

中华人民共和国地质矿产行业标准

ZB D 14002—1989

DZ/T0096—1994

工程地质调查规范

(1:10万~1:20万)

Standard for engineering geological investigation

1 主题内容与适用范围

本规范规定了1:10万~1:20万工程地质调查中,设计书的编写,遥感图像的应用,工程地质测绘、勘探与试验的技术要求,室内资料整理的方法及要求。

本规范适用于已进行过同比例尺的区域地质调查的地区。

2 引用标准

ZB D14001 工程地质编图规范(1:50万~1:100万)

ZB D14003 工程地质调查规范(1:2.5万~1:5万)

3 总则

3.1 1:10万~1:20万工程地质调查是一项区域性、基础性、综合性的地质工作。其主要目的是:

3.1.1 为国土开发与国土整治、自然资源的合理利用和环境保护提供区域性、基础性资料。

3.1.2 为各项工程建设,包括水利电力、城市、矿山、海港、国防、线性工程及其它工程的规划和合理布局提供区域性的工程地质资料。

3.1.3 为区内进一步开展较大比例尺的工程地质调查或专门性工程地质勘察、专门性环境工程地质勘察提供设计依据,为编制专门性工程地质图提供区域性地质资料。

3.2 1:20万工程地质调查的基本任务是:

3.2.1 查明区域工程地质条件,阐明在各种主要自然地质因素作用和影响下,区域工程地质条件的变化规律。

3.2.2 查明区域主要自然地质灾害的分布和发育规律。

3.2.3 查明人类工程—经济活动对区域地质环境的作用和影响，并对其发展趋势做出初步评价和预测。

3.2.4 对区域内主要环境工程地质问题做出初步评价和预测。

3.2.5 对区内矿产资源、天然建筑材料和景观资源的类型和分布状况做概略评价。

3.3 特殊地区工程地质调查的要求：

特殊地区主要指黄土地区、红层地区、岩溶地区、滨海地区、冻土地区、沙漠地区及浅海、大洋地区等。在这些特殊地区的工程地质调查规范未颁布之前，可参照本规范开展调查工作，但必须根据这些地区的不同自然条件和特点，分别提出不同要求，以查明这些地区特殊的工程地质条件和问题。

3.3.1 黄土地区

a. 查明黄土的生成环境、岩性、结构及其主要的工程地质特征和地貌特征；

b. 重点查明黄土的湿陷性及特有的一些外动力地质作用和现象：如水土流失、滑坡、崩塌、泥石流、黄土洞穴等。对其发育特征、形成条件和分布规律进行工程地质评价和预测。

3.3.2 岩溶地区

a. 查明影响岩溶发育的各类碳酸盐岩和其它可溶岩的岩性、结构、构造特征及岩溶发育程度；

b. 查明各种岩溶地貌特征、岩溶形态特征及其发育组合类型和特征，对岩溶发育程度作出评价；

c. 查明岩溶塌陷、土洞、水库渗漏及其它与岩溶有关的动力地质现象，并预测其发展趋势；

d. 查明岩溶地区地下水的埋藏条件及分布特征，地下水动态、水化学特征及侵蚀性；

e. 调查岩溶地区特殊土(如红粘土、淤泥、草煤及胀缩土)的成因、分布及其工程地质特征。

3.3.3 红层地区

a. 查明红层的岩性、岩相、层序及其组合特征。特别注意查明软弱夹层和软弱结构面的特征及其分布规律；

b. 查明红层中工程地质不良的含盐层、具胀缩性的泥岩层的岩性成分、厚度及分布规律；

c. 查明红层风化特征和水土流失、滑坡等现象，并预测其发展趋势；

d. 查明红层浅层地下水的类型、形成条件及其水化学性质，评价其侵蚀性。

3.3.4 滨海地区

- a. 查明地层岩性，特别是第四系软弱粘性土、粉细砂层等沉积物的成因类型、时代、分布及其工程地质特征；
- b. 查明海岸地貌特征，特别是海岸地貌的形态、成因和分布；
- c. 查明地质构造、新构造运动、构造现今活动性等特征和地震情况，应特别注意研究海岸带的变迁与新构造运动的关系。

3.3.5 沙漠地区

- a. 查明沙漠的成因、岩性、含盐性及盐渍土的分布，沙漠活动特点及其分布规律。研究不同类型沙漠的工程地质特征；
- b. 查明自然地理要素，尤其是气候条件对沙漠形成、发展的影响。预测沙漠的发展趋势，提出治理沙漠的建议；
- c. 查明水文地质条件和地表水流特征，并对水质、水量做概略性评价。

3.3.6 冻土地区

- a. 查明冻土垂向及水平方向的分布规律及成因；
- b. 查明研究控制冻土特征的主要因素(岩性、温度和含水率等)的变化及相互制约的特点；
- c. 查明冻土的工程地质特征及其变化规律；
- d. 查明冻土地区地下水埋藏条件、动态特征及水化学特征；
- e. 查明冻土地区冻融物理地质现象的形成条件、形态特征及分布规律。

3.3.7 浅海—大洋地区

- a. 查明海底地形、地貌特征，要特别研究其构造地貌特征；
- b. 查明海底地壳结构、地质构造特征，尤其要查明浅层活动断层；
- c. 查明地层层序、岩性、软弱夹层厚度、分布规律和产状；
- d. 查明海底沉积物类型、分布规律和现代沉积作用。研究各类沉积物工程地质特征；
- e. 查明区内各种特殊地质体(如埋藏谷、古海岸线、古河道、古泻湖、古三角洲等)分布与其特征；
- f. 查明各种灾害地质因素，如滑坡、底劈、浅层高压气囊等。

3.4 区域工程地质调查以查明区域工程地质条件、特征及其变化规律为主，但对工程地质条件复杂，国民经济建设急需的重点地区，应结合建设规划实际需要开展某些专门问题的研究。在调查内容上，要特别注意对软弱岩土体、活动性断裂和外动力地质现象的调查。在工作方法上，要十分重视典型调查和典型分析，以点代面，

点面结合，根据工程地质条件复杂程度，可酌情采用“重点地段法”（见附录 A），以保证工作质量和提高工作效率。

3.5 调查中要重视新技术新方法的应用。技术装备要力争更新，逐步达到轻便化、仪器化和自动化。要充分利用航卫片解译成果，用以指导野外测绘，加快调查工作的速度。

3.6 要切实抓好野外测绘、勘探、试验等工作的质量；要特别抓好第一性地质资料的收集，即时作好各种原始资料的编录和整理。加强综合分析，严格各级检查和验收制度。

3.7 区域工程地质调查地区的选择，要根据国民经济发展远景和近期开发的规划综合考虑。对于下列地区可考虑优先进行区域工程地质调查：

- a. 近期列为经济发展和环境综合治理的重点地区；
- b. 有开发远景的江河流域；
- c. 经济发达的城市、工矿区和平原、沿海地区；
- d. 各种工程建设的密集地区。

调查范围视需要而定，可按自然单元(如流域)，也可按行政区划或国际图幅进行。

3.8 区域工程地质调查工作大致可分为下列四个阶：

- a. 接受主管部门或委托单位的任务书，搜集已有资料，进行航卫片解译，编制工程地质草图；
- b. 编制调查设计书，进行野外工作的各种组织与准备；
- c. 野外测绘、勘探和试验工作；
- d. 野外资料验收；室内资料整理，编制图件，编写报告；成果审批与出版。

4 设计书的编写

4.1 在编写区域工程地质调查设计书之前，应由上级主管部门正式下达区域工程地质调查任务书。任务书的内容应包括：目的与任务，区域经济建设规划需要解决的主要问题，调查区的范围，应重点查明的问题和工作要求，主要控制工作量，技术经济指标，预期提交成果，工作期限等。

4.2 区域工程地质调查设计书是开展区域工程地质调查的“作战方案”。承担调查任务的单位在接到任务书之后，应组织力量充分收集调查区内的经济与工程规划、自然地理、基础地质、水文地质、工程地质、地震地质、物探及航卫片等方面的资料，并进行初步的综合研究。然后，组织有关人员到现场进行踏勘，了解调查区内

的自然地理、经济、交通、工作条件和工程地质条件复杂程度及以往资料的可靠性等基本情况。并进一步了解国民经济规划和各有关部门对区域工程地质调查的具体要求。

4.3 在进行区域水文地质工程地质综合调查的地区，其工程地质调查设计作为综合调查设计的一部分，但应满足本规范的要求。

4.4 区域工程地质调查设计书由下达任务的上级主管部门审批。必要时审护；单位可邀请有关经济与工程规划部门及工作区有关的省、市、自治区技术业务单位参加会审。

4.5 区域工程地质调查的精度，无论测绘、勘探或试验，都应控制区内的主要地质体和主要地质现象为准，原则上在图面上大于 2 mm 的地质体均应表示。有重要工程地质意义的地质体和地质现象可以夸大表示。

4.6 区域工程地质调查的技术定额主要决定于区域工程地质条件复杂程度、研究程度、国民经济意义和交通条件。

区域工程地质条件复杂程度划分为：

a. 简单的：地形简单，地貌类型单一；地质结构简单，岩性单一，产状水平或缓倾，岩性岩相变化不大，岩、土工程地质性质良好；区域性地下水位基本稳定，现代动力地质作用和现象及地质灾害不发育，无建筑物变形或其它“病害”现象；

b. 中等的：地形较简单，地貌类型较单一；地质结构较复杂，岩性岩相不稳定，层数较多，产状常呈倾斜或尖灭，岩、土工程地质性质较差，区域性地下水位波动较大，现代动力地质作用和现象及地质灾害中等发育，已有建筑物变形或其它“病害”现象不多见；

c. 复杂的：地形复杂，地貌类型复杂，地质结构复杂，岩性岩相变化大，层数多，产状多变，岩土工程地质性质不良；各种类型地下水相互关系复杂，现代动力地质作用和现象及地质灾害广泛发育，已有建筑物变形或其它“病害”现象多见。

