

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

岩溶塌陷调查规范（1：50 000）

Code for geological investigation of karst collapse(1:50 000)

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(报批稿)

— 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
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	2
4.2 任务	2
4.3 基本要求	2
4.4 工作程序	3
4.5 调查区分级与基本工作量	3
5 设计书编审	5
5.1 设计书编制	5
5.2 设计书审查	5
6 调查内容	5
6.1 岩溶塌陷状况调查	5
6.2 区域地质条件	5
6.3 水文地质条件	6
6.4 覆盖层工程地质条件	6
6.5 岩溶塌陷诱发因素	6
7 调查技术方法	6
7.1 资料收集与分析	6
7.2 遥感解译	7
7.3 地质测绘	7
7.4 地球物理勘探	8
7.5 钻探	8
7.6 山地工程	9
7.7 测试与试验	9
7.8 岩溶塌陷动力条件监测	10
8 岩溶塌陷评价与区划	10
8.1 基本要求	10
8.2 隐患点评价	11
8.3 区域岩溶塌陷评价与区划	11
9 资料整理与成果编制	12
9.1 资料整理	12
9.2 成果编制	12
9.3 成果提交与资料归档	13
10 质量检查与成果验收	14

10.1	质量检查	14
10.2	野外验收	14
10.3	成果验收	15
附录 A (规范性)	岩溶塌陷调查工作程序框图	16
附录 B (规范性)	1:50 000 岩溶塌陷调查用表	17
附录 C (资料性)	不同类型岩溶区地质特征	39
附录 D (资料性)	岩溶塌陷调查项目设计书编写提纲	40
附录 E (资料性)	岩溶塌陷类型	42
附录 F (资料性)	岩溶地貌形态类型	43
附录 G (资料性)	岩溶发育程度	44
附录 H (规范性)	碳酸盐岩岩性组合特征	45
附录 I (资料性)	岩溶塌陷地球物理勘探适用方法	46
附录 J (资料性)	监测钻孔成孔工艺	47
附录 K (资料性)	洞体顶坍塌自行填塞估算法	48
附录 L (资料性)	成果报告提纲	49
	参考文献	51

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/TC 93）归口。

本文件起草单位：中国地质调查局、中国地质科学院岩溶地质研究所、广西壮族自治区地质环境监测站、广州市地质调查院、广东省地质环境监测总站、山东省鲁南地质工程勘察院、山东省地质矿产勘查开发局第五地质大队、湖北省地质环境总站、湖南省地质调查所、安徽省地质环境监测总站、广西壮族自治区地质调查院、湖南省自然资源调查所、广东省地质调查院、贵州省地质环境监测院、江苏省地质调查研究院、广西水文地质工程地质勘察院、山东省地矿工程勘察院、深圳市工勘岩土集团有限公司、深圳市勘察研究院有限公司。

本文件主要起草人：戴建玲、雷明堂、曹佳文、蒙彦、蒋小珍、李铁锋、吴福、尹欧、雷柱平、郑小战、支兵发、陈英姿、杨涛、石树静、廖培涛、郑志文、刘昶、陈洪年、吴远斌、黄敬军、贾龙、殷仁朝、张勤军、杨荣康、刘振宇、涂婧、焦玉国、许丹、郭杰华、黄海、卢志文、谭现锋、张云峰、周志华、张伟、王贤能、张丰、马军伟、蒋鹏、王延岭、罗伟权、管振德、苏桂成、蒋方媛、冯亚伟、吴晟堂。

岩溶塌陷调查规范（1：50 000）

1 范围

本文件规定了1:50 000岩溶塌陷调查的目的任务、调查区分级与基本工作量、设计书编制审、调查内容、调查技术方法、岩溶塌陷评价与区划、资料整理与成果编制、质量检查与成果验收等方面的基本要求。

本文件适用于岩溶塌陷地质灾害的区域调查。

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 12328 综合工程地质图图例及色标
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB/T 14538 综合水文地质图图例及色标
- GB/T 30319 基础地理信息数据库基本规定
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB/T 50266 工程岩体试验方法标准
- DZ/T 0151 区域地质调查中遥感技术规定（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）
- DL/T 5356 水电水利工程粗颗粒土试验规程
- SL 320 水利水电工程钻孔抽水试验规程
- SL 326 水利水电工程物探规程
- SL 345 水利水电工程注水试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

溶洞 cave, cavern

岩溶作用所形成的空洞。

注：国外洞穴工作者则专指人可进入者。

3.2

岩溶土洞 soil cave, soil void

发育在可溶岩上覆土层中的空洞。

3.3

地下河 subterranean river

具有河流主要特性的岩溶地下通道。

3.4

岩溶充填率 rate of karst filling

充填物体积与岩溶空洞体积之百分比。

3.5

岩溶率 rate of karstification, degree of karstification

一定范围内岩溶空间（溶洞、溶隙、溶孔）的规模和密度的定量指标。

注：包括点岩溶率、线岩溶率、面岩溶率和钻孔遇洞率。

3.5.1

点岩溶率 point karstification rate

单位面积内岩溶空间形态的个数。

3.5.2

线岩溶率 line karstification rate

单位长度上岩溶空间形态的百分比。

3.5.3

面岩溶率 surface karstification rate

单位面积上岩溶空间形态面积的百分比。

3.5.4

钻孔遇洞率 cave encountering rate of borehole

在一定深度或层位的条件下，揭露到溶洞的钻孔占勘探钻孔总数的百分比。

3.6

岩溶水文地质单元 karst hydrogeological unit

具有一定边界和统一的补给、径流、排泄条件的岩溶地下水（含水）系统。

3.7

岩溶塌陷易发区 susceptibility zone of karst collapse

具备岩溶塌陷发生基本地质因素的地区。

3.8

岩溶塌陷危险性 probability of karst collapse

在自然或人为诱发因素作用下发生岩溶塌陷发生的可能性。

4 总则

4.1 目的

掌握岩溶塌陷发育现状和地下岩溶分布特点，分析岩溶塌陷形成机理，进行岩溶塌陷危险性评价与区划，为城市和重大工程规划建设、防灾减灾提供地质依据。

4.2 任务

4.2.1 开展岩溶塌陷现状调查，调查岩溶塌陷的数量、形态、规模、成因类型、发育特征和时空分布规律，调查岩溶塌陷造成的人员伤亡和直接经济损失。

4.2.2 开展可溶岩岩溶发育规律调查，调查岩溶发育特征，掌握地下岩溶发育程度及分布规律。

4.2.3 开展水文地质条件调查，调查地下水补给、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。

4.2.4 开展第四系土层工程地质条件调查，调查第四系土层的成因、岩性及颗粒组成、厚度、结构及其工程地质性质。

4.2.5 调查诱发岩溶塌陷的自然条件和人类工程活动条件。

4.2.6 选择典型区进行岩溶塌陷勘查，调查岩溶塌陷地质结构和动力条件，分析岩溶塌陷形成演化过程，建立岩溶塌陷发育的地质模式。

4.2.7 开展岩溶塌陷评价与区划，建立岩溶塌陷调查评价数据库。

4.2.8 提出岩溶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。

4.3 基本要求

4.3.1 在岩溶塌陷灾害易发区，以岩溶水文地质单元为部署单元，以 1:50 000 标准图幅开展岩溶塌陷调查工作，按水文地质单元或行政区进行评价。

4.3.2 1:50 000 岩溶塌陷调查应在 1:50 000 水文地质调查基础上进行，未开展 1:50 000 水文地质调

查的地区，应补充开展水文地质调查工作。

4.3.3 岩溶塌陷调查采用面、线、点相结合的方式进行：

- a) 面：通过布置相对均匀的地面调查观测点或勘探点，对整个调查区区域水文地质、工程地质条件和岩溶塌陷状况进行调查。
- b) 线：通过布置追索线路和勘探剖面，对岩溶发育带、地下河、构造带、地层接触带以及人类工程活动强烈的线状工程沿线等易发生岩溶塌陷的区（带）进行重点调查。
- c) 点：通过综合勘探测试手段，对典型岩溶塌陷点进行典型剖析调查。

4.3.4 野外调查工作宜以 1:25000 比例尺地形图为底图，重点调查区宜采用 1:10000 或更大比例尺地形图为底图；具备条件的地区也可采用经配准的高分辨率遥感图像为底图。

4.3.5 野外调查应注意观察，利用野外记录本详细描述现场观察到的地质现象，并按附录 B 填写相应的野外调查表格。

4.3.6 充分利用遥感技术、地理信息系统、全球定位系统，以及物探、原位测试、示踪、自动监测等新技术。

4.4 工作程序

4.4.1 任务下达后，应开展现场踏勘和相关资料收集分析工作，初步了解调查区岩溶塌陷地质环境条件，分析已有勘探资料的可利用性，编制工作程度图。

4.4.2 对调查区进行分级，确定重点调查区、一般调查区和典型调查区，布置工作量布置，安排工作进度，编制项目设计书。

4.4.3 相关部门组织项目设计书审查。

4.4.4 开展遥感图像解译，补充收集资料，开展野外地质测绘，物探、钻探、试验测试、监测和统测工作。

4.4.5 相关部门组织野外验收。

4.4.6 开展室内资料整理，建立调查数据库，分析研究岩溶塌陷形成机理及其与主要影响因素的关系，编制专题图件。

4.4.7 开展岩溶塌陷危险性评估和岩溶塌陷防治对策研究，成果报告编制。

4.4.8 相关部门组织成果验收，完成成果资料汇交。

4.4.9 工作程序参见附录 A 的图 A.1。

4.5 调查区分级与基本工作量

4.5.1 岩溶区分类

按可溶岩地层的出露条件，将岩溶区划分为裸露型岩溶区、覆盖型岩溶区和埋藏型岩溶区，参见表 1，不同类型岩溶区的岩溶地质特征参考附录 C。

4.5.2 调查区分级

按可溶岩出露条件，划分为重点调查区和一般调查区，参见表 2。在发生过严重岩溶塌陷灾害、有塌陷征兆或存在塌陷诱发因素，而且具有代表性的重点调查区内开展典型调查。

表1 岩溶区分类表

分类指标	类型				
	裸露型	覆盖型		埋藏型	
		薄覆盖型	厚覆盖型	浅埋藏型	深埋藏型
可溶岩出露情况	绝大部分	零星	无	无	

表1 岩溶区分类表（续）

覆盖层及厚度	第四系土层			非可溶岩	
	<1m	≤30m	>30m	非可溶岩盖层厚度≤30m	非可溶岩盖层厚度>30m

表2 调查区分级表

调查区分级	出露条件					非岩溶区
	裸露型岩溶区	覆盖型岩溶区		埋藏型岩溶区		
		薄覆盖型	厚覆盖型	浅埋藏型	深埋藏型	
重点调查区	-	√	√	√	-	-
一般调查区	√	-	-	-	√	√

4.5.3 调查基本工作量

4.5.3.1 岩溶塌陷调查基本工作量按表3执行，同时开展1:50 000水文地质调查工作的，其工作量参照DZ/T 0282-2015要求布置。钻探、物探的布置应考虑已有成果，避免重复布置。

表3 每百平方千米基本工作量表

工作项目	单位	调查区		备注
		一般调查区	重点调查区	
观测路线间距	km	≤2	≤1	草测可小于5km
调查观测控制点	个	≥50	≥100	一般调查区中裸露型岩溶区不少于50个，厚覆盖型岩溶区不少于10个；草测不少于4个点
综合物探	点	-	≥1000	多幅联测时，可根据实际情况统筹布置钻探、物探和监测工作量。 拖曳式地质雷达探测按剖面测量考虑。
	m	-	≥5000	
水文地质、工程地质钻探	孔	-	≥10	
	m	-	≥500	
岩溶塌陷动力监测	点	-	≥3	
地下水统测	点	≥10		
	次	2		水位（流量）、温度；丰水期、枯水期各1次
岩、土样测试	件	-	≥20	-
水样采集与测试	件	-	≥12	-
示踪	次	0~2		-

注：本表仅列出应完成的基本工作量；“-”表示不作具体规定。

4.5.3.2 重点工作区除表3规定的基本工作量外，还应满足以下要求：

- d) 根据前期工作程度和实际需要布置适量的水文地质钻探。
- e) 开展岩溶塌陷动力条件监测，了解岩溶塌陷动力变化特征，监测周期不少于1个水文年。
- a) 当图幅内发生过岩溶塌陷灾害，或者具有岩溶塌陷征兆，或存在可能诱发塌陷的大型人类工程活动时，应设置典型调查区，进行详细勘查，调查工作量应满足：
 - 1) 典型调查区面积应大于已有塌陷或工程活动影响区的面积。
 - 2) 典型调查区观测路线不小于4条，观测控制点不少于10个。

- 3) 典型调查区根据具体情况选择适宜的物探方法，物探点不少于 300 点。
- 4) 典型调查区水文地质、工程地质钻孔不少于 5 个。
- 5) 典型调查区自动监测点不少于 1 个。

5 设计书编审

5.1 设计书编制

5.1.1 设计书编制应根据任务书要求，明确需要重点解决的问题，确定技术路线、工作方法，科学部署工作，合理安排工作量。

5.1.2 设计书编制之前应充分了解当地岩溶塌陷地质灾害防治工作现状和防灾减灾工作需求和发展规划，收集工作区相关资料，全面掌握以往工作程度。

5.1.3 设计书应做到目标任务明确，编制依据充分，工作内容齐全，工作部署合理，技术方法可行，经费预算合理，文字精炼，重点突出，附图附表清晰齐全。

5.1.4 专题研究和专项工作须单独编制单项工作设计书，作为设计书的附件。

5.1.5 设计书应编制调查区工作程度图、水文地质草图、工作部署图等附图，工作部署图应标出可利用资料的已有点信息，并附工作量表。设计书编写提纲应符合附录 D 规定。

5.2 设计书审查

5.2.1 设计书应由相关部门组织审查，并经批复后方可组织实施。

5.2.2 应严格执行批准的设计书。设计书若需变更，应履行相关报批手续。

6 调查内容

6.1 岩溶塌陷状况调查

6.1.1 岩溶塌陷基本特征

应调查以下内容：

- a) 岩溶塌陷的地理位置、发生与持续时间；塌陷坑数量、影响范围、灾情及处置情况。
- b) 调查塌陷坑的平面形态、剖面形态、规模、空间位置、展布方向及内部特征，参见附录 E。
- c) 调查塌陷坑周边地裂缝的位置、长度、宽度、深度、数量、组合特征、延伸范围和展布方向等。
- d) 调查同一次塌陷事件形成的塌陷群，包括塌陷坑数量、塌陷坑相对位置、影响范围等。
- e) 岩溶塌陷所处阶段及现阶段稳定性。

6.1.2 岩溶塌陷危害与防治现状

应调查以下内容：

- a) 岩溶塌陷直接损失，地面工程设施、耕地的破坏和人员伤亡等情况。
- b) 岩溶塌陷间接损失，塌陷影响范围内停工停产、人员财物应急转移等情况。
- c) 岩溶塌陷对地质环境，特别是对含水层的影响，是否成为地表污水入渗通道。
- d) 岩溶塌陷灾害监测、工程治理等防治现状。

6.2 区域地质条件

应调查以下内容：

- a) 地形地貌类型特征，微地貌形态、分布、组成物质、形成时代；地形切割起伏特征；阶地形态特征、结构与类型，古河床的分布特征；岩溶地貌单元及岩溶地貌形态组合类型参考附录 F。
- b) 区域构造格架与构造线方向，主要构造的形态特征、产状、性质、规模与密度分布；断裂构造的规模、产状、力学性质、组合与交切关系；新构造运动的性质与特征及地震活动情况。

- c) 可溶岩地层岩性、结构构造、层组组合及岩溶发育特征；非可溶岩地层岩性、结构构造与分布；岩溶堆积物成因类型、成分与结构，分布与产状。岩溶发育程度划分参见附录 G，碳酸盐岩岩性组合特征参见附录 H。
- d) 调查岩溶形态类型（洼地、漏斗、溶洞、竖井、落水洞、天窗、溶潭、溶井、溢水洞、地下河出口等）、规模与组合特征，对大型洞穴调查其出露位置、成因、形成条件、洞口及内部形态和堆积物特征，测制平面图、剖面图。

