



中国地质调查局地质调查技术标准

DD 2019-06

工程地质调查技术要求（1：50 000）

Technical requirement for engineering geological survey（1：50 000）

自然资源部中国地质调查局

2019年1月

目 次

前言	I
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 目的任务	2
4.2 调查工作分类	3
4.3 部署原则	3
4.4 基本要求	3
5 调查区工程地质复杂程度分类与工作量定额	5
5.1 调查区工程地质复杂程度分类	5
5.2 工作量定额	6
6 设计书编制与审批	6
6.1 编制依据	6
6.2 工作准备	7
6.3 编制要求	8
6.4 审批与变更	8
7 调查内容	8
7.1 基本调查内容	8
7.2 特殊岩土地区专门调查	10
7.3 重大工程地质问题专门调查	12
7.4 其他特殊工程地质问题调查	14
8 技术方法	14
8.1 遥感地质调查	14
8.2 工程地质测绘	15
8.3 地球物理勘查	16
8.4 工程地质钻探	16
8.5 山地工程	17
8.6 原位测试	18
8.7 室内试验	19
9 综合评价	19
9.1 工程地质概念模型	19
9.2 岩土体物理力学参数	20
9.3 工程地质分区评价	20
9.4 工程活动适宜性分区评价	20
10 成果编制与验收	21
10.1 图件编制	21
10.2 报告编制	22
10.3 数据库建设	22

10.4	质量检查与成果验收	22
10.5	资料归档	23
附录 A	(规范性附录) 设计书编制提纲及要求	24
附录 B	(资料性附录) 岩土体的野外鉴别方法	26
附录 C	(规范性附录) 各类调查观测记录表	28
附录 D	(规范性附录) 成果报告编制提纲及要求	51
附录 E	(资料性附录) 常用物探方法表	52
附录 F	(资料性附录) 室内土工试验项目、参数与工程应用	53

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由自然资源部中国地质调查局提出。

本标准由自然资源部中国地质调查局归口管理。

本标准主要起草单：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。

本标准主要起草人：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、郭长宝、陈彭、张艳玲等。

本标准由自然资源部中国地质调查局负责解释。

工程地质调查技术要求（1：50 000）

1 范围

本标准规定了1：50 000工程地质调查的目的任务、工作流程、调查区工程地质复杂程度分类与工作量定额、调查内容、技术方法、综合评价和成果编制与验收等方面的要求。

本标准适用于1：50 000工程地质调查。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是标注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不标注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 18306 中国地震动峰值加速度区划图
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- 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
- CJ/J 57 城乡规划工程地质勘察规范
- DB/T 15 1:50 000 活动断层探测
- 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 0097 工程地质调查规范（1:2.5 万~1:5 万）
- 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 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 conditions

与人类工程活动有关的地质条件要素的综合，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

工程地质问题 engineering geological problem

威胁或影响人类工程活动安全或正常运营的地质问题。

3.4

工程活动适宜性 engineering activities suitability

基于对地质构造、地形地貌、工程地质、水文地质、不良地质作用、地质灾害和生态因素的综合分析和评判，得出规划区工程活动在安全性、技术可行性、经济性、生态环境协调性等方面的适宜程度。

3.5

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。

3.6

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。

3.7

填图单元 mapping unit

能够以点、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，如地层、岩体等划分成详略各不相同的岩性组合或岩性段。

3.8

工程地质概念模型 conceptual engineering geological model

将与工程经济活动相关的地形地貌、岩土体类型、地质构造、水文地质、地质灾害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，可以用文字或概念模型图表示，是用于构建工程地质力学模型和进行数值、物理模拟的基本模式。

3.9

工程地质图 engineering geological map

反映主要工程地质条件、工程地质问题及工程地质评价分区的图件。

4 总则

4.1 目的任务

4.1.1 开展工程地质调查的目的包括：

- a) 为服务新型城镇化建设、优化国土空间开发格局、土地利用规划和支撑“多规合一”提供区域性工程地质依据，并针对存在的工程地质问题提出具体的对策建议。
- b) 为国家重大工程规划、建设和安全运营，军民融合地质环境保障提供区域性工程地质资料，并针对存在的工程地质问题提出对策建议。
- c) 为地质灾害调查评价、监测预警、综合治疗和应急救援提供区域性工程地质资料。
- d) 为开展各类工程建设所需的更大比例尺工程地质、岩土工程勘察和专门性工程地质、环境地质问题研究提供区域性工程地质资料。
- e) 按照需求，进行工程地质评价和工程活动适宜性区划。

4.1.2 为支撑工程地质调查评价目标，需要完成以下地质调查任务：

- a) 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及其对工程经济活动的影响，划分工程地质岩组，提供各类岩组的主要物理力学建议参数。
- b) 调查自然或人类工程经济活动及其相互作用引发的主要工程地质问题类型、强度、分布和发展演化规律，评价其对工程经济活动的影响。
- c) 构建区域工程地质概念模型与主要工程地质问题评价模型，应开展工程地质分区评价和工程经济活动适宜性评价，宜开展针对主要工程地质问题的专项评价，提出支

撑新型城镇化、重大工程或基础设施规划建设等对策建议。

- d) 建立 1:50 000 工程地质空间数据库和信息系统, 为城镇及重大工程规划建设提供基础数据服务。

4.2 调查工作分类

4.2.1 一般调查

主要包括: 地貌及第四纪地质特征、岩(土)体工程地质特征、地质构造、水文地质特征、地质灾害、不良地质作用和生态资源等。

4.2.2 特殊调查

主要包括: 岩溶地区、红层地区、软土地区、红黏土地区、膨胀土地区、黄土地区、冻土地区、盐渍土地区、风化岩和残积土地区、污染土地区和填土地区专门工程地质调查。

4.2.3 重大工程地质问题调查

主要包括: 活动断层和地震诱发地质灾害、岩溶塌陷及岩溶突水, 地质灾害高易发区的崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降和地裂缝调查, 采空区或采空地面塌陷, 饱和土液化等重大工程地质问题专门性调查。

4.3 部署原则

4.3.1 优先在重要经济区和城市群、新型城镇化发展区、重大工程和基础设施等规划建设区, 集中连片特困区城镇、重大工程地质问题突出地区和地质灾害高易发区, 部署开展 1:50 000 工程地质调查工作。

4.3.2 区域控制、突出重点, 查明区域工程地质条件为基础, 突出具有区域性和共性的重大工程地质问题调查; 突出制约工程经济活动的关键地段、关键工程地质问题的调查。

4.3.3 按照地质地貌单元、重大工程地质问题和服务对象需求, 进行工程经济活动适宜性评价。根据实际需要, 也可按重点区段或行政区进行评价。

4.3.4 工程地质调查应以 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 1:20 万或 1:25 万区域地质资料, 按照工作区主要工程地质问题的调查需求, 参照 DZ/T 0001 补充必要的构造和岩性地质调查工作。应按本规范要求开展 1:50 000 工程地质测绘, 并适当提高工作精度。

4.3.5 重视已有资料的搜集整理和利用, 已实施过 1:50 000 或更高精度工程地质、环境地质或更高精度的地质灾害、工程地质、岩土工程勘察等调查工作的地区, 应以编图研究为主, 必要时部署补充性调查工作。

4.4 基本要求

4.4.1 部署单元

根据调查目的、服务对象需求、区域工程地质条件等综合考虑部署单元, 可按流域部署或行政区部署。在调查区内, 统筹规划, 统一设计, 分步实施, 以标准图幅或工程经济活动重点区域为基本单元开展调查, 可采用多幅联测, 重点地区可采用更大比例尺。

4.4.2 工作周期

一个 1:50 000 标准图幅原则上应不少于 1 年, 同时宜兼顾服务对象的时效性要求适度调整。

4.4.3 勘查深度

根据服务对象和解决重大工程地质问题的需求, 结合调查区地质结构特征, 采取不同的勘查深度。一般性勘查深度以 40 m~80 m 为宜, 应有少量深部控制孔, 数量一般不宜超过总数的 5%~10%, 孔深以 80 m~120 m 为宜, 第四系覆盖厚度小于 5 m 的地区, 勘查深度以达到弱风化基岩为宜。

4.4.4 填图单元

应在图面上清晰反映, 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。

4.4.5 工作底图

应采用 1:2 5000 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。

4.4.6 工作流程

包括调查准备、野外调查、综合研究与成果编制、成果评审与资料汇交等 4 个阶段执行，以工程地质数据库建设为核心的工程地质调查信息系统与服务平台贯穿四个阶段的全过程，其工作流程见图 1。

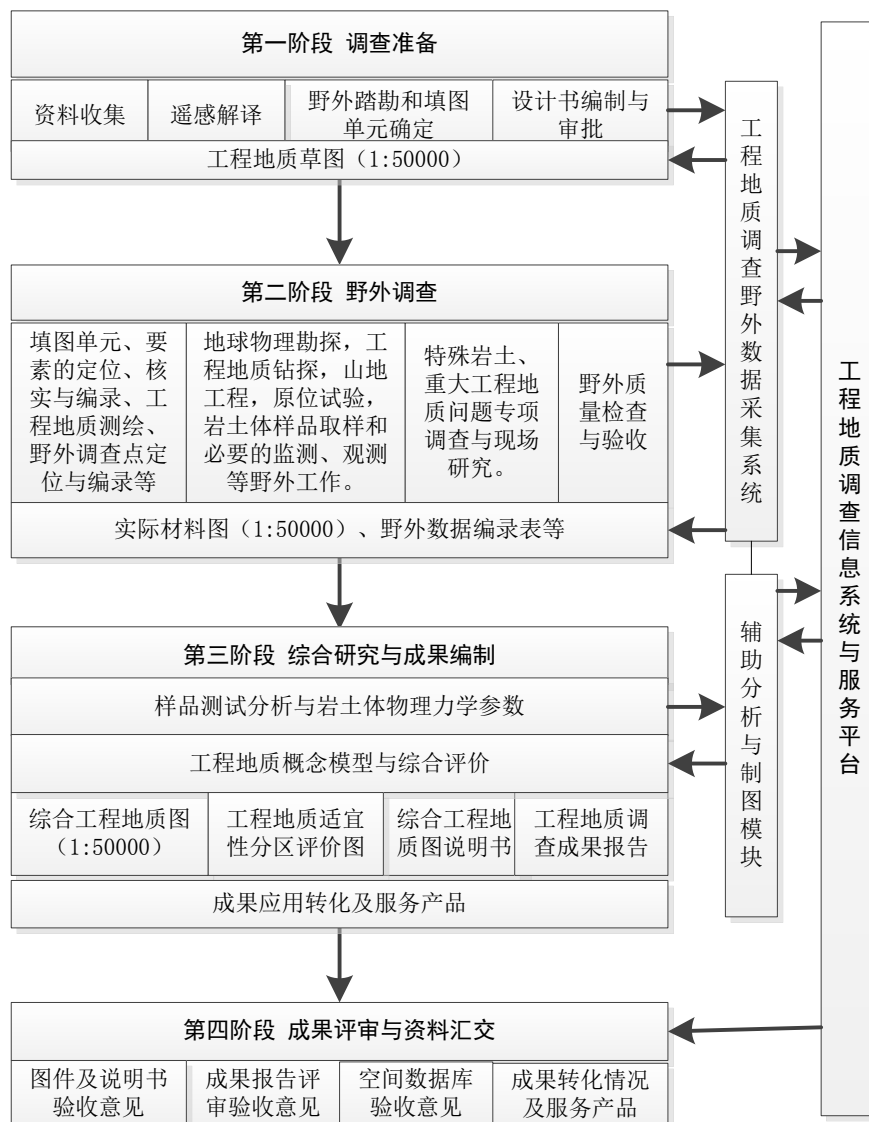


图1 1:50 000工程地质调查工作流程

4.4.7 区域及重点调查要求

- 工程地质条件点、工程地质问题点、地质灾害和不良地质作用的定位和描述。
- 控制性区域工程地质剖面的实测、勘探剖面（钻探、物探等）和野外调查路线的统筹部署。
- 突出工程地质钻孔在地层划分、工程地质岩组划定和岩土体物理力学参数获取等方面的作用。
- 突出主要工程地质问题、地域特色和工程经济活动需求。
- 因地制宜统筹部署区域(1:50 000 以小比例尺)、1:50 000 工作区和重点地区(1:50 000 以大比例尺)不同比例尺、勘查深度和评价精度的调查研究工作。

