免费标准网(www.freebz.net)

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ / T0097—1994*

工 程 地 质 调 查 规 范

(1∶2. 5万～1∶5万)

Standard for engineering geological investigation

1　主题内容与适用范围

本规范对 1∶2.5 万～1∶5 万工程地质调查的各项工作进行了规定。内容包括设计书的编写、遥感图象的应用、工程地质测绘、物探、勘探与长期观测、野外测试与室内试验、特殊岩土地区工程地质调查要求、环境工程地质问题调查要求、资料综合整理。

本规范适用于已进行 1∶5 万区域地质调查和 1∶5 万水文地质普查的地区。对城市、矿山、工业建设基地、地质灾害多发区进行 1∶2.5 万～1∶5 万工程地质调查时使用。

2　引用标准

ZBD14001—89(DZ/T0095—94)	工程地质编图规范(1∶50 万～1∶100 万)
ZBD14002—89(DZ/T0096—94)	工程地质调查规范(1∶10 万～1∶20 万)

3　总则

3.1　1∶2.5 万～1∶5 万工程地质调查是一项区域性、综合性、基础性的地质工作。其主要目的是：

3.1.1　为城市总体规划、土地综合利用、工农业布局、环境保护和整治提供工程地质依据，并针对存在的问题提出具体的意见和建议。

3.1.2　为各类工程建设项目的规划、选址和可行性论证提供区域性工程地质资料。

3.1.3　为深入开展各类工程建设更大比例尺工程地质勘察和专门性工程地质、环境地质问题的科学研究提供基础性地质依据。

3.2　1∶2.5 万～1∶5 万工程地质调查的基本任务是：

3.2.1　查明地貌特征，研究地貌形态类型、成因类型及其形成时代，评价地貌对工程建设的影。

* 原专业标准 ZBD14003-89 改为行业标准 DZ/T0097-1994

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

3.2.2 查明各类岩、土体的岩性特征、成因类型和地质时代，进行工程地质分类，评价其工程地质特征。

3.2.3 查明褶皱、断裂(裂隙和断层)等地质构造特征和时代，评价地质构造对工程建设的影响。

3.2.4 调查新构造运动，地震活动性及抗震地质条件，进行区域稳定性评价。

3.2.5 查明水文地质条件，评价岩、土体渗透性和地表水、地下水对工程建设的影响，评价地下水资源。

3.2.6 调查各种外动力地质现象、地质灾害和环境地质问题，阐明其发育、分布规律及形成机制，评价和预测其发展趋势，为环境的合理利用和保护进行工程地质论证。

3.2.7 调查矿产资源、天然建筑材料及地质景观等各项资源，对其类型、成因、数量、质量及开发利用长期保持件进行初步评价。

3.3 在进行综合性调查和评价时，应结合实际需要对某些特殊岩、土体和工程地质问题、环境地质问题等进行重点调查和评价。

3.4 在工程地质调查前，应充分搜集已有资料。在已有资料较多、研究程度较高的地区，可采取补充调查、编测结合的方法进行工作。

3.5 工程地质调查应重视使用遥感、物探、原位测试及电算等先进技术和新方法，以提高调查质量，加快调查速度。

3.6 要切实抓好野外测绘、勘探、试验的质量，特别要抓奸第一性资料的搜集、编录和整理：加强资料的综合分析，严格各级检查、验收制度。

3.7 工程地质调查地区的选择，要综合考虑地区国民经济发展的近期和远景规划以及环境综合治理的需要，可优先考虑下列地区：

a．近期经济开发的城市和地区；

b．经济发达的中心城市、矿山和工业建设基地；

c．新建、扩建和搬迁的城市及厂矿；

d．近期规划的重要工程建设地区；

e．地质灾害多发区和重灾区。

调查比例尺根据实际需要确定。调查范围根据需要、可按自然单元、行政区划确定，1：5万工程地质调查也可按国际图幅进行。

3.8 工程地质调查工作的基本程序：

a．接受主管部门或委托单位的任务书，搜集资料，进行航卫片解译；

b．根据任务书及本规范编写设计书，进行野外工作的准备工作；

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

c．按批准后的设计书开展野外测绘、勘探和试验；

d．野外资料验收，室内资料综合分析和整理，编制图件，编写报告、成果审批与出版。

4　设计书的编写

4.1　在编写设计书之前，应详细了解调查区的经济状况、发展规划和对工程地质工作的要求，充分搜集水文气象、自然地理、地貌、地层岩性、地质构造和新构造、地震、水文地质、工程地质、动力地质现象、地质灾害及其他有关的资料，评述其可利用程度；进行遥感图象解译和野外踏勘，编制研究程度图和工程地质草图，了解工作条件和工程地质条件的复杂程度。

4.2　调查方法的选择、工作量的布置必须充分考虑工程地质条件的复杂程度，以往研究程度、工作条件和工程地质勘测技术的现有水平等因素。表 1 列出一般情况下工程地质调查的技术定额。

表 1　　工程地质调查技术定额表（每 100km²）

地区	工程地质条件复杂程度	比例尺	观测点（个）	勘探点（个）	原位测试（孔组）	岩、土样（个）	水样（个）
平原区	简单	1∶5 万	30—50	2—6	0.5—1	35—150	2—5
		1∶2.5 万	100—200	5—10	1—2	75—250	4—8
	中等	1∶5 万	40—70	4—8	1—2	60—200	4—7
		1∶2.5 万	200—300	10—15	2—3	150—380	6—10
	复杂	1∶5 万	50—90	6—10	1.5—2	90—250	6—8
		1∶2.5 万	300—500	15—20	3—4	220—500	8—12
丘陵山区	简单	1∶5 万	50—70	1—3			
		1∶2.5 万	200—300	3—5			
	中等	1∶5 万	60—80	3—5			
		1∶2.5 万	300—400	5—10			
	复杂	1∶5 万	70—100	5—8			
		1∶2.5 万	400—600	10—15			

注：①应用遥感图象解译，观测点数量可按第 5.3.6 条规定减少。

②物探工作量及丘陵山区的原位测试，岩、土样和水样数量，根据地区特点和实际需要确定。

③收集的资料，经检验后能利用者，可计入正式工作量。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

区域工程地质条件复杂程度划分为以下类型：

简单类型：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，无建筑物变形或其他“病害”现象。

中等类型：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，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。

复杂类型：地形和地貌类型复杂，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；各种类型的地下水之间关系复杂，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他“病害”现象多见。

4.3 设计书必须在充分研究工作区各种有关情况的基础上，依据任务书下达的任务和本规范规定的技术要求进行认真编写，并经主管部门审批。执行过程中可根据具体情况对设计书作适当修改，重大变更部分应提出补充设计报主管部门批准。

4.4 设计书一般包括下述基本内容：

4.4.1 文字部分

a. 绪言：目的、任务和调查区自然条件、经济概况及发展规划，工程地质研究程度等；

b. 调查区工程地质概况：地貌、地层岩性、地质构造与新构造、地震、水文地质、外动力地质现象和地质灾害等，工程地质条件及主要工程地质问题；

c. 工程布置及调查工作方法：调查重点及工程布置的原则，主要调查工作手段及工作量，各项调查、勘探、试验的技术要求、技术措施及技术质量指标；

d. 人员组织，仪器、设备和材料，经费预算和调查工作进度；

e. 预期提交的成果。

4.4.2 主要附图和附表

a. 研究程度图；

b. 工程地质略图(附柱状图及剖面图)；

c. 调查工作布置图(附分类型的勘探剖面和典型钻孔设计图)；

d. 设计的主要实物工作量一览表；

e. 设备、仪器及主要材料明细表；

f. 各种费用预算表。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

5. 遥感图像的应用

5.1 基本要求

5.1.1 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。其主要任务是对各种工程地质要素进行解译，以便在工程地质调查中和利用各种宏观信息。

5.1.2 遥感图像的解译工作应先于工程地质测绘，并贯穿工作的全过程，使其成为设计编写、野外工作、资料整理及报告编写等工作的一个组成部分。

5.1.3 通常应用的遥感图像是航摄像片和卫星象片。二者宜结合起来使用，以发挥卫星宏观概括性强、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，可根据相片的可解程度、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，应以遥感解译为主，补充必要的地面地质调查资料。

5.1.5 除运用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的资料的野外补充。

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，可分别编制调查区地质构造图和新构造图、地貌及外动力地质图、岩、土体工程地质分类图、水文地质要素图、城市土地利用现状图、水体污染等解译图及象片镶嵌图、典型相片图等。

5.1.8 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 划分区域内的不同地貌单元，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、地层岩性及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

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

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 确定地质构造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作出初步评价。

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、地下水溢出带和渗失;：确定洼地、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，大体可划分为准备工作、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、相片质量评定和编录、仪器设备的准备、制作相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，卫星图像应尽量放大，航片比例尺以 1∶2 万～1∶5 万为宜。一般各搜集二套。其中一套作相片镶嵌图或典型样片用。必要时，可在重点研究地段或为专门目的搜集更大比例尺的航片和不同历史时期的航片，或进行专门的遥感测量。

5.3.3 遥感图像相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，进行室内的详细解译，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起来，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相片可解程度，按下列三种情况酌情减少。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

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，观测点可减少 10%～30%，其他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，图像上难以确切圈定主要地质体和地质现象的界线，观测点可适当减少，其他技术定额不减少。

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，应补作必要的工作后，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，应把单张相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　遥感图像解译应提交的成果资料：

a．工程地质解译图；

b．代表性的解译卡片；

c．典型相片图；

d．文字说明；

e．其他成果资料：根据遥感内容和工作需要，可分别编制区域地质构造、地貌及外动力地质现象，岩土体工程地质分类图，水文地质现象等基础性解译图和反映区内工程地质特点和问题的专门性解译图，如城市土地利用现状图、城市水体污染状况图、河流侵蚀淤积速率图、水土流失分布图、斜坡结构类型图、滑坡类型图、地质景观资料图等。

6　工程地质测绘

6.1　一般要求

6.1.1　工程地质测绘是工程地质调查中最基本的方法，其任务是调查测区的工程地质条件，其中包括地形地貌，岩、土体工程地质特征，地质构造及新构造运动(特别是现今活动构造)，水文地质条件，外动力地质作用、现象和地质灾害，主要工程地质问题和环境工程地质问题以及天然建筑材料等。

6.1.2　我国仅部分地区进行过 1∶5 万地质和水文地质调查工作，因此，在这些地区进行同比例尺工程地质测绘时，应充分利用已有资料和航卫片解译成果，通过野

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

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 工程地质测绘应采用比例尺大一级的地形图做工作底图。

6.1.4 工程地质测绘司可分以下三个阶段：

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。

6.1.5 正式测绘前，应首先实测代表性地质剖面，建立典型的地层岩性柱状剖面和标志，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。

6.1.6 岩性综合体或岩性类型是填图的基本单位，可能时划分到工程地质类型，其界线可与地层界线吻合，也可根据岩性、岩相和工程地质特征进行细分或者归并。

6.1.7 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。

各种地质体的界线必须实地勾绘或根据遥感解译界线通过野外核定。测绘的各种地质点位置的误差范围在相应比例尺图上不大于 2mm。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，并具有较好的控制性和代表性。

界线的圈定采用路线穿越法，特别重要的界线可以适当追索。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。

6.1.8 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、层理和片理产状，节理、裂隙统计点，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，视其个体现象规模大小，可按同比例尺圈定边界，或用符号表示，当其集中分布时也可用群体符号表示。

6.1.9 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之间的沿途观察记录，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。凡图上所表示的地质现象，均须与文字记录相对应。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

