

ICS 07.060

CCS P13

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0447—2023

岩溶塌陷调查规范(1:50000)

Specification for investigation of karst collapse(1:50000)

2023-10-31发布

2024-01-01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	3
4.1 目的	3
4.2 任务	3
4.3 工作程序	3
4.4 基本要求	3
4.5 调查区分级与基本工作量	4
5 设计书编审	5
5.1 设计书编制	5
5.2 设计书审查	6
6 调查内容	6
6.1 岩溶塌陷状况	6
6.2 区域地质条件	6
6.3 水文地质条件	7
6.4 覆盖层工程地质条件	7
6.5 岩溶塌陷诱发因素	7
7 调查技术方法	7
7.1 资料收集与分析	7
7.2 遥感解译	8
7.3 地质测绘	8
7.4 地球物理勘探	9
7.5 钻探	9
7.6 山地工程	10
7.7 测试与试验	10
7.8 岩溶塌陷动力条件监测	11
8 岩溶塌陷评价与区划	12
8.1 基本要求	12
8.2 隐患点评价	12
8.3 区域岩溶塌陷评价与区划	12
9 资料整理、成果编制、成果提交与资料归档	13
9.1 资料整理	13
9.2 成果编制	14
9.3 成果提交与资料归档	15
10 质量检查与验收	16

DZ/T 0447—2023

10.1	质量检查	16
10.2	野外验收	16
10.3	成果验收	16
附录 A	(规范性)岩溶塌陷调查工作程序框图	17
附录B	(规范性)1:50 000岩溶塌陷调查用表	18
附录C	(资料性)不同类型岩溶区地质特征	41
附录D	(资料性)岩溶塌陷调查项目设计书编写提纲	42
附录E	(资料性)岩溶塌陷类型	44
附录F	(资料性)岩溶地貌形态类型	45
附录G	(资料性)岩溶发育程度	46
附录H	(规范性)碳酸盐岩岩性组合特征	47
附录I	(资料性)岩溶塌陷物探方法的探测目的及适用条件	48
附录J	(资料性)监测钻孔成孔工艺	49
附录K	(资料性)洞体顶坍塌自行填塞估算法	50
附录L	(资料性)成果报告提纲	51
参考文献	54

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、刘祖、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(1:50000)

1 范围

本文件规定了1:50000岩溶塌陷调查的总则、设计书编审、调查内容、调查技术方法、岩溶塌陷评价与区划及资料整理、成果编制、成果提交与资料归档和质量检查与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/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 50021 岩土工程勘察规范
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB/T 50266 工程岩体试验方法标准
- DL/T 5356 水电水利工程粗颗粒土试验规程
- DZ/T 0151 区域地质调查中遥感技术规定(1:50000)
- DZ/T 0273 地质资料汇交规范
- DZ/T 0282 水文地质调查规范(1:50000)
- SL/T 291.1 水利水电工程勘探规程第1部分：物探
- SL 320 水利水电工程钻孔抽水试验规程
- 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

岩溶作用形成的空洞。

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的比值，以“%”表示。

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，岩溶空间形态的数量。

3.5.2

线岩溶率 line karstification rate

单位长度上，岩溶空间形态的比例，以“%”表示。

3.5.3

面岩溶率 surface karstification rate

单位面积内，岩溶空间形态面积的比例，以“%”表示。

3.5.4

钻孔遇洞率 cave encountering rate of borehole

在一定深度或层位条件下，揭露到溶洞的钻孔占勘探钻孔总数的比例，以“%”表示。

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、大气降雨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 工作程序

4.3.1 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。

4.3.2 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，安排工作进度，编制项目设计书。

4.3.3 相关部门组织对项目设计书审查。

4.3.4 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。

4.3.5 相关部门组织野外验收。

4.3.6 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。

4.3.7 开展岩溶塌陷危险性评估和岩溶塌陷防治对策研究及成果报告编制。

4.3.8 相关部门组织成果验收，完成成果资料汇交。

4.3.9 工作程序见附录A中图A.1。

4.4 基本要求

4.4.1 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1:50000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。

4.4.2 1:50000岩溶塌陷调查应在1:50000水文地质调查基础上进行，未开展1:50000水文地质调查的地区，应补充开展水文地质调查工作。

4.4.3 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：通过布置追索路线和勘探剖面，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。