4.4.8 数据库建设

工程地质调查应同步开展 1:50 000 工程地质空间数据库建设，野外调查宜采用野外数据采集系统，实现基于空间数据信息的工程地质评价、制图输出和成果共享服务。

4.4.9 成果提交形式

工程地质调查成果应按照标准图幅或工程经济活动重点区域为单元提交工程地质图、说明书和数据库；按照确定的调查区范围提交综合调查评价成果报告及相应附图、附件和数据库。

5 调查区工程地质复杂程度分类与工作量定额

5.1 调查区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地区、中等复杂地区和复杂地区。

a) 平原盆地区工程地质条件复杂程度划分见表 1。

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 100 m，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 50 m~100 m 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 50 m~100 m 之间，地层结构简单，特殊类土不发育
地质构造及地震地质背景	调查区地震动峰值加速度 $a \geq 0.20 g$	调查区地震动峰值加速度 $0.05 g < a \leq 0.15 g$	调查区地震动峰值加速度 $a \leq 0.05 g$
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
地质灾害及不良地质作用	地面沉降、地裂缝、地面塌陷等地质灾害和不良地质作用危害严重	地面沉降、地裂缝、地面塌陷等地质灾害和不良地质作用危害较大	地面沉降、地裂缝、地面塌陷等地质灾害和不良地质作用危害小
<p>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；</p> <p>注 2：地震动峰值加速度应按照现行 GB 18306 执行。</p>			

b) 山地丘陵区工程地质条件复杂程度划分见表 2。

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 $\geq 500 m$ ，坡面坡度一般 $\geq 25^\circ$ 的山地	中山、低山， $200 m \leq$ 相对高度 $< 500 m$ ，一般 $15^\circ \leq$ 坡面坡度 $< 25^\circ$ 的山地	高丘陵、低丘陵，一般坡面坡度 $< 15^\circ$
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

表 2 山地丘陵区工程地质条件复杂程度分类（续）

等级	复杂	中等	简单
----	----	----	----

地质构造及地震地质背景	调查区地震动峰值加速度 $a \geq 0.20 g$	调查区地震动峰值加速度 $0.05 g < a \leq 0.15 g$	调查区地震动峰值加速度 $a \leq 0.05 g$
地质灾害及不良地质作用	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
<p>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。</p> <p>注 2：地震动峰值加速度应按照现行《中国地震动参数区划图》（GB23106）执行。</p>			

5.2 工作量定额

主要工作量定额执行表 3 的规定。设计确定具体工作量时，应考虑下列因素：

- a) 在没有开展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，搜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) 物探根据场地适宜程度，可采用地质雷达、高密度电法和浅层地震；
- 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) 表 3 中的工作量定额，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。

表 3 每百平方千米主要工作量定额表

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	1-3	40-120	10-15	20-30	2-4

6 设计书编制与审批

6.1 编制依据

编制设计书应依据下列文件资料：

- g) 项目任务书或委托函。

- h) 工程经济活动状况及需求。
- i) 区域地质、工程地质、地质灾害等相关资料。
- j) 相关技术标准和要求。

6.2 工作准备

6.2.1 资料搜集

6.2.1.1 工程经济活动及规划资料包括：

- a) 工作区内社会经济、城镇发展、土地利用、地下空间开发、防灾减灾、重大工程建设现状及规划资料，分析各类工程经济活动对工程地质工作的需求。
- b) 工程经济活动引发的场地稳定性问题和不良地质作用资料，例如修建水库引起的渗漏、塌岸、淤积、诱发地震，地下工程开发引起的围岩坍塌、冒顶、底鼓、坑道突水、及坑道破坏引起地面塌陷和建筑物变形，油气资源开采引起的地面塌陷、地面沉降等。分析各类问题的分布、形态、性质、规模、强度、成因和演化及与工程经济活动的关系。
- c) 工程经济活动引发的场地稳定性问题和不良地质作用的防治措施、效果及经验。

6.2.1.2 气象水文资料包括：

- a) 区内气象站（或水文系统）多年月降水量、蒸发量、相对湿度、气温、年无霜期及冻结深度等资料，其时间系列长度应与评价工作年份相适应。
- b) 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，水文站月平均流量、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，区内若无水文站资料，应在工程地质测绘过程中实测。

6.2.1.3 区域地质资料包括：

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

6.2.1.4 工程地质调查、岩土工程勘察资料包括：

- 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。
- b) 地形图、地质图、地貌图、工程地质区划图及典型工程地质剖面等。
- c) 工程地质钻孔、岩土原位测试及土工试验数据等资料。
- d) 重要建筑、基础设施岩土工程勘察资料。

6.2.1.5 水文地质资料包括：

- a) 区域水文地质调查成果及有关水文地质研究成果。
- 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、物探测井、地下水动态监测等资料。

6.2.1.6 遥感地质与地球物理勘探资料包括：

- a) 不同时相的航片与卫星图像及其解译成果。
- b) 不同时相不同分辨率、不同类型的遥感数据。
- c) 电法、磁法、电磁法、重力、地震等物探方法所获得的地区相关地球物理参数及其解释成果。

6.2.1.7 地质灾害及不良地质作用资料包括：

- a) 调查区崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地面塌陷、地裂缝等不良地质作用和地质灾害调查资料和数据。
- b) 工程建设和工程经济活动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方面的相关资料。

6.2.1.8 资料综合分析要求包括：

- a) 应对搜集的资料进行整理，经甄别可靠的数据资料按照相关要求录入空间数据库。

- b) 应系统地开展资料二次开发利用,充分利用地貌类型、地层岩性、地质构造、水文地质条件、不良地质作用和地质灾害等方面数据资料,明确需要解决的主要工程地质问题。
- c) 应在资料综合分析基础上合理部署工程地质调查工作。
- d) 根据收集到的资料,对工作区应进行预编图,将可借鉴、利用的前人成果勾绘到工作手图上。

6.2.2 野外踏勘

6.2.2.1 应在资料搜集和分析的基础上开展野外踏勘工作。

6.2.2.2 了解研究区地层、构造、岩性、不良地质作用和水文地质条件等,重点对典型地质剖面、不良地质作用及地质灾害和工程规划建设区进行野外踏勘。

6.2.2.3 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,明确主要成果转化应用与服务产品。

6.3 编制要求

设计书编写要求如下:

- a) 编制设计书应在资料搜集整理和野外踏勘的基础上进行。
- b) 专题研究和专项工作,应单独编制单项工作设计书。
- c) 设计书应明确调查区的地质地貌类型、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、与工程经济活动相关的工程地质问题,需要解决的重点问题和主要成果转化应用与服务产品。
- d) 设计书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。
- e) 设计书编写提纲及要求应符合附录 A 的规定。
- f) 设计附图及附件包括:地质工作程度图、综合工程地质草图、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,其他相关附图附表。

6.4 审批与变更

应按照主管部门有关规定办理设计书审查和批准,并严格遵照执行。经审查批准的设计书,不得随意变更;因重要原因确需要调整或变更,应报请设计审查批准单位同意,并按要求办理变更手续。

7 调查内容

7.1 基本调查内容

7.1.1 地貌及第四纪地质特征内容包括:

- 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经济活动的影响。
- b) 应利用 1:50 000 或更大比例尺精度的数字高程模型,分析区域地形地貌特征参数,如坡度、地形起伏度、地形切割深度等。
- c) 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。

7.1.2 地质构造内容包括:

- 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) 应搜集区域断层活动性、活动强度和速率,以及区域地应力、区域地震活动、地震加速度或基本烈度资料,分析区域新构造运动、现今构造活动、地震活动以及区域地应力场特征。
- c) 应查明主要地质构造,特别是活动构造类型、规模、性质、分布特征和活动性。
- 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、密度和充填情况等。

调查时既要注意密度较大的节理裂隙统计优势面,也要注意规模较大的地质优势面的产状及发育情况。

7.1.3 岩体工程地质特征内容包括:

- 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,突出调查岩体工程地质特征,技术要求应参照 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;化学岩和生物化学岩成分,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。等级划分按照 GB 50218 执行。
- f) 宜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。

7.1.4 土体工程地质特征内容包括:

- 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,具体技术要求应参照按照 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 (Qp^1)、中更新世 (Qp^2)、晚更新世 (Qp^3)、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。
- d) 应查明不同时代、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。

7.1.5 水文地质条件内容包括:

- a) 宜在 1:20 万水文地质普查或 1:5 万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和地质灾害相关的水文地质条件的调查。
- 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,地下水活动与不良地质作用和地质灾害的关系,如工程边坡或自然斜坡稳定性、地面沉降、地面塌陷等。
- d) 水文地质条件调查的相关技术要求,应参照 DZ/T 0282 执行。

7.1.6 地质灾害及不良地质作用内容包括:

- a) 崩塌、滑坡、泥石流,包括崩塌、滑坡、泥石流的类型、规模、影响范围、形成和诱发机制、危害等及其地形地貌、岩土性质、地质构造、水文地质等孕灾条件。具体要求按照 DZ/T 0261 执行。
- b) 地裂缝。包括地裂缝出现的时间、空间分布、发育规模及活动特征;地裂缝成因类型及诱发因素;地裂缝对建(构)筑物、农田、道路等危害情况及当地整治地裂缝的措施和经验。具体要求按 DZ/T 0286 执行
- c) 地面沉降。包括地面沉降发生的时间、沉降量、沉降速率、沉降范围、发展趋势等;地下水、地热开采量、开采层位和区域地下水位或承压水头变幅和速率;沉降区内

