

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

代替 DZ/T 0097—1994 中 1:5 0000 部分

工程地质调查规范（1：50 000）

Specification for engineering geological survey（1：50 000）

（报批稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部

发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

 4.1 调查任务 2

 4.2 工程地质复杂程度分类 2

 4.3 调查工作分类 3

 4.4 工作部署原则 3

 4.5 基本要求 4

 4.6 工作流程 4

5 调查方案编制 5

 5.1 编制依据 5

 5.2 调查工作准备 5

 5.3 调查方案编制要求 7

6 调查内容 7

 6.1 一般调查 7

 6.2 特殊岩土专门调查 8

 6.3 活动断层和地震滑坡专门调查 10

 6.4 不良地质作用专门调查 11

7 技术方法 12

 7.1 遥感地质调查 12

 7.2 工程地质测绘 13

 7.3 地球物理勘探 14

 7.4 工程地质钻探 14

 7.5 山地工程 16

 7.6 原位测试 16

 7.7 室内试验 17

8 综合评价 18

 8.1 工程地质概念模型建立 18

 8.2 工程地质分区评价 18

 8.3 工程建设适宜性分区评价 18

9 成果产出 18

 9.1 图件编制 19

 9.2 报告编制 19

 9.3 数据库建设 19

 9.4 质量检查与成果验收 20

 9.5 资料归档 20

附录 A（资料性附录）	常用物探方法简表.....	22
附录 B（规范性附录）	调查方案编写提纲.....	24
附录 C（资料性附录）	岩土体野外鉴别方法.....	25
附录 D（规范性附录）	野外调查观测记录表.....	27
附录 E（资料性附录）	室内土工试验项目及适用范围简表.....	46
附录 F（资料性附录）	工程建设适宜性分级标准表.....	47
附录 G（规范性附录）	工程地质调查成果.....	49

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替DZ/T 0097—1994《工程地质调查规范（1：2.5万～1：5万）》，与DZ/T 0097—1994相比，主要技术内容变化如下：

- 增加了术语与定义(见3)。
 - 明确了1:5 0000的调查要求，修改了调查点、钻探工作实物工作量，增加了遥感解译全覆盖及物探工作量（见4.5.4）。
 - 修改了工程地质条件复杂程度分类（见4.2）
 - 增加了调查工作分类，分为一般调查和专门调查（见4.3）。
 - 按照当前工程地质调查要求，对94规范中分布在不同章节的活动断层调查、外动力地质现象和地质灾害调查、特殊岩土调查等内容，进行整合优化并以整体章节进行具体规定(见6.3)。
 - 结合目前常用遥感技术方法，将DZ/T 0097—1994“遥感图像的应用”内容优化为“遥感地质调查”（见7.1）。
 - 优化了地形测绘、岩土体工程地质调查、水文地质调查和地质灾害调查等技术要求（见6.1,6.2, 6.4）。
 - 增加了使用野外数据采集系统、野外工作手图和电子版工程地质草图的比例尺应达到1：2.5万或更大比例尺的要求（见4.5, 7.2.1）。
 - 增加了信息化和数据库技术的应用，提交成果包括纸质成果和数据库成果（9.3）。
 - 增加了质量检查与成果验收、资料归档（见9.4, 9.5）
 - 增加了调查方案编写提纲（见附录B）
 - 增加了野外观测记录表（见附录D）
 - 修改了工程地质调查成果报告提纲和成果图件名称（见附录G）
- 本文件由中华人民共和国自然资源部提出。
- 本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC93）。
- 本文件主要起草单位：中国地质调查局、中国地质科学院地质力学研究所、中国地质环境监测院、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中国地质调查局天津地质调查中心、中国地质调查局西安地质调查中心、中国地质调查局南京地质调查中心、中国地质调查局武汉地质调查中心。
- 本文件主要起草人：张永双、石菊松、乐琪浪、谭成轩、王涛、马震、张茂省、姜月华、黄长生、孟晖、郭长宝、陈彭、张艳玲、王家松等。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- DZ/T 0097-1994。

引 言

工程地质调查工作在我国重大工程和城镇规划建设中发挥了重要作用。二十世纪九十年代以来,随着我国城市发展和重大工程建设规模不断扩大,暴露出中比例尺工程地质资料不足的问题。特别是在新型城镇化建设、国土空间开发利用、重大工程规划建设和安全运营、地质灾害防治等领域,急需开展公益性、基础性的 1:50 000 工程地质调查与评价。为规范和指导 1:50 000 工程地质调查工作,编制本规范。

《工程地质调查规范(1:2.5 万~1:5 万)》(DZ/T 0097-1994)(以下称“94 规范”)对 1:2.5 万~1:5 万工程地质调查工作进行了规定,内容包括设计书的编写、遥感图像的应用、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。不能完全满足当前新技术方法推广,以及新形势下服务领域变化对 1:50 000 公益性、基础性工程地质调查工作的需求,故重新制定本规范,替代《工程地质调查规范(1:2.5 万~1:5 万)》(DZ/T 0097-1994) 1:5 0000 部分。

工程地质调查规范（1：50 000）

1 范围

本文件规定了1：50 000工程地质调查的总则、调查方案设计、调查内容、技术方法、综合评价和成果产出等要求。

本文件适用于1：50 000公益性、基础性的工程地质调查。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 18306 中国地震动参数区划图
- GB 32864 滑坡防治工程勘查规范
- GB/T 36072 活动断层探测
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50025 湿陷性黄土地区建筑规范
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB 50218 工程岩体分级标准
- GB/T 50266 工程岩体试验方法标准
- GB 51044 煤矿采空区岩土工程勘察规范
- CJJ 57 城乡规划工程地质勘察规范
- DB/T 53 1：50 000活动断层填图
- DZ/T 0001 区域地质调查总则（1：50 000）
- DZ/T 0151 区域地质调查中遥感技术规定（1：50 000）
- DZ/T 0261 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1：50 000）
- DZ/T 0273 地质资料汇交规范
- DZ/T 0282 水文地质调查规范（1：50 000）
- DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范
- DZ/T 0286 地质灾害危险性评估规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工程地质条件 **engineering geological condition**

与人类工程活动有关的地质要素的综合。主要包括地形地貌、地质构造、岩土体类型及力学性质、水文地质条件、不良地质作用及天然建材等要素。

3.2

工程地质岩组 **engineering geological petrofabric**

具有一定地质成因联系，岩体结构、强度、建造类型和工程地质特征相似的岩层（体）组合。

3.3

工程建设适宜性 **engineering construction suitability**

地形地貌、地层岩性、地质构造、内外动力地质作用、地下水活动及相关的气象水文条件等因素组合对工程规划、建设与运营的地质安全的满足程度。

3.4

特殊性岩土体 special rock/soil mass
具有特殊成分、结构、构造和特殊物理力学性质的岩体或土体。

3.5

不良地质作用 adverse geological process
对人类生命、财产及生态地质环境有不利影响的自然地质过程（含地质灾害）。

3.6

填图单元 mapping unit
以点、线、面形式将工程地质条件和工程地质问题在图上表达的最小划分单位。

3.7

野外数据采集系统 field data acquisition system
用于记录野外地质调查内容的软件和设备的总称。记录内容包括但不限于野外调查路线、各类调查点信息、实测工程地质剖面、样品采集点、钻探点、山地工程点、物探剖面等。

3.8

工程地质概念模型 conceptual engineering geological model
将制约工程建设安全的地形地貌、岩土体类型、地质构造、水文地质和不良地质作用等工程地质条件和工程地质问题集成和概化，并用文字或图形表示。

4 总则

4.1 调查任务

4.1.1 调查区域地形地貌、地质构造、岩土体类型及其工程性质、水文地质特征和不良地质作用等区域工程地质条件，提供各类工程地质岩组的主要物理力学参数；

4.1.2 调查自然条件或人类工程建设及其相互作用引起的主要工程地质问题类型、强度、分布和发展演化规律，评价其对工程建设的影响；

4.1.3 构建区域工程地质概念模型，开展工程地质分区评价和工程建设适宜性评价，以及针对主要工程地质问题的专项评价，提出支撑城镇、重大工程或基础设施等规划建设的对策建议；

4.1.4 建立 1：50 000 工程地质空间数据库，为城镇及重大工程规划建设提供基础数据服务。

4.2 工程地质复杂程度分类

工程地质调查区应先按照地貌划分平原盆地、山地丘陵两大类，再根据工程地质条件复杂程度划分为简单区、中等区和复杂区。

- a) 平原盆地区工程地质条件复杂程度划分见表 1；
- b) 山地丘陵区工程地质条件复杂程度划分见表 2。

表1 平原盆地区工程地质条件复杂程度分类

等 级	复 杂	中 等	简 单
地层结构及土体性质	大部分地区松散层厚度大于 100m，地层结构复杂，特殊类土非常发育	大部分地区松散层厚度介于 50m～100m 之间，地层结构较复杂，特殊类土较发育	大部分地区松散层厚度介于 50m～100m 之间，地层结构简单，特殊类土不发育
地质构造及地震效应	地质构造复杂，褶皱、断层发育；地震动峰值加速度 $\geq 0.20g$	地质构造较为复杂，分布少量褶皱、断层； $0.05g < \text{地震动峰值加速度} \leq 0.15g$	地质构造简单，褶皱、断层不发育；地震动峰值加速度 $\leq 0.05g$

表 1 平原盆地区工程地质条件复杂程度分类（续）

等 级	复 杂	中 等	简 单
水文地质条件	含水层结构复杂，地下水对工程建设影响很大	含水层层数多但具有一定规律，地下水对工程建设影响较大	含水层空间分布比较稳定，地下水对工程建设影响小
不良地质作用	地面沉降、地裂缝、地面塌陷等不良地质作用危害严重	地面沉降、地裂缝、地面塌陷等不良地质作用危害较大	地面沉降、地裂缝、地面塌陷等不良地质作用危害小
注：（1）每类工程地质条件中，复杂程度有一条符合条件者即可定为该等级；从复杂开始，向中等、简单推定，以最先满足的为准；（2）地震动峰值加速度按照GB 18306取值。			

表2 山地丘陵区工程地质条件复杂程度分类

等 级	复 杂	中 等	简 单
地形地貌	极高山、高山，相对高度 $\geq 500\text{m}$ ，坡面坡度 $\geq 25^\circ$ 的山地	中山、低山， $200\text{m} \leq$ 相对高度 $< 500\text{m}$ ， $15^\circ \leq$ 坡面坡度 $< 25^\circ$ 的山地	高丘陵、低丘陵，坡面坡度 $< 15^\circ$
岩体结构	层状碎屑岩体，层状碳酸盐岩夹碎屑岩体，片状变质岩体，碎裂状构造岩体，碎裂状风化岩体	层状碳酸盐岩体，层状变质岩体	块状岩浆岩体
地质构造及地震效应	地质构造复杂，褶皱、断层十分发育；地震动峰值加速度 $\geq 0.20\text{g}$	地质构造较为复杂，分布一些褶皱、断层； $0.05\text{g} <$ 地震动峰值加速度 $\leq 0.15\text{g}$	地质构造简单，褶皱、断层不发育；地震动峰值加速度 $\leq 0.05\text{g}$
不良地质作用	滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害频发，工程地质问题危害严重	滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害较频发，工程地质问题危害较大	滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害不发育，工程地质问题危害小
注：（1）每类工程地质条件中，复杂程度有一条符合条件者即可定为该等级；从复杂开始，向中等、简单推定，以最先满足的为准；（2）地震动峰值加速度按照GB 18306取值。			

4.3 调查工作分类

4.3.1 根据调查区的工程地质条件，调查工作分为一般调查和专门调查两类。对于工程地质条件简单区，适用一般调查。对于工程地质条件中等和复杂区，应根据控制复杂程度的因素，进一步开展相应的专门调查。

4.3.2 一般调查

主要包括：地貌及第四纪地质特征、地质构造、岩（土）体工程地质特征、水文地质特征、不良地质作用等。

4.3.3 专门调查

- a) 特殊岩土调查，包括岩溶、红层、软土、红黏土、膨胀土、黄土、冻土、盐渍土、风化岩和残积土、污染土和填土等；
- c) 活动断层和地震滑坡调查；
- d) 不良地质作用调查，包括岩溶塌陷及岩溶突水，崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降和地裂缝，采空区或采空地地面塌陷，饱和土液化等。
- e) 在专门调查中，对于重大工程地质问题，宜部署相应的专题研究。

4.4 工作部署原则

4.4.1 调查工作应做到区域控制、重点突出，以查明区域工程地质条件为基础，突出对制约工程建设的关键地段、关键工程地质问题的调查；

4.4.2 调查工作应以 1：50 000 区域地质调查成果为基础，在未开展 1：50 000 区域地质调查的地区，应充分利用精度不低于 1：200 000 比例尺的区域地质资料，根据工作区主要工程地质问题的调查需求，按照 DZ/T 0001 补充必要的构造和岩性地质调查。

4.4.3 已开展过 1：50 000 或更高精度工程地质、环境地质、地质灾害、岩土工程勘察工作的地区，应以编图研究为主，必要时部署补充性调查工作。

4.4.4 调查工作应重点关注制约工程建设的关键地段和关键工程地质问题，控制性工程地质剖面的实测、勘探剖面（钻探、物探等）和野外调查路线统筹部署，不平均布设工作量。

4.4.5 工程地质调查和工程建设适宜性评价工作，根据实际情况，可采用标准图幅、多幅联测的方式，亦可采用工程区或行政区为单元进行调查和评价。

4.5 基本要求

4.5.1 工作底图

应采用1：50 000或更大比例尺地形图作为工作手图，在没有大比例尺地形图的地区，可采用高分辨率遥感影像图作为工作手图。

4.5.2 填图单元

基本填图单元包括地貌形态、构造、地层及工程地质岩组、特殊岩土体、单体地质灾害、典型地质现象和不良地质作用等，应在图面上清晰反映出图斑面积大于4mm²的地质体和长度大于5mm的线状地物。