6.1.10　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. 野外调查实际材料图；

b. 野外工程地质草图；

c. 实测地层剖面图、工程地质柱状图及第四系综合剖面图；

d. 各类观测点的记录卡片；

e. 轻型山地工程(坑、槽探)记录表及素描图；

f. 井、泉调查统计表及动态观测记录表；

g. 外动力地质现象、地质灾害和主要工程地质现象等专题内容一览表；

h. 岩、土、水样采样统计表及试验成果一览表；古生物化石采集登记表；孢粉、古地磁采样登记表；

i. 地质照片图册；

j. 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主要工程地质问题的调查研究过程，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、各种岩溶现象等，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。其中包括：结构面的发育特点、软弱夹层的分布情况、易溶成分及有机物的相对含量、成岩程度及其坚实性、岩石风化程度及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

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

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、流线构造特征，侵入体与围岩的接触关系，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，软弱层和岩脉的分布特点，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，进行物理力学性质试验。

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 $Q_{Ⅰ}$、$Q_{Ⅱ}$、$Q_{Ⅲ}$、及 $Q_{Ⅳ}$。四分法表示：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(Qq)和全新世(Qn)。

6.2.3.3 确定成因类型

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。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

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。并按土体的结构特征分为以下三种基本类型，必要时还可细分：

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的土层所组成。

6.2.4　地质构造调查

6.2.4.1　在分析已有资料基础上，查明测区构造轮廓、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

6.2.4.2　测绘中要调查褶曲的形态、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，断层两盘的地层岩性、破碎情况及错动方向，主断裂和伴生与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可参考 ZBD14001(DZ / T0095—94)附录 C(参考件)。

6.2.5　新构造运动、构造现今活动性及地震调查

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

调查工作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化情况，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。有条件时可作年龄测定。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各段地震活动规律(3.5 级以上有感地震)，评价测区地震活动水平：编制整理测区 3.5 级以上的地震目录，包括发震的时间、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、径流和排泄条件，地下水活动与环境的关系，如土地盐碱化、冷浸现象等。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

在区域调查中，要着重浅部(如 30m 以上)水文地质条件的研究。此外，还应注意地下热水、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、发展的规律性，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．滑动面的数目、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 ZBD14002(DZ/T0096—94)附录 C(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、崩塌和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

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

次堆积量；

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

通过调查进行泥石流的分类，参考 ZBD14002(DZ/T0096—94)附录 D(参考件)。

6.2.7.4 冲沟调查

冲沟调查的主要内容是：冲沟的形态(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.水土流失的状况调查包括：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。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以了解岩石的风化速度；

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 ZBD14002 (DZ/T0096—94)附录 E(参考件)。

6.2.8 环境工程地质问题调查

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

人类工程—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，从而导致一系列的不良地质现象，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”排放所带来的环境污染等。

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—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，分析影响地质环境变化的因素，预测其发展趋势；对环境的开发和保护措施提出建议。

6.2.9 天然建筑材料和矿产资源调查

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，对其质量和储量做概略评价。搜集、调查区内大型或有重要价值的矿产资源的储量、质量和分布情况。

6.2.10 地质景观资源调查

调查区内各类岩性、地貌景观的发育特征和分布范围，其形成条件与演化过程，阐明其观赏价值与科学意义；调查景观地段的环境地质条件，结合人文景观及地区的经济、交通条件，评价其开发利用条件并提出保护措施。

7 地球物理勘探

7.1 物探方法

在工程地质调查中应充分利用地球物理勘探(简称物探)方法，并将物探方法与其他地质方法合理地密切结合，以迅速、经济地取得更正确、全面的地质、工程地质资料。一般情况下，物探应在钻探和大面积调查之前进行。不同地质、工程地质

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

任务常用的物探方法列于表 2。

表 2　不同地质和工程地质任务常用的物探方法表

地质和工程地质任务	物探方法
查明第四系松散沉积物的岩性、厚度、空间分布及古河道的位置	地震、电法、综合测井、声波测井
查明基岩埋藏深度及其基岩面起伏形态	电法、地震、磁法、重力
判断隐伏断裂带、测定风化壳厚度，对风化壳进行分层、分带	电法、地震、声波测井、重力、磁法、放射性、无限电波透视、孔中超声成像
查明主要含水层的埋藏分布规律、咸淡水分界面及分布范围	电法、地震
了解地下溶洞、洞穴位置、规模、分布范围及埋藏条件	电法、地震、重力、无限电波透视、地质雷达
崩滑体的空间分布及滑动面的埋藏情况	地震、电法、综合探井
查明天然建材种类及分布	电法、地震、磁法、重力
地震裂度小区划分、砂土液化评价	单孔、跨孔纵（P）、横（S）波速测量
内河、湖泊、浅海水下工程地质调查	浅地层剖面、水上地震、声波测井
研究第四纪断层以推断断层活动性	地震、综合测井
了解岩、土体弹性力学等部分工程地质基本参数	岩、土样和孔中纵（P）、横（S）波速测量，综合测井等

7.2　物探方法选择的原则

7.2.1　应根据工程地质调查的需要和调查区的地质、地形地貌、干扰因素等具体条件，不同物探方法的物理前提和应用条件因地制宜地正确选择物探方法。

7.2.2　在选择与投入新的物探工作之前，应充分搜集利用以往的物探成果及各类遥感资料，尤其要注意搜集航磁、区域重力、电法、区域地震剖面等资料。当确认以往资料有充分利用价值后，可减少新投入的物探工作量：当可利用的资料达到调查要求时，进行少量的检查，核对工作。

7.2.3　应根据调查任务的实际需要，决定采用单一的，还是综合的物探方法。对于解决较复杂的地质问题，以采用综合物探为宜。

7.3　物探的技术要求

7.3.1　应根据调查设计·书提出的任务，参照有关物探规范，编制物探设计书或在调查设计书中列出的物探设计的专门章节。按设计要求进行施工、资料整理、编

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

写报告和成果验收、

7.3.2 物探的技术要求可参考有关物探规范，但需强调下列各点：

a．对于物性前提不明、地质效果有争议的地区，在布置物探之前，应先开展适量的试验工作；

b. 地面物探工作的探测深度，一般应大于钻探深度；

c．物探剖面应沿工程地质条件变异最大的方向布置。物探应与钻探密切配合，钻探可作为物探的验证手段，物探又是钻探工作的延伸与补充；

d．在钻探困难或仅需要初步探测某些工程地质问题的地区，可单独进行物探工作；

e．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；

f. 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。对有代表性的钻孔作纵(P)、横(S)波速测井；

g．对有代表性的岩、土试样进行纵(P)、横(S)波速测量；

h．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：

i. 重点地段可进行较高精度的物探工作。

7．4 物探成果

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成果上，以便于地质人员使用，更好地发挥综合地质方法的优越性。物探成果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。

8. 工程地质勘探与长期观测

8.1 工程地质勘探的一般原则

8.1.1 工程地质勘探(包括钻探和山地工程)主要任务是查明地表以下地质结构，岩、土体的岩性、厚度、埋藏深度、分布范围以及水文地质条件等，并为采取试验

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

样品，进行野外测试提供条件。

8.1.2　勘探布置应在工程地质测绘及物探等已有资料的基础上进行，并考虑调查区工程地质特征和经济规划、工程建设的需要。控制性勘探点的数量应占勘探点总数的 5%～10%。遇有难以预见的特殊工程地质体和工程地质问题时，可增加工作量。水文地质试验及专门性试验的勘探工作量可根据需要确定。

8.1.2.1　在平原区，勘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)。

8.1.2.2　在山区、山间盆地、大型河谷及其他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，也应布置适量勘探点。

8.1.2.3　黄土区，应该把查明黄土垂直分层和水平变化规律及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、沙漠地区及其他特殊岩、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勘探工程。

8.1.2.4　考虑国民经济需要，应把经济发达地区(段)、近期规划的重点工程建设地区(段)、有经济发展前景的地区(段)作为勘探的重点。

8.1.2.5　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。

8.2　钻探

8.2.1　钻探是工程地质调查的最重要的手段之一，其主要任务是：

8.2.1.1　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。

8.2.1.2　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。

8.2.1.3　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、组成物质或填充物的性质及发育规律。

8.2.1.4　了解透水、含水层组的岩性、厚度、埋藏条件、渗透性、地下水的水位、水量和水质。

8.2.1.5　了解建筑材料的岩性、埋藏分布情况和开采条件。

8.2.1.6　进行取样试验及野外测试，了解岩、土体的工程地质性质及其空间变化规律。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

8.2.2　钻探孔深度的确定：

8.2.2.1　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。控制性钻孔深度一般在 100m 左右。

8.2.2.2　覆盖土层和风化带、破碎带厚度小于 20m 时，大部分钻孔应钻至新鲜完整基岩中 3～5m。

8.2.2.3　揭露构造破碎带的钻孔，应钻透破碎带至新鲜岩体中 3～5m。

8.2.2.4　对外动力地质现象的活动体，应钻至活动体下 5m 左右。

8.2.2.5　在岩溶裸露和浅埋区的钻孔，一般应钻入可溶岩层为 20～30m，且终孔处应为较好岩石，若遇岩溶洞穴，应穿过洞穴钻至较好岩石。控制性钻孔应酌情加深。

8.2.3　钻探的技术要求：

除执行有关钻探工艺规程要求外，特别强调以下各点：

8.2.3.1　孔径要求：采取原状土样的钻孔，孔径不小于 130mm；采取岩石力学试样的钻孔，孔径不小于 110mm；进行专门性试验的钻孔孔径，按需要确定。

8.2.3.2　取芯要求：必须全孔连续取芯钻进，并要求：

a．不准超管钻进，必要时应限制回次进尺和回次时间；

b．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、硬脆碎和软碎岩层中尽量采用反循环钻进；土层和破碎带应用双岩芯管无泵钻进；

c．岩芯采取率要求：粘性土和完整岩体不低于 80%，砂类土不低于 60%，卵砾类土不低于 50%，风化带和破碎带不低于 50%，冲击钻以四分法留取样品，其数量应满足试验鉴定的需要；

d．无岩芯间隔孽求：粘性土不超过 1m，其他不超过 2m。

8.2.3.3　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 1 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．土样采取数量、规格参见地质矿产部《土工试验规程》。如土样直径不小于 108mm，长度不大于 300mm 等。

8.2.3.4　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。

8.2.3.5　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，

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

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。

8.2.3.6 简易水文地质观测：观测初见水位、静止水位、水温、涌水和漏水情况，以及其他异常情况等。

8.2.3.7 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。

8.2.3.8 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。

8.2.3.9 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。

8.2.4 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。其他钻孔岩芯分层缩样保存。对有意义的岩芯，应揭片留样。

8.2.5 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、地质编录、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，应补做未达到要求的部分，或者返工。

8.2.6 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，简易水文地质观测记录，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，岩芯缩样表及移交保管表，钻孔质量验收书等。

工程地质钻孔报告书的编写内容：钻孔目的和任务，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。

8.3 山地工程

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。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

山地工程需进行详细编录描述和编制地质展示图等。

8.4　工程地质长期观测

8.4.1　工程地质长期观测的基本任务是了解、验证和人类工程活动有密切关系的各种自然条件和地质作用随时间的变化规律，取得定量数据，为工程地质评价和预测提供科学依据。