已有构筑物、管线、道路等变形破坏情况及当地防治地面沉降的措施和经验。具体要求按现行 DZ/T 0283 执行。

- d) 地面塌陷。包括地面塌陷诱发原因、发生时间、分布、形态、规模、密度等；上覆第四系土体的类型、厚度及其工程地质性质；地表工程设施等的破坏损失情况当地防治塌陷的措施和经验。具体要求按 DZ/T 0286 执行
- e) 活动断层。包括活动断层位置、规模、性质、特征、产状和延伸展布情况，具体要求宜参照 DB/T 53 执行；调查活动断层活动性和活动变化规律及其对工程建设的影响和损害。
- f) 饱和土液化。包括可液化砂土的性质、土的时代、粒径、饱和度、粘粒含量、不均匀系数、结构和相对密度；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；饱和土液化对建筑物、道路等危害情况及当地防治饱和土液化措施和经验。

7.2 特殊岩土地区专门调查

7.2.1 特殊岩土调查内容包括：

岩溶、红层、软土、红黏土、膨胀土、黄土、冻土、盐渍土和污染土等内容，除执行第 7.1 条规定外，还应侧重于其特殊地质条件的专门工程地质调查。岩土体野外鉴别方法参照附录 B 执行。

7.2.1 岩溶地区调查内容包括：

- a) 岩溶的发育条件和分布规律，岩溶的形态特征及其发育程度。调查要求按照 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、崩塌和危岩等斜坡重力地质现象的分布和形成条件，评价斜坡的稳定性，划分不稳定地段。
- d) 对岩溶地区的水工建筑物、岩溶洼地垃圾填埋、尾矿库、废渣、废水堆积地点，应调查可能的岩溶渗漏病害的产生条件，分析病害的原因，预测其发展趋势。
- e) 对于岩溶地区大规模的工程建设，宜调查评估工程建设活动对地下水流场改变及其可能引起的工程地质问题。

7.2.2 红层地区调查内容包括：

- 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、工程地质性质、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红层水土流失及地下水情况。

7.2.3 软土地区调查内容包括：

- 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）的分布规律以及工程地质特性。
- c) 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液化等工程地质问题。

7.2.4 红黏土地区调查内容包括：

- 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筑物不均匀沉降等不良地质现象的发育和分布特征。
- d) 红黏土的含水类型和特征、地表水渗漏情况和地下水的分布、水位变化及其与岩溶地下水的关系。

7.2.5 膨胀土地区调查内容包括：

- 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) 搜集降水量、蒸发量、气温、地温、日照等资料，分析其对土层胀缩性的影响。

7.2.6 黄土地区调查内容包括：

- a) 湿陷性黄土的地层结构、厚度与分布，应注意新近堆积黄土的调查。
- b) 黄土的湿陷性质、程度和变化规律，按现行规范划分场地的湿陷类型。
- c) 黄土湿陷等级，按预测累计湿陷量划分黄土的湿陷等级，黄土的湿陷性等级划分方法按照 GB 50025 执行。
- d) 黄土洞穴侵蚀的分布及规律。
- e) 黄土斜坡地段下伏地层岩性、工程地质特征及其组合关系，特别是要查明黄土斜坡地段下伏新近纪地层工程地质特征及其组合关系。

7.2.7 冻土地区调查内容包括：

- a) 冻土的类型、垂向及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) 冻土地区冻融不良地质现象的形成条件、形态特征及分布规律。

7.2.8 盐渍土地区调查内容包括：

- 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，做出工程地质评价。
- 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) 盐渍土盐分聚集迁移的规律及其季节变化特征。

7.2.9 风化岩和残积土地区调查内容包括：

- a) 母岩地质年代和岩石名称、参照 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) 岩土的统一性、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地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。

7.2.10 污染土地区调查内容包括：

- a) 污染土地区的区域自然环境特征，调查其地质地貌、气象气候、水文状况、植被状况。

- b) 区域土壤类型特征, 调查其成土母质、土类名称、分布面积、土壤组成、土壤特性、土壤结构等。

7.2.11 填土地区调查内容包括:

- a) 查明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) 判定地下水对建筑材料的腐蚀性。
- d) 对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; 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。

7.3 重大工程地质问题专门调查

7.3.1 活动断层和地震诱发地质灾害调查

在活动断层发育或设计基本地震加速度 $a \geq 0.2 g$ 的调查区, 应调查和评估以下内容:

- a) 活动断层空间位置、几何学和运动学特征等, 具体要求宜按照 DB/T 53 执行, 补充必要的综合物探和钻探、槽探工作量。
- b) 应结合年代学测试和综合分析, 厘定断层最新活动时代。根据其最新活动年代, 将活动断层划分为早中更新世、晚更新世、全新世活动断层; 其中全新世活动断层宜根据平均活动速率和历史地震强度等级进一步划分为强烈、中等和微弱活动断层。
- c) 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。
- d) 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, 位移分布和对构(建)筑物的破坏情况, 研究提出区域近断层建筑物的合理避让距离。
- e) 在地震峰值加速度 $a \geq 0.2 g$ 的山区, 应提出典型地震滑坡的变形失稳模式, 在重要规划建设区或典型地震滑坡地区, 开展斜坡岩性组合、结构和形态调查, 初步分析地震场地效应, 进行不同概率条件下的地震滑坡危险性评估。

7.3.2 岩溶塌陷及岩溶突水

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) 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。
- b) 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。
- c) 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“土洞”。
- d) 开展可溶岩岩溶发育规律调查, 查明岩溶发育特征, 掌握地下岩溶发育程度及分布规律。
- e) 诱发(触发)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与区划; 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) 针对岩溶突水灾害的工程地质调查, 应在 1:50 000 或更大比例尺水文地质调查工作的基础上, 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, 查明规划建设的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, 评价工程施工建设诱发涌、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。

7.3.3 崩塌、滑坡、泥石流高易发区

在地质条件复杂、人口密集城镇和重大工程规划区，应调查和评价以下内容：

- a) 区域主要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，编制专门工程地质图。
- b) 地质灾害类型、规模、结构特征、分布范围、影响因素、诱发因素、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，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，必要时附相关图件和照片。
- c) 应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) 应选取典型重大滑坡灾害（或隐患）进行工程地质勘查，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) 应评价地质灾害易发性、危险性，编制地质灾害易发程度分区图和危险性区划图，提出地质灾害防治规划建议；对重点调查区，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。

7.3.4 地面沉降和地裂缝

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

- a) 应在 1:50 000 工程地质和水文地质调查的基础上，围绕地面沉降、地裂缝机理与防控技术研究开展专题调查与研究，宜补充控制性工程地质钻探和监测等工作，调查内容和相关技术要求按 DZ/T 0283 执行。
- b) 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) 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) 搜集地下水开采、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诱发因素，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。

7.3.5 采空区地面塌陷或采煤沉陷区

- a) 主要通过搜集资料和调查访问，必要时辅以物探、勘探和地表移动的观测，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) 利用资料搜集，查明矿层、煤层层数、倾角、深度、厚度等矿层埋藏条件。
- d) 了解采矿、采煤方法。主要指顶板管理方法对应的部分开采法（条带采煤法、柱式体系采煤法）、充填采煤法、全部垮落法（走向、倾斜长壁采煤法）；推进速度对应的综采、普采、炮采。采厚和重复采动对应的一次采全厚采煤法、分层采煤法、放顶煤采煤法。
- e) 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。
- f) 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。
- g) 采空区宜根据开采情况、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，相关技术要求按 GB 51044 执行。采煤沉陷区宜建立稳定性综合

评价指标, 划分稳定性等级, 提出土地开发利用建议。

- h) 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。

7.3.6 饱和土液化

在调查区地震峰值加速度 ≥ 0.15 g, 存在区域性埋深小于20m的饱和土、地层为全新世砂土、粉土和软土时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(设计基准期内年高水位或近期年高水位)和上覆非液化土层厚度进行初步判别, 当初步判别认为有液化可能时, 应再作进一步判别。液化的判别宜采用多种方法, 综合判定液化可能性和液化等级。判别方法应按照 GB 50011 执行。
- b) 场地地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的场地条件; 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; 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。
- c) 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, 具体要求可按照 GB 50011 执行。

7.4 其他特殊工程地质问题调查

- a) 当存在大规模人工水体、人工填筑体(填海造陆, 填方造地、垃圾填埋等)时, 宜对其地质环境效应和工程引发的环境工程地质问题开展专项调查、监测和专题研究工作。
- b) 当工程经济活动涉及大型深基坑、深埋长隧道, 高地应力岩爆, 巨型松散堆积体, 地下空间开发利用(大型废弃矿坑、岩溶洞穴、深厚覆盖层)等特殊工程地质问题, 宜开展专项调查和专题研究工作。

8 技术方法

8.1 遥感地质调查

8.1.1 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经济活动, 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; 遥感技术要求参照 DZ/T 0151 执行。

8.1.2 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) 开展 1:50 000 调查工作, 应选用地面分辨率优于 5 m 的遥感数据。
- b) 开展 1:10 000 重点地区调查工作, 应选用地面分辨率优于 1 m 的遥感数据。
- c) 开展重点调查区、城镇工程地质条件和地质灾害调查, 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。
- d) 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资源三号、高分一号、高分二号等卫星影像数据为主要数据源。

8.1.3 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。

8.1.4 遥感影像应进行几何校正, 要求如下:

- a) 采用国家控制点、地形图采集、GPS 现场实测点等, 消除遥感图像畸变, 与地理坐标配准。

- b) 在建立控制点网基础上,采用地形图、航片立体像对、卫星图像像对或雷达数据生成数字高程模型(DEM)。数字高程模型(DEM)的精度必须满足国家测绘规范的相关要求。

8.1.5 建立遥感解译标志。应在野外路勘的基础上,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经济活动、地质灾害要素等遥感解译标志。

8.1.6 遥感影像上图斑面积大于 4 mm^2 的具有意义的工程地质面状要素、长度大于 2 cm 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。

8.1.7 宜采用不同类型多时相遥感影像对比解译和利用遥感影像立体像对生成立体模型并与DEM数据进行叠置分析,制作三维可视化的虚拟场景。

8.1.8 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。

8.1.9 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。

8.1.10 按 $1:50\ 000$ 国际标准图幅或工作区范围自由分幅,编制工程地质遥感解译图。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。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。

8.2 工程地质测绘

8.2.1 制作野外工作手图。条件允许时,应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 $1:25\ 000$ 及更大比例尺。也可以按照相同要求编制纸质版的工程地质草图。