6.3 水文地质条件

应调查以下内容：

- a) 地表水文网的分布特征及其与岩溶发育的关系，地表水与岩溶地下水之间的转化关系。
- b) 岩溶泉、地下河、地下水强径流带发育分布的基础地质条件，位置、规模、流量、补给条件。
- c) 第四系含水层的分布以及岩溶含水层之间缺少相对隔水层的位置和范围。
- d) 岩溶含水层组的层位、岩性、含水介质类型、富水性，岩溶含水层组间的水力联系及与第四系含水层和地表水体的关系。
- e) 岩溶地下水位和第四系孔隙水位的动态变化，包括年变化幅度、最大下降（上升）速度、水位与基岩面的关系，岩溶水位降落漏斗位置及动态变化特点。
- f) 岩溶地下水流场。

6.4 覆盖层工程地质条件

应调查以下内容：

- a) 覆盖土层的成因类型、颗粒组成和物理力学性质，土的类型和结构参见 GB 50021。
- b) 覆盖土层结构类型及其厚度与分布特征。
- c) 底部土层及岩溶充填物的成因类型、颗粒组成、塑性状态和物理力学性质。
- d) 浅埋藏型岩溶区非可溶岩地层岩性、厚度和物理力学性质。

6.5 岩溶塌陷诱发因素

应调查以下内容：

- a) 岩溶塌陷发生过程中的异常现象，水井水位和水浑浊度变化、隧道与坑道出水特征、地表水体漏失情况、喷水冒砂、地面下沉、地面开裂、地下振动与异常响动等情况。
- b) 诱发岩溶塌陷的自然因素，包括旱涝交替、极端暴雨和地震等可能引起地下水水位剧烈变动或大幅度变化的自然因素。
- c) 诱发岩溶塌陷的人为因素，包括：地下水开采、岩溶充水矿山开采、地下工程施工、基础工程施工、水利工程建设等人类工程活动。
- d) 地下水开采井井深、结构、开采量、开采层位、抽水时长、水位变化、影响范围等。
- e) 地下矿山、交通隧道和基坑工程疏干排水、突水突泥发生的时间和强度，地下水降落漏斗形成与变化情况等。
- f) 水库、水渠、供排水管道等水利工程施工状况及渗漏情况。
- g) 地下采掘或工程开挖爆破导致地下水位急剧变化情况。

7 调查技术方法

7.1 资料收集与分析

7.1.1 收集岩溶塌陷形成条件与诱发因素资料，包括：气象、水文、地形地貌、地层与构造、地震、水文地质、工程地质和人类工程经济活动等。大气降雨资料的收集应跨越最近一个水文年或工作区发生塌陷时所在水文年，包括逐日降雨量、塌陷发生前后 1 个月的每小时降雨量。

7.1.2 收集岩溶塌陷现状与防治资料，包括：岩溶塌陷灾情报告、应急调查报告、灾害勘查报告、建设用地地质灾害评估报告、地质灾害防治规划等资料。

7.1.3 收集地震观测资料，重点收集岩溶塌陷发生时期所在地区 1.0 级以上地震活动资料，包括地震

时间、震中位置、震源深度等。

7.1.4 收集有关社会、经济资料，包括：人口与经济现状、发展等基本数据，城镇、水利水电、交通、矿山、耕地等工农业建设工程分布状况和国民经济建设规划、生态环境建设规划，各类自然、人文资源及其开发状况与规划等。

7.1.5 收集工作区重大工程活动资料，包括：

- a) 岩土工程勘察成果，包括矿山、高速公路、高速铁路、轨道交通、工民建、供排水管道等岩土工程勘察和施工建设资料，分析了解建设工程的性质、规模、疏干排水、地下水观测及降落漏斗变化、地质灾害状况。
- b) 水源地勘查成果，地下水开采井分布、开采历史与现状等资料。
- c) 筛选、甄别勘探资料，系统分析整理物探、控制性地质钻孔、工程地质钻孔、水文地质钻孔、供水井资料以及抽水试验、物探、地下水动态监测资料。

7.1.6 资料综合分析要求，包括：

- a) 应对搜集的资料进行整理，甄别可靠的数据资料按照相关要求分类。
- 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、地质灾害、地球物理勘探、钻探、监测等方面数据资料。
- c) 应在资料综合分析基础上合理部署岩溶塌陷调查工作。
- 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。

7.2 遥感解译

7.2.1 遥感解译工作程序一般为：前期技术准备阶段→初步解译阶段→建立野外解译标志阶段→详细解译阶段→野外验证与同步解译阶段→再解译再认识阶段。

7.2.2 遥感解译应先于岩溶塌陷地面调查，使其成为设计编制、野外工作布置、室内资料整理和报告编制的一个组成部分。

7.2.3 遥感解译主要获取调查区地貌边界、岩溶地貌形态、土地利用现状、大型岩溶塌陷分布状况、人类工程活动特征。

7.2.4 遥感影像宜采用高分辨率影像资料，遥感影像数据分辨率不低于 2.5m。

7.2.5 典型区岩溶塌陷和塌陷坑群调查，宜采用无人机遥感数据资料作为遥感信息源。

7.2.6 解译结果校验应与岩溶塌陷地面调查紧密结合，可用以布置观测路线和观测点，进行地质、地貌界线和各种线性体的追索，并结合野外验证，提高解译成果质量。

7.2.7 其他技术要求按照 DZ/T 0151 给出的要求执行。

7.3 地质测绘

7.3.1 重点调查区和一般调查区宜采用 1:25000 比例尺的地形图作为野外工作底图，典型调查野外工作底图比例尺不宜小于 1:1000 比例尺。条件具备时，也可直接采用经过坐标校正的分辨率不低于 5 米的遥感图像作为野外工作底图。

7.3.2 在测量之前应实测代表性地层岩性剖面，编制地层岩性柱状图和综合剖面图，剖面比例尺不小于 1:5000；或对已有的地层岩性柱状图进行现场校核，并根据填图单位划分的实际需要进行细分。

7.3.3 调查路线应采用穿越法与追索法相结合、走访与实测相结合的原则布设，宜垂直岩层与构造线走向以及地貌变化显著的方向进行穿越调查，调查路线沿线的各类地质、地貌界线及水点均要有观测点控制，沿途进行连续观察，详细记录。

7.3.4 调查点应重点布设在岩溶塌陷点、岩溶形态点、地貌分界线、地层界线、构造线、标志层、岩性岩相变化带、井泉、地表水体和重要工程活动点及其他典型露头。

7.3.5 实测地质体的最小宽度为相应比例尺图上的 2mm。对于重要的地质现象可放大表示；不能表示

实际面积、形状的，用规定的符号表示；各种界线应在实地勾绘，其误差在图上不应大于 2mm。

7.3.6 典型调查区全部测量点位置，宜以仪器测量坐标；对于重点调查区、一般调查区中的重要地质现象，如岩溶塌陷坑、岩溶泉、地下河出口、抽水井、排水坑道、地下水位统测点等位置，亦宜以仪器测量其坐标，图上标绘误差不得大于 1mm；观测点宜采用手持式全球定位系统定位。

7.3.7 观测路线与观测点的密度按本规范正文表 3 执行。

7.4 地球物理勘探

7.4.1 根据岩溶塌陷分布、隐伏岩溶发育特征以及第四系土层结构等确定物探方法和布设区域，主要部署在重点调查区和典型调查区。

7.4.2 物探应与钻探密切配合，物探应在钻探之前进行，实现面上控制，并据此布置勘探线和钻孔孔位；在钻探过程中，又可根据实际需要，结合钻探进行物探，对异常点进行控制和圈定；同一物探剖面宜部署二种方法进行对比解译，物探成果需以钻探验证，也可采用交叉布设方式进行检查，以保证物探成果的质量。

7.4.3 应结合测区地形、地物条件、物性差异、电磁噪音干扰等因素选择综合物探方法。城市地区宜使用地质雷达、井中物探、浅层地震、高精度重力和微动测量等；乡村地区宜使用地质雷达、高密度电法、浅层地震、瞬变电磁法、井中物探、音频或可控源音频大地电磁法等。主要物探方法的探测目的和适用性参见附录 I。

7.4.4 地面物探工作开展前应进行物探方法试验和物性测试，获取地球物理工作参数，物探方法试验，应布置在穿越有已知钻孔通过的剖面。

7.4.5 测线应垂直构造线、地下水流向、岩溶发育方向等沿地质特性变化最大的方向。

7.4.6 对覆盖层探测，点距不大于 5m；对基岩探测，电磁法点距不大于 20m，其他地面物探点距一般不大于 10m；井中物探探测溶洞、裂隙等点距不大于 1m。发现异常应加密探测点，以确定异常性质或异常区范围。

7.4.7 结合地面调查和钻探资料，进行综合物探成果解译，编写物探报告，附物探成果图件。

7.4.8 其他技术要求按照 SL 326 要求执行。

7.5 钻探

7.5.1 根据岩溶塌陷分布、隐伏岩溶发育特征、第四系土层厚度和以及岩溶塌陷监测需要，部署钻孔位置和钻探进尺。

7.5.2 钻孔宜按勘探线布置，勘探线应垂直于地形地貌和构造线的方向，并控制不同的地貌单元、岩土体类型及岩溶发育区（段）。岩溶塌陷密集段的勘探剖面应沿着塌陷的延伸方向布置，如抽排水降落漏斗的延伸方向、河湖近岸地带垂直岸线的方向等，必要时可增加若干横向短剖面，以提高控制程度。

7.5.3 水文地质钻探应综合考虑查证水文地质结构、获取水文地质参数、验证物探解译结果的需要，孔深应揭露岩溶发育带或主要含水层（组），最大深度不宜超过 200m。水文地质孔应进行连续水文地质测井。

7.5.4 工程地质钻探应部署在岩溶塌陷发育区，同时控制重点调查区不同岩溶单元和不同类型的岩、土体，每 10km² 不少于 1 个钻孔。

7.5.5 工程地质钻探主要以查明覆盖层工程性质和下伏基岩地层岩性为重点，在薄覆盖型岩溶区，孔深应达到基岩面以下 5~20m；在浅埋藏型岩溶区，孔深一般不超过 70m。

7.5.6 当钻孔揭露规模较大的溶洞或地下河管道应加深进入洞底完整基岩不小于 2m。

7.5.7 获取浅部第四系土层类型、结构、厚度等参数，宜使用背负式钻机、小口径麻花钻、小口径勺形钻、洛阳铲等轻便钻机进行钻探。

7.5.8 水文地质钻孔终孔孔径不小于 110mm；工程地质钻孔孔径在土层中不小于 110mm，在岩石中不小于 91mm。

7.5.9 在土层中宜干钻，全孔连续取芯；当必须加水或使用循环液时，应采用双层岩芯管钻进。粘性土和完整岩体岩芯采取率不低于 80%，较破碎和破碎岩体岩芯采取率不低于 65%，岩溶沟槽和溶洞土洞充填物等重要部位，应采用双层岩芯管连续取芯。

7.5.10 工程地质钻孔回次进尺应依据岩土地层情况，以满足岩土分层测量精度不低于±5cm 来确定，在粘性土层不宜大于 2.0m，在粉土、砂土地层，岩溶沟槽和溶洞土洞充填物等重点勘查部位不宜超过 1.0m。

7.5.11 钻孔编录应在现场按钻进回次逐段填写；应进行岩溶、裂隙和岩芯采取率统计，详细记录钻具自然下落和自然减压的起止深度，测定被揭露溶洞、土洞的起止埋深和充填程度，进行简易水文地质观测，记录初见水位、静止水位、水温、涌水和漏水及水色变化的起止深度。

7.5.12 为满足地下水位测量和井中物探（如跨孔 CT、井中雷达）的需要，每个见水钻孔和物探孔宜安装 PVC 护管（出水段为花管，下部预留 1.0m 以上沉砂段）并做好孔口保护，未见水的非物探孔钻孔应回填封孔；在监测和井中物探工作完成后，应及时分层回填、封孔。

7.5.13 钻孔竣工后，须及时提交相关资料，包括钻孔施工设计书、开孔和终孔通知书、钻探班报表、岩芯记录表（岩芯的照片或录像）、地质编录、钻孔柱状图、采样记录、简易水文地质观测记录、钻孔质量验收表、钻孔竣工小结等。

7.6 山地工程

7.6.1 山地工程宜以槽探、浅井为主。

7.6.2 对典型岩溶塌陷点或岩溶塌陷隐患点，应布置适量山地工程工作量，以详细了解塌陷区第四系土层性质、结构特征，进行原状土样的取样。

7.6.3 山地工程的深度应根据调查中需要解决的问题和施工安全具体确定：槽探深度不宜超过 3 米；浅井深度不宜超过地下水位，且不宜超过 20 米。

7.6.4 山地工程揭露的地质现象应及时进行详细编录、拍照或录像，并绘制大比例尺（1:100~1:20）的展视图或剖面图，内容包括：地层岩性界线、结构、构造特征、岩溶（溶沟、溶槽、溶蚀裂隙、土洞）特征、工程地质特征、取样位置等。

7.6.5 山地工程完工，获取相应地质数据后，应回填封坑。

7.7 测试与试验

7.7.1 原位测试

对一般土体，常用的原位测试方法有静力触探、动力触探、标准贯入试验和十字板剪切试验，应结合钻探进行，每一主要土层原位测试数据应不少于6组。

7.7.2 示踪试验

可根据需要布置示踪试验，以查明岩溶水系统的展布及其流速、流向和塌陷下方的洞穴通道系统。常用方法有化学示踪法（NaCl、钼酸铵等）、染料示踪法（荧光素钠、罗丹明B和荧光增白剂等）、同位素示踪法等，试验前应做好单项组织设计。

7.7.3 抽水试验和注水试验

7.7.3.1 水文地质钻孔应进行抽水试验，以查明含水层的渗透性和富水性，取得有关的水文地质参数，不具备抽水试验条件时，可进行注水试验，具体要求参照 SL 320 和 SL 345。

7.7.3.2 抽水试验应避免在人口密集区、重大工程区开展，同时，应做好地下水位、浑浊度的实时监测，发现异常，及时停止，降低诱发岩溶塌陷的风险。

7.7.4 室内试验

7.7.4.1 土工试验

7.7.4.1.1 取样孔数占总孔数 1/3 以上，分层采取，每一主要土层、底部土层、岩溶充填物取样数量不应少于 6 组。

7.7.4.1.2 常规土工参数测试指标应包括含水率、密度、土粒比重、颗粒分析、界限含水率、直剪、湿化（崩解）、膨胀率等，参照 GB/T 50123。

7.7.4.2 渗透变形试验

7.7.4.2.1 通过室内和现场测试方法，测定土体在地下水作用下发生渗透变形（潜蚀）的临界水力坡度，确定地下水作用下岩溶塌陷发育判据。

7.7.4.2.2 室内渗透变形实验，每个钻孔都应对第四系底部土层取样，每孔取样数量不少于 3 组；在大型基坑取样时，每个基坑取样数量不少于 6 组。

7.7.4.2.3 对于不宜长途搬运的原状土样，应进行现场垂直渗透变形试验，同一土层试验数量不少于 3 组。渗透变形实验参照 DL/T 5356。

7.7.4.3 岩石试验

7.7.4.3.1 取样孔数占总孔数 1/3 以上，每种主要类型岩石取样数量不应少于 6 组。

7.7.4.3.2 碳酸盐岩等可溶岩应作化学分析，测定 CaO、MgO、SiO₂ 和 R₂O₃ 等含量，必要时进行比溶解度、比溶蚀度试验。

7.7.4.3.3 常规物理力学性质参照 GB/T 50266 相关要求执行。

7.7.4.4 水化学分析

7.7.4.4.1 进行水质分析，以简分析为主，测定岩溶地下水的水化学性质、地下水类型；必要时开展溶蚀能力等专项分析。

7.7.4.4.2 调查区每一主要岩溶水文地质单元取样数量不应少于 6 组。

7.7.4.4.3 对地下水统测点，宜在统测水位的同时，采用便携式水化学测试仪测量地下水水温、电导率、pH 值。

7.8 岩溶塌陷动力条件监测

7.8.1 调查期间，应对导致岩溶塌陷的地下水动力因素进行监测，监测方法包括实时监测和统测。

7.8.2 监测点应布设在重点调查区的岩溶塌陷发育区、地下水强径流带或人类工程活动强烈的地区。每个监测点应包含第四系孔隙水水位监测（如果有）和下伏岩溶管道裂隙系统水、气压力监测。

7.8.3 岩溶塌陷动力条件监测应结合勘探钻孔、现有监测孔进行，护管采用 PVC 塑料管（出水段设置花管），在安装岩溶管道裂隙系统水、气压力监测传感器时，应进行孔口密封。

