附件8

ICS　点击此处添加 ICS 号
点击此处添加中国标准文献分类号

中华人民共和国地质矿产行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

岩溶地面塌陷调查规范（1:50000）

Standard Guide for Karst Collapse Investigation

送审稿

XXXX - XX - XX 发布　　XXXX - XX - XX 实施

中国人民共和国国土资源部　发布

目　录

前言 III
引言 IV
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　总则 2
4.1 目的 2
4.2 任务 3
4.3 基本要求 3
5　设计书编写 5
6　调查区分级与基本工作量 5
6.1 岩溶区分类 5
6.2 调查区分级 5
6.3 调查基本工作量 5
7　调查内容 5
7.1 已有成果资料 5
7.2 岩溶地面塌陷状况 5
7.3 区域地质及水文地质条件 6
7.4 覆盖层工程地质条件 6
7.5 岩溶地面塌陷诱发因素 6
8　调查技术方法及要求 7
8.1 资料收集与整理 7
8.2 遥感解译 7
8.3 地质测量 7
8.4 物探 8
8.5 钻探 8
8.6 山地工程 9
8.7 测试与试验 9
8.8 岩溶地面塌陷动力条件监测 10
9　岩溶地面塌陷评价 10
9.1 基本要求 10
9.2 岩溶地面塌陷评价与区划 11
10　成果编制 12
10.1 资料整理 12
10.2 数据库建设 12
10.3 图件编制 13
10.4 报告编写 15
11　成果提交与审查验收 16
11.1 提交的成果 16
11.2 野外验收 16
11.3 成果验收 16
11.4 成果提交与资料归档 17
附录 A　岩溶地面塌陷调查记录表 18
附录 B　岩溶地面塌陷调查项目设计书编写提纲 41

附录 C　不同类型岩溶区地质特征 43
附录 D　岩溶地貌形态类型 44
附录 E　岩溶地面塌陷类型 45
附录 F　岩溶发育程度 46
附录 G　碳酸盐岩岩性组合特征 47
附录 H　土的类型与结构 48
附录 I　岩溶地面塌陷地球物理勘探适用方法 49
附录 J　监测钻孔成孔工艺 50
附录 K　洞体顶坍塌自行填塞估算法 51
附录 L　成果报告提纲 52

前言

本规范依据GB/T1.1-2009标准给出的规则起草。

本规范由中国地质调查局提出和归口管理。

本规范起草单位：中国地质调查局、中国地质科学院岩溶地质研究所、湖北省地质环境总站、湖南省地质调查院、安徽省地质环境监测总站等。

本规范主要起草人：雷明堂、曹佳文、杨涛、李铁锋、甘伏平、戴建玲、蒋小珍、蒙彦、罗伟权、尹欧、雷柱平、周立新等。

本规范由中国地质调查局负责解释。

引言

岩溶地面塌陷是我国主要地质灾害类型之一，是岩溶区特有的地质灾害，主要分布在我国西南、华南、华中等岩溶强发育区。受极端气候事件和日益强烈人类工程活动的影响，岩溶地面塌陷多发频发，给人民群众的日常生活、城市规划和工程建设带来严重影响。

我国开展岩溶地面塌陷调查工作已经有五十多年的历史了，取得了显著的成果，但目前尚无统一的岩溶地面塌陷调查、评价技术方法，难以满足当前岩溶地面塌陷防治的需求。

为规范岩溶地面塌陷调查评价，指导全国 1：50000 岩溶地面塌陷调查工作的开展，制定本规范。

岩溶地面塌陷调查规范（1:50000）

1　范围

本规范规定了 1:50000 岩溶地面塌陷调查的目的任务、调查区分级与基本工作量、设计书编写、调查内容、调查方法及基本要求、综合评价、数据库建设、资料整理与成果编制、质量检查与成果验收等方面的要求。

本规范适用于 1:50000 岩溶地面塌陷调查，其他比例尺的岩溶地面塌陷调查（勘查）也可参照使用。

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。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适合于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB12329-1990 岩溶地质术语

GB50021-2001 岩土工程勘察规范（2009 版）

GB/T50123-1999 土工试验方法标准

GB/T50266-1999 工程岩体试验方法标准

DZ/T0060-1993 岩溶地区工程地质调查规程（1:10 万～1:20 万）

DZ/0238-2004 地质灾害分类分级

DZ/T0261-2014 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）

SL320-2005 水利水电工程钻孔抽水试验规程

SL345-2007 水利水电工程注水试验规程

SL237-056-1999 粗颗粒土的渗透及渗透变形试验

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

岩溶地面塌陷　karst collapse, sinkhole

岩溶洞隙上的岩、土体在自然或人为因素作用下发生变形破坏，并在地面形成塌陷坑（洞）的一种岩溶地质作用和现象。

3.2

裸露型岩溶 bare karst

缺少第四系松散堆积物覆盖的可溶岩中发育的岩溶。

3.3

覆盖型岩溶　covered karst

被第四系松散堆积物覆盖的可溶岩中发育的岩溶。

3.4

埋藏型岩溶　buried karst

被非可溶岩岩层覆盖的可溶岩中发育的岩溶。

3.5

红层岩溶 red bed karst

含有可溶岩砾石成分或由钙质等可溶性物质胶结的红色碎屑岩中发育的岩溶，我国多指古近系、白垩系、侏罗系碎屑岩中发育的岩溶。

3.6

溶洞　cave, cavern

岩溶作用所形成的人可以进入的空洞的通称。

3.7

岩溶土洞 soil cave，soil void

发育在可溶岩上覆土层中的空洞。

3.8

地下河 subterranean river

具有河流主要特性的岩溶地下通道，俗称暗河。

3.9

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。

3.10

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。

a. **点岩溶率** point karstification rate

单位面积内岩溶空间形态的个数。

b. **线岩溶率** line karstification rate

单位长度上岩溶空间形态的百分比。

c. **面岩溶率** surface karstification rate

单位面积上岩溶空间形态面积的百分比。

d. **体岩溶率** volume karstification rate

孔洞体积占测量可溶岩体积之百分比。

e. **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。

3.11

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。

3.12

岩溶地面塌陷隐患区 potential karst collapse zone

有迹象表明可能发生岩溶地面塌陷的地区。

3.13

岩溶地面塌陷易发区 Susceptibility zone of karst collapse

具备岩溶地面塌陷发生基本地质条件的地区。

3.14

岩溶地面塌陷危险区 hazard zone of karst collapse

岩溶地面塌陷易发区内可能对生命财产构成危害的地区。

3.15

岩溶塌陷易损性（脆弱性） Vulnerability of karst collapse

承灾体抵抗岩溶塌陷的能力，包括物质易损性和社会易损性。

3.16

岩溶地面塌陷风险：risk of karst collapse

岩溶地面塌陷灾害发生时发生不良后果的可能性和严重性。

4 总则

4.1 目的

在岩溶地面塌陷灾害易发区，以岩溶水文地质单元为部署单元，按 1:50000 国际标准图幅开

展岩溶地面塌陷现状、发育特征、诱发因素及其区域地质条件、水文地质条件和工程地质条件调查，分析岩溶地面塌陷的形成原因，进行岩溶地面塌陷危险性评价与区划，建立岩溶地面塌陷数据库，为国家与地方政府防灾减灾、城市规划建设等提供基础地质依据。

4.2 任务

4.2.1 开展岩溶地面塌陷现状调查，查明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。

4.2.2 开展岩溶地面塌陷发育条件调查，编制地质条件图。

4.2.2.1 开展水文地质条件调查，查明地下水水质、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。

