反映我国中小型水利水电工程地质勘察的特点和实际情况,我们对规范的章节划分和体例、编写规范内容时的指导思想和原则、有关规程、附录和参考资料的处理、规范的用语等方面作如下考虑。

2.1 关于章节的划分,我们采用以勘察阶段分章或节,以建筑物分条来写的划分方法,以保持各勘察阶段各种建筑物勘察内容和方法在写法上的完整系统性。此外,对天然建筑材料、施工地质工作和勘察成果也列为专章进行阐述。这样,本规范共分6章、76条。由于中型和小型工程勘察深度和方法差异较大,为突出各自的特点,在勘察部分,将小型工程专列为各勘察阶段的一条或一节来写,以区别中型工程,便于勘察人员使用本规范。

2.2 在编写规范时,我们强调遵循以下指导思想和原则:

(1)要突出中小型工程地质勘察的重点,避免勘察工作一般化。为此,在勘察内容中,除对一般性的大家熟知的勘察内容作适当简化而将重点问题列出外,还提出应注意强调的问题。所谓重点问题,系指可能影响建筑物安全稳定的主要水文地质和工程地质问题。所谓应注意的问题,系指在勘察中最常遇到、应予强调的问题,多冠以“特别是”字样以提醒注意。

(2)对勘察工作的深度,要掌握中小型工程的特点,实行区别对待的原则。既做到勘察深度随

勘察阶段深入而深入,又做到同一勘察阶段,因建筑物的重要程度不同或地质问题对建筑物的影响程度不同,勘察深度也有区别。对天然建筑材料的勘察精度也要区别对待。

(3)强调重视运用已有的资料和经验,重视勘察人员的主观能动性,为此在规范内容中提出可以采用工程地质类比法。并强调施工地质工作。

(4)要充分考虑规范执行单位,特别是地、县勘测单位的特点,为便于其实行,规范的条文内容要尽可能做到既有概括、有提示、有要求,又力求明确具体便于执行,有些条文还提出应注意之点。

2.3 关于规程的选用,我们采取区别对待的原则。对完全适合中小型工程勘察的规程,则全部引用,规定应“按照执行”,这种规程共 10 种,在条文说明中列出;对不完全适合中小型的施工地质规程和天然建筑材料勘察规程,规定“参照执行”,这是因为中小型工程勘察强调施工地质工作,已将其详细内容列入规范,而施工地质规程中的部分内容,中小型工程又做不到,所以不能完全按照执行。对天然建筑材料勘察,中小型工程独有特殊之外,在本规范中另辟一章作了规定,不能完全按照天然建筑材料勘察规程执行。

2.4 本规范将围岩和边坡的工程地质分类列为两个附录。围岩分类在大型水利水电工程地质勘察规范中已有一个,但因要求测试数据较多,不适合于中小型工程,故另编一个适合于中小型工程的围岩工程地质分类。至于水利水电边坡工程地质分类,我国迄今尚未提出,为便于认识和分析研究边坡工程地质问题,本规范根据我国水利水电边坡工程地质勘察经验,提出适用于中小型水利水电工程的边坡工程地质分类。除围岩和边坡问题外,关于不良地基处理和如何选用岩土的物理力学性质参数,也是中小型工程勘察经常遇到的问题。关于这两方面,在编写本规范时也搜集了大量资料,考虑到资料的局限性和适用条件,我们没有列入附录,而将其列入规范的参考资料,容后出版,以供勘察技术人员参考。

2.5 本规范的用语,我们完全按照《水利水电勘测设计标准化工作有关文件汇编》中的国家有关规定选用。力求做到前后呼应、协调、统一。有关描写勘察深度的关键词,我们规定它们的专门涵义如下:

(1)“了解”:是最初步的勘察。系指“去获知一些情况”,这些情况大都可以从已有资料中获得,只是在必要时到现场去看看,做一些验证。因此,它的勘察方法是资料搜集分析,配合以必要的现场踏勘。

(2)“调查”:是较“了解”进一步的中等深度的勘察。系指除获得一些情况外,还要深究分析这些情况,并做出论证评价。如果一些情况还不够清楚,还要采取一些手段去探明。因此它的勘察方法除资料搜集和现场踏勘外,还要做一些地质测绘、访问调查和一些轻型勘察。一般少做重型勘探。

(3)“查明”:是最详细的勘探。系指弄清楚地质现象的真实情况和因果关系及对工程的影响。它所采用的方法不受限制,可以包括各种必要的勘察手段。

1 总 则

1.0.1 本条是《规范》性质、作用和编制目的的总说明。规范的性质是进行中小型水利水电工程地质勘察工作的基本准则,今后中小型水利水电工程地质勘察工作怎么做、做哪些内容、采用什么方法、有什么要求,都以本《规范》为准,以改变过去无章可循的局面。编制勘察任务书、勘察工作大纲、执行勘察任务,都应以《规范》为依据。勘察任务书是指上级下达的进行勘察工作的任务书。如果是接受外委的勘察任务,则以和甲方签订的合同形式出现。本条还规定《规范》也是检查验收勘察成果质量的依据,是指各勘察阶段的勘察深度、要求解决或查明的问题及成果的提交和保管都应以《规范》为准。总之,本条规定《规范》是我国中小型水利水电工程地质勘察的基本准则。

1.0.2 本条对中小型水利水电工程地质勘察工作的性质和任务作了总说明。《规范》列明地质勘察工作是水利水电工程建设的基础,强调了地质勘察工作的重要性,同时也是几十年正反两方面经验的总结。水利水电工程建设的前期工作,包括勘测和设计。勘察是基础。而勘察的任务,本条则规定为查明水库及水工建筑物区的基本地质条件和主要工程地质问题,这是考虑到我国中小型水利水电工程的勘察工作一般由省、地、县勘测单位进行,受勘察手段和条件的限制,不可能投入大量勘探工作,因此要求基本地质情况和主要工程地质问题必须查明,而一般性地质问题,可在施工过程中结合施工地质工作加以研究处理,这一点正是几十年来中小型水利水电工程地质勘察的特点,将在本《规范》1.0.4 勘察工作应贯彻的基本原则中具体列明体现。除查明地质问题外,还要进行天然建筑材料勘察,为规划、设计、施工、防灾、工程运行监测等提供地质资料。关于防治地质灾害方面的任务,主要是指防治水库区或工程区滑坡或其他边坡急剧变形、防治水库地震可能引起的灾害等方面。这些,也必须通过勘察提供有关分析研究的地质资料。至于工程运行期的安全监测,主要是指对基础、边坡、围岩、库岸等进行的变形和水文地质观测。通过观测搜集资料,监视工程的安全。

1.0.3 本规范适用范围中所指中、小型〔包括小(1)型和小(2)型〕工程和建筑物的等级标准见表 1.0.3—1、表 1.0.3—2:

其他主要水利水电配套工程系指除大坝、溢洪道、厂房以外的以及输排水线路上的建筑物,如各种分水闸、节制闸、隧洞、渡槽、涵管、前池、调压井、围堰、导流建筑物、桥梁等永久性和临时性水工建筑物,即相当于水工建筑物(表 1.0.3—2)级别划分中的三等 4 级及其以下的建筑物。

中型水利水电枢纽工程如果地质条件复杂,特别是当其规模接近于大型工程时,为慎重计,应参照适用于大型工程的《水利水电工程地质勘察规范》执行。

至于坝高小于 30 m 的小(2)型枢纽工程,因库容、工程规模较小,条件较为简单,且多在溪沟上,一般都由县、乡,甚至村主持兴建,缺少正规的勘察力量,因此不要求完全按本《规范》执行,可以参照本《规范》,指导其勘察工作。

表 1.0.3—1 水利水电枢纽工程的分等指标

工程等级	工程规模	分 等 指 标				
		水库总库容 (10^8m^3)	防 洪		灌溉面积 (10^4 亩)	水电站装机容量 (10^4 kW)
			保护城镇及工矿区	保护农田面积 (10^4 亩)		
一	大(1)型	>10	特别重要城市、工矿区	>500	>150	>75
二	大(2)型	$10\sim 1$	重要城市、工矿区	$500\sim 100$	$150\sim 50$	$75\sim 25$
三	中 型	$1\sim 0.1$	中等城市、工矿区	$100\sim 30$	$50\sim 5$	$25\sim 2.5$
四	小(1)型	$0.1\sim 0.01$	一般城镇、工矿区	<30	$5\sim 0.5$	$2.5\sim 0.05$
五	小(2)型	$0.01\sim 0.001$			<0.5	<0.05

注:1. 总库容系指校核洪水位以下的水库静库容;
2. 分等指标中有关防洪、灌溉两项系指防洪或灌溉工程系统中的重要骨干工程;
3. 灌溉面积系指设计灌溉面积。

表 1.0.3—2 水工建筑物级别的划分

工 程 等 级	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主 要 建 筑 物	次 要 建 筑 物	
—	1	3	4
二	2	3	4
三	3	4	5
四	4	5	5
五	5	5	

注:1. 永久性建筑物:系指枢纽运行期间使用的建筑物,根据其重要性分为:
主要建筑物:系指失事后造成下游灾害或严重影响工程效益的建筑物。例如:坝、泄洪建筑物、输水建筑物及电站厂房等;
次要建筑物:系指失事后不致造成下游灾害或对工程效益影响不大并易于修复的建筑物。例如:失事后不影响主要建筑物和设备运行的挡土墙、导流墙、工作桥及护岸等。
2. 临时性建筑物:系指枢纽工程施工期间所使用的建筑物。例如:导流建筑物等。

1.0.4 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、地,甚至县的勘测设计单位进行。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、设备有限且长期缺乏可资遵循的规范的情况下,又必须查明工程的基本地质情况和主要工程地质问题,我国中小型工程的地质勘察走出了自己的勘察路子,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。几十年来我国在中小型水利水电工程地质勘察方面已积累了丰富的经验,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。例如强调坚持基本建设程序,充分了解规划设计意图,以及和设计、施工紧密配合的原则,就是总结得出的基本经验之一。基建程序应当是先勘察,后设计,再施工,而勘察工作则应当是先区域后局部,先地面测绘后地下勘察,先一般性调查后专门性勘察等等。但在以往的某些特定历史时期,不少中小型工程是“边勘察、边设计、边施工”的三边工程;有些是倒三边,即先施工,后设计再勘察;有些工程甚至根本未进行过勘察。致使这些工程中有很多留下隐患。据近年各省对病险水库工程的调查,违反基建程序或勘察工作粗糙是导致工程病害的主要原因。因此今后必须按基建和勘察程序办事。

又如,“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地进行,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察手段,也是根据我国中小型工程勘察队伍的现状和经验提出的。轻型勘探手段如物探、槽坑探、轻便土钻等投资不多,特别是物探应大力提倡。机械岩心钻探,大型井探、洞探、甚至过河探洞,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区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,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,已远非建国初期一切白手起家情况。鉴于现实条件,今后勘察工作应特别强调充分搜

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。否则势必造成很大浪费。

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《规范》内容也尽可能贯彻了这些原则精神。

1.0.5 本条对中小型工程的勘察阶段作了明确规定。即中型工程三个阶段,小型工程两个阶段。但都是指一般的情况。如果条件简单,中型工程可按两个阶段(规划、设计),小型工程可按一个阶段(设计)进行勘察,即中型工程不分可行性研究与初设,小型工程免作规划勘察,但事先要经一定的批准手续。

所谓“条件简单”,有两个涵义。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(15 m 以下)的土石坝等。鉴于勘察阶段的划分应当和设计阶段相适应,所以规定,如果简化或减少勘察阶段,必须经过勘测设计的主管部门和审批单位批准,以此保证勘察和设计阶段划分的统一。