8.2.2 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 and 标志,确定工程地质填图单元。

8.2.3 测绘精度要求。地质界线和调查点的精度,在图上误差不超过 1 mm ;有重要意义的填图单元,在图上不足 2 mm 者,可放大表示。

8.2.4 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 $1\text{ km}\sim 3\text{ km}$,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GPS定位, $1:5$ 万比例尺图面误差应不超过 1 mm ;重点调查点可采用高精度GPS(RTK)进行定位和高程校正, $1:1$ 万比例尺图面误差应不超过 1 mm 。
- 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% 。

8.2.5 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。

8.2.6 调查点记录应客观准确、条理清楚、文图相符。记录可采用手图、采集系统和记录本等格式,并附必要的示意性平面图、剖面图、素描图以及照片等。采集系统和记录本相互补充。

8.2.7 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C。其中,表C.2~表C.7和表C.9应建立对应的数据库。

8.2.8 工程地质测绘应提交下列成果资料:

- a) 野外工作手图和实际材料图;
- b) 工程地质草图;
- c) 实测剖面图;
- d) 各类调查点的记录卡片或记录本;
- 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。

8.3 地球物理勘查

8.3.1 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,具体参见附录E。对于解决较复杂的地质问题,以采用综合物探为宜。

8.3.2 应充分搜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。

8.3.3 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物探方面的专门章节。按设计要求进行施工、资料整理、编写报告和成果验收。

8.3.4 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纵(P)、横(S)波速测井;
- g) 对有代表性的岩、土试样宜进行纵、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)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。

8.3.5 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。

8.3.6 应提交的物探成果有:

- 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。

8.4 工程地质钻探

8.4.1 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;进行岩土体分层,划分岩土体结构类型。
- 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。

8.4.2 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 10 % ~20 %。
 - 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。
- 8.4.3 山地丘陵区钻孔深度一般 20 m~30 m; 平原盆地区的孔深确定, 一般性钻孔 70 m~100 m, 控制性钻孔 100 m~150 m。
- 8.4.4 当遇下列情况时, 应适当增减勘探孔的深度:
- a) 在预计深度内遇基岩时, 进入中风化或微风化 3 m~5 m 终孔。
 - b) 覆盖土层和风化带、破碎带厚度小于 20 m 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 m~5 m。
- 8.4.5 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 110 mm; 采取岩石力学试样的钻孔, 孔径不小于 75 mm; 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; 粘性土无岩芯间隔不超过 1 m, 其他不超过 2 m。
 - 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: 对粘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 50 m 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, 以及其他异常情况等。
 - 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。
- 8.4.6 工程地质钻探中原状土取样时应符合下列要求:
- a) 粘性土和粉土中取原状土样, 取样间隔 2 m; 厚度小于 2 m 的土层及有意义的夹层应取样; 厚度大于 5 m 的土层取样间隔不宜大于 3 m。
 - 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。
- 8.4.7 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, 满足设计要求, 按照表 C.8~表 C.9。土的野外鉴定方法详见附录 B。
- 8.4.8 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。
- 8.4.9 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。
- 8.4.10 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。

8.5 山地工程

- 8.5.1 山地工程的任务是了解岩土层界线、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。
- 8.5.2 山地工程一般采用坑探、槽探和井探等轻型工程。
- 8.5.3 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, 记录格式见表 C.10~表 C.12。
- 8.5.4 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。

8.6 原位测试

8.6.1 一般规定

- 8.6.1.1 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。
- 8.6.1.2 原位测试试验均参照GB 50021，原位测试成果应结合原型试验、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。
- 8.6.1.3 分析原位测试成果资料时，应注意仪器设备、试验条件、试验方法对试验的影响。
- 8.6.1.4 原位测试的仪器设备应定期检验、标定和校准。

8.6.2 标准贯入试验

- 8.6.2.1 适用于砂土、粉土、一般粘性土、残积土、全风化岩及强风化岩。
- 8.6.2.2 标贯试验间距在砂层内可取1 m~2 m，其他层内可视情况而定。标贯试验技术要求参照GB 50021执行。

8.6.3 圆锥动力触探试验

- 8.6.3.1 重型圆锥动力触探试验和超重型圆锥动力触探试验适用于强风化、全风化的硬质岩石，各种软质岩石、碎石土。
- 8.6.3.2 重型和超重型圆锥动力触探可在碎石类和风化层内以1 m~2 m间距进行。

8.6.4 静力触探试验

- 8.6.4.1 适用于软土、一般粘性土、粉土、砂土和含少量碎石的细粒混合土。
- 8.6.4.2 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(q_c)、侧壁摩阻力(f_s)和贯入或消散时的孔隙水压力(u)。
- 8.6.4.3 当探杆贯入深度较大，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。

8.6.5 十字板剪切试验

- 8.6.5.1 适用于饱和软黏土。
- 8.6.5.2 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。

8.6.6 旁压试验

- 8.6.6.1 适用于粘性土和砂性土层。
- 8.6.6.2 测得土体压力(P)—变形(S)曲线及容许承载力、变形模量等指标。
在钻孔中，通过对测试段孔壁施加径向压力使地基土体相应变形，测得土体压力与变形关系的一种原位测试方法的统称。

8.6.7 点荷载试验

- 8.6.7.1 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。
- 8.6.7.2 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。

8.6.8 波速试验

- 8.6.8.1 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。
- 8.6.8.2 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。

8.6.9 渗透性试验

现场渗透性试验方法可根据含水层介质、地下水分布特点，按表4选择。

表 4 主要含水介质水文地质试验方法

含水层介质	水文地质试验方法
粘性土、粘质粉土	注水试验
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

8.7 室内试验

8.7.1 一般规定

8.7.1.1 岩土室内试验项目和试验方法应根据设计要求和岩土性质的特点等综合确定。各种试验项目、测定参数、工程应参照附录F执行。

8.7.1.2 应对照所送岩、土、水样和试验项目逐个逐项进行检查验收。原状土样室内保存时间不宜超过3周。

8.7.2 土的试验

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。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；试验方法参照GB/T 50123执行。

8.7.3 岩石试验

8.7.3.1 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；试验方法参照GB/T 50266执行。

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

8.7.4 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。试验方法参照GB/T 50123执行。

8.7.5 年代学样品测试

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

8.7.5.2 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，对距今一万年以来的¹⁴C年龄值应进行树轮年龄校正。

8.7.5.3 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。

8.7.5.4 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。

8.7.5.5 年龄样品应由具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。

9 综合评价

9.1 工程地质概念模型

9.1.1 应按照物质组成、结构特性、物化特性、赋存环境、边界条件等来表征区域主要工程地质条件，明确工程经济活动的主要类型、活动维度（时间、空间），建立工程地质概念模型，综合反映区域工程地质条件、主要工程地质问题和工程经济活动及其演化过程。

9.1.2 应分类提出工程地质概念模型中的关键问题，包括调查区的主要工程地质条件和特色工程地质问题，重点考虑与工程经济活动相关的特殊岩土体、重大工程地质问题等因素。

9.1.3 应分析区域主要工程地质问题及其形成演化的地质模式，提出工程地质问题分析评价的技术方法、指标体系。

9.1.4 在工程地质概念模型的基础上，通过合理的抽象、简化和概括，建立工程地质模拟分析的力学模型，应突出控制工程地质问题的关键因素，既能准确反映地质体的客观实际，又具有力学分析的可能性和数值模拟可行性。

9.2 岩土体物理力学参数

9.2.1 应进行岩体和土体的工程地质定性分类和分级，建立区域主要地层的岩、土体物理力学参数库。

9.2.2 岩土体物理力学指标应根据成因、岩性、物理力学指标划分的最小填图单元为基础进行，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。

9.2.3 应将调查区原位测试、室内试验测试数据或成果报告，根据空间定位，建立工程地质调查试验测试数据列表、空间数据图层并在工程地质图上合理表达。

9.2.4 应结合区域工程地质概念模型，围绕需要定量表达的数据、内容开展实验、测试工作，建立工程地质力学模型时，应提供岩、土体物理力学参数、赋存环境和边界条件等信息。

9.2.5 宜提供特殊岩土地区、重大工程地质问题专门调查和专项研究中开展的试验、测试分析数据。

9.3 工程地质分区评价

9.3.1 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经济活动的布局，合理确定分区评价单元，按照可分级和可量化程度、数据可获得性及其确定性程度，合理确定评价指标体系和评价方法。

9.3.2 宜结合不同的工程建设和经济活动类型对工程地质条件要求，采用自然历史分析法、工程地质类别法、层次分析法、多指标叠加、短板理论等定性-半定量模型方法或矩阵，按照地形地貌、地质构造、岩土体特性、水文地质、不良地质作用、地质灾害和生态资源等客观工程地质条件，分层次进行分区评价；应按照3个~4个等级进行划分并明确划分依据，突出区域工程地质条件中的有利、不利因素和区域性特殊工程地质问题。

9.3.3 当调查区的工程地质条件复杂多样时，宜利用工程地质条件差异最大的因素，进行工程地质条件一级分区；在一级分区的基础上综合考虑工程地质条件及其组合关系，合理确定评价指标，开展工程地质条件二级分区评价。例如，一级分区根据地质构造及地貌条件划分；二级分区根据工程岩组特征、水文地质条件及地质灾害等因素划分。

9.3.4 宜结合工程经济活动与地质环境条件的相互作用，对潜在的工程地质问题进行定性分析，提出主要工程地质问题的形成地质模式和成灾、成害模式，分析其可能对工程经济活动的影响，在此基础上进行定性-定量分区评价。

9.3.5 开展区域性重大工程地质问题专项调查和专项研究，应分类评价其发生的可能性、频率、空间位置、强度、可能的危害和风险，建立区域重大工程地质问题危险、风险评价模型和指标体系，进行分区评价。

9.4 工程活动适宜性分区评价

9.4.1 应在工程地质条件分区评价的基础上，结合服务对象和工程经济活动的需求，综合选定评价指标，采用定性-定量的方法，从安全性（稳定性）、技术可行性、经济性、生态环境协调性等方面将工程经济活动适宜性划分为3个~5个等级。工程经济活动适宜性评价和等级划分方法可参照CJ/J 57中的工程建设适宜性评价及相应等级划分方法执行。

9.4.2 应结合不同的工程地质分区和工程经济活动类型，提出相应的工程经济活动适宜性建议，以及适应工程地质条件的工程经济活动需要采取的措施建议，特别是针对重大工程地质问题的技术措施和防灾减灾方面的对策建议。

9.4.3 服务于重大工程规划建设的工程地质调查，应结合具体工程设计、施工和安全运营的要求，进行两个或两个以上拟选场地的工程活动适宜性的比选分析，并分别提出针对性的措施建议。

9.4.4 服务于地质灾害防治的工程地质调查，应结合地质灾害危险性、风险评估结果，客观评价防治工程措施的技术经济可行性及效益。

9.4.5 服务于国土空间用途管制的工程地质调查，应结合工程地质分区评价和拟规划工程活动类型，本着最大限度保护耕地、林地、草原、河流、湖泊、湿地等生态资源的原则，提出针对土地用途和自然生态空间保护的管制建议。