4.5.3 调查精度

调查精度要求：

- a) 野外调查宜采用数字化野外数据采集系统，定位误差应小于 2mm；
- b) 根据调查区类别，分别采取不同的钻探深度。平原盆地区钻探深度以 40m~80m 为宜，应有少量深部控制孔，数量宜占钻孔总数的 5%~10%，孔深以 80m~120m 为宜；山地丘陵区勘查深度以 30m~50m 为宜，在第四系覆盖厚度小于 5m 的地区，勘查深度以达到弱风化基岩为宜；
- c) 地球物理勘探（简称“物探”）工作量在平原盆地区以 3km~7km/（每百平方千米）为宜，在山地丘陵区以 2km~6km/（每百平方千米）为宜；
- d) 针对活动断层、地裂缝，应该有一定的探槽工作量。

4.5.4 实物工作量确定

调查工作量应按照表3确定。设计具体工作量时，应考虑以下因素：

- a) 在没有开展 1：50 000 区域地质调查的地区，应增加 20%的地面调查工作量，用于区域地质调查；
- b) 调查点露头不清楚时，应采用山地工程或浅钻、洛阳铲等予以揭露；
- c) 图幅内每个控制性工程地质剖面上，最少布设一个控制性勘探钻孔。经甄别，收集的钻孔资料内容齐全、精度满足调查工作要求的已有工作量，可作为钻探定额的核定依据；条件适宜地区可部署静力触探，但工作量不超过钻探定额进尺的 20%；
- d) 物探应根据场地适宜程度和经济技术特点，优选合适的技术手段，具体参照附录 A 执行；
- e) 在工程地质条件复杂，工程地质问题类型多、危害严重的地区，应设置专项调查和专题研究，并增加 20%~50%工作量和适当的工作手段；
- f) 遥感解译宜采用多期影像数据进行对照分析，城市建筑覆盖区、山区森林覆盖区、积雪覆盖区可以增加 InSAR、Lidar、无人机倾斜摄影等技术手段开展调查。

表3 每百平方千米主要实物工作量表

地区类别		遥感解译 (km ²)	调查点 (个)	钻探		原位测试 (点或次)	岩土样 (组)	物探 (km)
				(个)	(m)			
平原盆地 区	复杂	100	60~80	4~6	200~300	30~45	50~60	5~7
	中等	100	50~70	3~5	150~250	20~30	40~50	4~6
	简单	100	40~60	2~4	100~200	15~25	35~45	3~5
山地丘陵 区	复杂	100	70~90	3~5	120~200	20~30	40~60	4~6
	中等	100	60~80	2~4	80~160	15~20	30~45	3~5
	简单	100	50~70	2~3	40~120	10~15	20~30	2~4
注：（1）对于工作量范围的确定，一般调查取下限，专门调查取上限；（2）本表中的工作量，可根据不同地区工程地质条件复杂程度及对工程建设的影响程度，当综合分析判断能够满足评价要求时，可进行适当调整。								

4.6 工作流程

- 4.6.1 工程地质调查工作流程分为调查准备、野外调查、成果产出等 3 个阶段，工作流程按照图 1 执行。
- 4.6.2 应随工程地质调查同步开展 1：50 000 工程地质空间数据库建设，实现基于空间数据信息的工程地质评价和制图输出。
- 4.6.3 工程地质调查成果应按照国家图幅提交工程地质图、工程建设适宜性分区图、图幅说明书和数据库，宜按照工程区或行政区提交综合调查评价成果报告及相应附图、附件和数据库。

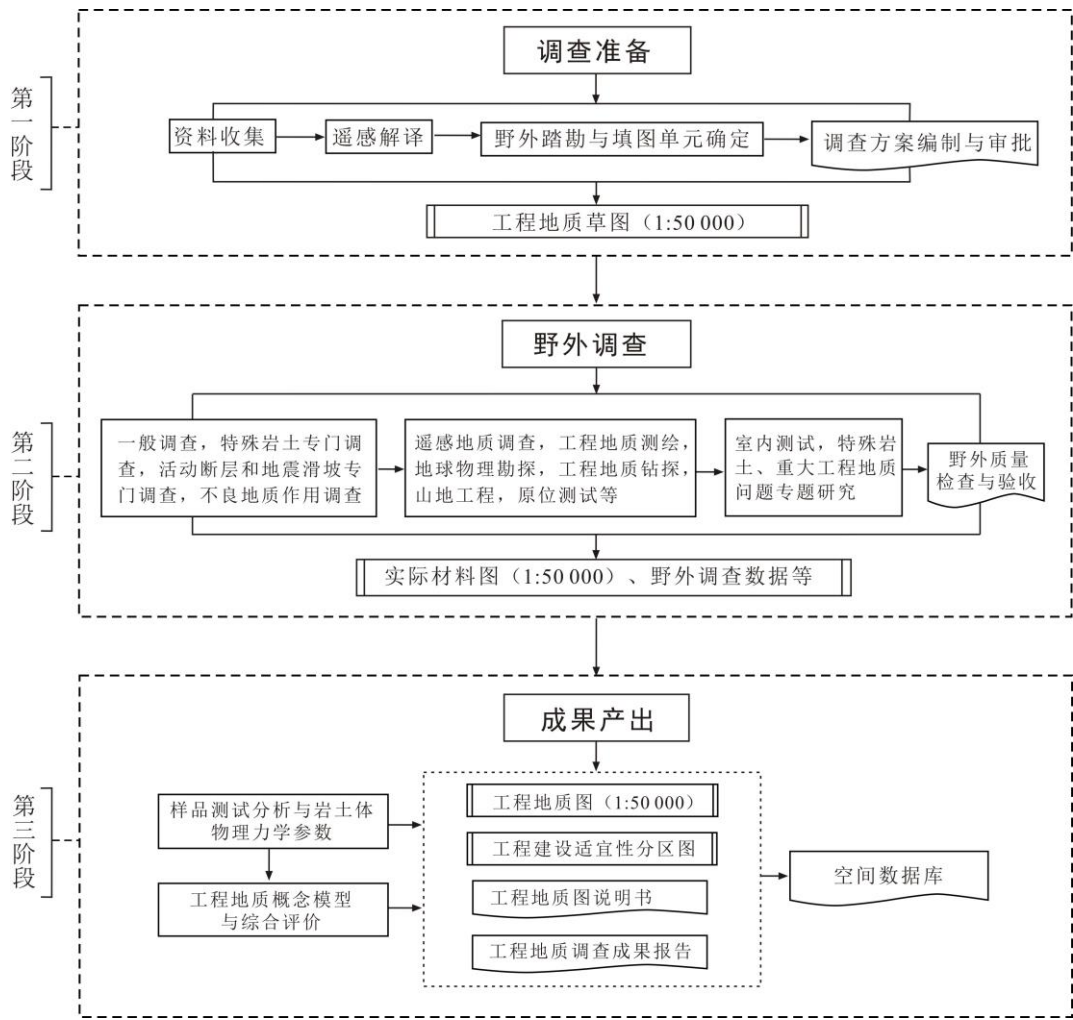


图1 1：50 000 工程地质调查工作流程图

5 调查方案编制

5.1 编制依据

编制调查方案应依据以下文件资料：

- a) 项目任务书或委托函；
- b) 调查区工程规划建设状况及需求；
- c) 区域地质、工程地质、地质灾害等相关资料；
- d) 相关技术标准和要求。

5.2 调查工作准备

5.2.1 资料收集分析

5.2.1.1 工程建设及规划资料

应收集以下资料：

- a) 调查区域城镇发展、土地利用、地下空间开发、防灾减灾、重大工程规划资料，分析各类工程规划建设对工程地质调查工作的需求；
- g) 工程建设引起的工程地质问题资料，分析各类问题的分布、规模、强度、成因和演化及与工程建设的关系；
- h) 工程建设引起的工程地质问题的防治措施、效果及经验。

5.2.1.2 气象水文资料

应收集以下资料：

- a) 区内气象站降水量、蒸发量、气温、年无霜期及冻结深度等资料，资料时长应与评价工作期限相适应；
- i) 水系分布、河川流域面积，水库、湖泊的位置、面积、容积以及水库调蓄水位，水文站流量、水位、含沙量等多年资料，引地表水灌区的分布范围、引灌水量，近岸海水最高、最低、平均水位等资料。

5.2.1.3 区域地质资料

应收集以下资料：

- a) 地层、岩相古地理、地质构造资料，区域地质调查研究成果；
- j) 地貌图、地质图、第四纪地质图、地质构造图、综合地层柱状图等；
- k) 岩矿鉴定成果、岩土化学分析成果、地层测年成果等；
- l) 控制性地质钻孔、矿产勘探钻孔资料。

5.2.1.4 工程地震资料

应收集以下资料：

- a) 活动断层和地震活动资料；
- m) 调查区受断层和地震活动影响的建（构）筑物变形资料。

5.2.1.5 工程地质调查、岩土工程勘察资料

应收集以下资料：

- a) 区域工程地质调查成果、工程地质勘查及有关工程地质研究成果；
- n) 地形图、工程地质图及典型工程地质剖面图等；
- o) 工程地质钻孔、岩土原位测试及室内试验数据等资料；
- p) 重要建筑、基础设施岩土工程勘察资料，当地的工程建设经验和建（构）筑物变形情况等。

5.2.1.6 水文地质资料

应收集以下资料：

- a) 区域和专门水文地质调查研究成果；
- b) 水文地质图、地下水等水位（水压）线与埋藏深度图等；
- c) 水文地质钻孔、供水井、泉水等资料；
- d) 地下水水质分析成果；
- e) 抽水试验、地下水动态监测等资料。

5.2.1.7 遥感地质与地球物理勘探资料

应收集以下资料：

- a) 不同类型、不同时期、不同分辨率的遥感数据及其解译成果；
- b) 电法、磁法、电磁法、重力、地震等物探方法所获得的相关地球物理参数及其解释成果。

5.2.1.8 不良地质作用

应收集以下资料：

- a) 崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地面塌陷、地裂缝等地质灾害资料；
- b) 工程建设及其引起的水土环境污染、土壤盐渍化和沼泽化等环境地质问题资料。

5.2.1.9 资料综合分析要求

综合分析包括：

- a) 应对收集的资料进行整理，经甄别，可靠的数据资料按照相关要求录入空间数据库；
- b) 应充分利用地貌类型、地层岩性、地质构造、水文地质条件、不良地质作用等数据资料，明确需要解决的主要工程地质问题；
- c) 应利用收集的资料进行预编图，将可借鉴利用的成果编绘到工作手图上。

5.2.2 野外踏勘

野外踏勘应复合如下要求：

- a) 应在资料收集和综合分析的基础上开展野外踏勘工作。
- b) 进一步补充调查区遥感数据，并进行初步解译，确定现场踏勘重点。
- c) 了解调查区地层、构造、不良地质作用和水文地质条件等，重点对典型地质剖面、不良地质作用及工程规划建设区进行野外踏勘。
- d) 通过野外踏勘，应初步形成区域工程地质概念模型与工作部署思路，初步确定工程地质填图单元、填图要素和主要工程地质问题，明确主要成果和产品。

5.3 调查方案编制要求

调查方案编制应符合以下要求：

- a) 应在资料收集整理分析和野外踏勘的基础上编制调查方案，具体按照附录 B 编制；
- b) 调查方案应明确调查区的地貌类型、基础地质、工程地质及地质灾害研究程度、工程地质条件复杂程度、与工程建设相关的工程地质问题，需要解决的重点问题和主要支撑服务产品；
- c) 调查方案应明确工程地质填图单元和要素、测绘工程地质剖面的位置、工程地质测绘范围和比例尺；
- d) 调查方案附图及附件包括：地质工作程度图、工作部署图、典型工程地质钻孔设计图、可利用数据、资料清单等。

6 调查内容

6.1 一般调查

6.1.1 地貌及第四纪地质特征调查

按以下要求调查：

- a) 应查明各种地貌成因、形态、规模及分布规律，分析其组合特征、过渡关系及其形成的时代，以及不同地形地貌对工程建设的影响；
- b) 应定量分析区域地形特征，如地形坡度、地形起伏度、地形切割密度等；应查明第四纪不同成因类型或岩石地层单位的沉积物岩性、物质成分、沉积构造、厚度、岩相纵横变化及空间分布，探讨其形成时代和发展演化过程。

6.1.2 地质构造调查

按以下要求调查：

- a) 应在资料分析的基础上，结合遥感解译，查明区域构造格架和构造形迹，构造优势面及组合，主要构造运动期次和性质；
- b) 应收集区域断层活动性、活动强度和速率，以及区域地应力、地震活动、地震峰值加速度或基本烈度资料；
- c) 应查明主要地质构造，分析新构造运动特征、特别是活动构造类型、规模、性质、空间展布和活动性；
- d) 应查明区域主要节理裂隙的成因类型、形态特征、产状、规模、密度和充填特征等，注意查明密度较大的节理裂隙优势面，以及规模较大的地质优势面的产状及发育特征。

6.1.3 岩体工程地质特征调查

按以下要求调查：

- a) 应查明地层产状、层序、地质时代、成因类型、岩性岩相特征及其接触关系，重点查明岩体工程地质特征，具体要求按照 DZ/T 0097 执行；
- b) 沉积岩调查内容：岩性岩相变化特征，层理和层面构造特征，结核、化石及沉积韵律，岩层接触关系，碎屑岩成分、结构、胶结类型、胶结程度和胶结物成分、结晶特点、溶蚀现象及特殊构造，软弱岩层和泥化夹层的岩性、层位、厚度及空间分布等；
- c) 岩浆岩调查内容：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，蚀变带、风化夹层、沉积岩夹层等发育特征，凝灰岩分布及泥化、风化特征等；
- d) 变质岩调查内容：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；
- e) 岩石的坚硬程度及强度、岩体结构类型及完整程度，划分岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级，等级划分方法按照 GB 50218 执行；
- f) 应查明岩石的风化程度，风化壳厚度、形态和性质，进行风化壳的垂直分带。岩石野外鉴定方法参照附录 C 执行。

6.1.4 土体工程地质特征调查

按以下要求调查：

- a) 应查明土的颗粒组成、矿物成分、包含物、结构构造、密实度和湿度及其物理力学性质，具体要求按照 DZ/T 0097 和 GB/T 50123 执行；
- b) 第四纪沉积物的时代，宜按早更新世（Qp1）、中更新世（Qp2）、晚更新世（Qp3）、全新世 Qh 进行沉积物的划分和对比。当四分有困难时，可两分为更新世（Qp）和全新世（Qh）；
- c) 应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、沉积物的形态及空间分布等，确定第四纪沉积物的成因类型，土体野外鉴定方法按照附录 C 执行；
- d) 应查明不同时代、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。