8.4.2　工程地质长期观测项目应根据地区工程地质特点和实际需要确定，主要有：

a．建筑物变形观测；

b．外动力地质现象和环境地质问题观测：如对可能活动的崩塌、滑坡、泥石流、岸坡和地面裂缝、地面塌陷、地面沉降等位移变形观测；

c．内动力地质现象观测：如对活动断裂的位移观测，微地震观测、地应力观测等；

d．自然条件的观测：根据需要，对气象、水文、地下水位、孔隙水压力等进行观测；

e．人为因素的观测：如对抽水井(孔)或回灌井(孔)的水量、水位、水温、水质变化观测，矿坑或地下工程排水量观测等。

8.4.3　工程地质长期观测应布置在重点地段或具有代表性的地段。

8.4.4　观测连续时间应超过一个水文年，必要时可延至下阶段工作或移交有关部门继续进行。

8.4.5　观测方法与精度要求，可根据具体情况确定，并可参照有关规程执行。变形观测一般以地面观测为主，必要时可设置钻孔原位分层观测。

8.4.6　观测成果应提交专项报告和有关图件、照片等资料。

9.　工程地质野外测试与室内试验

工程地质测试的主要任务是：了解岩、土体的工程地质性质和水文地质特征，取得必要的工程地质参数。测试工作须野外原位测试与室内试验结合进行。

9.1　野外测试

原位测试在各工程地质单元中具代表性的地段和工程建设需要的地区进行。

9.1.1　静力触探

9.1.1.1　静力触探适用于粘性土及砂类土。

9.1.1.2　静力触探的一般要求：探头的型号和规格，应根据土质条件和使用经验确定。探头在使用前须进行率定；贯入速率采用 0.8～1.2m / d。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

9.1.1.3 通过试验查明土的均匀性和分层，确定地基土的强度和变形参数。

9.1.2 动力触探

9.1.2.1 动力触探适用于粘性土、砂类土、松散的细粒卵砾类土及素填土。

9.1.2.2 动力触探的类型，可按需要选择：

a. 轻型动力触探：适用于深度小于 4m 的粘性土：

b. 中型动力触探：一般适用于粘性土；

c. 重型(1)动力触探(标准贯入)：适用于粘性土、砂类土；

d. 重型(2)动力触探：适用于砂类土及卵砾类土。

9.1.2.3 通过试验得出的锤击数，可判别砂类土的密实程度或粘性土的状态，估算地基承载力，判别饱和砂类土、亚砂土、粉土震动液化的可能性等。

9.1.3 旁(横)压试验

9.1.3.1 旁压试验用以测定土层水平方向的强度和变形特征。适用于一般粘性土和粉细砂层。

9.1.3.2 宜采用钻式旁压仪，试验点间距一般 1～2m。试验加荷等级约为比例界限值的五分之一，一般 10～25kPa。

9.1.3.3 试验结果可以提供土层的承载力、旁压模量。

9.1.4 十字板剪力试验

9.1.4.1 十字板剪力试验主要用于饱和软粘性土层。

9.1.4.2 宜采用电测十字板剪力仪。试验点间距一般 1.0～1.5m，在软弱夹层中应有试验点。

9.1.4.3 试验结果可提供土的抗剪强度(C_u)、残余抗剪强度(C_u')及灵敏度(S_t)。

9.1.5 弹性波速测试

9.1.5.1 为获得岩、土体的动力性质参数而进行弹性波速试验。

9.1.5.2 一般采用跨孔法，孔距 4～10m(纵横波波速测试)或 4～50m(纵波波速测试)，孔内测点间距 0.5～5m。孔斜误差每 100m 应小于 1°。

9.1.5.3 测试结果可提供各岩、土体的纵、横波速度(v_p、v_S)、动泊松比(μ_a)、动剪切模量(G_a)、动弹性模量(E_a)等。

9.1.6 点荷载试验

9.1.6.1 点荷载试验用于测定不经修整的岩芯或稍加修整的不规则岩样。

9.1.6.2 点荷载试验可在工程地质测绘和勘探中进行。每个工程地质单元按其均匀性测定 10～20 个样。

9.1.6.3 通过试验可估算单轴抗压强度和抗拉强度，也可作为岩石强度分类的指

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

标之一，并能得出岩石的各向异性情况。

9.1.7 载荷试验

本阶段调查中一般不进行载荷试验，仅在有特殊意义的地点，才进行载荷试验。

9.1.8 渗透性测试

9.1.8.1 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，应在钻孔中自上而下进行分段压水(或注水)试验，以了解岩石的透水性和裂隙性。

9.1.8.2 在规划的建筑区中，尤其是地下建筑和开采工程区，应选择主要含水层进行少量抽水试验。

9.2 室内试验

9.2.1 土的工程地质性质试验

9.2.1.1 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、变形模量和泊松比等；

b. 碳酸盐岩等可溶岩应作化学分析，测定 CaO、MgO、SiO2 和 R_2O_3 等含量；

c. 软质岩石应测化学成分和胀缩指标；

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它项目。

9.2.1.2 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；

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. 作增筑土用的土料，需补作击实试验，求出最优含水率和最大干密度；

h. 设计书中要求测试的其他项目。

9.2.1.3 水质分析项目：pH、CI^-、SO_4^{2-}、HCO_3^-、C_a^{2+}、Mg^{2+}、游离 CO_2、侵蚀性 CO_2、

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

硬度和要求测试的其它项目。

9.2.2　第四纪地层测试

9.2.2.1　第四纪地层测试的目的是了解地层的成因类型、时代和古地理、古气候等。

9.2.2.2　测试项目：微体古生物、孢粉、粘土矿物成分、化学分析、古地磁、同位素及热发光等。

9.2.2.3　测试工作应选取有代表性的控制性钻孔，进行系统取样。对每一个采样孔宜进行多种测试项目。

9.2.3　试样采集点的布置原则

9.2.3.1　岩石物理力学样的布置

一般每种主要岩石采样 3～5 组。变化规律不明显的可按面积控制。变化明显时，按岩相区或成因类型加以控制。采样点一般应布置在代表性剖面上。

9.2.3.2　土的物理力学样的布置

一般在钻孔中分层采取，用以了解每个工程地质单元的物理力学指标。根据各单元的重要性及其均匀性，确定每层的取样数量。

10　特殊岩土地区工程地质调查要求

10.1　岩溶地区

10.1.1　调查内容

10.1.1.1　根据岩溶地层的出露条件，岩溶地区可分为裸露型、覆盖型、埋藏型三种工程地质条件不同类型。应针对不同类型岩溶区的特点确定调查重点和工作方法。

10.1.1.2　查明岩溶的发育条件和分布规律：

a．查明碳酸盐岩和其它可溶岩及非可溶岩夹层的岩性、厚度、结构和组合、分布特征，划分岩溶层组类型，研究岩石性质与岩溶发育的关系；

b．查明区域构造及新构造特征，构造断裂的发育与分布的特征及其对岩溶发育的影响；

c．查明区域岩溶地貌、微地貌的形态特征、组合类型及其分布；地表水文网的分布、变迁及其和地下水文网的关系；各级剥夷面的特征、时代、分布高程及其与岩溶发育的关系；

d．查明区域水文地质条件，着重了解岩溶含水体的特征，地下水分水岭的位置，地下水位(头)，地下水的补给、径流、排泄条件，地下水位变幅及泉流量的变化系数，水化学特征，地下水的开采历史、开采量、降落漏斗，以及覆盖土层中的地下

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

水和下伏岩溶水的水力联系。

10.1.1.3　查明岩溶的形态特征及其发育程度：

a．调查岩溶个体形态和组合形态及其特征，测量描述各种地表岩溶形态要素，选择代表性地段进行测量统计以了解岩溶的形态、规模和发育密度；

b．对大型洞穴要测制平、剖面图，调查洞穴的形成条件、洞穴内部形态和堆积物特征，评价洞穴稳定性及其开发利用价值；

c．以碳酸盐岩的岩性、沉积组合类型及岩溶地貌特征为基础，结合地表个体岩溶形态、岩溶率及富水性等指标，评价岩溶的发育程度。对于覆盖岩溶区，主要以钻孔岩溶率(K)进行评价，并作出钻孔岩溶率随深度变化的岩溶率(K)—深度(H)曲线，以了解强岩溶带的发育深度。

10.1.1.4　查明岩溶塌陷和地面下沉、开裂等地面变形现象：

a．查明岩溶塌陷和地面变形现象的发育特征：塌陷坑形态、规模、数量、散布特征、密集程度和影响范围；地面下沉的范围、形态特征和最大下沉深度；地面开裂的长度、宽度、数量、延伸范围和展布方向等；

b．查明岩溶塌陷和地面变形的成因、结构类型及其形成时期；

c．查明岩溶塌陷和地基变形现象发育的地貌条件，如岩溶洼地和谷地或平原、岩溶盆地、山前缓丘坡地，河湖冲积平原或阶地等，岩溶塌陷与微地貌的关系，地表有无漏斗、碟形洼地等古老塌陷的遗迹；

d．查明覆盖层的岩性、结构、工程地质特性和厚度变化。着重调查胀缩性土、软弱粘性土、易液化土等性质不良土体的岩性组成、性质、厚度与分布，以及土洞的发育与分布状况；

e．查明可溶岩埋深与起伏变化特征，隐伏岩溶发育特征和程度，如埋藏石芽、溶沟的发育与分布状况，埋藏的漏斗、洼地、槽谷的深度和分布，浅部岩溶发育特征和程度，岩溶充填程度和充填物特征等；

f．查明岩溶地下水的赋存状态，水位埋深与动态变幅，覆盖层的含水性及其与岩溶地下水的水力联系。着重调查岩溶塌陷的发育与地下水主径流带、排泄带及双层含水结构分布地段的关系；

g．查明岩溶塌陷和其它地面变形现象的发育过程及其有关的自然和人为影响因素，塌陷的发育阶段及现阶段的稳定状态；

h．对于岩溶陷落柱，还应着重调查其组成物质、结构及其在平、剖面上的变化，发育时期现今活动性，地表迹象及隐伏状态，与构造断裂及地下水径流带的关系等；

i．根据覆盖层的岩性、结构与厚度，岩溶发育程度及地下水位埋深等因素指标，

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

定性评价覆盖地区地表的稳定条件，结合岩溶塌陷的发育现状，人为因素作用的性质与强度，预测岩溶塌陷的发展趋势及其对环境的影响程度。

10.1.1.5　查明岩溶区其它动力地质现象：

a. 调查滑坡、崩塌和危险堕石等斜坡重力地质现象的分布和形成条件，着重调查软弱夹层和不连续结构面的性质、产状、分布、组合情况及其与地形和建筑物的关系，以及岩溶因素对斜坡稳性的影响。评价斜坡的稳定条件，预测斜坡的稳定性，划分不稳定地段；

b. 对岩溶地区的水工建筑物，应调查其岩溶渗漏等病害的性质产生条件，分析病害的原因，预测其发展趋势。

10.1.2　岩溶地区的勘察与试验

10.1.2.1　岩溶洞穴调查

a. 岩溶洞穴调查是岩溶调查不可缺少的重要方面，是一种多学科的综合性调查，内容包括：洞穴系统的形态，洞穴围岩的岩性、结构与构造，洞穴堆积物的类型、特征及其形成时代，洞穴地貌，洞穴水文与气候；洞穴现代生物、古生物与古文化；

b. 洞穴形态调查，一般采用罗盘仪—气压计法测制洞穴平面及纵、横剖面，如有特殊目的时也可以用仪器测量；

c. 洞穴堆积物调查，应描述其形态特征，调查其产生条件，进行成因和形态分类，并系统采集样品及古生物化石。应注意调查堆积物的沉积关系，划分其沉积次序，并与洞外沉积物进行对比分确定其沉积来源和沉积时代；

d. 洞穴水文调查，查明各种水流的出露位置，出流方式，测定其水温、流量和水深，并系统采集水化学样品；

e. 洞穴气候调查，系统测定洞穴气温、湿度的变化及其通风条件有条件时应进行空气中 CO_2 的测定；

f. 对地下河洞穴，如有特殊目的，应进行潜水探查；

g. 洞穴调查应配备专用设备，并应制定相应的安全措施。

10.1.2.2　物探

岩溶区常用地面电法(包括电测剖面和电测深)探查覆盖层岩性和厚度，埋藏的岩溶洼地、漏斗 、槽谷和较大的岩溶洞穴、暗河通道的分布、深度和方向，以及岩溶水的埋深和富水地段等。此外，还可应用地震、微重力、钻孔无线电波透视等方法。

