

注册土木工程师（水利水电工程）
执业资格专业考试必备技术标准汇编（下册）
专业案例部分（工程地质 水土保持 工程移民）

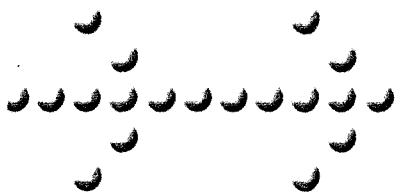
全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会

中国水利水电勘测设计协会

编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



注册土木工程师（水利水电工程）
执业资格专业考试必备技术标准汇编（下册）
专业案例部分（工程地质 水土保持 工程移民）

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会 编
中国水利水电勘测设计协会



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

注册土木工程师 (水利水电工程) 执业资格专业考试
 必备技术标准汇编. 下册, 专业案例部分: 工程地质、
 水土保持、工程移民/全国勘察设计注册工程师水利水电
 工程专业管理委员会, 中国水利水电勘测设计协会编.
 北京: 中国水利水电出版社, 2007

ISBN 978-7-5084-3919-8

I. 注… II. ①全…②中… III. ①土木工程—标准—中
 国—工程技术人员—资格考核—自学参考资料②水利工
 程—标准—中国—工程技术人员—资格考核—自学参
 考资料③水力发电工程—标准—中国—工程技术人员—资
 格考核—自学参考资料 IV. TU-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 076768 号

书 名	注册土木工程师 (水利水电工程) 执业资格专业考试必备技术标准汇编 (下册)
作 者	专业案例部分 (工程地质 水土保持 工程移民) 全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会 编 中国水利水电勘测设计协会
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales @ waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	880mm×1230mm 16 开本 72.75 印张 4547 千字
版 次	2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷
印 数	0001—3100 册
定 价	145.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换
 版权所有·侵权必究

注册土木工程师（水利水电工程）执业资格 考试辅导教材编委会

名誉主编	沈凤生	王柏乐				
主 编	曾肇京					
副 主 编	仲志余	袁定远	关志诚	周建平	司富安	陈 伟
	朱党生	孙荣博				
编 委	（以姓氏笔画排序）					
规 划 组	龙超平	仲志余	刘子慧	邱忠恩	沈佩君	张荣国
	陈肃利	陈炳金	季学武	袁定远	蒋光明	曾肇京
	谭培伦	熊 明				
结 构 组	王仁超	王目宣	王宏斌	方光达	冯 平	关志诚
	刘锡岭	孙富行	严永璞	李启业	李振富	杨 敏
	吴鹤鹤	吴毅瑾	闵家驹	张社荣	陆宗磐	陈登毅
	林继镛	周建平	练继建	钟廷英	钟登华	党林才
	钱诗湘	彭新民				
地 质 组	马贵生	牛世玉	司富安	杜忠信	余永智	汪雍熙
	宋子玺	宋 嶽	陈德基	范中原	周火明	袁建新
	徐福兴	高玉生	蔡耀军	鞠占斌	魏岩俊	
移 民 组	王晓峰	张一军	陈 伟	蔡 频	翟贵德	潘尚兴
水 保 组	丁国栋	王英顺	王治国	毕华兴	朱党生	朱清科
	齐 实	孙保平	纪 强	杨建英	余新晓	张洪江
	赵廷宁	胡振华	段喜明	姜德文	贺康宁	贾泽祥
	高甲荣	梁其春	董 强	解新芳		
专业基础组	孙荣博	苏加林	李亚娟	李孝振	陈 雷	雷兴顺

前 言

根据人事部、建设部和水利部联合印发的《关于〈注册土木工程师（水利水电工程）制度暂行规定〉、〈注册土木工程师（水利水电工程）资格考试实施办法〉和〈注册土木工程师（水利水电工程）资格考核认定办法〉的通知》（国人部发〔2005〕58号），国家对从事水利水电工程勘察、设计活动的专业技术人员实行职业准入制度，并纳入全国专业技术人员执业证书制度统一规划。注册土木工程师（水利水电工程）执业岗位划分为水利水电工程规划、水工结构、水利水电工程地质、水利水电工程移民、水利水电工程水土保持五个类别。

自2005年9月起，注册土木工程师（水利水电工程）执业制度已正式实施。今后水利水电工程勘察、设计文件，必须由注册土木工程师（水利水电工程）签字并加盖执业印章后方可生效。水利水电工程勘察、设计专业技术人员经考试合格并注册后方可注册土木工程师（水利水电工程）名义执业。

注册土木工程师（水利水电工程）资格考试分为基础考试和专业考试，基础考试合格后方可报名参加专业考试。基础考试分为两个半天，分别进行公共基础和专业基础考试；专业考试分为两天，分别进行专业知识和专业案例考试。基础考试、专业知识考试不分执业类别，专业案例考试分执业类别。

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会、中国水利水电勘测设计协会为便于申报注册土木工程师（水利水电工程）考试的专业技术人员复习，组织了行业资深专家、教授成立了考试复习教材编审委员会，编写了参加资格考试的专用复习教材，汇编了复习教材中的有关主要技术标准。全套复习教材共分《水利水电工程专业基础知识》、《水利水电工程专业知识》、《水利水电工程专业案例（水工结构与工程地质篇）》、《水利水电工程专业案例（工程规划、水土保持与工程移民篇）》和《注册土木工程师（水利水电工程）执业资格专业考试必备技术标准汇编》五种，供考试参考。

在《注册土木工程师（水利水电工程）执业资格专业考试必备技术标准汇编》中，汇编了注册土木工程师（水利水电工程）执业资格考试中所涉及的主要技术标准，共收录了水利水电工程师常用的技术标准109项，分为三册，其中上册收集了专业知识考试所涉及的主要技术标准，中册收集了工程规划、水工结构专业案例考试所涉及的主要技术标准，下册收集了工程地质、水土保持、工程移民专业案例考试所涉及的主要技术标准。考生汇编在手，不仅消除了难于搜集上述技术标准所带来的困扰，而且也解决了携带诸多技术标准所带来的不便，节省了考生的宝贵考试时间。本汇编不仅是注册土木工程师（水利水电工程）考试所必备的复习教材，而且也是水利水电工程师必备的工具书。

《注册土木工程师（水利水电工程）执业资格专业考试必备技术标准汇编》由中国水利水电出版社出版发行。专用复习教材及《注册土木工程师（水利水电工程）执业资格考试大纲》由黄河水利出版社出版发行。

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会
中国水利水电勘测设计协会

2007年4月

目 次

前言

上 册 通 用

工程建设标准强制性条文（水利工程部分）（2004年版）	3
工程建设标准强制性条文（电力工程部分）（2006年版）	34
水利水电工程项目建议书编制暂行规定	112
水利水电工程可行性研究报告编制规程 DL 5020—93	121
水利水电工程初步设计报告编制规程 DL 5021—93	134
防洪标准 GB 50201—94	156
水利水电工程等级划分及洪水标准 SL 252—2000	167
水电枢纽工程等级划分及设计安全标准 DL 5180—2003	175
水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范 DL 5061—1996	183

中 册

水 利 水 电 工 程 规 划

江河流域规划编制规范 SL 201—97	195
水资源评价导则 SL/T 238—1999	208
关于印发试行《土地分类》的通知 国土资发〔2001〕255号	212
城市给水工程规划规范 GB 50282—98	216
水利水电工程设计洪水计算规范 SL 44—2006	224
水利水电工程水文计算规范 SL 278—2002	243
城市防洪工程设计规范 CJJ 50—92	258
水利工程水利计算规范 SL 104—95	279
水电工程水利计算规范 DL/T 5105—1999	303
水利水电工程动能设计规范 DL/T 5015—1996	315
节水灌溉工程技术规范 GB/T 50363—2006	323
河工模型试验规程 SL 99—95	327
江河流域规划环境影响评价规范 SL 45—2006	335
环境影响评价技术导则 水利水电工程 HJ/T 88—2003	341
水利建设项目经济评价规范 SL 72—94	354
水电建设项目经济评价实施细则（试行）	374
水电建设项目财务评价暂行规定（试行）	447
河流水电规划编制规范 DL/T 5042—95	471
抽水蓄能电站选点规划编制规范 DL/T 5172—2003	477

水 工 结 构

混凝土重力坝设计规范 SL 319—2005	487
混凝土重力坝设计规范 DL 5108—1999	521
碾压混凝土坝设计规范 SL 314—2004	556
混凝土拱坝设计规范 SL 282—2003	566
碾压式土石坝设计规范 SL 274—2001	608