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

4.2.2.3 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。

4.2.2.4 开展岩溶地面塌陷诱发因素调查，查明诱发（触发）岩溶地面塌陷的自然条件和人类工程活动条件。

4.2.3 选择典型区进行岩溶地面塌陷勘查，查明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。

4.2.4 开展岩溶地面塌陷评价与区划，建立岩溶地面塌陷调查评价数据库。

4.2.5 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。

4.3 基本要求

4.3.1 在岩溶地面塌陷灾害易发区，以岩溶水文地质单元为部署单元，以 1:50000 标准图幅开展岩溶地面塌陷调查工作，按水文地质单元或行政区进行评价。

4.3.2 1:50000 岩溶地面塌陷调查应在 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，应同时开展水文地质调查工作，相关技术要求参照 DZ/T0282-2015《水文地质调查规范（1：50000）》。

4.3.3 岩溶地面塌陷调查采用面、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地面塌陷状况进行调查。

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地面塌陷的区（带）进行重点调查。

c）点：通过综合勘探测试手段，对典型岩溶地面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，重点调查区和典型调查区宜采用 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，并填写相应的野外调查表格。

4.3.6 充分利用 3S 技术、物探、原位测试、示踪、自动监测等新技术。

4.4 调查区分级与基本工作量

4.4.1 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。

4.4.2 调查区分级

按可溶岩出露条件，划分为重点和一般调查区，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，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	
覆盖层及厚度	第四系土层			非可溶岩	
	不定	≤50m	＞50m	非可溶岩厚度≤30m 且总厚度≤40m	非可溶岩厚度＞30m

表 2 调查区分级表

调查区分级	出露条件					
	裸露型岩溶区	覆盖型岩溶区		埋藏型岩溶区		非岩溶区
		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	√		√		√	√

4.4.3 **调查基本工作量**

4.4.3.1 岩溶地面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/T0282-2015《水文地质调查规范（1：50000）》要求布置。已完成 1:50000 水文地质调查工作的，可根据需要适当布置水文地质钻探等工作。钻探、物探的布置应充分考虑已有成果，避免重复布置。

4.3.3.2 **重点调查区基本工作量包括：**

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）开展岩溶地面塌陷动力条件监测，了解岩溶地面塌陷动力变化特征，监测周期不少于 1 个水文年。

c）当图幅内发生过岩溶地面塌陷灾害，或者具有岩溶地面塌陷征兆，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。

d）每标准图幅典型调查区面积不小于 0.1km^2，开展 1:2000－1:1000 的工程地质测绘。

e）典型调查区观测路线不小于 4 条，观测控制点不少于 10 个。

f）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。

g）典型调查区水文地质、工程地质钻孔不少于 5 个。

h）典型调查区自动监测点不少于 1 个。

4.3.3.3 **一般调查区基本工作量包括：**

a）对于裸露型和厚覆盖型岩溶区，开展 1:50000 岩溶地面塌陷调查（简测）。

b）对于深埋藏型岩溶区和非岩溶区，开展 1:50000 岩溶地面塌陷调查（草测）。

c）根据实际需要布置适量的钻探等勘探工作量。

表 3 每百平方公里基本工作量表

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	≤3	≤1	草测可小于5km
调查观测控制点	个	≥10	≥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

<table>
<tr><td>实测地质剖面</td><td>m</td><td colspan="2">≥500</td><td>在重点和典型区，可绘制地质勘查剖面，剖面比例尺不小于1:5000</td></tr>
<tr><td rowspan="2">综合物探</td><td>点</td><td>—</td><td>≥1500</td><td rowspan="5">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。</td></tr>
<tr><td>m</td><td>—</td><td>≥7500</td></tr>
<tr><td rowspan="2">水文地质、工程地质钻探</td><td>孔</td><td>—</td><td>≥20</td></tr>
<tr><td>m</td><td>—</td><td>≥600</td></tr>
<tr><td>岩溶地面塌陷动力监测</td><td>点</td><td>—</td><td>≥1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地下水统测</td><td>点</td><td colspan="2">≥20</td><td>重点（典型）调查区统测钻孔和主要水点，一般调查区统测主要水点</td></tr>
<tr><td>次/年</td><td colspan="2">2</td><td>水位（流量）、温度；丰水期、枯水期各1次</td></tr>
<tr><td>岩、土样采集与测试</td><td>件</td><td>—</td><td>≥60</td><td></td></tr>
<tr><td>水样采集与测试</td><td>件</td><td>—</td><td>≥60</td><td></td></tr>
<tr><td>示踪</td><td>次</td><td colspan="2">0～2</td><td></td></tr>
</table>

注：本表仅列出应完成的基本工作量；“—”表示不作具体规定。

5 设计书编写

5.1 编制设计书之前，应进行现场踏勘，充分收集调查区相关资料并进行系统分析，对已有钻孔资料的可利用性进行梳理，编制工作程度图。

5.2 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。

5.3 设计书应内容完整，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。

5.4 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。

5.5 设计书编写提纲参见附录 B。

5.6 设计书由项目主管部门组织审查，也可委托有关部门或单位组织审查，通过审查的设计书，由项目主管部门批复后组织实施。

5.7 设计书一经批复应严格执行。在执行过程中确需修改和调整，须报原审批单位批准。

6 调查内容

6.1 岩溶地面塌陷状况调查

6.1.1 岩溶地面塌陷基本特征

a）岩溶地面塌陷的地理位置、发生与持续时间；塌陷坑数量、影响范围、灾情及处置情况。

b）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（参考附录 E）。

c）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）塌陷坑群单坑数量、成生关系、展布方向、延展范围，以及各单坑之间的相对位置。

e）岩溶地面塌陷所处阶段及现阶段稳定性。

6.1.2 岩溶地面塌陷危害与防治

a）岩溶地面塌陷直接损失，地面工程设施、耕地的破坏和人员伤亡等情况。

b）岩溶地面塌陷间接损失，塌陷影响范围内停工停产、人员财物应急转移等情况。

c）岩溶地面塌陷对地质环境，特别是对含水层的影响，是否成为地表污水入渗渠道。

d）岩溶地面塌陷灾害监测、工程治理等防治现状。

6.2 区域地质及水文地质条件调查

6.2.1 地貌类型与形态组合特征，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 D）。

6.2.2 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，以及破碎带的性状与特征；裂隙密集带在不同构造部位、不同岩性中的发育特征与发育方向；新构造运动的性质与特征及地震活动情况。

6.2.3 可溶岩地层岩性、结构构造、层组组合及岩溶发育特征（参考附录 F、G）；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。

6.2.4 调查岩溶形态（岩溶洼地、竖井、漏斗、落水洞、天窗、溶潭、溶井、溢水洞等）、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、剖面图。

6.2.5 地表水文网的分布格局、发育特征及其与岩溶发育的关系，地表水汇流面积、径流特征；地表水与岩溶地下水之间的转化关系。

6.2.6 岩溶含水层组的层位、岩性、含水介质类型、富水性及水化学特征，埋藏和分布状况，岩溶含水层组间的水力联系及与第四系孔隙水和地表水体的关系。

6.2.7 岩溶泉和地下河发育的基础地质条件，位置、规模、流量、补给条件和开发利用状况。

6.2.8 第四系含水层的分布与富水性，可溶岩上覆岩土体的透水性。

6.2.9 岩溶地下水流场特征和水位（水头）埋深与基岩面的关系及其动态变化，岩溶地下水主径流带的分布与水动力特征；近河（湖）地段岩溶地下水、上覆土层孔隙水与地表水之间的补排关系，洪水涨落过程所引起的水位（水头）差及水力坡度的变化，以及洪水倒灌的影响范围。