7.8.4 连续监测时间不小于 1 个水文年，读数间隔不超过 20 分钟；统测调查区主要水点，枯、丰水季节各 1 次。

7.8.5 监测内容包括水位和水温，有条件的应同时测量电导率和 pH 值。

7.8.6 统测应采用直读式高精度水位计，读数精度 1mm 以上。

7.8.7 监测钻孔成孔工艺及设备安装应符合附录 J 要求。

7.8.8 项目结束后必要时保留监测孔纳入所在省份的地下水监测网。

8 岩溶塌陷评价与区划

8.1 基本要求

8.1.1 岩溶塌陷评价与区划采用定性为主、定量为辅，定性与定量相结合的方法进行。

8.1.2 岩溶塌陷评价应在对调查区已发生岩溶塌陷的类型、分布、规模、历史过程及其危险性进行分析的基础上进行。

8.1.3 岩溶塌陷评价与区划应区分不同比例尺进行,按比例尺大小可划分为特大比例尺($\geq 1:5,000$)、大比例尺($\geq 1:10000$)、中比例尺($1:25000\sim 1:50,000$)和小比例尺($\leq 1:100000$)四种类型。重点调查区应按大比例尺进行,岩溶塌陷部署单元(联测图幅)或以行政区为单元的评价宜按中比例尺或小比例尺进行。

8.2 隐患点评价

8.2.1 调查中发现地下存在土洞、溶洞时,可对其长期稳定性进行评价。

8.2.2 岩溶土洞稳定性评价采用定性-半定量方法进行。

8.2.3 当土洞位于地下水位以下时,处于不稳定状态。

8.2.4 当土洞位于地下水位以上时,可以采用“洞体顶坍塌自行填塞估算法”(参见附录K)计算土洞顶板发展的上限,当土层厚度大于上限时,土洞会趋于稳定。

8.2.5 溶洞的稳定性评价采用“洞体顶坍塌自行填塞估算法”计算溶洞顶板发展的上限,当顶板厚度大于上限时,溶洞趋于稳定。

8.3 区域岩溶塌陷评价与区划

8.3.1 区域岩溶塌陷评价与区划的内容包括岩溶塌陷易发性评价与区划、危险性评价与区划。

8.3.2 岩溶塌陷易发性主要反映基础地质条件对岩溶塌陷的影响程度,岩溶塌陷危险性主要反映已有塌陷坑或土洞密度、不同地质体在自然或人为诱发因素作用下发生岩溶塌陷的可能性大小。

8.3.3 从影响岩溶塌陷的“岩-土-水”相互作用分析,评价引发岩溶塌陷的因素及其动态变化特征,确定单因素对岩溶塌陷发育的影响程度,分为大、中、小三个等级(表4)。

表4 岩溶塌陷主要影响因素一览表

影响因素		对岩溶塌陷的影响程度			说明		
大类	细类	大	中	小			
地质因素	基岩	岩溶发育程度	发育	中等	不发育	参见附录G	
	覆盖层	土层厚度(m)	≤ 15	15~30	>30	就高原则,各级只要有一个满足即定为该级别	
		土层结构	多层结构	双层结构	单层结构		
		第四系底部土层岩性	砂土、淤泥	粉土	碎石土、粉质粘土、粘土		
		第四系底部土层液性指数	流塑、软塑	可塑	硬塑、坚硬		
		非可溶岩地层厚度(m)	≤ 10	10~30	>30		-
诱发因素	人为/自然	地下水动力条件	变化幅度(m/a)	≥ 10	5~10	<5	-
			水力坡度(J)	$\geq J_0$	$J_0\sim 0.5J_0$	$<0.5J_0$	J_0 为临界水力坡度
			岩溶水承压性	在基岩面上下反复波动	在基岩面以下波动	在基岩面以上波动	-
	人为	工程活动	对地下水扰动	强烈	中等	弱	-
	自然	极端降雨	最大日降水量(mm)	>200	100~200	<100	-
已有塌陷(土洞)	塌陷坑(土洞)密度(个/10km ²)	≥ 10	2~10	<2	-		

注:评价中,应包括但不限于本表所列因素。

8.3.4 岩溶塌陷易发性评价选取基岩岩溶发育程度和覆盖层特性为评价指标,根据评价指标对岩溶塌

陷的影响大小，采用就高原则，综合评估岩溶塌陷易发性（表 5）。岩溶塌陷易发性宜划分为高易发、中易发、低易发三个等级。

表5 岩溶塌陷易发性评价

评价指标		第四系覆盖层的影响程度			非可溶岩地层影响程度		
		大	中	小	大	中	小
基岩岩溶影响程度	大	高	高	高	高	中	中
	中	高	中	中	中	低	低
	小	中	中	低	低	低	低

8.3.5 岩溶塌陷危险性评价应在易发性评价的基础上，选取地下水动力条件、工程活动、极端降雨等诱发因素为评价指标，综合考虑已有塌陷或土洞，可采用层次分析法、统计模型方法（信息量法、证据权法）、模糊综合评判法等方法进行评价，宜采用多方法对比验证。

8.3.6 区域岩溶塌陷评价应采用 GIS 技术，通过网格或矢量格式图层叠合方式进行，重点调查区网格单元以 100m×100m 为宜。

8.3.7 岩溶塌陷危险性宜划分为高危险、中危险、低危险三个等级。

8.3.8 根据岩溶塌陷危险性评价结果，编制岩溶塌陷危险性区划图。

9 资料整理与成果编制

9.1 资料整理

9.1.1 资料整理要贯穿于调查工作全过程，在调查过程中须经常对野外记录、手图等原始资料进行整理，并编写阶段性总结。

9.1.2 对收集的资料、野外调查、钻探、物探、野外试验、室内测试等方面的各种成果资料应及时进行整理和统计分析，分门类装订成册，并编制详细目录以供查找。

9.2 成果编制

9.2.1 图件编制

9.2.1.1 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。

9.2.1.2 按标准图幅必编的图件为实际材料图、综合水文地质图、岩溶发育程度分区与岩溶塌陷分布图、岩溶塌陷危险性分区图等，对已完成 1:50 000 水文地质调查的图幅，可不再编制综合水文地质图。

9.2.1.3 按岩溶单元或行政区编制的岩溶塌陷调查图件为岩溶塌陷危险性分区图、岩溶塌陷防治区划图，可根据综合评价区实际情况选择编制其他专题性图件，图件比例尺根据评价区的面积、出图图件大小确定，但比例尺不宜小于 1:100000。

9.2.1.4 数字化图件所包含的所有信息，应以单要素图层形式存入图形库，每一要素为一个独立图层，不应删减地理底图要素；出图阶段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。

9.2.1.5 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、图例和注记等齐全。

9.2.1.6 常用图例参照 GB 12328 和 GB/T 14538。

9.2.1.7 图件内容如下：

a) 实际材料图

主要反映所有野外调查工作内容，基本内容包括调查区分级、调查路线、各类调查点、遥感解译点及验证点、实测剖面位置、机民井点、泉点、测流断面（点）、长观点、样品采集点、钻探点、山地工程点、物探剖面（物探点）等内容；典型调查区应作为镶图单独表示区内野外调查工作内容；应镶嵌反映工作内容和数量的实际工作量表。

b) 综合水文地质图

包括平面图、综合水文地质柱状图、剖面图和镶图。基本内容为含水介质类型，埋藏条件，富水性，水文地质参数（单位涌水量 q 、水位降深 s ），地下水系统边界，地下水补给、径流、排泄条件，井、泉、观测孔点，钻孔编号、孔深、单井涌水量、降深等。

镶图包括：水化学类型图、地下水埋深等值线图。

c) 岩溶发育程度分区与岩溶塌陷分布图

主要反映调查区岩溶发育程度、岩溶塌陷分布和规模等。基本内容包括：岩溶发育程度分区界线，落水洞、岩溶洼地等地貌，岩溶塌陷坑、塌陷坑群的分布及规模。

镶表：岩溶塌陷统计表，主要包括岩溶塌陷的编号、名称、位置、塌陷坑个数、塌陷坑规模形态（平剖面形态、长轴长度、短轴长度、深度）、成因及危害等。

d) 岩溶塌陷危险性分区图

主要反映调查区岩溶塌陷主要影响因素和危险性，用普染色表示不同的岩溶塌陷危险性分级，并用代号加以标示。标注岩溶塌陷坑、塌陷坑群的分布及规模。

镶表：岩溶塌陷危险性分区说明表，包括危险性分区名称及代号、范围、面积、地质条件及岩溶塌陷发育特征和影响因素等。

e) 岩溶塌陷防治区划图

整个岩溶单元或行政区所有图幅调查完成后，编制岩溶塌陷防治区划图，主要反映岩溶塌陷监测和其他防治措施的工作部署等。基本内容包括：岩溶塌陷防治分区（普染色及代号表示），岩溶塌陷坑、塌陷坑群的分布及规模，监测、治理等防治措施的空间部署等。

镶图：可根据需要镶嵌主要防治措施部署图。

镶表：岩溶塌陷防治分区说明表，包括分区名称、编号、范围、面积、防治措施建议等。

9.2.2 报告编写

9.2.2.1 报告编写应充分利用已有资料、全面反映调查和勘查所取得的成果。

9.2.2.2 应对调查区岩溶塌陷发育的地质环境条件、发育与分布现状、类型及其危害性、形成的地质模式、易发程度、防治对策等进行详细的论述。

9.2.2.3 单幅图调查完成后，应编制相关专题图件，编写图幅岩溶塌陷调查报告，提纲参见附录 L。

9.2.2.4 整个岩溶单元或行政区所有图幅调查完成后，应编制整个地区的岩溶塌陷调查综合研究报告，提纲参见附录 L。

9.2.3 数据库建设

9.2.3.1 岩溶塌陷数据库包括原始资料数据库、综合成果数据库。建设数据库时，应同步建设反映数据质量的元数据。

9.2.3.2 原始资料数据库包括收集的资料、现场调查资料、钻孔资料、物探资料及成果、样品测试分析数据与报告和其他相关资料。

9.2.3.3 综合成果数据库包括调查数据统计分析成果、成果图件空间数据等综合性成果。成果图件数据分为空间矢量数据图层和成果输出图件数据两大类。空间矢量数据图层应具有统一地理坐标参照系，数据完整且属性字段完备。成果输出图件数据是制作成果图件的点、线、面要素，应具有统一地理坐标参照系和基本属性字段。

9.2.3.4 数据库建设应符合 GB/T 30319 要求。

9.3 成果提交与资料归档

9.3.1 成果提交

9.3.1.1 按图幅提交的成果

9.3.1.1.1 报告

XXX（图幅名称）岩溶塌陷调查报告（1:50 000）

9.3.1.1.2 图件包括：

- a) 实际材料图
- b) 综合水文地质图
- c) 岩溶发育程度分区与岩溶塌陷分布图
- d) 岩溶塌陷危险性分区图
- e) 任务书要求的其他图件

9.3.1.2 按水文地质单元或行政区提交的岩溶塌陷调查综合研究成果

9.3.1.2.1 报告

XXX 地区岩溶塌陷调查综合研究报告

9.3.1.2.2 图件包括：

- a) 岩溶塌陷危险性分区与岩溶塌陷分布图
- b) 岩溶塌陷防治区划图

9.3.1.3 数据库

XXX（图幅名称）1:50 000岩溶塌陷调查空间数据库

9.3.2 资料汇交

资料汇交应按DZ/T 0273相关规定执行。

10 质量检查与成果验收

10.1 质量检查

10.1.1 检查项目工作部署、工程布置、工作质量和工作进度是否按设计书要求进行。

10.1.2 检查项目质量管理体系和质量检查记录，包括自检、互检、抽检等记录和小结。

10.1.3 对地质测量点、物探点、钻探点、山地工程点、监测点、取样点等，按原始资料的 30%进行重点检查和现场检查。

10.1.4 对项目组获得的数据，包括野外工作手图、野外路线调查记录、实测地质剖面图及记录、实际材料图、野外工程原始地质编录资料、样品的采集记录、样品测试报告等，按原始资料的 15%进行随机抽查检查。

10.2 野外验收

10.2.1 应以项目任务书、设计书、设计审查意见书、设计审批意见书、任务变更和工作调整批复意见书、有关标准规范、技术要求为依据。

10.2.2 野外验收应具备以下条件：

- a) 已完成设计规定的野外工作；
- b) 原始资料齐全、准确；
- c) 原始资料已经进行整理，并完成了质量检查和编目造册；
- d) 承担单位初步验收及验收意见。

10.2.3 野外验收应提供以下资料：

- a) 全部野外实际资料：野外原始图件，野外记录本、野外记录卡片，原始数据记录、相册、表格，野外各类原始编录资料及相应的图件，样品测试送样单和分析测试结果，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，其他相关资料；

- b) 质量检查记录;
- c) 野外工作总结。

10.2.4 野外验收应对野外地质点、物探点、测量点、试验点、测试点、取样点等，原始资料室内检查比例不低于全部资料的 5%；山地工程抽查比例原则上不低于野外实物工作量的 20%；面积性工作至少检查 3 条路线。

10.3 成果验收

10.3.1 成果审查一般在野外验收后 6 个月内进行，成果验收前，应完成数据库验收工作。

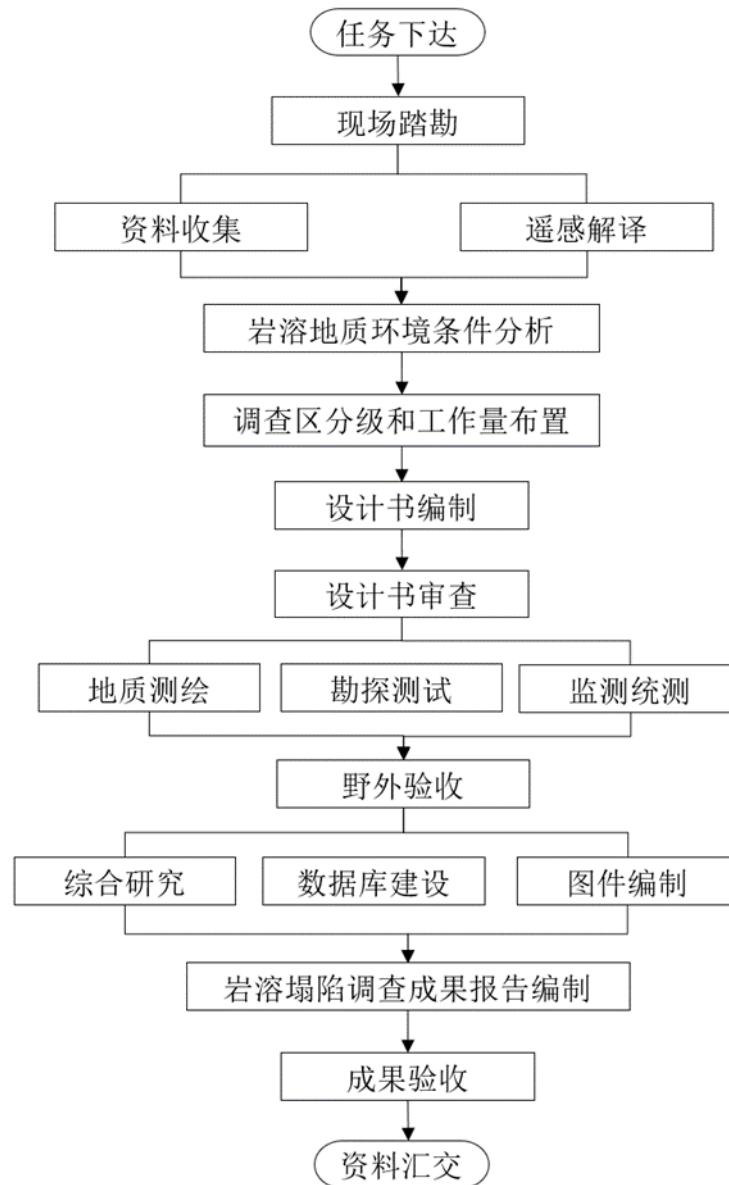
10.3.2 申请成果报告评审验收，应提供下列技术文件：

- a) 项目任务书；
- b) 项目设计书及审查意见；
- c) 质量检查意见；
- d) 野外验收意见书；
- e) 数据库验收意见。

10.3.3 报告验收评审结束后，组织评审单位签署评审意见书，下发成果报告提交单位。

附录 A
(规范性)
岩溶塌陷调查工作程序框图

岩溶塌陷调查工作程序见图A.1。



图A.1 岩溶塌陷调查工作程序框图

附录 B

(规范性)