6.1.5 水文地质条件调查

按以下要求调查：

- a) 宜在 1：200 000 水文地质普查或 1：50 000 水文地质调查的基础上，补充开展与工程规划建设或不良地质作用相关的水文地质条件调查；
- b) 应查明含水层和隔水层、埋藏与分布、岩土渗透性、地下水水位与埋深、地下水水化学特征及其对建筑材料的腐蚀性；
- c) 宜查明地下水的流速、流向、补给、径流和排泄条件，分析地下水活动与工程边坡或自然斜坡稳定性、地面沉降、地面塌陷等不良地质作用的关系；
- d) 水文地质条件调查的相关要求按照 DZ/T 0282 执行。

6.1.6 活动断层调查

按以下要求调查：

- a) 活动断层位置、规模、性质、特征、产状和延伸展布情况；
- b) 断层活动性和变化规律及其对工程建设的影响，具体要求按照 DB/T 53 执行。

6.2 特殊岩土专门调查

6.2.1 岩溶调查

调查包括：

- a) 岩溶的形态、发育程度、发育条件和分布规律，具体要求按照 DZ/T 0097 执行；
- b) 岩溶塌陷和地面下沉、开裂等地面变形现象；
- c) 岩溶区滑坡、崩塌和危岩等不良地质作用的分布和形成条件；
- d) 对岩溶发育区的水工建（构）筑物、岩溶洼地、垃圾填埋、尾矿库、废渣或废水堆弃地点，应调查可能产生渗漏病害的条件，分析病害的原因，预测其发展趋势。
- e) 对于岩溶发育区的大规模工程建设，宜调查评价工程建设活动可能对地下水流程造成的改变，以及可能引起的工程地质问题。

6.2.2 红层调查

调查包括：

- a) 红层的成分、成岩程度、层序及其组合特征，进行岩体工程地质分类；
- b) 含盐红层的发育层位、产出方式、厚度、物质成分及其溶蚀形态和分布特征；
- c) 含胀缩性泥（页）岩红层的发育层位、岩性组成、黏土矿物成分和含量、工程性质、厚度、分布规律及其影响因素；
- d) 红层中影响风化的岩性、气候和地形地貌等因素以及风化层的分布、厚度和变化规律，并进行风化带划分；
- e) 岩层的组合情况，滑坡、崩塌等不良地质作用的发育和分布特征、形成条件、结构类型、成因、形成时间、发育阶段、演变过程及现今稳定性状态、红层水土流失及地下水情况。

6.2.3 软土调查

调查包括：

- a) 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) 软土中的特殊土层（如淤泥、泥炭、硬壳）的分布规律及工程地质特性；
- c) 与软土分布有关的土层压缩变形，地基、边坡、堤岸失稳等工程地质问题；
- d) 辨别古牛轭湖、埋藏谷以及暗埋的塘、浜、沟、渠的分布范围、埋藏深度及形态；查明下卧硬土层和古软土层的超固结比等工程地质特性；
- e) 在谷地、河谷边缘、河沟交汇地段、山间盆地及斜坡边缘地段，应查明软土层厚度变化，下卧硬层顶面形态、横坡大小等；
- f) 在沼泽地段，应查明喜水植物的分布及生长情况、地表水汇流和水位季节变化、疏干条件，地下水露头及其季节变化，地下水与地表水的关系等。

6.2.4 红黏土调查

调查包括：

- a) 红黏土的结构成分、成因类型、形成时代、地貌特征、成层厚度及分布规律；
- b) 红黏土的工程地质性状，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；
- c) 红黏土中的土洞与塌陷，建（构）筑物地基的开裂和变形，以及由于基岩面强烈起伏、红黏土层厚度变化和软土层分布不均引起的建（构）筑物不均匀沉降等不良地质作用发育和分布特征；
- d) 红黏土的含水类型和特征、地表水渗漏情况和地下水分布、水位变化及其与岩溶地下水的关系。

6.2.5 膨胀土调查

调查包括：

- a) 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；
- b) 膨胀土的膨胀、收缩、压缩等性质，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；
- c) 建（构）筑物的变形情况及建筑经验；
- d) 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移的影响；
- e) 收集降水量、蒸发量、气温、地温、日照等资料，分析其对土层胀缩性的影响。

6.2.6 黄土调查

调查包括：

- a) 湿陷性黄土的地层结构、厚度与分布，应加强新近堆积黄土的调查；
- b) 黄土的湿陷性质、程度和变化规律，应按照 GB 50025 要求，划分场地湿陷类型和湿陷等级；
- c) 黄土洞穴侵蚀的分布及规律；
- d) 黄土斜坡地段下伏地层岩性、工程地质特征及其组合关系，重点查明黄土斜坡地段下伏新近纪地层的工程地质特征及其组合关系。

6.2.7 冻土调查

调查包括：

- a) 冻土的类型、垂向和水平方向的分布规律、厚度及成因；
- b) 冻土区地下水埋藏条件、地下水类型、动态变化及水化学特征；
- c) 冻土的工程地质特性及其变化规律；
- d) 冻土地区冻融作用的形成条件、形态特征及分布规律。

6.2.8 盐渍土调查

调查包括：

- a) 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；
- b) 盐渍土的膨胀、收缩、湿陷、压实、压缩等工程地质性质指标；
- c) 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；
- d) 盐渍土盐分季节变化特征。

6.2.9 风化岩和残积土调查

调查包括：

- a) 母岩地质年代和岩石名称，按照 GB 50021 划分岩石风化程度；
- b) 岩脉和风化花岗岩中球状风化体（孤石）的分布，初步分析其对地基（包括桩基）的影响，并提出相应的建议；
- c) 岩土的不均匀性、破碎带和软弱夹层的分布，初步分析软硬互层或风化程度不同的岩土层可能造成不均匀沉降的问题；
- d) 对于厚层的强风化和全风化岩石，宜结合当地经验进一步划分为碎块状、碎屑状和土状；厚层残积土可进一步划分为硬塑残积土和可塑残积土，也可根据含砾或含砂量划分为黏性土、砂质黏性土和砾质黏性土；
- e) 地下水赋存条件。

6.2.10 污染土调查

调查包括：

- a) 在已受污染和可能受污染的场地，开展工业污染土、尾矿污染土和垃圾填埋场渗滤液污染土调查，污染土的环境影响评价可根据任务要求进行；
- b) 以现场调查为主，配合少量勘探测试，查明污染源性质、污染途径，初步查明污染土分布和污染程度；必要时采用钻探或坑探采取土试样，现场观察污染土颜色、状态、气味和外观结构等，并与正常土比较，查明污染土分布范围和深度；
- c) 对工业污染场地，应查明污染源、污染史、污染途径、污染物成分、污染场地已有建（构）筑物的受影响程度等；
- d) 对尾矿污染场地，应查明不同的矿物种类和化学成分，了解选矿工艺、添加剂及其化学性质和成分等；
- e) 对垃圾填埋场，应查明垃圾成分、日处理量、堆积容量、使用年限、防渗结构及变形要求等。

6.2.11 填土调查

调查包括：

- a) 填土的物质组成和来源、堆积年限、堆积方式，鉴定填土类型；
- b) 判定填土地基的不均匀性、压缩性和密实度，必要时应按厚度、强度和变形特性进行初步分层或分区评价；
- c) 判定地下水对填土建筑材料的腐蚀性；
- d) 堆积年限较长的素填土、冲填土和由建筑垃圾或性能稳定的工业废料组成的杂填土，当较均匀和较密实时，可作为天然地基；
- e) 由有机质含量较高的生活垃圾和对基础有腐蚀性的工业废料组成的杂填土，不宜作为天然地基；
- f) 大型垃圾填埋场、坑填垃圾场应调查场地斜坡变形稳定性及有害气体溢出、地下水污染等次生灾害的影响。

6.3 活动断层和地震滑坡专门调查

调查包括：

- a) 在活动断层发育或设计基本地震动峰值加速度 $\geq 0.2g$ 的调查区，应开展活动断层和地震地质灾害专门调查。
- q) 查明活动断层空间位置、几何学和运动学特征等，具体要求按照 DB/T 53 执行，补充必要的综合物探和钻探、槽探工作量。
- r) 应结合年代学测试和综合分析，厘定断层最新活动时代，按照 DB/T 53 划分活动断层类型和等级，划分出活动断层（全新世断层、晚更新世断层）、早-中更新世断层和前第四纪断层。
- s) 调查历史地震导致的斜坡失稳或变形、饱和砂土液化、软土震陷、地面塌陷和裂缝等地震地质灾害的空间分布规律和特征。
- t) 调查历史地震地表破裂带的长度、宽度、破裂类型、破裂性质及组合特征、破裂位移分布及其对构（建）筑物的破坏情况，研究提出近断层建（构）筑物的合理避让距离。
- u) 在地震动峰值加速度 $\geq 0.2g$ 的山区，应开展斜坡岩性组合、结构和形态调查，分析地震动场地效应和典型地震滑坡的形成模式，进行不同概率条件下的地震滑坡危险性评估。

6.4 不良地质作用专门调查

6.4.1 岩溶塌陷及岩溶突水调查

在历史岩溶塌陷灾害发育的覆盖型岩溶区，应调查和评价以下内容：

- a) 开展可溶岩的岩溶发育规律调查，查明岩溶发育特征，掌握地下岩溶发育程度及分布规律；
- b) 岩溶地面塌陷的数量、形态、规模、成因类型、发育特征和时空分布规律，查明岩溶地面塌陷造成的人员伤亡和直接经济损失；
- c) 地下水水量及其补给、径流和排泄条件，掌握岩溶地下水位动态变化及其与地表水体、大气降水和第四系孔隙水的转化关系与转化量；
- d) 第四系土层的成因、岩性及颗粒组成、厚度、结构及其工程地质性质，重点关注覆盖层中的洞穴；
- e) 引起岩溶地面塌陷的自然条件和人类工程活动条件；
- f) 典型岩溶地面塌陷地质结构和动力条件，分析岩溶地面塌陷形成演化过程和地质结构特征；
- g) 应提出区域主要岩溶塌陷形成演化模式，开展岩溶地面塌陷易发性和危险性评价，提出岩溶地面塌陷灾害防治对策建议，对典型塌陷点和隐患区提出紧急避险或防灾预案建议；
- h) 应在 1:50 000 或更大比例尺水文地质调查的基础上，开展岩溶突水灾害的工程地质调查，查明区域主要岩溶洞穴、泉和地下河的位置、高程和特征，补充综合物探、钻探，查明规划建设隧道或地下硐室的地下岩溶管道、溶腔、溶洞的发育情况、富水性及其与地表水体、上覆地下含水层的联系、可能导水的裂隙及裂隙发育情况等，评价工程施工建设引起涌、突水可能性及其导致的地表水、地下水、泉水疏干和岩溶塌陷灾害发生的可能性；
- i) 地下工程（交通隧道、水电工程隧洞、地下硐室等）规划建设时，应开展更大比例尺调查。

6.4.2 崩塌、滑坡、泥石流调查

在地质条件复杂、人口密集城镇和重大工程区，应调查和评价以下内容：

- a) 区域主要易崩、易滑地层和斜坡松散堆积物的工程地质特性，分析区域工程地质条件与滑坡、崩塌、泥石流的相关性；
- b) 地质灾害类型、规模、形态结构特征、分布范围、影响因素、引发因素、威胁范围及危害程度等；对地质灾害隐患点，分析其可能的诱发因素、变形破坏方式、潜在影响范围及其危害程度；进行地质灾害及隐患编录，可根据任务要求编制地质灾害及隐患分布图，提供隐患点群测群防和应急避险措施建议，必要时提供相关附图、附件；
- c) 选取不同类型典型斜坡和沟谷断面，结合工程地质钻探、山地工程，开展工程地质剖面测量，重点调查岩土体组合、斜坡结构类型，分析斜坡稳定性；
- d) 选取典型重大滑坡灾害（或隐患）进行工程地质勘察，揭示其变形破坏特征，开展稳定性分析评价，提出防治方案或防灾对策建议；
- e) 开展地质灾害易发性、危险性评价，编制地质灾害易发性分区图和危险性分区图，提出地质灾害防治规划建议；对专门调查区，以现场调查为主，宜初步分析不同概率水平地震或降雨条件下地质灾害的危险性和风险。

6.4.3 地面沉降和地裂缝调查

在年地面沉降速率大于30mm/a的地面沉降区、累计地面沉降量大于300mm或地面沉降、地裂缝高易发区，应调查和评价以下内容：

- a) 开展地面沉降和地裂缝专门调查与监测工作，具体要求按照 DZ/T 0283 执行。
- b) 调查地面沉降空间分布规律、区域地面沉降速率和沉降中心速率；
- c) 调查重点地区最大取水深度范围内的主要可压缩层和含水层的变形特征，含水层水文地质特征，地下水的埋深、承压性及含水层之间的水力联系；
- d) 收集地下水开采、回灌量和实际开采的层、段，各含水层水位的变化幅度与速率，地下水降落漏斗的形成与发展过程等方面的相关资料和数据；
- e) 建立区域地面沉降地质模型，综合分析评价地面沉降发展趋势；
- f) 地裂缝出现的时间、空间分布、发育规模及活动特征，对建（构）筑物、农田、道路等破坏特征，对地裂缝灾害进行调查编录；
- g) 地裂缝发育地区第四纪地层和基底构造特征，分析地裂缝成因类型及引发因素，提出地裂缝形成演化的地质模式，综合评价地裂缝发展趋势。