混凝土面板堆石坝设计规范	SL 228—98	644
混凝土面板堆石坝设计规范	DL/T 5016—1999	658
水工钢筋混凝土结构设计规范(试行)	SDJ 20—78	669
水工混凝土结构设计规范	SL/T 191—96	702
水工混凝土结构设计规范	DL/T 5057—1996	768
灌溉与排水工程设计规范	GB 50288—99	833
堤防工程设计规范	GB 50286—98	875
泵站设计规范	GB/T 50265—97	908
小型水力发电站设计规范	GB 50071—2002	960
水电站厂房设计规范	SL 266—2001	982
溢洪道设计规范	SL 253—2000	1011
溢洪道设计规范	DL/T 5166—2002	1052
水闸设计规范	SL 265—2001	1089
水工隧洞设计规范	SL 279—2002	1158
水工隧洞设计规范	DL/T 5195—2004	1187
水电站压力钢管设计规范	SL 281—2003	1215
水电站压力钢管设计规范	DL/T 5141—2001	1275
水电站调压室设计规范	DL/T 5058—1996	1335
水利水电工程钢闸门设计规范	SL 74—95	1350
水利水电工程钢闸门设计规范	DL/T 5039—95	1393
水工建筑物抗震设计规范	SL 203—97	1438
水工建筑物抗震设计规范	DL 5073—2000	1455
水工建筑物荷载设计规范	DL 5077—1997	1472
水利水电工程设计防火规范	SDJ 278—90	1505
混凝土坝安全监测技术规范	DL/T 5178—2003	1524
水利水电工程设计工程量计算规定	SL 328—2005	1553
水电水利工程工程量计算规定	DL/T 5088—1999	1565
水利水电工程施工组织设计规范	SL 303—2004	1568

下 册

水 利 水 电 工 程 地 质

水利水电工程地质勘察规范	GB 50287—99	1617
工程岩体分级标准	GB 50218—94	1647
土的分类标准	GBJ 145—90	1661
土工试验方法标准	GB/T 50123—1999	1664
工程岩体试验方法标准	GB/T 50266—99	1736
中小型水利水电工程地质勘察规范	SL 55—2005	1753
堤防工程地质勘察规程	SL 188—2005	1782
水利水电工程天然建筑材料勘察规程	SL 251—2000	1797
水利水电工程测量规范(规划设计阶段)	SL 197—97	1818
水利水电工程地质测绘规程	SL 299—2004	1914
水利水电工程物探规程	SL 326—2005	1931
水电水利工程物探规程	DL/T 5010—2005	1968
水利水电工程钻孔压水试验规程	SL 31—2003	2009
水利水电工程钻孔抽水试验规程	SL 320—2005	2016
水利水电工程施工地质勘察规程	SL 313—2004	2031

水利水电工程地质观测规程 SL 245—1999	2051
水利水电工程坑探规程 SL 166—96	2056
水利水电工程坑探规程 DL/T 5050—2000	2072
水利水电工程岩石试验规程 SL 264—2001	2088
水利水电工程岩石试验规程(补充规定) DL 5006—92	2136
土工试验规程 SL 237—1999	2222

水利水电工程水土保持

开发建设项目水土保持方案技术规范 SL 204—98	2411
关于印发《水土保持规划编制暂行规定》等前期工作规定的通知 水保〔2000〕187号	2427
水土保持工程概(估)算编制规定	2446
水土保持试验规范 SD 239—87	2465
水土保持综合治理 技术规范 坡耕地治理技术 GB/T 16453.1—1996	2487
水土保持综合治理 技术规范 荒地治理技术 GB/T 16453.2—1996	2493
水土保持综合治理 技术规范 沟壑治理技术 GB/T 16453.3—1996	2501
水土保持综合治理 技术规范 小型蓄排引水工程 GB/T 16453.4—1996	2513
水土保持综合治理 技术规范 风沙治理技术 GB/T 16453.5—1996	2519
水土保持综合治理 技术规范 崩岗治理技术 GB/T 16453.6—1996	2523
水土保持综合治理 效益计算方法 GB/T 15774—1995	2525
水土保持综合治理 验收规范 GB/T 15773—1995	2534
水土保持综合治理 规划通则 GB/T 15772—1995	2544
水土保持监测技术规范 SL 277—2002	2563
土壤侵蚀分类分级标准 SL 190—96	2579
水土保持治沟骨干工程技术规范 SL 289—2003	2584
砌石坝设计规范 SL 25—2006	2599
雨水集蓄利用工程技术规范 SL 267—2001	2627
小型水利水电工程碾压式土石坝设计导则 SL 189—96	2639
水坠坝技术规范 SL 302—2004	2654
生态公益林建设 导则 GB/T 18337.1—2001	2673
生态公益林建设 技术规程 GB/T 18337.3—2001	2678

水利水电工程移民

村镇规划标准 GB 50188—93	2697
水利水电工程建设征地移民设计规范 SL 290—2003	2702
城市用地分类与规划建设用地标准 GBJ 137—90	2727
公路工程技术标准 JTG B01—2003	2732
水电工程水库淹没处理规划设计规范 DL/T 5064—1996	2756

水利水电工程地质



水利水电工程地质勘察规范

GB 50287—99

关于发布国家标准 《水利水电工程地质勘察规范》的通知

建标〔1999〕69号

根据国家计委《1986年工程建设标准规范和概预算定额制订修订计划》(计综合〔1986〕250号文附件十七)的要求,由水利部、原电力工业部会同有关部门共同制订的《水利水电工程地质勘察规范》,经有关部门会审,批准为强制性国家标准,编号为GB 50287—99,自1999年8月1日起施行。

本规范由水利部、国家电力公司负责管理,水电水利规划设计总院负责解释,建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

一九九九年三月四日

前 言

本规范是根据国家计委综合〔1986〕250号文的要求,由水利部、原电力工业部负责,具体由原电力工业部水电水利规划设计总院、水利部水电水利规划设计总院,会同水利部天津勘测设计研究院、地质矿产部地质环境管理司、中国科学院地质研究所、国家地震局地质研究所等勘察设计和科研单位共同编制而成。经建设部1999年3月4日以建标〔1999〕69号文批准,并会同国家质量技术监督局联合发布。

本规范编制过程中,编写组进行了广泛地调查研究,认真总结了我国水利水电工程地质勘察的实践经验,吸收了有关科研成果,同时参考了有关国际标准和国外先进经验,并广泛征求了全国有关单位的意见,最后由水利部、原电力工业部会同有关部门审定。

本规范在执行过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄送水电水利规划设计总院(北京六铺炕,邮政编码100011),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

主编单位:原电力工业部水电水利规划设计总院
水利部水电水利规划设计总院

参编单位:水利部天津勘测设计研究院
地质矿产部地质环境管理司

中国科学院地质研究所

国家地震局地质研究所

原电力工业部贵阳勘测设计研究院

原电力工业部华东勘测设计研究院

原电力工业部昆明勘测设计研究院

水利部东北勘测设计研究院

水利水电科学研究院

主要起草人:朱建业 邵维中 陈祖安 杨国维 张性一
戴广秀 李坪 许兵 曹而斌 汪闻韶
刘杰 孔令誉 吴嘉兴 费谨 陈云
周参忻 周颖博 王行本 邹小安 武建中
任金卫

目 次

1 总则	1617
2 基本规定	1617
3 规划阶段工程地质勘察	1618
4 可行性研究阶段工程地质勘察	1618
5 初步设计阶段工程地质勘察	1621
6 技施设计阶段工程地质勘察	1625
附录 A 工程地质勘察报告附件	1626
附录 B 喀斯特渗漏评价	1627

附录 C 浸没评价	1627
附录 D 岩土物理力学性质参数取值	1627
附录 E 岩体风化带划分	1629
附录 F 边坡稳定分析	1629
附录 G 环境水对混凝土腐蚀评价	1630
附录 H 黄土湿陷性判别	1630
附录 J 岩土渗透性分级	1631
附录 K 岩体结构分类	1631
附录 L 坝基岩体工程地质分类	1631
附录 M 土的渗透变形判别	1632
附录 N 土的液化判别	1633
附录 P 围岩工程地质分类	1633
本规范用词说明	1635
条文说明	1635

1 总 则

1.0.1 为了统一水利水电工程地质勘察,明确勘察工作深度,保证勘察工作质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于大型水利水电工程地质勘察工作。

1.0.3 水利水电工程地质勘察,除应符合本规范外,尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 基本规定