1:50 000 岩溶塌陷调查用表

表B.1至B.12分别给出了1:50 000岩溶塌陷调查表的各种表式。

表B.1 岩溶塌陷野外调查记录表

统一编号		野外编号		小区/单位名称	
位置	省	县	乡(镇)	村(自然村)	(方位) m
图幅名称		比例尺		经纬度	E: N:
图幅编号		坐标	X:	Y:	Z:
塌陷时间	年 月 日 时 分				
塌陷坑信息	塌陷坑信息来源	<input type="checkbox"/> 实测 <input type="checkbox"/> 估计 <input type="checkbox"/> 访问			长轴长度(m)
	塌陷坑平面形态	<input type="checkbox"/> 圆形 <input type="checkbox"/> 椭圆形 <input type="checkbox"/> 不规则			长轴方向(°)
	塌陷坑剖面形态	<input type="checkbox"/> 坛状 <input type="checkbox"/> 碟状 <input type="checkbox"/> 圆柱状 <input type="checkbox"/> 锥状			短轴宽度(m)
	下伏基岩是否可见	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	深度(m)		水位埋深(m)
	有无洞穴存在(<input type="checkbox"/> 土洞 <input type="checkbox"/> 溶洞 <input type="checkbox"/> 溶沟溶槽 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 未知)				
诱发因素	<input type="checkbox"/> 钻探 <input type="checkbox"/> 道路施工 <input type="checkbox"/> 抽水 <input type="checkbox"/> 暴雨 <input type="checkbox"/> 新建筑 <input type="checkbox"/> 爆破 <input type="checkbox"/> 地面堆载 <input type="checkbox"/> 矿山抽排水 <input type="checkbox"/> 废液 <input type="checkbox"/> 水库蓄水 <input type="checkbox"/> 管道渗漏 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 未知 <input type="checkbox"/> 其他_____				
塌陷前兆	<input type="checkbox"/> 井水混浊 <input type="checkbox"/> 地表水注入 <input type="checkbox"/> 喷水冒沙 <input type="checkbox"/> 地面裂缝 <input type="checkbox"/> 地面沉降 <input type="checkbox"/> 地下水位急剧变化 <input type="checkbox"/> 其他_____				
地质背景	地貌类型	<input type="checkbox"/> 峰林平原 <input type="checkbox"/> 峰丛谷地 <input type="checkbox"/> 洼地 <input type="checkbox"/> 丘陵 <input type="checkbox"/> 阶地 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土地利用类型	<input type="checkbox"/> 人口高密度的市区 <input type="checkbox"/> 人口低密度的郊区 <input type="checkbox"/> 工业区 <input type="checkbox"/> 铁路 <input type="checkbox"/> 公路 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱地 <input type="checkbox"/> 林地 <input type="checkbox"/> 水体 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土层成因类型	<input type="checkbox"/> 坡残积 <input type="checkbox"/> 冲积 <input type="checkbox"/> 洪积 <input type="checkbox"/> 冲洪积 <input type="checkbox"/> 湖积 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土体类型	<input type="checkbox"/> 碎石土 <input type="checkbox"/> 砂土 <input type="checkbox"/> 粉土 <input type="checkbox"/> 粘性土 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土层结构	<input type="checkbox"/> 单层结构 <input type="checkbox"/> 双层结构 <input type="checkbox"/> 多层结构			
	土层厚度(m)		基岩层位		基岩岩性
	附近最近出现的塌坑或湖				
	地质资料来源				
所属塌陷群(事件)信息	塌陷事件名称				
	塌陷坑个数		影响面积(km ²)		规模分级 <input type="checkbox"/> 大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型
	死亡人数(人)		受威胁人数(人)		直接损失(万元)
	灾情分级	<input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 较大 <input type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 特大			
	危害程度分级	<input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 较大 <input type="checkbox"/> 重大 <input type="checkbox"/> 特大			
灾害状况	是否成为污染地下水的途径	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否			
	处理措施	<input type="checkbox"/> 回填 <input type="checkbox"/> 灌注泥浆 <input type="checkbox"/> 混凝土盖板 <input type="checkbox"/> 未处理			
备注					

调查人:

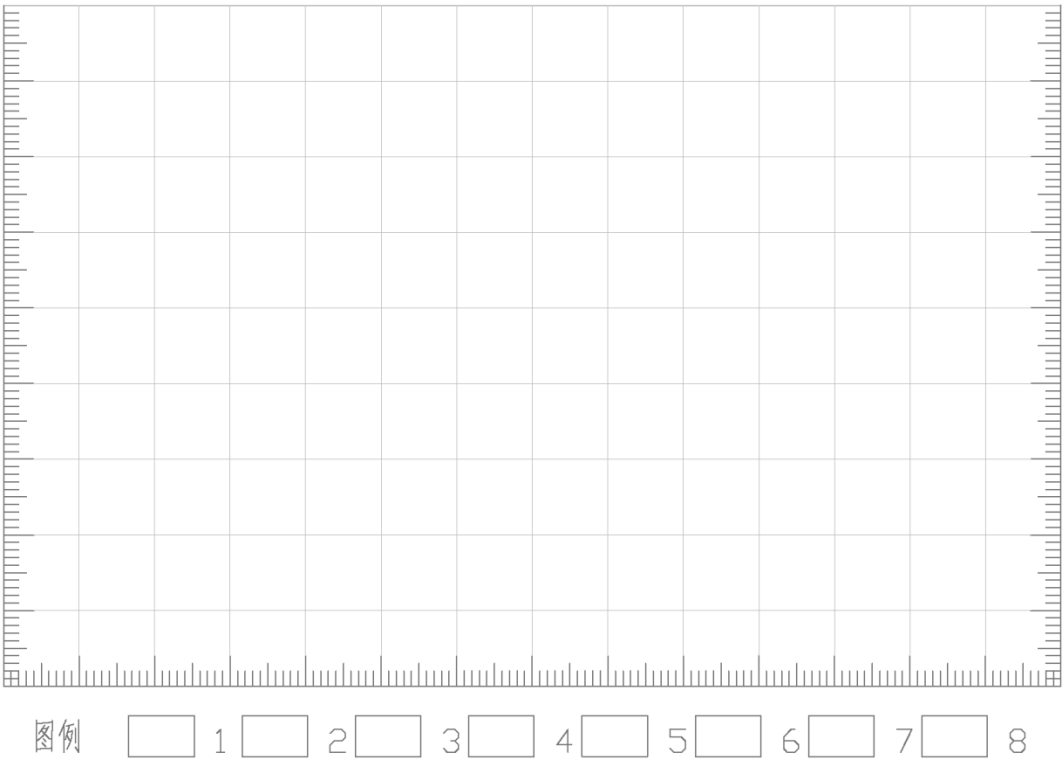
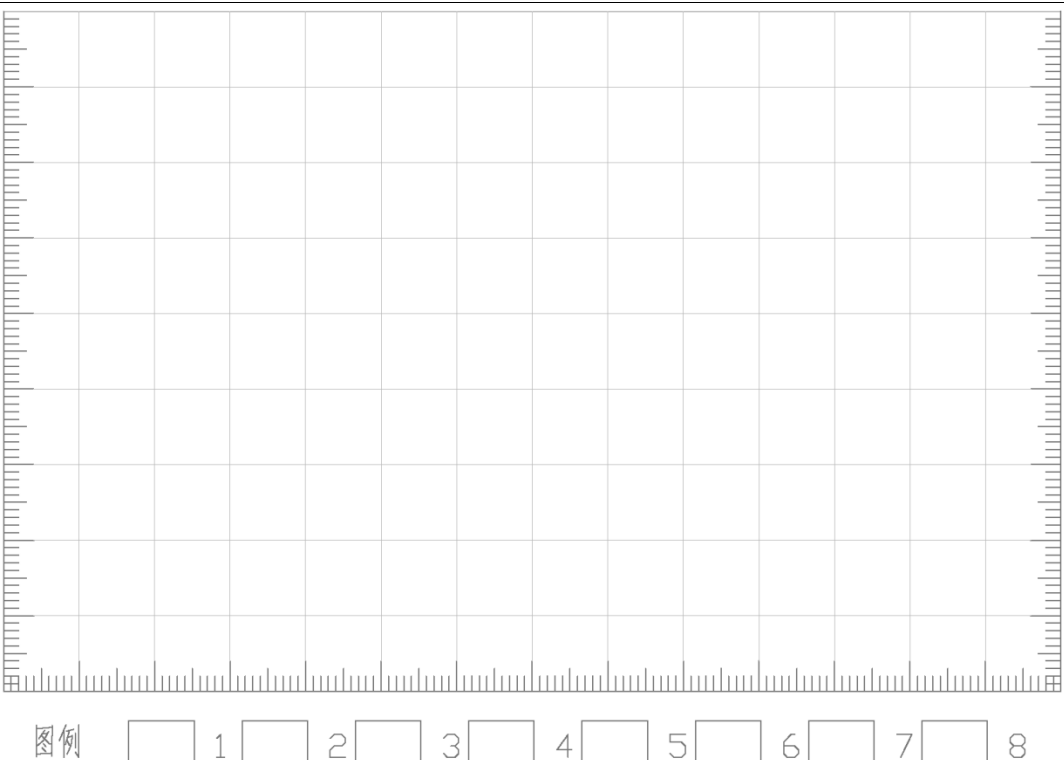
记录人:

审核人:

调查单位:

填表日期: 年 月 日

表B.1 岩溶塌陷野外调查记录表（续）

平面示意图	 <p>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>
剖面示意图	 <p>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>
照片	

表B.2 地貌点野外调查记录表

统一编号			野外编号		类型	
位置		省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m				
图幅	名称		经纬度	E: N:		
	编号		坐标	X: Y: Z:		
	比例尺		地层代号		地层产状	
地貌类型	<input type="checkbox"/> 峰丛洼地 <input type="checkbox"/> 峰林/孤峰平原 <input type="checkbox"/> 岩溶丘陵 <input type="checkbox"/> 岩溶盆地 <input type="checkbox"/> 岩溶谷地 <input type="checkbox"/> 岩溶槽谷 <input type="checkbox"/> 中低山 <input type="checkbox"/> 洪积扇 <input type="checkbox"/> 坡积裙 <input type="checkbox"/> 山前平原 <input type="checkbox"/> 冲积平原 <input type="checkbox"/> 河漫滩 <input type="checkbox"/> 阶地 <input type="checkbox"/> 其他_____					
备注	统一编号由录入系统自动生成，野外编号原则：DM-图幅名拼音缩写(XX)-序号(001开始) 地层岩性、地质构造、土地利用类型					

调查人：

记录人：

审核人：

调查单位：

填表日期： 年 月 日

表B.2 地貌点野外调查记录表（续）

平面示意图	<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>
剖面示意图	<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>
照片	

表B.3 岩溶形态点野外调查记录表

统一编号		野外编号		类型	
位置		省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m			
图幅	名称	经纬度		E: N:	
	编号	坐标		X: Y: Z:	
	比例尺	地层代号		地层产状	
岩溶个体形态	<input type="checkbox"/> 溶孔 <input type="checkbox"/> 溶痕 <input type="checkbox"/> 溶沟 <input type="checkbox"/> 溶槽 <input type="checkbox"/> 落水洞 <input type="checkbox"/> 竖井 <input type="checkbox"/> 漏斗 <input type="checkbox"/> 消溢水洞 <input type="checkbox"/> 盲谷 <input type="checkbox"/> 干谷 <input type="checkbox"/> 溶洞 <input type="checkbox"/> 溶蚀裂隙 <input type="checkbox"/> 石芽 <input type="checkbox"/> 其他 _____				
地貌类型	<input type="checkbox"/> 峰丛洼地 <input type="checkbox"/> 峰林/孤峰平原 <input type="checkbox"/> 岩溶丘陵 <input type="checkbox"/> 岩溶盆地 <input type="checkbox"/> 岩溶谷地 <input type="checkbox"/> 岩溶槽谷 <input type="checkbox"/> 其他_____				
地貌组合类型	<input type="checkbox"/> 峰丛—洼地 <input type="checkbox"/> 峰丛—谷地 <input type="checkbox"/> 峰林—谷地 <input type="checkbox"/> 峰林—平原 <input type="checkbox"/> 孤峰—平原 <input type="checkbox"/> 溶丘—平原 <input type="checkbox"/> 溶丘—谷地 <input type="checkbox"/> 溶丘—洼地 <input type="checkbox"/> 常态山—干谷 <input type="checkbox"/> 角峰—干谷 <input type="checkbox"/> 其他_____				
备注	统一编号由录入系统自动生成，野外编号原则：YR-图幅名拼音缩写(XX)-序号(001开始) 岩溶个体形态规模、地层岩性、地质构造				

调查人：

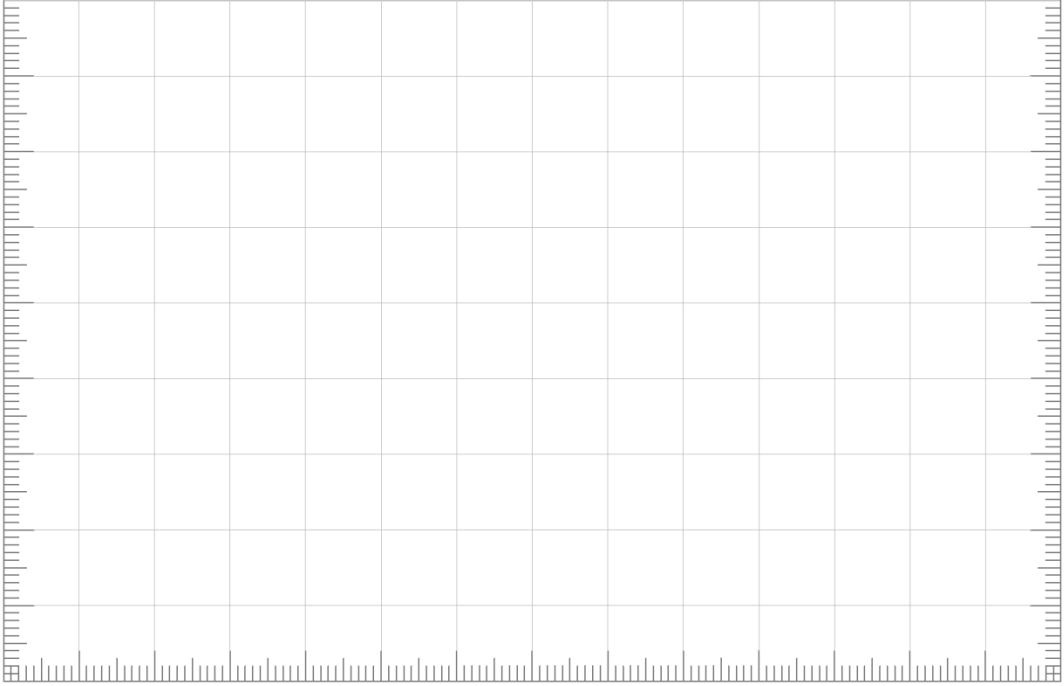
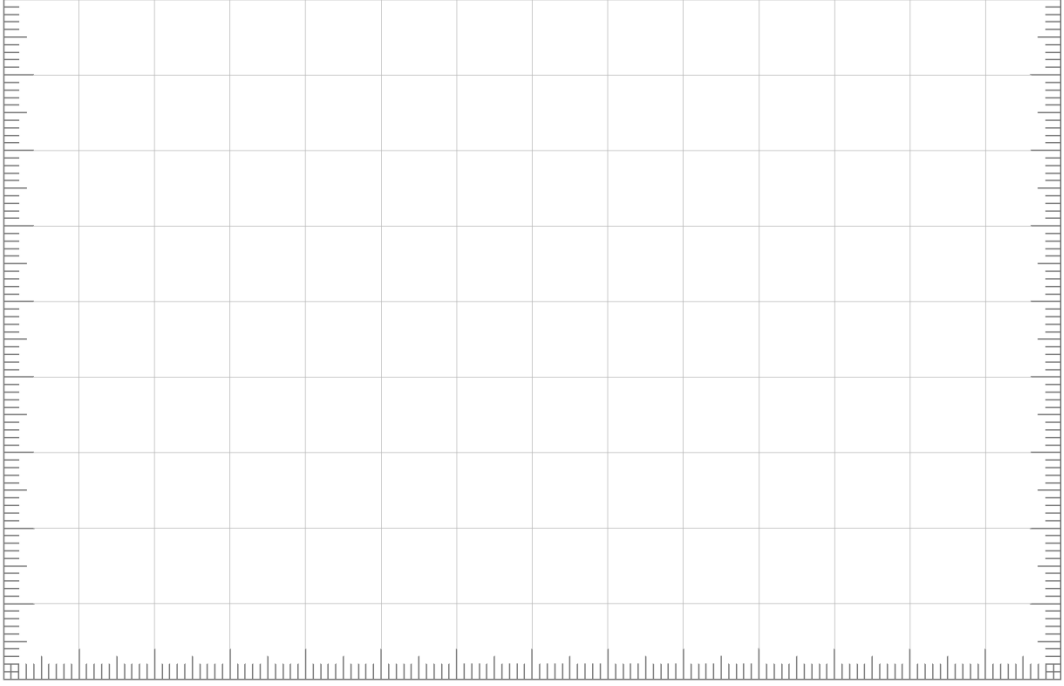
记录人：