6.4.4 采空区地面塌陷或采煤沉陷调查

调查包括：

- a) 主要通过收集资料和调查访问，必要时辅以物探、勘探和地表移动观测，以查明采空区、采煤沉陷区的空间分布规律和变形特征；
- b) 采空区上覆岩层（松散层）的厚度、地层的倾角、综合岩性、岩层层位分布及其物理力学性质；
- c) 查明矿层、煤层层数、倾角、深度、厚度等矿层埋藏条件；
- d) 采空区断层（断层密度、断层强度、断层倾角等）、灰岩溶洞、陷落柱等地质结构及构造特征；
- e) 特殊采煤法所留煤、矿柱的稳定性，引起老采空区活化的因素、地下水的影响、地形与地貌特征；
- f) 对老采空区，应查明采空区的分布范围、埋深、充填情况和密实程度等，评价其上覆岩层的稳定性；对现采空区和未来采空区应预测地表移动的规律，计算变形特征值；对采煤沉陷区应综合评价其稳定性程度，划分稳定性等级；
- g) 地表变形的特征和分布规律，地表塌陷、裂缝、台阶的分布位置、变形范围、形状、大小、深度、延伸方向、发生时间、发展速度，以及与采空区、岩层产状、主要节理、断层、开采边界、工作面推进方向等的相互关系，实测线路附近的洞穴、地表变形（裂缝、塌坑、台阶等）；
- h) 移动盆地的特征及边界，划分均匀下沉区、移动区和轻微变形区；
- i) 宜根据开采情况、地表移动盆地特征和变形大小，划分为不宜建筑的场地和相对稳定的场地，划分稳定性等级，提出土地开发利用建议，具体要求按照 GB 51044 执行；
- j) 建（构）筑物变形的类型（倾斜、下沉、开裂）、变形开始的时间、发展速度、裂缝分布规律、延伸方向、形状、大小等，实测线路附近的建筑物变形；
- k) 发生变形的建（构）筑物结构类型、所处位置及长轴方向与采空区、地质构造、开采边界、工作面推进方向的相互关系；
- l) 既有建（构）筑物的变形和地基加固处理的经验教训。

6.4.5 饱和土液化调查

在调查区地震动峰值加速度 $\geq 0.10g$ ，存在区域性埋深小于20m的饱和土、地层为全新世砂土、粉土和软土或历史地震液化灾害严重的地区，应调查和评价以下内容：

- a) 饱和土液化判别应先根据粘粒含量百分率、地质年代、地下水位深度和上覆非液化土层厚度进行初步判别，当初判有液化可能时，应按照 GB 50011 中标准贯入试验判别法，计算出液化指数，判别液化等级；
- b) 分析场地地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的场地条件；
- c) 当场地及其附近存在历史地震液化遗迹时，宜分析液化重复发生的可能性；
- d) 当倾斜场地或液化层倾向水面或临空面时，应评价液化引起土体滑移的可能性；凡判别为可液化的场地，应阐明可液化的地层、液化指数，并综合确定场地液化等级，具体按照 GB 50011 执行。

7 技术方法

7.1 遥感地质调查

7.1.1 开展土地覆盖类型、地形地貌、地质构造、地层岩性、水文地质等工程地质条件和人类工程建设，以及地质灾害和不良地质作用等要素的遥感调查和解译工作，编制工程地质遥感解译图。

7.1.2 根据调查对象和调查精度，按以下要求合理选取中、高分辨率卫星和航空遥感数据以及高精度无人机遥感数据作为遥感信息源：

- a) 一般调查工作，应选用地面分辨率优于 5m 的遥感数据；
- b) 专门调查工作，宜选用地面分辨率优于 2m 的遥感数据；在无存档大比例尺航空遥感数据的情况下，优先选用无人机遥感数据；
- c) 在满足遥感调查精度的条件下，应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的合格遥感数据，推荐采用价格低或免费的国产卫星影像数据为主要数据源。

7.1.3 选用植被覆盖度低时段的遥感影像，要求如下：

- a) 北方应选择初春或秋末地表裸露、植被、气象干扰因素较小的时段；
- b) 南方则应选择作物收获后的时段；
- c) 遥感数据的云层覆盖量应小于 5%，且不能覆盖重要地物，图像的条带、噪声应尽可能少；
- d) 遥感数据源应具有较强的现势性，能反映工作区的现状，且时效性一般不应超过 2 年。

7.1.4 遥感影像应采用国家控制点、地形图采集、GNSS 现场实测点等，消除遥感图像畸变，与地理坐标配准。

7.1.5 建立遥感解译标志。应在野外踏勘的基础上，建立基于不同遥感数据源的典型地貌、地质构造、岩（土）体类型、水文地质现象、土地覆盖类型和人类工程建设、地质灾害要素等遥感解译标志。

7.1.6 遥感影像上图斑面积大于 4mm² 的具有意义的工程地质面状要素、长度大于 5mm 的线状要素均应解译出来，应勾绘出其范围和边界；图斑面积小于上述尺寸的，可用规定的符号表示。

7.1.7 宜采用不同类型多时相遥感影像进行对比解译，可利用遥感影像立体像对生成立体模型并与数字高程模型（DEM）数据进行叠置分析，制作三维可视化的虚拟场景。

7.1.8 工程地质遥感解译，宜利用 DEM 生成地形阴影，结合地形地貌分析，补充解译遥感影像难以识别的工程地质条件、地质灾害体及其背景条件。

7.1.9 应对遥感解译结果进行野外实地验证，修正初步解译结果。必要时应通过不同时相图像对比分析其演化状态。

7.1.10 遥感解译图的编制应符合以下要求：

- a) 按标准图幅、重大工程区范围，编制工程地质遥感解译图；
- b) 对重大工程地质问题，除准确标示地理位置及边界范围外，还应制作表现其结构组成的三维影像图；
- c) 遥感解译图应标注遥感图像（数据）类型、分辨率、接收时间、图像处理和遥感解译方法技术、解译精度等内容。

7.2 工程地质测绘

7.2.1 制作野外工作手图，宜使用工程地质调查野外数据采集系统，在地形、地貌图及遥感影像地图上制作电子版的工程地质草图，比例尺应为 1：25 000 或更大比例尺。也可以按照相同要求编制纸质版的工程地质草图。

7.2.2 正式测绘前，应预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，确定工程地质填图单元。

7.2.3 测绘精度要求。地质界线和调查点的精度，在图上误差应小于 2mm；有重要意义的填图单元，在图上不足 2mm 者，可放大表示。

7.2.4 工程地质测绘的调查点布置、密度及定位，应符合下列要求：

- a) 以路线穿越法为主，对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；
- b) 调查路线间距 1km~3km，每个重要填图单元体应有调查点控制；
- c) 调查点应充分利用天然和已有露头，当露头少时，可根据具体情况布置一定的山地工程。
- d) 一般调查点应采用 GNSS 定位，1:50 000 比例尺图面误差应小于 2mm；专门调查点可采用高精度 GNSS 进行定位和高程校正；
- e) 调查点数量可根据遥感解译成果适当减少，但最高不超过 30%。

7.2.5 各种地质体的界线应实地勾绘或根据遥感解译进行界线核定。工程地质问题视其规模大小或类型采用圈定边界，或用符号等方法表示，当其集中分布时也可用群体符号表示。

7.2.6 野外调查记录，应符合以下要求：

- a) 野外调查记录方式以工程地质调查野外数据采集系统为主，宜采用记录本和手图作为补充；
- b) 野外调查记录应客观准确、条理清楚、文图相符；
- c) 附必要的示意性平面图、剖面图、素描图以及照片等。

7.2.7 工程地质测绘一般观测点，工程地质条件调查点，滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝等野外调查点，工程地质钻探和山地工程等的记录格式见附录 D。其中，附录 D.2~D.7 和 D.9 应建立对应的数据库。

7.2.8 工程地质测绘应提交以下成果资料：

- a) 野外工作手图、实际材料图；
- b) 工程地质草图；
- c) 实测剖面图；
- d) 记录本、通过野外数据采集系统导出的各类调查点记录卡片；
- e) 工程地质钻探、浅钻、山地工程（坑、槽探）记录表及素描图；
- f) 地质照片图册；
- g) 文字总结。

7.3 地球物理勘探

7.3.1 工程地质调查中，物探方法的选择应根据物性参数、基本原理、适用条件、场地条件及调查的要求综合考虑，具体可参照附录 A 执行。对于较复杂的地质问题，宜采用综合物探方法。

7.3.2 应充分收集利用以往的物探成果及各类遥感资料，重点是航磁、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，应进行适量的检查、核对工作。

7.3.3 物探的技术工作应符合下列要求：

- 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，钻探是物探的验证手段，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波速测井；
- g) 对有代表性的岩、土试样宜进行波速（ v ）、动泊松比（ μ_a ）、动剪切模量（ G_a ）、动弹性模量（ E_a ）测试；
- 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。

7.3.4 物探成果与其它地质成果要进行综合编录、综合解译。应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。

7.3.5 应提交以下物探成果：

- a) 物探报告，附图，附表等，作为附件或单独归档；
- b) 物探实际材料图；
- c) 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；
- d) 动弹性力学参数等各种测量数据表；
- e) 物探文字报告。

7.4 工程地质钻探

7.4.1 钻探的主要任务是查明地表以下地质结构，岩土体的性状、厚度、埋藏深度、分布范围以及水文地质条件等，并为采取试验样品，进行野外测试提供条件。主要包括：

- a) 了解岩土体的性状、厚度及其空间分布规律；划分岩土体层位及岩土体结构类型；
- b) 研究地质构造变化、破碎带空间分布、构造岩岩性和充填物及其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、组成物质或填充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、渗透性、地下水的水位、水量和水质；
- e) 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。

7.4.2 勘探点、线的布置应符合下列要求：

- a) 平原盆地区宜围绕区域地质地貌、地层岩性和构造等要素的典型剖面部署勘探点、线；
- b) 山地丘陵区主要布置在覆盖区，勘探线按垂直构造线或沿地貌和岩性变化较大的方向布置；
- c) 控制性钻孔数量宜占钻孔总数的 5%~10%；
- d) 钻孔应综合利用，包括样品采集和原位测试，必要时成井进行简易水文地质试验。

7.4.3 一般钻孔和控制性钻孔深度按照 4.5.4 节要求执行。

7.4.4 当遇下列情况时，应适当增减钻孔的深度：

- a) 在预计深度内遇基岩时，进入中风化或微风化 3m~5m 终孔；
- b) 覆盖土层和风化带、破碎带厚度小于 20m 时，大部分钻孔应钻至中风化基岩为宜；
- c) 揭露构造破碎带的钻孔，应钻透破碎带至新鲜岩体中 3~5m。

7.4.5 钻探应符合下列要求：

- a) 孔径要求：采取原状土样的钻孔，孔径不小于 110mm；采取岩石力学试样的钻孔，孔径不小于 75mm；进行专门性试验的钻孔孔径，按试验要求确定；
- b) 应采取全孔连续取芯钻进，限制回次进尺，严禁超管钻进；黏性土无岩芯间隔不超过 1m，其他不超过 2m；
- c) 松散地层中，潜水水位以上孔段，宜采用干钻；在砂层、卵砾石层、硬脆碎和软碎岩层中可采用反循环钻进；
- d) 岩芯采取率要求：对黏性土和完整岩体不低于 85%，砂类土不低于 70%，卵砾类土不低于 60%，风化带和破碎带不低于 65%；
- e) 每钻进 50m 及终孔时，都要进行孔深、孔斜校正，终孔时孔深误差不得大于 1%，孔斜误差不得大于 2°；
- f) 钻进过程中，应进行简易水文地质观测，记录初见水位、静止水位、水温、涌水和漏水情况，以及其他异常情况；
- g) 终孔后，应按要求进行封孔，一般可用黏土封孔，特殊情况应按封孔设计的要求封孔。

7.4.6 工程地质钻探中原状土取样时应符合以下要求：

- a) 黏性土和粉土中取原状土样，取样间隔 2m；厚度小于 2m 的土层及有意义的夹层应取样；厚度大于 5m 的土层取样间隔不宜大于 3m；
- 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。

7.4.7 钻孔的记录和编录应由经过钻探专业训练和专业技术人员承担；记录应真实、及时，按钻进回次和分层填写，记录格式按照附录 D.8~D.9 执行；土体的野外鉴定方法参照附录 C 执行。

7.4.8 所有钻孔的岩芯应有照片或录像资料；所有钻孔岩芯应保留至野外验收结束，验收后就地掩埋。

7.4.9 工程地质钻孔质量按孔径、孔深、孔斜、取芯、取样和原位试验、简易水文地质观测、地质编录、封孔八项技术指标分出优良、合格、不合格三级：

- 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。

7.4.10 工程地质钻孔竣工后宜提交下列资料：钻孔设计书、开孔和终孔通知书、钻孔小结、钻孔工程地质柱状图、岩芯照片、岩芯编录表、钻探班报表、岩石质量（RQD）统计表，钻孔质量验收书等。

7.5 山地工程

7.5.1 山地工程的任务是查明岩土层界线、破碎带宽度、构造现象、岩脉宽度及延伸方向、包气带结构、地裂缝和滑坡等特征，并采取岩土样品。

7.5.2 山地工程一般采用坑探、槽探和井探等轻型工程。

7.5.3 山地工程需进行详细编录描述和编制地质展示图等。坑探、探槽和井等工程概况、原始地质记录、标本样品采集记录，记录格式按照附录 D.10~D.12 执行。

7.5.4 在平原地区，宜布置浅钻工程，揭露浅部土层岩性、岩相以及地下水情况；在山地丘陵地区或开展活动断层调查，宜适当增加山地工程工作量。

7.6 原位测试

7.6.1 一般规定

7.6.1.1 应考虑岩土体条件、物理力学参数、地区经验等因素，选择适用的原位测试方法。

7.6.1.2 原位测试试验均按照 GB 50021 执行，原位测试结果应结合原型试验、室内土工试验及工程经验等进行综合分析。对缺乏经验的地区，应与工程反算参数作对比，检验其可靠性。

7.6.1.3 分析原位测试结果资料时，应注意仪器设备、试验条件、试验方法对试验结果的影响。

7.6.1.4 原位测试的仪器设备应定期检验、标定和校准。

7.6.2 标准贯入试验

7.6.2.1 适用于砂土、粉土、一般黏性土、残积土、全风化岩及强风化岩，应采用不同的标贯击数对不同类型风化岩进行风化程度分级：

- a) 对于花岗岩类岩石，标贯击数 $N \geq 70$ 定为强风化， $40 \leq N < 70$ 为全风化， < 40 为残积土；
- b) 其他类岩石，标贯击数 $N \geq 50$ 定为强风化， $30 \leq N < 50$ 为全风化， < 30 为残积土。