各类地区的主要技术定额，在一般情况下，可参考表 1

表 1 区域工程地质调查主要技术定额（100km²）

地区类别		比例尺	观测路线间距 (km ²)	观测点 (个/100 km ²)	钻孔 (个/100 km ²)	钻探量 (m/幅)	岩土物理力学试 样 (组/100 km ²)
平原地区	简单区	1：20 万	10~15	6~10	0.3~0.5	1000~1500	3~5
		1：10 万	5~10	12~20	1.0~1.3	2000~3000	10~13
	中等复杂区	1：20 万	7~10	10~15	0.5~0.7	1500~2000	5~7
		1：10 万	3~5	20~30	1.3~1.6	3000~4000	13~16
	复杂区	1：20 万	5~7	15~20	0.7~1.0	2000~2500	7~10
		1：10 万	2.5~3	30~40	1.6~2.0	4000~5000	16~20
丘陵山区	简单区	1：20 万	7~10	10~15	0.2~0.3	500~1000	1~1.5
		1：10 万	3~5	20~30	0.8~0.9	2000~3000	3~5.5
	中等复杂区	1：20 万	5~7	15~20	0.3~0.4	1000~1500	2~2.5
		1：10 万	2.5~3	30~40	0.9~1.1	3000~3800	5.5~6.5
	复杂区	1：20 万	4~5	20~25	0.4~0.6	1500~2000	3~5
		1：10 万	2~2.5	40~50	1.2~1.2	3800~4200	6~7.5

注：① 对于丘陵山区的河谷平原、山间盆地，区域工程地质调查的技术定额可参照平原地区的要求执行。

② 本表适用于已作过 1：20 万区域地质调查，但未进行过 1：20 万区域水文地质普查的地区。对于已进行过 1：20 万区域地质和水文地质调查的地区，其区域工程地质调查主要技术定额可减少 20%~30%。

③ 当调查区已有资料能满足本规范要求时，可以利用已有资料以编为主，但应进行必要的野外核查。

④ 遥感图像解译效果较好的地区，可减少观测点线。其指标按本规范遥感图像应用中的有关条款执行。

⑤ 如进行 1：50 万区域工程地质调查时，可参照 1：20 万区域工程地质调查主要技术定额酌情减少 2 / 3~1 / 2 的工作量。

⑥ 钻探工作量是按 1：20 万国际图幅所需的控制工作量(每幅以七千平方公里计)。

⑦ 考虑到平原区地形简单、交通方便和普遍覆盖等特点，适当减少了观测路线和观测点。而增加了钻探和采样工作量。

⑧ 以往做的勘探、测试等工作，经检验可用后，可计入表 1 内工作量。

5 感图像的应用

5.1 基本要求

- 5.1.1 开展区域工程地质调查，应充分利用现有的遥感图像资料，进行工程地质解译，以达到减少野外工作量，提高成果质量和工作效率的目的。
- 5.1.2 遥感图像的解译工作应先于工程地质测绘，并贯穿调查的全过程，使其成为设计编写、野外调查、资料整理及报告编写等的一个组成部分。

5.1.3 通常应用的遥感图像是航摄像片和卫星图像。二者宜结合起来使用，以发挥卫星图像宏观概括性强、航片研究重点地段细节有利的长处。

5.1.4 遥感图像的应用方式，可根据像片的可解程度、工程地质条件复杂程度和地区研究程度而定。采用“重点地段法”进行调查工作的地区，应以遥感图像解译为主，补充必要的地面地质调查资料。

5.1.5 除运用最基本的常规目视解译方法外，应充分发挥遥感资料动态分析的特点，并尽可能采用图像模拟处理和计算机数字图像处理等技术，以突出有效信息，提高解译水平和效果。

5.1.6 室内解译成果应进行野外检验。检验工作应与工程地质测绘工作紧密结合。野外检验内容包括：

- a. 解译标志的检验；
- b. 外推结果的检验；
- c. 遥感影像上难以获见资料的野外补充。

5.1.7 遥感图像解译的最终成果，应提交与调查比例尺相应的工程地质解译图和文字说明。根据工作需要，可分别编制区域地质构造和新构造、地貌及外动力地质现象、岩土体工程地质分类图、水文地质现象等解译图及像片镶嵌图、典型像片图等。

5.1.18 最终报告的验收，要注意检查遥感资料的利用程度与实际效果。

5.2 解译内容

遥感图像工程地质解译内容，应密切结合工程地质测绘所需要解决的问题来定。一般在其他地质方法配合下，主要解译下列地质、工程地质内容：

5.2.1 划分区域不同地貌单元，确定地貌形态、成因类型和主要微地貌的发育特征和分布，判定地形、地貌与地质构造、地层岩性、工程地质条件的关系。

5.2.2 划分岩土体的不同岩性和分布范围。解译黄土、膨胀土、红粘土、淤泥类土、盐渍土、冻土等特殊土体的分布发育特征和分布范围。

5.2.3 确定区域地质构造基础轮廓和主要构造形迹，包括褶皱、断层、节理裂隙密集带和浅埋的隐伏构造等的分布位置、发育规模；解译新构造活动迹象，为区域地壳稳定性评价提供影像依据。

5.2.4 解译崩塌、滑坡、岩堆、泥石流、地面塌陷、河流和海岸冲刷与淤积、土石冻融现象、雪崩、水库坍岸、人工采空区等动力地质现象和地质灾害的分布、规模和形态特征，对其发展趋势和危害程度做出初步评价。

5.2.5 解译各种水文地质现象，重点解译地下水对工程地质现象、动力地质现象

和地质灾害的影响；判定大泉、泉群、地下水溢出带、渗失带和洼地、漏斗、落水洞、天窗、溶潭、溶洞等岩溶现象的出露、分布位置，圈定地表水体分布范围，分析水系发育特征、古(故)河道变迁、浅层地下水相对富集地段等。

5.3 解译步骤和成果的应用原则

遥感图像工程地质解译大体可划分准备工作、野外建立解译标志、室内解译、野外检验和成果编写等阶段。

5.3.1 准备工作包括遥感图像资料搜集，像片质量评定和编录、仪器设备准备、制作像片镶嵌图及编写踏勘计划等。

5.3.2 应尽量选用不同时间、不同种类和不同波段的卫星图像。卫星图像宜放大到 1:50 万至 1:25 万；航片比例尺以 1:5 万为宜，一般搜集 2 套，其中一套作像片镶嵌图或典型样片用。为适应专题研究的需要，可在重点研究地段进一步搜集较大比例尺航片。

5.3.3 遥感图像片质量评定内容包括：成像时间、影像清晰度、重叠度、航高、倾斜角、可解程度等。遥感影像必须清晰或较清晰，无云或少云覆盖。

5.3.4 踏勘工作应同建立影像片的野外解译标志紧密结合起来。在踏勘的基础上，进行室内详细解译，编制初步工程地质解译图，作为区域工程地质调查设计书的主要附图。在设计书中应增加说明使用遥感图像类别、质量评定、比例尺、解译标志、解译方法、图像处理手段、减少野外工作量的方案及初步解译存在的问题等。

5.3.5 在工程地质测绘中，应把地面地质观测和图像解译紧密结合，要充分利用单张航片进行实地布点，以提高观测质量。

5.3.6 地质观测路线和观测点的布置，应充分考虑遥感图像的解译成果。点、线的控制指标要根据地质、工程地质条件的复杂程度和像片可解程度，按下列三种情况酌情减少：

5.3.6.1 解译效果较好的地区，主要地质体和地质现象在图像上能连续追索和圈定，地质观测以检验解译成果为主，重点是补充搜集遥感影像难以获得的资料，观测点可减少 30%~50%，其它技术定额可适当减少。

5.3.6.2 解译效果中等的地区，主要地质体和地质现象不能全部在图像上连续追索和圈定，观测点可按区域地质调查主要技术定额减少 10%—30%，其它技术定额一般不减少。

5.3.6.3 解译效果较差的地区，各种地质体解译效果不明显，图象上难以确切圈定主要地质体和地质现象的界线，观测路线长度和观测点可适当减少，其它技术定额不减少。

5.3.7 进行野外资料验收时，应对图像的解译程度、野外路线布置的合理性、解译资料的完备程度进行评述。如发现地质解译不足，检验资料欠缺，不能满足室内资料整理要求时，在补作必要的工作后，再验收。

5.3.8 编制最终工程地质解译图或基础性、专门性图时，应把单张像片或镶嵌图最终解译成果，转绘到与测绘比例尺相应的地形图上，同时要选定适当数量的解译点编制卡片，并在实际材料图上注记表示。

5.3.9 区域工程地质调查报告应包括遥感图像资料的应用情况、解译方法和成果，以及解译质量评述等内容。必要时，可单独编写遥感图像解译专题报告。

6 工程地质测绘

6.1 一般要求

6.1.1 工程地质测绘的基本任务：

6.1.1.1 调查测区的工程地质条件，其中包括：岩、土体工程地质特征，地形地貌，地质构造及新构造运动，外动力地质作用、现象和地质灾害情况，水文地质条件和天然建筑材料等。

6.1.1.2 在已完成同比例尺区域地质和水文地质调查的地区，应重点调查工程地质条件、外动力地质现象、环境工程地质问题和地质灾害等。

6.1.2 在未进行同比例尺区域地质和水文地质调查的地区，工程地质测绘是区域工程地质调查的基本方法。考虑到我国大部分地区已完成同比例尺区域地质和水文地质调查，因此，在这种地区进行工程地质测绘时，应充分利用已有资料和航卫片解译成果，通过野外测绘加强感性认识，检验已有地质成果的质量，观察研究重点工程地质现象。

6.1.3 工程地质测绘的工作底图视测区研究程度而定。一般宜采用 1：5 万或 1：10 万地形—地质图。在未进行，1：20 万区域地质或水文地质调查的地区，应用 1：5 万或 1：10 万地形图作底图。

6.1.4 工程地质测绘可分以下三个阶段：

a. 前期准备：进行人员组织，仪器设备和物质等方面的准备，搜集已有资料，进行航卫片解译及编制工程地质草图，制定工作计划；

b. 野外调查；

c. 资料整理。

正式测绘前，应首先实测典型地质剖面，建立典型的区域地层柱状剖面，划分工程地质制图单元。如已有地层柱状图可供利用时，亦应进行现场校核，以加强感

性认识，确定填图单位，统一工作方法。

6.1.5 岩性综合体是填图的基本单位，其界线可与地层界线吻合，也可根据岩性、岩相与工程地质特征进行细分或者归并。

6.1.6 测绘的精度要求：

实测地质体的最小尺寸一般为相应图上的 2mm；对于具有重要意义，在图上不足 2mm 者，可以扩大比例尺表示。

观测点定位采用目估和罗盘交会法。地质界线必须实地勾绘或根据遥感图像解译界线通过野外核定，其允许标定误差不应超过相应比例尺图上 2~3mm；为此，需在一定面积内布置一定数量的观测点及观测线。观测点的布置要目的明确，并具有较强的控制性和代表性。