10.1.2.3　岩溶水的示踪试验

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

在岩溶地区，为查明洞穴通道系统和岩溶水系统及其流速、流向，确定地下分水岭位置，了解地下河和岩溶水的补充来源。调查地表水和地下水的转化关系以及岩溶水库的渗漏通道等，常需进行岩溶水的示踪试验。一般常用方法有：化学示踪法，染色示踪法，漂浮物示踪法，同位素示踪法，以及堵水抬高水位法等，可参照有关规定进行。

10.1.2.4　测试

除对碳酸盐岩和其他可溶岩及其夹层、覆盖层的矿物和化学成分及物理力学性质进行测定外，为了碳酸盐岩和其他可溶岩的溶蚀性质需进行相对溶解度或比溶蚀度试验；为判断不同岩溶水系统之间和与其它类型地下水之间的水力联系及其补给来源，需进行定深采样的水化学及氢、氧同位素分析。

10.1.3　提交成果

提交岩溶地区工程地质图、专门性图(如岩溶地貌类型图、岩溶发育程度图、岩溶动力地质现象或岩溶塌陷分布图等)以及相应的文字报告。

10.2　红层地区

10.2.1　调查内容

10.2.1.1　查明红层的岩性、组成成分、成岩程度、层序及其组合特征，尤其是软弱夹层和软弱结构面的特征、规模、分布及其组合情况，进行岩体工程地质分类。

10.2.1.2　含盐地层调查

对含有岩盐、石膏、芒硝等蒸发盐类的红层，应着重调查：

a．含盐层的发育层位、产出方式、厚度及其物质成分；

b．查明其溶蚀形态和分布特征，着重调查其溶蚀作用的深度及其影响因素；

c．查明地表蠕变揉皱变形现象的发育与分布特征；

d．调查收集各类建筑物的工程地质资料，如岩体的强度，各种可溶盐分的溶解速度，膨胀变形及混凝土的侵蚀破坏现象等；

e．进行含盐地层工程地质特征的评价。

10.2.1.3　具胀缩性泥(页)岩的调查

红层中含有蒙脱石、胶岭石等强亲水性粘土矿物的泥(页)岩，往往具较强的胀缩性，着重查明其发育层位、岩性组成、粘土矿物成分和含量、工程地质性状、厚度及分布规律；并查明其自然和工程地质现象及其影响因素。

10.2.1.4　红层风化特征调查

a．红层中的含盐地层、胀缩性泥(页)岩及以泥质为主的碎屑岩等，均具易于风化的不良性状，着重查明影响风化的岩性、气候和地形地貌等因素；

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

b. 查明风化层的分布、厚度和变化规律，并进行风化带划分；

c. 进行岩层风化的工程地质评价。

10.2.1.5 斜坡稳定性调查

a. 查明岩层的组合情况，特别是软弱夹层、特殊性质岩层的分布和工程地质性状，各类斜坡的形态，天然和安全坡角及其稳定平衡状况，地形、地下水条件对斜坡稳定性的影响；

b. 调查滑坡、崩塌等不良地质现象的发育和分布特征、形成条件、结构类型、成因、形成时间、发育阶段、演变过程及现阶段稳定程度，进行工程地质评价，预测其发展趋势；

c. 调查已有斜坡的工程防护设施和效果。

10.2.1.6 水土流失调查

a. 查明造成水土流失的基本因素，如降水量、降水强度、地形坡度和切割程度、地表径流的方向和强度，形成固体径流的岩、土性质、结构和分布特征，地下水的埋藏条件、变化情况，植被覆盖和人类经济—工程活动对水土流失的影响；

b. 查明水土流失地区的侵蚀类型、程度和速度。侵蚀类型可分为面蚀、潜蚀、沟蚀、河蚀及重力侵蚀等。侵蚀程度以一定的地面单元和地段，用受各种侵蚀类型破坏面积占该单元或地段面积的百分比来表示。侵蚀速度以侵蚀模数(单位面积内的年输砂量)来表示；

c. 进行水土流失的工程地质评价，预测水土流失的发展趋势。

10.2.1.7 红层地下水的调查

a. 着重调查浅层地下水的类型、形成条件和分布规律及其对红层性状如软化、崩解和胀缩性的影响；

b. 查明环境水的侵蚀性，如侵蚀性地下水的成因、分布、埋藏条件、水的化学成分，水量的变化特征及其与含盐地层的关系。了解人类活动对地下水侵蚀性变化的影响；

c. 查明高矿化水或卤水的分布、化学成分及其侵蚀性。

10.2.2 测试

10.2.2.1 室内测试

a. 分层系统采样作如下测试项目：粒度分析、细粒级的矿物鉴定和化学分析，可溶盐成分与含量的分析，粘土矿物成分和含量的鉴定，显微结构鉴定；

b. 对可溶岩类进行相对溶解度或比溶蚀度试验；

c. 除进行常规物理力学试验外，作软化性、崩解性、胀缩性、渗透性试验，以

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

及不同环境水浸泡条件下的强度变化试验。

10.2.2.2 现场测试

a. 风化速度的现场观测；

b. 环境水对混凝土和金属构件的侵蚀性观测及水化学动态观测；

c. 含盐地层中，建筑物地基膨胀变形的现场观测：

d. 典型滑坡的滑动、变形观测；

e. 水土流失地区河沟水含砂量的观测。

10.2.3 提交成果

提交红层地区综合工程地质图和专门性图(如含盐地层工程地质分类图、红层斜坡稳定性分区图、红层地区侵蚀程度和强度分区图、环境水侵蚀性分区图等)及相应的文字说明。

10.3 软土地区

10.3.1 调查内容

10.3.1.1 软土地区地貌调查

a. 查明软土地区地貌(或微地貌)类型、形态特征及分布规律；

b. 近海地区需查明海岸地貌形态的成因、分布以及海岸线的变迁；

c. 查明潮间带、滩涂地区的分布及淤涨规律。

10.3.1.2 软土地区岩性及工程地质特征调查

a. 查明软土岩性、物质组成(颗粒组成、矿物成分及化学成分)、结构特征、成因类型、时代、厚度和分布规律；

b. 查明软土压缩变形、渗透固结与流变等工程地质特性；

c. 查明软土中的特殊土层(如淤泥、泥炭、硬土)的分布规律以及工程地质特性；

d. 查明软土层上、下相邻土层的岩性、渗透性能、排水条件及地下水特征；

e. 调查软土地区与软土分布有关的自然和各种工程地质现象，如土层的压缩变形，地基、边坡、堤岸等的失稳及砂土地基液化等工程地质问题。

10.3.2 软土的测试

10.3.2.1 室内特殊测试项目：高压固结试验、静力三轴试验、蠕变特性试验及反复荷载试验。

10.3.2.2 原位测试：静力触探试验、十字板剪切试验及旁压试验。

10.3.3 提交成果

提交软土地区综合工程地质图和专门性图(如软土层厚度等值线图、土体工程地质类型图、软土工程地质分区图等)及相应的文字说明。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

10.4　红粘土地区

10.4.1　调查内容

红粘土分布地区，除按岩溶地区的有关要求进行调查外，还应调查：

10.4.1.1　红粘土的岩性结构、成因类型、形成时代、地貌特征、成层厚度及分布规律。着重调查红粘的粒度、矿物和化学成分，孔隙和裂隙发育特征及其变化规律。

10.4.1.2　红粘土的工程地质性状，特别是胀缩性、崩解性和软化性等，查明在剖面上其强度随含水量和塑性状态的变化及下部软化层的埋藏和分布情况。

10.4.1.3　查明红粘土的含水类型和特征、地表水渗漏情况和地下水的分布、水位变化及其与岩溶地下水的关系。

10.4.1.4　查明红粘土中的土硐与塌陷，建筑物地基的开裂和变形，以及由于基岩面强烈起伏、红粘土层厚度变化和软土层分布不均引起的建筑物不均匀沉陷等不良地质现象的发育和分布特征，进行工程地质评价。

10.4.2　测试

10.4.2.1　室内除常规项目外，系统进行粒度分析、粘土矿物成分和含量鉴定及胀缩性、崩解性试验。

10.4.2.2　现场观测：不同时期土层含水量随深度的变化，红粘土中地下水位季节变化及其与岩溶地下不关系，建筑物胀缩变形等。

10.4.3　提交成果

提交红粘土地区的综合工程地质区或专门性工程地质图(如红粘土结构类型图、等厚线图等)及相应的文字说明。

10.5　膨胀土地区

10.5.1　调查内容

10.5.1.1　查明膨胀土的岩性、结构、矿物成分、成因类型、形成时代、土层厚度、裂隙发育状况及分布规律。

10.5.1.2　查明地形地貌、植被、地表径流、地下水条件等对土层中水分增减和运动的影响。

10.5.1.3　搜集降水量、蒸发量、气温、地温、日照等资料，了解其对土层胀缩性的影响。

10.5.1.4　查明膨胀土膨胀、收缩、压缩等性能及指标，根据地质、地貌条件及胀缩性指标对膨胀土进行分类、分区评价。

10.5.1.5　调查建筑物的变形情况及建筑经验。

10.5.2　测试

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

室内除常规试验外，系统进行膨胀土的胀缩性试验，粘土矿物和显微镜结构鉴定，按不同的地形地貌条件，选择代表性地段，观测不同时期建筑物的胀缩变形。

10.5.3　提交成果

提交膨胀土地区的综合工程地质图或专门性图(如膨胀土的分类或膨胀性分区图等)及相应的文字说明。

10.6　黄土地区

10.6.1　调查内容

10.6.1.1　黄土地层岩性调查

a. 查明黄土类土的地层层序、接触关系、成因类型、地质时代、厚度变化与区域分布特征；

b. 查明黄土类土的岩性组合与结构特征，包括：黄土类土的颗粒组成、矿物与化学成分、可溶盐组分与含量、结构构造、密实程度、孔隙裂隙发育特征、厚度，古土壤及其淀积层的特征、厚度、层数、密集程度和产状，黄±与古土壤的组合特征及其接触关系等；

c. 查明黄土层与下伏地层的接触关系，接触面特征，地下水位及变化情况，下伏地层的岩性特征等。

10.6.1.2　黄土地貌调查

a. 查明不同地貌类型的形态特征，地形起伏变化规律，源面的完整性及其分布范围，梁、峁、及组合关系；

b. 查明沟谷发育程度，主要沟谷形态特征、结构类型与坡降变化，谷坡的形态特征及其稳定程度，沟谷的侵蚀堆积特征等；

c. 查明黄土沉积前的古地貌特征、古地形形态及其起伏变化规律。

10.6.1.3　黄土湿陷性调查

a. 查明湿陷性黄土的岩性结构、厚度与分布。黄土湿陷性是按室内压缩试验，在一定压力下测定的湿陷系统δ_s判定：

当δ_s<0.015时，一般定为非湿陷性黄土；

当δ_s>0.015时，一般定为湿陷性黄土。

$$\delta_s = \frac{h_p - h_p'}{h_0}$$

式中：h_p——原状土在一定压力稳定后的高度，cm ；

h_p'——上述样品浸水湿陷稳定后的高度，cm ；

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

h_o——土样的原始高度，cm 。

b. 查明黄土的湿陷性质、程度和变化规律，作出湿陷性评价。黄土湿陷性分自重湿陷性和非自重湿陷性，按室内压缩试验，在土的饱和自重压力下测定的自重湿陷系数δ_{zs}判定：

当δ_{zs}＜0.015 时，为自重湿陷性黄土；

当δ_{zs}＞0.015 时，为非自重湿陷性黄土。

c．黄土的湿陷等级按预测累计湿陷量划分。预测累积湿陷量(△s)是：非自重湿陷性黄土，自地面下 1.5m～5m 的累积湿陷量；自重湿陷性黄土，自地面下 1.5m～10m 的累积湿陷量。