7.6.2.2 标贯试验间距在砂层内可取 1m~2m，其他层内可视情况而定。试验要求按照 GB 50021 执行。

7.6.3 圆锥动力触探试验

7.6.3.1 轻型圆锥动力触探试验适用于浅部的填土、砂土、粉土和黏性土；重型圆锥动力触探试验适用于砂土、中密以下的碎石土和极软岩；超重型圆锥动力触探试验适用于密实和很密的碎石土、软岩和极软岩。

7.6.3.2 重型和超重型圆锥动力触探可在碎石类和风化层内以 1m~2m 间距进行。圆锥动力触探试验要求按照 GB 50021 执行。

7.6.4 静力触探试验

7.6.4.1 适用于软土、一般黏性土、粉土、砂土和含少量碎石的细粒混合土。

7.6.4.2 宜采用双桥探头或带孔隙水压力量测的双桥探头，分别测定锥尖阻力、侧壁摩阻力、比贯入阻力和贯入或消散时的孔隙水压力。

7.6.4.3 当探杆贯入深度大于30m，或穿过厚层软土后再贯入硬土层或密实砂层时，宜采用设置导向管或配置测斜探头等测定孔斜措施。

7.6.5 十字板剪切试验

- 7.6.5.1 适用于饱和软黏土。
- 7.6.5.2 在钻孔中进行十字板剪切试验，测定其不排水抗剪强度、残余抗剪强度和灵敏度。

7.6.6 旁压试验

- 7.6.6.1 适用于黏性土和砂性土层。
- 7.6.6.2 测得土体压力（P）—变形（S）曲线及容许承载力、旁压模量等指标。在实践过程中，宜根据旁压试验数据，将旁压模量换算为变形模量。

7.6.7 点荷载试验

- 7.6.7.1 适用于测定不经修整的岩芯或稍加修整的不规则岩样。可估算单轴抗压强度和抗拉强度。
- 7.6.7.2 每类岩石按其均匀性测定不少于3组样，岩芯试件数量每组应为5个~10个，不规则试件数量每组应为15个~20个。

7.6.8 波速试验

- 7.6.8.1 适用于测定各类岩土体的压缩波、剪切波或瑞利波的波速，可根据任务要求采用单孔法、跨孔法和面波法。
- 7.6.8.2 钻孔波速测试深度应根据下列测试目的确定：
 - a) 确定场地土类型、场地类别、判断场地地震液化的可能性；
 - b) 提供地震反应分析所需的场地土动力参数；
 - c) 利用岩体纵波速度与岩石单轴极限抗压强度对比进行围岩分级，确定岩石风化程度，并估算岩体基床系数，评价围岩稳定性。

7.6.9 渗透性试验

现场渗透性试验可根据含水层介质和地下水分布特点，按照表4选择相应的试验方法。

表4 主要含水介质渗透性试验方法

含水层介质	水文地质试验方法
含水层介质	水文地质试验方法
黏性土、粘质粉土	注水试验、提水试验
砂质粉土、粉砂	注水试验或抽水试验
中（细、粗）砂、砾砂、圆砾	抽水试验
基岩	压水试验

7.7 室内试验

7.7.1 一般规定

- 7.7.1.1 岩土室内试验项目和试验方法应根据调查方案要求和岩土性质的特点等综合确定。
- 7.7.1.2 应对照所送岩、土、水样和试验项目逐个逐项进行检查验收。
- 7.7.1.3 原状土样室内保存时间不宜超过3周。

7.7.2 土的试验

- 试验项目包括：
- a) 一般试验项目包括：粒度成分、土粒密度、天然密度、天然含水率、界限含水率、压缩系数、压缩模量、抗剪强度；
 - b) 可选试验项目包括：三轴剪切试验、非饱和土试验、腐蚀性、高压固结、渗透系数、无侧限抗压强度、有机质等指标；
 - c) 室内土工试验项目及适用范围参照附录 E，试验方法按照 GB/T 50123 执行。

7.7.3 岩石试验

7.7.3.1 一般试验项目包括：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、抗剪强度等，试验方法按照GB/T 50266执行。

7.7.3.2 单轴抗压强度宜分别测定干燥和饱和状态下的强度，软岩宜测定天然状态下的强度。

7.7.4 水质分析

水质分析项目：pH、Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、游离CO₂、侵蚀性CO₂、硬度和要求测试的其它项目。试验方法按照GB/T 50123执行。

7.7.5 年代学样品测试

7.7.5.1 年代学样品采取的数量、种类及测年要求，按照DB/T 15执行。

7.7.5.2 宜取堆积物中的含炭物质，用放射性同位素¹⁴C测定其年龄值，对距今1万年以来的¹⁴C年龄值应进行树轮年龄校正。

7.7.5.3 对没有含炭物质的堆积物，宜采集风成黄土、粉砂、细砂、烘烤层、古陶器等物质样品，用释光方法测定其堆积年龄值。

7.7.5.4 代表性地貌面，可采集宇宙成因核素测年样品，测定其暴露年龄。

7.7.5.5 年龄样品应由具备相应资质的实验室测定；古文化层和古生物化石应由具备相应资质的机构鉴定。

8 综合评价

8.1 工程地质概念模型建立

8.1.1 综合分析地形地貌、地质构造、岩土体性质、水文地质和不良地质作用等因素，明确工程建设的主要类型、空间分布、所处规划建设阶段及其对工程地质调查评价的需求，建立工程地质概念模型，综合反映区域工程地质条件、主要工程地质问题及其对工程建设安全的影响。

8.1.2 根据工程建设类型和工程地质条件，分类提出工程地质概念模型中的控制性因素和关键问题，重点考虑对工程建设影响较大的活动断层、地震、重大地质灾害隐患及特殊岩土体等因素。

8.1.3 总结提炼区域关键工程地质问题形成演化的地质模式，开展有针对性的工程地质问题分析评价。宜建立针对重大工程地质问题的工程地质力学模型，开展工程地质问题形成演化机制的定量分析计算。

8.1.4 按照6.1.3和6.1.4对区域岩土体进行分类和分级，建立岩土体物理、力学参数空间数据库，为开展区域工程地质分区和工程建设适宜性评价提供基础数据。

8.2 工程地质分区评价

8.2.1 工程地质条件分区评价应以工程地质概念模型为基本依据，结合区域工程地质复杂程度和工程建设布局，合理确定分区评价单元；综合考虑数据的可分级和可量化程度、可获取性，合理确定评价指标体系和评价方法。

8.2.2 宜结合不同类型的工程建设活动对工程地质条件的要求，采用工程地质类比法、层次分析法等定性-半定量方法，综合考虑地形地貌、地质构造、岩土体特性、水文地质、不良地质作用等工程地质条件，分层次进行分区评价；分区依据应重点考虑工程地质条件中有利、不利因素和关键工程地质问题。

8.2.3 当调查区工程地质条件复杂时，宜利用工程地质条件差异最大的因素，进行一级工程地质条件分区；在一级分区的基础上考虑工程地质条件及其组合关系，合理确定评价指标，进行二级工程地质条件分区评价；将分区评价结果，编入工程地质图，也可根据任务要求编制专门的工程地质分区图。工程地质条件分区评价方法按照CJJ 57执行。

8.2.4 宜开展区域性重大工程地质问题专项调查研究，初步评价其发生的可能性、空间位置、影响范围、活动强度和潜在风险。

8.3 工程建设适宜性分区评价

8.3.1 应在工程地质条件分区评价的基础上，结合工程建设的具体需求，综合选定评价指标，采用加权综合指数等定性一半定量的方法，考虑安全性（稳定性）、技术可行性、经济性、生态环境协调性等

要求，将工程建设适宜性划分为4个等级。根据分区评价结果，编制工程建设适宜性分区图。适宜性评价和等级划分方法按照CJ/J 57执行。工程建设适宜性分级标准参照附录F执行。

8.3.2 对于不同的工程建设类型和适宜性分区，应提出针对性的工程规划和建设建议，重点是针对重大工程地质问题的防范和处置建议。

8.3.3 对于服务于特定重大工程规划建设的适宜性评价，应重点考虑具体工程规划、选址、设计、施工和安全运营等要求，可进行两个或两个以上拟选场地的工程建设适宜性评价比选，并分别提出针对性的工程地质问题防范和处置建议。

9 成果产出

9.1 图件编制

9.1.1 一般规定

9.1.1.1 成果图件应充分利用已有资料和调查资料，在深入分析和综合研究的基础上编制。

9.1.1.2 按照标准图幅形式，应编制实际材料图、工程地质图和工程建设适宜性分区图，以及相应的图件说明书，比例尺为1:50 000。也可按照任务要求，在编制上述基本图件的基础上，编制工程规划建设区、行政区边界控制的专题研究和应用性图件，比例尺不宜小于1:250 00。

9.1.1.3 成果图件应图面简洁易懂，要素齐全，体现科学性、针对性和实用性。

9.1.2 实际材料图

9.1.2.1 采用主图与镶嵌图、说明表相结合的表示方法。针对标准图幅或应用性图件要求，分别采用相应比例尺的标准数字线划地图（DLG）、地形阴影为底图，简化地理背景、地名等要素。

9.1.2.2 应反映所有野外调查工作内容，包括调查路线、各类调查点、遥感解译点及验证点、实测工程地质剖面起始点、样品采集点、钻探点、山地工程点、物探剖面（物探点）等内容，宜在工程地质调查野外数据采集系统的基础上编制。应镶嵌反映工作手段和数量的实际工作量完成情况统计表。

9.1.2.3 在空间数据库中应建立与野外调查点和已有可利用数据资料相对应的数据表、图件、PDF文件或多媒体链接。

9.1.3 工程地质图

9.1.3.1 采用主图与镶嵌图、说明表相结合的表示方法。针对标准图幅或应用性图件要求，分别采用相应比例尺的标准数字线划地图（DLG）、地形阴影为底图，简化地理背景、地名等要素。

9.1.3.2 工程地质图应包括主图、剖面图、工程地质柱状图、区域工程地质概念模型、工程地质分区说明表和图例、必要的镶图等。

9.1.3.3 工程地质平面图应综合反映调查区工程地质特征、主要工程地质问题、不良地质作用、浅钻柱状图、工程地质条件分区评价结果、工程地质柱状图和主要岩土体物理力学参数等。

9.1.3.4 工程地质剖面图应反映调查区主要地层岩性、工程地质岩组，主要工程地质问题和钻探、物探等野外调查、测绘成果。

9.1.3.5 工程地质柱状图应反映地层时代、层序、岩性、工程地质岩组、岩土体物理力学参数等。

9.1.3.6 工程地质图中表达的主要工程地质要素应建立相应的空间数据图层。

9.1.4 工程建设适宜性分区图

9.1.4.1 应在工程地质图的基础上，按照标准图幅、重大工程区等形式，并结合工程规划建设需求编制，采用主图与镶嵌图、说明表相结合的表示方法。以基础地理、重大工程要素、地形阴影为底图，简化地理背景、地名等要素。

9.1.4.2 工程建设适宜性分区图应包括平面图、剖面图、工程建设适宜性分区说明表和图例、必要的镶图等。

9.1.4.3 平面图应综合反映影响地质安全性、技术可行性、环境协调性的主要工程地质问题和要素，采用综合分区表达或分要素表达，明确分区等级和依据。

9.1.4.4 所有参与工程建设适宜性评价的数据均应建立空间数据图层，并包含评价指标的量化数据。

9.2 报告编制

9.2.1 应对照工程地质图和工程建设适宜性分区图，编写相应的图件说明书。说明书应在简述图幅所处的地质背景基础上，按照调查和分区评价结果，分区说明其工程地质条件、工程地质问题类型、分布范围、发育特征、形成原因，工程建设适宜性，工程问题的防范和处置建议等。

9.2.2 应按照附录 G 提供的提纲，编写工作区工程地质调查评价报告。

9.2.3 宜在工程地质调查评价的基础上，根据行政主管部门、工程规划设计部门、科研院所、公众等不同用户需求，及时将调查评价成果转化为数据信息和决策建议等服务性产品。

9.3 数据库建设

9.3.1 空间数据库以 1:50 000 标准分幅数据，包括数字线划地图（DLG）数据、数字高程模型（DEM）数据、数字正射影像图（DOM）数据为基础数据。工程地质调查评价成果图件可根据实际需要，在不影响工作精度和质量的前提下，对图面要素进行适当补充、修订和取舍，以便突出重点。

9.3.2 空间数据格式坐标系统应使用 2000 国家大地坐标系，不一致的坐标系统应进行投影变换。

9.3.3 应根据工程地质要素的规模、类型及特征的差异，采用点、线、面表征，按照不同数据类别形成单要素图层，建立各要素属性数据库。

9.3.4 空间数据库应包括但不限于遥感解译图、实际材料图、工程地质图、工程建设适宜性分区图等基础图层数据及元数据。

9.4 质量检查与成果验收

9.4.1 质量检查

9.4.1.1 检查项目工作部署、工程布置、工作质量和工程进度，是否按照任务书、调查方案要求进行。

9.4.1.2 检查项目质量内控体系和质量检查记录。

9.4.1.3 按照不少于工作量3%的比例，对野外调查点、物探点、山地工程点、试验点、取样点等进行抽样检查和野外现场检查。

9.4.1.4 按照不少于工作量30%的比例，对工程地质钻孔、野外现场试验、探槽等重要勘查工程进行重点检查。

9.4.2 野外验收

9.4.2.1 野外验收依据有：项目任务书、调查方案、有关规范和技术要求。

9.4.2.2 野外验收应具备的条件：

- a) 已完成设计规定的野外工作；
- b) 原始资料真实、齐全、准确；
- c) 原始资料已经进行整理，并进行了质量检查和编目造册；
- d) 进行了必要的综合整理，编写了项目野外工作总结。

9.4.2.3 野外检查验收应提供的资料：

- a) 野外各类原始编录资料及相应的图件（野外原始图件，野外记录本、记录卡片，原始数据记录、相册、表格，样品测试送样单和分析测试结果，工程地质钻孔岩芯等各类典型实物标本，过渡性解释成果资料和综合整理、综合研究成果资料，其它相关资料等）；
- b) 质量检查记录；
- c) 野外工作总结。

9.4.3 成果验收

9.4.3.1 成果报告分为按调查区全区提交的工程地质调查评价报告、附图和附件，以及按图幅提交的工程地质图、工程建设适宜性分区图及说明书。

9.4.3.2 调查报告和说明书应资料完整、真实准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理、便于使用和长期保存，并应因地制宜，突出重点，对规划或拟建工程有明确的针对性。