对中型工程还有另一种情况,即可行性研究阶段和初设阶段的勘察深度掌握问题。有些工程(地区)因为管理体制不同,要求将可行性研究阶段的勘察工作做深一些,初设只做一些专项补充勘察,以适应工程招标、投标的需要;有些工程仍习惯于由浅入深地勘察,重点勘察放在初设阶段。本《规范》在编写可行性和初设阶段勘察内容与要求时不可能兼顾上述两种情况,仍按由浅入深,以初设阶段为普遍详查的勘察程序编写。但是考虑到全国各地当前在执行基建勘察设计程序上存在的差异,考虑到有些复杂重要的工程确有必要将部分问题及早查清,以利工程立项上马。因此可以将初步设计阶段的某些勘察工作提前至可行性阶段,加大可行性阶段的勘察分量,以便和设计内容相适应。当然这样做也需经勘测设计主管和审批单位批准同意。

至于小型工程,有些不存在河流规划和坝址选择的问题,例如在小溪流上只有唯一可能的建坝位置,开发目标也简单明确,因此勿需规划勘察,只做一次性设计勘察即可。

对中小型工程,我们将技施设计不作为一个勘察阶段,而将施工地质工作突出作为中小型工程一项重要地质工作列入本《规范》,这是基于中小型工程特点和大多数中小型工程勘察的现状提出来的。一般中型工程,所要研究的课题和深度多不及大型工程,在经历规划、可行性研究、初设三个勘察阶段后,已完全可以将基本地质情况和主要问题查清。保留技施阶段,实际上是容许降低初设勘察要求,对保证质量不利。而且大多数中型工程在完成初设后即上马,勘察经费和时间也不容许在施工期间进行大量地勘工作。至于小型工程就更不可能进行技施设计了。因此,在阶段划分中,我们强调了施工地质工作这一工作过程。虽然这不是一个勘察阶段,但它是工程建成前的一个主要工作阶段。它的主要任务是对前段勘察工作进行检查验证,对施工揭露的地质情况及时进行现场编录和分析研究,进行现场处置,这是中小型工程地质工作的一个重要特点。当然也不影响在必要时对某些地质问题进行少量补充研究论证工作。

1.0.6 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下达的任务书进行,勘察单位在开始工作前,需编制勘察工作大纲。勘察任务书是主管单位下达的指令,也是勘察工作的技术依据,它既要明确勘察设计阶段,以便按勘察阶段要求布置工作;也要明确规划设计意图,避免勘察与设计的脱节。同时还必须说明工程规模、水工布置、主要技术指标和拟勘察的主要工程地质问题。

勘察工作大纲是由勘察单位编制的,一般应包括下列内容:

(1)工程概况、设计意图、勘察阶段及对勘察工作的主要要求。

(2)勘察区地质概况,主要工程地质问题,以及已有资料、地质问题的研究深度。

(3)勘察各专业的工作布置、工作内容和基本工作量。

(4)主要地质问题的勘察研究方法、手段和保证质量的措施。

(5)勘察进度,力量安排及预算。

(6)勘察成果及提交时间。

编制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。

1.0.7 本条主要说明勘察工作原则、工作方法、勘察人员的工作作风以及如何提高勘察水平方面的要求。

全面质量管理是各行业提高管理水平保证工作质量的有效的先进科学管理方法,几年来已在我国企事业单位逐渐推广,现在已要求各省级水利勘测设计单位必须实施全面质量管理,并须经上级主管单位达标验收后,才具备发给勘察设计证书的条件。对地、市级勘察单位也应当要求这样做。因此,本条明确规定勘察单位应采用全面质量管理的方法。全面质量管理方法的内容很多,这里重点提出应加强工序管理,这是保证成果质量的关键。

关于勘察人员工作作风,特别强调实事求是地工作,强调深入进行调查研究,做好综合分析工作,这是根据水利水电工程地质的性质确定的。工程地质是认识自然,进而改造自然的科学。几十年的经验证明,仅靠书本理论知识,做不好工程地质工作。除理论知识外,地质勘察人员必须腿勤、眼勤、手勤和脑勤。即必须深入现场,仔细观察,详细记录,认真分析。此外,还要求勘察人员注意采用新技术、新方法,特别是近十几年来电子技术和物理勘探技术已广为采用,笨重的勘探手段也已逐渐减少。本条还强调要注意信息反馈和工程回访,总结经验,过去我国水利水电勘察系统对信息反馈和工程回访注意不够,运行期的观测工作也注意不够,这不利于勘察水平的提高,因此,本《规范》中明确提出了此项要求。

1.0.8 本《规范》采用的勘察方法,要求应按现行的有关规程执行。现行水利水电勘察方面的规程,都是根据适用于大型工程的地质勘察规范配套制定的。执行这些规程,应有一定的物质和技术条件。中小型工程的勘察单位限于条件,往往难以全面执行规程要求,因此,对部分规程做某些简化。此外,根据中小型工程勘察的特点,在规程中还可以做些改变、补充。凡是规程在执行中可以简化或更改的地方,都在本《规范》条文中加以说明,执行中以本《规范》为准。

对中小型工程而言,现行规程可以分为两类:

(1)应遵照执行的规程包括:水利水电工程地质测绘规程、水利水电工程物探规程、水利水电工程钻探规程、水利水电工程山地勘探规程、水利水电工程钻孔压水试验规程、水利水电工程钻孔抽水试验规程、水利水电工程岩石试验规程、水利水电工程水质分析规程、水利水电工程制图标准。

(2)可参照执行的规程。规程中一部分内容在本《规范》中另有规定,如:水利水电工程施工地质规程、水利水电工程天然建筑材料勘察规程。

其中施工地质规程,系与大型工程规范配套而制定的,规程规定的内容,有一些中小型工程限于设备人力条件难以做到,再加上中小型工程特别强调施工地质工作,因此本《规范》施工地质工作内容较大型工程规范为详细,而原有的《施工地质规程》可以参照执行。

关于建材规程,主要是考虑中小型工程在建材勘探方面灵活性较大,有时不可能按规程所规定的那么机械正规,因此本《规范》关于天然建材勘察部分只要求参照建材规程,把简化或改变规程的地方,在本《规范》中加以明确规定。

2 规划勘察

2.1 任务

2.1.1 中小型工程,除个别外,一般都应当经过规划阶段的工作,但是长期以来,由于中小型工程无地质勘察规范可循,不少中小型工程忽视规划勘察导致规划方案的反复,影响工程的顺利建设。中小型工程的规划勘察包含两种类型,一种是河流或河段的规划,其目的是为河流或河段的开发或梯级开发方案的确定提供地质依据,包括对近期要开发的坝段(址)的推荐。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。因为中小型工程河流较短,常为一级开发,通过规划勘察,为直接选定中小型工程的开发坝址提供地质资料,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,仍属于规划勘察,唯不单独进行而已,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。

鉴于以上情况,本条规定规划勘察的任务是了解规划河流(段)或地区的区域地质情况及各规划方案的基本地质条件,为选定规划方案推荐中型工程坝段,选定小型工程坝址提供地质资料。对规划方案中近期拟开发的工程,勘察工作可达到“调查”的深度。

2.2 勘察内容与方法

2.2.1 本条是针对面上的规划勘察工作而列。可以是为一条河流或河段的开发规划而作;也可以是针对一个地区或一个行政区域多条河流(主要是小型工程)的开发规划而作,目的是为河流(段)的梯级开发规划或一个地区小型工程选点规划提供地质资料。因此它的勘察内容都是一些可能影响规划方案成立的基本地质内容。这些内容也是从多年来水利水电工程地质勘察和工程建设实践经验中总结得出的,如地形地貌、地层岩性、构造、水文地质、物理地质现象、天然建筑材料等等。期望先从宏观上掌握区域地质资料,明确基本工程地质条件和主要工程地质问题。但是考虑到我国水利水电勘察工作已有丰富的经验,从事水利水电勘察的技术人员对常规工程地质工作内容已比较熟悉,院校水利水电工程地质专业在一般勘察内容方面都已详为讲授,且已有实践经验,没有必要再详列在勘察中对地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、物理地质现象等方面应当调查的一般具体细节内容。因此本《规范》一般免去了常识性内容,避免一般化,只列出一些应勘察的主要或重点内容。为便于实用和掌握并突出某些重点,我们还在每一项勘察内容中列出要注意的内容(勘察的全部内容当然不止这些),为强调这些应注意的内容,我们在前面冠以“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,可结合各地区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《规范》所指特殊土层系指包括软土、粉细砂、膨胀土、湿陷性黄土、冻土、草甸土、架空碎石土等所有具有特殊不良工程地质性质的松散土层的总称。

至于本阶段的勘察方法,主要是资料分析和踏勘。现在全国几乎全有 1:50000 地形图,不少地区还有航测的 1:10000 地形图,地矿部门已完成 1:200000 区测地质图(工作底图为 1:50000 地形图),区测地质图所附正式出版的说明书,对测区内地层岩性、地质构造、地史方面都有较详细的说明。此外地矿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勘察资料,交通、建筑等部门也已积累了很多丰富的局部地区的工程地质资料,县志及国家地震部门还有很多地震资料,此外还有许多可资参考的有关某地区地质情况的论文、专著、报告

等等。可以说 90 年代的今天,我国各地区的区域地质情报资料已经甚为丰富。此外,全国各省、自治区、直辖市已有甲级(或乙级)水利勘测设计院,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。这种踏勘最好和规划、水工人员一起,结合各规划方案有目的地进行。对一些有重大工程地质问题的地段,例如影响水库成立的可能严重漏水段或影响梯级成立的严重不良坝段,只进行踏勘可能不够,必要时需做一些调查。

考虑到这个时期所使用的基本图件是 1:200000 区测地质图,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 图。本条提及的比例尺是指实际提交的成图的精度。至于成图后图幅的比例大小,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《规范》以后各条提及的比例尺都是指精度比例尺,不是成图比例尺。

2.2.2 关于水库区的勘察内容与要求,无论大、中、小型水库均基本相同,即都是对水库的渗漏、库岸稳定、固体径流来源、浸没、矿产淹没等问题做出评价,分析论证其建库条件,预测可能出现的重大问题。在规划阶段只要求对上述问题进行了解,一般不做专门性勘探工作。

勘察内容第(1)项所列都是可能导致水库渗漏的一些主要情况,如喀斯特洞穴、大断层带、低垭口、单薄分水岭、古河道等等。鉴于泉、井水位常可帮助推测地下水分水岭的高程,对论证水库漏水很有价值,因此在上述可能渗漏的库段,同时要求了解泉、井水位高程。第(2)项是库岸稳定和浸没方面的内容,库岸稳定方面主要考虑是否会因为蓄水而引起大规模滑坡造成灾害或危及建筑物安全,因此,应了解规模较大的变形边坡。这里所指变形边坡包括滑动变形边坡、(岩质、土质或混合类型)崩塌变形边坡、蠕动变形边坡、张裂变形边坡等等(详见附录 A 中小型水利水电工程边坡工程地质分类)。对平原围堤水库,因都修建在土基上,主要考虑建库后堤防本身和堤基的渗透稳定性。关于矿产分布情况则主要搜集地矿部门的矿产调查和勘探资料,不必做专门性调查工作。规划阶段库区勘察的主要方法是尽可能搜集利用已有的库区有关地质资料,结合进行一些现场路线踏勘。可资搜集利用的资料一般有:地矿部门做的 1:200000 区域地质测绘资料、1:200000 区测时使用的 1:50000 工作底图、历史地震资料,各地、县做的农业、水利、矿产规划资料,地矿部门的矿产调查资料、该河流或河段上下游水利水电工程地质勘察资料,卫片、航测照片等等。对地质条件简单的水库,不要求单独编制库区地质图,可利用区域地质图,在其上勾绘出水库范围。地质条件复杂的水库(例如有可能严重渗漏的水库)为突出显示水库地质问题,要求单独编制库区地质图。此外还规定,如果必要也可在局部地段做地质测绘,这主要是影响建库地质条件复杂而区测资料又不够详细的地段。对利用堤防作库岸的平原水库,则强调了要到最了解堤防、堤基稳定和渗漏情况的当地堤防管理部门(如堤委会、修防会等)和老乡中去调查访问。