黄土湿陷等级一般分三级(见表 3)。

表 3　黄土湿陷等级　　cm

湿陷等级	分级湿陷量△s	
	非自重湿陷性黄土	自重湿陷性黄土
I	△s≤15	△s≤15
II	15＜△s≤35	15＜△s≤40
III	△s＞35	△s＞40

$$\Delta_s = \sum_{i=1}^{n} \delta_{si} h_i$$

式中：　△s——预测的累积湿陷量，cm ；

δ_{si}——第 i 层土的湿陷系数；

h_i——第 i 层土的厚度，cm ；

10.6.1.4　黄土地区水土流失规律调查

a．查明水土流失的现状、规模与分布范围；

b. 查明水土流失的形成条件和影响因素，如地层岩性、地貌条件、沟谷发育状况、新构造运动，特别是挽近期构造活动，以及降雨特征、暴雨强度和次数对水土流失的影响等；

c．查明侵蚀类型和侵蚀强度。侵蚀类型一般分为面蚀、潜蚀、沟蚀、重力侵蚀和冲蚀等，侵蚀强度一般以侵蚀模数(单位面积上的年侵蚀量)宋表示；

d．根据地质、地貌、植被等条件，按侵蚀速度对水土流失进行评价和预测。

10.6.1.5　黄土地区主要动力地质现象调查

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

a．查明滑坡、崩塌、泥石流等现象的形态特征、规模、成因、类型、形成条件和影响因素及其分布规律，分析其发育阶段和演化过程及现今的稳定平衡状态，预测其发展趋势；

b．调查现有的黄土窑洞及其他人工洞穴(如淘沙洞)的分布、岩性结构、埋深、跨度、洞形、支衬、施工方法及其变形特征和影响因素；

c．调查黄土边坡的稳定性，查明不同地貌单元边坡的岩性、结构、边坡形态、变形特征及其发展过程、变形原因与影响因素，分析各种类型边坡的稳定条件及其变化趋势；

d．调查主要河流的河岸再造现象，查明强烈塌岸地段的岸坡岩性、结构，塌岸原因和演变历史，塌岸速度与变化趋势。

10.6.2　测试

10.6.2.1　室内特殊测试项目

a．物理力学性指标：大孔隙系数、毛细上升高度；

b．矿物成分分析：轻、重矿物的种类、含量和组合关系；

c．黄土显微结构鉴定：包括胶结类型、孔隙特征及颗粒表面形态等；

d．黄土化学成分及可溶盐含量的化学分析。

10.6.2.2　现场特殊测试项目

a．水土流失侵蚀强度试验：根据不同地质条件，选择代表性沟谷，观测沟谷的切割深度和发展速度，并可结合不同时期航片的对比分析进行研究；

b．含砂量观测：在缺乏资料的情况下，选择代表性河流和河段进行观测，参照水文站的观测要求进行，时间不少于一个水文年；

c．典型滑坡的勘探试验与观测：选择极少量有代表性的、且有较大现实意义的滑坡进行勘探试验和观测，研究滑坡体结构，滑坡产生原因，活动滑坡的滑动速度等。

10.6.2.3　黄土湿陷性试验

a．室内压缩试验测定湿陷系数、自重湿陷系数和非自重湿陷系数；

b．载荷试验测定湿陷起始压力，一般采用双线法载荷试验，在同一点应做天然湿度及浸水饱和的两种载荷试验；

c．试坑浸水试验测定自重湿陷量。

10.6.3　提交成果

提交黄土地区综合工程地质图、专门性工程地质图(如黄土湿陷性分区图、黄土侵蚀模数图等)和相应的文字说明。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

10.7　冻土地区

10.7.1　调查内容

10.7.1.1　冻土地貌与动力地质现象调查

a，调查各种地貌形态和动力地质现象，如冰锥、冰丘、热融滑坍、热融沉陷、沼泽化湿地、厚层地下冰等。查明其形成原因、分布规律、发展趋势以及对工程建筑危害程度；

b．调查冰融、冰积地貌：冰川、冰融谷(槽谷)、冰斗、冰坎、冰蚀洼地、冰蚀湖、冰蚀悬谷和冰碛阶地、冰水河谷、冰碛丘、冰水扇等的形态．规模、分布、组成物质和形成时期；

c．调查各种冰缘地貌特征，如寒冻剥蚀山脉、山脊、山峰、寒冻剥蚀残留夷平面，寒冰石流、融冻滑坍、冻胀裂缝、冻土沼泽等。查明其分布的地质地貌条件、形成原因、发育特征及其活动规律。

10.7.1.2　冻土岩性结构与工程地质特征调查

a．查明各类岩土的岩性、成因、时代、风化程度、冻结状态及其分布规律；

b．调查岩土的透水性能、含水量及水分的分布和迁移情况，多年冻土中总含水量和含冰量；

c．查明多年冻土的上限、下限、厚度、埋藏条件及分布规律，以及季节融化层和季节冻结层的厚度；

d．调查收集与冻土的物理力学性质有关指标及冻土融化时的相对压缩量。

10.7.1.3　冻土构造类型与隔沉情况调查

a．收集调查气温、地温等有关资料，根据冻土的各类特征、要素，划分冻土构造类型（见表 4)；

b．根据现场调查，判别不同土层的融沉情况，具体应分为不融沉、弱融沉、融沉及强融沉四类（参照表 5)。

10.7.1.4　冻土地区的水文地质要素调查

a．查明冻土地区地下水的类型，各种地下水(冰结层上水、层间水、层下水)形成和分布的规律，着重调查季节冻土层下水距冻层底板的距离；

b．查明地下水化学成分的水平、垂直变化规律。对地下水中的充气现象，应系统采集气体群，查明气体的成分和成因。

10.7.2　调查方法与测试内容

10.7.2.1　调查方法

a．冻土地区的勘探、取样及测试可参照有关规范、规程的要求进行；

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

b.根据冻土的季节变化情况来确定适当的调查时期，如冰锥、冰丘调查宜在2～4月进行。冻土上限、深度的勘测工作宜在8～10月份进行。

表4　冻土主要构造类型划分

岩土类型	主　要　特　征	冻土构造类型
细颗粒松软土(粘土一亚粘土)	含水量小于塑限，冻结状态肉眼不易见到冰晶	隐冰晶整体构造冻土
	含水量在液、塑限之间，冻结时多呈粒冰状分布在土中，偶呈微薄层冰层	显冰晶整体构造冻土
	冰层在纵横方向上均有发育	网状构造冻土
	含水量大于液限，处于过饱和状态，冰层厚度在 1～2mm 之内，呈微层状构造冻土	层状构造冻土
	含水量大于液限，冰层厚度2～5mm，呈薄层状构造冻土	
	含水量大于液限，冰层厚度大于5mm，呈中厚层状构造冻土	
粗颗粒松散土(砂砾石、砾卵石等)	一般砂性土，冰砂呈粒状均匀分布	整体构造冻土
	砂砾石层，一般砾石排列相互接触，仅孔隙(或部分)被冰充填	接触状(充填式)砾岩
	砂砾石(卵砾石)、砾卵石相间部分或多数相互不接触，被冰包裹	包裹状(基底式)砾土
风化基岩及基岩	基岩裂隙部分或大部被冰充填	
混合类型含细颗粒的砾卵石	砂砾石间隙被冰包裹外，尚有中小冰透镜体分布	

10.7.2.2　测试项目

a．除进行一般岩土的物理力学性质测试外，尚需测试表征冻土物理状态和性状的指标，如相对含水率 I_0，融沉系数 A_0、起始冻胀含水率 W_0、冻胀率 η(%)、冻土的抗压和抗剪强度、切向冻胀力及冻结率等。并计算未冻水含水率 Wr、冻胀量 Vp 和冻土地基融沉变形值；

b．要有适当数量的地温孔，观测多年来冻土的温度变化规律。

10.7.3　提交成果

提交冻土区综合工程地质图、专门性工程地质图(如冻土层分布及厚度变化图、冻结层上限埋深图、冻土工程地质类型图等)和相应的文字说明。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

表 5　　融沉分类的现场判断方法

特性 / 土性 / 融沉分类	粗颗粒土		细颗粒土	
	冻结状态特征	融化过程特征	冻结状态特征	融化过程特征
不融沉	结构较为紧密，仅在孔隙中有冻晶存在	融化过程结构上没有变化，不产生颗粒重分布现象	整体状构造，冻土中肉眼看不到冰晶，多数小冰晶镜下可见	融化过程原土结构不发生变化，没有发生矿物颗粒重分布现象，没有渗水现象
弱融沉	有较多冰晶充填其孔隙，偶尔可见薄冰层及冰包裹体	融化后产生小的密实作用，但结构外形基本不变，有明显渗水现象	以整体构造为主，偶可见微冰透镜或小粒状冰	融化过程原土结构状态基本不变，但可见体积有缩小，并有少量渗水现象
融沉	除孔隙被冰充填满外，可见冰晶将矿物颗粒包裹，使卵砾石互相隔离，或可见较多土体、透镜体和水透镜体	融化过程发生明显颗粒重排列(密实)作用，并有大量水分外渗，土表面可见水层	以层状、网状构造为主，冻土中可见分布不均匀的冰透镜体和薄冰层	融化过程发生明显的粒重分布密实作用，有较多水份外渗
强融沉	卵砾石颗粒基本为冰晶所包裹或在大量的冰土透镜体和冰透镜体之中	融化过程使冻土结构受到破坏，水土(石)产生密实作用，最后水土(石)界线分明	以层状、网状构造的冻土为主，在空间上冻土普遍相隔分布	融化后即失去原来结构形式，或产生崩塌现象，或呈流动状态，最后水土界线分明

10.8　盐渍土地区

10.8.1　调查内容

10.8.1.1　查明盐渍土的成因类型、发育厚度、含盐性质和程度及其分布规律，根据含盐成分和含盐量的分类进行分区。

10.8.1.2　查明影响盐渍土形成和变化的气候、地形、地貌、岩性、结构、地下水埋深和水质条件。

10.8.1.3　查明盐渍土盐分聚集迁移的规律及其季节变化特征。

10.8.1.4　查明盐渍土的膨胀、收缩、湿陷、压实、压缩等工程地质性质指标，做出工程地质评价。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

10.8.2　提交成果

做出盐渍土综合工程地质图、专门性图及相应文字说明。

11　环境工程地质问题调查的基本要求

环境工程地质问题的类型很多，这里仅重点列出区域地壳稳定性、地面沉降、饱和土液化、斜坡和边坡稳定性的工程地质调查要求。对其他环境工程地质问题的调查要求，可参考前述有关部分和专门规范，如对地面塌陷可参考前述第八章 8.1条岩溶地区的有关部分，对水库渗漏、塌岸、浸没等可参考水利水电工程地质勘察规范。

11.1　区域地壳稳定性工程地质调查

11.1.1　根据现有地震烈度区划图，在地震基本烈度Ⅶ度以上地区或Ⅵ度区的重要城市以及重》

行性选址阶段，在开展工程地质调查时，均应开展区域地壳稳定性调查工作。

11.1.2　区域稳定性调查的主要任务

11.1.2.1　活动构造调查

在研究区域构造骨架的基础上，查明并区分出新断裂构造及活动断裂构造，特别是现今仍在活动的构造的形成原因、活动变化规律，及其对工程建设的影响和损害，圈定相对安全和不安全的工程建设区范围。

11.1.2.2　地震活动特征调查

系统搜集整理、统计、分析区域地震年表及目录(分历史地震目录、震中分布及仪器测定的地震目录、震中分布)，结合区域构造稳定性研究及必要的测试手段，进一步分析地震危险性，圈定潜在震源的位置、距离，可能发生的震级、频度等基本地震参数。