6.3 覆盖层工程地质条件调查

6.3.1 覆盖土层的成因类型、颗粒组成和物理力学性质（参考附录 H）。

6.3.2 覆盖土层结构及其厚度与分布。

6.3.3 覆盖层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。

6.3.4 浅埋藏型岩溶区非可溶岩地层岩性、厚度和物理力学性质。

6.4 岩溶地面塌陷诱发因素调查

6.4.1 岩溶地面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。

6.4.2 诱发岩溶地面塌陷的自然因素调查，包括：气象因素（旱涝交替、极端暴雨）和地震活动情况等。

6.4.3 诱发岩溶塌陷的人为因素调查，包括：地下水开采、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。

6.4.3.1 地下水开采井井深、结构、开采量、开采层位、抽水时长及水位变化等。

6.4.3.2 矿山疏干排水的时间和排水强度，矿区地下水降落漏斗形成与变化情况等。

6.4.3.3 可能对岩溶地下水造成强烈影响的地下工程、基础工程施工情况及水库、水渠等水利工程运行情况，隧道及矿坑突水、突泥事件发生情况。

6.4.3.4 人类工程活动导致地表、地下径流改变的情况，路基挖断截断原径流途径致迎水一侧积水下渗增强、地下采掘或工程开挖排水导致地下水径流场急剧变化等。

7 调查技术方法及要求

7.1 资料收集与整理

7.1.1 全面收集调查区已有成果资料及人类工程活动情况，进行系统分析整理，了解调查区的基础地质与岩溶地面塌陷情况，筛选、甄别钻孔资料。
7.1.2 收集调查区的社会经济现状、发展规划等资料。
7.1.3 收集最近一个水文年的逐日降雨量、调查区发生塌陷前后一个月的每小时降雨量，调查区主要地表水系（水体）水文观测资料。
7.1.4 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。
7.1.5 收集地形地貌、地层岩性、地质构造等区域地质调查成果资料，区域地质志和所在区《地层典》等。
7.1.6 收集矿山工程的性质、规模、矿界、开采方式资料，矿山勘查、开采现状、疏干排水、地下水观测及降落漏斗变化、矿山地质灾害发育等资料。
7.1.7 收集水文地质调查成果、水源地勘查成果、地下水开发历史与现状等资料。
7.1.8 收集控制性地质钻孔、工程地质钻孔、水文地质钻孔、供水井资料以及抽水试验、物探测井、地下水动态监测、地下水均衡试验、岩土工程勘察资料。
7.1.9 收集不同时期的航片与卫片及其解译成果。
7.1.10 收集电法、地震等物探方法所获得的相关地球物理参数及其解释成果资料。
7.1.11 收集以往地质灾害调查评价成果，调查区内已发生地面塌陷状况。
7.1.12 收集其他相关成果资料。

7.2 遥感解译

7.2.1 遥感影像解译主要获取调查区地貌形态、岩溶地面塌陷分布状况、人类工程活动特征。
7.2.2 遥感解译工作应先于岩溶地面塌陷地面调查，并贯穿于调查的全过程。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。
7.2.4 解译结果校验应与岩溶地面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。
7.2.5 遥感影像数据、空间分辨率不低于 2.5m，推荐使用高分辨率（SPOT-5、SPOT-6、IKONOS、QuickBird、国土资源二号、国产“高分一号”等）影像资料。
7.2.6 典型区岩溶地面塌陷和塌陷坑群调查，推荐使用无人机遥感数据资料作为遥感信息源，获取现状信息。
7.2.7 其他技术要求按照遥感解译有关技术规定执行。

7.3 地质测量

7.3.1 一般调查区和重点调查区宜采用 1:25000 或 1:50000 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高分辨率遥感图像作为野外工作底图。
7.3.2 在测量之前，应先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地面塌陷点、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一般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，均应以仪器（全站仪、RTK GPS 等）测量坐标；对于重点调查区、一般调查区中的重要地质现象，如岩溶地面塌陷点、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；一般观测点宜采用手持式 GPS 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 物探

7.4.1 根据调查区待查地下岩溶分布、发育程度、埋藏条件和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，物探一般在钻探之前进行，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 结合测区地形、地物条件、物性差异、噪音干扰等因素，因地制宜，合理选择综合物探方法。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 25m，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 野外作业中参数选择、检查点数量、观测精度、操作和记录要求应符合相关规程规范。

7.5 钻探

7.5.1 在充分利用已有钻探资料基础上，根据调查区覆盖层性质、结构、厚度和隐伏岩溶发育特征，以及岩土试验测试与监测以及工作精度要求等部署钻孔位置和钻探进尺，同时考虑井中物探、监测等需要，尽量做到一孔多用。

7.5.2 钻孔一般按勘探线布置，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）。岩溶地面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，孔深一般应揭露岩溶发育带或主要含水层（组），最大深度不宜超过 200m。

7.5.4 工程地质钻探应重点部署在岩溶地面塌陷发育区，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 $5km^2$ 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，且上述孔深不能满足时，钻孔应加深进入洞底完整基岩不小于 2m。

7.5.7 为充分获取浅部第四系土层类型、结构、厚度等参数，可使用背负式钻机、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 在土层中应干钻，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。粘性土和完整岩石岩芯采取率不低于 80％，砂土岩芯采取率不低于 60％，软土、碎石土、溶洞充填物和破碎带岩芯采取率不低于 50％；无芯间隔不得超过 2m，其中粘性土不得超过 1m。

7.5.10 回次进尺应依据岩土地层情况确定：在粘性土层不宜大于 2.0m，在粉土、砂土地层不宜超过 1.0m，在第四系底部土层等重点勘查部位不宜超过 0.5m；在岩层中钻进回次进尺不宜超过岩芯管长度。

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 钻孔竣工后，须及时提交相关资料，包括钻孔施工设计书、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。

7.5.13 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。

7.5.14 岩芯保管应按地质调查项目实物资料相关规定执行。

7.6 山地工程

7.6.1 山地工程以槽探、浅井为主。

7.6.2 对典型岩溶地面塌陷点或岩溶地面塌陷隐患点，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 槽探、浅井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 对槽探、浅井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（1:20～1:100）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，一般结合钻探进行，每一主要土层原位测试数据不应少于 6 组。

7.7.2 示踪试验

为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，可根据需要布置示踪试验，常用方法有化学示踪法、染色示踪法、同位素示踪法等，具体要求参考有关规定，试验前宜做好单项组织设计。

7.7.3 抽水、注水试验

为查明含水层的渗透性和富水性，取得有关的水文地质参数，根据需要进行抽水试验，不具备抽水试验条件时，可进行注水试验，具体要求参考《水利水电工程钻孔抽水试验规程》和《水利水电工程注水试验规程》相关规定。

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，降低诱发岩溶地面塌陷的风险。

7.7.4 室内试验

7.7.4.1 土工试验

a）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；

b）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，参数按《土工试验方法标准》相关要求进行。

7.7.4.2 渗透变形试验

a）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地面塌陷发育判据；

b）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。

c）渗透变形实验参照《粗颗粒土的渗透及渗透变形试验》执行。

7.7.4.3 岩石试验

a）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；

b）碳酸盐岩等可溶岩应作化学分析，测定 CaO、MgO、SiO_2 和 R_2O_3 等含量，必要时进行比溶解度、比溶蚀度试验。

c）常规物理力学性质按《工程岩体试验方法标准》相关要求执行。

7.7.4.4 水化学分析

a）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。

b）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；

c）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 岩溶地面塌陷动力条件监测

7.8.1 调查期间，应对导致岩溶地面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地面塌陷发育区、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 岩溶地面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 监测内容包括气温、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 岩溶地面塌陷评价

8.1 基本要求

8.1.1 岩溶地面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 岩溶地面塌陷评价应在对调查区已发生岩溶地面塌陷的类型、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 岩溶地面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（≥1：5,000）、大比例尺（≥1：10,000）、中比例尺（1：25,000～1：50,000）和小比例尺（≤1：100,000）4 种类型。重点调查区一般按大比例尺进行。岩溶地面塌陷部署单元（联测图幅）或以行政区为单元的评价一般按中比例尺或小比例尺进行。