本阶段库区勘察一般不布置专门性勘探,而利用物探、槽坑探等轻型手段。但如有必要,例如为查明可能渗漏段的地下水位,可布置少量钻探。

关于勘探工作,在本《规范》勘探方法的叙述中,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。轻型勘探系指物理勘探、槽探、坑探、麻花钻和轻便土钻;重型勘探包括机械岩心钻探、洞探、竖井等。钻探如未指明类别,则包括土钻和岩心钻探。中小型工程勘察限于设备和资金条件,应尽量多采用轻型勘探,必要时才采用重型勘探。

2.2.3 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型工程梯级枢纽位置,

即坝段的位置(一个坝段可以包括几个坝址,在可行性研究阶段才选定坝址)。规划阶段的勘察内容,主要是了解有无影响该坝段成立的关键地质问题,如坝基强度、抗渗条件、边坡稳定条件、天然建材等方面的内容。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坝段一样进行勘察。规划阶段代表本梯级的坝址位置,并不一定是以后选定的坝址位置,它仅代表本梯级的典型地质条件。

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,都应当测绘坝段地质平面图和剖面图。对地质条件比较简单的坝段,可以只测绘代表性地质剖面图。至于勘探工作,强调尽量采用物探,特别在探测覆盖层厚度、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,精度虽稍差一些,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槽坑探和土钻。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性质参数,土的物理力学试验也很少进行,对一些重点勘察的软土层可结合土钻进行触探,十字板剪力试验或取少量样做室内物理力学试验。

2.2.4 本条所指输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、分水闸、节制闸、泄洪闸、引水隧洞、压力前池、压力明管等建筑物。鉴于中型工程的上述建筑物规模有的很小,勿需进行专门勘察,因此规定勘察的对象是输排水线路总干渠和干渠,一般主要指长度在 2 km 以上,输、排水流量大于 1 m³/s 的渠道和渠系建筑物。规划阶段对输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土、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。以搜集、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。对于少数过沟、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、坑探、或土钻勘测覆盖层厚度。

2.2.5 小型工程因规模较小,因此将水库、坝址、输排水线路的勘察内容、要求和方法一并编写。小型工程规划勘察的目的是选定坝址并初步选定坝型。小型工程多数是在短小溪流上一级开发,规划勘察实际为在溪流上选定坝址,也可能在一个地区的多条溪流上选一个要开发的地点。因此,规划勘察的重点是了解建库和建坝的基本地质条件。也就是说水库能否蓄水,坝址能否建坝。而坝址的建坝条件和坝型有密切关系,所以还应初步选定一种坝型作为代表,待设计勘察阶段再做深入研究。至于输排水线路,因规模较小,规划阶段一般不做重点勘察工作。但对影响线路成立的重大工程地质问题,例如有无较大规模的不稳定岩土体、隧洞的成洞条件及强透水岩土层的分布等等应进行了解。至于勘察方法,本阶段是以搜集分析资料,进行现场踏勘为主。库区和输排水线路不做地质测绘,坝址区一般可测绘一条代表性地质横剖面,以说明坝址的基本地质情况。但对近期开发工程枢纽区、宽河床坝址区、地质条件复杂的枢纽区,应做平面和剖面地质测绘。对进行地质测绘的坝址区多采用物探、槽坑探或土钻,主要探查覆盖层厚度,强风化带深度或重要不良地质问题。一般不布置岩心钻探,只在很必要时才布置少数岩心钻孔。对库坝区以外的其他建筑物,本阶段勘察无专门要求。

3 设计勘察

3.1 中型工程可行性研究勘察

3.1.1 本条对可行性勘察的主要任务作了规定。鉴于绝大多数中型工程的非主体建筑物规模较小、等级低,因此本阶段勘察研究的重点对象是水库、坝(闸)址、地下建筑物和输排水线路等影响方

案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所应进行的勘察。

关于天然建筑材料,仅提出应进行勘察,有关勘察精度、方法、要求等,本规范第四章有专门规定,本章各节不予重复。

3.1.2 针对大部分中型工程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,将区域和水库区勘察合并为一条编写。在勘察内容要求上强调了在全面了解基本地质情况基础上,重点调查和分析研究的主要问题。

一般中型工程开展区域地质研究的重点是:①确定工程区所属大地构造部位;②分析区域主要构造对建筑物的影响;③确定本区的地震基本烈度。其中大地构造部位和区域主要构造一般都可以通过分析已有区测地质资料、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复核调查,进一步落实这些构造线的位置、产状、性质和规模,搜集和分析断层活动性资料,评价其对建筑物的影响。

工程区地震基本烈度确定的原则是依据原水利电力部和国家地震局(87)水电水规字第 55 号文《关于水利水电工程地震工作的通知》附件《水利水电工程地震工作分类表》中“①地震基本烈度七度以上地区(含七度区)的大(2)型及坝高小于 100 m 的大(1)型水利水电工程;②地震基本烈度六度以下(含六度区)的水利水电工程;③中、小型水利水电工程由水利水电勘察设计单位按《中国地震烈度区划图(1:300 万)》确定”的规定拟定的。鉴于 1:300 万《中国地震烈度区划图》最近已由国家地震局正式颁布的 1:400 万《中国地震烈度区划图》取代,本《规范》条文规定改按 1:400 万图确定。(87)水电水规字 55 号文备注栏指出“地震地质条件复杂或勘测、施工过程中发现问题,经报设计审批单位同意后可委托地震部门或有关单位进行地震基本烈度复核”,根据中型工程规模和特点,本《规范》增加了“地震基本烈度七度及以上、地震地质条件特别复杂、所处位置十分重要的工程”的条件限制,也即只有同时具备以上三个条件的工程,才要求进行地震基本烈度的复核,包括必要时委托地震部门进行复核鉴定。所谓“所处位置十分重要的工程”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工程。

水库重要地质问题中,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成立。因此,在勘察深度上要求初步查明,对严重渗漏地段布置勘探剖面。所谓“严重渗漏地段”泛指一切可能发生严重渗漏的地段,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及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,数量应视渗漏段宽度和具体地质条件确定。根据大多数喀斯特渗漏、第四系渗漏地段采用物探(电法、地震法等)探测的经验,一般物探点间距在 50~10 m 之间,而要初步查明渗漏地段的基本地质条件,过稀的物探点距是不利于查明有关地质问题的,因此采用了中值不大于 30 m 的规定。控制性钻孔不少于 3 个,也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,只有这样才能满足防渗地段宽度范围、深度的起码要求。

钻孔深度根据一般中型工程特点拟定了三个标准,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强弱程度相对划分;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地质点一起进行不少于一个水文年或一个丰、枯水季节的地下水位观测,两种长观时限的存在,主要是考虑在中型工程勘察中,勘探工程较少,而由于种种原因,真正能同步

长观一个水文年以上的钻孔是不多的,许多工程实际应用的仍然是区段观测资料,基本上可满足中型工程评价的要求。因此,在《规范》中将观测时间规定为除通常规定的一个水文年外,还规定丰、枯水季节,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,又考虑了大部分中型工程的现状。

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。勘察方法主要是地质调查、物探、槽坑探和土钻等轻型勘探手段,当然也不排除必要时布置一些洞探和钻孔。

水库诱发地震和其他环境地质问题评价,本《规范》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、影响水库可行性的一些重要问题,如矿产淹(浸)没、水库诱发地震可能性、库岸再造和水库淤积、因大坝拦水断流引起下游水文地质条件改变等,从地质上进行分析论证。这些分析论证利用有关资料进行,不作为专门任务进行调查,既可以供环评部门评价时参考,也是工程勘察部门本身独立的意见,供工程设计和建设单位考虑。

3.1.3 可行性研究阶段的坝(闸)址区勘察,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,其他问题要求调查。

由于岩基坝址和土基坝址工程地质勘察研究的重点、要求和方法手段不同,可行性研究阶段的坝址勘察一般均应根据规划意图,针对不同地基类型,按不同的方法要求进行。地基类型参照《工业与民用建筑工程地质勘察规范》,划分为岩基和土基两大类型。所谓岩基坝(闸)址,系指地基主要持力层为第四系以前基岩组成,包括软岩、半坚硬岩、坚硬岩等;土基系指第四系松散岩石地基,包括碎石土、砂土、粘性土、砂砾石等松散类土。

关于“土基”的定名,曾比较了“松散岩石地基”、“松软地基”(原施工地质规程用)、“土基”等几种名称,考虑到工民建勘察规范对土的分类和名称有较严格的标准含义,目前大部分省(自治区、直辖市)、地水利水电勘测设计院生产业务范围也已向工民建勘察方向拓展,对该规范土的分类和描述已较熟悉,加之“松散岩石地基”和“松散地基”也易于和某些破碎岩石地基、软弱岩石地基相混淆,因此采用“土基”较为适宜。土基的坝(闸)址勘察范围还包括下游冲刷、淤积区,这一点对闸址尤为重要,有的闸在建成后因下游淤积而造成运行困难。

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。对土基强调要注意原位测试工作。要求各坝段至少有一条代表性勘探剖面,勘探钻孔的深度按坝高不同而分别要求。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。

中型工程的勘探点间距,主要和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。为达到基本查明主要工程地质问题的目的,本《规范》只对地质条件比较复杂时的勘探点间距作了规定,即峡谷区不宜大于 50 m,丘陵平原区不宜大于 100 m。据对可行性阶段一些地质条件较复杂坝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址地质现象反映清楚,可以满足本阶段勘察精度的要求。对于地质条件比较简单的坝址区,勘探点间距可根据实际情况灵活掌握,《规范》中未作明确规定。

3.1.4 本条所指其他地面建筑物系指枢纽区所有设置在地面上的其他永久和临时性建筑物,除厂房溢洪道外,如船闸、筏道、桥梁、变电站、开关站、围堰等等。勘察研究的重点是地基的性质和边坡稳定条件。由于大部分建筑物的规模等级小,在工程中所占工程量比例也较小,有些工程且系临时性质,因此勘察方法多以地质调查和轻型勘探手段为主,一般可以满足要求。如果地基条件比较复杂,必要时需布置钻探。地质条件复杂地基上的重要建筑物,一般指大江大河上强喀斯特区的围堰

工程,高陡深切方溢洪道、船闸工程和单机 1 万 kW 以上的厂房工程等。

3.1.5 本条所列地下建筑物系指枢纽及输排水线路上所有地下洞室工程,如各种引水隧洞、导流洞、泄洪洞、交通洞、地下厂房、调压井等。在勘察方法上突出了搜集分析前人资料,进行地表地质调查为主的工作方法,这是因为搜集和分析已有地形地质资料,特别是利用航卫照片和遥感资料来分析研究长隧洞,深埋隧洞和引水线路区的一些主要地质现象和重要工程地质问题,已有不少工程实例和成功经验。事实上过去地下工程勘察中,除了大洞径洞室和重要的引水隧洞布置一点勘探工程外,大部分地下洞室的勘察工作都是依靠地质测绘并结合枢纽勘探工作一起进行。深埋长隧洞的沿线综合地质图是依据搜集到的资料而编制的,隧洞的地质纵剖面主要也是依靠地质调查测绘成果而编制的。特别是近些年来,许多省在可行性研究阶段,以收集利用前人资料和航卫片资料为主,在选址定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水文地质工程地质条件中,取得了成功经验。

3.1.6 在可行性研究阶段,输排水线路及其地面建筑物勘察的重点是调查研究渠系渗透条件、沿线边坡稳定条件、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。勘察方法虽也是以搜集资料为主,但强调室内分析研究,要掌握住各线路方案基本地质条件,并对可能遇到的问题作出初步分析估计,以便在会同设计等部门进行现场踏勘时做到心中有数,能有目的地、有针对性地对某些问题进行调查了解和查证,收到事半功倍的效果。许多地区输排水线路选线的实践证明,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。