11.1.2.3　地震烈度小区划调查

在场地地面运动参数的测定和场地影响条件调查的基础上，用基本地震烈度或地震动参数进行地震工程地质分区，以此作为规划、建设和采取抗震防灾措施的依据。

11.1.3　调查的主要内容

11.1.3.1　活动构造调查

a. 在较大的范围内了解并查明区域性主要地质构造及新构造展布规律。对主干断裂及其其覆盖地区要通过工程勘察，查明其位置、规模、性质、特征、产状和延伸展布情况，对新构造运动及活动性构造要进行专门调查，并作年代测定，了解其

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

确切的活动年代、量级及时、空变化规律；

b.进行区域地形变编图，配合地震活动规律分析，了解区域构造现今活动特征。必要时在区内布设Ⅰ等水准环或激光测距网进行控制监测；

c．对具有活动迹象的断裂，进行断层位移测量，研究其位移活动规律，确定年趋势位移；

d.选择有代表性的构造部位进行地应力绝对值测量，了解区内地应力状态，结合进行构造模拟试验，进行现今地形变场、现今断层位移场、现今地应力场的对应研究，确定构造现今活动的变化规律；

f. 对构造现今活动性进行评价，论述其发展趋势，进行构造稳定性分区。

11.1.3.2 地震活动特征调查

a.系统搜集、整理、统计区内地震年表及目录(分历史地震及仪器测定的地震)。统计地震发生概率，分析地震危险性，了解区内地震活动基本规律，最好能做出近期若干次大于五级地震的等震线图，确定区内地震衰减关系以了解地震活动在时间及空间上的分布规律；

b．在地震频繁或原有台网稀疏、构造复杂地区，应设置流动微震台网，以精确测定震源位置和其他震源物理参数，配合地震地质分析，确定其频率、强度和潜在危险区；

c．对历史地震灾害资料进行搜集、调查和考证。

11.1.3.3 地震影响场烈度小区划调查

a．可以采用多种方法测定(或人工合成计算)地震地面最大加速度、卓越周期、最大位、加速度反应谱等地面运动参数；

b. 场地影响因素的调查，需考虑场地条件对地震动的影响，重点调查覆盖层厚度、软弱夹层、第四纪土层分层剖面、地下水位、古河道、人工填土、地形、地貌及各种环境因素，预测各种地震次生灾害的可能性并划出其范围。如：提出在地震时，产生液化、滑坡、震陷、水患、地裂缝等现象的可能性及其范围。

根据地质环境、预测的设计地震动参数及场地条件，估计以后遭受地震影响的震害及震害类型（如次生地质灾害、环境污染、诱发地震等)。

11.1.4 提交成果

区域稳定性调查是一项复杂的、涉及面较广的专门性研究课题，一般应单独列专题设计及单独提交报告。一般提交：

11.1.4.1 通过各种调查、仪器测定及构造模拟实验等，编制相应的专门图件，然后以构造稳定性为主，配合地面稳定性、岩、土体稳定性，综合编制区域地壳稳定

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

性分区图及其报告。区域地壳稳定性评价，一般可划分为四个等级，并与地震烈度大致相对应，即：小于或等于Ⅵ度稳定，Ⅶ度较稳定，Ⅷ度较不稳定，大于或等于Ⅸ度不稳定。

11.1.4.2　地震工程地质分区图(或略图)及相应文字说明。影响场小区划是在区域地壳稳定性评价的基础上，对之进行调查、测试和计算，然后进行综合分析，编制地震影响场小区划图及相应的文字报告。

11.2　地面沉降工程地质调查

11.2.1　地面沉降地区调查的主要任务：

在可能产生地面沉降或已经发现地面沉降的地区进行调查时，应查明有关地面沉降的工程地质条件，形成地面沉降的主要原因，提出防治地面沉降的主要措施。

11.2.2　调查的主要内容

11.2.2.1　在可能产生地面沉降地区的调查

a. 了解区域水资源情况，地下水开发利用的历史和现状，城市等规划建设对地下水开采的要求；

b. 查明主要含水层和隔水层的层次、岩性、厚度、分布，含水层的补给、径流和排泄条件，开采含水层的水位(头)、水量、水质；

c．查明各土层的工程地质性质，尤其是压缩性质和规律；

d. 对地面沉降的可能性及趋势作出概略评价，并提出预防措施。

11.2.2.2　在已发现地面沉降地区的调查

a．搜集有关地面沉降的历史、现象、危害及可能引起地面沉降的地质和人类工程一经济活动等因素的资料；

b 研究人类工程一经济活动的性质及其与地质环境的关系。首先确定造成地面沉降的主要原因，定性地讨论地质环境，包括地质构造、水位(头)与地面沉降的关系，进而进行某些初步的定量沉降计算；

c．根据需要与可能进行长期观测及各项试验，如地下水动态、土层应力状态、土层变形动态及土层分层变形动态的长期观测。根据条件亦可进行反复荷载下土的变形特征、土的先期固结压力测定、土样抽水压密及人工回灌等各项试验。

11.2.3　提交成果

地面沉降工程地质调查是一项复杂的、专门性的研究工作，应提交地面沉降综合工程地质图及相应的字说明。

11.3　饱和土液化工程地质调查

11.3.1　饱和土液化调查的主要任务

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

查明饱和砂土和饱和轻亚粘土产生液化(渗流液化和震动液化)的条件，圈定可能液化的层位和区域，并对液化程度做出初步预测。

11.3.2 调查的主要内容

a. 查明饱和土的性质，包括土的粒径、不均匀系数、结构和相对密度；

b. 查明可能液化土层的埋藏条件，上覆土层的岩性、厚度，可能液化土层的厚度和排水条件等；

c. 查明可能液化土层所处的地貌单元和微地貌部位；

d. 查明水文地质条件(土层的渗透系数、潜水位埋深等)；

e. 搜集历史地震和震害资料；

f. 根据各项资料判别饱和土层液化可能性，作出工程地质评价；

g. 对可能液化土层，除进行一般物理力学性质试验外，必要时取样做振动三轴试验、单剪试验或大型振动试验等，测定其抗液化强度；应尽可能做现场液化试验，在现场原位施加振动荷载，实测震动应力、应变和孔隙水压力的变化及其与液化的关系；

h. 在资料充足的地区，应进行饱和土层液化可能性的定量评价，包括液化程度(或液化势)及液化深度，为工程抗震提供依据。

11.3.3 提交成果

提交饱和土液化土层的综合工程地质图及相应的文字说明。

11.4 斜坡和边坡稳定性工程地质调查

11.4.1 斜坡和边坡稳定性调查的主要任务

对已发生的自然斜坡和人工边坡岩土体开裂、崩塌、滑坡等，其调查要求详见第四章的有关部分，此处重点列出为避免工程一经济活动等人为因素触发产生斜坡、边坡变形、失稳的有关工程地质调查要求，其主要任务是查明斜坡、边坡工程地质条件，评价其稳定性，为可能变形、失稳地段提供防治依据。

11.4.2 调查的主要内容

11.4.2.1 查明斜坡、边坡的坡度、高度、微地貌形态或起伏形态特征，查明它们所处的地貌环境。

11.4.2.2 查明组成斜坡、边坡的地层岩性、厚度和组合特征，尤应注意查明软弱岩层或夹层，以及其它特殊岩、土体的工程地质特征和分布情况。

11.4.2.3 查明组成斜坡、边坡的岩、土体中的各类结构面，特别是不连续结构面，如层理和层面、节理裂隙、断层等的发育程度、分布情况、组合关系和工程地质特征。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

11.4.2.4　查明岩、土体中可能构成崩滑面的结构面和斜坡、边坡的组合配置关系，划分出顺向坡、切(斜)向坡、反向坡等不同的斜坡、边坡类型；查明其他结构面与斜坡、边坡的组合、配置关系。必要时对可能构成斜坡.、边坡变形、失稳的崩滑面和切割面进行抗剪强度指标(或残余抗剪强度指标)测试，取得计算、评价稳定性的指标。

11.4.2.5　查明其他内、外动力地质作用(如构造现今活动性、地震、地表水、地下水和岩溶作用等)、环境工程地质和地质灾害(如地面沉降、地面塌陷、管涌和流土等)对斜坡、边坡稳定性的影响方式和程度。

11.4.2.6　通过上述调查，综合评价斜坡、边坡稳定性，资料充足时，应做定量或半定量评价，圈定可能发生变形和失稳的范围，治理措施，避免斜坡、边坡变形和失稳。

11.4.3　提交成果

提交斜坡和边坡稳定性综合工程地质图及相应的文字说明。

12　资料综合整理

12.1　资料整理的基本任务及类别

12.1.1　资料整理和综合研究，是提高工程地质调查成果质量的重要环节。其任务是将获得的众多的原始资料进行系统全面的综合整理、分析研究和数理统计等，找出调查区主要工程地质条件和工程地质问题等的发育、分布规律，进行工程地质分类、分区和评价，编制成果图件和报告。

12.1.2　资料整理的类别

资料整理，按其性质可分为野外验收前的资料整理和最终成果的资料整理。

12.1.2.1　野外验收前的资料整理，是在野外工作结束后，全面整理各项野外实际资料，检查核实其完备程度和质量，整理誊清野外工作手图和编制各类综合分析图、表，编写调查工作小结。一般野外资料验收应提供下列资料：

a. 各种原始记录本、表格、卡片和统计表；

b. 实测的地质、地貌、水文地质、工程地质和勘探剖面图；

c. 各项原位测试、室内试验鉴定分析资料和勘探试验资料；

d. 典型影象图、摄影及野外素描图；

e. 物探解释成果图、物探测井、井深曲线及推断解释地质柱图及剖面图、物探各种曲线、测试成果数据、物探工作报告；

f. 各类图件，包括野外工程地质调查工作手图、地质略图、研究程度图、实际

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

材料图、各类工程布置图、遥感图象解释地质图等。

12.1.2.2 最终成果资料整理，在野外验收后进行，要求内容完备，综合性强，文、图、表齐全。其主要内容是：

a.对各种实际资料进行分类、统计和数学处理，综合分析各主要工程地质条件、因素及其间的关系和变化规律；

b. 编制基础性、专门性图件和综合工程地质图；

c. 编写工程地质调查报告。

12.2 岩、土体工程地质资料的整理

12.2.1 岩体工程地质分类可划分至岩性综合体或岩性类型，参见 ZBD14002 附录 H(参考件)。

a. 综合岩石的岩性、岩相变化和结构特征等资料，进行岩石类型分类；

b.对主要岩石类型，应统计其物理力学性质指标，从中研究各种岩石的特征、分布规律和工程地质性质，进行各种分类。岩石强度按干抗压强度和软化系数划分[见 ZBD14002 附录 H(参考件)]；

c. 岩体结构类型，可划分为整体块状结构、层状结构、碎裂结构及散体结构。根据需要可进一步详细划分或合并成组合类型。

12.2.2 土体工程地质分类

12.2.2.1 首先将土分成一般天然土、特殊土及人工填土。

a. 天然土又可根据其粒度成分划分成卵砾类土、砂类土、粘性土三大类。可进一步细分成漂石、卵石、砾石、中粗砂，粉细砂、粉土、亚砂土、亚粘土、粘土等，粘性土也可用塑性指数进行分类；

b. 特殊土类是根据土的某些特殊性质来确定的。可分为淤泥类土、黄土类土、胀缩土、红粘土、盐碛土和冻土等[土的野外鉴别见附录 A(参考件)]；

c. 人工填土可根据其堆填方式、组成物质和特征分为素填土、杂填土和冲填土三类。

12.2.2.2 根据土体岩性组合特征划分土体结构类型，可分为均一结构、双层结构及多层结构。

12.2.3 岩、土体物理力学指标统计

12.2.3.1 岩、土体物理力学指标统计应根据成因、岩性、物理力学指标划分的最小工程地质单元为基础进行。在试验数据离散度较小时可采用算术平均值或中值来代表。

12.2.3.2 当试验数据离散度较大时，指标可采用试验总数中舍去最大值和最小值

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

各百分之十的数据个数，用剩余数据的极大、极小值作为指标的变化区间值，或者使用指标总数 n、平均值 $\overline{X}$ 、最大平均 $\overline{X}_{max}$)(或最小平均值 $\overline{X}\min$)、标准差 δ_v 和变异系数 C_v 来综合反映某组数据特征。