审核人：

调查单位：

填表日期： 年 月 日

表B.3 岩溶形态点野外调查记录表（续）

平面示意图	 <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>
剖面示意图	 <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>
照片	

表B.4 土层点野外调查记录表

统一编号			野外编号		类型	
位置		省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m				
图幅	名称		经纬度	E: N:		
	编号		坐标	X: Y: Z:		
	比例尺		基岩层位		基岩岩性	
岩性描述						
底部土层岩性	碎石土: <input type="checkbox"/> 漂石(块石) <input type="checkbox"/> 卵石(碎石) <input type="checkbox"/> 圆砾(角砾) 砂土: <input type="checkbox"/> 砾砂 <input type="checkbox"/> 粗砂 <input type="checkbox"/> 中砂 <input type="checkbox"/> 细砂 <input type="checkbox"/> 粉砂 粉土: <input type="checkbox"/> 砂质粉土 <input type="checkbox"/> 粘质粉土 粘性土: <input type="checkbox"/> 粉质粘土 <input type="checkbox"/> 粘土 <input type="checkbox"/> 含碎石粘土 <input type="checkbox"/> 含砂砾粘土					
土层结构	<input type="checkbox"/> 单层结构 <input type="checkbox"/> 双层结构 <input type="checkbox"/> 多层结构					
土层厚度						
备注	统一编号由录入系统自动生成, 野外编号原则: QC-图幅名拼音缩写(XX)-序号(001开始) 地形地貌、地质构造					

调查人:

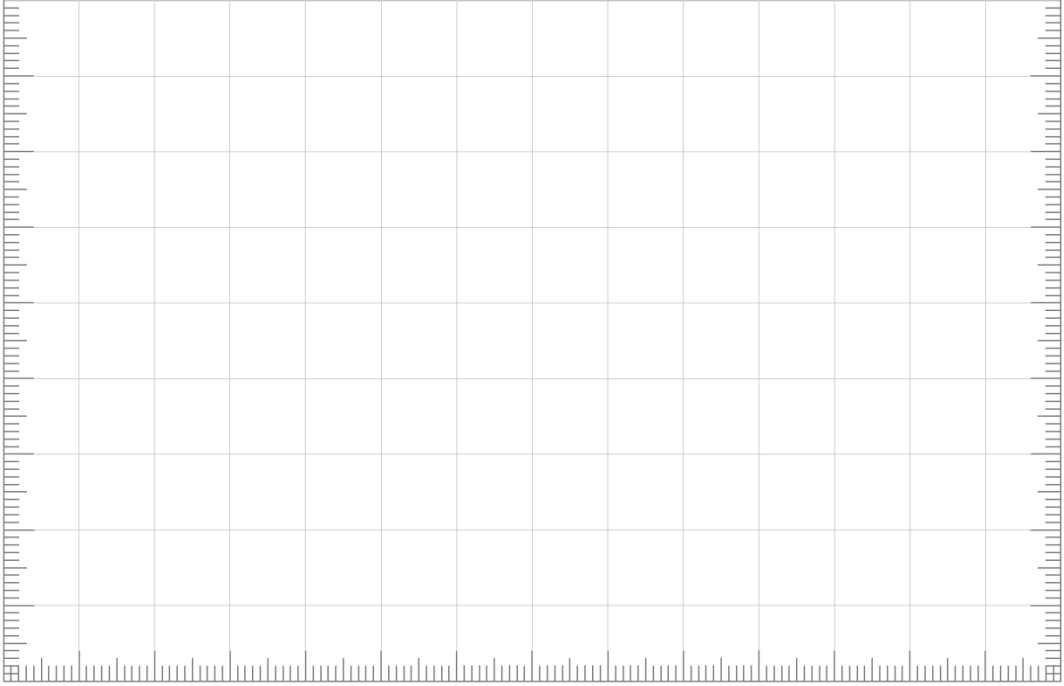
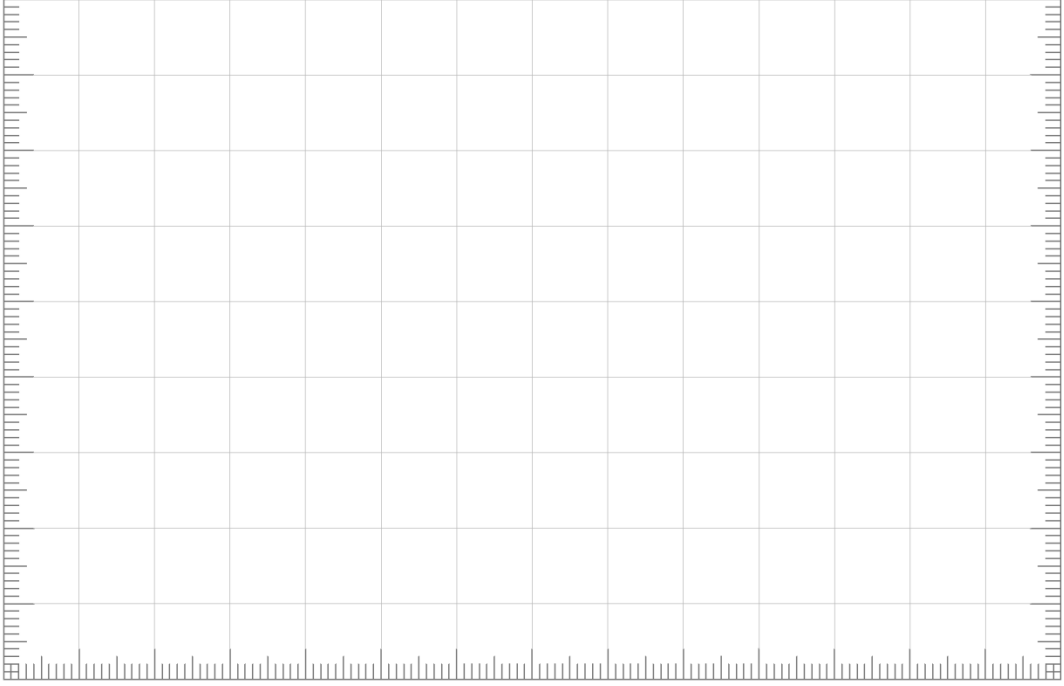
记录人:

审核人:

调查单位:

填表日期: 年 月 日

表B.4 土层点野外调查记录表（续）

平面示意图	 <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>
剖面示意图	 <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>
照片	

表B.5 水点野外调查记录表

统一编号		野外编号		名称	
位置	省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m				
图幅名称		比例尺		经纬度	E: N:
图幅编号		坐标	X: Y: Z:		
类型	<input type="checkbox"/> 泉点 <input type="checkbox"/> 地下河出口 <input type="checkbox"/> 溶潭 <input type="checkbox"/> 地表水体 <input type="checkbox"/> 其他_____				
地貌位置	<input type="checkbox"/> 峰丛洼地 <input type="checkbox"/> 峰林/孤峰平原 <input type="checkbox"/> 岩溶丘陵 <input type="checkbox"/> 岩溶盆地 <input type="checkbox"/> 岩溶谷地 <input type="checkbox"/> 岩溶槽谷 <input type="checkbox"/> 中低山 <input type="checkbox"/> 洪积扇 <input type="checkbox"/> 坡积裙 <input type="checkbox"/> 山前平原 <input type="checkbox"/> 冲积平原 <input type="checkbox"/> 河漫滩 <input type="checkbox"/> 阶地 <input type="checkbox"/> 其他_____				
出露地层					
特性	气温℃		水温℃		浑浊度
	pH		电导率 $\mu\text{s}/\text{cm}$		
	水位埋深 (m)		水位变化幅度 (m)		
	流量 (l/s)		测流方法	<input type="checkbox"/> 估计 <input type="checkbox"/> 仪器	
取样编号					
备注	统一编号由录入系统自动生成，野外编号原则：WD-图幅名拼音缩写(XX)-序号(001开始) 基岩岩性、地质构造、补径排关系、开发利用情况				

调查人：

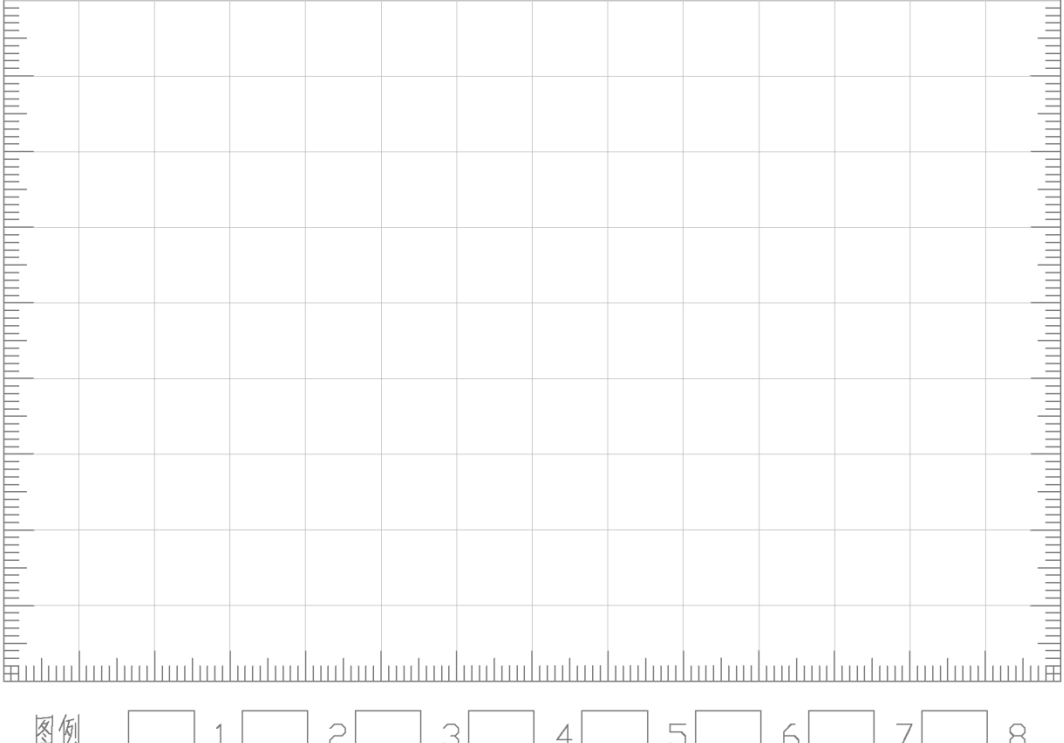
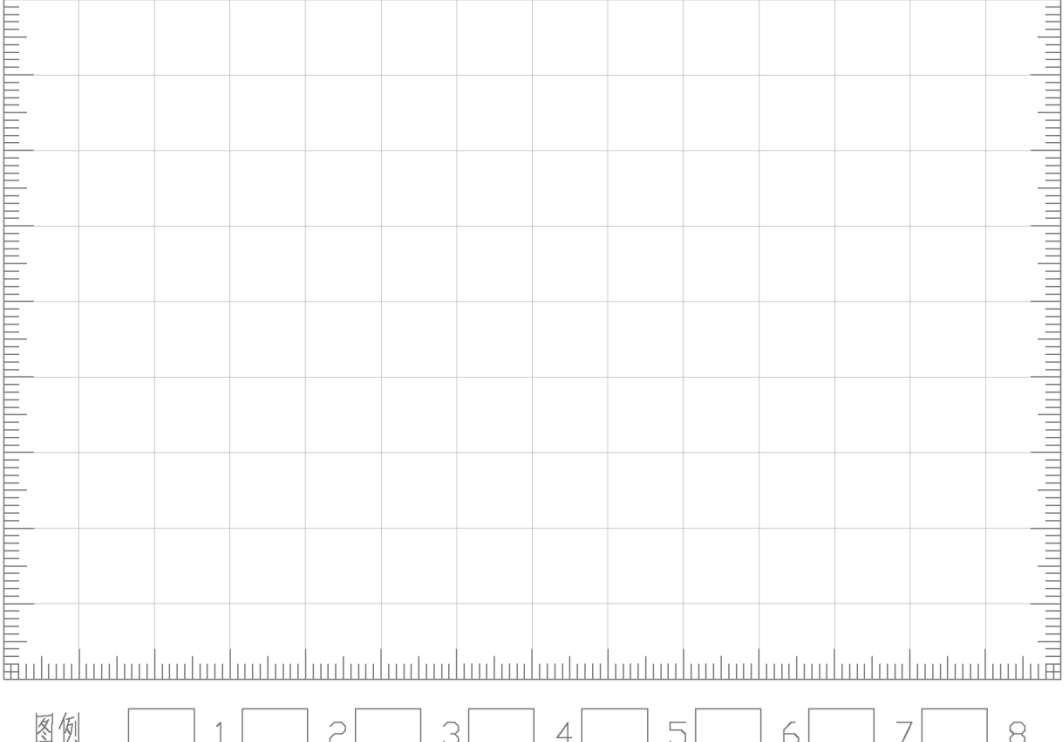
记录人：

审核人：

调查单位：

填表日期： 年 月 日

表B.5 水点野外调查记录表（续）

平面示意图	 <p>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>
剖面示意图	 <p>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>
照片	

表B.6 地层岩性点野外调查记录表

统一编号			野外编号		类型	
位置		省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m				
图幅	名称		经纬度	E: N:		
	编号		坐标	X: Y: Z:		
	比例尺		地层代号		地层产状	
岩性						
岩性组合类型	<p>纯碳酸盐岩类 <input type="checkbox"/>灰岩 <input type="checkbox"/>白云质灰岩 <input type="checkbox"/>灰质白云岩 <input type="checkbox"/>白云岩</p> <p>不纯碳酸盐岩类 <input type="checkbox"/>泥质灰岩 <input type="checkbox"/>泥质白云岩 <input type="checkbox"/>硅质灰岩 <input type="checkbox"/>硅质白云岩 <input type="checkbox"/>灰质泥岩 <input type="checkbox"/>白云质泥岩 <input type="checkbox"/>灰质砾岩 <input type="checkbox"/>钙质砾岩 <input type="checkbox"/>其他_____</p> <p>非碳酸盐岩 <input type="checkbox"/>火山岩 <input type="checkbox"/>碎屑岩</p>					
沉积组合类型	<input type="checkbox"/> 块状：单层厚度大于 1.0m； <input type="checkbox"/> 厚层：单层厚度 0.5~1.0m； <input type="checkbox"/> 中厚层：单层厚度 0.1~0.5m； <input type="checkbox"/> 薄层：单层厚度小于 0.1m。					
备注	统一编号由录入系统自动生成，野外编号原则：DC-图幅名拼音缩写（XX）-序号（001 开始） 地形地貌、地质构造					