3.2 中型工程初步设计勘察

3.2.1 中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和资金、勘察周期、勘察手段的限制,不一定达到大型工程那样的程度。本阶段是前期工作中的最后一次勘察,勘察的结果应能满足各建筑物设计的需要。在初设阶段要最终确定坝型,确定建筑物轴线的确切位置,确定各建筑物的建基标高和基础处理的方法,只是一些一般性的地质问题可在施工期间随开挖而解决。至于施工附属建筑物,因属临时性质,要求要低一些,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,以能保证工程建成,得以在施工期间安全运用即可。关于天然建筑材料,到本阶段应达到详查的精度,但建材勘察工作也可以提前在可行性阶段进行,特别是当地材料坝,建材勘察工作应提前进行。

3.2.2 初步设计阶段水库区只对专项地质问题进行勘察。对水库的一般建库条件,和面上的一般性问题,在可行性研究阶段应已调查和解决。所谓专项问题,主要是指局部地段的渗漏问题、库岸稳定问题和水库蓄水后的浸没问题等。因此,本阶段勘察内容不再提库区一般水文地质工程地质条件的勘察。

水库非喀斯特渗漏地段系指由非可溶性岩层组成的可能发生严重渗漏的地段(并非指不影响水库运用的正常微弱渗漏地段),通常包括单薄分水岭地段、低矮垭口地段、平原水库的堤基和堤岸、通向库外的第四系透水层带、断层破碎带和其他非喀斯特透水层带等等,这些地段在可行性阶段已经初步查明了位置,初设阶段应查明其具体的水文地质条件。本条勘察内容中所指透水层(带)既包括透水的岩土层,也包括透水的断层带和破碎带。至于因渗漏引起的危害,主要指渗漏引起库外浸没等问题,勘察内容与要求详见 3.2.5。通过渗漏地段勘察,应对渗漏及其危害做出评价。

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。一般可先用槽坑和物探初步查明含水层情况,再以钻孔进行校验。勘探剖面一般沿分

水岭(或垭口分水山脊)和垂直于分水岭布置(即垂直和平行可能渗漏方向),主要为研究确定分水岭区的地下水位和计算渗漏量,要求一般应有钻孔控制。钻孔数量未作规定,视具体地质条件而定。对复杂的渗漏段,应测绘水文地质平面图。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。分水岭钻孔,主要为了查明分水岭透水层的厚度、性质,地下水位,研究分析向库外渗漏的途径和渗漏量,孔深要求达到相对隔水层和河床枯水位是为确定透水层厚度和满足计算要求。为预防差错,还要求稍稍超过 10~15 m,即 2~3 个压(抽)水试段长。

3.2.3 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。因此,将喀斯特渗漏地段勘察单独列为一条,以便于应用。

评价喀斯特渗漏主要是分析喀斯特渗漏的条件,判定是否漏水、漏水去向、渗漏型式、严重程度及防渗处理条件等。对主要喀斯特渗漏条件勘察的深度词选用了“调查和论证”,而避免采用“查明”,只对相对隔水层和分水岭地下水位要求“查明”。主要是考虑喀斯特渗漏地质条件是错综复杂的,许多和渗漏评价有关的地质条件要完全查明,限于目前勘探手段既不可能,且需要巨大工作量。大量工程实践表明,在详细调查研究工作基础上,通过对喀斯特渗漏条件的深入分析和论证,完全可以达到正确评价的目的。

中型工程一般水库不大,水头也不太高,根据不少可溶岩水库成功的利用库盆天然铺盖防渗,部分水库原有渗漏,随着水库不断淤积,渗漏量逐渐减少乃至完全消失,因此在勘察内容与要求上,增加了第(4)项对天然铺盖和天然淤积物来源等情况的调查。

根据中小型工程特点,在喀斯特渗漏勘察方法中,强调了洞穴地质调查,示踪试验等切实可行又有成效的方法。所谓有意义的洞穴、水点系指对分析研究喀斯特发育规律、渗漏途径、防渗处理措施有工程意义的洞穴及水点。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基础上合理布置,以减少钻孔布置的盲目性。主要勘探剖面钻孔不少于三个,是因为无论是纵、横剖面,至少要有三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。长期观测钻孔要求装设孔口保护装置,是针对过去许多工程长观钻孔由于缺乏保护,被人为破坏的现状而特别予以明确的。

3.2.4 边坡是水利水电工程地质勘察研究的主要对象之一。在可行性研究阶段区域和水库区勘察中,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的边坡的范围。初设阶段就是针对上述不稳定边坡,特别是近坝库岸边坡进行勘察。此外,还要对库区可能坍岸地段特别是重点后靠移民区进行专项勘察,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等而出现不少边坡稳定问题提出来的,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。

几十年来我国水利水电系统在边坡勘察方面积累了丰富的经验,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都已有比较成熟的看法,本《规范》附录 A《中小型水利水电工程边坡工程地质分类》统一了边坡的术语和分类特征,可作为边坡勘察中边坡分类的依据。

边坡勘察的程度是:首先查明边坡的地形、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的工程地质分类,继而查对附录 A 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。本条分别规定了岩质边坡、土质边坡和变形边坡(岩质和土质),以及可能坍岸地段应勘察的内容和要求。其中关于边坡地下水的贮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等。在坍岸地段要求调查水上、水下天然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。对于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。

不稳定边坡的勘察除地质测绘外,主要靠物探、洞探和钻探。洞探主要用于查明不稳定边坡体的范围、厚度,特别是滑坡体的滑面位置等。钻探也是查明边坡变形岩土体的有效方法,钻进中要求进行必要的钻孔压(注)水试验,通过孔内水量漏失情况,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。注水观测一般应根据钻孔情况分段进行。为准确判断滑坡床或主滑面位置,钻孔应深入滑面以下较完整的岩土体中,以满足正确判断的需要。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。

其次关于术语的统一问题,本《规范》对“边坡”一词,有明确的解释,即指具有侧向临空面的地质体。本条采用“水库边坡”或“库岸边坡”,都是指水库周边的边坡,而没有采用“水库岸坡”或“岸坡”等词。“边坡”(slope)是一个地质术语,而“岸坡”的涵义不严格,“岸”(bank)在辞源中解释为“水边高起之地”,较含混。本条中采用“不稳定边坡”、“变形边坡”等术语,都系指地质上的边坡体。

3.2.5 水库岸边的浸没只发生在临近土质库边的地形平缓地段。主要是由于水库蓄水后,库边地下水位相应壅高,土层中毛细管水上升,使表土层沼泽化、盐碱化,或使土基软化危及土基建筑物的安全。这在北方开阔平缓的水库库岸地带较为常见,如官厅水库等,有时浸没影响范围较宽。在南方峡谷水库,库边局部山间洼地的稻田,也可能因浸没而使农田出现冷浸,导致农作物减产。浸没区也包括水库库尾水位翘高后引起的浸没地区。

浸没区勘察内容主要是水文地质调查,以调查访问、剖面地质测绘、土钻或坑探为主。应当指出,浸没区的水文地质观测工作应提前在蓄水以前进行,以便和蓄水后的观测资料进行对比,分析评价浸没的影响。

3.2.6 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地质环境所带来的一些专门地质问题。因此,有必要将其单列一条专门予以规定。

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、地下分水岭常常不一致,地表地下水的袭夺转化现象十分普遍。因此,汇水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。

对与溶洼或溶洞水库有关的洞穴,最了解情况的是常住当地的居民。因此,在勘察方法中强调了调查访问和洞穴地质探查。

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斯特通道漏水和防漏的可能性,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。

3.2.7 一般岩基系指非可溶性岩层(可溶岩坝基另列)中,坚硬、半坚硬(抗压强度大于 30 MPa)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。

在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)。如果坝型不同,勘察内容的侧重点自然有所不同。对柔性坝,重点是查河床及两岸覆盖层、风化层的工程地质条件;对刚性坝,则除覆盖风化层外,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,对于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,勘察工作中采用洞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,多分层开挖探洞,在探洞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。基岩中的竖井一般较少开挖,有时为探查地面以下缓倾角软弱夹层的实际性状而开挖竖井。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,必要时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。

3.2.8 软弱岩系指饱和抗压强度低于 30 MPa 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。软弱岩层在我国分布较广。上述岩层的共同特点是抗压强度低,遇水易于软化,甚至泥化,崩解性能显著,干湿效应明显,常有“见风消”之称,多具有蠕变性能,但透水性一般较低。因此其勘察内容和勘察方法与一般岩基坝址相同,但由于其具有一些独特的物理力学和水理性质,因此本条补充一些应当注意勘察的内容和方法。

对于水工建筑物而言,软弱岩石对工程影响较大,主要表现在以下几方面:因易于软化、泥化,不利于沉陷变形稳定;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;因岩石软弱,抗冲刷能力较低;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。为此本条的勘察内容中,特别强调应补充的一些内容。

关于勘察方法,指出在岩基坝址勘察的基础上,注意研究抗力体及冲刷坑的情况,并补充一些为查明软岩特性的试验。鉴于岩石干湿崩解常给施工带来困难,有些坝址基坑开挖后数日内表层岩石即行崩解,不得不再行清基。因此应进行现场风化速度的观测,作一些防护崩解的方法试验,包括如何确定预留保护层的试验。

3.2.9 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含有可溶性胶结物的红层及其他膏盐类岩石坝基。可溶岩坝基在我国一些省、自治区、直辖市,如广西、云南、贵州、湖南、山西等较为普遍。可溶岩区别于一般岩石坝基的显著特点是: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。可溶岩坝基的岩石强度和一般岩基坝址岩石无大区别,主要问题是喀斯特发育状况和规律。因此本条规定首先按一般岩石坝基要求进行勘察(勘察内容和勘察方法),在此基础上再就喀斯特发育问题增加一些勘察内容,采用一些适用于可溶岩区的勘察方法。例如相对于喀斯特漏水岩层,尽可能查找隔水层或相对隔水岩层。所谓隔水层,如石灰岩中所夹的透水性甚为微弱的砂页岩地层;所谓相对隔水层,如石灰岩中因含泥质、硅质等,喀斯特相对不发育,其透水性相对于喀斯特化岩层较为轻微的岩层等。许多坝址都成功地利用隔水层或相对隔水层作为防渗依托兴建大坝。其次对坝基喀斯特发育特征、位置、规模、渗透特性等等都应当查明,以

便进行防渗设计。总之,可溶岩坝基勘察内容除一般岩石坝基所要求的勘察内容之外,关键是喀斯特发育特点和隔水层、相对隔水层的查证。

可溶岩坝基勘察除常规岩石坝基的勘察方法外,应采取一些特殊的方法。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,达到一定坝高深度,而且应满足勘察喀斯特发育规律的需要,达到相对隔水层或强喀斯特发育层带的下限,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,追索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。本条还规定必要时应进行帷幕灌浆试验。正常情况下,中小型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。

3.2.10 土基系指由第四系松散岩层组成的坝基。如砂砾石层、砂层、各类土层及全风化呈土状的残坡积层等。一般不将松散岩层全部清除,将建筑物直接座落在松散岩层之上。我国有数以万计的当地材料坝和抽、排水闸是修建在土基上的。鉴于土基的持力层主要是松散岩层,如果基岩埋藏较浅,防渗墙(斜墙、心墙等)可以直接衔接在基岩上时,也应当勘察浅埋的基岩。在 3.1.3 可行性研究阶段土基上的坝(闸)址勘察内容中,已列出应调查的内容和要求。在初设阶段,应在上述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,不仅为防渗清基提供依据,而且为坝基抗滑稳定计算查明边界条件。防渗墙基岩一般应进行防渗帷幕灌浆,为此,要查明基岩的透水性。对一些特殊土层,要求详细地查明它们的分布、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)基透水层和相对隔水层进行勘察外,特别提到注意勘察研究坝前表土层作为防渗天然铺盖的问题。

关于勘察方法,考虑到土地表出露土层单一,要查明坝基的土层情况应布置坑、井或钻探,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有时不能缺少。其次为物探和地质测绘工作,钻孔的深度和间距,都应根据实际情况确定。对于闸,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。