8.1.4 岩溶地面塌陷评价应采用 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。

8.2 岩溶地面塌陷评价与区划

8.2.1 岩溶地面塌陷易发性评价

8.2.1.1 定性与定量相结合，开展岩溶地面塌陷易发性区划。

8.2.1.2 分析岩溶地面塌陷的形态特征和分布特征，确定岩溶地面塌陷的发育阶段；评价岩溶地面塌陷的强度、发育速度及频度。

8.2.1.3 确定岩溶地面塌陷的形成条件及主要控制因素，评价岩溶地面塌陷的诱发因素及其动态变化特征，以及它们与岩溶地面塌陷之间的关系。

8.2.1.4 分析岩溶水系统的组成和分布特征，补给、径流、排泄水动力条件和水位、流量的动态变化特征。

8.2.1.5 从影响岩溶地面塌陷的“岩-土-水”相互作用分析，确定单因素对易发性的影响程度（表 4）。

8.2.1.6 根据基岩岩溶发育程度和覆盖层特性，综合评估地质结构对岩溶地面塌陷易发性的影响程度（表 5）。

8.2.1.7 根据地质结构和地下水对易发性的影响程度、现有塌陷坑（土洞）密度，进行岩溶地面塌陷易发性定性评价（表 6）；岩溶地面塌陷易发性分为高易发、中易发、低易发三个等级。

8.2.1.8 进行岩溶地面塌陷易发性区划，编制岩溶地面塌陷易发性分区图。

表 4 岩溶地面塌陷主要影响因素一览表

评估指标		对岩溶地面塌陷的影响			说明
大类	细类	强	中	弱	
基岩	岩溶发育程度	发育	中等	不发育	参见附录 F
土层	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	
地下水	变化幅度（m/a）	≥10	5～10	<5	
	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	
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。

表 5 地质结构对易发性的影响

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		
		强	中	弱	强	中	弱
基岩岩溶影响程度	强	强	强	强	强	中	中
	中	强	中	中	中	弱	弱
	弱	中	中	弱	弱	弱	弱

表 6 岩溶地面塌陷易发性评价表

评价指标		地下水影响		
		强	中	弱
地质结构影响	强	高	高	中
	中	高	中	中
	弱	中	中	低
塌陷坑（土洞）密度（个/10km^2）	≥10	高		
	2～10	中		
	<2	低		
注：采用就高原则				

8.2.2 **典型岩溶洞穴稳定性评价**

8.2.2.1 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。

8.2.2.2 岩溶土洞稳定性评价采用定性-半定量方法进行。

8.2.2.3 当土洞位于地下水位以下时，处于不稳定状态。

8.2.2.4 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。

8.2.2.5 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。

8.2.3 岩溶地面塌陷灾害风险评价

8.2.3.1 针对岩溶塌陷高易发区中的重要场址，可探索开展岩溶地面塌陷危险性评价、社会经济易损性评价和岩溶地面塌陷风险评价工作。

8.2.3.2 岩溶地面塌陷危险性评价：综合考虑影响岩溶地面塌陷的地质因素（表 4）、结合不同土体发生渗透变形的临界水力坡度、地下水监测结果、人类工程活动因素和岩溶地面塌陷现状，采取综合指数法、模糊数学综合评判法、层次分析法、神经网络法、信息量法等方法，评估岩溶地面塌陷危险性，危险性等级分为高、中、低三级。

8.2.3.3 社会经济易损性评价：从社会经济条件和受灾体直接条件两方面评估岩溶地面塌陷的社会经济易损性。社会经济条件包括人口分布、城镇分布、土地资源分布、水资源分布、交通设施分布、大型企业分布、产值分布等；受灾体条件包括受灾体类型、数量、价值、遭受岩溶地面塌陷灾害时的损毁程度和价值损失率。

8.2.3.4 岩溶地面塌陷风险评价：综合岩溶地面塌陷危险性、社会经济易损性的评价结果，评估岩溶地面塌陷的风险，编制风险区划图。风险等级分为高、中、低三级。

9 数据库建设

9.1 岩溶地面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 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。

9.3 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。数字化基础地理底图应采用国家基础地理信息中心建设的1:50000 地理底图综合空间数据库数据，视调查区情况补充或取舍相关资料。

9.4 空间图层数据格式应符合地调局要求，野外调查数据采用统一的岩溶地面塌陷调查数据录入信息系统按规定格式入库。

9.5 岩溶地面塌陷数据库建设的具体实施应参照《岩溶地面塌陷调查信息化技术工作指南》及有关数据库标准和信息化建设规范技术要求执行。

10 资料整理与成果编制

10.1 资料整理

10.1.1 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。

10.1.2 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。

10.2 图件编制

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 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，参见表 8。

10.2.1.2 按标准图幅必编的图件为实际材料图、综合水文地质图、第四系土层结构及等厚度图、岩溶地面塌陷分布图、岩溶地面塌陷易发性分区图、岩溶发育程度分区图等，其他图件为选编图件，可根据调查区实际情况编制，形成标准图幅图系，图件比例尺为 1:50000。针对标准图幅图系应编写一份图件说明书。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，直接利用原有成果作为岩溶地面塌陷调查成果图系的组成部分。

10.2.1.3 按典型调查区必编的图件为岩溶地面塌陷分布图、岩溶地面塌陷风险评价图，可根据调查区实际情况选择编制其他专题性图件，图件比例尺根据调查区的面积、出图图件大小确定，典型调查区图件与标准图幅图系集合成一套图系，并在标准图幅图系说明书中对典型调查区图件进行描述、说明。

10.2.1.4 按行政区、部署单元或地下水系统必编的图件为岩溶地面塌陷分布图、岩溶地面塌陷易发性分区图、岩溶地面塌陷防治区划图，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 1:250000。应采用浅显、易懂的文字单独编写图件说明书。

10.2.1.5 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。

10.2.1.6 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。

10.2.1.7 常用图例参照 GB12328-1990。

表 8 岩溶地面塌陷调查图件一览表

图件类别	序号	图件名称	必编	选编
标准图件	1	实际材料图	√	

	2	综合水文地质图	√	
	3	第四系土层结构及等厚度图	√	
	4	岩溶地面塌陷分布图（岩溶发育程度分区作为背景）	√	
	5	岩溶地面塌陷易发性分区图	√	
	6	其他图件		√
典型区图件	7	岩溶地面塌陷分布图	√	
	8	岩溶地面塌陷风险评价图	√	
	9	其他专题性图件		√
水文地质单元或行政区域综合评价图件	10	岩溶地面塌陷分布图	√	
	11	岩溶地面塌陷易发性分区图	√	
	12	岩溶地面塌陷防治区划图	√	
	13	其他专题性图件		√

注：图件比例尺以正文描述为准。

10.2.2 图件内容

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。基本内容为地下水介质岩性，埋藏条件，水文地质参数（单位涌水量 q、水位降深 s、渗透系数 K），地下水系统边界条件，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、渗透系数分区图、地下水埋深等值线图。

c）第四系土层结构及等厚度图

主要反映第四系土层的岩性、成因类型、分布范围、土层结构及厚度。基本内容包括：简化的地形等高线、高程控制点，地表水系，第四系土层成因类型，第四系各统界线，钻孔编号、类型（水文地质孔、工程地质孔、地质孔）、孔口标高、揭穿的第四系土层厚度，第四系土层结构分区（普染色表示基岩出露区，单层、双层及多层第四系土层），第四系土层厚度等厚线。