界线的圈定采用路线穿越法。特别重要的界线可适当追索。观测路线一般沿工程地质条件变化最大的方向布置。

观测点和观测线的密度要服从调查效果，其间距一般参照表 1 执行，但不可强求均匀分布，应视工程地质条件的复杂程度适当加密或减稀。

6.1.7 现场填图内容包括：岩土体工程地质分类界线，微地貌和动力地质现象，断层、层理各片理产状，节理、裂隙统计点，主要地表水体及地下水露头，观测点、观测路线，实测剖面、采样点、试验点及勘探工程等。其中对动力地质现象、微地貌等，一般用符号表示，个体现象规模较大者可按同比例尺圈定边界，其集中分布地段也可用群体符号表示。

6.1.8 观测点的描述既要全面又要突出重点。同时还要注意观测点间的沿途观察记录，反映点间的变化情况。文字记录要清晰简明，对典型或重要的地质现象，尽量用素描、照片与文字相配合。

观测点的记录必须有专门的记录本或卡片，并应统一编号。凡图上表示的地质现象，均须与文字记录相对应。

6.1.9 测绘过程中须经常校对原始资料，并进行阶段性总结，以利及时发现和解决问题，指导下一步工作。野外测绘结束后，在进行全面系统的资料整理和初步综合研究的基础上，提交以下主要原始成果：

- a. 实际材料图；
- b. 野外工程地质草图；
- c. 各类原始记录本或记录卡片，按内容性质或地区分别装订成册；
- d. 水点、岩溶、滑坡等重要工程地质现象、动力地质现象和地质灾害统计表；
- e. 采集岩、土、水样登记表；

- f. 实测地质剖面 and 柱状图；
- g. 地质照片图册；
- h. 文字总结。

野外工作结束、资料整理完毕后，应组织对原始资料的验收。

6.2 测绘内容

工程地质测绘的过程，就是对工程地质条件和工程地质问题等的调查研究过程，必须重视和加强。

6.2.1 地形地貌调查

测绘中要以各种成因的微地貌调查为主，包括分水岭、山脊、山峰、斜坡、悬崖、沟谷、河谷、河漫滩、阶地、剥蚀面、冲沟、洪积扇，岩溶现象等，调查其形态特征、规模、组成物质和分布规律。同时又要调查各种微地形的组合特征，注意不同地貌单元(如山区、丘陵、平原等)的空间分布、过渡关系及其形成的相对时代。

6.2.2 岩体工程地质调查

6.2.2.1 岩体工程地质调查要在调查地层层序、地质时代、成因类型、岩性岩相特征及其接触关系的基础上，突出调查岩体工程地质特征，包括：结构面的发育特点，软弱类层的分布情况、易溶成分及有机物的相对含量，成岩程度及其坚实性，岩石风化程度，不同岩性的组合关系等。其中要特别注意对软弱岩层的调查研究。在测绘中，一般采用回弹锤、点荷载等试验来测定岩石的强度指标。

6.2.2.2 对沉积岩调查的主要内容是：岩性岩相变化特征，层理(平行层理、斜层理、波状层理、交错层理)和层面构造(波痕、泥裂、缝合线等)特征，结核、化石及沉积韵律，岩层间的接触关系；碎屑岩的成分、结构、胶结类型、胶结程度和胶结物的成分；化学岩和生物化学岩的成分、结晶特点、溶蚀现象及特殊构造(鳞状、竹叶状等)；软弱岩层(页岩、泥岩、岩盐、石膏、白垩、泥炭、煤层等)和泥化夹层的岩性、层位、厚度及空间分布等。

6.2.2.3 对岩浆岩调查的主要内容是：岩浆岩的矿物成分及其共生组合关系，岩石结构、构造、原生节理特征，岩浆活动次数及序次，岩石风化的程度；侵入体的形态、规模、产状和流面、流线构造及其与围岩的接触关系，析离体、捕虏体及蚀变带的特征：喷出岩的气孔状、流纹状和枕状构造特点，反映喷出岩形成环境和次数的标志(如蚀变带、风化夹层、沉积岩夹层等)，凝灰岩的分布及泥化、风化特点等。

6.2.2.4 对变质岩调查的主要内容是：变质岩的成因类型、变质程度、原岩的残留构造和变余结构特点，板理、片理、片麻理的发育特点及其与层理的关系，软弱

岩层及岩脉的分布特点，岩石的风化程度等。

6.2.3 土体工程地质调查

6.2.3.1 确定土的工程地质特征

通过野外观察和简易试验，鉴别土的颗粒组成、矿物成分、结构构造、密实程度和含水状态，并进行初步定名。要注意观测土层的厚度、空间分布、裂隙、空洞和层理发育情况，搜集已有的勘探和试验资料，选择典型地段和土层，进行物理力学试验。

测绘中要特别注意调查淤泥、淤泥质粘性土、盐渍土、膨胀土、红粘土、湿陷性黄土、易液化的粉细砂层、冻土、新近沉积土、人工堆填土等的岩性、层位、厚度及埋藏分布条件。

6.2.3.2 确定沉积物的地质年代

运用生物地层学法、岩相分析法、地貌学法、历史考古法和绝对年龄测定法(如同位素、古地磁等)来确定第四纪沉积物的绝对年龄或相对新老关系。如已测得绝对年龄时，可按 Q_I 、 Q_{II} 及 Q_{III} 、 Q_{IV} 四种方法表示；如只测得相对年龄时，可按 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 及 Q_4 四分法表示；如四分有困难时，可两分为更新世(Q_p)和全新世(Q_h)。

6.2.3.3 确定沉积物的成因类型

运用地貌学和岩相分析法确定沉积物的成因类型。测绘中主要根据沉积物颗粒组成、土层结构和成层性、特殊矿物及矿物共生组合关系、动植物遗迹和遗体、沉积物的形态及空间分布等来确定基本成因类型。常见的基本成因类型有：残积物、坡积物、冲积物、洪积物、湖积物、沼泽堆积物、海洋沉积物、冰川沉积物和风力堆积物等。

实际工作中可视具体情况，在同一基本成因类型的基础上进一步细分(如冲积物可分为河床相、漫滩相、牛轭湖相等)，或对成因类型进行归并(如冲积湖积物、坡积洪积物等)。

6.2.3.4 确定土体的结构特征

通过野外观察和勘探，了解不同时代、不同成因类型和不同岩性的沉积物在剖面上的组合关系及空间分布特征。并按土体的结构类型特征分为以下三种基本类型：

- a. 均一结构类型：由一种土层构成，其中夹层的单层厚度小于 1m，累积厚度小于总厚度的 10%；
- b. 双层结构类型：由同一成因类型中的两种岩性(如阶地的二元结构)或两种时代或两种成因类型的土层所构成；
- c. 多层结构类型：由同一成因类型中三种以上不同岩性的土层构成，或由不同

时代、不同成因及不同岩性土层所组成。

6.2.4 地质构造调查

6.2.4.1 在分析已有资料基础上，查明区域构造轮廓、构造运动的性质和时代，各种构造形迹的特点，主要构造线的展布方向等。测绘中要着重研究测区的褶曲、断裂(断层和节理裂隙)和新构造运动性质。

6.2.4.2 测绘中要调查褶曲一的形态、轴面的位置和产状、褶曲轴的延伸性、组成褶曲的地层岩性、两翼岩层的厚度及产状变化、褶曲的规模和组成形式、形成褶曲的时代及应力状态。

6.2.4.3 对断层的调查内容，主要包括：断层的位置、产状、性质和规模(长度、宽度和断距)，破碎带中构造岩的特点，两盘的地层岩性、破碎情况及错动方向，主断裂与伴生和次生构造形迹的组合关系，断层形成的时代、应力状态及活动性。

6.2.4.4 根据不同构造单元和地层岩性，选择典型地段进行节理裂隙的调查统计工作，其主要内容是：节理裂隙的成因类型和形态特征，节理裂隙的产状、规模、密度和充填情况等。调查时既要注意节理裂隙的统计优势面(密度大者)，也要注意地质优势面(密度虽不大，但规模较大)的产状及发育情况。

6.2.4.5 调查岩体中原生结构面、构造结构面和次生结构面的产状、规模、形态、性质和密度。进行结构体的分级和岩体结构类型的划分，是评价区域稳定、山体稳定和工程岩体稳定的基础。关于结构面和结构体的分级以及岩体结构类型的划分见ZBD14001。

6.2.5 新构造运动、构造现今活动性及地震调查

调查工作主要注意以下几个方面：

6.2.5.1 在分析区域构造特征的基础上，调查不同构造单元和主要构造断裂带，在挽近地质时期以来的活动性及活动特征。

6.2.5.2 挽近地质时期构造运动的性质和特点，着重调查活动性断裂。注意查明断裂产状、规模、性质和破碎带特征，构造岩特征和变形情况，有无最新充填物及其变形情况，切割的最新地层。注意断裂两侧地貌单元、地貌景观和微地貌特征。第四纪岩性岩相、厚度和产状，以及地面标高等各种变化情况。有条件时可作新年龄的测定。通过宏观观察和微观研究，确定断裂活动的期次、时代、性质、量级和特征。

6.2.5.3 在区域地形变图的基础上，分析测区构造现今活动趋势和概况，调查构造现今活动的形迹。收集重复水准测量资料，编制地形变剖面图，分析现今活动特征。踏勘已经布设的断层位移测量地点，收集资料，分析断层活动规律。

6.2.5.4 收集区域深部地球物理探测资料,分析本区主干断裂带在地壳深部的延伸情况。

6.2.5.5 搜集历史地震资料,分析地震活动周期,研究区域主要地震构造带的分段地震活动规律(3.5级以上有感地震),评价本区地震活动水平;编制整理测区3.5级以上的地震目录,包括发震时间、震中位置、震级、震源深度和烈度等;搜集附近地震台站测震资料(包括1~3级微地震资料),了解地震活动规律;结合区域构造与地震活动特征,讨论发震构造背景,分析本区可能发震的断层及其复合部位,以及地应力场的特征。