3.2.11 本条所指建筑物是除大坝和溢洪道以外的其他地面建筑物,包括引水式电站的厂房、扬水电站站址、船闸、筏道、前池、地面压力管道等。考虑到地面建筑物的种类很多,要求也不一样,因此在勘察内容与要求中主要列出一些影响建筑物的常见工程地质水文地质问题。对厂房、站址,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。本条对一般性的勘察内容未再细列。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。所需岩土物理力学性质参数也可用工程地质类比法提供。

3.2.12 溢洪道的布置随工程区地形条件,有的布置在大坝一侧,有的远离大坝。和大坝布置在一起的溢洪道,坝址勘察时可以包括。远离大坝的溢洪道需单独进行勘察。鉴于溢洪道泄洪冲刷引起的工程地质问题和其他地面建筑物不同,故单列一条提出要求。

溢洪道可能分别布置在岩基或土基上。无论土基和岩基,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,以及下游受冲部位岩土体的抗冲刷性能等。中小型工程溢洪道一般很少做较多的勘探工作,大多根据地形条件选定,对下游受

冲刷段往往注意不够,致使一旦泄洪,下游冲刷破坏严重,有时引起边坡失稳。勘察方法以地质测绘和轻型勘探为主。一般在溢洪道堰顶部位及其上游和下游斜坡段布置物探和槽坑探,探明覆盖层厚度和基岩埋深、风化情况。有时也采用较轻便的土钻。只是在必要时才布置岩心钻探。至于地质测绘工作,远离大坝的溢洪道需单独测绘,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边坡一定范围。

3.2.13 本条所指地下建筑物包括有压和无压隧洞、地下厂房、调压井、通气井、闸门井等。勘察的重点是洞室进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是:进出口岩土体完整和风化程度、进出口边坡稳定情况;洞室有无较大的产状对洞室不利的破碎带、破碎岩层和软弱结构面;洞室是否穿过一些特别软弱易风化崩解的岩层,以及类似软土、粉细砂层、湿陷性黄土、膨胀土等特殊土层;洞室地下水活动是否丰富强烈,是否会遇到地下水与地表水流或喀斯特管道水流相联通的强透水带,这种强透水带不仅可能造成较大的外水压力,而且会给施工带来困难;此外,如果隧洞埋深较大,地应力较高,是否会产生岩爆;洞室以上的山岩有效厚度是否能满足要求等等。在诸多工程实例中,有不少因进出口边坡稳定性差,进洞十分困难,建成以后也有因边坡失稳而破坏进出口者;有的因洞遇较大断层破碎带,造成塌方、埋洞;有的在施工中遇到较大喀斯特管道突水淤泥,给施工带来很大困难;有的因地下水与地表水相通性好,外水压力过大导致运行中钢管被压坏;有的因山岩厚度不够,运行中有压隧洞洞壁破裂等等。教训是很多的。通过勘察应对洞室的进出口稳定条件、洞身成洞条件进行评价,并提出洞室设计所需的围岩物理力学性质参数。

目前,中小型工程的隧洞设计仍多采用传统的方法,地质方面仍分段提供围岩 k_0 、 f 值。围岩分类还处于定性方面的运用。本条规定要求提供围岩参数并进行围岩分类评价。但由于中小型工程不可能做过多的各类测试,或投入较多的勘探工作,大型工程拟采用的围岩分类方法较难适用中小型工程。因此,本《规范》附录 B,附有一个适用于中小型工程的围岩分类方法,其目的是通过围岩分类,定性说明各类围岩与工程的关系。

地下建筑物的勘察方法,根据经验最有效的手段是洞探,特别在进出口部位,一般都有探洞控制。对地下厂房,最好也应有探洞控制。有时,探洞可结合施工提前开挖,能起到很好预测效果。钻孔一般布置的不多。有时为查明深部洞室岩体完整性和透水性,以及地下水位,也打少量钻孔。至于地质测绘,洞身部分,一般只测(或编绘)地质纵剖面图,只要能反映隧洞穿过段的地层岩性和地质构造,断层破碎带,能进行洞身围岩工程地质分段即可;对地质情况复杂的洞段及地下厂房区、进出口部位等,应测绘地质平面图,沿洞线的测图宽度,主要是能满足地质分析研究的需要,可以先根据区测资料 1:50000 工作底图做出估计,一般达洞线两侧 200~300 m。进出口区测图范围,主要是为满足进出口边坡稳定分析的需要,一般 100~300 m。

这里要特别强调,应充分利用航片和卫片,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的断层带、较大的变形边坡都很有效。这对于深埋长隧洞,尤其是工作条件十分恶劣,人员很难到达,勘探工作事实上更不可能的地区,是十分有效的和宝贵的。

3.2.14 本条所指输排水线路及其地面建筑物,系指中型水库工程所属长度在 2 km 以上,流量在 1 m³/s 以上的输水排水渠道和渡槽、倒虹吸管,输排水明管、节制分水闸等渠道附属建筑物,不包括输排水线路上的隧洞。就渠道而言,包括高填方渠段、深挖方渠段、傍山渠段等。考虑到中型工程渠道断面一般虽不太大,但所通过地段遇到的地质情况可能各种各样。因此,勘察内容与要求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。根据经验,施工和通水后出问题的渠段多在深挖方、高填方渠段和边坡较陡的傍山渠段,多发生边坡滑坡、渠基过量沉陷等。因此提出要注意因渠道开挖通水可能带来的一系列地质问题。此外还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也可能带来一系列问题,都应引起特别注意。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。本阶段还要求调查渠道全线土段和石段各占多大比例,主要是为了核算渠道土、石方工程量,编制工程概算。

中型工程渠道勘察一般只测绘沿线地质纵剖面,采用路线踏勘、调查的方法,记录各种地质情况。在一些重要的渠段和建筑物段测绘地质纵横剖面。但是,对建筑物规模较大,结构复杂的地区,地质条件复杂的渠段,应做带状平面地质测绘,用以较精确地查明该渠段的工程地质问题。一般来说渠道对地基的要求不高,如无特殊地质问题,都可以在施工中根据开挖遇到的情况现场研究处理。渠系建筑物也主要是一些排架支墩,对地基强度的要求不高,有一张地质剖面图,已可以反映有关地质问题。至于勘探手段,则应以轻型为主,例如可以采用坑探、物探或轻便土钻查明覆盖层厚度和基岩风化深度,只是在必要时才布置岩心钻探。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时,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。

3.3 小型工程设计勘察

3.3.1 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,一般由地、县级勘测单位进行,仅少数主要的小(1)型工程由省级勘测单位进行。也有不少小型工程未经正规勘察即进行施工。限于勘测单位的技术、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,而又要保证工程建成后必须安全有效。因此在规定勘察任务时,本规范只提出不解决不能兴建工程的十分重要的任务。例如,水库问题,必须确认建成后能蓄成水,不是一个漏库(我国有不少小型水库建成后蓄不住水,特别是在喀斯特地区);确认不会因大规模水库边坡失稳破坏水库;不致因蓄水而造成大片农田浸没。将渗漏、库岸稳定、浸没等列为水库调查的重点。对这方面的问题应在规划阶段工作的基础上,再进一步做一些补充调查。至于一般地形、地貌、地质构造、地层、地震等,在规划勘察阶段应已了解,设计阶段任务中不再重复。

至于建筑物区(主要指坝址区和其他建筑物区,未详细划分),则规定其勘察任务是:查明区内的工程地质条件,为建筑物位置和建基面高程的确定、建筑物选型、地基处理提供地质依据。因为小型工程是一次性进场勘察,在设计勘察阶段要能达到相当于中型工程初设阶段的任务要求。

此外,还规定了天然建筑材料调查的任务。

3.3.2 关于小型工程水库区设计阶段勘察内容,主要是以论证是否能成库为中心。对水库是否漏水问题,按问题重要程度,分别要求查明一些内容和调查一些内容,最后作出成库条件的评价,并指出蓄水后可能产生的问题及处理措施。

所谓成库条件,系指能安全蓄水形成水库的条件,涉及的内容包括:是否严重漏水,能否蓄得住水;其次也包括蓄水后的边坡稳定条件,是否会因边坡坍塌而堵塞水库;上游主要固体径流来源条件,是否会在较短时间内把水库淤满;对于丘陵平原区水库,特别是在平原区以围堤方式蓄水的水库,由于库边地形平坦,且系第四系松散土层,因此也要求调查蓄水后可能发生浸没、坍岸的程度,是否因库水浸没使农田冷浸或出现盐碱化,引起库岸附近建筑物基础沉陷、开裂危及其安全等等。

关于地震烈度,本条只确定本区地震基本烈度,这是因为我国地震部门已正式出版全国地震烈度区划图,可以根据该图确定工程所在地区的地震基本烈度。

小型水库的勘察方法以资料搜集分析和地表调查为主,必要时才做些局部地质测绘和勘探。资料搜集时,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应尽可能搜集利用。至于地质调查,主要是指线路地质踏勘,核实、修正、补充搜集来的与水库有关的区域地质成果。通过调查认为必要,可在局部地段,如估计可能出现漏水、库岸失稳的库段做小范围地质测绘。但是,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较低,必须查明分水岭地下水位以论证喀斯特漏水的可能性者、利用溶洼成库,为查明溶洼通向库外的通道者等等。至于勘探工作,则尽可能采用物探、槽坑探、土钻等轻型勘探手段,少采用重型勘探,但岩心钻探有时也避免不了。

3.3.3 小型工程坝(闸)址勘察,仍按岩基和土基分别提出。

岩基坝(闸)址勘察内容强调根据坝型不同勘察的重点也不同,这里主要指三种情况,岩基上的土坝勘察重点是岩基表层风化带及覆盖情况。岩基上的重力坝勘察重点则是坝基覆盖层、岩体特性、抗滑稳定条件、基岩的透水性能等。对于拱坝,除重力坝应勘察内容外,应强调坝肩稳定性的勘察。至于喀斯特地区则比较特殊,勘察内容按中型工程可溶岩坝基的要求,未再重列。

勘察方法,随地质条件的复杂程度有很大差别。地质条件简单的坝址,可只做些剖面地质测绘和必要的物探、槽坑探,可以不做钻探工作。如果岩体完整,基岩裸露,甚至勘探工作也可以不做。地质条件较为复杂的地坝址区,则应进行勘探。这里所指地质条件简单系指地质构造简单,无大的断层,岩性坚硬单一,边坡较为完整稳定,基岩大部裸露等等。有关地层分布,岩石性质和其他地质问题,经地质调查后,可在工程地质报告或简报中加以说明。但当坝型复杂时,如拱坝或空腹重力坝等,强调应有勘探工程控制,较方便的是进行洞探,必要时应进行钻探,数量灵活掌握,未做规定。至于试验,一般可以不进行。

3.3.4 小型工程土基坝址勘察的重点是查明坝基土层的分布和特性,但要注意地基中特殊土的分布,如软土、粉细砂、膨胀土、湿陷性黄土、永久冻土、具有架空结构的碎石类土等等,这些特殊土对地基的抗滑、抗震变形稳定都很不利。当土基坝址地质条件简单时也可只做剖面地质测绘。土基地区物探工作可以发挥很好的作用,但必须有一些孔、坑进行校核、取样。一般凡有坑、孔都应取样,必要时可进行现场原位测试。限于试验数量不多,可结合试验成果,用工程地质类比法提供土的物理力学参数。

3.3.5 本条系针对除岩、土基坝址以外的所有其他建筑物,主要包括:输排水隧洞等地下建筑物,渠道、渡槽及倒虹吸等渠系配套建筑物,压力管道线路、分水闸、发电厂房等各类地面建筑物。鉴于建筑物类型有地面式也有地下式,包括范围广泛,因此在编写勘察内容和方法时,按建筑物类型分段叙述。