镶图：综合地质柱状图、地质剖面图。

镶表：第四系土层结构分区说明表，包括土层结构类型、分布范围、面积、工程地质特征等。

d）岩溶发育程度分区图

主要反映可溶岩的分布范围、埋藏类型及岩溶发育程度。基本内容包括：基岩地层界线，基岩顶板高程等值线，地质构造迹线，堆积阶地、落水洞、岩溶洼地等地貌点及界线，可溶岩类型（裸露型、浅覆盖型、厚覆盖型及埋藏型）分区，岩溶发育程度分区。

镶表包括：可溶岩类型分区说明表，包括岩溶类型、分布范围、面积、岩性组合、沉积组合类型、上覆地层岩性特征及厚度等；岩溶发育程度分区说明表，包括分区代号及名称、分布位置、面积、岩溶特征（岩溶率、钻孔遇洞率、岩性组合类型）等。

e）岩溶地面塌陷分布图

主要反映调查区岩溶地面塌陷的分布和规模等。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，岩溶地面塌陷坑、塌陷坑群的分布及规模。

镶图：重要塌陷区地层结构柱状图。

镶表：岩溶地面塌陷统计表，主要包括岩溶地面塌陷的编号、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。

f）岩溶地面塌陷易发性分区图

主要反映调查区岩溶地面塌陷主要影响因素和易发性，用普染色表示不同的岩溶地面塌陷易发性分级，并用代号加以标示。标注岩溶地面塌陷坑、塌陷坑群的分布及规模。

镶表：岩溶地面塌陷易发性分区说明表，包括易发性分区名称及代号、范围、面积、地质条件及岩溶地面塌陷发育特征和影响因素等。

g）岩溶地面塌陷风险评价图

主要反映调查区岩溶地面塌陷风险分区。基本内容包括岩溶地面塌陷风险区分级及标示代号，岩溶地面塌陷坑、塌陷坑群的分布及规模。

镶表：岩溶地面塌陷风险分区说明表，包括风险分区名称及代号、范围、面积、风险分区说明等。

h）岩溶地面塌陷防治区划图

主要反映岩溶地面塌陷监测和其他防治措施的工作部署等。基本内容包括：岩溶地面塌陷防治分区（普染色及代号表示），岩溶地面塌陷坑、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：岩溶地面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。

10.3 报告编写

10.3.1 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。

10.3.2 应对调查区岩溶地面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。

10.3.3 单幅图调查完成后，应编制相关图件及说明书。

10.3.4 整个岩溶单元所有图幅调查完成后，应编制综合成果报告。

10.3.5 单幅图说明书编写提纲及综合报告编写提纲参见附录 L。

10.4 提交的成果

10.4.1 按图幅提交的成果

10.4.1.1 报告

XXX（图幅名称）1:50000岩溶地面塌陷调查说明书

10.4.1.2 图件

a）实际材料图

b）综合水文地质图

c）第四系土层结构及厚度分区图

d）岩溶地面塌陷分布图

e）岩溶地面塌陷易发性分区图，

f）岩溶发育程度分区图

g）典型调查区岩溶地面塌陷分布图

h）典型调查区岩溶地面塌陷风险评价图

i) 其他图件可以调查区实际情况有针对性提交

10.4.2 按水文地质单元或行政区提交的综合成果

10.4.2.1 报告

XXX地区岩溶地面塌陷调查综合评价报告

10.4.2.2 图件

a）岩溶地面塌陷分布图

b）岩溶地面塌陷易发性分区图

c）岩溶地面塌陷防治区划图

10.4.3 数据库

XXX（图幅名称）1:50000岩溶地面塌陷调查空间数据库

11 质量检查与成果验收

11.1 质量检查

11.1.1 检查项目工作部署是否按设计书要求进行。

11.1.2 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。

11.1.3 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。

11.1.4 核查质量检查记录，包括自检、互检、抽检、年度原始资料检查记录小结。

11.2 野外验收

11.2.1 野外验收的依据

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、有关技术要求。

11.2.2 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）进行了必要的综合整理，编写了项目野外工作总结；

e）承担单位初步验收及验收意见。

11.2.3 野外验收应提供的资料

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。

11.2.4 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。

11.2.5 被验收单位收到野外验收意见书和组织验收单位意见后，应按意见的要求完善各项工作；需补充野外工作的，应及时补充和完善野外工作；并向组织验收单位提交补充工作总结，经组织验收单位审核认可后，方可转入最终成果报告的编写。

11.3 成果审查验收

11.3.1 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。

11.3.2 报告评审依据项目任务书、设计书、设计审查意见书、野外验收意见书及有关标准和要求进行。

11.3.3 成果验收内容包括：

a）报告的完整性、合理性、可靠性和实用性。

b）各项实际资料的综合整理与利用程度。

c）各项工作成果是否符合设计及本规范的规定。

d）报告、图件与实际资料是否相符。

e）各种图件的内容、要素是否准确齐全。

f）信息系统建设是否达到预定的技术指标，各项数据是否齐全完整。

g）调查成果是否取得了预期的社会、环境和经济效益。

11.3.4 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。

11.3.5 项目承担单位应根据评审意见书进行认真修改，按时将最终报告报送审查单位认定。

11.3.6 其他按《中国地质调查局地质调查制度》（2012 年 5 月发行）执行。

附录 A　岩溶地面塌陷调查记录表

（规范性附录）

表 A.1 岩溶地面塌陷野外调查记录卡片
表 A.2 地貌点野外调查记录卡片
表 A.3 岩溶形态点野外调查记录卡片
表 A.4 土层点野外调查记录卡片
表 A.5 水点野外调查记录卡片
表 A.6 地层岩性点野外调查记录卡片
表 A.7 机（民）井野外调查记录卡片
表 A.8 工程施工点野外调查记录卡片
表 A.9 岩溶地裂缝野外调查记录卡片
表 A.10 钻孔收集资料整理卡片
表 A.11 路线小结记录表
表 A.12 野外工作阶段总结表