6.2.5.6 着重调查历史上破坏性地震所引起的地震效应。如建筑物变形破坏、崩塌和滑坡、地面开裂、断层及其运动特点,地下水动态变化、砂基液化情况、河流堵塞及改道现象等。

6.2.6 水文地质调查

水文地质调查的主要内容包括:

6.2.6.1 河流、湖沼等地表水体的分布、动态及其与水文地质条件的关系。

6.2.6.2 主要井泉的分布位置,所属含水层类型、水位、水质、水量、动态及开发利用情况。

6.2.6.3 区域含水层的类型、空间分布、富水性和地下水水化学特征及环境水的侵蚀性。

6.2.6.4 相对隔水层和透水层的岩性、透水性、厚度和空间分布。

6.2.6.5 地下水的流速、流向、补给、迳流和排泄条件,地下水活动与环境的关系,如土地盐碱化、冷浸现象等。

在区域调查中,要着重浅部(如30 m以上)水文地质条件的研究。此外,应注意地下热水、矿水的调查研究。

6.2.7 外动力地质现象和地质灾害调查

6.2.7.1 崩塌调查

调查崩塌的位置、地形、岩性、地质构造(主要是结构面及其组合特点)、岩石风化和水的活动特点。同时,还要调查崩塌堆积物的形态、规模、物质成分、颗粒成分、发育过程以及所造成的灾害情况和现今稳定性。在地形陡峻、岩性软硬相间、断裂发育及地震活动强烈而频繁的地区,尤应加强对崩塌及其所造成灾害的调查研究。

6.2.7.2 滑坡调查

研究滑坡的目的是查明滑坡形成的原因和时、空发生、发展规律性,预测和评

价天然斜坡及人工边坡的稳定性。为此，应在调查滑坡空间分布规律的基础上，选择规模较大的、有代表性的滑坡进行较深入的调查研究，其内容一般包括：

a. 滑坡分布区斜坡的坡高、坡角、岩性及其组合特征、地质构造、岩石风化、植被地下水、地表水及人类活动情况；

b. 滑体的周界、规模及微地形(如滑坡壁、台阶、鼓丘、裂缝等)特征；

c. 滑坡面的数目、形态、埋藏分布及物质组成；

d. 滑坡活动的特点(缓慢或高速滑动、多级滑面、多期活动等)，形成滑坡的地质环境与动力因素的关系；

e. 滑坡所造成的危害、治理措施及效果，滑坡稳定趋势的预测。

通过现场调查，对滑坡进行类型划分(参考附录 B(参考件))

6.2.7.3 泥石流调查

对泥石流调查的主要内容包括：

a. 根据地形特征和泥石流堆积物的分布位置，划分泥石流的供给区、流通区和堆积区；

b. 调查供给区的地形、岩土性质、地质构造、风化破碎、崩塌滑坡等动力地质现象，分析泥石流的物质来源，了解降水、融雪、地表水及地下水流动情况，估计径流量及搬运能力；

c. 了解流通区的位置、沟谷地形特征、山坡稳定性、泥石流流动痕迹及过流断面规模等；

d. 调查堆积物的分布位置、范围、形态、规模、物质成分、堆积总量及最后一次堆积量；

e. 访问泥石流的性质(泥流、泥石流、石流)和所造成的灾害、防治措施及其效果。

通过调查进行泥石流的分类[参考附录 C(参考件)]。

6.2.7.4 冲沟调查

冲沟调查的主要内容是：冲沟形态(纵横断面特征)、规模、发展过程和发育阶段；冲沟分布区的地形、岩性、地质构造、岩石风化、水文现象特征；冲沟岸坡稳定性；沟底及沟口堆积物的岩性、厚度、分布范围、形态特征及不同时期堆积物的组合关系；测区冲沟发育的密度、速度与气象、地质和人类活动的关系。在雨量集中、植被不发育、松散土石大面积分布的丘陵地区和黄土区，应特别重视对冲沟的调查。

6.2.7.5 水土流失调查

a. 调查水土流失的状况,包括:地表面状冲刷情况,冲沟和河流侵蚀作用的速度,河流的输砂量及冲淤规律,水土流失对农田和建筑物的破坏情况、治理措施及效果等;

b. 调查形成水土流失的条件。其中包括:侵蚀基准面以上岩、土性质、分布特征,地质构造和风化破碎情况,地形特点,崩塌、滑坡及泥石流发育情况,降水、地表水和地下水活动特点,植被及人类活动情况等。

在松散土层覆盖的丘陵地区,特别是在黄土分布区,水土流失现象往往较严重,应列为重点调查对象。

6.2.7.6 岩石风化调查

岩石风化调查的主要内容是:

a. 岩石风化变异程度,风化壳厚度、形态和性质(均一风化、囊状风化、夹层风化);

b. 通过基坑、路堑等人工露头调查访问岩石的风化速度;

c. 岩石风化与岩性、地形、水文气象、地质构造、水文地质、植被及人类活动的关系,初步掌握岩石风化的特点和一般规律性。

在岩浆岩、部分变质岩和页岩、泥岩等抗风化能力较弱、风化速度较快的岩石分布区,应将岩石风化列为重点调查内容,并查明易风化岩层的岩性、层位及空间分布情况。

必要时可选择典型地段,通过各种露头和勘探,进行风化壳的垂直分带,其分带标志见附录 D(参考件)。

6.2.7.7 岩溶调查

在碳酸盐岩等可溶岩分布区,岩溶是影响工程地质条件的重要因素,应列为调查的重点。调查的主要内容是:

a. 查明各种岩溶形态的特征、规模和发育、分布规律;

b. 查明各种岩溶形态的组合配置关系和分布规律,并在典型地段和代表性地段统计其密度,评价岩溶发育程度;

c. 分析研究岩溶发育规律和发育阶段,划分岩溶地貌成因类型;

d. 查明岩溶水文地质条件;

e. 研究岩溶的发育与地层岩性、地质构造、新构造运动、水文地质条件、地貌等的关系;

f. 查明与岩溶有关的地面塌陷、崩塌、滑坡、坑道突水突泥、水库渗漏、干旱与溃涝等动力地质现象和地质灾害情况;

g. 查明岩溶现象作为景观资源开发、利用的前景;

h. 评价岩溶区工程地质条件和主要工程地质问题。

6.2.7.8 环境工程地质问题调查

人类工程一经济活动引起地质环境的温度、应力、水动态和岩、土性质等方面的变化,从而导致一系列不良地质现象,如修建水库引起的渗漏、浸没、塌岸、淤积、诱发地震,开拓地下工程所引起的围岩坍塌、开裂位移、冒顶、底鼓、坑道涌水,以及地下坑道变形破坏而引起地面塌陷和建筑物的变形破坏,因开采地下水、石油、天然气导致的地面塌陷、开裂和区域性地面沉陷,道路、渠道和露天采矿的开挖引起天然斜坡平衡条件的改变而造成的崩塌和滑坡,储油(铀)、工程和“三废”带来的环境污染等。

对上述人类工程一经济活动所造成的危害,应分别进行调查,其主要内容是:

a. 人类工程一经济活动情况,如工程的类型、布局、规模及采矿工程的开发利用情况;

b. 工程区的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、自然地质现象、水文、气象等自然环境的特点;

c. 环境工程地质现象的分布、形态、性质、规模、强度、成因和发展速度以及与人类工程一经济活动的因果关系;

d. 已有的处理措施及效果;

e. 在全面调查的基础上,分析影响地质环境的变化因素,预测其发展趋势,对环境的开发和保护措施提出建议。

6.2.7.9 天然建筑材料调查

对建筑物所需的块石料、装饰石料、水泥原料和粗细骨料、粘性土料等,在区域调查中,应查明上述材料的产状、岩性、层位厚度、空间分布、开采条件及开采对环境的影响,对其质量和储量估摸概略评价。搜集区内大型或有重要价值的矿产资源和有开发意义的景观资源及其分布状况等方面的资料。

7 勘探与试验

7.1 物探

7.1.1 物探应在钻探和大面积地质调查之前进行。物探与地面测绘和钻探结合,可更迅速和经济地探测下列工程地质因素:

a. 岩、土体的分布,岩性及界面埋深起伏情况等;

b. 判断隐伏断裂和风化破碎带;

- c. 岩溶发育及形态特征;
- d. 滑坡的空间分布和活动面埋藏情况;
- e. 含水层及地下水分布情况, 淡水和高矿化水的分布范围;
- f. 测定岩、土物理力学参数。

7.1.2 物探设计书或计划书的编写和布置物探的主要原则是:

a. 根据调查设计书提出的任务, 在充分收集调查区的物探和有关地质资料的基础上编写物探设计书。设计书要求任务明确、工作布置合理、选择的物探方法得当。物探设计可作为调查设计书的一个章节, 也可作为附件。

b. 物探应与钻探密切配合, 以便互相验证和补充。为此, 布置原则应与钻探基本相同, 即主要工作量应投入在山间盆地、大型河谷区和平原区的典型代表性地段及土体结构复杂以及其他工程地质条件不良地段; 沿工程地质条件变异最大的方向布置物探剖面, 一般可与钻探剖面吻合; 在钻探困难或仅需初步探测某些工程地质问题的地区, 可单独进行物探: 重点地段可进行精度较高的物探。

7.1.3 用于工程地质调查的物探方法, 当前有电法(包括自然电场法、充电法、电阻率法)、地震、磁法、重力、声波、测井等, 每种物探方法都有它的物理前提和应用条件, 利用地震波法和声波法探测岩溶、裂隙的效果较好; 也可通过纵(P)、横(S)波速换算提供岩、土体弹性力学性质参数, 概略评价地区或地段的工程地质条件, 在交通不便和精度要求较低的地区, 如有条件, 也可采用航空物探方法。应根据物探的任务, 工作区的地质, 地形地貌条件, 干扰因素等因地制宜地选择物探方法, 主要考虑的因素有:

- a. 被探测对象的空间形态、规模、相对埋藏深度与周围介质在地球物理性质上的差异性;
- b. 地层产状及表层土的各向差异性;
- c. 调查区的地形起伏情况;
- d. 调查区及附近有无对物探造成干扰的因素(如变压设备、高压电线、地下金属管道等)。

7.1.4 物探的技术要求可参考有关的物探规范, 但需强调下列各点:

- a. 工作前应取得调查区及探测对象的物理参数, 在物性前提不明、地质效果有争议的地区, 在布置物探之前, 应首先开展适量的试验工作;
- b. 地面物探的探测深度应大于钻孔深度;
- c. 物探异常点附近应加大工作量, 确定异常区范围; 研究异常性质;
- d. 岩芯采取率低或需了解岩溶、裂隙带和地下水活动情况的钻孔, 应进行测井。

对有代表性的钻孔做纵(P)、横(S)波速测井；

e. 对有代表性的岩、土试样进行纵(P)、横(S)波速测量；

f. 当发生难解、多解或解译成果有争议时，应采用多种方法或其它勘探手段综合判定。

7.1.5 物探成果与其它地质成果要进行综合编录、综合解译，要编制物探推断的地质图件或综合物探、地质两方面成果的地质图件，使物探的地质见解尽可能表现在地质图上，以便于地质人员利用。物探应作为工程地质报告的一部分，但仍需编写详细的物探专业报告，作为附件或单独归档。

应提交的物探成果有：

a. 物探实际材料图；

b. 各种物探方法的柱状、剖面、平面成果图及地质推断解译成果图；

c. 动弹性力学参数等各种测量数据表；

d. 物探文字报告。

7.2 钻探

7.2.1 钻探是揭露地表以下地质体等地质、工程地质特征及其变化情况的重要手段。

其主要任务是：

a. 了解岩、土体的岩性、厚度及其空间分布规律：进行岩、土体分层，划分岩、土体结构类型；

b. 研究地质构造的变化，破碎带的空间分布，构造岩岩性和胶结程度，以及它们随深度的变化情况；

c. 了解风化带、滑动体、岩溶等外动力地质现象的空间分布、规模、组成物质或充填物的性质及发育规律；

d. 了解透水、含水层组的岩性、厚度、埋藏条件和渗透性、地下水的水位及水量和水质；

e. 了解建筑材料的岩性、埋藏分布情况和开采条件；

f. 进行取样试验及野外测试。了解岩、土体的工程地质性质和空间变化规律。

7.2.2 钻探应在工程地质测绘及物探的基础上进行，并考虑区域工程地质特征和经济规划的需要，确定钻探的目的，布置钻探工程。

7.2.2.1 在平原区，钻探的主要目的是查明土体的埋藏分布和变化规律、水文地质条件、建立结构剖面。为此，应在代表性地区投入较多工作量，沿工程地质条件变异大的方向，布置勘探剖面或组成“+”字形、“井”字形勘探线(网)。

7.2.2.2 在山区、山间盆地、大型河谷及其它地形平缓的较大面积土层覆盖区是勘探重点。一般应垂直地形地貌和构造线以及在岩性变化较大的方向上布置勘探剖面，对重大而具有代表性的动力地质现象和断裂构造带地段，应布置适量钻孔。

7.2.2.3 黄土区，应该把查明黄土垂直分层和水平变化规律、湿陷性等作为勘探重点；冻土地区，应把查明冻土结构类型、季节冻土的上、下界面和主要不良冻融现象作为勘探的重点。同样，岩溶、滨海、沙漠地区及其它特殊岩、土体分布地区，都应依其工程地质特点和主要工程地质问题布置钻孔。

7.2.2.4 考虑国民经济需要，应把经济发达地区、近期规划的重点工程建设区、经济发展有前景的地区等作为钻探的重点地区。

7.2.2.5 对于每一坑孔，都应尽量做到综合利用，即尽量满足查明地质结构、工程地质条件和水文地质条件以及采样、野外测试等多方面的需要。

7.2.2.6 平原土体区的孔深一般 30m 左右，根据调查区工程地质条件并结合建设需要适当增减山地岩体区的孔深，根据调查区工程地质条件并结合建设需要确定。对于厚度小于 20m 的覆盖土层风化带、破碎带，应钻至新鲜完整基岩 3~5m；对揭露断层破碎带的钻孔，应钻透破碎带至新鲜岩中 3~5m；对外动力地质现象的活动体，应钻至活动体下 5m 左右；在岩溶裸露区和浅埋区的钻孔，一般应钻入可溶岩层内 20—30m，且终孔处应为较好岩体，若遇岩溶洞穴，应穿过洞穴钻至较好岩体。应有少量深部控制孔，数量一般不宜超过总数的 5%~10%，孔深以 100m 左右为宜。

7.2.3 钻探的技术要求，除执行有关钻探工艺规程要求外，特别强调以下要求：

7.2.3.1 孔径：为满足采样和测试要求，一般在土层中孔径不小于 130mm，岩石中孔径不小于 110mm，进行专门性试验的钻孔孔径，按需要确定。

7.2.3.2 采用全孔连续取芯钻进；不准超管钻进，必要时应限制回次进尺和回次时间；松散地层中，潜水水位以上孔段，应尽量采用干钻；在砂层、卵砾石层、硬脆碎和软脆碎岩层中，尽量采用反循环钻进；土层、破碎带、软层和泥化层，尽量采用双岩心管无泵钻进。

7.2.3.3 岩芯采取率：完整岩体和粘性土大于 80%，砂性土不低于 60%，卵砾类土不低于 50%，风化带和破碎带不低于 50%，重点研究部位应尽量提高。冲击钻以四分法留取样品，其数量应满足试验鉴定的需要。无岩芯间隔，粘性土不超过 1m，其它不超过 2m。

7.2.3.4 取原状土要求：

a. 一般每隔 2m 取 1 个原状土样；厚度小于 2m 的土层及有意义的夹层应取样；厚度大于 5m 的土层可每隔 3m 取一个原状土样；

b. 软土层中用薄壁取土器压入取样；硬土层可用重锤少击法和双层单动取土器取样；

c. 土样直径不小于 90mm，长度不大于 300mm。

7.2.3.5 孔深误差要求：每钻进 50m 及终孔时，都进行孔深校正，终孔孔深误差不得大于千分之一。

7.2.3.6 孔斜误差要求：深度小于 50m 的钻孔，孔斜误差不大于 1° ；孔深 100m，孔斜误差不大于 2° ；孔深小于 30m 的钻孔不进行孔斜测量。对孔斜有特殊要求的钻孔另定。

7.2.3.7 简易水文地质观测：观测初见水位、静上水位、涌水和漏水。

7.2.3.8 地质编录要求：各项原始资料都应满足设计要求，并保持清晰完整，数据准确。

7.2.3.9 封孔要求：钻孔验收后，一般用粘土封孔，特殊情况应按封孔设计的要求封孔。

7.2.3.10 进行水文地质试验或其他专门性试验的钻孔，其各项技术要求参照有关规定执行。

7.2.4 在控制性钻孔及有特殊意义的钻孔中，选择有代表性的钻孔，全部保留岩芯。其它钻孔要求分层缩样保存，对有意义的岩芯，应揭片留样。

7.2.5 钻孔完工后，有关部门应组织验收。工程地质钻孔质量按孔径、孔深、孔斜、取芯、取样、简易水文地质观测、地质记录、封孔八项技术指标分出以下三级：

a. 优良：八项指标全部达到要求；

b. 合格：八项指标基本达到要求；

c. 不合格：八项指标不能满足要求或主要指标不能满足要求。

对不合格的钻孔，应补作未达到要求的部分，或者返工。

7.2.6 工程地质钻孔竣工后应提交下列资料：钻孔设计书，钻孔报告书，钻孔工程地质综合柱状图，钻孔岩芯素描图（或照片），分层岩性记录，岩溶、裂隙和岩石质量（RQD）统计表，简易水文地质预测记录，野外测试记录，分回次岩芯采取率计算表，钻孔结构（附图）和施工情况记录，取样和送样单，岩芯缩样表及移交管理表，钻孔质量验收书等。

工程地质钻孔报告书的编写内容：钻孔目的、任务、钻孔位置、钻孔施工时间和施工方法，取芯和孔深误差、孔斜误差等质量情况，钻进过程中的异常情况和重要地质现象等。

7.3 山地工程

7.3.1 山地工程一般采用浅坑、槽探和剥土等轻型工程，以了解岩土层界限、破碎带宽度、构造现象、岩脉宽度及延伸方向、包气带松散岩层的渗透系数等，深度一般不超过 3m。其技术要求，可参照有关规定执行。

在特别需要(如探查土料和卵砾石、砂料等)或在黄土和有土洞分布的特殊地区，可布置探井工程，其目的是进行直接观察、采样和现场物理力学试验。

山地工程需进行详细编录描述和编制地质展示图等。

7.4 工程地质试验

7.4.1 在工程地质调查中进行野外测试及室内试验的目的在于获取必须和足够数量的岩、土工程地质性质方面的代表性资料，取得评价工程地质条件的定量指标，其主要任务是：

- a. 了解岩、土体的成分、状态和性质的空间变化特征；
- b. 为正确进行岩、土工程地质分类提供依据；
- c. 确定有关工程地质性质方面的综合性指标。

7.4.2 应选择一定数量的典型地段进行野外原位测定，取得岩、土体的物理力学指标。野外原位测试既可验证室内试验成果，又可弥补钻孔采样之不足，特别是对粘性土层及粉细砂层做野外原位测定，评价其强度和容许承载力，是行之有效的手段。野外测试和室内实验要互相配合，互相补充。

7.4.3 野外原位测试的种类较多，常用于测定土体的物理力学性质的方法，有触探、旁压试验、十字板剪切试验、野外载荷与剪力试验等：岩体一般采用回弹锤试验、点荷载试验等。各种测试方法的使用条件、测定项目、精确程度和难易程度有所不同，应根据具体情况选择。野外载荷和大型剪力试验的难度大，需时较长，费用高，除非特殊需要(一般用于大型工程的场地调查)，一般不宜采用。