10 成果编制与验收

10.1 图件编制

10.1.1 一般规定

10.1.1.1 成果图件应在充分利用已有资料和最新调查资料，深入分析和综合研究的基础上编制。

10.1.1.2 按标准图幅应编制实际材料图和工程地质图，宜根据调查区实际情况、专项调查和专题研究成果编制图件，形成标准图幅图系，比例尺为 1:50 000。针对标准图幅图系应编写图件说明书。

10.1.1.3 按部署区、工程区、行政区或服务对象应编制的图件为工程地质图、工程活动适宜性分区图，宜根据实际情况和专题研究成果选择编制其他应用性图件，图件比例尺根据评价区面积、出图图件大小确定，但比例尺不宜小于 1:250 000。

10.1.1.4 应用服务性成果图件应简洁、易懂、美观，在图中镶嵌通俗、易懂的文字说明。

10.1.1.5 成果图件应符合有关要求，体现科学性、针对性、实用性，图面简洁易懂，层次清晰，图式、图例、注记和责任签等齐全。

10.1.2 实际材料图

10.1.2.1 按 1:50 000 标准图幅编制，采用主图与镶嵌图、说明表相结合的表达方法。以 1:50 000 比例尺 DLG、地形阴影为底图，简化地理背景、地名等要素。

10.1.2.2 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。应镶嵌反映工作内容和数量的实际工作量表。

10.1.2.3 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。

10.1.3 工程地质图

10.1.3.1 采用主图与镶嵌图、说明表相结合的表达方法。以国家测绘局 1:50 000 比例尺数字线划地图（DLG）、地形阴影为底图，简化地理背景、地名等要素。

10.1.3.2 工程地质图应包括平面图、剖面图、岩土体工程地质柱状图、区域工程地质概念模型、工程地质分区说明表和图例、必要的镶嵌图等。

10.1.3.3 综合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、地质灾害及不良地质作用、工程地质条件分区评价结果、钻孔柱状图缩图和主要岩土体物理力学参数等。

10.1.3.4 综合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。

10.1.3.5 岩土体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。

10.1.3.6 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。

10.1.4 工程活动适宜性评价图

10.1.4.1 按经济区和城市群、重要工程区等部署单元或工程经济活动需求编制，采用主图与镶嵌图、说明表相结合的表达方法。以基础地理、主要工程经济活动类型、地形阴影为底图，简化地理背景、地名等要素。

10.1.4.2 应包括平面图、区域工程地质概念模型、工程活动适宜性分区说明表和图例、必要的镶嵌图等。

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

10.1.4.4 所有参与工程活动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。

10.2 报告编制

10.2.1 应按照图幅编写工程地质图说明书。

10.2.2 应按照经济区和城市群、重要工程区等部署单元编写 1:50 000 工程地质调查评价报告，编写提纲按照附录 D 执行。专项调查和专题研究应编写专项调查评价报告。

10.2.3 应在调查评价工作的基础上，根据国土资源主管部门、工程规划设计部门、科研院所、公众等不同用户需求，及时将调查成果转化为数据信息、决策建议和对策报告等针对性服务产品。

10.3 数据库建设

10.3.1 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、数字栅格地图 (DRG) 数据、数字正射影像图 (DOM) 数据为基础数据，数据格式、坐标体系以此为依据，不应删减地理底图要素。工程地质调查成果图件可根据实际情况对图面要素进行适当补充、修订和取舍，以突出重点。

10.3.2 空间数据格式宜采用 MapGIS、ArcGIS、Geodatabase 等带有可转换地理坐标的格式，并保留相应的属性，并与 DEM、DRG、DOM 数据配准。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。

10.3.3 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物理图层，建立各要素属性数据库，并形成拓扑关系，应具有工程地质柱状图、控制性工程地质剖面，区域地质构造背景等类别镶图及责任签。

10.3.4 工程地质分区图应根据评价结果采用 MapGIS 的区文件或 ArcGIS polygon 表示，并建立拓扑关系，应具有分区等级等基本属性表。

10.3.5 各类成果图件均应提供 MAPGIS 工程文件或 ArcGIS.mxd 格式或 layer 格式文件，且与打印版本一致，提供数据存储路径说明和系统库，以及 PDF、JPG 格式图件。

10.3.6 按图幅开展的空间数据库，应包括实际材料图、工程地质图等基础数据及元数据说明。

10.3.7 按部署单元 (工程区、行政区划) 形成的空间数据库，应综合集成图幅调查评价成果，编制工程地质分区图、工程活动适宜性分区等图件及元数据说明。

10.4 质量检查与成果验收

10.4.1 质量检查

10.4.1.1 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、设计书要求进行。

10.4.1.2 检查项目质量内控体系和质量检查记录。

10.4.1.3 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。

10.4.1.4 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。

10.4.2 野外验收

10.4.2.1 野外验收依据有：项目任务书、总体设计、年度工作方案、有关规范和技术要求。

10.4.2.2 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。

10.4.2.3 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，过渡性综合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。

10.4.3 成果验收

10.4.3.1 成果报告分为按调查区全区提交的工程地质调查报告、附图和按图幅提交的工程地质图及说明书

10.4.3.2 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，对规划区或工程有明确的针对性。

10.4.3.3 报告的文字、术语、代号、符号、数字、计量单位、标点，均应符合国家有关标准的规定。

10.4.3.4 成果报告编写内容应符合附录 D 的规定。

10.5 资料归档

10.5.1 资料归档范围

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) 样品实验测试类：岩土原位测试结果及岩土物理力学性质实验成果，各种采样记录与图件；
- g) 技术文件类：项目任务书，设计书、设计与成果审批意见书，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。

10.5.2 资料归档要求

资料归档要求按照自然资源部相关规范执行。

附录 A
(规范性附录)
设计书编制提纲及要求

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，协作单位及分工等。

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：应简述工作区产业结构、主要工业、农业和第三产业发展前景及其对工程地质调查工作的需求情况。

第二章 以往工作程度及存在的问题

第一节 以往区域基础地质工作：应简述各种比例尺的区域地质调查、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，总结以往的水工环地质调查成果，甄别已有资料的可利用程度，附工作程度图。

第三节 存在的主要问题：针对社会经济发展对工程地质调查工作的需求，从工程地质条件和工程地质问题两个方面，分析和梳理调查区内存在的主要问题，明确本次调查拟解决的主要问题。

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

第六节 主要工程地质问题

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：阐述重点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：说明实现总体目标任务或解决主要问题的技术路线，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选择主要采用的技术方法，并简述主要技术方法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

简述调查工作预期解决的主要问题和取得的社会、经济、环境效益。

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。

预期的人才培养、团队建设、科研平台、专利、学术出版物等成果。

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，协作单位分工及协作关系等内容。

第九章 经费预算

应按照地质调查项目设计预算编制办法及最新的有关要求编写。

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以及项目全面质量管理办法及措施等。

附录 B
(资料性附录)
岩土体的野外鉴别方法

B.1 碎石土的野外鉴别方法见表 B.1。

表 B.1 碎石土的野外鉴别方法

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。
密实	骨架颗粒质量大于总质量的 70%，呈交错排列，连续接触。	锹镐挖掘困难，用撬棍方能松动，井壁一般较稳定。	钻进困难，冲击钻探时钻杆吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定。

B.2 砂类土的野外鉴别方法见表 B.2。

表 B.2 砂类土的野外鉴别方法

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 2 mm	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 0.5 mm	约一半以上的颗粒接近或超过菠菜籽大小 (直径约 0.25 mm)	颗粒大小较精制食盐粒稍粗，与粗玉米粉相近 (直径约 0.1 mm)	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

B.3 粘性土的野外鉴别方法见表 B.3。

表 B.3 粘性土的野外鉴别方法

鉴别方法	粘 土	粉质黏土	粉 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
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
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 mm~2mm的土条	能搓成直径2 mm~3 mm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

B.4 岩石风化程度划分见表 B.4。

表 B.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，岩体呈干砌块石块、岩块上裂纹密布，疏松易碎；疏松物质与坚硬块体混杂	易风化矿物均已风化形成次生矿物，其它矿物部分保持原矿物特征	物理力学性质显著减弱，单块为新鲜岩石的1/3或更小	发哑声
弱风化	表面和沿节理面大部变色，但断口仍保持新鲜岩石特点	组织结构大部完好，但风化裂隙发育，裂隙面风化剧烈，坚硬块体夹疏松物质	沿节理裂隙面出现次生风化矿物	物理力学性质减弱，单块为新鲜岩石1/3~2/3	发声不够清脆
微风化	沿节理面略有变色	组织结构未变，仅沿裂隙有风化现象，无疏松物质	矿物未变，仅沿节理面有时可见铁锰质	物理力学性质几乎不变，力学强度略有减弱	发声清脆

附 录 C
(规范性附录)
各类调查观测记录表

表 C.1~表 C.12 给出了各类调查观测记录表。

表 C.1 一般观测点记录表


	统一编号:	图幅名称:	图幅编号:	
野外编号	高程(m)			
地理位置	省 县(市) 乡 村 组			
坐标	经度:	° ' .00"	纬度:	° ' .00"
	X:	(m)	Y:	(m)
点类型	<input type="checkbox"/> 地质灾害观测点 <input type="checkbox"/> 地形地貌点 <input type="checkbox"/> 地质构造点 <input type="checkbox"/> 水文点 <input type="checkbox"/> 地质环境问题点 <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				
记 录: 校 核: 项目负责: 填表日期: 年 月 日				

表 C.2 工程地质条件调查表

统一编号:		图幅名称:		图幅编号:	
野外编号		名称		高程(m)	
地理位置	省 县(市) 乡 村 组				
坐标	经度:	° ' .00"	纬度:	° ' .00"	
	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 C.2 工程地质条件调查表 (续)

工程地质现象素描或示意图	<div style="border: 1px solid black; height: 300px; margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> 图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 </div> <div style="border: 1px solid black; height: 300px; margin-bottom: 10px;"> </div> <div> 图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 </div>
沿途观测	
记 录: 校 核: 项目负责: 填表日期: 年 月 日	

表 C.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				坐标	经度: ° ' .□□" 纬度: ° ' .□□"	
详查编号					X:	Y:
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	快速 ($v \geq 5\text{m/秒}$) 中速 ($2\text{cm/年} \leq v < 5\text{m/秒}$) 慢速 ($v < 2\text{cm/年}$)	
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			主滑方向	实体勾绘
	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			°	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
前缘高程	后缘高程	滑体平均厚度	滑坡面积	滑体体积	规模等级	确定性程度
m	m	m	m ²	m ³	<input type="checkbox"/> 巨型 <input type="checkbox"/> 特大型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型	<input type="checkbox"/> 确定 <input type="checkbox"/> 基本确定 <input type="checkbox"/> 不确定
死亡人数(人)		直接损失(万元)		灾情等级	<input type="checkbox"/> 特大型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型	
威胁人数(人)		威胁财产(万元)		险情等级	<input type="checkbox"/> 特大型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型	
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:					
	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:					