小型水利工程,特别是山丘区小型水利水电工程,地形较为复杂,建筑物规模与引水流量虽小,但所遇地质问题并不因工程规模小而简单。考虑到小型工程受资金限制,不可能投入较多的勘探工作。因此本条对小型工程的引水隧洞、渠道、压力管道、厂址等只列了重点勘察内容,这些内容是多年来我国小型水利水电工程遇到最多最关键性的问题。例如对于隧洞,主要是勘察洞线围岩(土)性质,穿过洞线的主要构造破碎带,地下水位,可溶岩区喀斯特系统与洞线的关系等等,要求通过勘察,对能否成洞,进出口是否稳定,掘进中会遇到什么大问题等作出评价,并提出围岩的物理力

学性质参数。考虑到目前对小型工程隧洞的设计,仍沿用传统的方法,设计时使用的物理力学性质参数主要指围岩的坚固系数和弹性抗力系数,至于围岩分类,目前也只能做定性的分类。对于压力管道,要注意管道通过段的边坡是否稳定,镇墩或排架的地基是否稳定。对于渠道则强调渠身的渗漏性,渗漏后可能引起的后果及渠基和边坡是否稳定等等。

至于勘察方法,考虑到从事小型工程勘察的实际技术力量和资金的情况,强调以地表地质调查为主,沿洞线(或局部洞段)、隧洞进出口、厂址等地面建筑物轴线等处做些剖面地质测绘,在必要时,才在局部地区做平面地质测绘。一般也不布置勘探工作。但在局部地段可利用物探、槽坑探,甚至土钻孔,查明覆盖层厚度、特性。本阶段一般不做岩土试验,必要时才做少量试验,岩土的物理力学性质参数用工程地质类比法提供。

4 天然建筑材料勘察

4.1 一般规定

4.1.1 天然建筑材料〔主要指砂砾料、土料、石料、人工骨料和碎(砾)石类土料等〕勘察是中小型水利水电工程地质勘察任务之一,目前已有较为详细的勘察规程,对勘察精度等级,各级精度各种材料的勘探和取样试验以及资料整理和报告编写都有明确规定,因此本《规范》规定“按规程执行”。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;也有一些工程甚至未进行天然建筑材料勘察等等。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,某些技术要求应做一些变通,因此本条特别列出“根据中小型工程的特点,本规范对《建材规程》中的某些技术要求,做一定补充和说明。”凡本《规范》补充说明了的,按本规范去做。未明文说明的,一律仍按规程的要求去做,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。

4.1.2 本条规定建筑材料勘察应按任务书要求进行,因为在执行建材规程时有一定的变动,如果没有任务书的明确规定,精度的变动无所依据。此外,对建筑材料勘察的一些特殊要求,也可在任务书中详细列明,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等。建筑材料勘察任务书内,也可以由主管单位单独下达。

4.1.3 关于天然建筑材料的勘察精度,按规程规定分为三级,即普查、初查和详查。规程规定:

(1)规划选点阶段:“对各规划方案所有梯级的天然建筑材料,都必须进行普查”。

(2)“初步设计第一期,必须做初查”,但又补充规定“当天然建筑材料储量和质量有问题时,又是坝址选择和坝型方案比较的主要因素,应对主要材料和主要产地进行详查”。

(3)“初步设计第二期,一般是在初查的基础上进行详查”,“在初步设计第一期做过详查的工程,按其设计要求和选坝中所遗留的问题,应做补充详查”。

(4)“施工图设计阶段,一般应复查选定产地的储量、质量及开采条件”,关于各级精度要求,除规定普查“主要通过对天然露头观察和利用有关资料,鉴别材料类型的质量,确定产地,估算储量”,不做勘探试验工作外,对初查和详查,都将各类材料产地类型分为Ⅱ—Ⅲ类,也规定了各类产地勘探网(点)密度和最少取样组数,才算达到某级(初查或详查)精度。

由上述可知,规程的规定是严格的,即要求按普查—初查—详查三级分三次进行勘察,又规定了勘探网(点)间距和取样组数,这与中小型工程建筑材料勘察的实际情况有较大出入。中小型工程,特

别是数量最多的小型工程,除规划阶段的普查外,在设计阶段,一般只进场一次做建筑材料勘察。如果材料质量好,储量又很丰富,作到初查的勘察精度即可;如果把握不足,为慎重计,可作到详查的精度。当然也有一些重要的复杂的中型工程,在设计阶段仍分两期,按初查—详查的顺序去做。

考虑到中型工程系按可行性和初步设计划分设计阶段,建筑材料勘察如果只进场一次,究竟是在可行性研究阶段,还是在初步设计阶段,未作死硬规定,一般可在初步设计阶段;但如果选用当地材料坝,建筑材料问题成为坝型选择的决定性因素,或建筑材料严重影响工程造价时,也可在可行性研究阶段进行勘察。

应着重提出的是,本《规范》所指初查、详查,仅是精度的涵义,不与设计阶段相联系(不像规程规定的那样初设一期初查,初设二期详查)。是初查或是详查,主要根据料场特点、工程特点、设计要求等因素来决定。例如不同材料,可以采用不同精度,同一种材料的不同产地,也都可以采用不同的精度,对一些重要材料,产地很小,又非用这些材料不可,其勘察精度甚至可以超过规程所规定的详查勘探网(点)间距密度。总之,一个总的原则是,建筑材料的数量和质量要能满足设计的要求。对建筑材料的数量和质量判断,应重视普查的结果和地质人员的经验。

4.2 勘察方法

4.2.1 天然建筑材料的勘察,强调搜集利用已有勘探资料和其他前人资料,特别是前人已调查、开采使用过的料场资料。例如:地矿部门区测地质资料和工作底图、附近其他工程所做的区域地质资料、航道部门完成的河道地质资料、上下游梯级已做过的天然建筑材料勘察资料等等。利用这些资料可以使工作更加有针对性,并可以减少勘探工作量。对已被开采使用过的料场,例如一些石料场、土料场,可以搜集材料储量和质量资料,如果合用,可以不再进行勘探工作。此外,如果料场就在坝址附近,在进行坝址地质勘察时,可结合将料场一起进行勘察,或利用坝址勘察资料以减少料场的勘探工作量。

本条特别指出“注意对施工开挖废弃料的利用研究”,主要考虑到中小型工程以土石坝坝型为主,且资金都较困难,更应当充分利用施工开挖的废料、弃料,其中主要包括:溢洪道、厂房等开挖出的风化基岩,可作为土石坝的填筑代替料;隧洞开挖出的新鲜基岩,可作为混凝土人工骨料;建筑物区开挖的残坡积层,可作为围堰用料等等。对施工开挖废弃料,应注意搜集材料开挖出料时间、数量、质量、运距等方面的资料,以便和施工组织设计中规定的用料时间相协调。有些重要材料,必要时还可以做一些现场试验,以确定其可利用程度及各项物理力学性质参数,例如作为土石坝填筑料的现场碾压试验,作为人工骨料的现场点荷载试验等。

总之,本条提出先搜集资料并尽可能利用已有资料,以简化建筑材料勘探工作,是根据中小型工程的实际情况和经验而提出的。

4.2.2 关于建筑材料勘察的工作原则,这里提出“由近到远,先测绘后勘探,综合利用各种勘测手段”的原则,这是根据中小型工程的特点和习惯作法而提出的。对中小型工程,除一些工程量较大的中型工程和一些条件复杂的工程外,建筑材料勘察往往不很正规,建筑材料的使用往往也是尽可能就近采用,甚至储量不多的小产地,只要质量可用也是优先采用。运距是决定料场是否采用的很重要的因素(与中小型特别是小型工程的施工机械化水平较低有关)。因此,在勘察时,应特别注意距离近的料场,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,再布置必要的勘探工作(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。

4.2.3 关于天然建筑材料的勘探与取样试验,规程第三章有明确规定。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组数最少值,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,勘探和取样可以作一些变动。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,但附近有面积远超过设计要求储量的砂砾滩地,且经判断质量也合乎要求,勘探网点布置也可简化甚至不布置勘探工作。

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,结合工程特点进行勘察。

4.2.4 关于天然建筑材料的资料整理和报告编写,建材规程第四章有明确规定,包括应提交的图件名称和图件内容、试验成果整理原则和要求、建材储量计算方法及报告编写的规定和报告提纲等,并规定初设阶段应编写天然建筑材料勘察报告。

考虑到中小型工程的特点,本规范作了一些变动。规定一般情况下不编写专门的建筑材料勘察报告,建筑材料问题在工程地质勘察报告的专门章节中论述评价。只有当建筑材料条件复杂或建筑材料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,完全按规程规定执行。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,在本规范附录C“主要附图目录”中列明。

5 施工地质工作

5.1 任务

5.1.1 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,也是地质和水工、施工紧密结合的一项重要工作。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,限于工程勘察单位的条件,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,系随施工开挖的揭露,在施工阶段才研究处理。所以对中小型工程就特别强调施工期的地质工作,强调施工期的应变处理。本阶段的首要任务就是研究分析所揭露的地质现象,校正以前的结论和参数,和设计施工人员共同研究,提出处理措施的建议。这是中小型工程施工地质工作的特点,也是原施工地质规程中所未列的。除了上述任务外,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。

本章在编写时较其他章写的更为具体详细,有些条文含有规程性质的内容。这是因为考虑到中小型工程施工地质工作的特点,原施工地质规程不能概括中小型工程的施工地质工作,为便于勘察单位地质人员执行,将部分规程性的内容列入。有些内容虽然原规程中已列出,但在本章则强调一些工作的重点。因为原规程中的一些规定有一些是中小型工程做不到的,或不必要做的。施工地质工作可以本章规定为准,原规程可作为参考。

5.2 工作内容

5.2.1 搜集施工开挖后所揭露的地质现象和有关资料并整理分析研究,是施工地质工作的主要内

容之一。为了叙述的方便,我们将工程分为三大类:地面工程,涉及到工程地基的开挖问题;地下工程,涉及到洞室开挖后的围岩问题;工程边坡,即经过开挖或处理的与工程有关的边坡问题。本条列出要搜集研究的上述三方面的主要地质现象和有关资料的内容,主要是考虑这些现象和资料对建筑物今后的安全运行和稳定有直接关系。至于属于一般常识之内的事,如地层岩性的描述内容,节理裂隙的记录内容等等都未专门指出。除了地质现象外,还要求搜集一些有关资料。例如不良地质现象的开挖处理情况。开挖多深、开挖断面形状、怎样处理的详情;又如灌浆情况,包括吸浆、串浆、耗浆情况,有无基岩抬动现象,涌水涌砂的详细情况及与外河水位的关系,如何进行止水处理……。总之应搜集的资料内容非常广泛,不可能一一细列。本条除列出一些主要内容外,应掌握的一个原则是:凡是与建筑物稳定和长期安全运行有关的地质现象和资料都应加以搜集,并进行整理和分析研究。

5.2.2 参加地基、围岩和边坡工程地质水文地质问题处理的研究,并提出处理措施和建议,是中小型水利水电工程施工地质工作的一项十分重要的内容。中小型工程地质勘察的特点是前期勘察受各种条件限制,不能大量投入。不少水文地质工程地质问题是在施工期开挖揭露后才及时研究处理解决的,所以要求地质人员和设计施工人员更加紧密地合作。事实上有不少小型工程,就是在一两个既是设计人员又是地质人员的指导下施工的。这里提出“配合设计和施工单位”是考虑我国现行体制,一般设计和施工在体制上是分开的,地质人员,特别是施工地质人员和施工单位也是分开的,而施工又以施工单位为主,所以要求地质人员应当配合设计和施工单位,参加处理措施研究,而不是以地质人员为主来研究,以免造成关系紊乱。但并非是被动的,仍要求地质人员积极地提出处理措施的依据(地质上的原因,不处理会有什么危害)和处理方法的建议。处理措施的联系单或设计书是由设计向施工提出,但地质方面应参加讨论研究,提出地质上的依据。

废弃料是指施工开挖出来的土、石料,按常规可以弃而不用,但有很多开挖废料可以被工程所利用,例如开挖的风化土石料可作土石坝填筑料,隧洞开挖出的新鲜石碴,经加工可作混凝土人工骨料,如能规划设计得当,可以节省工程投资,加快工程进度。这些开挖废弃料都是天然建筑材料,也应当列入建筑材料勘察的范围。但它只是在施工开挖后才出现,出料的多少,出料的时间都与施工有密切关系,所以本条规定配合设计和施工单位对废弃料利用进行研究。