7.4.4 野外测试布置的基本原则是：

7.4.4.1 一般土体(包括粘性土、砂类土、细小卵砾类土和素填土等)，主要采用触探方法。触探应结合钻探地质剖面布设，为弥补钻孔控制的不足，可在勘探剖面上或剖面外加触探点(或面)。外加的点、剖面，应考虑地区上的代表性。剖面线应沿工程地质条件变化最大方向布置。要求每个触探层的触探数量不少于 3~5 个测定值。

触探分静力甲和动力触探(又分轻型、中型、重型)两种类型，应依触探对象的工程地质特性和使用经验，选择适宜的方法。

7.4.4.2 饱和软粘土层由于取样困难，可在钻孔中进行十字板剪切试验，测定其不排水抗剪强度和残余抗剪强度。

7.4.4.3 旁压试验一般适用于粘性土和砂性土层，可以提供 P—S 曲线及容许承载力、变形模量等指标。

7.4.5 水文地质测试

在拟建水工建筑区，尤其是水库工程的可能渗漏地段和坝址区，应在钻孔中进行自上而下分段压(注)水试验，或在终孔后全孔一次压水分段测流，以了解岩石的透水性和裂隙性。

在规划的建筑区，尤其是地下建筑和矿产开采区等，应选择其主要含水层进行少量的抽水试验工作。

7.4.6 室内试验

7.4.6.1 室内试验是获取岩、土物理力学性质和化学成分的各项指标，进行岩、土体工程地质分类和工程地质评价的主要手段。室内试验的一般测定项目为：

7.4.6.1.1 岩样

a. 物理力学试验的一般项目有：颗粒密度、岩石密度、含水率、吸水率(包括饱和吸水率和饱和系数)、干和湿极限抗压强度、软化系数、抗剪强度、变形模量和泊松比；

b. 碳酸盐岩等可溶岩应作化学分析，测定CaO、MgO、SiO₂和R₂O₃等含量；

c. 软质岩石应作化学成分和胀缩指标的测试；

d. 建筑石料应测抗拉和抗冻性指标；

e. 调查设计书中要求测试的其他项目。

7.4.6.1.2 土样

a. 物理力学试验一般应取得粒度成分、土粒密度、天然密度、天然含水率和饱和度、压缩系数、变形模量、抗剪强度、渗透系数等指标；

b. 粘性土应增测塑性指标(塑限、液限、计算塑性指数、液性指数和含水比)、无侧限抗压强度和灵敏度等；

c. 砂土增测最大干密度和最小干密度、颗粒不均匀系数、相对密度等，并判别液化的可能性；

d. 黄土增测相对湿陷系数、相对湿陷量和湿陷起始压力等；

e. 冻土增测起始冻胀含水率、相对含水率、融沉系数、冻胀力及冻结力、冻胀率、冻胀量等；

f. 胀缩土增测胀缩性指标和判别性指标；

g. 作填筑土用的土料，需补作击实试验，求出最优含水率和最大干密度；

h. 调查设计书要求测试的其它项目。

7.4.6.1.3 水质分析项目：pH、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、游离 CO_2 、侵蚀性 CO_2 、硬度和要求测试的其它项目。

7.4.6.2 试样采集点布置原则：

a. 岩石的物理力学试样，在一般情况下，每一个主要岩组以采取 3—5 组为宜（包括收集已有资料）。变化规律不明显的可按面积控制；变化明显者按岩相区或成因类型加以控制。采样点一般布置在代表性剖面上和钻孔中。

b. 土的物理力学试样的布置，一般在钻孔中分层采取。取原状试样的孔数应占总孔数的三分之一以上。在取样的钻孔中，对主要土层和有特殊意义的夹层，每层应采一组试样，厚度大或岩性变化明显的酌情增加（一般取样间隔为 2m，当层厚大于 5m，岩性变化不大时，取样间隔加大）。

钻孔中遇到需要进行化学分析的土层时，应采化学分析样，湖沼和河流三角洲相地层应适当增加样品数量。除钻孔采样外，应增加适量的地面采样；

c. 水样一般在浅层含水层中的井、孔中采取，按一般每百平方公里取 1~3 个控制。

7.4.6.3 土样的试验要求和样品采取方法、规格、保管运送等方面的要求，参照地质矿产部《规程(DT—82)》。

岩石物理力学试验可以参照有关岩石试验规程进行。样品一般规格要求：在地面采取的为 $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm} \sim 15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 15\text{cm}$ ；钻孔岩芯样为直径 8.9—10.8cm，高 10~15cm。碳酸盐岩化学分析样为 $3\text{cm} \times 6\text{cm} \times 9\text{cm}$ 或重 500g，要求取新鲜岩石。

8 室内资料整理

8.1 室内资料整理的任务

室内资料整理是区域工程地质调查的重要环节，其基本任务是：

8.1.1 对用各种调查手段取得的有关工程地质条件等众多的原始资料，尤其是许多随机的现象和数据指标资料等，进行全面系统的综合整理和数理统计，找出它们的规律性，对某些因素进行必要的工程地质分类。

8.1.2 编制基础性图件、辅助性图件和必要的专门性图件，编制综合工程地质图。

基础性图件主要包括：岩、土体工程地质分类图，地貌及外动力地质现象图，区域地壳稳定性图（或地壳稳定性分区图）和水文地质要素图等。

辅助性图件主要有研究程度图及实际材料图。

专门性图件主要反映测区某一专门的工程地质问题,为某一专门目的提供资料,可根据测区具体情况或实际需要编制,如黄土地区水土流失分区图、泥石流形成条件图、岩溶塌陷图等等。

综合工程地质图在上述基础性图件及专门性图件的基础上编制,主要反映工程地质条件区域性及地带性规律,并进行工程地质分区和评价。

8.1.3 编制调查报告。

8.2 岩土体工程地质资料的整理

8.2.1 划分岩性岩相建造类型:把沉积岩、变质岩和岩浆岩三大类作为一级建造类型,在此基础上再划分若干亚建造。有特殊工程地质意义者,还可酌情细分。

8.2.1.1 沉积岩建造类型可分为碳酸盐岩和碎屑岩两个亚建造。在大面积的碳酸盐岩分布区,碳酸盐岩还可以分出白云岩、石灰岩、泥灰岩、碳酸盐岩夹碎屑岩等亚建造;碎屑岩也可根据颗粒的粗细分为砾质的、砂质的、泥质或粘土质的亚建造;红层中可分出含煤和含盐亚建造。

8.2.1.2 变质岩建造类型可分为板岩—千枚岩、片岩—片麻岩、大理岩、变粒岩及混合岩等亚建造。在每一种亚建造广泛分布区,依相变情况,可进一步划分为若干岩相。

8.2.1.3 岩浆岩建造类型可分为火山碎屑岩、火山熔岩和侵入岩等亚建造。

8.2.1.4 对于土体则按时代划分成因类型(相当于岩体的建造类型:残积、坡积、洪积、冲积、湖积、风积、冰碛等)和混合成因类型(残坡积、冲洪积、冲湖积、坡洪积…)。

8.2.2 分析、综合岩石和土的岩性岩相特征和结构特征,划分工程地质制图单元,归纳和概括各工程地质制图单元的工程地质特征及其空间分布规律,对组成各工程地质岩性综合体的主要岩石类型的物理力学性指标进行数理统计,求得最大值、最小值、平均值和反映均匀情况的离散度、变差系数值等;试验数据较少时(一般少于20组),可用算术平均值。

分析和归纳各工程地质岩性综合体的岩、土体的结构类型。岩体结构类型的划分参见 ZBD14001。土体结构类型的划分见第 6.2.3 条。

8.2.3 编制岩、土体工程地质分类图

岩、土体工程地质分类图主要反映工程地质单元的地层时代、岩性特征的空间分布规律及其主要工程地质特征,包括它们的物理状态及物理力学性质等。岩性综合体是该图的基本制图单元。每个基本制图单元给一个颜色,不同强度等级用颜色深浅表示。岩体和土体的结构类型可用不同的面状符号或网纹符号表示。各工程地

质制图单元应注明时代符号或时代范围;第四纪各工程地质制图单元除注明时代外,还应注明成因类型。

特殊的岩、土体或夹层,如石膏、盐层、煤层、淤泥层等可用夸大的符号表示。

该图还应附有岩土体工程地质综合柱状图、代表性的工程地质剖面图及有关的镶图。

8.3 地貌资料的整理

8.3.1 综合整理、统计微地貌形态资料,研究其发育规律,划分地貌形态成因类型,以形态成因类型作为一级地貌分区,以外动力地质营力及其作用方式、强度和形成的地形特征为二级地貌分区。按地貌单元统计层状地形的分布、高程、覆盖堆积物的成因时代等情况,进行级序划分,并应做一些层状地形分布、形成规律等方面的分析性图件,用以研究区域地貌的时代、发育阶段、形成和演化历史,分析与第四系和新构造运动的关系,分析地面稳定性及其对区域地壳稳定性的影响,评价地貌对工程地质条件的影响。

对黄土、冻土、沙漠、岩溶、沿海等特殊地貌区,应结合各自的地貌特征,制定具体的划分方案。

8.3.2 地图的编制:地貌是岩石圈表部岩体在内、外营力长期综合作用下的结果。所以地貌图除了表示地壳表面的地形特征外,还应着重表示地形和地质环境之间的关系,不同地貌单元形成、发展和时代之间的关系,以及地貌对水文地质条件和动力地质现象的影响等。在图上还要表示:地貌分区、地貌形态成因类型、微地貌现象、塑造地貌的内外动力作用及现象等。

在图面负担允许的情况下,地貌图可与外动力地质现象图合并,称为地貌及外动力地质现象图。

8.4 外动力地质现象资料的整理

8.4.1 首先要对各种外动力地质现象资料进行汇总和分类统计,对其主要现象应做出反映其分布、形成规律的分析性图表,如滑坡类型分布图、泥石流类型分布图、黄土区水土流失分布图、岩溶区岩溶形态图、沙漠区风沙分布图等。在此基础上,综合研究各种现象的地区性分布规律、形成环境和发育程度,进行工程地质评价。

各种外动力地质现象的稳定性,决定着对人类及其工程一经济活动的危害程度,是研究外动力地质现象的关键问题,应在野外调查资料的基础上,进一步判定主要外动力地质现象的发育阶段,导致活动的主要因素和活动性,进行稳定性和发育强度的分类(或分级)和评价。如滑坡,可参照附录 B(参考件)判定其稳定程度(对现代滑坡划分出是活动的和静止的):对泥石流,可参照附录 C(参考件)研究其发育