9.4.3.3 成果报告须经主管单位审核批准。

9.5 资料归档

资料归档按照 DZ/T 0273 相关规定执行，应包括以下资料：

- a) 成果类：终审成果报告、专题报告、附图、附件和数据库及评审意见书；
- b) 遥感解译类：遥感解译报告、解译图、遥感数据、航卫片、解译卡片等；
- c) 野外调查类：野外手图、实测剖面图、各种野外调查点的记录簿及记录卡片、照片、摄像、调查小结；
- d) 地球物理勘探类：各类物探报告、附图、附件，野外记录簿、照片、仪器记录图纸及电子数据；
- e) 工程地质勘探及工程地质试验类：各种工程地质勘探、试验原始记录及成果；
- f) 样品试验测试类：岩土原位测试及室内试验报告，各种采样记录与图件；
- g) 技术文件类：项目任务书，调查方案与成果审批意见书，野外质量评审文件等；
- h) 电子文件类：调查中形成的光盘等电磁介质载体的文件、图表、数据、图像等；
- i) 其他应归档的原始资料。

附 录 A
(资料性附录)
常用物探方法简表

A.1 给出了物探方法选择目的、适用条件及经济技术特点。

表A.1 常用物探方法简表

方法名称		目的任务	适用条件	经济、技术特点
电 法	自然电位法	1. 探测地质体中地下水赋存状况; 2. 分析滑坡的活动性; 3. 探测隐伏断层破碎带位置。	1. 受地形、环境影响较小; 2. 地下水位埋深较浅。	方法简便、资料直观,成本低。
	充电法	1. 探测地质体地下水流速、流向; 2. 监测滑坡体位移。	受地形、环境影响较小。	方法简便,成本低。
	电阻率剖面法	1. 探测隐伏断层、破碎带的位置; 2. 探测隐伏地下洞穴的位置、埋深,判断剖面法充填状况; 3. 探测拉张裂缝的位置充填状况。	地形起伏小,要求场地宽敞。	资料简单、直观,工作效率高,以定性解释为主。成本低。
	电阻率测深法	1. 测定覆盖层厚度,确定基岩面形态; 2. 划分基岩风化带,确定其厚度; 3. 探测地质体岩性结构和接触关系; 4. 测定堆积体厚度,确定堆积床形态。	1. 地形无剧烈变化; 2. 电性变化大且地层倾角较陡地区不宜。	方法简便,成熟,较普及;资料直观,定性定量解释方法均较成熟。成本较低。
	高密度电阻率法	1. 探测隐伏断层,破碎带位置、产状、性质; 2. 探测后缘拉张裂缝、前缘鼓胀裂缝的位置、产状及充填状况; 3. 测定覆盖层厚度,确定基岩面形态; 4. 划分基岩风化带,确定其厚度; 5. 探测地质体岩性结构和接触关系; 6. 测定堆积体厚度,确定堆积床形态。	1. 地形无剧烈变化,要求有一定场地条件; 2. 勘探深度一般较小,小于60m。	兼具剖面、深测功能,装置形式多样,分辨率相对较高,质量可靠,资料为二维结果,信息丰富,便于整个分析。定量解释能力强。成本较高。
电 磁 法	音频大地电场法	1. 探测隐伏断层、破碎带的位置; 2. 探测拉张裂缝的位置。	1. 受地形、场地限制小; 2. 天然场变影响较大时不宜工作; 3. 输电线、变压器附近不宜工作。	仪器轻便,方法简单,适合地形复杂区工作,资料直观,以定性解释为主适于初勘工作。成本低。
	电磁感应法	1. 探测隐伏断层,破碎带位置; 2. 探测拉张裂缝的位置。	1. 地形相对平坦; 2. 强游散电流干扰区不宜工作。	对低阻体较灵敏,方法组合较多,可针对不同地质体采用不同方式探测,资料结果较复杂,以定性解释为主。成本低。
	甚低频电磁法	1. 探测隐伏断层,破碎带位置; 2. 探测拉张裂缝的位置。	1. 有效勘探深度较小,一般数十米; 2. 受电力传输线干扰易形成假异常。	被动源电磁法,较轻便,受地形限制较小,以定性解释为主。成本低。
	电磁测深法	1. 探测隐伏断层、破碎带位置、产状; 2. 探测滑坡体的地层结构,岩性接触关系; 3. 测定滑坡堆积体的厚度,滑床的形态。	1. 适于地表岩性较均匀地区; 2. 电网密集、游散电流干扰地区不宜工作。	工作简便,分辨率较高,受地形限制小,但受静态影响大。成本适中。
	瞬变电磁法	1. 探测隐伏断层,破碎带的位置产状; 2. 测定覆盖层厚度,确定基岩面形态; 3. 划分基岩风化带,确定其厚度; 4. 探测滑坡体的地层结构,岩性接触关系; 5. 探测滑坡体的厚度,确定滑床形态。	1. 受地形、接地影响小; 2. 电网密集、游散电流区不宜工作。	阻体反映灵敏,工作方式灵活多。

表 A.1 常用物探方法简表（续）

方法名称		目的任务	适用条件	经济、技术特点
	探地雷达	1. 探测隐伏断层和拉张裂缝的位置、产状； 2. 探测覆盖层厚度，确定基岩面形态； 3. 划分基岩风化带，确定其厚度； 4. 测定滑动面埋深，确定滑动面形态； 5. 探测滑坡体地层结构，岩性接触关系和堆积体厚度。	1. 受地形、场地限制较小； 2. 勘探深度较小，最大深度 30m~50m 左右	具有较高的分辨率，适用范围广。成本较高。
弹性波法	浅层地震	1. 探测隐伏断层，破碎带的位置产状； 2. 测定滑动面埋深，确定基岩面形态； 3. 测定覆盖层厚度，确定基岩面形态； 4. 探测滑坡体结构，岩性接触关系； 5. 探测滑坡体的厚度，确定滑床形态。	1. 人工噪音大的地区施工难度大； 2. 要求一定范围的施工场地。	对地层结构、空间位置反映清晰，分辨率高，精度高。成本高。
	瑞雷波法	1. 测定覆盖层厚度，确定基岩面形态； 2. 探测滑坡体的厚度，确定滑床形态。	1. 受地形、场地条件限制较小； 2. 勘探深度较小，最大深度 30m~50m 左右。	适合于复杂地形条件下工作，特别是对浅部精细结构反映清晰，分辨率高、工作效率高。资料直观。成本适中。
	声波法	1. 探明隐伏裂缝的延深、产状； 2. 测定堆积体和岩石完整程度； 3. 探测破碎带、裂缝带，较弱带位置、厚度； 4. 检测防治工程质量。	1. 钻孔测试在下管之前进行； 2. 干孔测试需要特殊的耦合方式； 3. 可对岩心（样）进行测试。	测试工作技术简单，资料分析直效率高，效果明显，并可获得动力学参数。成本适中。
层析成像	电阻率层析成像	1. 探明滑坡体地层结构，确定地层、厚度、产状等； 2. 探明隐伏断层和破碎带位置、产状； 3. 探明拉张裂缝的位置产状。	1. 充水（液）孔、孔内无套管； 2. 井一井探测有效距离小于 120m； 3. 剖面与孔深比一般要求小于 1。	属近源探测，准确性较高，适合对重点部位地质要素的详细了解，资料结果比较直观、精确。成本较高。
	电磁波层析成像	1. 探明滑坡体地层结构，确定地层、厚度、产状等； 2. 探明隐伏断层和破碎带位置、产状； 3. 探明拉张裂缝的位置、产状。	1. 孔内无套管； 2. 井一井探测有效距离一般在 100m 以内； 3. 剖面与孔深比一般要求小于 1。	适合对重点部位地质要素的勘探，资料准确、直观。成本较高。
	地震层析成像	1. 探明滑坡体地层结构，确定地层、厚度、产状等； 2. 探明隐伏断层的位置、产状； 3. 探明拉张裂缝的位置、产状。	1. 钻孔的激发、接收条件应一致； 2. 可在井管孔中施工； 3. 井一井探测距离小于 120m； 4. 剖面与孔深比一般要求小于 1。	适合对重点部位地质要素的了解，资料准确、直观。成本较高。
	声波层析成像	1. 探明拉张裂缝的位置、产状； 2. 探明滑动带、滑动面的形态埋深。	1. 受发射能量限制，井一井跨距一般较小，最大约 30m~50m； 2. 剖面与孔深比一般要求小于 1。	为无损检测工作，孔内工作激发比较简单，可测声波参数多，信息量大。成本较高。

附 录 B
(规范性附录)
调查方案编写提纲

第一章 前言

第一节 项目概况：应简述项目来源、任务书编号、工作起止时间等。

第二节 目的任务：应简述项目的总体目标及任务分解。

第三节 自然地理：应简述工作区地理位置、坐标范围、涉及的行政区划、流域、图幅及编号、自然地理概况，附工作区交通位置图。

第四节 需求分析：应简述工作区新型城镇化建设、国土空间规划、重大工程规划建设等对工程地质调查工作的需求情况。

第二章 以往工作程度

第一节 以往区域基础地质工作：应简述区域地质调查、矿产地质勘查、遥感地质等成果；

第二节 以往水工环地质工作：应简述以往水工环地质工作，总结调查成果，甄别已有资料的可利用程度，附工作程度图。

第三章 工程地质条件

第一节 地形地貌：包括地形特征定量分析，地貌的类型、成因和分布等。

第二节 地质构造及地震：包括地质构造、新构造与活动构造，历史地震及地震危险性等。

第三节 地层岩性及岩土体工程地质特征：包括主要地层岩性、特殊岩土体及工程地质特性等。

第四节 水文地质条件：关注对地质体稳定性和工程建设安全有影响的水文地质条件。

第五节 不良地质作用：重点关注工作区主要不良地质作用。

第六节 主要工程地质问题：重点关注工作区发育的主要工程地质问题与亟需解决的关键问题。

第四章 工作部署

第一节 工作部署原则与总体工作部署思路

第二节 具体工作部署：阐述专门调查区和一般调查区部署的位置及范围，以及相应的调查内容、调查手段、投入的主要实物工作量等。说明围绕本次调查拟解决的主要问题布设的针对性工作。

第三节 年度工作方案与时间安排

第五章 技术路线与工作方法

第一节 技术路线：附技术路线图。

第二节 工作方法：根据调查区工程地质条件和拟解决的问题采用的主要技术方法，并简述主要工作流程和关键环节精度要求。

第六章 实物工作量

应附实物工作量一览表。

第七章 预期成果

应提交的报告、图件、数据库及其它附件，分总预期成果和年度预期成果。附图应包括但不限于工程地质图和工程建设适宜性分区图，以及相应的图件说明书。

第八章 组织机构及人员安排

应包括项目组织管理机构，项目负责人概况，项目成员组成及分工等内容。

第九章 经费预算

第十章 质量保障与安全措施

应包括保障任务完成，提高工作质量的具体措施、安全及劳动保护措施、生态环境恢复措施以及项目全面质量管理办法及措施等。

附录 C
(资料性附录)
岩土体野外鉴别方法

C.1 碎石土密实度的野外鉴别特征表

碎石土的密实度可参照表C.1所列特征进行野外鉴别。

表C.1 碎石土密实度的野外鉴别特征表

密实度	骨架颗粒含量和排列	可挖性	可钻性
松散	骨架颗粒质量小于总量的60%，排列混乱，大部分不接触	锹可以挖掘，井壁坍塌，从井壁取出大颗粒后，立即塌落。	钻进较容易，冲击钻探时钻杆吊锤稍有跳动，孔壁易坍塌。
中密	骨架颗粒质量等于总质量的60%~70%，呈交错排列，大部分接触	锹镐可挖掘，井壁有掉块现象，从井壁取出大颗粒处，能保持颗粒凹面形状。	钻进较困难，冲击钻探时钻杆吊锤跳动不剧烈，孔壁有坍塌现象。
松散	骨架颗粒质量小于总量的60%，排列混乱，大部分不接触	锹可以挖掘，井壁坍塌，从井壁取出大颗粒后，立即塌落。	钻进较容易，冲击钻探时钻杆吊锤稍有跳动，孔壁易坍塌。

C.2 砂类土的野外鉴别方法表

砂类土可按表C.2所列特征进行野外鉴别分类。

表C.2 砂类土的野外鉴别方法表

鉴别方法	砾 砂	粗 砂	中 砂	细 砂	粉砂
观察颗粒粗细	取样放在刻度尺上分选，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

C.3 黏性土的野外鉴别方法表

黏性土可按表C.3进行野外鉴别分类。

表C.3 黏性土的野外鉴别方法表

鉴别方法	粘土	粉质粘土	粉土	鉴别方法	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	湿润时用刀切	切面非常光滑，刀刃有粘腻的阻力
用手捻摸时的感觉	湿土用手捻摸有滑腻感，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	用手捻摸时的感觉	湿土用手捻摸有滑腻感，当水分较大时极为粘手，感觉不到有颗粒的存在

表 C.3 黏性土的野外鉴别方法表（续）

鉴别方法	粘土	粉质黏土	粉土	鉴别方法	粘土
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，干燥后一碰即掉	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
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0.5mm~2mm的土条	能搓成直径2mm~3mm的土条	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
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	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

C.4 岩石风化程度划分表

岩石风化程度可按表C.4进行划分。

表C.4 岩石风化程度划分表

风化程度	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
全风化	颜色已改变，消失光泽	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，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，岩体呈干砌块石状，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
全风化	颜色已改变，消失光泽	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，土层的性质近似	似击土声

附录 D
(规范性附录)
野外调查观测记录表

D.1 一般观测点记录表

野外一般观测点记录按表D.1填写。

表D.1 一般观测点记录表

图幅名称:

图幅编号:

统一编号			野外编号			高程 (m)		
地理位置	省 县 (市) 乡 村 组							
坐标	经度:	° ' "			纬度:	° ' "		
	X:	(m)			Y:	(m)		
点类型	<input type="checkbox"/> 地形地貌点 <input type="checkbox"/> 地质构造点 <input type="checkbox"/> 岩土体特征点 <input type="checkbox"/> 水文点 <input type="checkbox"/> 不良地质作用点 <input type="checkbox"/> 钻探孔位 <input type="checkbox"/> 物探 <input type="checkbox"/> 探槽 <input type="checkbox"/> 坑探 <input type="checkbox"/> 其他:							
点描述								
素描图								
备注								
调查人:	记录人:		审核人:		填表日期:			年 月 日