5.2.3 对一些重点工程地质问题的结论、建议、原提参数进行检验,必要时作一些修正,是优化设计、施工所必需的,也是施工地质工作的重要内容。本条列出一些对地基、围岩、边坡最常遇到的在施工期可以修正的重点问题和参数,这些问题和参数直接影响建筑物结构安全和工程量大小及处理的方式。例如根据地基岩土体特性,核定地基的承载强度、抗剪强度,可以优化上部结构的形式。在施工前根据勘察资料决定的地基开挖深度,实际开挖后往往有一定修正,有时抬高,有时加深。不良地基如断层破碎带、软弱夹层等的开挖深度、宽度、形态,也应根据实际情况加以修正,使之更切合实际。边坡和围岩的情况也类似。总之,按勘察期决定的结论和参数一成不变进行施工的情况是不多的,施工期总会有所改变。施工地质工作的重要内容之一就是原结论建议和参数实事求是地检验并合理地加以修正。

5.2.4 施工期的地质预测、预报是中小型工程施工地质工作的另一项重要内容,也是施工和地质相结合的重要一环。中小型工程前期勘察工作做的不多,许多不良地质现象是在施工开挖后才被揭露。地质人员应经常在施工现场进行编录。为了保证施工的安全,应及时向设计施工人员提出修正建议。应随时根据已开挖揭露的地质情况,预测和预报下一步可能出现的问题。例如边坡是否会失稳?隧洞是否有大的塌方或突水?会不会挖到软弱的岩土层?如果有这种危险,必要时应及时向施工单位提出安全监测的建议。例如在开挖边坡上设置观测装置,定期观测以监视边坡的变形等。我国中

小型工程施工队伍的现实情况是,施工队伍中极少工程地质人员,十分缺乏地质知识。明确规定这一条,可以使工程施工减少意外事故的发生。有些监测工作要一直延续到工程运行期。在施工期就进行预测监测,也为考虑运行期长期监测提供依据,能使长期监测更符合实际。

5.2.5 工程在开挖后,砌护、浇筑混凝土前,都应经过质量检查部门的验收手续,以保证建基面确实符合设计要求,以此作为保证工程质量的一道监督关卡。开挖处理验收的内容从地质角度看主要是:建基面(或围岩、或工程边坡)岩石的风化程度、完整性、按设计规格的整平情况,有无松动、倒坡,破碎带部分的开挖深度、形式、宽度及处理情况,建基面地下水活动情况、积水情况,是否超挖或欠挖及其原因,还遗留些什么地质问题未做处理,以及其他有关地质的内容。验收一般由建设、设计、施工、质检、地质各方面组织的联合小组进行,不是地质一家,所以本条规定是“参加”验收,验收后要办理文字验收手续,地质方面应当负责地签署自己的意见。这些验收文件,也是今后核查地基(围岩、边坡)处理,进行工程维护的重要资料依据。

5.2.6 施工期的补充地质勘察常不可避免,开挖后揭露的一般地质问题虽可以及时研究作出处理,但有时也遇到一些意外的事先没有查明的重要地质问题,甚至影响到建筑物位置的移动,或建基标高的重大改变,此时不得不补充勘探。例如,在喀斯特发育地区,厂房或坝基遇到意外的较大洞穴影响厂房轴线位置,需勘探查明洞穴的规模性质以便决定是否将厂房移位或怎样处理。这种补充性质的地质勘察也是施工地质工作的内容之一。

5.3 工作方法

5.3.1~5.3.2 关于施工地质工作方法,按过去经验提出:编录素描、测绘,影像收集,资料搜集与整理、监测、室内分析,以及补充勘探和试验等。

这里特别强调文字编录工作。地质测绘和素描无疑也是必需的,但有些问题图幅上反映不出来,特别是象不良地质问题的处理过程,有关地基、围岩和边坡地质的一些重大决定等等。文字记录应宁繁勿简。施工中可能以为是平常的措施、决定,在今后运行期工程整修时就是重要的参考资料。中小型工程(主要是小型工程)限于条件有时测绘素描工作不正常,但文字编录决不可少。我国已建的数万座小型水利水电工程,在今天进行病害处理时,常苦于缺少施工时的详细编录,不得不又向原施工人员进行访问、调查或重新勘探,就是一个深刻的教训。此外还应养成编写施工地质日志的习惯。编写施工地质日志是记录施工地质工作的重要方法。由于施工期工作庞杂、工作面广,而且很多事件都与今后工程的安全有关,如果能详细加以记录,不仅为施工完成后编写施工地质报告提供方便,而且记录本身也是很重要的档案资料。因此,不少工程都习惯于编写施工地质日志。日志用专门的本子,指定专人(或施工地质的负责人)负责逐日编写,记录的内容主要是与施工地质有关的重要事件,例如:施工期逐日施工地质工作的具体内容、与设计施工碰头协商会的内容、与设计施工部门的技术交往、施工地质工作人员内部地质技术讨论的主要情况和结论、工程施工进度、施工开挖中出现的与地质有关的重要情况、重要技术函件往来等,以及其他重要事件。施工地质日志不厌其详,但也要有重点,重点是与地质有关的涉及到工程处理、安全和长期运行等等有关的事件,特别是一些在地质报告中不能反映的地质情况和事件。施工地质日志的编写应列为施工地质组的工作制度长期坚持,经常检查。

5.3.3 施工期的地质测绘,可分几种情况:

对地面建筑物基坑,如果是基岩则一般要求测绘基坑地质素描图,应将基坑建基面已揭露的主要地质现象,如重要贯穿性节理、断层破碎带、节理密集带、软弱层、岩性分界线、岩层产状及建基面的起伏状况等,都如实测绘在平面图上。测绘时除控制性测点以外,还要在现场进行核对素描,务

使图幅上所表达的内容既精确又形象。基岩基坑除大坝、厂房等地面建筑物岩基基坑外,也包括土基上土石坝截水墙挖到岩基的部分。这种平面地质素描图的比例尺,根据基坑面积的大小和地质条件复杂程度,一般为1:500~1:100,采用1:200~1:100的较多。为了表述建基面以下的地质现象,如岩层倾角、断层、节理的深部延伸情况,喀斯特发育状况等等,还要施测纵横地质剖面图,如坝段横剖面图、厂房轴线纵剖面图等。剖面图可以现场实测,也可根据平面素描图编制剖绘,比例尺一般和素描图相同或稍大一些。对局部基坑,如建基面上局部深挖的坑、井、槽等,用平面和剖面表述不详时,可施测展视图,测绘素描四壁的地质现象。展视图的比例尺根据需要而定,一般为1:200~1:50。

对于土基基坑,由于除土层分界面以外,其他要表达的地质现象不多,可不测基坑素描图,而根据勘探资料编制剖面图。有时为表述建基面以上的土层结构和组成,也可测基坑坑壁展视图,或素描图。

对于地下洞室,若为地下厂房则多施测展视图;若为隧洞,一般只选择比较典型的洞段施测展视图。所谓典型系指地质条件较差,运行期应重点监测注意的洞段。如有断层或破碎带分布、有喀斯特洞穴分布、围岩岩性软弱等的洞段。如果洞室地质条件都很简单,岩石坚硬,比较完整,又未发现断层或破碎带,则可以只测绘一条洞室地质纵剖面图,或只沿洞室的一壁测绘洞壁素描图(沿洞壁纵剖面)。

总之,施工期的地质测绘、素描,应根据基坑、洞室的地质条件来决定采用什么形式的图。这些图是最终用于运行期的工程维护。图的内容应重点表述不良地质现象,或用平面,或用剖面,或用四壁展视,或用一壁展视,视具体情况而定。

5.3.4 施工期间要做的试验可分为三类,一是只有在施工开挖后才能进行的试验,如现场碾压试验、简易触探、点荷载试验等现场简易试验;二是为修定勘察期间提供的岩土物理力学性质参数而进行的补充岩土物理力学试验,如持力层土层物理力学试验,控制性夹层抗剪试验等;三是专门性试验,如洞穴连通试验,特殊灌浆试验,现场管涌试验等等。

标本是一种实物原始资料。过去对标本保存注意不够,一旦在运行期因出现病害需要查证地基或围岩某一部分的不良地质现象时,因为已被混凝土浇筑隐蔽,无法直观看到,又需重新勘探。为了方便今后长期查证,对一些重要的地质现象或层位,如严重的断层破碎带、特殊土层、持力层的重要层位的岩石或土层等等可留取少量标本,作为原始资料长期保存。本规范6.5.2还规定了标本的交付保管办法。

5.3.5 目前摄影、录像技术已较普遍,特别是录像可以反映一些动态地质现象。例如当基坑(或围岩)出现较大突水时,如能用录像将发生发展过程和处理过程录下来,是一项宝贵的档案资料,有条件时宜尽可能采用,并从中选一部分有长期保存价值的存档。至于摄影则可大量采用,用摄影比素描更加真实直观,但摄影时应注意作好编号和文字说明记录,相片也应及时整理编辑,以免日后造成混乱浪费。

5.3.6 施工期间除前述地质工作外,还要注意搜集与地质有关的各种各样资料,包括文件、函件、联系单等等。这些似非单纯地质的资料,常牵涉到一些重大地质问题的决定,地质建议的提出、改变等等,对日后工程的维护很有参考价值,所以应在施工地质工作一开始就注意此事,免得以后被动。

5.3.7 施工期地质监测是保证施工和工程安全的方法之一。通过监测并对监测资料进行研究分析作出预测预报,作为施工措施选择的参考依据。在隧洞施工中突水现象时有发生,特别在喀斯特地区,有时也有水、泥、石混合体突然冒出影响施工,这种混合体称为“碎屑流”,以区别于地表河谷的泥石流现象。有时在挖遇严重的富水的断层破碎带时,也出现过大量碎屑流现象。估计有可能

出现这种现象时,应提出防范措施建议。

5.3.8 施工期间的补充地质勘察有时不可避免,主要是针对那些对建筑物影响较大,对基础处理工程量影响较大,勘察阶段遗漏掉的复杂地质问题。例如坝基或厂房基础挖遇较大洞穴,可能影响坝基稳定、漏水或影响厂房轴线位置,就应对洞穴情况详为探明,有时还可能动用钻探、洞探(至于一般性的不良地质问题,可结合施工开挖研究处理,不属于补充勘察)。具体工作方法和工作量应根据实际情况决定,最好和施工相结合。例如隧洞开挖时的超前勘探洞,喀斯特洞穴的追索开挖等等。

6 勘察成果

6.1 一般规定

6.1.1 本条对各勘察阶段应提交的成果作了明确规定。各勘察阶段勘察工作结束后,都必须编制各阶段工程地质勘察报告。对一些专门性工程地质问题必须深入论述时,可另外提交专题工程地质勘察报告。此外还规定,应同时将有关的原始资料加以整理提出。关于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。对中型工程或地质条件比较复杂的小型工程,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,不另外写单独的工程地质勘察报告;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,不另写单独工程地质勘察报告。

本条还规定,有关原始资料应同时整编,这是因为过去许多工程对于原始资料都不太重视,散失情况严重,而若干年后病险漏库需要加固处理时,因缺乏资料,常需要重新勘察,造成浪费。因此要求原始资料应同时整理。

6.1.2 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,以及有关原始资料提出了具体的要求,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分析论证,合理提出各项参数和建议,围绕任务和设计意图进行工程地质评价等等,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,而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。

对图幅要求准确、清晰、实用和文图相符,也是针对过去常见的缺点提出的。过去有些图虽然清晰,也很准确,但不实用,工程地质内容甚少。要求图实用,就是为工程所用,此外报告和图幅也应绝对相符。