4.4.4 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。

4.4.5 野外调查应注意观察，利用野外记录簿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记录表。

4.4.6 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。

4.5 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，见表1，不同类型岩溶区地质特征参见附录C。

表 1 岩溶区分类表

分类指标	类型				
	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
可溶岩出露情况	绝大部分	零星	无	无	
覆盖层	第四系土层			非可溶岩	
厚度 m	<1	≤30	>30	≤30	>30

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，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且具有代表性的重点调查区内开展典型调查。

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1:50000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、物探的布置应充分考虑已有成果，避免重复布置。

表 3 100 km² 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5 km
观测控制点	个	≥50	≥100	厚覆盖型岩溶区不少于10个，草测不少于4个
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		重点调查区统测钻孔和主要水点，一般调查区统测主要水点
	次	2		水位(流量)、温度在丰水期、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	≤2		
注：仅列出应完成的基本工作量；“—”表示不做具体规定。				

4.5.3.2 重点调查区除表3规定的基本工作量外，还应满足以下要求。

- a) 根据前期工作程度和实际需要布置适量的水文地质钻探。
- b) 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。
- c) 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少于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 设计书编制前应充分了解当地岩溶塌陷地质灾害防治工作现状、防灾减灾工作需求及发展规划，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，文字精练，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的规定。

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。若设计书需要变更，应履行相关报批手续。

6 调查内容

6.1 岩溶塌陷状况

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；岩溶地貌形态类型参见附录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) 应对收集的资料进行整理，甄别可靠的数据资料并按照相关要求分类；
- 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、监测等方面的数据资料；
- 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的相关要求执行。

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。条件具备时，也可直接采用经过坐标校正的分辨率不低于5m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2 mm。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2 mm。

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，也宜以仪器测量其坐标，图上标绘误差不得大于1 mm；观测点宜采用手持式全球定位系统定位。

7.3.7 观测路线间距与观测控制点密度按本文件表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；同一物探剖面宜按两种方法部署以进行对比解译，物探成果需用钻探进行验证，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。岩溶塌陷物探方法的探测目的及适用条件参见附录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10 m；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 291.1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，勘探线应垂直地形地貌和构造线方向，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塌陷延伸方向布置，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200 m。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10 km² 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 m~20 m；在浅埋藏型岩溶区，孔深一般不超过70 m。

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

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110 mm；工程地质钻孔孔径在土层中不小于110 mm，在岩石中不小于91 mm。

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。黏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±5 cm 确定，在黏性土层不宜大于2.0 m，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1.0 m。

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1.0 m 以上沉砂段)并做好孔口保护，未见水的非物探钻孔应回填封孔；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，并取原状土样。

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 m；浅井深度不宜超过地下水位，且不宜超过20 m。

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 山地工程完工并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，常用原位测试方法有静力触探试验、动力触探试验、标准贯入试验和十字板剪切试验，应结合钻探进行，每个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(示踪剂如NaCl、钼酸铵等)、染料示踪法(示踪剂如荧光素钠、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，获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 SL345 的相关规定。

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，以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，每个主要土层、底部土层、岩溶充填物取样数量不应少于6组。

7.7.4.1.2 常规土工测试应包括含水率、密度、土粒相对密度、颗粒分析、界限含水率、直剪、湿化(崩解)、膨胀率等，具体参照GB/T 50123的相关规定。

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的相关规定。

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进行化学分析，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 常规岩石力学测试参照GB/T 50266的相关规定。

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 调查区每个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 连续监测时间不少于1个水文年，读数间隔不超过20 min；统测调查区主要水点在枯水期丰水期各进行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，读数精度在1 mm 以上。
- 7.8.7 监测钻孔成孔工艺应符合附录J 的要求。
- 7.8.8 项目结束后，必要时保留监测孔并纳入所在省份地下水监测网。

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($\geq 1:5000$)、大比例尺($\geq 1:10000$)、中比例尺($1:25000\sim 1:50000$)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 土洞稳定性评价采用定性一半定量方法进行。
- 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”(参见附录K)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3个等级(见表4)。
- 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(见表5)。岩溶塌陷易发性宜划分为高、中、低3个等级。
- 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 $100\text{ m}\times 100\text{ m}$ 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3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。

表 4 岩溶塌陷主要影响因素一览表

影响因素		对岩溶塌陷发育的影响程度			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、粉质黏土、黏土		
		第四系底部土层状态	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	J ₀ 为临界水力坡度
			水力坡度(J)	≥J ₀	0.5J ₀ ~<J ₀	<0.5J ₀	
		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	最大日降雨量 mm	>200	100~200	<100	
已有塌陷 (土洞)	塌陷坑(土洞)密度 个/10 km ²	≥10	2~<10	2			