阶段，进行破坏程度分类；对水土流失，研究其侵蚀类型、强度和速度，划分出强、中、弱三种侵蚀程度不同的水土流失区(级)；对岩溶，可依其主要形态的发育数量和规模，将发育程度划分为强、中、弱三级等。

对主要动力地质现象的发展趋势和危害性，应有定性和半定量的分析评价。如有可能，还应提出治理和防护措施的建议或意见。

8.4.2 外动力地质现象图的编制，此图主要反映外动力地质现象，包括侵蚀与堆积现象、风成现象、永久冻融现象，以及斜坡岩土体移动、岩溶、潜蚀等的分布、发育规律，以及人类工程—经济活动所引起的环境工程地质现象和问题。图中，不但要表示它们的类别、分布、形态特征和活动情况，同时要表示控制其发生、发展的各种条件及其地区性、地带性的发育强度、频度和分布规律。对能形成各种地质灾害的外动力地质现象要用鲜明的符号予以表示。

在图面负担允许的情况下，此图可与地貌图合并。

8.5 地质构造与地壳稳定性资料的整理

8.5.1 首先要整理和分析测区地质构造资料，划分地质构造单元(或体系)，研究褶皱、断层和节理裂隙等展布规律、规模、形成时代和工程地质特性。加强对新构造运动性质(如上升、下降、平移)和速率等方面的综合研究，分析新构造在测区内发育的表现形式及其规律性，在充分分析调查区内地质构造特征和新构造运动特征等的基础上划分出反映不同运动特征和相对强度的新构造类型和区(级)，如晚更新世强烈隆升区、全新世相对稳定区、早更新世急剧大幅度上升区等。对活断层等具体的构造形迹，可根据仪器测量、室内测试等资料，分析了解其现今活动情况。此外，还应重视新构造与地貌、第四纪和地震关系的研究。

其次是将收集和调查所得到的地震资料进行系统的综合整理，并进行历次地震时间、地点、震级、震源深度、烈度、震害等方面的汇总统计，结合地质构造，从中找出地震的主导因素和在时、空上的发育、分布规律，并评价其危害性。为此，需作一些必要的分析性图件，如地震地质图、地震与构造活动性关系图、某一次强震分析图、区域地震影响场分析图等，在此基础上，编制地震烈度分区草图，烈度分级和分区标准按地震部门有关规定执行。

评价区域地壳稳定程度，应主要考虑下列因素：

- a. 区域地质构造特征，尤其是断裂发育强度和特征；
- b. 新构造运动，特别现今活动断裂的性质、强度、发育规律；
- c. 地震活动的强度(震级烈度)和时空规律；
- d. 外动力地质现象的发育程度、强度，地下水活动情况，评价地面稳定性；

e. 岩、土体强度、质量及评价岩土体稳定性。

8.5.2 区域地壳稳定程度图或区域地壳稳定性分区图：该图主要反映区域地质构造特征，划分构造单元（或体系）；新构造运动的活动方式和强度，活动断裂的分布、时代及其规律性；构造现今活动特征和规律；地震发育强度及其在时空上的分布规律。在上述内容的基础上结合岩、土体稳定性和地面稳定性，进行地震烈度分区或区域地壳稳定性分区。

图面表示内容：主要表示主干断裂及其它重要的地质构造（包括深部构造）形迹；新构造运动的重要标志、重要迹象和形态；构造现今活动特征和数据；历史上震级 3.5 级以上的地震震中、发震时间、震级、烈度及主要破坏现象；微地震集中地带；地应力测量资料；地震烈度分区界线、不同稳定性的分区界线及编号、说明等。

区域地壳稳定性分区和评价，一般可按四级划分：即稳定、较稳定、较不稳定和不稳定。它们和地震烈度大致的对应关系如下：

≤Ⅵ度	稳定
Ⅶ度	较稳定
Ⅷ度	较不稳定
≥Ⅸ度	不稳定

8.6 水文地质资料的整理

8.6.1 统计泉、井和抽、压水等试验资料，确定浅部主要含水层，并研究其分布规律、地下水类型及地下水埋藏变化情况。对于大面积分布的孔隙含水层，还应研究其空间分布状态和水文地质结构特征。为此，可视需要作主要含水层埋藏分布图、代表性水文地质剖面 and 地下水埋深图等分析性图件。

按地区研究影响工程地质条件的主要水文地质要素，并评价它们在工程地质中的作用。

综合整理水化学资料，评价地表水、地下水侵蚀性。

8.6.2 编制水文地质要素图：该图主要反映与工程地质条件密切相关的水文地质要素。主要内容是反映：浅部含水层（一般 30 m 以浅）的空间分布规律，地下水类型，含水层的埋深，潜水水位及动态变化规律，承压含水层顶板埋深及水头，地下水水化学类型及地下水侵蚀性，重要的地下水露头，地下水开采工程，地表水体等。视需要反映地下水资源等情况。

对大面积分布的孔隙含水层所在地 E，如冲积平原、河谷平原或山间盆地等地区，应进一步研究和反映孔隙含水层空间分布状态和水文地质结构特征。可视需要编制主要含水层埋藏条件图，必要时可作地下水埋深图等分析性图件。

必须附有水文地质综合柱状图、代表性水文地质剖面图等。

8.7 环境工程地质问题资料的整理

8.7.1 对人类工程—经济活动引起的地质环境的变化等资料，进行综合分析和整理，预测环境工程地质问题发生、发展的可能及变化趋势。

8.7.1.1 对已建大型水库和大型水工建筑区，应综合分析水库的蓄水条件、库岸稳定性和坝址的稳定性等；对大型引水渠道，应综合分析边坡、山坡稳定和渗漏情况等；对重要城镇、重要工程建筑区、经济开发区等，应综合研究地基稳定性并预测可能出现的环境工程地质问题；对已建和规划的主要道路区，应研究影响道路工程的主要不良因素，如边坡和山体的稳定性，包括滑坡、崩塌、泥石流、岩堆等动力地质现象的发育规律和稳定性，岩溶的发育和地下水活动情况，风化和构造破碎情况，隧洞区的岩层结构和岩石强度等。此外，对可供利用的岩溶洞穴区，规划治理的严重水土流失区，土壤改良及农田治理区等，都应综合研究影响它们工程地质条件的主要因素，并作出概略性评价。

8.7.1.2 对平原区，应重视对软弱粘性土、胀缩土、流砂层等不良土体的分布及浅层地下水埋藏与运动情况等的研究；对山区，应重视对边坡稳定性、山体稳定性和不良动力地质现象，岩石风化和构造破碎情况的研究；对岩溶区，应重视岩溶的发育和埋藏情况等的研究。

8.8 综合工程地质图的编制

8.8.1 综合工程地质图是工程地质调查的最重要的成果图件，它在上述图件基础上编制。工程地质图，可以是工程地质条件图，反映主要工程地质条件和环境成分；也可以是工程地质分区评价图和分类图，根据工程地质条件的异同性，进行工程地质分区。应尽可能将上述两种图合成在一起，即综合工程地质图。图面反映的主要内容有：

- a. 岩、土体工程地质分类及其工程地质特性；
- b. 地貌特征，外动力地质现象；
- c. 地质构造、新构造，特别是现今活动性构造；
- d. 水文地质要素；
- e. 人类工程—经济活动引起的环境工程地质问题、现象和地质灾害情况；
- f. 工程地质分区及评价。

工程地质分区可分为两级：一级区根据地质构造及地貌条件划分；二级区根据岩土体工程地质特征、水文地质条件及外动力地质现象划分。

在综合工程地质图的基础上，根据需要和可能可以编制环境工程地质分区评价

预测图。主要反映各种规划工程建设对地质环境的适应性，预测在人类工程一经济活动影响下，地质环境的变化趋势。

8.9 调查报告书的编制

8.9.1 编写调查报告书的基本要求

调查报告书及其所附图件是工程地质调查的最终成果，是调查质量的全面体现，因此必须认真编写。其基本要求是：

- a. 综合利用、充分反映调查所取得的全部资料；
- b. 阐明调查区的工程地质特征和规律，作出正确的综合性评价；
- c. 突出调查区的工程地质特点，并结合各种规划的需要进行论证，以体现工作的经济效益和社会效益；
- d. 内容齐全结构紧凑，文字简练，重点突出，结论明确；附图、附件齐全，主要图件符合编图要求；文、图统一，无错误和矛盾。

8.9.2 文字报告章节内容可参考下面提纲：

序言

第一章 自然地理、地质概况

第一节 自然地理概况

第二节 地质概况

第三节 资源概况

第二章 区域工程地质条件

第一节 岩土体工程地质分类

第二节 岩土体工程地质特征

第三节 地貌及外动力地质现象

第四节 水文地质条件

第五节 新构造运动与地震

第六节 天然建筑材料与其它地质资源

第三章 专门性环境工程地质问题(视情况定内容)

第四章 工程地质分区

第一节 分区原则

第二节 分区评价与预测

结论与建议

附图和附表

附 录 A

工程地质调查的重点地段法

(参考件)

A1 重点地段法就是在预定的工程地质条件重点(要害)地段,集中野外地面工作、勘探与实验工作,获得有关地质结构、水文地质及工程地质条件的景观标志,将其研究成果结合航卫片资料向邻近区域外推。也就是在一定程度上选取最小的面积,对其调查对象进行充分研究,使之成为综合工程地质调查的典型,再通过控制性路线对某种工程地质条件成分进行连续观测,把一系列的典型地段联系起来。测绘的最终成果——工程地质条件图,就是重点地段平面图和剖面图的内插和外推的成果。

A2 重点地段的选择原则:

A2.1 根据研究内容来定,例如为研究地质结构、岩石成分和性质变化,应选择在露头最多和用人工揭露最容易做到的地段;为研究外动力地质作用要选择它们表现最强烈的地方;为研究地下水就要选择在地下水天然和人工露头较多的地段……。对于研究区域工程地质条件的重点地段,当然是应该选择最有代表性,最为典型的工程地质条件,所能观察到的工程地质现象要比较全面,但也不能希望每个重点地段解决所有的调查任务。