6.1.3 施工地质工作结束后应提交的施工地质报告,是工程的重要资料。中小型工程因为条件限制,勘察阶段不可能十分详细彻底地查明所有工程地质水文地质问题,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,作出详细报告,包括其他一切有关施工地质的技术资料都应完整整编。几十年来,有一些中小型工程忽视施工期地质编录,更缺少系统完整的施工地质报告,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,是很大的教训。因此本条规定,施工地质工作结束后,应当提交施工地质报告、附图及相应附件。

6.1.4 本条对勘察和地质工作成果(报告、附图、附件)规定必须经逐级审核签字后才能正式使用,是总结过去经验教训而提出的。勘察和地质工作成果既是客观实际地质现象的反映,也是地质人

员根据勘察资料综合判断逻辑思维的集中反映,有人为的因素。一般来说,从事中小型工程地质工作的人员,主要是基层工作人员,受工作的局限,专业水平的提高较慢。但另一方面中小型工程投入的勘探工程量较大型工程相对为少,在一定程度上又要借助于技术人员的经验判断分析来作出结论。为了保证成果质量,避免出现较大的差错失误,强调要经过有经验的各级技术负责人的校核、审查、审定、批准手续,并经签字负责后再提交使用是十分必要的。并且规定“应及时归档,妥为保存”,也是根据几十年的经验教训提出的。过去有不少工程因为制度不健全或其他原因,不仅勘察资料不全,而且缺乏建档制度,致使已有的资料也散失残缺,给工程的维护带来困难,这个教训应当吸取。

6.2 工程地质勘察报告

6.2.1~6.2.4 这四条分别对规划阶段、可行性研究阶段、初步设计阶段的工程地质勘察报告和施工地质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。考虑到各工程的地质条件千差万别,工程的特点也不一样,文字表述形式也有差异,因此不可能都严格按一个格式写报告。对报告总的要求应当符合 6.1.2 和 6.1.3 的原则规定,但形式不强求一致。一般情况下应包括这四条所列的内容。小型工程因无可行性研究阶段,可以参照 6.2.3 初设报告的内容编写报告或简报。至于施工地质报告,所含内容更为庞杂,更难强求统一的格式,条文中也只列出一些提示性的应当包括的内容。

6.3 附图和附件

6.3.1 地质报告的主要附图目录见附录 C。这些图都是各阶段地质报告的基本附图。有些专门性的附图、专题报告的附图都不在此限。附图分为两类,一类是必须提交的图件,即在任何情况下,只要写地质报告,至少必须附的图件,这种图数量不多;另一类图是视具体需要才提交的一些图件,不需要可以不提。例如规划阶段的水库区地质图,如果水库地质条件简单,就可以和区域地质图合并成一张,不提专门的水库区地质图;又如中型工程渗透剖面图,可行性研究阶段可提可不提,如果基岩渗透性简单,就可以和坝址横剖面图合并。反之,如果需要也可以提。但初步设计阶段,则规定必须专门提交。至于小型工程,提交图件的伸缩性更大,除了建筑物地质纵横剖面以外,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,又要尽量简化不必要的工作量。

6.3.2 工程地质勘察报告的附件系指除工程地质勘察报告及其附图以外的,为了进一步说明与工程地质有关的某种重要情况、关系、专门性问题等的材料,主要包括专题地质报告,测试报告,勘察单位以外的部门单位提出的有关工程区地震、矿产、环境评价,浸没等方面的文件报告、意见书等等,根据具体情况列为附件。

专题地质报告是经常采用的一种报告形式。一般是在阶段地质勘察报告的基础上为了进一步更详尽说明某个专门性水文地质工程地质问题而编写的。为查明这些专门性地质问题,除常规勘探工作外,常需另外投入较多的勘探试验工作。例如,如果某坝址软弱夹层成为坝址的关键工程地质问题时,可针对软弱夹层进行专门勘探试验,编写软弱夹层专题地质报告。其他如边坡问题、喀斯特漏水问题、围岩稳定问题等等,如果对建筑物区影响较大,也都可以进行专门勘探,编写专题地质报告,这些专题报告应列为工程地质勘察报告的附件。

至于专门批复文件和审查会议纪要,主要是针对建筑物区工程地质勘察成果,上级对地质结论的批复意见或召开审查会议后的会议纪要,审查会议由更高一层次的技术水平较高的人员参加。批复意见和审查会议纪要对勘察报告结论提出意见和建议,可以同意报告结论,有时也可能提出不

同的意见,作为进一步勘察工作的依据和参考。因此应将批复意见和会议纪要列为工程地质勘察报告的附件长期保存备查。

6.4 原始资料

6.4.1 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的资料。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存档的情况,本条明确规定了在勘察和施工地质工作结束后,应组织专人汇集、整编、装订,并进行必要的情况归纳和注记,由当事人签署后再正式归档的程序和要求。虽然手续烦琐一些,但从长远来看,仍然是十分必要的。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。

6.4.2 本条对哪些是应存档的主要原始资料作了明确规定。本条所列是最常见的一些原始资料,也是在工程运行期间,为工程的安全、维修,有时要查询的资料。其中第(9)项所列标本系指必须长期保存的地质标本,例如对工程安全有较大影响的软弱夹层标本,特殊岩土标本等,一般岩心标本不属此类,岩心的保管根据各单位的规定办理。

6.5 资料的交付

6.5.1 地质勘察资料包括规划、可行性研究、初步设计等各勘察阶段的工程地质勘察报告、附图、附件及有关的原始资料。本条明确由勘测设计单位归档保管,主要为便于保持资料的完整系统,也为了便于后期勘察和运行期的使用。向上级报送资料时应报送复制件,主要指阶段性的勘察报告和附图、附件。此外,国家还规定某些阶段性的勘察报告和图件,还应向地矿部门提交,应按有关规定办理。至于根据合同协议接受的外委地勘任务,应按合同或协议向有关单位提交勘察资料。

6.5.2 施工地质资料如何保管和交付,情况较为复杂。我国中小型水利水电工程施工地质工作的承担单位形式多样,有的由原勘测单位派员去做;有的以合同形式委托另外的勘测单位进行;有的由建设单位委托专业地质人员去做。因此,施工地质资料究竟应交给谁长期保管没有明确规定。但是施工地质资料是工程长期安全运行中十分重要的资料,为了克服过去施工地质资料因责任不明常有散失的缺点,本条规定全部施工地质资料由负责施工地质工作的单位长期保管,即采取谁做谁保管的办法,便于日后查询、联系。但考虑到施工地质资料主要是为工程的安全运行服务的,因此应向工程运行管理单位提交地质资料的复制件和重要标本。由运行单位保管标本,主要是就地存放,便于日后使用查证。本条提到要“正式移交”,系指应认真负责办理资料标本的提交和移交手续,经双方有关人员签字以明确责任。

至于向前期勘测设计单位报送施工地质报告,系指施工地质和前期勘察非同一单位进行时,从事施工地质工作的单位应向前期勘察工作承担单位报送,主要为便于总结勘察经验,也为便于保持工程的有关地质资料(从勘察到施工)的系统完整性,为国家积累资料财富。

本条还明确应按有关规定向上级及其他单位报送施工地质报告,例如有的向建行,向工程监理单位,向建委等单位报送。资料的报送移交情况都应向主管建设单位专门报告或抄报。

附录 A 中小型水利水电工程边坡工程地质分类

关于边坡的工程地质分类,另写了一份《边坡的工程地质分类——中小型水利水电工程适用》编入本规范参考资料,概述了国内外边坡分类的一般情况、编制本分类的目的和基本原则及各类边坡的分类详细说明。附录 A 系以边坡分类文字说明为依据,加以概括、简化而成边坡工程地质分类表。

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的三大对象(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,较之大型工程,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。但迄今我国还没有一个适用于水利水电工程的统一的边坡工程地质分类。不仅名词、术语不统一,而且分类混乱,使具体工作人员无所适从。制定一个适用于水利水电工程的全国统一的边坡工程地质分类十分必要。附录 A 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,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。分类的主要目的是:

(1)根据野外调查,能依据分类特征对边坡的类属迅速予以辨认,从而能较快掌握此类边坡的主要工程地质特征。

(2)能够根据分类,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者。

本分类有为中小型水利水电工程服务的明确的目的,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属进行辨认,并能对其稳定性作出评价。为此,在分类表中将各类边坡的特征、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 A.1 还就边坡与工程的关系、岩性、变形情况、边坡坡度和工程边坡高度,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”者,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,二者最大夹角为边坡坡角或坡度,自坡脚到坡顶面间的高度为边坡的坡高。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,将碎石土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:上部为较厚层的残坡积层,下部为基岩;上部为全风化层,下部为基岩;有时上部为坚硬玄武岩,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,土层对坡体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,考虑到再一步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的修订。

附录 B 中小型水利水电工程围岩工程地质分类

中小型水利水电工程中隧洞等地下建筑物较为常见,但洞径一般较小,多在 5 m 以内,很少大于 10 m 者。如何从工程角度系统认识隧洞围岩的特征、判断其稳定性、选择合适的支护和衬砌方式,一直是水利水电工程技术人员关注的问题。60 年代以来,我国几个大型水电工程,曾编制了适用于该工程的围岩工程地质分类。70 年代的部颁水利水电施工地质规程,曾附有水利水电工程适用的围岩工程地质分类。1985 年部颁《水工隧洞设计规范》(SD 134—84)也附有围岩分类表。我国铁路交通部门也早有本专业或部门的围岩分类。所有上述分类都因考虑的分类因素和分类的目的不同,仅适用于一定的范围,迄今还没有专门适用于中小型水利水电工程的围岩分类。部颁适用于大型工程的《水利水电工程地质勘察规范》,列有“地下洞室围岩分类”,可对围岩进行初步分类和详细分类,且列有围岩稳定类别表,说明各类围岩的稳定性及其变形破坏特征。该分类的依据是岩石强度、岩体完整程度、结构面状态、地下水活动情况和结构面方位等五种因素,采取定量评分的办法,根据累计评分数判定围岩类别。采用这一分类法,需要做一些测试、调查统计等工作,对中小型工程来说,因限于勘探测试手段、条件和工作深度,有些不一定能完全做到,而且评分办法也较繁琐,不适合于中小型水利水电工程。因此,决定根据中小型水利水电工程的特点,编制一个适用于中小型工程的围岩工程地质分类。本分类的目的方面使野外地质工作人员能通过地质测绘和勘探,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,大体估算山岩压力的大小,考虑支护、衬砌的办法;另一方面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、节理裂隙发育程度、地下水活动强弱、岩层厚度分级等)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体的强度和岩体结构分类,结合岩体结构面产状、岩体完整性、地下水活动强弱等,将围岩按稳定性分为五类。目前不少中小型工程隧洞设计时,仍考虑山岩压力(围岩压力、

围岩松动压力)作为衬砌设计的重要依据之一。为便于隧洞衬砌设计时参考,现将五类围岩的塌落高度参考值和根据塌落高度计算山岩压力的经验公式列出(山岩压力的计算还有其它方法):

根据塌落高度估算山岩压力经验公式如下:

表 B1 围岩塌落高度 h 参考值

$$p = h\gamma$$

式中 p ——垂直山岩压力,10 MPa;
 h ——塌落高度,m;
 γ ——岩体容重,t/m³。

围岩类别	h 参考值
I	
II	(0.05~0.17) B
III	(0.17~0.33) B
IV	(0.33~0.66) B
V	(0.66~1.2) B 或更大

《水工隧洞设计规范》(SD 134—84)第 6.2.3 条规定“……根据不同的围岩类别,采用不同的方法,估算围岩松动压力”。

注: B 为隧洞跨度(开挖宽度),m。

- (1)对 I 类围岩,不计围岩松动压力;
- (2)对 II、III 类围岩,在隧洞开挖前按 $p = (0.1 \sim 0.2) B$ 估算围岩松动压力;
- (3)对 IV、V 类围岩,按松动介质平衡理论,估算围岩压力。

围岩工程地质分类还是一种尝试,特别是还未包括土洞在内,尚待在实践中补充完善。