D.2 工程地质条件调查表

工程地质条件调查野外记录按表D.2填写。

表D.2 工程地质条件调查表

图幅名称：

图幅编号：

统一编号		野外编号		高程（m）	
地理位置	省 县（市） 乡 村 组				
坐标	经度：	° ' "	纬度：	° ' "	
	X：	(m)	Y：	(m)	
点类型	<input type="checkbox"/> 斜坡结构点 <input type="checkbox"/> 岩土体特征点 <input type="checkbox"/> 活动构造点 <input type="checkbox"/> 其他点：_____				
工程地质特征描述	地形地貌及第四纪地质：				
	地质构造：				
	岩（土）体工程地质：				
	地表水与地下水：				
	植被与土地利用类型：				
	人类工程活动：				
	其他不良地质作用：				

表 D.2 工程地质条件调查表（续）

工程地质现象素描或示意图	
沿途观测	
调查人：记录人：审核人：填表日期：年 月 日	

D.3 滑坡灾害及隐患调查表

滑坡灾害及隐患调查野外记录按表D.3填写。

表D.3 滑坡灾害及隐患调查表

图幅名称：		图幅编号：	
统一编号		滑坡名称	
野外编号		地理位置	省 县（市） 乡 村 组
县市编号			经度： ° ' " 纬度： ° ' "
详查编号			X: Y: (m)
运动形式	<input type="checkbox"/> 旋转 <input type="checkbox"/> 平移 <input type="checkbox"/> 流动 <input type="checkbox"/> 侧向扩展 <input type="checkbox"/> 复合		
滑体类型	<input type="checkbox"/> 岩质 <input type="checkbox"/> 土质 <input type="checkbox"/> 碎屑 <input type="checkbox"/> 堆积层	斜坡结构 类型	<input type="checkbox"/> 平缓层状斜坡 <input type="checkbox"/> 顺向斜坡 <input type="checkbox"/> 斜向斜坡 <input type="checkbox"/> 横向斜坡 <input type="checkbox"/> 反向斜坡 <input type="checkbox"/> 特殊结构斜坡
（潜在）滑 面类型	<input type="checkbox"/> 无统一滑动面 <input type="checkbox"/> 软弱夹层层面 <input type="checkbox"/> 节理裂隙面 <input type="checkbox"/> 风化剥蚀界面 <input type="checkbox"/> 基覆界面 <input type="checkbox"/> 其他_____		
宏观 稳定性	<input type="checkbox"/> 不稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 稳定	活动状态	<input type="checkbox"/> 蠕变阶段 <input type="checkbox"/> 加速变形阶段 <input type="checkbox"/> 破坏阶段 <input type="checkbox"/> 休止阶段
扩展方式	<input type="checkbox"/> 推移式 <input type="checkbox"/> 牵引式 <input type="checkbox"/> 扩大型 <input type="checkbox"/> 缩减型 <input type="checkbox"/> 约束型	滑动速度	<input type="checkbox"/> 高速（每秒滑动数米至数十米） <input type="checkbox"/> 中速（每小时滑动数十厘米至数米） <input type="checkbox"/> 慢速（每天滑动数厘米至数十厘米，凭肉眼可直接观察到滑动） <input type="checkbox"/> 蠕滑（凭肉眼难以分辨其滑动，只能通过仪器才能观测到滑动）
滑坡时代	<input type="checkbox"/> 古滑坡 <input type="checkbox"/> 老滑坡 <input type="checkbox"/> 新滑坡	滑动时间	年 月 日 时 分
诱发因素	<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 河流侵蚀 <input type="checkbox"/> 冻融 <input type="checkbox"/> 切坡 <input type="checkbox"/> 加载 <input type="checkbox"/> 水事活动 <input type="checkbox"/> 地下采掘 <input type="checkbox"/> 其他：_____		
滑坡形态	平面	<input type="checkbox"/> 半圆 <input type="checkbox"/> 矩形 <input type="checkbox"/> 舌形 <input type="checkbox"/> 不规则	
	剖面	<input type="checkbox"/> 凸形 <input type="checkbox"/> 凹形 <input type="checkbox"/> 直线 <input type="checkbox"/> 阶梯 <input type="checkbox"/> 复合	
前缘高程	后缘高程	滑体平均厚度	滑坡面积
m	m	m	m ²
死亡人数 （人）		直接损失 （万元）	灾情等级
威胁人数 （人）		威胁财产 （万元）	险情等级
威胁对象	<input type="checkbox"/> 县城 <input type="checkbox"/> 村镇 <input type="checkbox"/> 居民点 <input type="checkbox"/> 学校 <input type="checkbox"/> 矿山 <input type="checkbox"/> 工厂 <input type="checkbox"/> 水库 <input type="checkbox"/> 电站 <input type="checkbox"/> 农田 <input type="checkbox"/> 饮灌渠道 <input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 公路 <input type="checkbox"/> 大江大河 <input type="checkbox"/> 铁路 <input type="checkbox"/> 输电线路 <input type="checkbox"/> 通讯设施 <input type="checkbox"/> 国防设施 <input type="checkbox"/> 其它：_____		
斜坡环境	地形地貌：		
	地层岩性、岩性组合：		

表 D.3 滑坡灾害及隐患调查表（续）

斜坡环境	斜坡结构特征：
	地质构造：
	地表水及地下水：
	植被与土地利用：
	人类工程活动：
滑坡基本特征	边界条件：
	形态特征及物质结构：
	水文地质特征：
	变形特征及活动历史：

表 D.3 滑坡灾害及隐患调查表（续）

危险性分析	现状稳定性分析：
危害分析	灾害损失：
平面图和剖面图	
补充性描述：	
调查人：记录人：审核人：填表日期：年 月 日	

表 D.4 崩塌灾害及危岩体调查表（续）

崩塌 (危岩体) 基本特征	崩塌源区:
	崩塌堆积体:
	崩塌路径区:
危险性分析	
危害分析	
平面图和剖面图	
补充性描述:	
调查人: 记录人: 审核人: 填表日期: 年 月 日	

表 D.5 泥石流灾害及隐患调查表 (续)

危险性分析																		
危害性分析																		
其他																		
泥石流综合评判																		
1.不良地质作用		<input type="checkbox"/> 严重 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 一般									2.补给段长度比（）%							
3.沟口扇形地		<input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小 <input type="checkbox"/> 无									4.主沟纵坡（）‰)							
5.新构造影响		<input type="checkbox"/> 强烈上升区 <input type="checkbox"/> 上升区 <input type="checkbox"/> 相对稳定区 <input type="checkbox"/> 沉降区									6.植被覆盖率（）%							
7.冲淤变幅（m）		±		8.岩性因素			<input type="checkbox"/> 土及软岩 <input type="checkbox"/> 软硬相间				<input type="checkbox"/> 风化和节理发育的硬岩 <input type="checkbox"/> 硬岩							
9.松散物储量 （10 ⁴ m³/km²）					10.山 坡 坡 度 （°）					11.沟槽横断面		<input type="checkbox"/> V型谷（谷中谷、U型谷） <input type="checkbox"/> 拓宽U型谷 <input type="checkbox"/> 复式断面 <input type="checkbox"/> 平坦型						
12.松 散 物 平 均 厚 度 （m）							13.流域面积（km²）											
14.相对高差(m)							15.堵塞程度				<input type="checkbox"/> 严重 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 无							
评 分		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	总分	
易发性		<input type="checkbox"/> 易发 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 不易发						发展阶段			<input type="checkbox"/> 发展期 <input type="checkbox"/> 活跃期 <input type="checkbox"/> 衰退期 <input type="checkbox"/> 停歇期							
示意图：																		
调查人： 记录人： 审核人： 填表日期： 年 月 日																		

D.6 地面塌陷灾害及隐患调查表

地面塌陷灾害及隐患调查野外记录按表D.6填写。

表D.6 地面塌陷灾害及隐患调查表

图幅名：

图幅编号：

野外编号		地理位置		坐标	地理	经度： ° ' "	
统一编号		塌陷名称			大地	纬度： ° ' "	
塌陷类型	<input type="checkbox"/> 岩溶塌陷 <input type="checkbox"/> 采空塌陷 <input type="checkbox"/> 黄土塌陷 <input type="checkbox"/> 其他	塌陷岩性	<input type="checkbox"/> 岩石 <input type="checkbox"/> 土体 <input type="checkbox"/> 碎屑及复合	活动状态	<input type="checkbox"/> 初始蠕变阶段 <input type="checkbox"/> 加速变形阶段 <input type="checkbox"/> 剧烈变形阶段 <input type="checkbox"/> 破坏阶段； <input type="checkbox"/> 休止阶段		
塌陷坑扩展方式	<input type="checkbox"/> 定向扩展 <input type="checkbox"/> 周缘扩展 <input type="checkbox"/> 深度加大 <input type="checkbox"/> 无扩展空间 <input type="checkbox"/> 其他		塌陷时间（单个塌陷发生时间或群发起始时间）	日期：年 / 月 / 日，不详	规模等级	<input type="checkbox"/> 巨型 <input type="checkbox"/> 特大 <input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小	
诱发因素	<input type="checkbox"/> 重力 <input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 干旱 <input type="checkbox"/> 振动 <input type="checkbox"/> 加载 <input type="checkbox"/> 水事活动 <input type="checkbox"/> 地下工程施工 <input type="checkbox"/> 矿产资源开发 <input type="checkbox"/> 其他		单次事件最大塌陷坑直径	m	单次事件塌陷坑数量	个	
单次塌陷坑群延伸长轴方向	单次塌陷坑群影响范围		塌陷坑最大深度	塌陷坑平均深度	塌陷坑最小深度	塌陷坑最大坑口面积	塌陷坑最大陷落体积
	m ²		m	m	m	m ²	m ³
伴生裂缝最大长度	m	伴生群缝排列方式	<input type="checkbox"/> 平行 <input type="checkbox"/> 斜列 <input type="checkbox"/> 环围 <input type="checkbox"/> 杂乱无章	伴生群缝影响范围	m ²	灾情等级	危害等级 灾情： <input type="checkbox"/> 特大级 <input type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 较大 <input type="checkbox"/> 一般
塌陷地质模式	<input type="checkbox"/> 冒顶 <input type="checkbox"/> 土洞坍塌 <input type="checkbox"/> 沉陷 <input type="checkbox"/> 落水洞 <input type="checkbox"/> 其他（ ）		宏观稳定性评价	<input type="checkbox"/> 不稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 稳定	可靠性程度	<input type="checkbox"/> 可靠 <input type="checkbox"/> 基本可信 <input type="checkbox"/> 存在疑问	险情： <input type="checkbox"/> 特大级 <input type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 较大 <input type="checkbox"/> 一般
地面塌陷环境	地形地貌（明确平原，山间凹地，河边阶地，山坡，山顶地貌部位及特征，对于岩溶塌陷重点关注浅部岩溶发育强烈，可溶岩顶面起伏较大，并有洞口或裂口，岩溶洞穴空间无充填或充填物少，且充填物为砂、碎石和粉质黏土的地段，岩溶洼地、积水低地和池塘）：						
	地层岩性及组合关系：对于岩溶塌陷：易溶岩的时代及岩性，岩层产状，溶洞发育情况及塌顶溶洞埋深，岩性组合特征；地表覆盖层特征（结构、岩性、厚度等）及其接触关系；对于采空区塌陷，描述矿层的分布、层数、厚度、深度、埋藏特征和开采层的岩性、结构等。						
	历史地震及地质构造（关注构造断层带、背、向斜轴部、可溶岩与非可溶岩的接触部位）：						
	水文地质条件（采、排地下水点附近和地下水位降落漏斗范围内（特别是地下水的主要补给方向上），以及地下水位变动明显的区域（浸没导致水位上升）：						

表 D.6 地面塌陷灾害及隐患调查表（续）

	植被及土地利用：				
	人类工程活动（类型、强度等）：				
塌陷或地表变形特征	塌陷坑或变形特征：对于岩溶塌陷，描述塌陷坑、群、伴生裂缝的几何特征、产状，性质、空间展布特征、规模，变形迹象及变形历史等。对于采空区：包括地表陷坑、台阶、裂缝等的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与采空区、地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系。				
	地表塌陷或地表移动盆地的特征，划分中间区、内边缘和外边缘区，确定地表移动和变形的特征值；分析建（构）筑物变形情况、塌陷坑的处理措施等。				
危险性分析	在不同降雨、地震、干旱或人类工程建设情况下特定规模塌陷发生的可能性分析。				
危害分析	地面塌陷导致人员伤亡、财产损失、地表水源枯竭、井巷突水、淹没等危害的历史记录；在塌陷影响范围内的人员、财产、设施等的可能损失及成灾模式分析，导致地表水源枯竭、地下水疏干、井巷突水等事故的可能性。				
平面图和剖面图					
补充性描述：野外调查定点情况说明，是否为前期调查监测预警点，防治管理措施建议，以往工作程度，资料来源等；是否开展工程地质勘察、物探等；					
资料来源		样品号		照片编号	
调查人：		记录人：	审核人：	填表日期：	年 月 日

D.7 地裂缝和地震地表破裂调查表

地裂缝和地震地表破裂调查野外记录按表D.7填写。

表D.7 地裂缝和地震地表破裂调查表

(与滑坡、崩塌、地面塌陷相伴生的地裂缝不填此表)