2.0.1 水利水电工程地质勘察应分为规划、可行性研究、初步设计和技施设计四个勘察阶段。各勘察阶段工作应与相应阶段设计工作深度相适应。

2.0.2 各阶段工程地质勘察的任务应依据勘察任务书或勘察合同的要求确定。

勘察任务书或勘察合同应明确设计阶段、设计意图、工程技术指标和勘察要求,并应附有工程布置示意图。

2.0.3 勘察单位在开展野外工作之前,应收集和分析工程地区已有的地质资料,进行野外踏勘,了解场地的自然条件和工作条件,结合设计方案,按本规范的基本要求编制工程地质勘察大纲。

勘察大纲在执行过程中可以根据地质情况变化适当调整。

2.0.4 工程地质勘察大纲应包括下列内容:

- 1 勘察目的、工程概况和勘察阶段;
- 2 勘察地区的地形地质概况及工作条件;
- 3 勘察工作的内容、方法和计划工作量;
- 4 计划进度及完成日期;
- 5 提交资料的种类和数量;
- 6 经费预算及其他;
- 7 勘察工程布置示意图。

2.0.5 各阶段工程地质勘察应先进行工程地质测绘,并应符合下列要求:

- 1 工程地质测绘的比例尺应根据勘察阶段、工程特点和场地地质条件选定。
- 2 各种比例尺的工程地质测绘都应有露头观察点或勘探点。
- 3 工程地质测绘中可利用人造卫星、航测和陆摄像片等遥感资料进行地质解译。解译成果应进行野外检验和核定。

2.0.6 在场地地形和岩土物性条件适宜情况下,应采用物探技术,选择合适的物探方法。

2.0.7 坑、孔、洞、井等勘探工程应综合利用。各类钻孔在施工前应进行钻孔结构和施工程序的专门设计,并按设计施工。

2.0.8 岩土试验应采用室内试验和原位测试相结合的方法进行。土工试验应以室内试验为主,原位测试为辅。岩石试验室内试验和原位测试并重。各种试验的项目、数量和方法应结合勘察阶段和工程特点进行选择。各种试样和原位测试点应具有地质代表性。

2.0.9 勘察工作中的各项原始资料应真实、准确、完整，并及时整理和综合分析。勘察工作结束时，应编制和提交工程地质勘察报告。

3 规划阶段工程地质勘察

3.1 一般规定

3.1.1 规划阶段工程地质勘察应对河流开发方案和水利水电近期开发工程选择进行地质论证，并提供工程地质资料。

3.1.2 规划阶段勘察应包括下列内容：

- 1 了解规划河流或河段的区域地质和地震概况；
- 2 了解各梯级水库的地质条件和主要工程地质问题，分析建库的可能性；
- 3 了解各梯级坝址的工程地质条件，分析建坝的可能性；
- 4 了解长引水线路的工程地质条件；
- 5 了解各梯级坝址附近的天然建筑材料的赋存情况。

注：长引水线路指长度大于 2km 的隧洞或渠道。

3.2 区域地质和地震

3.2.1 规划河流或河段的区域地质和地震勘察应包括下列内容：

- 1 区域内侵入岩、喷出岩、变质岩和沉积岩的分布范围、形成时代和岩性岩相特点，第四纪沉积物的成因类型和组成物质。
- 2 区域内的主要构造单元、褶皱和断裂的类型、产状、规模和构造活动史，历史地震情况和地震烈度等。
- 3 区域的地形地貌形态、阶地发育情况和分布范围。
- 4 大型泥石流、滑坡、喀斯特（岩溶）、移动沙丘及冻土等分布情况。
- 5 主要含水层和隔水层的分布情况，潜水的埋深，泉水的出露高程、类型及流量等。

3.2.2 区域地质和地震勘察工作应在搜集和分析已有的各类最新区域地质志和区域地质图的基础上，编绘规划河流或河段的区域综合地质图。当河流或河段缺乏区域性资料时，应进行卫片或航片解译和路线地质调查，编绘区域综合地质图。

3.2.3 规划河流或河段的区域综合地质图的比例尺可选用 1:500000~1:100000，区域综合地质图的范围应满足规划方案的需要。

3.3 水库

3.3.1 各梯级水库勘察应包括下列内容：

- 1 了解水库的地质和水文地质条件。
- 2 了解可能威胁水库成立的滑坡、潜在不稳定岸坡、泥石流、坍岸和浸没等的分布范围。
- 3 了解可溶岩地区的喀斯特发育情况，含水层和隔水层的分布范围，河谷和分水岭的地下水位，并对水库产生渗漏的可能性进行分析。
- 4 了解重要矿产和名胜古迹的分布情况。

3.3.2 水库勘察可结合区域地质研究工作进行。当水库可能存在渗漏、坍岸、浸没等工程地质问题时，应进行水库区工程地质测绘，并可根据需要布置勘探工程。

3.3.3 水库工程地质测绘比例尺可选用 1:100000~1:50000，可溶岩地区 1:50000~1:25000，水库渗漏的工程地质测绘范围应扩大至分水岭及邻谷。

3.4 坝址

3.4.1 各梯级坝址勘察应包括下列内容：

- 1 了解坝址的地貌特征；
- 2 了解坝址第四纪沉积的成因类型，两岸及河床覆盖层的厚度、层次和组成物质，特殊土的分布及土的渗透性；
- 3 了解坝址的地层岩性，基岩的类型及软弱岩层的分布规律，岩体风化卸荷深度和岩体的渗透性；
- 4 了解坝址的地质构造、大断层、缓倾角断层和第四纪断层的发育情况；
- 5 了解坝址的物理地质现象和岸坡稳定情况；
- 6 了解坝址的地震基本烈度；
- 7 了解可溶岩地区的喀斯特洞穴发育情况，透水层及隔水层的分布情况；
- 8 了解地下水埋深及水力特性；
- 9 了解坝址附近天然建筑材料的种类及数量。

3.4.2 近期开发工程坝址勘察除应符合 3.4.1 条要求外，尚应包括下列内容：

- 1 坝基中主要软弱夹层的层位、天然性状和分布情况；
- 2 坝基中主要断层、缓倾角断层和断层破碎带的性状及其延伸情况；

3 坝肩岩体的稳定情况；

4 建筑在第四纪沉积物上的坝闸应了解坝基土层的层次、厚度、级配、性状、渗透性、地下水状态。

3.4.3 坝址勘察方法应符合下列规定：

- 1 坝址工程地质测绘比例尺，峡谷区可选用 1:10000~1:5000；丘陵平原区可选用 1:25000~1:10000。

测绘范围应包括比较坝址、绕坝渗漏的岸坡地段，以及附近低于水库水位的堰口、古河道等。当比较坝址相距大于 2km 时，可分别进行工程地质测绘。

2 坝址物探应采用地面物探方法。横河物探剖面线不应少于 3 条。近期开发工程的坝址物探剖面线可增加 1~2 条。

3 坝址勘探布置应符合下列规定：

1) 各梯级坝址勘探剖面线上可布置 1~3 个钻孔，近期开发工程坝址勘探剖面线上可布置 3~5 个钻孔，其中河床部位宜为 1~3 个钻孔，两岸各不应少于 1 个钻孔或平洞。

2) 河床钻孔深度应为坝高的 1 倍。在深厚覆盖层河床或地下水水位低于河水水位地段，钻孔深度可根据需要加深。

3) 基岩钻孔应进行压水试验。

4 坝区主要岩、土、地表水和地下水应进行鉴定性试验。近期开发工程可根据需要进行现场简易试验。

注：深厚覆盖层河床指覆盖层厚度大于 40m 的河床。

3.4.4 各梯级坝址应进行天然建筑材料普查。

3.5 长引水线路

3.5.1 长引水线路勘察应包括下列内容：

- 1 了解沿线地形地貌特征；
- 2 了解地层岩性，第四纪沉积物的成因类型和分布情况；
- 3 了解地质构造，断层的规模和特征；
- 4 了解沟谷、浅埋洞、进出口地段的覆盖层厚度，岩体的风化卸荷情况和山坡的稳定情况；
- 5 了解沿线的水文地质条件，可溶岩区的喀斯特发育情况；
- 6 了解线路上建筑物的工程地质条件。

3.5.2 长引水线路的勘察方法应符合下列规定：

- 1 长引水线路勘察应采用工程地质测绘，比例尺可选用 1:50000~1:10000，测绘范围应包括线路两侧各 1km 地带。
- 2 根据地形和岩性条件的适宜性，选用各种物探方法。
- 3 引水线路穿越河流、沟谷或深厚覆盖层地段可布置勘探钻孔。