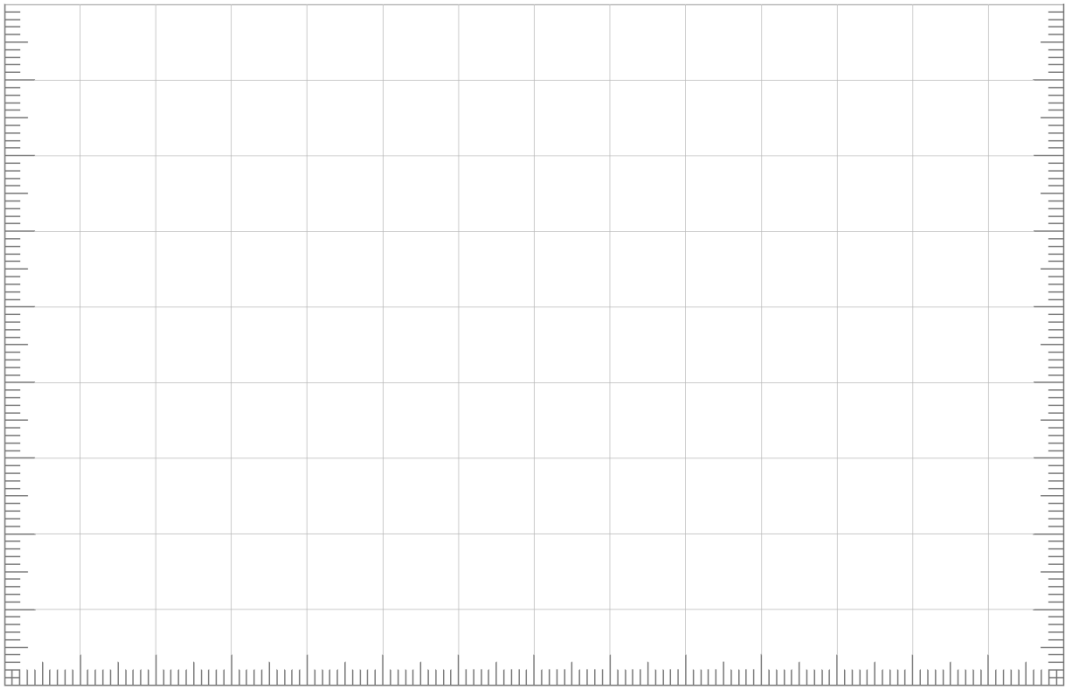
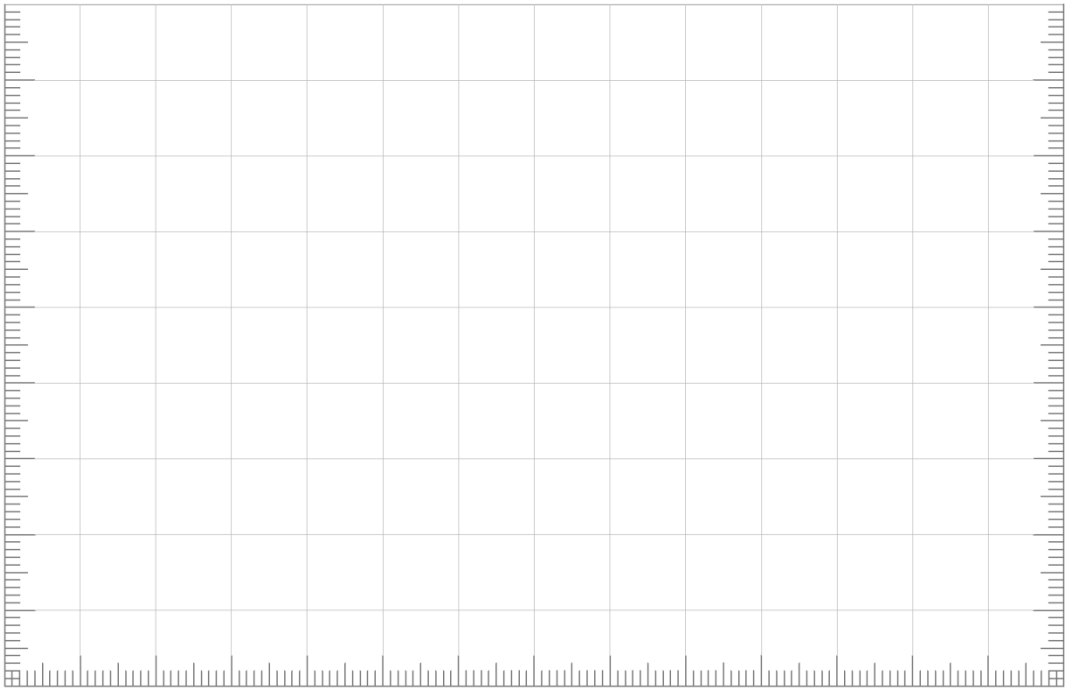
岩溶地面塌陷调查

表 A.1 岩溶地面塌陷野外调查记录卡片

<table>
<tr><td>统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>小区/单位名称</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="6">省　　县　　乡（镇）　　村　　（自然村）　　（方位）　　m</td></tr>
<tr><td>图幅名称</td><td></td><td>比例尺</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="2">E:　　N:</td></tr>
<tr><td>图幅编号</td><td></td><td>坐标</td><td colspan="3">X:　　Y:　　Z:</td></tr>
<tr><td>塌陷时间</td><td colspan="6">年　　月　　日　　时　　分</td></tr>
<tr><td rowspan="5">塌陷坑信息</td><td>塌陷坑信息来源</td><td colspan="3">□实测 □估计 □访问</td><td>长轴长度（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>塌陷坑平面形态</td><td colspan="3">□圆形 □椭圆形 □不规则</td><td>长轴方向（°）</td><td></td></tr>
<tr><td>塌陷坑剖面形态</td><td colspan="3">□坛状 □碟状 □圆柱状 □锥状</td><td>短轴宽度（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>下伏基岩是否可见</td><td>□是 □否</td><td>深度（m）</td><td></td><td>水位埋深（m）</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">有无洞穴存在（□土洞 □溶洞 □溶沟溶槽 □无 □未知）</td></tr>
<tr><td>诱发因素</td><td colspan="6">□钻探 □道路施工 □抽水 □暴雨 □新建筑 □爆破 □地面堆载
□矿山抽排水 □废液 □水库蓄水 □管道渗漏 □地震 □未知 □其他_____</td></tr>
<tr><td>塌陷前兆</td><td colspan="6">□井水混浊 □地表水注入 □喷水冒沙 □地面裂缝 □地面沉降
□地下水位急剧变化 □其他_____</td></tr>
<tr><td rowspan="8">地质背景</td><td>地貌类型</td><td colspan="5">□峰林平原 □峰丛谷地 □洼地 □丘陵 □阶地 □其他_____</td></tr>
<tr><td>土地利用类型</td><td colspan="5">□人口高密度的市区 □人口低密度的郊区 □工业区
□铁路 □公路 □水田 □旱地 □林地 □水体 □其他_____</td></tr>
<tr><td>土层成因类型</td><td colspan="5">□坡残积 □冲积 □洪积 □冲洪积 □湖积 □其他_____</td></tr>
<tr><td>土体类型</td><td colspan="5">□碎石土 □砂土 □粉土 □粘性土 □其他_____</td></tr>
<tr><td>土层结构</td><td colspan="5">□单层结构 □双层结构 □多层结构</td></tr>
<tr><td>土层厚度（m）</td><td></td><td>基岩层位</td><td></td><td>基岩岩性</td><td></td></tr>
<tr><td>附近最近出现的塌坑或湖</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>地质资料来源</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">所属塌陷群（事件）信息</td><td>塌陷事件名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>塌陷坑个数</td><td></td><td>影响面积（km^2）</td><td></td><td>规模分级</td><td>□大型 □中型 □小型</td></tr>
<tr><td>死亡人数（人）</td><td></td><td>受威胁人数</td><td></td><td>直接损失（万元）</td><td></td></tr>
<tr><td>灾情分级</td><td colspan="5">□一般 □较大 □重大 □特大</td></tr>
<tr><td>危害程度分级</td><td colspan="5">□一般 □较大 □重大 □特大</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">灾害状况</td><td>是否成为污染地下水的途径</td><td colspan="5">□是□否</td></tr>
<tr><td>处理措施</td><td colspan="5">□回填 □灌注泥浆 □混凝土盖板 □未处理</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="6">统一编号由录入系统自动生成，野外编号原则：TX-图幅名拼音缩写（XX）-序号（001 开始）
描述内容包括塌陷产生的地质条件、诱发因素、变化趋势、防治建议等，也可以采用记录本记录。</td></tr>
</table>

调查人：　　记录人：　　审核人：

调查单位：　　填表日期：　　年　　月　　日

平面示意图	 图例 1 2 3 4 5 6 7 8
剖面示意图	 图例 1 2 3 4 5 6 7 8
照片	

岩溶地面塌陷调查

表 A.2 地貌点野外调查记录卡片

<table>
<tr><td colspan="2">统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>类型</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">位置</td><td colspan="5">省 县 乡（镇） 村 （自然村） （方位） m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">图幅</td><td>名称</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="3">E: N:</td></tr>
<tr><td>编号</td><td></td><td>坐标</td><td colspan="3">X: Y: Z:</td></tr>
<tr><td>比例尺</td><td></td><td>地层代号</td><td></td><td>地层产状</td><td></td></tr>
<tr><td>地貌类型</td><td colspan="6">☐峰丛洼地 ☐峰林/孤峰平原 ☐岩溶丘陵 ☐岩溶盆地 ☐岩溶谷地 ☐岩溶槽谷
☐中低山 ☐洪积扇 ☐坡积裙 ☐山前平原 ☐冲积平原 ☐河漫滩 ☐阶地
☐其他_____</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="6">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</td></tr>
</table>