图幅名：图幅编号：

野外编号		地理位置		坐标	地理	经度：° ' "	
统一编号		裂缝名称			大地	纬度：° ' "	
地裂缝类型		裂缝岩性	岩石、土体、碎屑及复合	活动状态	□初始蠕变阶段 □加速变形阶段 □剧烈变形阶段 □破坏阶段 □休止阶段		
地裂缝扩展方式	□走向扩展延伸 □两侧扩展 □原位加剧 □其他		裂缝时间（单个地裂事件发生时间或群发起始时间）	日期：年/月/日 不详	规模等级	□巨型 □特大型 □大型 □中型 □小型	
诱发因素	□重力 □过量抽取地下水 □地震及构造 □干旱 □降雨 □其他（ ）		单次事件裂缝延伸长度	m	单次事件裂缝数量	条	
单次事件裂缝群延伸轴方向（0~360°）	单次事件裂缝群影响范围		裂缝最大位错	裂缝平均位错	裂缝最小位错	裂缝最大宽度	最大单条裂缝影响范围（两侧宽度）
	m ²		m	m	m	m	m
伴生裂缝最大长度	m	伴生群缝排列方式	□平行 □斜列 □环围 □杂乱无章	裂缝性质	□拉张 □平移 □下错 □逆冲 □其他	灾情等级	危害等级 灾情：□特大型 □重大 □较大 □一般
地裂缝发育部位	□盆山交界 □断层沿线 □地貌交界 □古河道上方 □漏斗边缘 □黄土湿陷区 □基底起伏处 □地下缺陷 □其他		宏观稳定性评价	□不稳定 □基本稳定 □稳定	可靠性程度	□可靠 □基本可信 □存在疑问	险情： □特大型 □重大 □较大 □一般
地裂缝环境	地形地貌（明确平原，山间凹地，河边阶地，山坡，山顶地貌部位及特征）：						
	地层岩性及组合关系：						
	历史地震及地质构造情况（关注隐伏活动断层，断层的延伸、产状等基本特征性质）：						
	水文地质条件：						
	植被及土地利用：						
	人类工程活动（类型、强度）：						

表 D.7 地裂缝和地震地表破裂调查表（续）

地裂缝基本特征	地裂缝特征（裂缝的几何特征、产状，性质、空间展布特征、规模，变形迹象及变形历史等，裂缝与山脊、山坡、山脚或平原土坎的走向关系）：				
	地裂缝影响范围，划分中间区、内边缘和外边缘区，确定地裂缝和地面变形的特征值；分析建（构）筑物变形情况、裂缝的处理措施等。				
危险性分析	在不同降雨、地震、干旱或人类工程建设等情况下特定规模地裂缝发生的可能性分析。				
危害分析	地裂缝导致人员伤亡、财产损失、地表水源枯竭，耕地破坏等危害的历史记录；在地裂缝、地表破裂影响范围内的人员、财产、设施等的可能损失及成灾模式分析。				
平面图和剖面图					
补充性描述：野外调查定点情况说明，是否为前期调查监测预警点，防治管理措施建议，以往工作程度，资料来源等；是否开展工程地质勘察、物探等；					
资料来源			样品号		照片编号
调查人：		记录人：	审核人：	填表日期：	年 月 日

D.8 D.8 工程地质钻探班报表

工程地质钻探班报表按表D.8填写。

表D.8 工程地质钻探班报表

钻孔 编号		施工单位:							初见水位埋深: m								
		开孔时间 年 月 日				机台编号: 钻机类型:			稳定水位埋深: m								
		终孔时间 年 月 日															
回次	工作 项目	钻进			岩心 长度 (m)	岩心采 取率/%	岩性名称	取岩(土)样		原位测试				校正孔深/m		冲洗液 消耗量	
		自/m	至/m	计/m				自/m	至/m	自/m	至/m	钻杆 长度/m	N/次	校正前 孔深	校正后 孔深		
项目名称																	
调查单位																	
记录人							审核人						日期				

D.9 D.9 工程地质钻探野外编录表

工程地质钻探野外编录按表D.9填写。

表D.9 工程地质钻探野外编录表

钻孔编号			X= (m)		经度： ° ' "		地下水位埋深 (m)：	
			Y= (m)		纬度： ° ' "			
			孔口高程Z= (m)					
地质年代	层号	层底深度 (m)	厚度 (m)	岩土描述			原位测试	取样位置 (m)
项目名称								
调查单位								
编录人				审核人			日期	

D. 10 坑探工程原始地质记录表

坑探工程原始地质记录按表D. 10填写。

表D. 10 坑探工程原始地质记录表

剖面编号						花纹代码	层位	地质描述	补充描述	接触关系	标志面产状				
层号	起		止		岩土名称						基线编号	位置/m	名称	产状	
	基线编号	基线读数	基线编号	基线读数											
项目名称									调查单位						
记录人									审核人				日期		

D. 11 坑探工程标本样品采集记录表

坑探工程标本样品采集记录按表D. 11填写

表D. 11 坑探工程标本样品采集记录表

剖面编号：

样品 代号	样品编号	起		止		岩土名称	地质 位置	采样 方法	规格	重量 /kg	数量	采样 人	采样 日期	送样 人	送样 日期	送样 批号	送样 方式	备注
		基 线 编 号	位 置 /m	基 线 编 号	位 置 /m													
调查单位												日期						
记录人												审核人						

D. 12 浅井记录表

浅井记录按表D. 12填写

表D. 12 浅井记录表

统一编号				野外编号			
图幅名称				图幅编号			
地理位置							
经纬度		经 度： ° ' " 纬 度： ° ' "				地面 高程	
坐标		X： (m)		Y： (m)			
目的				勘查深度 (m)		开挖体积 (m³)	
取样情况				样品编号			
水位埋深(m)				天气状况		野外照片编号	
工程地质特征：地形地貌、地表水体、工程地质、生态植被、人类活动等。				浅井（钻）平面位置示意图			
地质 时代	层底深度 (m)	地层厚度 (m)	柱状图	岩性及工程地质特征			备注
调查单位						日期	
记录人						审核人	

附 录 E
(资料性附录)
室内土工试验项目及适用范围简表

表E.1 给出了室内土工试验项目类型及适用范围

表E.1 室内土工试验项目及适用范围简表

项目分类	试验类别	试验项目		主要参数	适用范围
常规项目	物理性质	含水率、密度、比重		含水率 w 、密度 ρ 、比重 G_s	土的基本参数计算
		界限含水率		液限 w_L 、塑限 w_P 、塑性指数 I_P 液性指数 I_L	黏性土的分类，判断黏性土的状态
		颗粒分析（筛析法、比重计法）		不均匀系数 C_u 、曲率系数 C_c 、粘粒含量 M_c	粉土和砂土的分类，确定粘粒含量
	力学性质	直剪快剪		内摩擦角 φ_q 、粘聚力 c_q	黏性土地基快速加荷时的稳定性验算，适用于渗透系数小于 $1.0\times 10^{-6}\text{cm/s}$ 且均质的黏性土
		直剪、固结快剪		内摩擦角 φ_{cq} 、粘聚力 c_{cq}	天然地基承载力计算，基坑及边坡的稳定性验算
		快速固结		$e-p$ 曲线、压缩系数 α 、压缩模量 E_s	沉降计算
特殊项目	物理性质	烧失量		烧失量 O_m	有机质分类
		渗透	变水头	渗透系数 k_v 、 k_h	渗透性评价
			常水头	渗透系数 k	渗透性评价
	力学性质	三轴压缩试验	UU	内摩擦角 φ_{uu} 、粘聚力 c_{uu}	施工速度较快，排水条件较差的黏性土的地基稳定性验算；桩周土极限摩阻力计算；桩端软弱下卧层强度验算
			CU	有效内摩擦角 φ' 、有效粘聚力 c' 、总应力内摩擦角 φ_{cu} 、总应力粘聚力 c_{cu}	施工速度较慢，考虑上部荷载引起地基强度增长，固结后地基稳定性验算
		无侧限抗压强度		抗压强度 q_u 、 q_u' 、灵敏度 S_t	饱和软黏土施工期稳定性验算
		静止侧压力系数		侧压力系数 K_0	研究土中应力与应变的关系，进行静止侧压力计算
		基床系数		基床系数 K_h 、 K_v	考虑土-结构的相互作用，一般用来计算围护桩/墙变形
		天然休止角		水上休止角 α_c 、水下休止角 α_m	在砂土基础开挖时，确定边坡坡率，适用于粒径小于5mm无凝聚性砂土
		固结		$e\sim\log p$ 曲线、先期固结压力、超固结比OCR、压缩指数 C_c 、回弹指数 C_s 、回弹模量 E_c	土的应力历史评价，考虑应力历史的沉降计算
				固结系数 C_v 和 C_h 、次固结系数 C_{ae}	黏性土沉降速率和固结度计算
	动力性质	动三轴、动单剪		动强度（ C_d 和 φ_d ）、动弹性模量 E_d 、动阻尼比 λ	地震反应分析，地基土液化判别
		共振柱		动剪切模量 G_d ，动阻尼比 λ	

附 录 F
(资料性附录)
工程建设适宜性分级标准表

表F.1 给出了工程建设适宜性分级标准

表F.1 工程建设适宜性分级标准表

一级因素	二级因素	适宜性分级标准			
		适宜	较适宜度	适宜性差	不适宜
活动断层和地震效应	地震液化	不液化	中等、轻微液化	严重液化	
	活动断层	无活动断层	非全新活动断层	微弱、中等全新活动断层	强烈全新活动断层
	地震基本烈度	$\leq \text{VI度}$	VII、VIII度	IX度	$> \text{IX度}$
	场地地震动峰值加速度	$\leq 0.05g$	$0.1g \sim 0.3g$	$0.4g$	$> 0.4g$
地形地貌	地形形态	地形简单，地貌类型单一	地形变化较大，地貌类型较单一	地形分割较严重，地貌类型较多样	地形破碎，分割严重，地貌类型多样
	地面坡度 i	$i \leq 10\%$	$10\% \leq i < 25\%$	$25\% \leq i < 50\%$	$i \geq 50\%$
	地形起伏度 r	$r < 20m$	$20m \leq r < 100m$	$100m \leq r < 200m$	$r \geq 200m$
工程地质	岩土特征	岩土种类多，分布不均匀，工程性质良好；无特殊性岩土分布	岩土种类多，分布不均匀，工程性质一般；分布中等—轻微湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土	岩土种类多，分布不均匀，工程性质差；分布严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土，且其他情况复杂，需作专门处理的岩土	
	地基承载力 f_a	$f_a \geq 200kPa$	$150kPa \leq f_a < 200kPa$	$80kPa \leq f_a < 150kPa$	$f_a < 80kPa$
水文	洪水淹没可能	无洪水淹没，或用地标高高于设防（潮）标高	洪水淹没深度或用地标高低于设防洪（潮）水位超过 $< 0.5m$	洪水淹没深度或用地标高低于设防洪（潮）水位 $0.5 \sim 1.0m$	洪水淹没深度或用地标高低于设防洪（潮）水位超过 $1.0m$
	水系水域	防洪保护区	城乡防洪标准蓄滞洪的水系水域	区域防洪标准蓄滞洪的水系水域；城乡防洪标准、泄洪的水系水域	跨区域防洪标准行洪，泄洪的水系水域
水文地质	地下水埋深	$> 6.0m$	$3.0m \sim 6.0m$	$1.0m \sim 3.0m$	$< 1.0m$
	土、水腐蚀性	微腐蚀	弱腐蚀	中等腐蚀	强腐蚀
	土、水污染	无污染	轻微，可不作处理	中等，可修复	严重，不可修复
不良地质作用	崩塌、滑坡、地面塌陷	稳定	基本稳定	稳定性差	不稳定
	泥石流	非泥石流沟	I ₃ 、II ₃ 类泥石流沟	I ₂ 、II ₂ 类泥石流沟	I ₁ 、II ₁ 类泥石流沟
	构造地裂缝	无构造性地裂缝	近期无活动	近期活动过	正在活动
	采空区	非采空区	采深采厚比大于30且地表已稳定	采深采厚比小于30，地表水平变形 $2mm/m \sim 6mm/m$	采深采厚比小于30，地表水平变形大于 $6mm/m$ ，且非连续变形

表 F.1 工程建设适宜性分级标准表（续）

不良地质作用	地面沉降	沿海	沉降速率小于 20mm/a	沉降速率 20~40mm/a	沉降速率大于 40mm/a	
		内陆	沉降速率小于 30mm/a	沉降速率 30~50mm/a	沉降速率大于 50mm/a	
	塌岸		稳定库岸	较稳定库岸	欠稳定库岸	不稳定库岸
场地治理难易程度		场地平整简单；地基和施工条件优良，基础工程费用低廉；工程建设不会诱发地质灾害	场地平整较简单；地基和施工条件一般，基础工程费用较低；工程建设可能诱发地质灾害，需采取一般工程防护措施；地质灾害治理简单	场地平整较困难，需采取大规模工程防护；地基和施工条件较差，地基处理及基础工程费用较高；工程建设诱发地质灾害的可能性较大，需采取大规模工程防护措施；地质灾害治理难度较大或费用较高	场地平整很困难，需采取大规模工程防护；地基和施工条件差，地基处理及基础工程费用很高；工程建设将诱发严重地质灾害，需采取大规模工程防护措施，当地缺乏治理经验和技 术；地质灾害治理难度很大，且费用很高	
注：（1）表中未列条件，可按其对场地工程建设的影响程度比照推定；（2）划分每一级别场地工程建设适宜性等级，符合表中条件之一时即可；（3）从不适宜开始，向适宜性差、较适宜、适宜推定，以最先满足的级别为准；（4）泥石流沟分类标准参照 GB 50021 执行；（5）表中数值型因子，可以内插确定其分值；（6）表中未列入而确需列入的指标，在不影响评价因子系统性的前提下可建立相应的评价因子体系，相应评价因子体系定量标准应根据有关国家和行业规范、标准及地区经验比照确定。						

附 录 G
(规范性附录)
工程地质调查成果

G.1 成果报告编制提纲

第一章 绪言

应包含项目的来源、目标任务、工作周期、主要工作内容、工作方法、完成工作量、质量评述、取得的主要成果等相关内容。

第二章 自然地理与区域地质概况

第一节 自然地理概况

第二节 区域地质概况

第三节 社会经济发展概况及主要工程地质问题

第三章 工程地质条件

第一节 地形地貌

第二节 地质构造及地震

第三节 地层岩性及岩土体工程地质特征

第四节 水文地质条件

第五节 地质灾害及不良地质作用

第四章 工程地质问题

根据调查区存在的各类工程地质问题，按照类型分节阐述其数量、发育特征、分布规律、形成原因、发展趋势及其危害程度。

第五章 工程地质评价

第一节 工程地质概念模型

第二节 工程地质分区评价

第三节 工程建设适宜性分区评价

第六章 结论与建议

G.2 附图和附件（含数据库）

工程地质调查成果应附工程地质图和工程建设适宜性分区图。