表 C.3 滑坡灾害及隐患调查表 (续 1)

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:
危险性分析	现状稳定性分析:
危害分析	灾害损失:

表 C.3 滑坡灾害及隐患调查表 (续 2)

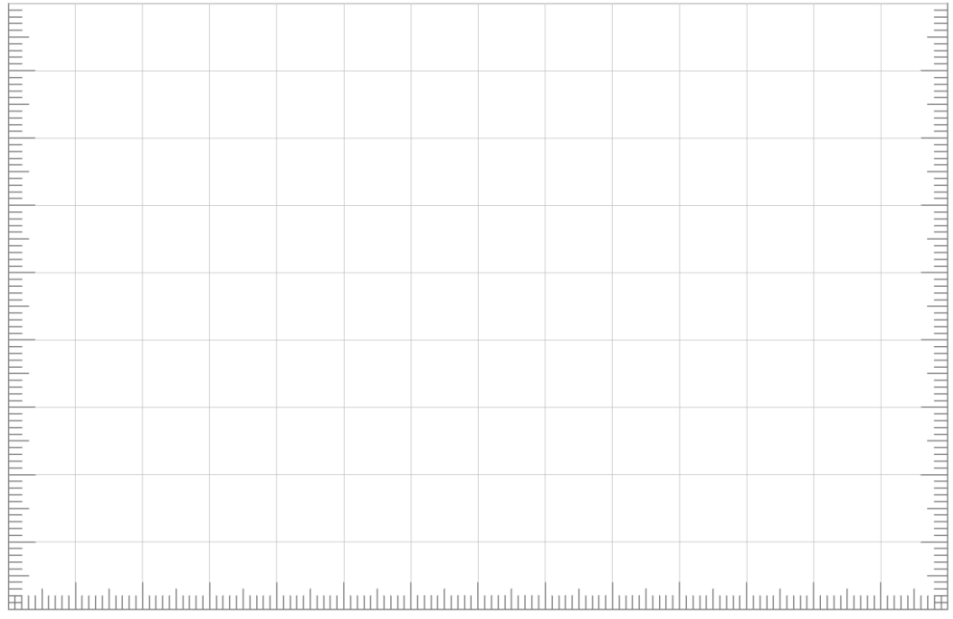
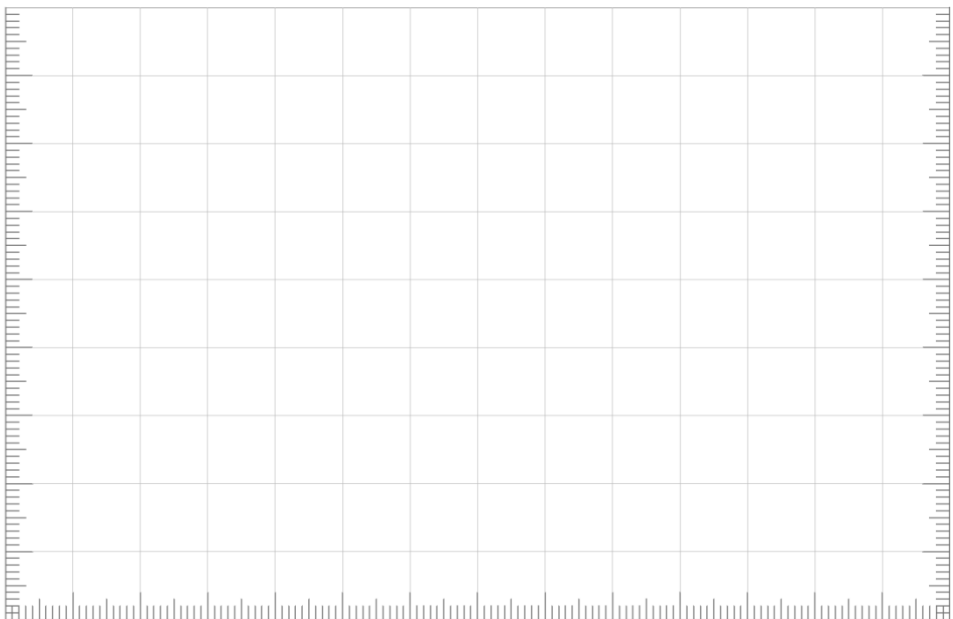
 <p style="text-align: center;">图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</p>
 <p style="text-align: center;">图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</p>
补充性描述:
记 录: 校 核: 项目负责: 填表日期: 年 月 日

表 C.4 崩塌及危岩体调查表

图幅名称:

图幅编号:

统一编号			崩塌名称				
野外编号			地理位置	省 县(市) 乡 村 组			
县市编号				坐标	经度: ° ' .□□" 纬度: ° ' .□□"		
详查编号					X: Y: (m)		
运动形式	<input type="checkbox"/> 倾倒式 <input type="checkbox"/> 滑移式 <input type="checkbox"/> 鼓胀式 <input type="checkbox"/> 拉裂式 <input type="checkbox"/> 错断式 <input type="checkbox"/> 复合						
崩塌类型	<input type="checkbox"/> 岩质 <input type="checkbox"/> 土质		控制结构面类型	<input type="checkbox"/> 卸荷裂隙 <input type="checkbox"/> 软弱夹层层面 <input type="checkbox"/> 节理裂隙 <input type="checkbox"/> 风化剥蚀界面 <input type="checkbox"/> 基覆界面 <input type="checkbox"/> 其他_____			
宏观稳定性评价	<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"/> 初始开裂阶段 <input type="checkbox"/> 加速变形阶段 <input type="checkbox"/> 破坏阶段 <input type="checkbox"/> 休止阶段			
崩塌源扩展方式	<input type="checkbox"/> 向前推移 <input type="checkbox"/> 向后扩展 <input type="checkbox"/> 扩大型 <input type="checkbox"/> 缩减型 <input type="checkbox"/> 约束型			崩塌时间	年 月 日 时 分		
主崩方向	崩塌源高程	最大落差	最大水平位移	崩塌源宽度	崩塌源厚度	崩塌源面积	崩塌源体积
°	m	m	m	m	m	m ²	m ³
诱发因素	<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 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: _____						
堆积体平均厚度	堆积体面积	堆积体体积	规模等级	实体勾绘	确定性程度		
m	m ²	m ³	<input type="checkbox"/> 巨型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	<input type="checkbox"/> 确定 <input type="checkbox"/> 基本确定 <input type="checkbox"/> 不确定		
死亡人数(人)		直接损失(万元)		灾情等级	<input type="checkbox"/> 特大型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型		
威胁人数(人)		威胁财产(万元)		险情等级	<input type="checkbox"/> 特大型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型		
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: _____						
崩塌(危岩体)环境	地形地貌:						
	地层岩性、岩性组合:						
	斜坡结构与地质构造:						
	水文地质条件:						
	植被及土地利用:						
人类工程活动:							

表 C.4 崩塌及危岩体调查表 (续 1)

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	

表 C.4 崩塌及危岩体调查表 (续 2)

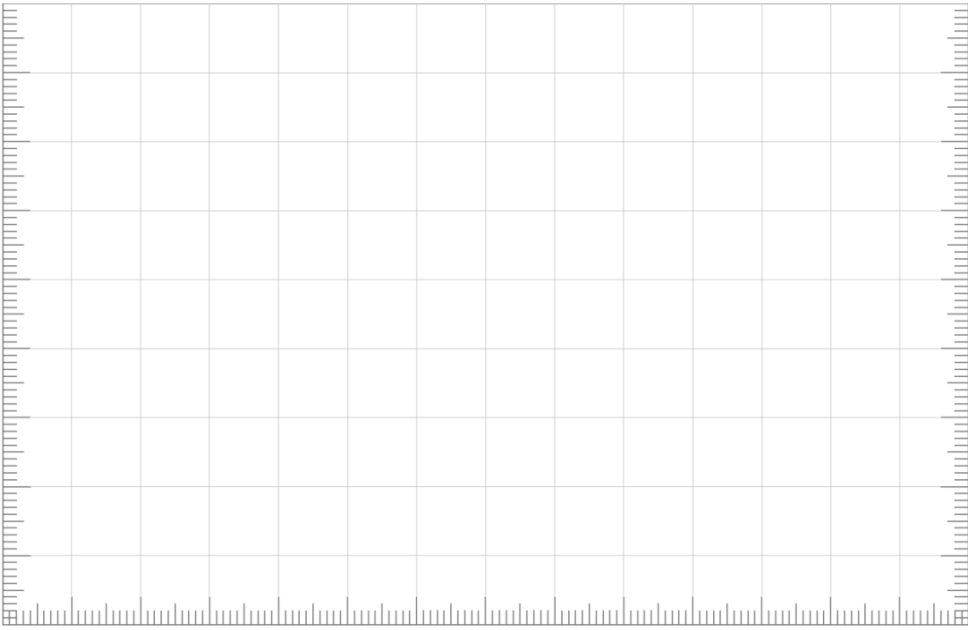
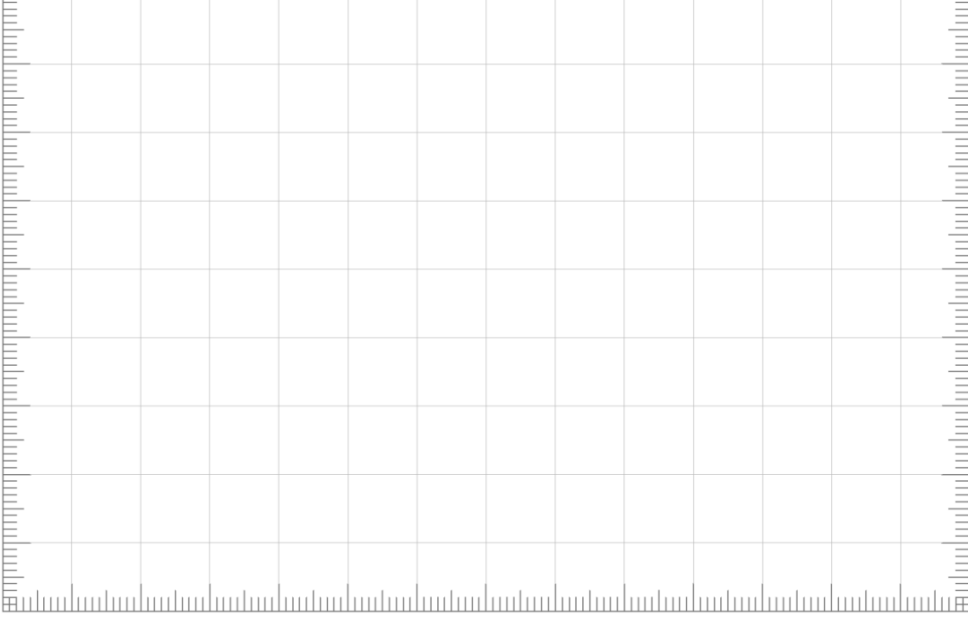
平面图和剖面图	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <div style="margin: 5px 0;"> 图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 </div>  <div style="margin: 5px 0;"> 图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 </div> </div>
<p>补充性描述:</p>	
<p>记录: 校核: 项目负责: 填表日期: 年 月 日</p>	