3.6 勘察报告

3.6.1 规划阶段工程地质勘察报告正文应包括绪言、区域地质概况、各梯级方案的工程地质条件、结论和附件等。

3.6.2 绪言应包括规划方案、规划河流或河段的地理概况，以往地质研究程度和本阶段勘察完成的工作量。

3.6.3 区域地质概况应包括流域或河段的地形地貌、区域地质和区域水文地质条件等。

3.6.4 各规划梯级方案的工程地质条件应按梯级序次编写，各章可按建筑物布置分为水库、坝址，以及长引水线路等节编写，并应包括下列内容：

1 水库的工程地质条件应包括水库区地质条件的描述和有关渗漏、坍岸、浸没等问题的初步分析。

2 坝址的工程地质条件应包括地形地貌、地层岩性、地质构造、地震基本烈度、物理地质现象和水文地质条件，坝址工程地质条件的初步分析和天然建筑材料的概况。

3 长引水线路的工程地质条件应包括沿线地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、物理地质现象和水文地质条件，引水建筑物及其进出口、交叉建筑物和厂址工程地质条件的初步分析。

3.6.5 结论应包括对规划方案和近期开发工程选择的地质意见和对可行性研究阶段工程地质勘察工作的建议。

3.6.6 规划阶段工程地质勘察报告的附件应符合附录 A 的规定。

4 可行性研究阶段工程地质勘察

4.1 一般规定

4.1.1 可行性研究阶段工程地质勘察应在河流或河段规划选定方案

的基础上选择坝址, 并应对选定坝址、基本坝型、枢纽布置和引水线路方案进行地质论证, 提供工程地质资料。

4.1.2 可行性研究阶段勘察应包括下列内容:

- 1 进行区域构造稳定性研究, 并对工程场地的构造稳定性和地震危险性作出评价。
- 2 调查水库区的主要工程地质问题, 并作出初步评价。
- 3 调查坝址、引水线路、厂址和溢洪道等建筑物场地的工程地质条件, 并对有关的主要工程地质问题作出初步评价。
- 4 进行天然建筑材料初查。

4.2 区域构造稳定性

4.2.1 区域构造稳定性研究应包括下列内容:

- 1 区域构造背景研究;
- 2 活断层判定;
- 3 地震危险性分析;
- 4 水库诱发地震的潜在危险性预测。

注: 活断层指晚更新世以来有过活动, 今后还可能活动的断层。

4.2.2 区域构造背景研究应符合下列要求:

- 1 搜集分析坝址周围 300km 范围内的地层岩性、表层和深部构造、区域性活断层、现代构造应力场、重磁异常及地震活动性等资料, 进行 II、III 级大地构造单元和地震区划分, 并分析其稳定性。
- 2 调查坝址周围 20~40km 范围内的区域性断裂及其活动性。
- 3 进行坝址周围 8km 范围内的坝区专门性构造地质测绘, 判定对坝址有影响的活断层。

构造地质测绘比例尺宜选用 1:100000~1:25000。

4.2.3 活断层的判定内容应包括活断层的识别、活动年龄和最大位移量等的判定。

4.2.4 活断层可根据下列标志直接判定:

- 1 错断晚更新世以来地层的断层。
- 2 断裂带中的构造岩或被错动的脉体, 经绝对年龄测定, 最后一次错动年代距今 10 万~15 万 a。
- 3 根据仪器观测, 沿断层有大于 0.1mm/a 位移。
- 4 沿断层有历史和现代中、强震震中分布, 或有晚更新世以来的古地震遗迹, 或有密集而频繁的近期微震活动。
- 5 在地质构造上, 证实与已知活断层有共生或同生关系的断层。

4.2.5 具有下列标志之一的断层, 可能为活断层, 应结合其他有关资料, 综合分析判定:

- 1 沿断层晚更新世以来同级阶地发生错位; 在跨越断层处, 水系有明显的同步转折现象, 或断层两侧晚更新世以来的沉积物厚度有明显的差异。
- 2 沿断层有断层陡坎, 断层三角面平直新鲜, 山前经常分布有连续的大规模的崩塌或滑坡, 沿断层有串珠状或呈线状分布的斜列式盆地、沼泽、冷泉和承压泉等。
- 3 沿断层有明显的重力失衡带分布。
- 4 沿断层有水化学异常带或同位素异常带分布。

4.2.6 活断层的活动年龄应根据下列鉴定结果综合判定:

- 1 活断层上覆的未被错动地层的年龄;
- 2 断层中最新构造岩的年龄;
- 3 被错动的最新地层和地貌单元的年龄。

4.2.7 活断层的最大位移量应通过观测、地震断裂调查和模拟试验等资料综合判定。

4.2.8 工程场地地震基本烈度和地震危险性分析应根据工程的重要性的地区和地区的地质条件, 按下列规定进行:

- 1 坝高大于 200m 或库容大于 $10 \times 10^9 \text{ m}^3$ 的大 (1) 型工程或地震基本烈度为七度及以上地区的坝高大于 150m 的大 (1) 型工程, 应进行专门的地震危险性分析。

2 其他大型工程可按现行《中国地震区划图》确定地震基本烈度。对地震基本烈度为七度及以上地区的坝高为 100~150m 的工程, 当历史地震资料较少时, 应进行地震基本烈度复核。

3 地震危险性分析应包括工程使用期限内, 不同超越概率水平下, 坝、库区可能遭受的地震烈度; 坝址基岩地震峰值水平加速度及反应谱等地震动参数; 以及合成基岩地震动时程。

4.2.9 水库诱发地震潜在危险性预测应符合下列要求:

- 1 水库诱发地震潜在危险性预测应包括可能诱发地震的地段及

各地段可能发生的最大震级和烈度。

2 水库诱发地震的可能发震地段, 可根据库区的地质环境、地应力状态、孕震断裂、附近岩体的导水性和发震机理判定。

3 水库诱发地震的强度可根据发震断裂的长度、已有震例的类比或参照区域地震活动水平进行估计。

4.2.10 在构造稳定性方面, 坝址选择宜遵守下列准则:

- 1 坝址不宜选在震级为 6.5 级及以上的震中区或地震基本烈度为九度以上的强震区。
- 2 大坝等主体工程不宜建在已知的活断层及与之有构造活动联系的分支断层上。

4.3 水库

4.3.1 水库工程地质勘察应包括下列内容:

- 1 调查水库区的水文地质条件, 可能的渗漏地段, 估算可能的渗漏量;
- 2 调查库岸稳定条件, 预测水库坍岸情况;
- 3 预测水库淹没范围;
- 4 调查影响水库建设的其他环境地质问题。

4.3.2 水库渗漏勘察应包括下列内容:

- 1 调查可溶岩、强透水岩土层、大断层破碎带、古河道以及单薄分水岭等的分布和水文地质条件, 并对渗漏量作出估计。
- 2 可溶岩地区应调查喀斯特的发育和分布规律, 主要喀斯特通道的延伸和连通情况, 隔水层和非喀斯特化岩层的分布、厚度变化、隔水性能和构造封闭条件, 地下水分水岭位置, 水文地质结构、地下水位和补排条件, 岸边地下水排水凹槽的分布和水位等。估算水库渗漏量, 初步评价其对建库的影响程度和处理的可能性。喀斯特渗漏评价应符合附录 B 的规定。
- 3 修建在干河谷或悬河上的水库、抽水蓄能电站和引水工程泵站的上库, 应重点调查水库的垂向和侧向渗漏情况。
- 4 利用喀斯特泉的水利水电工程应调查泉域面积和流量变化情况。

4.3.3 库岸稳定勘察应包括下列内容:

- 1 调查水库区对工程建筑物、城镇和居民区环境有影响的滑坡、崩塌和其他潜在不稳定岸坡以及泥石流等的分布、大致范围和体积, 初步评价水库蓄水前和蓄水后的稳定性及其危害程度。
- 2 抽水蓄能电站的上、下库, 应调查库水位频繁变动对岸坡稳定的影响。
- 3 第四纪沉积物组成的库岸, 应预测水库坍岸带的范围。

4.3.4 浸没勘察应包括下列内容:

- 1 水库周边的地貌特征, 潜水含水层的厚度, 岩性岩相、分层和夹层、基岩或相对隔水层的埋藏条件, 地下水位以及地下水的补排条件。
- 2 含水层的颗粒组成、渗透性、给水度、饱和度和易溶盐含量、土的物理力学性质等参数。
- 3 主要农作物种类、根须层厚度、有关地下水位以下毛管水上升带的高度、临界地下水位的实验和观测资料, 地区土壤盐渍化和沼泽化的历史及现状。
- 4 城镇和居民区建筑物的基础埋置深度、设计荷载等。
- 5 喀斯特区水库邻近的洼地的分布、高程、地质构造、喀斯特发育与连通情况、地表径流与地下水的排泄条件、地下水位与河水或库水的水力联系等。
- 6 预测可能的浸没范围。浸没评价应符合附录 C 的规定。