调查人：

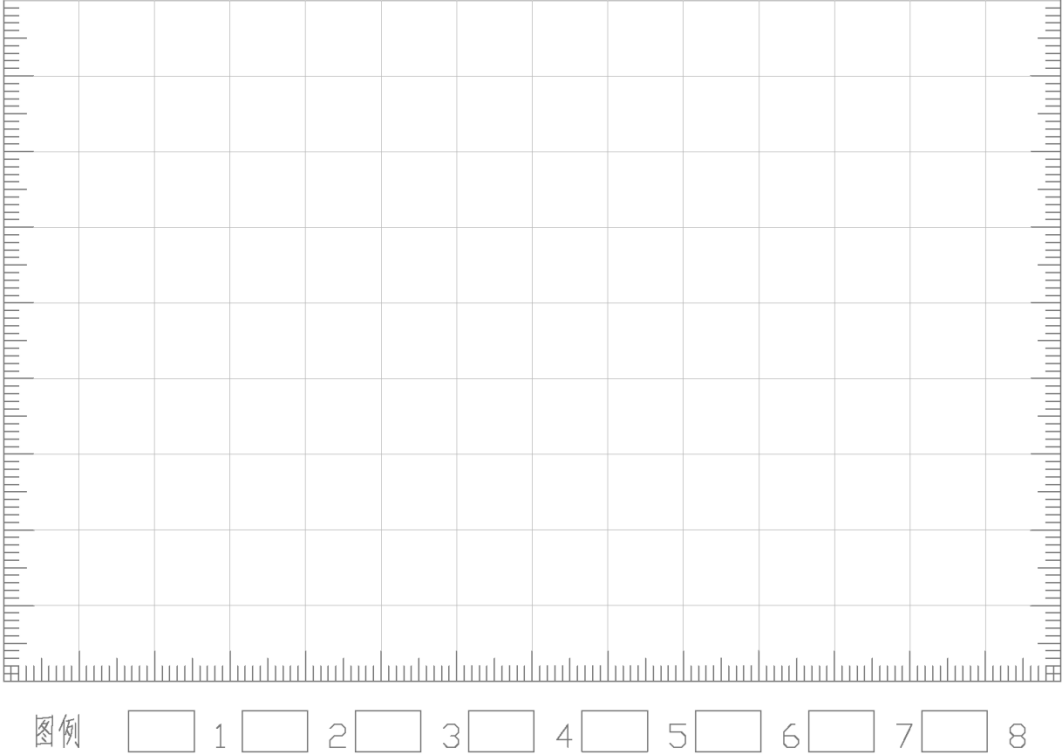
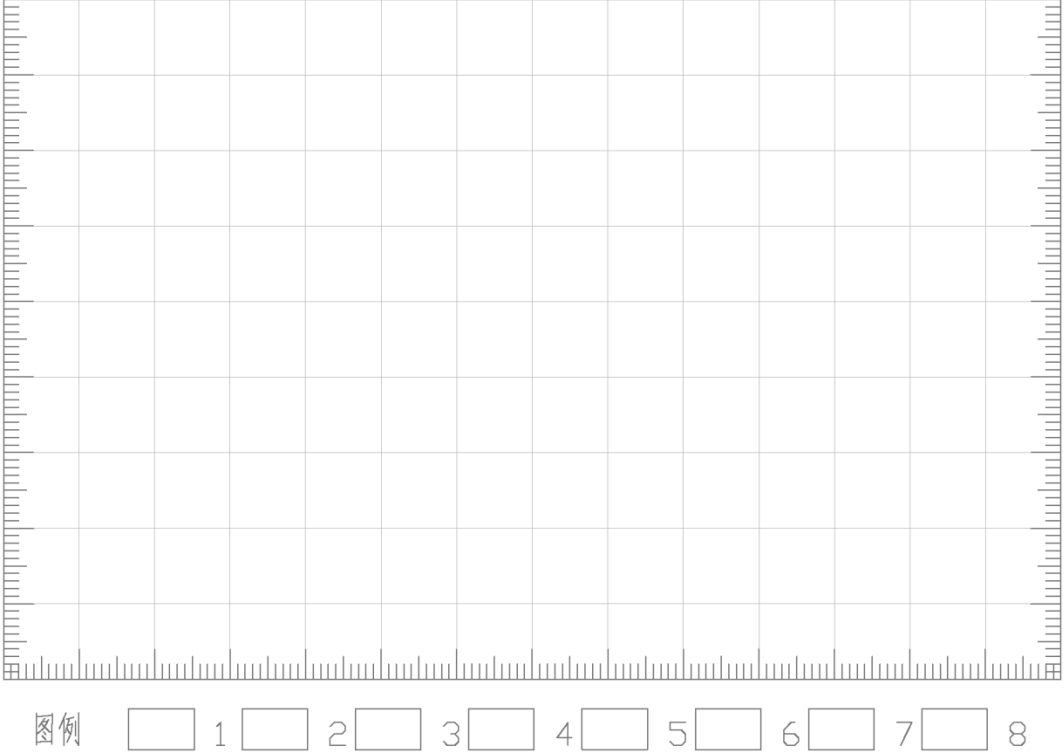
记录人：

审核人：

调查单位：

填表日期： 年 月 日

表B.6 地层岩性点野外调查记录表（续）

平面示意图	 <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>
剖面示意图	 <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>
照片	

表B.7 机（民）井野外调查记录表

统一编号		野外编号		类型		名称	
位置	省 县 乡（镇） 村（自然村）（方位） m						
图幅名称		比例尺		经纬度	E:	N:	
图幅编号		坐标	X:	Y:	Z:		
施工时间		施工单位					
使用单位				用途	<input type="checkbox"/> 生活 <input type="checkbox"/> 工业生产 <input type="checkbox"/> 农业灌溉 <input type="checkbox"/> 其他_____		
开采层位	<input type="checkbox"/> 第四系水 <input type="checkbox"/> 岩溶水 <input type="checkbox"/> 裂隙水						
地层代号				地层岩性			
井深（m）		土层厚度（m）		土层结构			
水位埋深（m）				水位年变幅（m）			
开采方式	<input type="checkbox"/> 连续 <input type="checkbox"/> 断续		开采量（m ³ /h）		日开采时间（h）		
水的理化性质	气温℃		色		透明度		味
	水温℃		pH		电导率（μs/cm）		
拟布监测点（个）				水样编号			
备注	统一编号由录入系统自动生成，野外编号原则：JD-图幅名拼音缩写（XX）-序号（001开始） 水文地质工程地质条件、环境地质问题						

调查人：

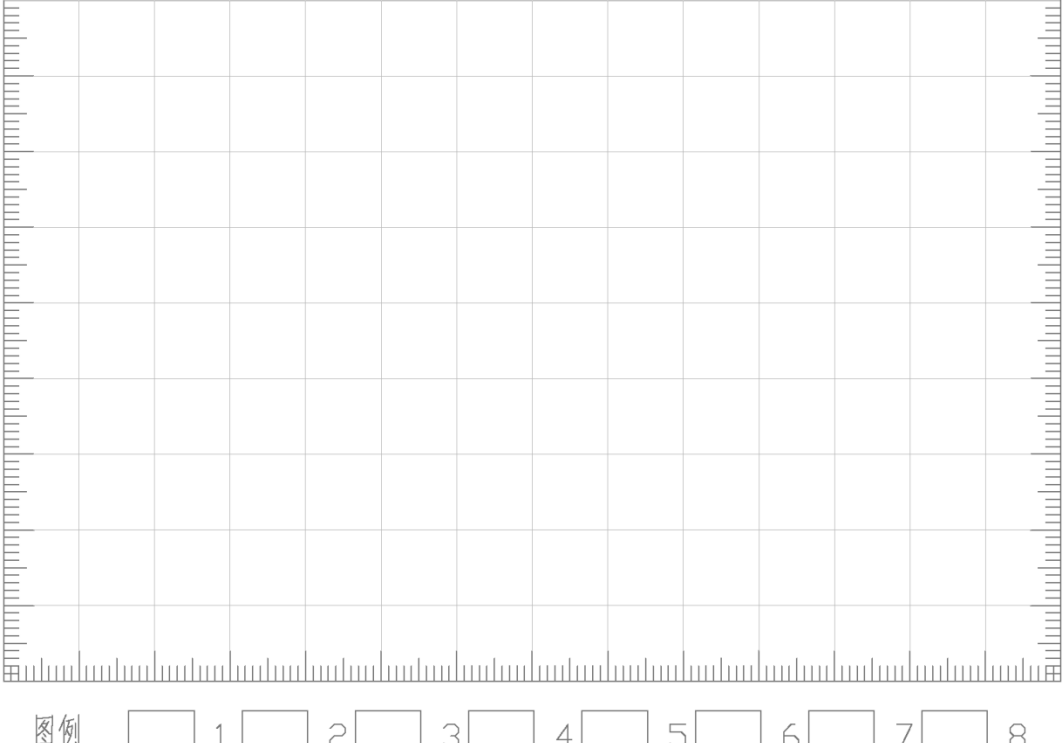
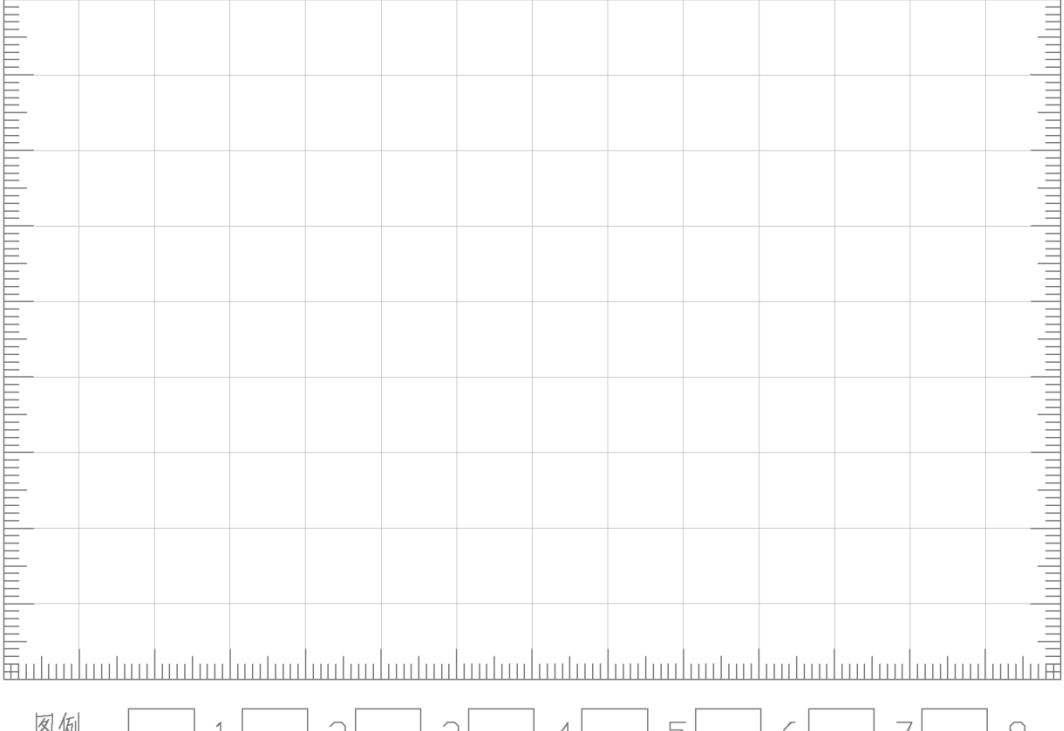
记录人：

审核人：

调查单位：

填表日期： 年 月 日

表B.7 机（民）井野外调查记录表（续）

平面示意图	 <p>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>
剖面示意图	 <p>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>
照片	

表B.8 工程施工点野外调查记录表

统一编号		野外编号		类型		名称	
位置	省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m						
图幅名称		比例尺		经纬度	E:	N:	
图幅编号		坐标	X:	Y:	Z:		
工程名称						场地面积 (m ²)	
施工单位						施工时间(起止)	
施工方式	<input type="checkbox"/> 人工 <input type="checkbox"/> 机械 <input type="checkbox"/> 爆破 <input type="checkbox"/> 其他_____						
施工类型	<input type="checkbox"/> 基坑开挖 <input type="checkbox"/> 地下工程施工 <input type="checkbox"/> 挖孔桩 <input type="checkbox"/> 冲孔桩 <input type="checkbox"/> 旋挖钻 <input type="checkbox"/> 静压 <input type="checkbox"/> 钻探施工 <input type="checkbox"/> 灌浆施工 <input type="checkbox"/> 其他_____						
拟布监测点(个)							
备注	统一编号由录入系统自动生成,野外编号原则:GC-图幅名拼音缩写(XX)-序号(001开始) 工程简况、水文地质工程地质条件、环境地质问题。土层结构、厚度、岩性、地下水位。						

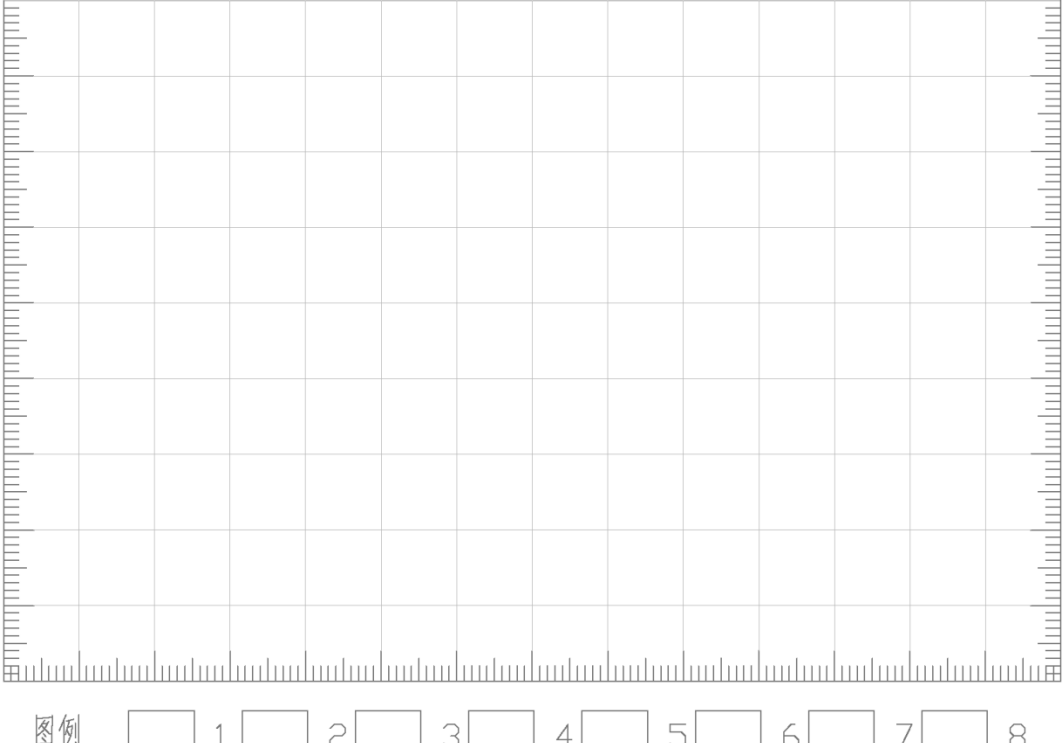
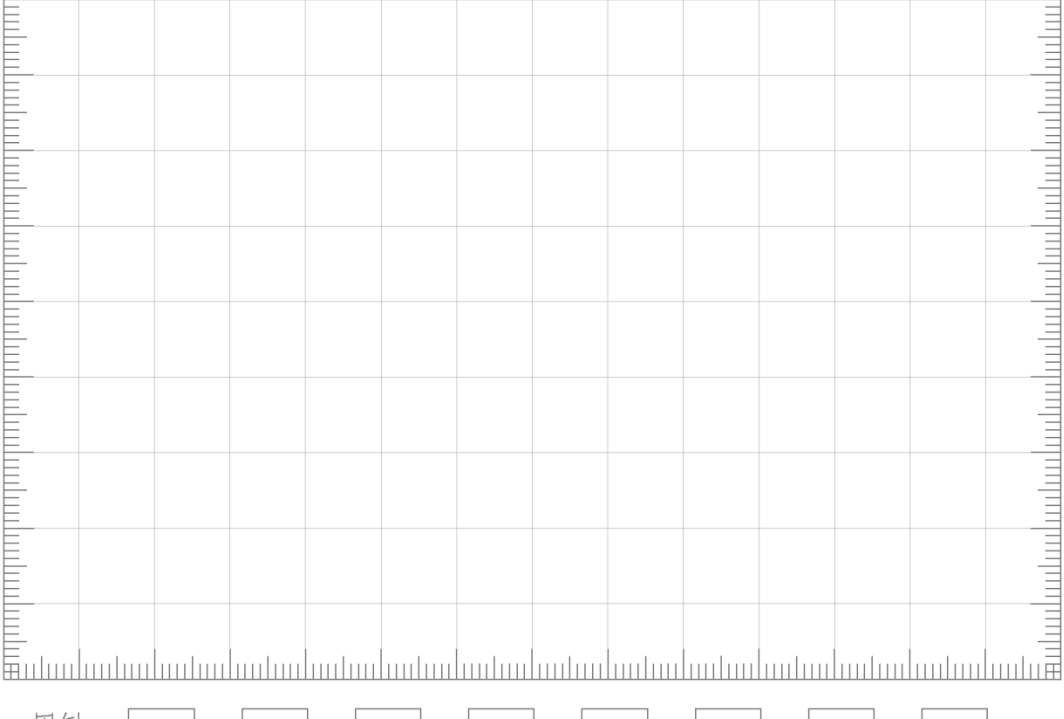
调查人:
调查单位:

记录人:

审核人:

填表日期: 年 月 日

表B.8 工程施工点野外调查记录表（续）

平面示意图	 <p>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>
剖面示意图	 <p>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>
照片	

表B.9 岩溶地裂缝野外调查记录表

统一编号		野外编号		小区/单位名称	
位置	省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m				
图幅名称		比例尺		经纬度	E: N:
图幅编号		坐标	X: Y: Z:		
发生时间	年月日时分				
地裂缝信息	数据来源	<input type="checkbox"/> 实测 <input type="checkbox"/> 估计 <input type="checkbox"/> 访问			
	平面展布形态	<input type="checkbox"/> 弧形 <input type="checkbox"/> 直线形 <input type="checkbox"/> 折线形 <input type="checkbox"/> 不规则形			
	长度 (m)		宽度 (m)		深度 (m)
	总体方向				
	塌陷(沉陷)	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无			
诱发因素	<input type="checkbox"/> 钻探 <input type="checkbox"/> 道路施工 <input type="checkbox"/> 抽水 <input type="checkbox"/> 暴雨 <input type="checkbox"/> 新建筑 <input type="checkbox"/> 爆破 <input type="checkbox"/> 地面堆载 <input type="checkbox"/> 矿山排水 <input type="checkbox"/> 废液 <input type="checkbox"/> 水库蓄水 <input type="checkbox"/> 管道渗漏 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 未知 <input type="checkbox"/> 其他_____				
地裂缝前兆	<input type="checkbox"/> 井水混浊 <input type="checkbox"/> 地表水注入 <input type="checkbox"/> 喷水冒沙 <input type="checkbox"/> 地面裂缝 <input type="checkbox"/> 其他				
地质背景	地貌类型	<input type="checkbox"/> 峰林平原 <input type="checkbox"/> 峰丛谷地 <input type="checkbox"/> 洼地 <input type="checkbox"/> 丘陵 <input type="checkbox"/> 阶地 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土地利用类型	<input type="checkbox"/> 人口高密度的市区 <input type="checkbox"/> 人口低密度的郊区 <input type="checkbox"/> 工业区 <input type="checkbox"/> 铁路 <input type="checkbox"/> 公路 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱地 <input type="checkbox"/> 林地 <input type="checkbox"/> 水体 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土层成因类型	<input type="checkbox"/> 坡残积 <input type="checkbox"/> 冲积 <input type="checkbox"/> 洪积 <input type="checkbox"/> 冲洪积 <input type="checkbox"/> 湖积 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土体类型	<input type="checkbox"/> 碎石土 <input type="checkbox"/> 砂土 <input type="checkbox"/> 粉土 <input type="checkbox"/> 粘性土 <input type="checkbox"/> 其他_____			
	土层结构	<input type="checkbox"/> 单层结构 <input type="checkbox"/> 双层结构 <input type="checkbox"/> 多层结构			
	土层厚度 m		基岩层位		基岩岩性
	附近最近出现的塌坑或湖				
	地质资料来源				
灾情与危害	死亡人数(人)		受威胁人数(人)		直接损失(万元)
灾后状况	处理措施	<input type="checkbox"/> 回填 <input type="checkbox"/> 灌注泥浆 <input type="checkbox"/> 混凝土盖板 <input type="checkbox"/> 未处理			
备注	统一编号由录入系统自动生成, 野外编号原则: LF-图幅名拼音缩写(XX)-序号(001开始)				

调查人:

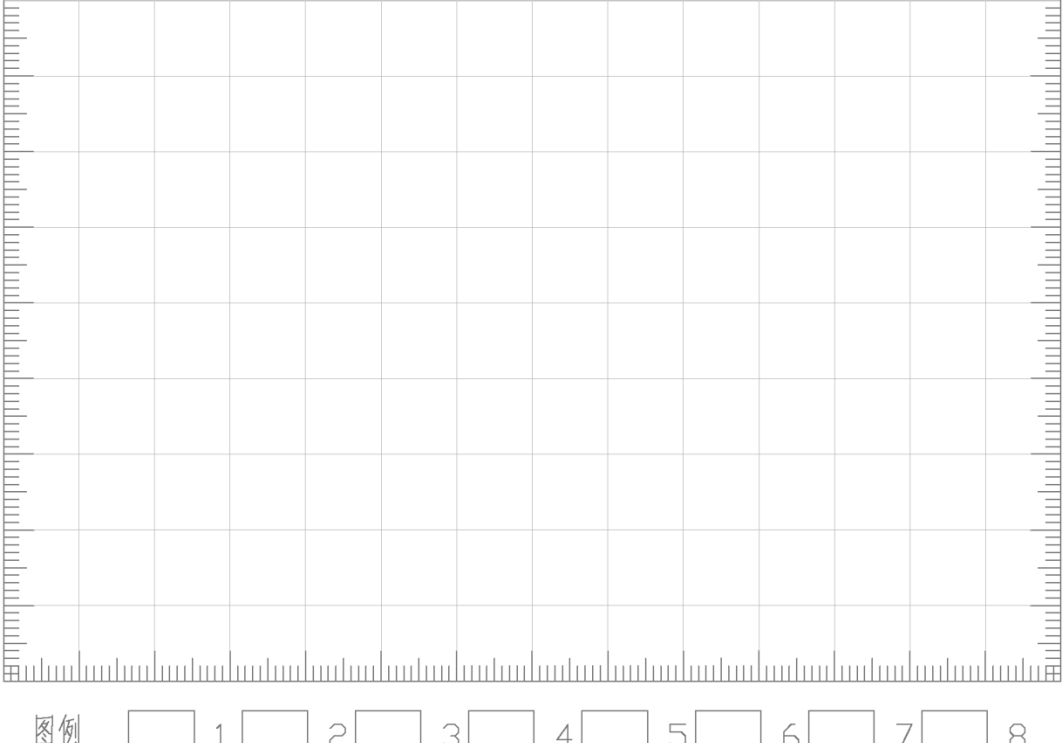
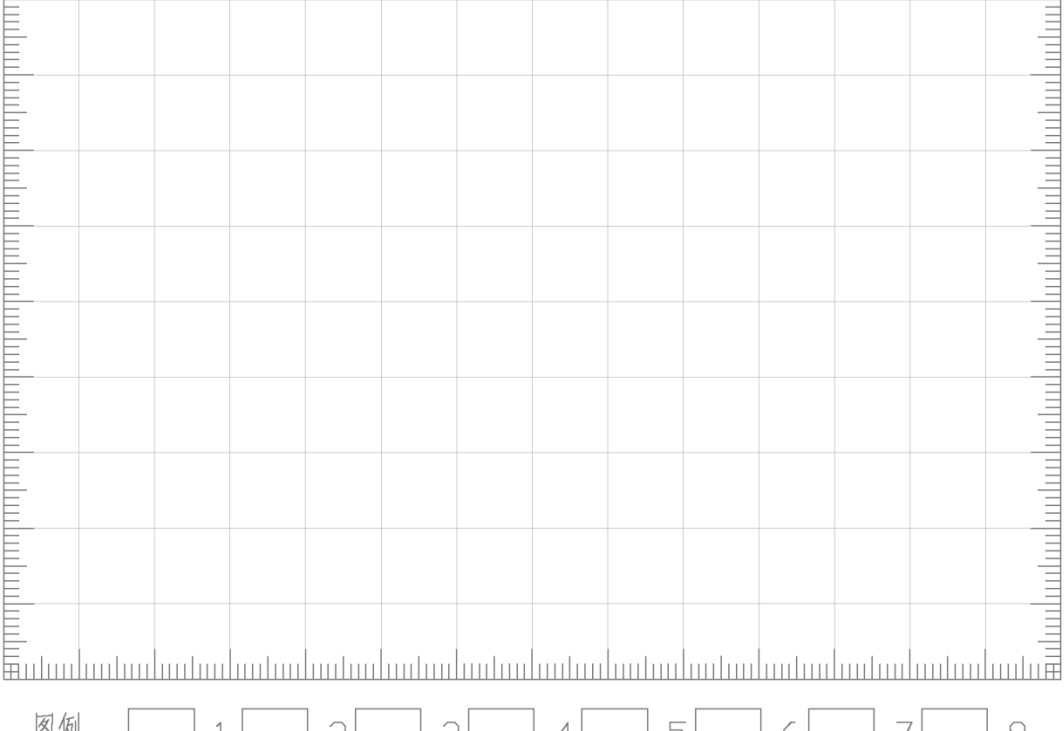
记录人:

审核人:

调查单位:

填表日期: 年 月 日

表B.9 岩溶地裂缝野外调查记录表（续）

平面示意图	 <p>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>
剖面示意图	 <p>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>
照片	(Blank space for photographs)

表B.10 钻孔收集资料整理表

统一编号		原编号		钻孔类型	<input type="checkbox"/> 水文孔 <input type="checkbox"/> 工程孔 <input type="checkbox"/> 地质孔		
施工单位				施工日期			
位置	省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m						
图幅名称		比例尺		图幅编号			
坐标	X: Y: Z: 坐标系统						
资料来源	<input type="checkbox"/> 施工 <input type="checkbox"/> 收集		进尺 (m)		水位埋深 (m)		测定 日期
土层结构	<input type="checkbox"/> 单层结构 <input type="checkbox"/> 双层结构 <input type="checkbox"/> 多层结构		土层厚度 (m)			基岩岩性	<input type="checkbox"/> 可溶岩 <input type="checkbox"/> 非可溶岩
岩溶	<input type="checkbox"/> 溶洞 <input type="checkbox"/> 土洞						
土层性质描述 (由上至下)	名称	埋深 (m)	厚度 (m)	土洞特征	土洞位置	土洞高度 (m)	土洞填充情况
	名称	埋深 (m)	厚度 (m)		溶洞位置	溶洞高度 (m)	溶洞填充情况
岩层性质描述 (由上至下)	名称	埋深 (m)	厚度 (m)	溶洞特征	溶洞位置	溶洞高度 (m)	溶洞填充情况
	名称	埋深 (m)	厚度 (m)		溶洞位置	溶洞高度 (m)	溶洞填充情况

表B.10 钻孔收集资料整理表（续）

	孔深	符号	描述
钻孔编录描述			
备注	统一编号由录入系统自动生成，野外编号原则：GK-图幅名拼音缩写（XX）-序号（001 开始）		

调查人：
调查单位：

记录人：

审核人：

填表日期： 年 月 日

表B.11 路线小结记录表

项目名称:

路线编号		调查时间	
路线起（经）止			
参与人员		天气情况	
路线工作量 路线长度: m 调查范围（面积）: km ² 调查点数共 个，其中： 岩溶塌陷点共 个；地貌点共 个；岩溶形态点共 个；土层点共 个；岩溶水点共 个；地层岩性点共 个；机 （民）井点共 个； 工程施工点共 个；岩溶地裂缝点共 个；工程勘察收集资料点共 个。 照片数：			
路线小结			
路线示意图			

调查人:

记录人:

审核人:

调查单位:

填表日期: 年 月 日

表B.12 野外工作阶段总结表

项目名称:

调查范围			
调查面积		起止时间	
参与人员			
野外路线调查进展 调查路线条 路线总长度: m 调查总面积: km ² 调查点数共 个, 其中: 岩溶塌陷点共 个; 地貌点共 个; 岩溶形态点共 个; 土层点共 个; 岩溶水点共 个; 地层岩性点共 个; 机 (民)井点共 个; 工程施工点共 个; 岩溶地裂缝点共 个; 工程勘察收集资料点共 个。 照片数:			
钻探工作进展			
物探工作进展			
监测工作进展			
应急调查情况			
阶段性总结			

调查人:

记录人:

审核人:

调查单位:

填表日期: 年 月 日

附 录 C
(资料性)
不同类型岩溶区地质特征

主要特征	类型		
	裸露型	覆盖型	埋藏型
地貌组合特征	岩溶山地、峰丛洼地、峰丛谷地、溶丘洼地、垄岗谷地、峰林谷地	峰林平原、孤峰平原、冲积平原、湖积平原、山前冲洪积平原	多见于构造堆积盆地或山前平原中，发育非岩溶地貌。
岩溶发育特征	地表岩溶一般较发育，石牙溶沟、漏斗、落水洞等岩溶形态多见；地下岩溶多为溶隙、溶洞。	覆盖层下往往有溶沟、溶槽或溶洞，浅部多充填。	主要为古岩溶，常有近代岩溶叠置，以溶隙为主，受地质构造控制较明显。
水文地质特征	地表水补给强烈，变化幅度大，水动力垂直分带较明显，漏斗和落水洞往往成为地表水灌入补给岩溶水的通道。	除岩溶水含水层外，往往存在第四系孔隙水含水层。岩溶水较孔隙水水位动态变化强烈。	岩溶水一般具有承压性，自然条件下水位动态变化较小。
工程地质特征	一般情况下，岩体坚硬，具不均匀性；地下建筑物存在溶洞充填物溃入的威胁；水工建筑物存在渗漏问题。	覆盖层为多种成因的土体组成，土层力学性质变化大；隐伏岩溶发育，基岩面起伏较大，土-岩交界处常分布软土，常有土洞发育，容易发生岩溶塌陷。	具非岩溶区的工程地质特征。

附录 D
(资料性)
岩溶塌陷调查项目设计书编写提纲

第一章 前言

第一节 项目概况

主要包括任务来源、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

简述项目的目的、任务、意义。

第三节 工作区自然地理

主要包括工作区的地理位置、坐标范围、涉及图幅及编号、自然地理环境、气候概况、交通条件等。

第四节 工作区社会、经济状况

第二章 区域环境地质条件

包括气象水文、地形地貌、地层岩性、构造格架、新构造和地震、水文地质条件、地质灾害现状概述、人类社会工程、经济活动。

第三章 以往工作程度

第一节 以往工作程度

以往区域地质、水工环地质工作情况以及与本次调查有关的成果，已有资料的可利用程度和进一步开展岩溶塌陷调查工作的必要性等，附工作程度图。

第二节 存在的主要地质环境与地质灾害问题

第三节 前期工作主要进展（续作项目）

第四章 技术路线与工作方法

第一节 技术路线

包括工作思路和技术路线等内容，附技术路线图。

第二节 工作方法

分节论述所采用的工作方法和技术要求，包括资料综合整理、遥感解译、地面调查、钻探、物探、测试与试验、地下水动态监测、岩溶塌陷易发性与危险性评价、综合研究、数据库建设等。

第五章 工作部署

第一节 工作内容

细化任务书，说明主要的工作内容。

第二节 工作部署原则

总体工作思路、工作部署原则，说明各项工作间的关系及工作程序。

第三节 工作部署

包括不同层次和类型做出总体部署、阶段或年度部署，并附相应的水文地质草图与工作部署图。

第四节 年度工作计划与时间安排

说明年度工作安排，当年度的工作安排尽可能详细。

第六章 实物工作量

列表说明总体工作部署和年度各类实物工作量。

第七章 预期成果

项目拟提交的报告、图件、数据库及其他附件，分总预期成果和年度预期成果。

第八章 组织机构及人员安排

包括组织管理和项目负责人概况、项目成员成及分工、协作单位分工及协作关系。

第九章 经费预算

按最新的《中国地质调查局项目地质调查项目设计预算编制暂行办法》编写，包括编制说明和设计预算表。

第十章 质量保障与安全措施

附录 E
(资料性)
岩溶塌陷类型

E.1 根据岩溶塌陷的形成时期、可溶岩类型、岩溶塌陷诱发（触发）因素以及塌陷体的岩性，岩溶塌陷类型详见表E.1:

表E.1 岩溶塌陷综合分类表

分类标志	按形成时期	按可溶岩类型	按成因（诱发因素）类型		塌陷体岩性
			自然塌陷	人为塌陷	
类型	新塌陷（现代） 老塌陷（第四纪） 古塌陷（第四纪以前）	碳酸盐岩岩溶塌陷 石膏岩溶塌陷 岩盐岩溶塌陷 红层岩溶塌陷	暴雨塌陷 干旱塌陷 地震塌陷 重力塌陷	矿山排水岩溶塌陷 抽水岩溶塌陷 蓄水岩溶塌陷 渗漏岩溶塌陷 振动岩溶塌陷 荷载岩溶塌陷	土层塌陷 基岩塌陷