12.2.3.3 点荷载试验指数的统计：试验次数大于 15 次时，将最高值和最低值各删掉二个，再取一般值和平均值；试验次数少于 100 次(但不能少于 5 次)时，将最高值和最低值各删掉一个，只取一般值。

12.2.4 建立岩、土工程地质资料数据库

当进行以城市和重要经济一工程建设区等为主的工程地质调查时，在搜集全区地质、水文、气象、地下水、岩土工程地质特性等资料的基础上，进行资料整理、分析、贮存、复制及统计分析。

12.2.4.1 搜集到的各项数据资料，均需按设计的文件格式存储于计算机的软(或硬)盘上，以便打印、检索、复制使用。

12.2.4.2 场区内全部钻孔资料数据(如钻孔坐标、标高、工程地质层组划分和各层组岩、土工程地质特征数据等)，必须按通用标准文件档案格式存储于汁算机软(或硬)盘中，建立地质数据库，以利于检索、复制及统计分析之用。

12.2.4.3 建立常用工程地质数据统计分析程序库，对地区各类数据库的区域性特征进行统计分析(各岩、土体工程地质特征数据的分层、分段、分区的统计分析等)。

12.2.4.4 尽可能将工程地质调查中搜集的各项资料数据化，从而便于在计算机上建立各种数据库和处理系统，以扩大最终成果进行定量分析、评价的范围(如进行城市工程地质条件定量化研究，工程建筑适宜性，地基基础造价因素定量评价，环境工程地质质量分析及利用数据库制图等)。

12.2.4.5 在技术条件许可时，可以编制绘图软件，将工程地质图件及说明存储于计算机的硬盘上，以便于在计算机上修改数据，以及在绘图仪上输出图件。

12.3 地质构造和地壳稳定性资料的整理

12.3.1 地质构造及其工程地质特征资料整理

12.3.1.1 整理并分析研究调查区褶皱、断层、节理裂隙等各种构造形迹的性质、规模、展布规律、组合配套关系、形成时代和序次，对构造断裂，还应研究其现今活动性和构造岩的特征。通过上述研究，评价不同构造形迹的工程地质特征。

12.3.1.2 在整理、分析地质构造基本特征的基础上，划分地质构造单元或构造体系，研究和评价不同构造单元或构造体系的工程地质特征。

12.3.1.3 研究地质构造发展史，从地质构造演变历史探讨新构造运动，特别是构造现今活动的性质、强度及其发展趋势。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

12.3.1.4　研究地质构造对区内工程地质条件、外动力地质作用、环境地质问题和地质灾害等的影响方式和影响程度。

12.3.2　地质构造及其活动特征

对地质构造资料，应按照其级别从高级到低级、从区域到重点区、从小比例尺到大比例尺等三个层次，分别整理和分析，并分别配合进行构造模拟实验。要特别加强构造断裂资料的整理与分析，其中包括断裂往深部延伸情况、新年龄的测定、活动数据等。从不同层次、不同方面分别获得构造断裂的展布特征、控制关系和活动规律，进而研究活动断裂带和相对稳定地块，研究活动断裂带内的亚带和带间的相对较稳定地段，同时沿断裂带走向对比、区别它们的活动性变化情况，对比确定其稳定性程度。在不同级别、不同地区、不同比例尺资料整理分析中，要注意解决特定的问题，最后通过较大比例尺的资料整理，才能有效地进行区域地壳稳定性评价。

在较小比例尺的区域构造资料整理、分析中，在分析区域构造骨架的基础上，应着重研究挽近以来，特别是现今仍在活动的断裂带和地区(段)的分布规律、活动性质与速率；分析它们在活动时间和空间上的规律，划分出反映不同运动特征和相对强度的构造类型，如：晚更新世强烈隆升区，全新世相对稳定区，现今活动程度中等地区等。这种研究和划分，经常用构造、新构造、地形变、地应力、地震等资料，进行综合编图和分析，从中获得区域构造活动特征和规律，对比找出重点研究地区的构造稳定程度和活动背景。

在进行较大比例尺的地区或地段的构造资料整理分析中，一般应编制相同比例尺的一套图件、如构造分区图、地貌与新构造分区图、现今地应力场和构造现今活动图等，以便从不同方面对比分析它们的活动特征、活动变化规律等。这种研究和划分，仍然用构造、新构造、地形变、地应力、地震等资料，其中许多资料除收集以外，有些资料通过现场实测得来。当资料较多时，应进行半定量，甚至定量的分析和研究，以便对地区地壳稳定性做出明确的评价。

12.3.3　地震活动特征与震害

12.3.3.1　系统整理区域地震资料，通过地震烈度影响、震源位置、强度及其主要破坏现象、程度的统计分析，找出区域地震在时间和空间上的发生分布规律，评价其危害性，特别是从区域角度评价调查区中重点地段的地震危害程度。

12.3.3.2　综合研究地震与区域构造、挽近活动构造、现今活动构造的关系，区分和确定发震构造，以及控制地震分布的主要构造。研究大震发生的构造背景，包括其活动特征的条件等。研究区内地震灾害，研究和评述前人圈定的潜在的地震危险

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

区位置，在资料依据较充分的情况下，可以修改和调整潜在地震危险区的位置和震级，进而讨论和统计分析地震基本烈度影响场。

12.3.3.3　对微地震台网的观测资料，除进行专门整理外，应结合历史地震、已有台站测定地震等资料，进行综合整理，重点研究以下问题：

a．根据微震的三维空间定位，确定具体断裂带的活动性与微震的时间、空间关系；

b．根据地震与微震活动规律，分别评价区内不同方向、不同体系断裂带的活动特征；

c．根据地震活动规律，对区内的相对活动性和稳定程度，进行总体评价；

d．重点地区(段)附近，小震对区(段)内烈度的影响及其评价。

12.3.4　区域地壳稳定性评价

区域地壳稳定性评价，应全面搜集及综合整理下列资料：

a．区域地质构造特征，尤其是断裂发育的强度和特征；

b．挽近以来活动构造、特别是现今活动构造(尤其是断裂)的性质、强度、发育、分布规律；

c．地震活动的时间、空间和强度规律；

d．外动力地质现象发育程度，地下水活动情况，全面认识地面稳定性；

e．岩、土体的强度和质量情况，全面认识其岩、土体稳定性。

区域地壳稳定性评价，是以构造稳定性为主，配合地面稳定性和岩、土体稳定性的综合评价工作。因此，进行稳定性分区，也必须根据上述三方面资料，一般可划分四级，它们和地震烈度大致对应。

在未进行专门性地壳稳定性调查的地区，资料整理分析可参考上述要求，酌情进行。

12.4　地貌和外动力地质现象资料的整理

12.4.1　地貌类型划分

地貌资料的综合分析整理，应研究地貌形态，特别是微地貌形态的发育规律和地区性的组合关系，划分地貌形态成因类型。地貌形态成因类型可考虑两级划分：一级考虑大范围的地貌成因和景观特征；二级考虑地貌的主要地质营力及其作用方式、强度和形成的地形特征[见 ZBD14002 附录 G(参考件)]。

按地貌单元或地区统计层状地形的分布、高程、覆盖堆积物的成因、形成时代等情况，进行级序划分，可作层状地形分布、形成规律方面的分析性图件，从而研究地貌形成时代、发育阶段、形成和演变历史，分析与第四系和新构造运动的关系。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

地貌区划原则，可考虑以下几项标志：

a．区内地貌形态(形态描述和形态示量两方面)具有共同特征；

b. 区内地层岩性、地质构造及其发育历史，大体一致；

c．区内新构造运动性质大体相近；

d. 区内外营力作用大体相似；

e. 区内地貌发育阶段大体相近。

12.4.2 外动力地质现象的资料整理

进行外动力地质现象资料的汇总和分类统计，对其主要现象还应进一步研究其分布和形成规律，编制分析性图、表。如崩塌、滑坡、泥石流、水土流失、地面塌陷、沙漠区的风沙分布和形成条件等分析性图件。在此基础上，综合研究各种现象的分布规律、形成环境和发育程度、发展趋势和危害性等，对地区稳定性和工程建筑的适宜性做出定性和半定量的分析评价。

12.4.3 对搜集和调查取得的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等造成的地质灾害资料，进行分类统计和汇总，其内容包括：灾害发生时间和原因，危害程度(人员和经济损失情况等)，救灾和防治措施等。

12.5 水文地质资料的整理

12.5.1 结合工程地质调查的需要，在整理、统计实测和搜集的水文地质资料时，主要有以下三个方面内容：

12.5.1.1 地下水位：主要指潜水位埋藏深度和地面下第一承压含水层中承压水水头。各地区可根据地下水位的特点和建(构)筑物类型分级。

12.5.1.2 按地下水对混凝土的侵蚀性可分为：分解性侵蚀、结晶性侵蚀、复合性侵蚀和无侵蚀性水四种[见附录 B(参考件)]

12.5.1.3 岩土体的渗透性按渗透系数 X 划分(见表 5)。

表 5

m/d

类别	强透水	透水	弱透水	微透水	不透水
渗透系数 K	＞10	1～01	1～0.01	0.01～0.001	＜0.001

12.5.1.4 对供水有意义的含水层，要研究其空间分布规律、富水性和资源量，根据需要研究地下水的污染情况和地下水化学背景值。

12.6 基础性图件与专门性图件的编制

12.6.1 基础性图件包括岩、土体工程地质分类图、地貌及外动力地质现象图、地

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

质构造与地震地震烈度分区图(或震中分布图)及水文地质要素图等。

12.6.1.1　岩、土体工程地质分类图：主要反映各工程地质单元的地层时代、岩性和主要工程地质特征(包括结构和强度特征等)，以及它们的分布和变化规律。对于特殊的岩、土体(如石膏、盐岩、煤层、淤泥等)及软弱夹层、破碎带等可夸大表示。

该图还应附有工程地质综合柱状图或岩、土体综合工程地质分类说明表、代表性的工程地质剖面图及有关镶图。

12.6.1.2　地貌及外动力地质现象图：主要反映区内地貌形态、地貌单元及外动力地质现象的发育特征、强度和分布规律，揭示区域地层岩性、地质构造、水文地质条件和工程地质条件等与地貌、外动力地质现象发育的关系。内容要求以地貌形态成因类型或形态成因组合类型为一级划分，以地貌形态类型作二级划分(该级是制图的基本单元)，以个体形态作为三级划分，外动力地质现象，以表示其个体形态为主，反映它们的形态特征、规模、强度、形成时期、活动情况及其分布规律和造成的灾害情况等，并做出定性或半定量的评价，尽可能预测其发展的变化趋势。对于人类活动所引起的工程地质现象和环境工程地质问题，应予以充分表示。

对区内发育的外动力地质现象，当具备一定数量和分布范围时，如滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等，可根据需要单独编制反映其形成条件和发育分布规律的分析性图件，以作为环境工程地质评价的基本素材。

该图应附有地貌剖面图和地貌分区说明表。

12.6.1.3　地质构造与地震烈度等于和大于Ⅶ的震中，仪器实测的震级 5 级或烈度Ⅶ度以上的震中全部标出。震级 5 级或烈度Ⅶ度以下的地震只选择表示一定数量的震中，数量以能反映地震规律为准。地震烈度Ⅶ度区、Ⅷ度区、Ⅸ度区及大于Ⅸ度区的范围，地应力测量点，应全部标在图上；历史地震形成的地震效应，如喷砂点、冒水点、热水点、地烈缝及崩塌、滑坡、塌陷等，均应表示在图上，并注明发生的时间。