注：评价中，应包括但不限于所列因素。

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
基岩岩溶发育程度	大	高	高	高	高	中	中
	中	高	中	中	中	低	低
	小	中	中	低	低	低	低

9 资料整理、成果编制、成果提交与资料归档

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有实际材料图、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1:50000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有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 数字化图件包含的所有信息，应以单要素图层形式存入图形库，每个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。镶表包括岩溶塌陷统计表，主要包括岩溶塌陷的编号、名称、位置、塌陷坑数量、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。镶表包括岩溶塌陷危险性分区说明表，包括危险性分区名称、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。镶图包括可根据需要镶嵌主要防治措施部署图。镶表包括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 中 L.1。

9.2.2.4 整个岩溶单元或行政区所有图幅调查完成后，应编制地区岩溶塌陷调查综合研究报告，提纲参见附录 L 中 L.2。

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、物探资料与成果、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。成果图件空间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 的相关规定。

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 报告包括：×××(图幅名称)岩溶塌陷调查报告(1:50000)。

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 报告包括：××× 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

包括：××× (图幅名称)1:50000岩溶塌陷调查空间数据库。

9.3.2 资料归档

资料归档应按 DZ/T 0273 的相关规定执行。

10 质量检查与验收

10.1 质量检查

10.1.1 检查项目工作部署、工程布置、工作质量和工程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以及有关标准规范、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，野外记录簿、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 野外验收应包括野外地质点、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 成果验收一般在野外验收后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 成果验收结束后，组织验收单位签署意见书，下发至成果提交单位。

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框图见图A.1。

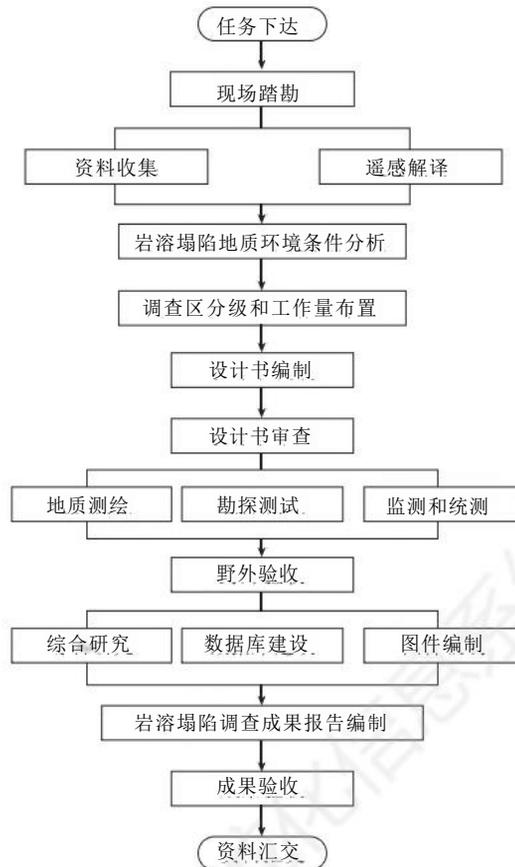


图 A.1 岩溶塌陷调查工作程序框图

附 录 B
(规范性)
1:50000岩溶塌陷调查用表

表 B.1 至 B.12 分别给出了1:50000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(自治区、直辖市)		县	乡(镇)	村(屯) (方位) m
图幅名称		比例尺		经纬度	E: N:
图幅编号		坐标	X: m Y. m Z: m		
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"/> 不规则形			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		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"/> 喷水冒砂 <input type="checkbox"/> 地面裂缝 <input type="checkbox"/> 地面沉降 <input type="checkbox"/> 地下水水位急剧变化 <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"/> 黏性土 <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				
	塌陷坑数量		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	直接经济损失 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	[野外编号原则: DM—图名拼音缩写(××)—序号(001开始);地层岩性、地质构造、土地利用类型]				

调查人:
调查单位:

记录人:

审核人:
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														
剖面示意图														
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(自治区、直辖市)	县	乡(镇)	村(屯)	(方位)	m
图幅	名称	经纬度	E: N:				
	编号	坐标	X: m	Y: m	Z: m		
	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	[野外编号原则: TX—图幅名拼音缩写(××)—序号(001开始);塌陷过程、时空分布、成因]						

调查人
调查单位:

记录人:

审核人:
填表日期: 年 月 日

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/976004045054010154>