E.2 根据单一塌陷坑的大小、塌陷群包含塌陷坑数量、岩溶塌陷的影响范围，可将岩溶塌陷的规模分为大、中、小三个等级（表E.2）:

表E.2 岩溶塌陷规模分级

分类指标	类型		
	大型	中型	小型
塌陷坑直径（米）	>50	10-50	<10
塌陷坑数量（个）	>20	5-20	<5
影响范围（hm ² ）	>10	1-10	<1

注：规模分级按就高原则进行。

E.3 岩溶塌陷的形态特征可按表E.3进行划分:

表E.3 岩溶塌陷的形态特征

形态	特征
平面形态	圆形或似圆形；椭圆形；长条形 不规则型：一般为多个塌陷坑组合形成
剖面形态	坛状：口小肚大，塌陷坑壁呈反坡状 圆柱状：塌陷坑壁陡立呈直筒状 碟状：塌陷坑呈平缓凹陷，面积大，深度小，呈碟形 漏斗状：口大底小，塌陷坑壁呈斜坡状，状如漏斗 复合状：老塌陷复活成塌陷在同一地点重复出现，新老塌陷叠加复合而成

附录 F
(资料性)
岩溶地貌形态类型

岩溶地貌类型作两级划分，一级为岩溶地貌形态成因分类，二级为岩溶地貌形态组合类型划分，详见表F.1、F.2。

表 F.1 岩溶地貌形态成因分类表

岩溶平原	岩溶台地	岩溶丘陵	岩溶低山	岩溶中山	岩溶高山
溶蚀平原、溶积平原、岩溶侵蚀平原、岩溶堆积平原、岩溶冲积平原	岩溶低(高)台地，岩溶侵蚀低(高)台地	岩溶低(高)丘陵，岩溶侵蚀低(高)丘陵	岩溶低山，岩溶侵蚀低山	岩溶中山，岩溶侵蚀中山	岩溶高山，岩溶剥蚀高山

表 F.2 岩溶地貌的主要形态组合类型

成因类型	主要形态组合类型
溶蚀	石林溶沟(溶洼)、溶丘洼地、溶丘谷地、峰丛洼地、峰丛谷地
溶蚀—构造	垄脊槽谷、垄岗谷地、溶丘盆地、溶丘台地、岩溶断陷盆地岩溶断块山地
溶蚀—侵蚀	峰林谷地、峰林平原、孤峰平原、溶丘(残丘)阶地
溶蚀—侵蚀—构造	岩溶高山峡谷、岩溶中山峡谷、岩溶低山河谷、岩溶高原(山原)峡谷、岩溶高原干谷、溶丘干谷

附 录 G
(资料性)
岩溶发育程度

根据岩溶层组、岩溶形态、地下水通道及岩溶发育密度等，将岩溶发育程度划分为强、中、弱三个等级，表G.1:

表 G.1 岩溶发育程度划分一览表

指标		岩溶发育程度		
		强	中	弱
特征	岩溶层组	连续状纯碳酸盐岩为主	间层状次纯碳酸盐岩为主	夹层状不纯碳酸盐岩为主
	岩溶形态	地表有较多的洼地、漏斗、落水洞，地下溶洞发育	有洼地、漏斗、落水洞发育，地下洞穴通道不多	岩溶形态稀疏发育，地下洞穴较少
	地下水通道	多岩溶大泉和暗河	岩溶大泉、暗河较少	无岩溶大泉及暗河
参考性指标	点岩溶率（岩溶形态个数/km ² ）	>5	5~1	<1
	钻孔线岩溶率（%）	>10	10~3	<3
	钻孔遇洞率（%）	>60	60~30	<30
	泉流量（L/s）	>100	100~10	<10
	单位涌水量（L/s . m）	>1	0.1~1	<0.1
注：钻孔岩溶率是指地表下 100m 或基岩面下 50m 以内孔段统计数；对于孔深 100m 以上全孔岩溶率，指标减半				

附录 H
(规范性)
碳酸盐岩岩性组合特征

H.1 根据碳酸盐岩的矿物成分，可概略划分为石灰岩类（包括白云质灰岩）、白云岩类（包括灰质白云岩）、泥质灰岩（白云岩）、硅质灰岩（白云岩）等。

H.2 岩性组合类型可分为：

- a) 纯碳酸盐岩：包括灰岩，灰岩夹白云岩，灰岩-白云岩（互层），白云岩夹灰岩，白云岩类。
- b) 次纯碳酸盐岩：灰岩（白云岩）夹泥质灰岩，灰岩（白云岩）和泥质灰岩（互层）。
- c) 不纯碳酸盐岩：泥质灰岩夹灰岩（白云岩），泥质灰岩等。

H.3 按碳酸盐岩的连续沉积厚度包括：

- a) 连续状：碳酸盐岩连续厚度 $>200\text{m}$ ；
- b) 间层状：碳酸盐岩连续厚度 $50\sim 200\text{m}$ ；
- c) 互层状和夹层状：碳酸盐岩连续厚度 $<50\text{m}$ 。

附录 I

(资料性)

岩溶塌陷地球物理勘探适用方法

岩溶塌陷主要物探方法的探测目的及适用性可参见表I. 1。

表 I. 1 岩溶塌陷主要物探方法的探测目的及适用性条件

探测目的	物探方法	适用条件
覆盖层结构和厚度	地质雷达法, 地震折射法, 高密度电法, 地震反射法	一般条件下 (1) 定深选择 设 D =探测深度 (m), 按覆盖层厚度 10m、30m 和 50m 考虑不同的探测深度。 当 $D < 10\text{m}$: 地质雷达法, 地震折射法, 瑞雷面波法。 当 $10 < D < 30\text{m}$: 地震折射法、瑞雷面波法、高密度电测深法, 地震反射法。 当 $30 < D < 50\text{m}$: 高密度电测深法, 地震反射法。 当 $D > 50\text{m}$: 高密度电法, 瞬变电磁法, 音频或可控源音频大地电磁法。 (2) 其他定位方法选择 高密度联合剖面法, 充电法, 自然电场法, 高精度重力法, 放射性物探, 微动法。 (3) 定性方法选择 富水性: 激电法, 微动法 (4) 高精度定位 井中物探: 井中雷达, 跨孔电磁波法, 跨孔声波法、跨孔电阻率成像等
基岩埋深及起伏	高密度电法, 瑞雷面波法, 地震折射法, 地震反射法, 地质雷达法, 瞬变电磁法, 音频或可控源音频大地电磁法	
土洞、软土、塌陷	地质雷达法, 地震反射法, 高精度重力法, 瑞雷面波法, 高密度电法, 放射性法	
溶洞、裂隙	井中物探, 高密度电法	
地下暗河、岩溶水库渗漏	充电法, 自然电场法, 井中物探, 高密度电法, 瞬变电磁法, 音频或可控源音频大地电磁法	
地下水流速、流向	充电法, 自然电场法	
古河道	高密度电法, 地震反射法, 瞬变电磁法, 音频或可控源音频大地电磁法	
风化带	地震折射法, 高密度电法, 瑞雷面波法	
可溶岩与非可溶岩接触面及富水性	高密度电法, 瞬变电磁法, 音频或可控源音频大地电磁法, 激电法, 微动法	
断层、破碎带、岩溶发育带及富水性	高密度电法, 地震折射法, 瞬变电磁法, 可控源音频大地电磁法, 放射性物探, 微动法, 激发极化法	
岩体松动带、岩石完整性、动弹性力学参数	地震折射法, 声波测井	

附 录 J
(资料性)
监测钻孔成孔工艺

- J.1 成孔过程中要求跟套管钻进，套管直径为108mm，钻孔应保持垂直。
- J.2 终孔后，应在钢套管内放入护管，然后将钢套管取出，最后保留保护钢套管的长度根据具体情况确定，一般入土1~2米即可。
- J.3 护管应采用PVC塑料管，直径不小于 $\Phi 50\text{mm}$ ，放至孔底，水位以下部分应用花管，其小孔径为2~5mm，成梅花状，孔间垂直间距为30~50mm；注意护管应在底部预留沉沙段（1米以上），安装时应保持垂直，不得倾斜。
- J.4 护管连接时，应使护管内外地下水完全隔离。
- J.5 当护管放到预定深度后，基岩孔：沿钢套管和护管之间慢速、均匀倒入制备好的粘土1.0m高，与沉沙段相当，起固定护管作用；第四系土层孔：最上面一层含水层以下应倒入粗砂，直到最上面含水层顶面以上才开始倒入粘土进行密封。沉淀稳定30分钟后即可开始拔起钢套管；必须特别注意，倒入的粘土不得进入护管内，以防堵塞钻孔。
- J.6 在拔起套管的同时，应用钻杆压住护管，以防其被拔起；拔起钢套管的速度应缓慢。

附录 K
(资料性)
洞体顶坍塌自行填塞估算法

土洞顶板坍塌后体积松胀，当塌落向上发展到一定高度时，洞体完全被松胀物填塞，由于地下水作用较弱，可以认为洞体空间已被支撑而不再向上扩展。土洞发展的上限可以采用“洞体顶坍塌自行填塞估算法”进行计算。

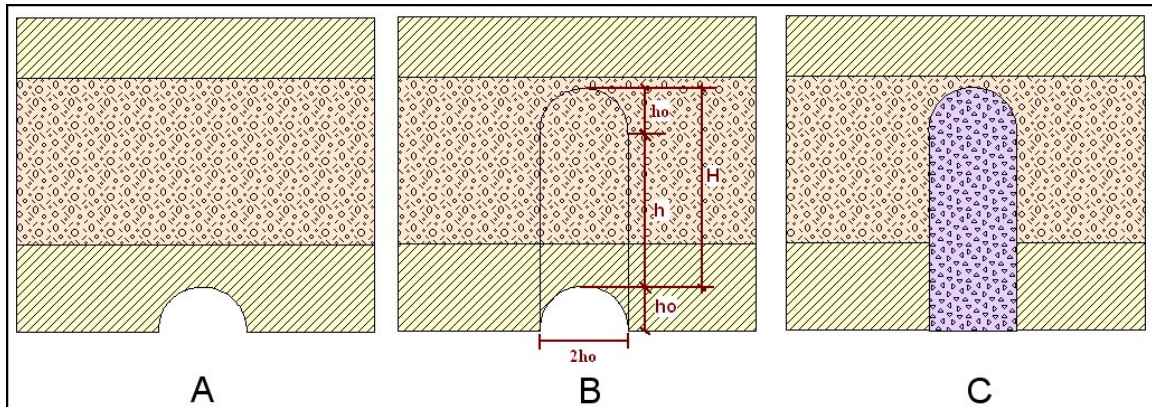


图 K.1 土洞稳定性分析图示

假设现有土洞形态为半球形（图 K.1），半径等于钻探得到的土洞高度（ h_0 ），土洞垮塌稳定时的顶板形态也呈半径为 h_0 的半球形，塌落高度 H 的计算方法如下：

$$VK=V_0+V \quad \dots\dots\dots (K.1)$$

式中： V_0 为原土洞体积， V 新垮塌体积， K 为垮塌体松胀系数。

$$V=\pi h_0^2 H \quad \dots\dots\dots (K.2)$$

$$V_0=2\pi h_0^3/3 \quad \dots\dots\dots (K.3)$$

代入公式 (K.1)，得：

$$H=2h_0/3/(k-1) \quad \dots\dots\dots (K.4)$$

式中：

一般地，松胀系数 $K=1.05\sim 1.15$ ，

附录 L (资料性) 成果报告提纲

L.1 图幅岩溶塌陷调查报告提纲

报告名称

XXX(图幅名称)岩溶塌陷调查报告(1:50 000)。

第一章 绪言

第一节 工作概况: 调查工作过程以及完成的工作量, 调查工作起止时间, 调查工作质量评述, 调查工作的主要成果等

第二节 地质、水文地质研究程度

第二章 区域地质环境与社会经济

第一节 交通位置与行政区划;

第二节 自然地理(气象、水文、地形、地貌)

第三节 地层岩性与地质构造

第四节 岩溶发育特征

第五节 社会经济与人类工程活动特征

第三章 水文地质条件

第一节 地下水类型与含水层结构: 详述调查图幅的地下水类型, 含水层空间结构、岩性、分布与埋藏特征

第二节 水文地质参数及其变化: 结合收集资料和调查数据, 详述调查图幅各类水文地质参数及分布和变化特征

第三节 地下水补给、径流、排泄条件及其变化

第四节 地下水动态特征及其变化

第四章 工程地质条件

第一节 工程地质岩土类型的划分

第二节 岩体类型的工程地质特征

第三节 土体类型的工程地质特征

第四节 岩溶工程地质问题

第五章 岩溶塌陷的发育特征

第一节 岩溶塌陷的时空分布规律

第二节 岩溶塌陷的成因、类型与影响因素分析

第三节 典型调查区岩溶塌陷专项分析

第四节 岩溶塌陷的危害性

第六章 岩溶塌陷危险性区划

第一节 岩溶塌陷危险性评价

第二节 岩溶塌陷危险性分区

第七章 岩溶塌陷防治对策

第一节 岩溶塌陷隐患区防灾预案

第二节 高易发区岩溶塌陷防治对策建议

第八章 结论

主要成果、下一步工作建议等

(注: 文字报告可以根据调查区实际情况, 增加或附其他相关内容)

附录: 水文地质工程地质钻孔简表(钻孔柱状图)

L.2 地区岩溶塌陷调查综合研究报告大纲

报告名称

XXX 地区岩溶塌陷调查综合研究报告

前言

- 第一节 目的任务
- 第二节 工作区位置及社会经济概况
- 第三节 前人工作程度
- 第四节 工作方法、完成的工作量及取得的主要成果
- 第五节 质量评述

第一章 工作区地质环境条件

- 第一节 自然地理概况：包括地形地貌、气象、水文等
- 第二节 地质概况：地层岩性、地质构造、地震与新构造运动特征等
- 第三节 岩溶发育特征：岩溶层组类型及岩溶发育程度
- 第四节 第四系土层特征：土层岩性、结构、厚度变化，土层工程地质性质
- 第五节 水文地质条件：含水岩组、水文地质特征、水文地质单元划分、补径排关系等
- 第六节 岩溶塌陷发育的地质模式

第二章 岩溶塌陷发育的动力条件

- 第一节 地下水动力条件
- 第二节 人类工程活动条件
- 第三节 岩溶塌陷动力监测
- 第四节 岩溶塌陷发育判据
- 第五节 岩溶塌陷发育的动力模式

第三章 岩溶塌陷的发育现状

- 第一节 岩溶塌陷的时空分布规律
- 第二节 岩溶塌陷的成因和类型
- 第三节 岩溶塌陷的形态特征
- 第四节 岩溶塌陷的危害性

第四章 典型岩溶塌陷专项剖析

- 第一节 典型岩溶塌陷形成演化过程
- 第二节 典型岩溶塌陷发育的动力学分析
- 第三节 典型岩溶塌陷的机理分析
- 第四节 典型区岩溶塌陷危险性评价

第五章 岩溶塌陷危险性区划

- 第一节 岩溶塌陷易发性评价
- 第二节 岩溶塌陷危险性分区
- 第三节 重大工程和城市规划区岩溶塌陷危险性评价

第六章 岩溶塌陷防治对策建议

- 第一节 岩溶塌陷防治规划
- 第二节 岩溶塌陷防治措施建议

第七章 结论

- 第一节 主要成果与绩效分析
- 第二节 存在问题
- 第三节 下一步工作建议

参 考 文 献

- [1] GB/T40112-2021 地质灾害危险性评估规范
 - [2] GB/T51040-2014 地下水监测工程技术规范
 - [3] DZ/T0060-1993 岩溶地区工程地质调查规程（1:100000~1:200000）
 - [4] DZ/T0261-2014 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50 000）
 - [5] DB45/T1625-2017 地质灾害危险性评估规程
 - [6] T/CAGHP 076-2020 岩溶地面塌陷防治工程勘查规范》
 - [7] T/CAGHP 075-2020 岩溶地面塌陷监测规范
 - [8] 蒋小珍等,岩溶塌陷监测关键技术[M].地质出版社, 2016。
 - [9] 康彦仁、项式均等, 中国南方岩溶塌陷研究[M].重庆出版社, 1986。
 - [10]黄崇福, 自然灾害风险分析与管理[M].科学出版社, 2012。
-