表 C.5 泥石流灾害及隐患调查表

图幅名称:

图幅编号:

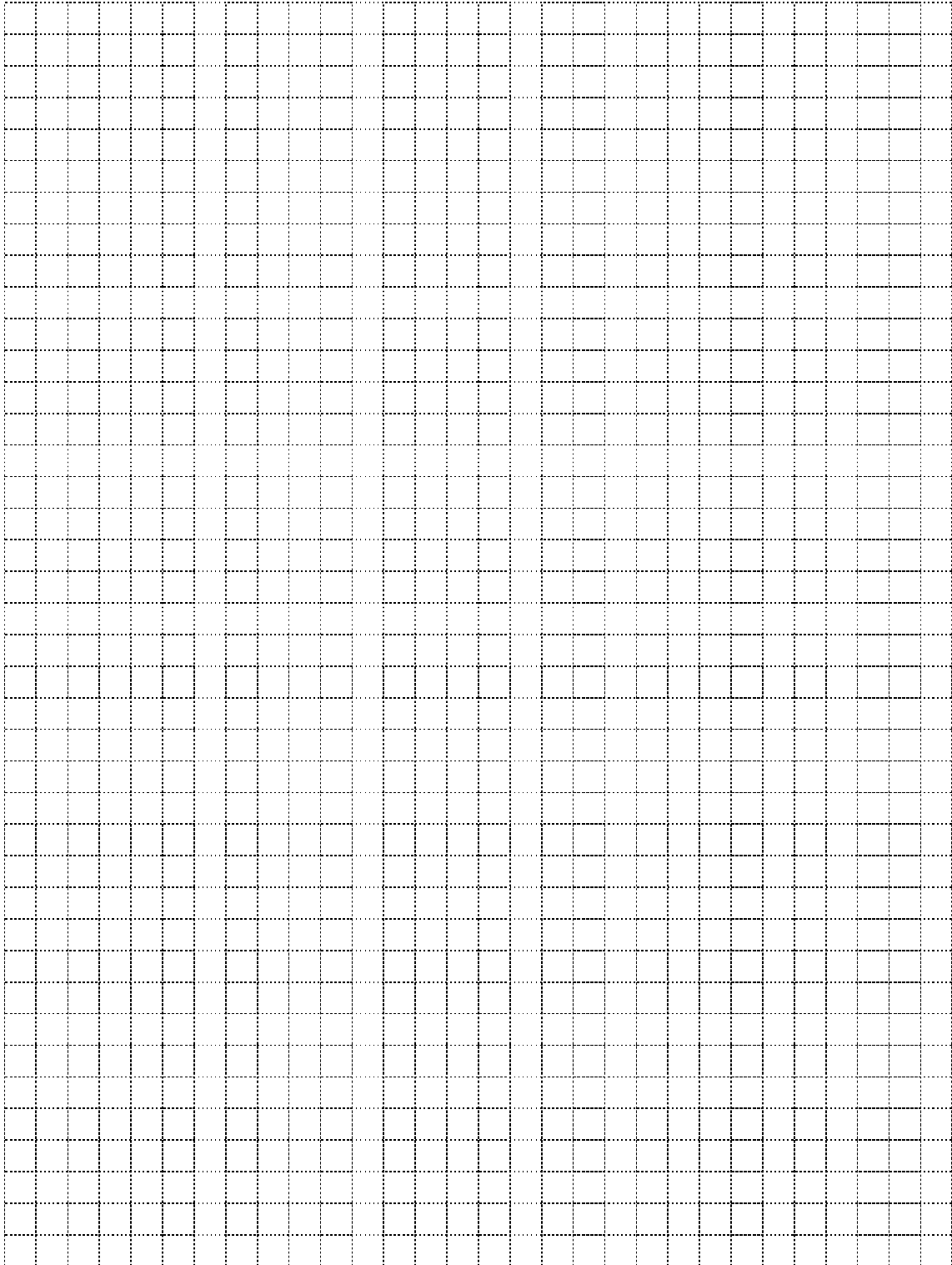
统一编号			沟谷名称							
野外编号			沟口位置	省 县(市) 乡 村 组						
县市编号				坐标	经度: ° ' .00" 纬度: ° ' .00"					
详查编号					X: (m)			Y: (m)		
物质组成	<input type="checkbox"/> 泥石流 <input type="checkbox"/> 水石流 <input type="checkbox"/> 泥流 <input type="checkbox"/> 山洪泥石流		物源补给途径	<input type="checkbox"/> 斜坡坡面侵蚀 <input type="checkbox"/> 沟岸崩塌滑坡 <input type="checkbox"/> 沟底侵蚀 <input type="checkbox"/> 堵溃坝体 <input type="checkbox"/> 远程滑坡 <input type="checkbox"/> 其他: _____						
汇水面积	m ²		水动力类型	<input type="checkbox"/> 暴雨 <input type="checkbox"/> 冰雪融化 <input type="checkbox"/> 水体溃决 <input type="checkbox"/> 地下水 <input type="checkbox"/> 水事活动 <input type="checkbox"/> 其他: _____						
沟口扇形地特征	扇形地完整性 (%)				扇顶至扇缘主轴坡降(%)		扇面发展趋势		<input type="checkbox"/> 下切 <input type="checkbox"/> 淤高	
	扇长 (m)		扇宽(m)		扩散角(°)		沟口至主河道距离(m)			
土地利用情况(%)	缓坡耕地	陡坡耕地	乔木林地	乔灌木	灌丛	草地	荒地	建筑用地	其他	
泥石流冲出方量(m ³)			规模等级	<input type="checkbox"/> 巨型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型			实体勾绘	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
死亡人数(人)			直接损失(万元)			灾情等级	<input type="checkbox"/> 特大型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型			
威胁人数(人)			威胁财产(万元)			险情等级	<input type="checkbox"/> 特大型 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型			
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: _____									
防治措施	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		防治类型	<input type="checkbox"/> 稳坡固源 <input type="checkbox"/> 拦挡 <input type="checkbox"/> 排导 <input type="checkbox"/> 穿越跨越 <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 生物工程						
泥石流沟宏观特征	物源区特征:									
	水动力来源及特征:									
	流通区特征:									
	堆积区特征:									

表 C.5 泥石流灾害及隐患调查表 (续 1)

活动历史																		
危险性分析																		
危害性分析																		
其他补充性说明																		
泥石流综合评判																		
1.不良地质现象	<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 m ³ /km ²)	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(km ²)												
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		
易发程度	<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										

表 C.5 泥石流灾害及隐患调查表 (续 2)

示意图:



记录:

校核:

项目负责:

填表日期:

年 月 日

表 C.6 地面塌陷灾害及隐患调查表

项目名称:

图幅名:

图幅编号:

野外编号		地理位置		坐标	地理	经度: ° ' .□□" 纬度: ° ' .□□"
统一编号		塌陷名称			大地	X: Y: (m)
塌陷类型	<input type="checkbox"/> 岩溶塌陷(碳酸盐岩、石膏、岩盐、红层) <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"/> 边缘扩展 <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 其他 () 等	单次事件最大塌陷坑直径	m	单次事件塌陷坑数量	个	
单次事件塌陷坑群延伸长轴方向	单次事件塌陷坑群影响范围	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
0~360°	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 灾情: <input type="checkbox"/> 特大级 <input type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 较大 <input type="checkbox"/> 一般 险情: <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	
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):					

表 C.6 地面塌陷灾害及隐患调查表（续 1）

地面 塌 陷 环 境	<p>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。</p>
	<p>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）：</p>
	<p>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）：</p>
	<p>植被及土地利用：</p>
	<p>人类工程活动：类型、强度。采空区巷道的具体位置、大小、埋藏深度、开采时间和回填塌落、充水等情况，矿层开采的深度、厚度、时间、方法、顶板支撑及采空区的塌落、密实程度、空隙和积水等。</p>
塌 陷 或 地 表 变 形 基 本 特 征	<p>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</p>
	<p>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；分析建筑物变形情况、塌陷坑的处理措施等。</p>
危 险 性 分 析	<p>在不同降雨、地震、干旱或人类工程经济活动情况下特定规模塌陷发生的可能性分析；</p>
危 害 分 析	<p>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。</p>

表 C.6 地面塌陷灾害及隐患调查表 (续 2)