根据需要，还可编制构造纲要图、构造体系图等。

12.6.1.4　水文地质要素图：主要反映与工程地质条件和工程地质问题有密切关系的水文地质要素、内容要求反映：浅层含水层的分布、埋藏情况及其含水性、地下水位(水头)埋深、变幅及地下水对混凝土的侵蚀性。对有影响的潜水或承压含水层，有条件时可用等值线表示其顶、底板的埋深，对与抽排地下水有关的环境工程地质问题和地质灾害，应详细表示抽排点的位置、开采量、降深及降落漏斗的范围。

该图应附有水文地质综合柱状图和代表性水文地质剖面。

12.6.2　专门性图件，根据调查目的、区内工程地质条件差异和需要，有针对性地

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

编制。

在第四系广布地区，可编制第四系上体分层工程地质图，它除反映出露于地表的土体特征外，应注重反映埋藏于地表以下的特殊土层的顶、底板埋深和厚度、成因类型与工程地质特性等。在城市和工矿区环境污染问题比较突出时，可编制环境污染分布图，反映区内环境污染源、污染类型、污染程度，分布范围以及防治措施等。根据需要还可编制地壳稳定性分区图(详前)、崩塌与滑坡类型分布图、泥石流类型分布图、水土流失分布图、地面塌陷分布图、沙漠区的风沙分布图、湿陷性黄土分布图、地面沉降分析图、饱和土震动液化分析图等。

12.6.3　综合工程地质图是全面反映调查区内工程地质条件，并按工程地质特征的同、异性进行分区评价的最重要的成果图件，在上述基础性图件和专门进行图件的基础上对其内容经过综合取舍编制而成，图面内容包括：岩、土体工程地质分类及其主要工程地质特征,地质构造(主要是断裂)、新构造(特别是现今活动构造与断裂)和地震，地貌与外动力地质现象和主要地质灾害，人类活动引起的环境工程地质问题，水文地质要素，工程地质分区及其评价等。

工程地质分区原则和级别要因地制宜，主要根据地区的特点并考虑地区经济发展规划的需要来确定。一级区以对地区工程地质条件起主导作用的因素来划分；二级区可以按影响动力地质作用和环境工程地质问题的主要因素来划分；三级区可根据对地区主要工程地质问题和环境工程地质问题的评价来划分。

该图由平面图、剖面图、岩土体综合工程地质柱状图、岩土体工程地质分类说明表和图例、必要的镶图等组成，应尽可能增加工程地质分区说明表。

12.7　报告书的编写

区域工程地质调查报告一般包括下列章节：

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

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

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

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

附 件 A
土的野外鉴别方法
（参考件）

A1 砂类土的野外鉴别方法

表 A1

鉴别方法	砾 砂	粗 砂	中 砂	细 砂	粉砂
观察颗粒粗细	取样放在有刻度的尺子上分选，约有 1/4 以上的颗粒直径接近或超过 2mm	取样放在刻度尺上分选，然后用放大镜观察，约一半以上颗粒直径接近或超过 0.5mm	约一半以上的颗粒接近或超过菠菜籽大小（直径约 0.25mm）	颗粒大小较精制食盐粒稍粗，与粗玉米粉相近(直径约 0.1mm)	颗粒大小较精制食盐粒稍细
干燥时状态	颗粒完全分散	颗粒完全分散，仅个别有胶结(一碰即散)	颗粒基本分散，局部胶结(一碰即散)	颗粒大部分分散，部分胶结(稍加碰撞即散)	颗粒少部份分散，大部份胶结(稍用力即散)
湿润时手拍	无变化		表面偶有水印	表面有水印	表面有显著水印
粘着程度	无粘着感			偶有轻微粘着感	有轻微粘着感

A2 粘性土的野外鉴别方法

表 A2

鉴别方法	粘 土	亚 粘 土	轻亚粘土
湿润时用刀切	切面非常光滑，刀刃有粘腻的阻力	稍有光滑面，切面规则	无光滑面，切面比较粗糙
用手捻摸时的感觉	湿土用手捻摸有滑赋感，当水分较大时极为粘手，感觉不到有颗粒的存在	仔细捻摸感觉到有少量细颗粒，稍有滑腻感，有粘滞感	感觉有细颗粒存在或感觉粗糙，有微弱粘滞感或无粘滞感
粘着程度	湿土极易粘着物体(包括金属与玻璃)，干燥后不易剥去，用水反复冲才能去掉	能粘着物体，干燥后较易剥去	一般不粘着物体干糙后一碰即掉
湿土搓条情况	能搓成直径小于 0.5mm 的土条(长度不短于手掌)，手持一端不致断裂	能搓成直径 0.5～2mm 的土条	能搓成直径 2～3mm 的土条
干土的性质	坚硬，类似陶器碎片，用力锤击方可碎，不易击成粉末	土块用锤击，手按易碎	用手很容易捏碎

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

附 录 B
环境水的侵蚀性分类和判别标准
（参考件）

B1 侵蚀性的分类

环境水的侵蚀性分为三类：

B1.1 结晶性侵蚀

结晶性侵蚀是水中硫酸盐类与混凝土中的固态游离石灰质或水泥结石作用，产生结晶。结晶体的形成使体积增大，产生膨胀压力导致混凝土破坏。如 SO_4^{2-}生成 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 时，体积增大一倍，生成 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 时，体积增大 430％。

B1.2 分解性侵蚀

分解性侵蚀是水中 H^+ 与侵蚀性 CO_2 超过一定限度时，使混凝土表面的碳化层以及混凝土中固态游离石灰质溶解于水，使混凝土毛细孔中的碱度降低，引起水泥结石按下式分解：

$$2CaCO_3+2H^+ \longrightarrow Ca(HCO_3)_2+Ca^{2+} \longrightarrow 2HCO_3^-+2Ca^{2+}$$

碳化层

$$CaCO_3+CO_2+H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow Ca^{2+}+2HCO_3^-$$

碳化层侵蚀

B1.3 结晶分解复合性侵蚀

这类侵蚀是指某些弱碱硫酸盐阳离子与混凝土作用所发生的侵蚀。如 $MgSO_4$、$(NH_4)_2SO4$ 等与混凝土作用，既具有结晶性侵蚀、又具有分解性侵蚀的性质，所以叫结晶分解复合性侵蚀。

B2 侵蚀性的判定方法及其标准

环境水(与混凝土接触的水，包括地下水、地表水)对混凝土的侵蚀性，分别按下列规定进行判定。

B2.1 结晶性侵蚀

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

B2.1.1　当不具有下列不良环境地质条件的 a、b、c、e、f 项时，一般判定为无结晶性侵蚀。

a．地层中含有石膏(如纤维状、透镜状、碎屑状、层状及结核状石膏)；

b．盐湖、盐田、盐渍化土和其他含盐(如岩盐、芒硝、光卤石、水氯镁石等)地区以及海水和海水渗入的地区；

c．硫化矿及煤矿矿水渗入的地区；

d．强透水土层(细砂及颗粒大于细砂的土层)中有泥炭、淤泥及含有大量有机质土层内的水渗入；

e．工业废水(酸性、含有大量硫酸盐、镁盐及铵盐)渗入的地区；

f：使水矿化富集的地形地貌条件。

B2.1.2　当具有上面不良环境地质条件中的 a、b、c、，e、f 中的任何一项或多项时，就要根据下法进一步判定是否有侵蚀性。

B2.1.2.1　在弱透水性土层(粉砂及颗粒小于粉砂的土层)中：

a．当水的 pH＞6.5，并不具有下列任一物理风化条件时，应按表 B1 进行判定：

(Ⅰ)冻融交替，年冻融循环大于 50 次，最冷月月平均温度低于-8℃；

(Ⅱ)干湿交替，气候干旱，温差大；

(Ⅲ)混凝土一个侧面受有静水压力，最大作用水头与混凝土壁厚之比大于 5，另一个侧面暴露于大气之中；

(Ⅳ)受水力冲刷，冰流、石流等机械磨蚀。

表 B1　　结晶性侵蚀判定标准（1）

结晶性侵蚀指标 SO_4^{2-} (mg/L)	结晶性侵蚀判定	宜采用的水泥品种
＜1500	无侵蚀	普通硅酸盐水泥（水泥标号不低于 500，水灰比不大于 0.60，C_3A 小于 8%）
1500～2500	弱侵蚀	
2500～5000	中等侵蚀	普通抗硫酸盐水泥
5000～20000	强侵蚀	高抗硫酸盐水泥

b．当水的 pH＞6.5 并具有上述任一物理风化条件时，按表 B2 判定；

c．当水的 pH≤6.5 时，不论有无上述任一物理风化条件，亦按表 B2 判定。

B2.1.2.2　在强透水土层中，不论 pH 值的大小和有无上述任一物理风化条件，都用表 B2 判定，

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

表 B2　　结晶性侵蚀判定标准（2）

结晶性侵蚀指标 SO_4^{2-}（mg/L）	结晶性侵蚀判定	宜采用的水泥品种
＜500	无侵蚀	普通硅酸盐水泥（水泥标号不低于 500，水灰比不大于 0.55，C_3A 小于 8%）
500～1500	弱侵蚀	
1500～2500	中等侵蚀	普通抗硫酸盐水泥
2500～10000	强侵蚀	高抗硫酸盐水泥

B2.2　分解性侵蚀

B2.2.1　凡符合下列条件之一的环境水，应判定为无分解性侵蚀。

B2.2.1.1　在强透水土层中，水的补给来源不具有上述不良环境地质条件中的 c、d、e 项。

B2.2.1.2　水的补给来源系含有硫酸盐类岩石、贝壳或钙质结核的土层中的水体。

B2.2.1.3　城镇及居民区(包括拟兴建的)无酸性工业废水渗入。

B2.2.2　当不具有上述条件时，应按下述方法进行判定。

B2.2.2.1　在强透水土层中，分解性侵蚀可按表 B3 进行判定。

B2.2.2.2　在弱透水土层中，当不具有上述不良环境地质条件中的 c、e 项时，应判定为无分解性侵蚀；当具有不良环境地质条件中的 c、e 任何一项或两项时，则用 pH 值来判定：当 PH≤4.0 时，应判定为有分解性侵蚀：当 PH＞4.0 时，应判定为无分解性侵蚀。

表 B3　　分解性侵蚀判定标准

HCO_3^-（mg/L）	分解性侵蚀指标 PH 值及侵蚀性 CO_2（mg/L）	分解性侵蚀性判定
＜1.0	PH≤6.5 或侵蚀性 CO_2＞15	有侵蚀
1.0～3.0	PH≤6.0	
＞3.0	PH≤6.5	

注：具分解性侵蚀的水质，且具有上述物理风化条件之一时，宜采用不低于 500 号的水泥；当 PH≤4.0 时，宜在混凝土表面涂敷沥青或采用其他的防护措施。

B2.3　结晶分解复合性侵蚀

B2.3.1　当不具有上述不良环境地质条件中的 a、b、e、f 项时，应判定为无结晶分解复合性侵蚀。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准网(www.freebz.net)

B2.3.2　当具有上述不良环境地质条件中的 a、b、e、f 任何一项或多项时，可能有结晶分解复合性侵蚀，要进一步判定。

B2.3.3　当水质具有结晶分解复合性侵蚀时，通常具有强结晶性侵蚀；当水中含有大量的镁盐和铵盐不属于硫酸盐类时，其侵蚀性应进行专门试验和判定。

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、上海地矿局、浙江水文队、北京水文地质公司、天津地质调查队、地矿部岩溶地质研究所、河北地质学院、云南地矿部、河南一水起草。

本规范主要起草人谢凯耀、项式钧、何畏、李景豪、潘宏、朱耀琪、黎青宁、孙叶、陈礼明、牛修俊、楚占昌、郭希哲。

免费标准网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载