A2.2 重点地段的位置可以放在被研究地质体的中央或是两个地质体之间,但应当考虑进行物探和钻探工程的可能性及工程地质取样方法。要充分利用已有资料,最好是将重点地段放在与矿床和采掘有关的山地和钻探工作的地段,以及正在进行土方工程的地方,或者是不用或少用地表和钻探工程亦能研究工程地质条件的地方。

A2.3 重点地段的选择要尽量考虑国民经济发展的需要,把它放在未来有可能进行经济建设的地方。对于难以通行地区,主要靠其他地区和航卫片解译资料,对所选出的地段主要在调查过程中具体化。

A2.4 在任何情况下,不论该地区研究程度如何,重点地段的选择都要保证能够编制通过整个测绘区的综合工程地质剖面,亦即能统一所有重点地段所获得的局部剖面。

A2.5 关于重点地段的数量、大小,应根据工程地质条件的复杂程度以及地区的研究程度来定。目前尚没有科学论证重点地段分布的方法,据经验在每 10000km^2 ,制图面积上选择 18~30 个重点地段比较合适,其大小暂按 $3\times 6\text{km}^2\sim 6\times 6\text{km}^2$ 考虑。

A2.6 对于山区不同于平原,由于自然区域组合的交替性和多样性,岩体工程地质类型的复杂性,再加上构造断裂复杂,现代地质作用多样而且活动强烈,且具有强

烈的垂直分带性，因此必须考虑相当数量的重点地段和控制性路线；同时，考虑到山区经济建设的特点，重点地段的位置主要布置在河谷地区 and 山间盆地。

A2.7 重点地段调查精度，应与所利用的航空照片比例尺相适应。因为需要把所需要的工程地质现象和规律按航空照片的比例尺表示在重点地段的平面图和剖面图上。在 1：20 万测绘中重点地段图件比例尺可按 1：5 万考虑。

A2.8 控制性路线通常沿某一种或几种工程地质现象变异最大的方向布置，沿河谷或受工程地质作用危害的线性工程；同时控制性路线要能连接若干典型地段。

A3 重点地段法的工作程序

A3.1 在野外工作之前要搜集和研究前人资料，查明单个的和综合的工程地质条件景观标志，进行航卫片判读和解译，编制初步的工程地质图及景观分区示意图，编制景观标志及其判读标志的初步方案；对测区的地球物理场进行初步分析，拟定工程地质条件的主要变异方向，初步确定重点地段和控制性路线。

A3.2 踏勘性调查。沿工程地质条件主要变异方向，对有代表性的露头、景观标志和地球物理场进行实地调查，以了解测区构造面貌；通过贯入或少量工程地质取样试验，了解主要工程地质层组的特性，在此基础上进一步确定重点地段和控制性路线的位置、大小和数量，进一步明确工程地质特性的主要变异方向及沿这些方向的变异程度。

A3.3 在重点地段的控制性路线上进行地面调查以及勘探与实验工作。

A3.4 在室内工作期间进行调查资料的最终整理，在全区面积上进行航卫片解译，编制工程地质图，进行工程地质分区和预测，编写调查报告。

附 录 B 滑坡分类和滑坡稳定程度的野外判定 (参考件)

B1 滑坡分类见表 B1

表 B1 滑 坡 分 类 表

分类依据	滑 坡 名 称		说 明
动力成因	自然滑坡		由地震、暴雨、久雨、侵蚀、潜蚀、崩坡积加载等因素形成
	工程滑坡		由爆破、水库蓄水、水库和渠道渗漏、挖方、填方、载荷等因素形成
作用的起动方式 (滑动力学性质)	推移式滑坡		斜坡上部岩、土体先滑动，挤压推动下部岩、土体滑动
	牵引式滑坡		斜坡下部岩、土体先滑动，牵引带动上部岩、土体滑动
物质成分	土体滑坡		发生在各种成因的土体中
	岩体滑坡		发生在各种成因的岩体中
滑动面与斜坡岩 (土)层的关系	顺层滑坡		顺岩、土体中各种先存的沉积、堆积等结构的面形成的滑坡，也称“定向滑坡”
	切层滑坡		滑动面与岩、土体中各种先存的沉积、堆积等结构面成不同的交切状态或角度，也称“任何滑坡”
	无层滑坡		滑动面不涉及任何沉积、堆积等结构面，也称“均质岩土滑坡”或“无向滑坡”
滑动面成因	构造结构面滑坡		滑动面与各种构造结构面一致
	非构造结构面滑坡	原生结构面滑坡	滑动面与各种原生结构面(层面等)一致
		表生结构面滑坡	滑动面与各种表生结构面(堆积面等)一致
	卸荷结构面滑坡		其形成与地面斜坡的自然或人工卸载有关
	复合结构面滑坡		由上述任意两种或多种结构面联合、组合而成
滑坡体厚度 (或滑动面埋深)	薄(浅)层滑动		滑坡体厚度(或滑动面埋深)小于 6m
	中层滑坡		滑坡体厚度(或滑动面埋深)6~25m
	厚(深)层滑坡		滑坡体厚度(或滑动面埋深)25~50m
	特厚(特深)层滑坡		滑坡体厚度(或滑动面埋深)大于 50m
滑动面平均倾角	缓滑坡		滑动面倾角小于 15°
	陡滑坡		滑动面倾角小于 15° ~45°
	极陡滑坡		滑动面倾角大于 45°
形成时代与 活动情况	现代滑坡	活动滑坡	目前仍在活动(包括迅速的、缓慢的和间歇的等)
		静止滑坡	目前已停止活动
	古滑坡		有露天的和埋藏的

B2 滑坡活动程度的野外判定：一般从分析地貌特征，对比滑坡地段与稳定山坡的工程地质、水文地条件，研究滑动迹象与滑动因素的变化等方面，来判别滑坡的稳定程度。一般可参照表 B2。

表 B2 滑坡稳定程度的野外判定表

特 征 滑 坡 要 素	稳 定 程 度		
		相 对 稳 定	不 稳 定
滑坡体		坡度较缓，坡面较平整，草木丛生，土体密实，无新生裂缝，无陷落和松塌现象，两侧沟谷已下切到基岩	坡度较陡，平均陡度 30° 左右，坡面高低不平，有新生裂缝，有陷落和松塌现象，地表水、泉、湿地发育
滑坡壁		滑坡壁相对较高(对滑体规模而言，长满了树木，无新鲜擦痕)	滑坡壁相对不高，有坍塌现象；草木少，有新鲜擦痕和水、泉、湿地等
滑坡平台		平台相对宽大，且已夷平	平台相对不大，有向下缓倾或后倾现象
滑坡前缘及滑坡舌		前缘倾斜较缓，坡上有河水冲刷痕迹，并堆积了漫滩阶地，河水已远离舌部，舌部坡脚有清晰泉水	前缘斜坡较陡，常处于河水冲刷之下，无漫滩阶地，有时有季节性泉水

附录 C

泥石流分类

(参考件)

- C1 依流域特征可划分为山坡型和河谷型两类。
- C2 依地貌特征可划分为山区泥石流和准山前区泥石流。
- C3 依物质成分可分为泥流、泥石流、水石流。
- C4 依流体性质可分为粘性泥石流(含大量粘性土, 固体成分占 40%~60%, 最高达 80%, 粘性大)和稀性泥石流(长为主, 固体物质占 10%~40%, 粘性土少)。
- C5 依泥石流特征、规模和破坏程度划分三类。
- I 类: 流域内水土流失和岩石风化作用均很强烈: 滑坡、错落及崩塌发育, 固体物质类型多、储量大、分布广; 水源补给充分, 汇水条件好: 沟谷下切与侧蚀强烈, 沟床纵坡大, 布满大漂砾和巨石; 泥石流暴发频繁, 且规模大, 破坏力强。
- II 类: 介于 I、III 类之间。
- III 类: 流域内水土流失和岩石风化作用轻微; 个别地段有滑坡、错落及崩塌现象, 固体物质类型单一, 储量小; 汇水条件差; 沟床下切与侧蚀作用微弱, 沟床纵坡接近一般山间河谷; 泥石流暴发次数很少, 且规模小, 破坏作用微弱。
- C6 泥石流的发育阶段可分为发展期、旺盛期、衰退期和停歇期。

附 录 D 岩石风化程度的划分 (参考件)

岩石风化程度划分表

	岩 矿 颜 色	岩石组织结构的变化及破碎情况	矿物成分的变化	物理力学特征	锤击声
剧风化	颜色已改变, 光泽消失	组织结构已完全破坏, 呈松散状或仅外观保持原岩状态, 用手可折断捏碎, 基本不含坚硬块体	除石英晶粒外, 其余矿物大部分风化变质形成风化次生矿物	浸水崩解, 与风化土层的性质近似	似击土声
强风化	颜色改变, 唯有岩块的断口中心尚保持原有颜色	外观具原岩组织结构, 但裂隙发育, 岩体呈干砌块石块、岩块上裂纹密布, 疏松易碎; 疏松物质与坚硬块体混杂	易风化矿物均已风化形成次生矿物, 其它矿物部分保持原矿物特征	物理力学性质显著减弱, 单块为新鲜岩石的 1/3 或更小	发哑声
弱风化	表面和沿节理面大部变色, 但断口仍保持新鲜岩石特点	组织结构大部完好, 但风化裂隙发育, 裂隙面风化剧烈, 坚硬块体夹疏松物质	沿节理裂隙面出现次生风化矿物	物理力学性质减弱, 单块为新鲜岩石的 1/3~2/3	发声不够清脆
微风化	沿节理面略有变色	组织结构未变, 仅沿裂隙有风化现象, 无疏松物质	矿物未变, 仅沿节理面有时可见铁锰质	物理力学性质几乎不变, 力学强度略有减弱	发声清脆

附加说明：

本规范由地质矿产部地质环境管理司(原水文地质工程地质司)提出。

本规范由全国地质矿产标准化技术委员会归口。

本规范由地矿部地质环境管理司、云南水文地质队、中国地质大学(武汉)、广东二水、青海水文队、陕西二水、山西地矿局、江西水文队、黑龙江二水、地矿部水文地质方法队起草。

本规范主要起草人楚占昌、冯江、杨裕云、李景豪、魏文才、陈天柱、廖进德、左文智、薛明秀、陈宝荪、郭希哲。