调查人： 记录人： 审核人：

调查单位： 填表日期： 年 月 日

平面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
剖面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
照片	

岩溶地面塌陷调查

表 A.3 岩溶形态点野外调查记录卡片

<table>
<tr><td colspan="2">统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>类型</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">位置</td><td colspan="5">省　　县　　乡（镇）　　村　　（自然村）　　（方位）　　m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">图幅</td><td>名称</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="3">E:　　N:</td></tr>
<tr><td>编号</td><td></td><td>坐标</td><td colspan="3">X:　　Y:　　Z:</td></tr>
<tr><td>比例尺</td><td></td><td>地层代号</td><td></td><td>地层产状</td><td></td></tr>
<tr><td>岩溶个体形态</td><td colspan="6">☐溶孔 ☐溶痕 ☐溶沟 ☐溶槽 ☐落水洞 ☐竖井 ☐漏斗 ☐消溢水洞
☐盲谷 ☐干谷 ☐溶洞 ☐溶蚀裂隙 ☐石芽 ☐其他 _____</td></tr>
<tr><td>地貌类型</td><td colspan="6">☐峰丛洼地 ☐峰林/孤峰平原 ☐岩溶丘陵 ☐岩溶盆地 ☐岩溶谷地
☐岩溶槽谷 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>地貌组合类型</td><td colspan="6">☐峰丛－洼地 ☐峰丛－谷地 ☐峰林－谷地 ☐峰林－平原 ☐孤峰－平原
☐溶丘－平原 ☐溶丘－谷地 ☐溶丘－洼地 ☐常态山－干谷 ☐角峰－干谷
☐其他_____</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="6">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</td></tr>
</table>

调查人：　　记录人：　　审核人：

调查单位：　　填表日期：　　年　　月　　日

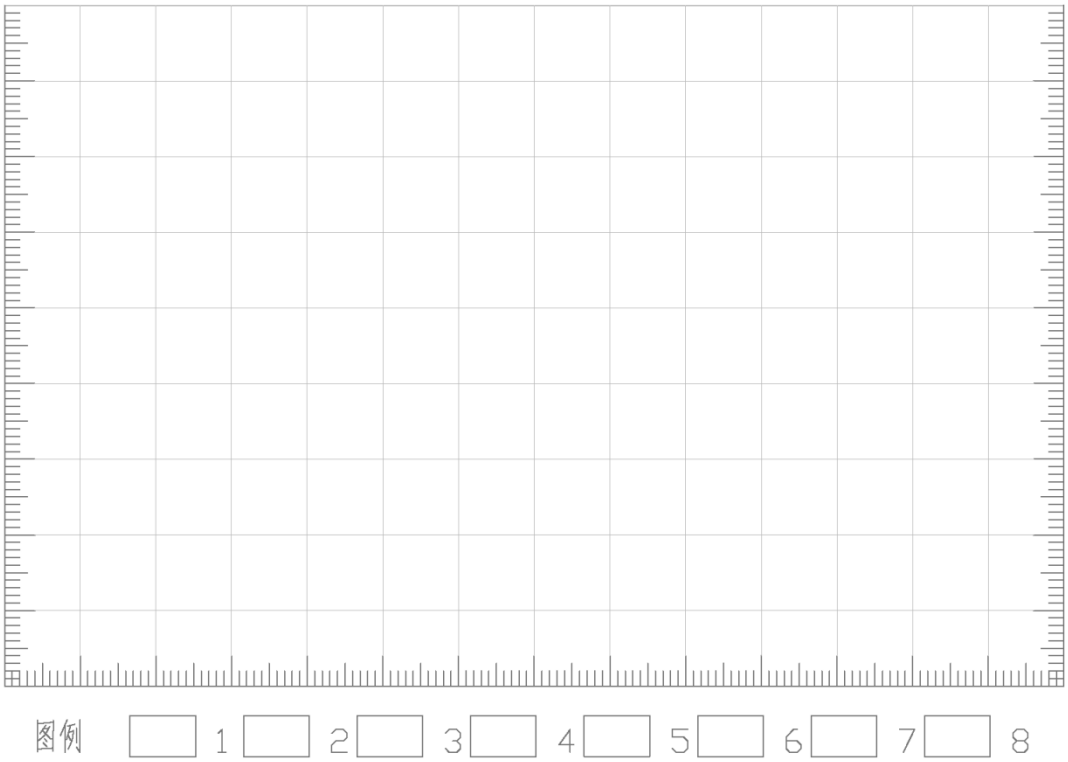
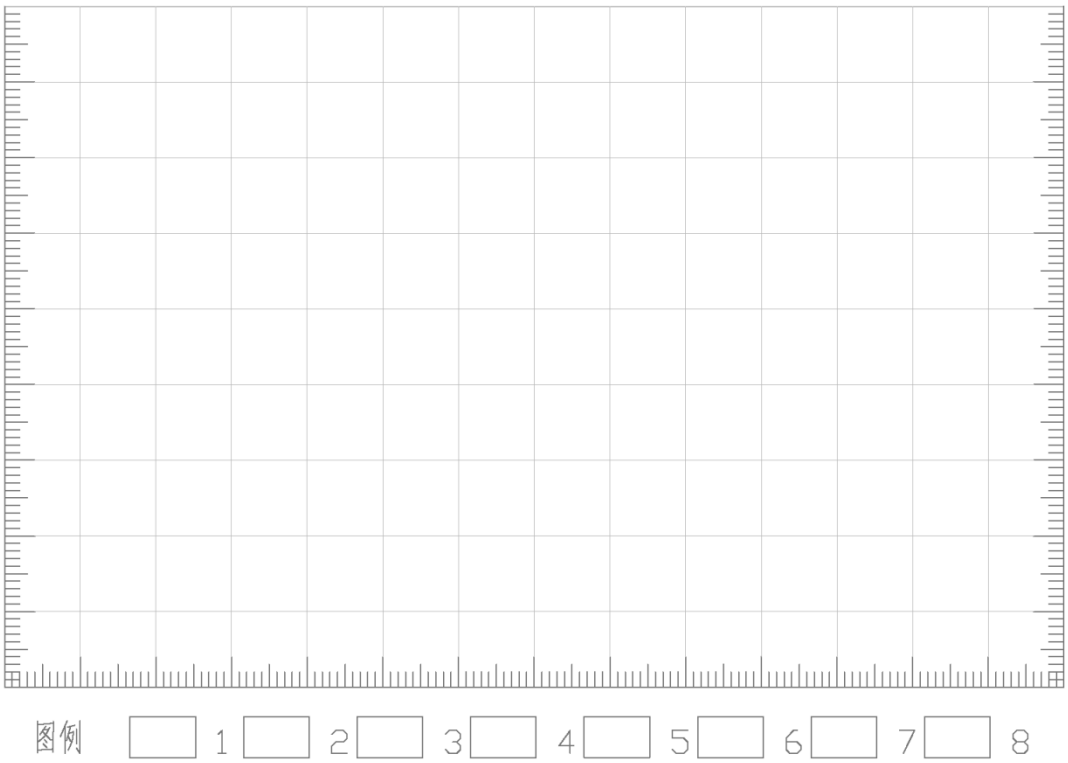
平面示意图	 图例 1 2 3 4 5 6 7 8
剖面示意图	 图例 1 2 3 4 5 6 7 8
照片	