4.3.5 影响水库建设的其他环境地质问题调查应包括下列内容:

- 1 库区的矿产、名胜古迹以及温泉、矿泉等的分布;
- 2 库区泥炭、移动沙丘等的分布情况。

4.3.6 水库工程地质勘察方法应符合下列规定:

- 1 工程地质测绘的比例尺可选用 1:50000~1:10000, 对可能威胁工程安全的滑坡和潜在不稳定岸坡, 可采用更大的比例尺。
- 2 工程地质测绘范围除应包括整个库盆外, 并应包括下列地区:
 - 1) 喀斯特区应包括可能存在渗漏通道的河间地块、邻谷和坝下游地段;
 - 2) 盆地或平原型水库应测到水库正常蓄水位以上可能浸没区所在阶地后缘或相邻地貌单元的前缘;
 - 3) 峡谷型水库应测到两岸坡顶, 并包括两岸及坝址上、下游附

近的塌滑体、泥石流沟和潜在不稳定岸坡分布地段。

3 物探应根据地形、地质条件,采用综合物探方法,探测库区滑坡体,可能发生渗漏或浸没地区的地下水位、地下水流速与流向、隔水层的埋深、古河道和喀斯特通道以及隐伏的大断层破碎带的埋藏和延伸情况等。

4 水库区勘探剖面线和勘探点的布置应符合下列规定:

1) 渗漏地段水文地质勘探剖面线应平行地下水流向或垂直渗漏带布置。勘探剖面线上的钻孔,应进入可靠的相对隔水层或可溶岩层中的非喀斯特化岩层。

2) 浸没区水文地质勘探剖面线应垂直库岸或平行地下水流向布置。勘探点宜采用钻孔或试坑,试坑应挖到地下水位,钻孔应进入相对隔水层。

3) 坝岸预测剖面线应垂直库岸布置,靠近岸边的坑、孔应进入水库死水位或相当于陡坡脚高程以下。

4) 塌滑体应按塌滑体的滑动方向布置纵横剖面线。剖面线上的勘探坑、孔、竖井或平洞应进入下伏的稳定岩土体或沿已知的滑动面掘进。

5 岩土试验应根据需要,结合勘探工程布置。有关岩土物理力学性质参数,可根据试验成果或按工程地质类比法选用。岩土物理力学性质参数的取值应符合附录 D 的规定。

6 可能发生渗漏或浸没的地段应利用已有钻孔和水井进行地下水位观测。重点地段宜埋设长期观测装置,进行地下水动态观测,观测时间不应少于一个水文年。

7 近坝库区的不稳定岸坡应布置简易的岩土体位移和地下水动态观测。

4.4 坝址

4.4.1 坝址勘察应包括下列内容:

1 调查河床和两岸第四纪沉积物的厚度、成因类型、组成物质及其分层和分布,湿陷性黄土、软土、膨胀土、分散性土、粉细砂和架空层等的分布,基岩面的埋深、河床深槽、埋藏谷和古河道的分布。

平原区河流应调查牛轭湖、决口口门、沙丘等的分布和埋藏情况;当基岩埋深较浅时,应调查基岩面的倾斜和起伏情况。

2 调查基岩的岩性岩相特征,进行详细分层,初步查明软岩、易溶岩、膨胀性岩层和夹层等的分布和厚度,分析其对坝基或边坡岩体稳定的可能影响。

3 调查坝址区内主要断层、破碎带、顺河断层和缓倾角断层的性质、产状、规模、延伸情况、充填和胶结情况以及晚更新世以来的活动性,进行节理裂隙统计,分析各类结构面的组合对坝基、边坡岩体稳定和渗漏的影响。

4 调查岩体的风化深度和程度,以及不同风化带岩石的强度。岩体风化带的划分应符合附录 E 的规定。

5 调查对坝址选择和枢纽建筑物布置有影响的滑坡、倾倒体和潜在不稳定岩体以及卸荷岩体的分布,初步评价其稳定性。边坡稳定分析应符合附录 F 的规定。

6 调查泥石流的发生区、通过区和堆积区的范围、方量、发生条件及其对工程的影响。

7 调查坝址区的水文地质条件、岩土的渗透性、相对隔水层的埋深、厚度和连续性,地下水位、补排条件、河水和地下水的腐蚀性。环境水对混凝土腐蚀的评价应符合附录 G 的规定。

8 可溶岩区应初步查明喀斯特的分布情况和发育规律,主要溶洞和喀斯特通道的规模、分布、连通和充填情况,结合坝址区水文地质条件,分析可能发生渗漏的地段、渗漏量和处理方案。

9 进行岩土物理力学性质试验,初步选定各项岩土物理力学性质参数。岩土物理力学性质参数取值应符合附录 D 的规定。

4.4.2 坝址勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘比例尺可选用 1:10000~1:2000。

2 工程地质测绘范围应包括下列地段:

1) 各比较坝址,包括导流工程和副坝、溢洪道等有关枢纽建筑物布置地段;

2) 邻近及与阐明各比较坝址地质条件有关的地段,包括坝下游危及工程安全运行的可能失稳岸坡;

3) 当比较坝址相距在 2km 及以上时,可分别单独测绘成图。

3 物探应符合下列规定:

1) 物探方法应根据坝址区的地形、地质条件等确定;

2) 物探剖面线应结合勘探剖面线布置,并应充分利用勘探钻孔进行综合测井;

3) 坝址两岸应利用勘探平洞进行岩体弹性波波速和动弹性模量测试。

4 峡谷河流坝址的勘探布置应符合下列规定:

1) 各比较坝址应有一条勘探剖面线,坝高 70m 及以上的主要坝址,应在主要勘探剖面线上、下游增加辅助剖面线;

2) 主要勘探剖面线上勘探点的间距不应大于 100m,其中河床部分不应少于 2 个钻孔,两岸坝肩部位,在设计正常蓄水位以上,也应布置钻孔;

3) 存在软弱夹层的坝址,应布置竖井或大口径钻孔;

4) 两岸坝肩部位应分高程布置勘探平洞,当坝高在 70m 及以上时,可根据需要增加勘探平洞;

5) 当存在影响坝址选择的顺河断层、软弱夹层、河床深槽和潜在不稳定岸坡等不良地质现象时,应布置钻孔或平洞。

5 峡谷河流坝址的钻孔深度应符合下列规定:

1) 峡谷区河床钻孔的深度应符合表 4.4.2 的规定:

表 4.4.2 峡谷区坝址河床钻孔深度 (m)

覆盖层厚度	钻孔深度	
	坝高 $H \geq 70\text{m}$	坝高 $H < 70\text{m}$
< 40	$H/2 \sim 1H$	$1H$
≥ 40 , 并 $< H$	> 50	30~50
≥ 40 , 并 $> H$	10~20	

注:表列钻孔深要求自基岩面算起。可溶岩区孔深可根据具体情况加深。

2) 两岸岸坡上的钻孔应达到河水位高程以下,并应进入相对隔水层;

3) 控制性钻孔或专门性钻孔的深度应按实际需要确定。

6 平原区或深厚覆盖层河流上的坝、闸址的勘探,应符合下列规定:

1) 勘探剖面线和勘探点应结合建筑物和坝、闸址的地貌与地质单元,布置成网格状。

2) 主要勘探剖面线上的钻孔间距,宜控制在 50~100m 之间。

3) 勘探钻孔进入建基面以下的深度,不应小于坝高或闸底板宽度的 1.5 倍,在此深度内遇有泥炭、软土、粉细砂及强透水层等不良土层时,钻孔应进入下卧的承载力较高的土层或相对隔水层。

4) 当基岩埋深小于坝高或闸底板宽度的 1.5 倍时,钻孔进入基岩的深度不宜小于 5~10m。

7 水文地质测试应符合下列规定:

1) 基岩钻孔应进行压水试验,并应收集钻进过程中的水文地质资料;

2) 第四纪地层中的钻孔,应在钻进过程中观测地下水位,并应划分含水层和隔水层,主要含水层应布置抽水试验,测定渗透系数;

3) 喀斯特发育区应进行连通试验;

4) 应取水样进行水质分析。

8 岩土试验应符合下列规定:

1) 每一主要岩土层的室内试验累计组数不应少于 5 组;

2) 土基勘探应根据土的类型进行标准贯入试验、静力触探和十字板剪切试验等钻孔原位测试;