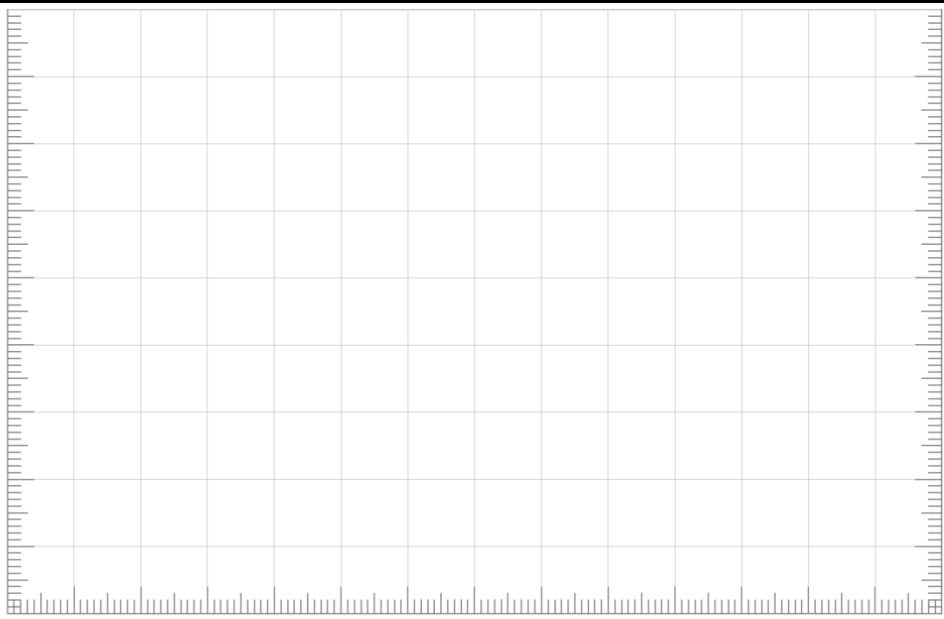
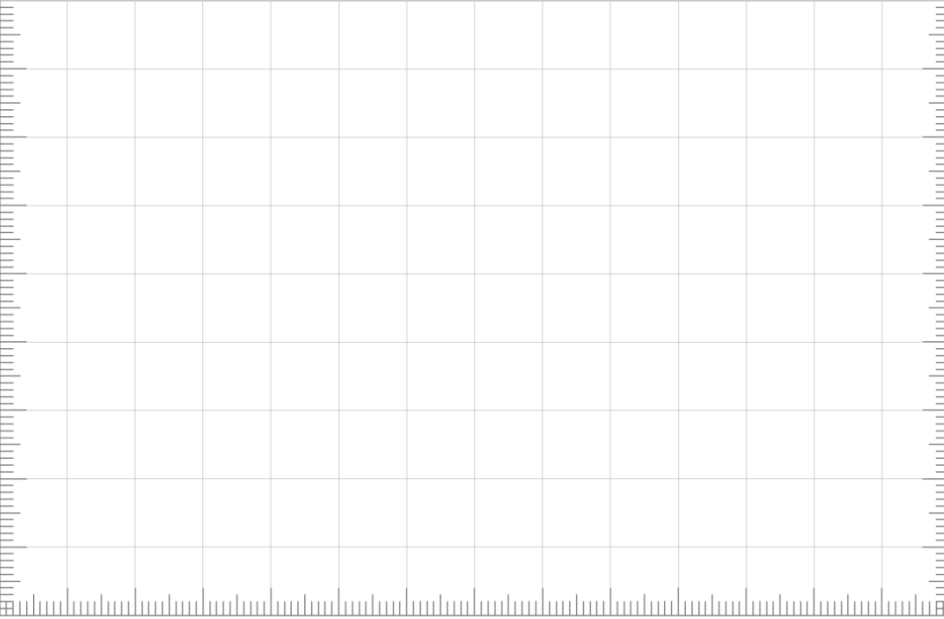
平面图 和 剖面图	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>				
<p>补充性描述: 野外调查定点情况说明, 是否为前期调查监测预警点, 防治管理措施建议, 以往工作程度, 资料来源等; 是否开展工程地质勘察、物探等;</p>					
资料来源		样品号		照片编号	
记 录:		校 核:	项目负责:	填表日期:	年 月 日

表 C.7 地裂缝灾害及隐患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)

项目名称:

图幅名:

图幅编号:

野外编号		地理位置		坐标	地理	经度: ° ' .□□"	纬度: ° ' .□□"
统一编号		裂缝名称			大地	X: Y: (m)	
地裂缝类型		裂缝岩性	岩石、土体、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		
地裂缝扩展方式	<input type="checkbox"/> 走向扩展延伸 <input type="checkbox"/> 两侧扩展、 <input type="checkbox"/> 原位加剧、 <input type="checkbox"/> 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	<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"/> 过量抽取地下水 <input type="checkbox"/> 地震及构造 <input type="checkbox"/> 干旱、 <input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 其他 () 等		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	<input type="checkbox"/> 平行 <input type="checkbox"/> 斜列 <input type="checkbox"/> 环围 <input type="checkbox"/> 杂乱无章	裂缝性质	<input type="checkbox"/> 拉张 <input type="checkbox"/> 平移 <input type="checkbox"/> 下错 <input type="checkbox"/> 逆冲 <input type="checkbox"/> 其他	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 险情: <input type="checkbox"/> 特大级 <input type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 较大 <input type="checkbox"/> 一般
地裂缝发育部位	<input type="checkbox"/> 盆山交界 <input type="checkbox"/> 断层沿线 <input type="checkbox"/> 地貌交界 <input type="checkbox"/> 漏斗边缘 <input type="checkbox"/> 古河道上方 <input type="checkbox"/> 黄土湿陷区 <input type="checkbox"/> 基底起伏处 <input type="checkbox"/> 地下缺陷 <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	<input type="checkbox"/> 特大级 <input type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 较大 <input type="checkbox"/> 一般

表 C.7 地裂缝灾害及隐患和地震地表破裂调查表 (续 1)

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)。
	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。
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、干旱或人类工程经济活动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;

表 C.7 地裂缝灾害及隐患和地震地表破裂调查表 (续 2)

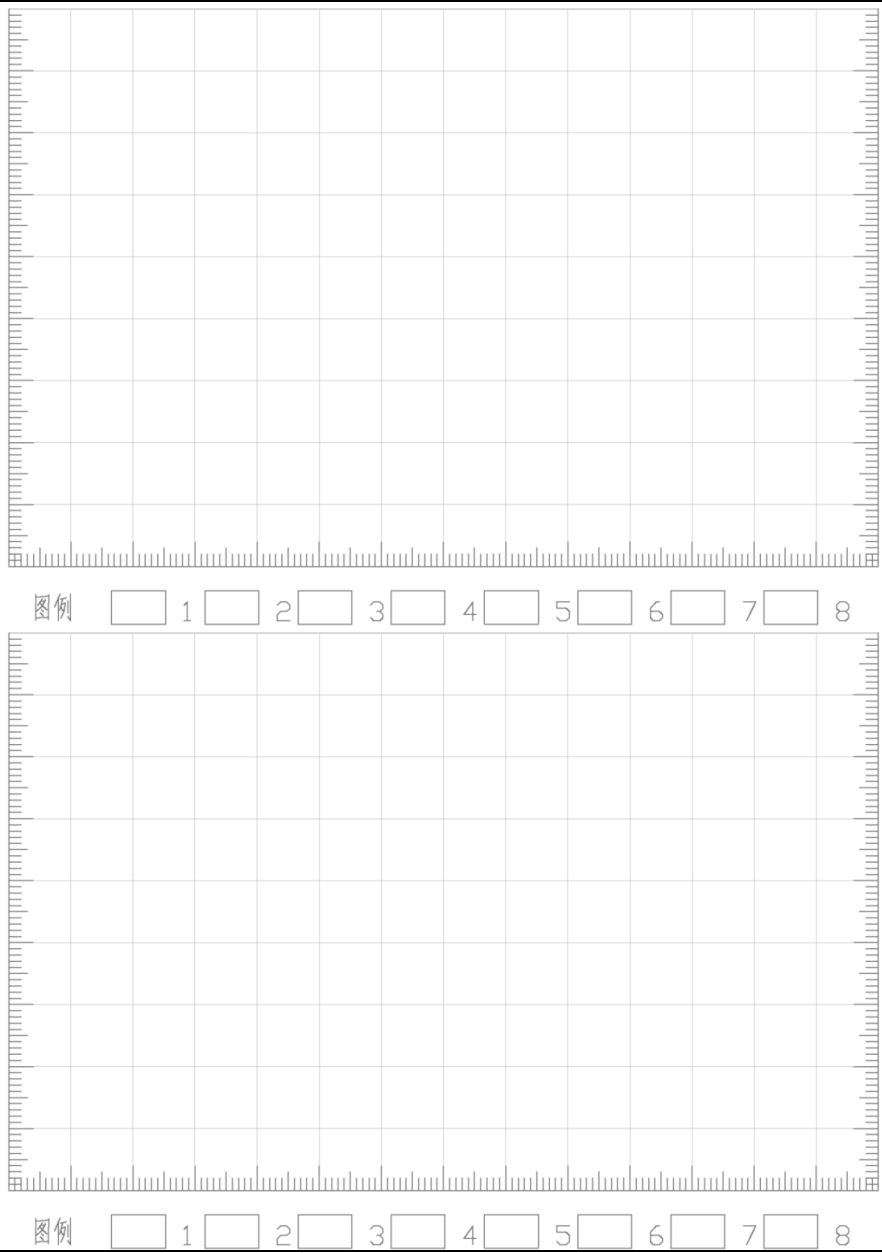
平面图和剖面图	 <p style="text-align: center;">图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</p> <p style="text-align: center;">图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</p>				
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	
记 录：	校 核：	项目负责：	填表日期：	年 月 日	

表 C.8 工程地质钻探班报表

钻孔编号		施工单位:						初见位埋深: m									
		开孔时间 年 月 日			岩性名称			机台编号:		稳定位埋深: m							
		终孔时间 年 月 日						钻机类型:									
回次	工作项目	钻进			岩心长度 (m)	岩心采取率/%	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								勘探日期									
调查人								记录人		审核							

表 C.9 工程地质钻探野外编录表

钻孔编号		X= (m)		经度: ° ' .00"		地下水位埋深:	
		Y= (m)		纬度: ° ' .00"			
		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					勘探日期		
调查人					记录人	审核人	

表 C.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: ° ' .00"		纬度: ° ' .00"		地面 高程	
坐标	X: (m)	Y: (m)				
目的			勘查深度 (m)		开挖体积 (m ³)	
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			调查日期			
调查人		记录人		审核人		

附 录 D
(规范性附录)
成果报告编制提纲及要求

第一章 序言

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 岩、土体类型及其工程地质性质

第三节 地质构造

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

根据调查区存在的区域构造稳定、滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降与地裂缝、采空区塌陷、岩溶塌陷、饱和土液化等工程地质问题，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 工程地质分区评价

第二节 工程地质概念模型

第三节 工程活动适宜性评价

第六章 结论与建议

附图和附件（含数据库）

注 1：调查区文字报告可以根据调查区实际情况，增加和删减相关内容。

注 2：图幅工程地质图说明书应在简述图幅所处的地质背景基础上，按照综合工程地质评价结果，分区说明其工程地质条件和工程地质问题的类型、数量、分布范围、发育特征及形成原因等。

附 录 E
(资料性附录)
常用物探方法表

常用物探方法见表E. 1。

表E. 1 常用物探方法

目的任务	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
判断隐伏断层带、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

附 录 F
(资料性附录)
室内土工试验项目、参数与工程应用

室内土工试验项目、参数工程应用见表 F.1。

表 F.1 室内土工试验项目、参数工程应用

项目分类	试验类别	试验项目	主要参数	工程应用	
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	粘性土的分类, 判断粘性土的状态	
		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	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	粘性土地基快速加荷时的稳定性验算, 适用于渗透系数小于 1.0×10^{-6} cm/s且均质的粘性土	
		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 Q_d	有机质的分类	
		渗透	变水头	渗透系数 k_v 、 k_h	渗透性的评价
			常水头	渗透系数 k	渗透性的评价
	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, 排水条件较差的粘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_c	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_b 、 K_c	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_s	在砂土基础开挖时, 确定边坡坡率, 适用于粒径小于5 mm无凝聚性砂土	
		固结		$e-\log p$ 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	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 $C_{\alpha\epsilon}$	粘性土沉降速率和固结度计算	

表 F.1 室内土工试验项目、参数工程应用（续）

项目分类	试验类别	试验项目	主要参数	工程应用
	动力性质	动三轴	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
		动单剪		
		共振柱	动剪切模量 G_d , 动阻尼比 λ	