3) 控制混凝土坝基稳定和变形的岩土层可进行原位变形和剪切试验。

9 勘察期间应进行地下水动态观测。

10 影响坝址选择的潜在不稳定岸坡应进行岸坡位移监测。

4.5 引水线路和厂址

4.5.1 引水隧洞线路勘察应包括下列内容:

1 调查隧洞沿线的地形地貌和物理地质现象及其分布。

2 调查工程区出露的地层和岩性,重点调查松散、软弱、膨胀、可溶以及含放射性矿物与有害气体等工程地质性质不良岩层的分布。

3 调查工程区的褶皱、主要断层破碎带和各种类型的结构面的

产状、规模、延伸情况，初步评价其对进出口边坡和地下洞室围岩稳定的影响。

4 调查主要的含水层、汇水构造和地下水溢出点的位置和高度，补排条件以及与地表溪沟连通的断层破碎带、喀斯特通道和采空区等的分布，对隧洞掘进时突然涌水的可能性及对围岩稳定和环境水文地质条件的可能影响作出初步评价。

5 调查隧洞进出口段、过沟段、傍山洞段和浅埋洞段等的覆盖层厚度、基岩的风化深度和卸荷裂隙深度等。并对隧洞所通过的山体及进出口边坡的稳定条件作出初步评价。

6 进行岩石物理力学性质试验，并进行隧洞工程地质分段或岩体质量分级。

4.5.2 渠道线路勘察应包括下列内容：

1 调查渠道沿线的地形地貌、喀斯特塌陷区、滑坡、泥石流、古河道、移动沙丘、冻土层以及采空区等的分布。

2 调查沿线的地层岩性、岩盐、石膏、喀斯特化岩层、膨胀岩、泥炭、软土、粉细砂、分散性土以及湿陷性黄土等工程地质性质不良岩土层的分布。

3 调查傍山渠道沿线覆盖层厚度、基岩风化情况、卸荷带深度、地质构造、主要结构面的组合情况。

4 调查渠道沿线的地下水位、水质、强透水层和隔水层分布，地表水和地下水的补排条件，以及土壤盐渍化和沼泽化的情况。

5 进行渠道工程地质分段，对可能发生的严重渗漏、浸没、黄土湿陷和边坡失稳等工程地质问题作出初步评价。黄土湿陷性判别应符合附录 H 的规定。

4.5.3 地面式厂房和渠道建筑物场地勘察应包括下列内容：

1 调查场地的地形地貌、岩体风化带、卸荷裂隙带、倾倒体、滑坡、崩塌堆积体、喀斯特以及采空区等的分布及其稳定性。

2 调查场地的地层岩性，软弱和易溶岩层、软土、粉细砂、湿陷性黄土、膨胀土和分散性土的分布与埋藏条件，并对岩土的物理力学性质和承载能力作出初步评价。

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

4 调查场地的水文地质条件，对水电站压力前池和泵站的上、下池的渗漏和渗透稳定条件以及基坑开挖中发生涌水、涌砂的可能性作出初步评价。

4.5.4 地下厂房勘察应符合本规范第 4.5.1 条的规定，并应包括下列内容：

1 调查地下厂房和洞群布置地段的岩性组成和岩体结构、各结构面的产状、规模、挤压破碎、风化、填充、延伸范围、空间展布以及相互切割组合情况，分析其对顶拱、边墙、洞群间壁岩体、交岔段、进出口以及高压管道上覆岩体等稳定的影响；

2 了解地下厂房地段的岩体应力、地温、有害气体和放射性矿物等的情况。

4.5.5 引水线路和厂址勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘比例尺：隧洞和渠道线路可选用 1:25000~1:5000；建筑物场地可选用 1:5000~1:1000。

2 引水线路区的地质测绘范围应包括隧洞或渠道各比较线及其两侧各 300~1000m 地带。

建筑物区应包括该建筑物的各比较方案及其配套建筑物布置地段。

3 勘察中应采用综合物探方法探测覆盖层厚度、地下水位、古河道、隐伏断层、喀斯特洞穴等，并应利用钻孔和平洞进行综合测井、波速和动弹性模量等岩体动力参数测试。

4 勘探应符合下列规定：

1) 隧洞沿线的勘探钻孔可布置在隧洞进出口、傍山和跨沟等地段；其他存在重大地质问题的地段可布置专门性勘探钻孔。

2) 平原渠道上勘探坑、孔应结合沿线的地貌和工程地质分段布置，每一工程地质分段均应有代表性勘探剖面线，傍山渠道上勘探坑、孔的布置，可根据需要确定。

3) 引水线路沿线进水闸、交叉建筑物、泵站以及水电站的调压井、高压管道和厂房等场地，应布置勘探剖面线和钻孔。

4) 地下洞室钻孔深度宜进入设计洞底高程以下 10~30m，但不

应小于洞径；渠道钻孔宜进入设计渠底高程以下 5~10m，或到地下水位以下，或进入下卧的相对隔水层。

建筑物场地钻孔深度应进入设计建基面高程以下 20~30m。

5) 钻孔在钻进过程中应收集水文地质资料；隧洞和建筑物场地上的钻孔应根据需要进行抽水、压水试验和地下水动态观测。

6) 隧洞进出口、压力管道和地下厂房区可布置勘探平洞。

5 岩土物理力学性质试验应以室内试验和简易原位测试为主，地下厂房可利用勘探平洞或钻孔进行静弹性模量、岩体应力和地温等原位测试；第四纪细粒土上的建筑物场地应进行标准贯入试验、静力触探、十字板剪切试验等钻孔原位测试。

4.6 溢洪道

4.6.1 溢洪道勘察应包括下列内容：

1 调查溢洪道区的地形地貌、地层岩性、地质构造、物理地质现象和水文地质条件等基本情况，以及覆盖层、风化层、断层、破碎带，软弱夹层、塌滑体和泥石流等的分布；

2 调查边坡岩体稳定、泄洪闸地基抗滑和渗透稳定条件，下游消能段岩体的抗冲条件以及冲刷抗岸坡的稳定条件。

4.6.2 溢洪道勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘比例尺可选用 1:5000~1:2000。

2 勘探剖面线应沿设计溢洪道中心线及泄洪闸和消能设施等主要建筑物布置，钻孔深度宜进入设计建基面高程以下 20~30m，基岩钻孔应进行压水试验。

3 影响建筑物稳定的主要岩土层，应分层取样，进行岩土物理力学性质试验。

4.7 天然建筑材料

4.7.1 对工程所需的土料、砂砾石料和石料料场应进行初查。当需要采用人工骨料时，应对料源进行初查。

4.7.2 各类天然建筑材料的初查储量不宜小于设计需要量的 3 倍。

4.8 勘察报告

4.8.1 可行性研究阶段工程地质勘察报告正文应包括：绪言、区域地质概况、水库区工程地质条件、建筑物区工程地质条件、天然建筑材料以及结论和建议等。

4.8.2 绪言应包括工程概况，勘察地区的自然地理条件，历次所进行的勘察工作情况和研究深度，本阶段进行的工作项目和完成工作量等。

4.8.3 区域地质概况应包括区域地形地貌、地层岩性、地质构造、物理地质现象和水文地质条件等。在论述地质构造时，应说明区域性大断裂、活断层情况和地震活动性，并对区域构造稳定性和地震危险性作出评价。可溶岩区应说明区域喀斯特发育情况以及喀斯特区地下水的补排条件等。

4.8.4 水库区工程地质条件应包括库区的地质概况、水文地质条件、水库渗漏、浸没、库岸稳定等工程地质问题及初步评价，以及发生水库诱发地震的可能性等。

4.8.5 建筑物区的工程地质条件，应根据工程的开发方式和建筑物布置，分坝址、引水线路和溢洪道等节编写。各节应包括下列内容：

1 坝址工程地质条件应包括：坝址地质概况；各比较坝址的工程地质条件；对坝址选择的意见以及推荐坝址的工程地质条件和主要工程地质问题，对有关坝型和枢纽布置方案的意见，并提出建议的岩土物理力学性质参数。

2 引水线路的工程地质条件应包括：引水线路的地质概况，各比较线路和厂址的工程地质条件与方案选择，推荐线路的工程地质分段说明等。

3 溢洪道及其他建筑物的工程地质条件的内容，应根据建筑物的特点和地质条件确定。

4.8.6 天然建筑材料应包括勘察任务，各料场的位置、地形地质条件、勘探和取样、储量和质量，开采和运输条件等。

4.8.7 结论和建议应包括基本地质特点，各建筑物的主要工程地质问题和评价，以及初步设计阶段勘察需要查明和研究的问题及建议。

4.8.8 勘察报告的附件应符合本规范附录 A 的规定。

5 初步设计阶段工程地质勘察

5.1 一般规定

5.1.1 初步设计阶段工程地质勘察应在可行性研究阶段选定的坝址

和建筑物场地上进行,查明水库及建筑物区的工程地质条件,进行选定坝型、枢纽布置的地质论证和提供建筑物设计所需的工程地质资料。

5.1.2 初步设计阶段勘察应包括下列内容:

- 1 查明水库区水文地质工程地质条件,分析工程地质问题,预测蓄水后的变化;
- 2 查明建筑物地区的工程地质条件并进行评价,为选定各建筑物的轴线及地基处理方案提供地质资料和建议;
- 3 查明导流工程的工程地质条件,根据需要进行施工附属建筑物场地的工程地质勘察和施工与生活用水水源初步调查;
- 4 进行天然建筑材料详查;
- 5 进行地下水动态观测和岩土体位移监测。

5.2 水库

5.2.1 严重渗漏地段勘察应包括下列内容:

- 1 可溶岩区应查明下列内容:
 - 1) 地下水位及其动态、相对隔水层的分布、厚度和延续性、喀斯特渗漏的性质;
 - 2) 主要漏水地段或主要通道的位置、形态和规模,估算渗流量,提出防渗处理范围和深度的建议。
- 2 非可溶岩区应查明可能发生严重渗漏的地段,并应根据问题的性质进行相应的勘察工作。

5.2.2 严重渗漏地段的勘察方法应符合下列规定:

- 1 工程地质测绘比例尺可选用1:10000~1:2000。
- 2 工程地质测绘范围应包括可能渗漏通道及其进出口地段,凡能追索的喀斯特洞穴均应进行测绘。
- 3 宜采用地面物探、测井、无线电波透视和地震波穿透等方法综合探测喀斯特的空间分布和强透水带的位置。
- 4 勘探剖面线应根据水文地质结构和地下水分布情况,并结合可能的防渗处理方案布置。在多层含水层结构区,各可能渗漏岩组内不应少于两个钻孔。钻孔应进入隔水层、相对隔水层或枯水期地下水位以下一定深度;喀斯特区钻孔深度应穿过喀斯特强烈发育带。平洞主要用于查明地下水位以上的喀斯特洞穴和通道。
- 5 应进行地下水动态观测,并基本形成长期观测网,各可能渗漏岩组内不应少于两个观测孔。观测内容除常规项目外,还应观测降雨时的洞穴涌水和流量变化情况。

6 喀斯特区应进行连通试验,查明喀斯特洞穴间的连通情况,示踪剂可采用萤光素、石松孢子、同位素、食盐等。需要了解大面积的连通情况时,可采用堵洞法测量其周围地下水位变化。

7 当研究喀斯特水的年龄和来源时,宜进行地下水氡含量分析,取水样时要求含水层隔离良好,取样可靠,并应复测。

5.2.3 浸没区勘察应包括下列内容:

- 1 查明土的层次、厚度、物理性质、渗透系数、地下水位及其动态、相对隔水层或基岩的埋深、土的毛管水上带高度、给水量、土壤含盐量、产生浸没的地下水临界深度。
- 2 根据水库运用水位预测浸没区的范围。
- 3 查明防护地段的水文地质、工程地质条件,当防护区的地面高程低于水库蓄水位时,应对防护工程地基的渗透稳定性进行研究,提出处理措施的建议。

5.2.4 浸没区的勘察方法应符合下列规定:

- 1 工程地质测绘比例尺,城镇地区可选用1:2000~1:1000,农业地区可选用1:10000~1:5000。
- 2 工程地质测绘范围应包括可能浸没区所在阶地的后缘。
- 3 勘探剖面线应实测,并应垂直库岸或平行地下水流向布置。剖面线间距农业地区为1000~3000m,城镇地区为200~500m。剖面上钻孔深度应符合本规范第4.3.6条第4款的规定。预测浸没区所在的地貌单元不应少于两个控制钻孔,第一个控制孔应靠近水库设计正常蓄水位的边线布置。
- 4 勘探剖面线之间可采用物探方法了解地下水位、相对隔水层或基岩埋深的变化情况。

5 水库蓄水后地下水壅高值可根据设计正常蓄水位采用地下水动力学方法计算;库尾地段应加水位翘高值。

6 应通过室内试验和野外试验测定土的渗透系数、饱和度、毛管水上带高度、土壤含盐量和地下水化学成分等。每一浸没区主要

土层的物理性质和化学成分试验组数累计不应少于5组。

7 防护工程地段应进行土的物理力学性质和水文地质试验,主要土层的试验组数累计不应少于5组。

8 浸没区可根据需要建立长期观测网。观测内容应包括地下水位、水化学成分、土壤含盐量等。

5.2.5 坍岸区勘察应包括下列内容:

- 1 查明土的分层、级配和物理力学性质,确定岸坡的自然稳定坡角、浪击带稳定坡角和土的水下浅滩坡角。
- 2 预测不同库水位的坍岸范围,并提出长期观测的建议。预测中应考虑水库的运用方式、风向和坍岸物质中粗颗粒的含量及其在坡脚再沉积的影响。预测计算中,各段的稳定坡角应根据试验成果,结合调查资料选用。

3 调查邻近地区已建水库库岸和相似地质条件的河湖岸的自然稳定坡角和浪击带稳定坡角。

4 查明防护工程区的工程地质条件。

5.2.6 坍岸区的勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘比例尺,城镇地区可选用1:2000~1:1000,农业地区可选用1:10000~1:5000。

2 工程地质测绘范围可根据需要确定。

3 勘探剖面线应实测,坑孔的布置原则和要求应符合本规范第4.3.6条第4款的规定,剖面线间距农业地区为1000~5000m,城镇地区为200~1000m。

4 各土层应进行物理力学性质试验,其中颗粒分析、自然休止角和休止角试验组数累计不应少于5组。

5.2.7 不稳定岸坡勘察应包括下列内容:

1 查明库区,特别是抽水蓄能电站的库区、近坝库区、城镇地段和规划移民区的大坍滑体和潜在不稳定岸坡的分布范围、体积、地质结构、边界条件和地下水动态。

2 预测施工期和水库运行期不稳定岸坡失稳的可能性,并应对水工建筑物、城镇、居民点及主要交通线路的可能影响作出评价。

3 提出防治措施的建议和长期监测方案。

4 高陡峡谷岸坡应调查岩体应力情况和卸荷岩体的分布。

5 收集当地水文气象资料。

5.2.8 不稳定岸坡的勘察方法应符合下列规定:

1 工程地质测绘比例尺可选用1:5000~1:1000。

2 工程地质测绘范围应包括不稳定岸坡及其有关地段。

3 在前阶段勘探工作的基础上补充钻孔、平洞或竖井,查明近坝库岸或城镇附近的坍滑体或不稳定岸坡的边界条件。

4 对水工建筑物、城镇、居民点及主要交通线路的安全有影响的不稳定岩体的滑带土应进行室内物理力学性质试验,试验组数累计不应少于5组。根据需要可进行原位抗剪试验、岩体应力测试、地质力学模型试验、涌浪模型试验和滑带土的粘土矿物分析。

5 根据需要,对不稳定岩土体可逐步建立和完善监测网,监测网应由观测剖面线和观测点组成。钻孔倾斜计宜平行滑动方向布置,视准线宜垂直滑动方向布置。

6 应进行地下水动态观测,并应建立和完善地下水动态观测网。

5.2.9 水库诱发地震预测宜包括下列内容:

1 当可行性研究勘察认为有可能发生水库诱发地震时,应分析库区的地震地质条件,包括深大断裂、活断层和发震断层的情况,库盘的岩体结构和水文地质结构,断层破碎带的导水性及其与库水的水力联系等。

2 预测发生水库诱发地震的类型、潜在震源区及其震级上限。

5.2.10 水库诱发地震预测方法应符合下列规定:

1 进行区域构造稳定性研究和地震地质调查,其方法应符合本规范第4.2.9条的规定。

2 当预测发生水库诱发地震时,应设临时台站或台网监测地震活动。临时台站或台网宜在水库蓄水前1~2a开始观测,并宜延续到水库达到设计正常蓄水位后2~3a。

5.3 坝址

5.3.1 混凝土坝坝址勘察应包括下列内容:

1 查明坝址建筑物场地覆盖层的分布、厚度、层次及其组成物质,河床深槽的具体范围和深度。

2 查明坝基、坝肩岩体的层次,查明易溶岩层、软弱岩层、软

弱夹层和蚀变带等的分布、性状、延续性、起伏差、充填物、物理力学性质参数以及与上下岩层的接触情况。

3 查明对建筑物稳定有影响的断层、破碎带、断层交汇带和裂隙密集带的具体位置、规模和性状，特别是顺河断层和缓倾角断层的分布和特征。

4 查明岩体风化带和卸荷带在各部位的厚度及其特征。

5 查明坝基、坝肩岩体的完整性、结构面的产状、延伸长度及其组合关系，确定坝基、坝肩稳定分析的边界条件。

6 查明岸坡和开挖边坡的稳定条件。

7 查明坝址的水文地质条件，主要喀斯特洞穴的分布和规模，相对隔水层埋藏深度，地表水和地下水对混凝土的腐蚀性，坝基、坝肩岩体渗透性的各向异性，以及岩体渗透性的分级，提出防渗处理的建议。岩土渗透性分级应符合附录 J 的规定。

8 查明泄流冲刷地段工程地质条件，评价泄流冲刷及泄流水雾对坝基及岸坡稳定的影响。

9 调查峡谷坝址的岩体应力情况，根据需要测试岩体应力。

10 根据坝基岩层和构造情况，进行坝基岩体结构分类，岩体结构分类应符合附录 K 的规定。

11 在分析坝基地质构造、岩体结构、岩体应力、风化特征、岩体强度和变形性质的基础上进行坝基岩体工程地质分类，提出各类岩体的物理力学性质参数，并对坝基工程地质条件作出评价。坝基岩体工程地质分类应符合附录 L 的规定。

12 根据需要进行施工和生活用水水源勘察。

5.3.2 混凝土坝址勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘应符合下列规定：

1) 测绘比例尺可选用 1:2000~1:1000，高拱坝坝址可选用 1:500。

2) 测绘范围应包括坝址水工建筑物场地和对工程有影响的地段。

3) 当岩性变化或存在软弱夹层时，应测绘详细的岩层柱状图。

2 物探应符合下列规定：

1) 宜采用综合测井和井下电视等方法调查结构面、软弱带的产状、分布、含水层和渗漏带的位置等。

2) 可采用单孔法、跨孔法、跨洞法测定各类岩体纵波或横波波速，进行岩体动弹性模量或纵波波速的分区。

3) 喀斯特区可采用孔间或洞间测试以及层析成像技术调查喀斯特洞穴的分布。

3 勘探应符合下列规定：

1) 勘探剖面线应根据具体地质情况结合建筑物特点布置。选定的坝线应布置坝轴线勘探剖面线和上、下游辅助勘探剖面线，剖面线间距根据坝高和地质条件，可采用 50~200m。溢流坝段、非溢流坝段、厂房坝段等应有代表性勘探剖面线。

2) 坝轴线勘探剖面线上的勘探点间距可采用 20~50m，其他勘探剖面线上勘探点间距可视具体需要确定。

3) 钻孔深度应进入拟定建基面高程以下 1/3~1/2 坝高的深度，帷幕线上钻孔深度可采用坝高或进入相对隔水层不应少于 10m。

4) 第四纪地层上闸基的钻孔应结合闸墩和防渗、防冲建筑物布置，钻孔深度应根据覆盖层厚度及建基面高程确定。当覆盖层厚度小于闸底宽时，钻孔深度应进入基岩 5~10m；当覆盖层厚度大于闸底宽度时，钻孔深度宜为闸底宽度的 1~2 倍，并应进入下伏承载力较高的土层或相对隔水层。

5) 专门性钻孔的孔距、孔深可根据具体需要确定。

6) 平洞、竖井、大口径钻孔和河底平洞应结合建筑物位置、两岸地形、地质条件和岩体原位测试工作的需要布置。高陡岸坡宜布置平洞；地形、地层平缓时宜布置竖井或大口径钻孔；当存在影响坝基稳定的断层、破碎带和软弱夹层时可布置河底平洞。

7) 拱坝坝肩每隔 30~50m 高程应布置平洞。

8) 抗力体部位应布置专门勘探工程查明中、缓倾角软弱结构面。

9) 当钻孔或平洞遇到溶洞或大量漏水时，应继续追索或采用其他手段查明情况。

4 岩土试验应符合下列规定：

1) 主要岩石的室内物理力学性质试验组数累计不应少于 10 组；影响坝基变形的岩类原位变形模量试验不应少于 4 点；控制坝基抗滑稳定的岩层或滑动面的原位抗剪和抗剪断试验组数不应少于 4 组。

2) 第四纪地层上的坝闸基持力层范围内的第一土层均应取原状样，并进行室内物理力学性质试验，土层主要指标的试验组数累计不得少于 11 组。

3) 土层和粉细砂层应结合钻探进行标准贯入试验，软粘土应进行十字板剪切试验。

4) 根据需要可进行地质力学模型试验，岩体应力测试，载荷试验，混凝土拖板试验，可能液化土的三轴振动试验和管涌土的渗透变形试验等专门性试验。

5 水文地质试验应符合下列规定：

1) 坝基、坝肩及帷幕线上的基岩钻孔应进行压水试验，其他部位的钻孔可根据需要确定。坝高大于 200m 时，宜进行大于设计水头的高压压水试验及为查明渗透性各向异性的定向渗透试验。

2) 覆盖层应进行抽水试验，根据含水层的复杂程度可选用单孔或多孔，分层或综合抽水试验。

3) 喀斯特区应进行连通试验和抽水试验。

6 地下水动态观测应符合下列规定：

1) 观测内容应包括水位、水温、水化学、流量或涌水量等；

2) 观测时间应延续一个水文年以上，并完善观测网。

7 不稳定岩土体位移监测的布置原则和要求应符合本规范第 5.2.8 条的第 5 款的规定。

5.3.3 土石坝坝址勘察应包括下列内容：

1 查明坝基基岩面起伏变化情况、河床深槽、古河道、埋藏谷的具体范围、深度以及深槽或埋藏谷侧壁的角度。

2 查明坝基河床及两岸基岩与覆盖层的层次、厚度和分布，重点查明软土层、粉细砂、湿陷性黄土、架空层、漂砾石以及基岩中的石膏夹层等工程地质性质不良土层的情况。

3 查明影响坝基、坝肩稳定的断层、破碎带的分布、规模、产状、性状、渗透性和渗透变形条件。

4 查明坝基的水文地质结构，含水层或透水层和相对隔水层的岩性、厚度变化和空间分布，岩土渗透性和地下水、地表水对混凝土的腐蚀性，重点查明可能导致强烈漏水和坝基、坝肩渗透变形的集中渗漏带的具体位置。

5 查明岸坡的风化带、卸荷带的分布、深度及稳定条件，重点查明坝体、面板堆石坝趾板、防渗体与地基和岸坡连接地段有无断层破碎带及其变形特性和允许渗透水力比降。

6 查明坝区喀斯特发育规律，主要喀斯特通道的分布与规模，相对隔水层的埋藏条件，提出建议的防渗处理范围。

7 提出坝基岩土体的渗透系数、允许渗透水力比降和各项物理力学性质参数，对地基的沉陷、湿陷、抗滑稳定、渗透变形、液化等问题作出评价，并提出坝基处理的建议。根据需要可进行原位载荷试验、可能液化土的三轴振动试验等专门性工作；土的渗透变形判别应符合附录 M 的规定；土的液化判别应符合附录 N 的规定。

5.3.4 土石坝坝址勘察方法应符合下列规定：

1 工程地质测绘应符合下列规定：

1) 测绘比例尺可选用 1:5000~1:1000；

2) 测绘范围应包括坝址水工建筑物场地和对工程有影响的地段。

2 物探应符合下列规定：

1) 可采用综合测井查明覆盖层层次，测定土层的密度；

2) 可采用跨孔法测定横波波速，确定动剪切模量等参数；

3) 其他应符合本规范第 4.4.2 条第 3 款的规定。

3 勘探应符合下列规定：

1) 勘探剖面线应结合坝轴线、防渗线、排水减压井、消能建筑、面板堆石坝趾板等布置。

2) 勘探点间距宜采用 50~100m。

3) 基岩地基钻孔深度宜为坝高的 1/3~1/2，防渗线上的钻孔深度不应小于坝高。

4) 覆盖层地基钻孔深度，当下伏基岩埋深小于坝高时，钻孔深度宜进入基岩面以下 10~20m，防渗线上钻孔深度可根据需要确定；当下伏基岩埋深大于坝高时，钻孔深度宜根据透水层和相对隔水层的具体情况确定。

5) 专门性钻孔的孔距和钻孔深度应根据具体需要确定。

6) 应布置平洞、钻孔或探槽，查明两岸岩体风化带、卸荷带以及对坝肩岩体稳定和绕渗有影响的断层破碎带、喀斯特通道等。