表 A.4 土层点野外调查记录卡片

<table>
<tr><td colspan="2">统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>类型</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">位置</td><td colspan="5">省　　县　　乡（镇）　　村　　（自然村）　　（方位）　　m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">图幅</td><td>名称</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="3">E:　　N:</td></tr>
<tr><td>编号</td><td></td><td>坐标</td><td colspan="3">X:　　Y:　　Z:</td></tr>
<tr><td>比例尺</td><td></td><td>基岩层位</td><td></td><td>基岩岩性</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">岩性描述</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">底部土层岩性</td><td colspan="5">碎石土：☐漂石（块石）　☐卵石（碎石）　☐圆砾（角砾）
砂　土：☐砾砂　☐粗砂　☐中砂　☐细砂　☐粉砂
粉　土：☐砂质粉土　☐粘质粉土
粘性土：☐粉质粘土　☐粘土　☐含碎石粘土　☐含砂砾粘土</td></tr>
<tr><td colspan="2">土层结构</td><td colspan="5">☐单层结构　☐双层结构　☐多层结构</td></tr>
<tr><td colspan="2">土层厚度</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">备注</td><td colspan="5">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</td></tr>
</table>

调查人：　　记录人：　　审核人：

调查单位：　　填表日期：　　年　　月　　日

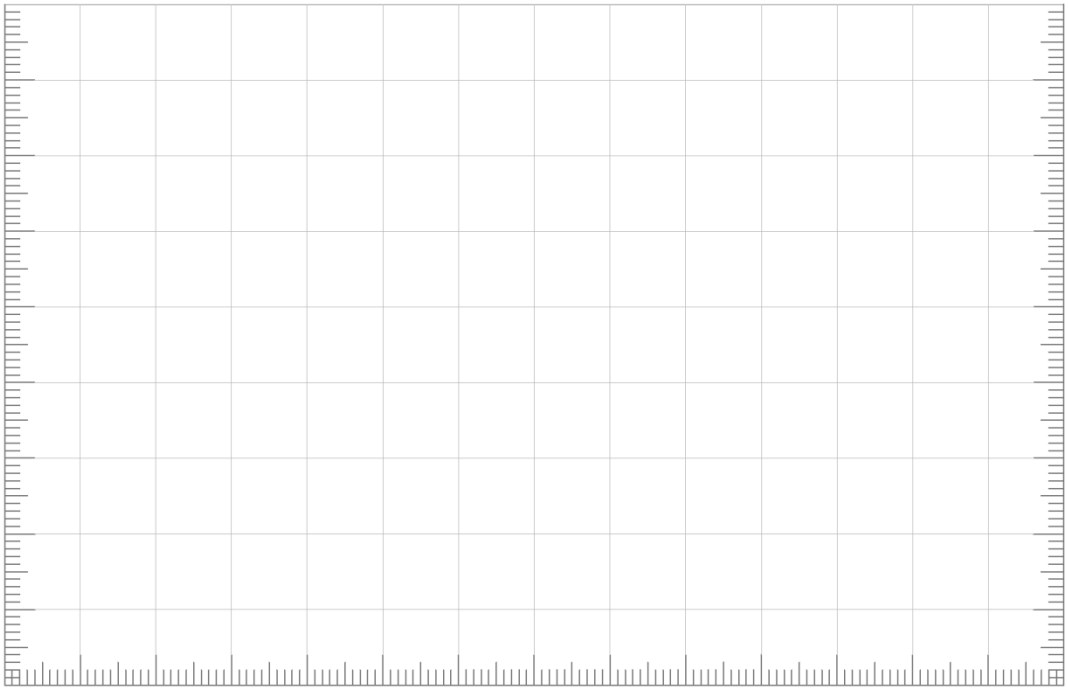
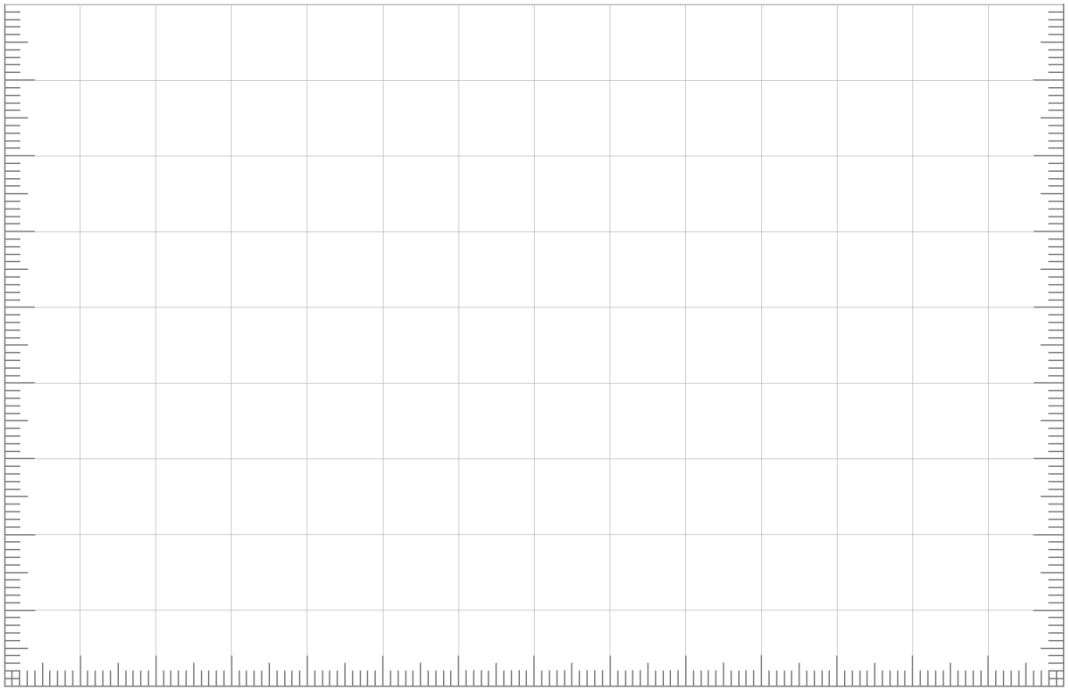
平面示意图	 图例 1 2 3 4 5 6 7 8
剖面示意图	 图例 1 2 3 4 5 6 7 8
照片	

表 A.5 水点野外调查记录卡片

<table>
<tr><td>统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>名称</td><td></td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="5">省 县 乡（镇） 村 （自然村） （方位） m</td></tr>
<tr><td>图幅名称</td><td></td><td>比例尺</td><td></td><td>经纬度</td><td>E: N:</td></tr>
<tr><td>图幅编号</td><td></td><td>坐标</td><td colspan="3">X: Y: Z:</td></tr>
<tr><td>类型</td><td colspan="5">☐泉点 ☐地下河出口 ☐溶潭 ☐地表水体 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>地貌位置</td><td colspan="5">☐峰丛洼地 ☐峰林/孤峰平原 ☐岩溶丘陵 ☐岩溶盆地 ☐岩溶谷地 ☐岩溶槽谷
☐中低山 ☐洪积扇 ☐坡积裙 ☐山前平原 ☐冲积平原 ☐河漫滩 ☐阶地
☐其他_____</td></tr>
<tr><td rowspan="4">特性</td><td>气温℃</td><td></td><td>水温℃</td><td></td><td>浑浊度</td><td></td></tr>
<tr><td>pH</td><td></td><td>电导率 μs/cm</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>水位埋深（m）</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">水位变化幅度（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>流量（l/s）</td><td colspan="2"></td><td>测流方法</td><td colspan="2">☐估计 ☐仪器</td></tr>
<tr><td>取样编号</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="5">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</td></tr>
</table>

调查人： 记录人： 审核人：

调查单位： 填表日期： 年 月 日

平面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
剖面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
照片	

表 A.6 地层岩性点野外调查记录卡片

<table>
<tr><td colspan="2">统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>类型</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">位置</td><td colspan="6">省　　县　　乡（镇）　　村　　（自然村）　　（方位）　　m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">图幅</td><td>名称</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="4">E:　　N:</td></tr>
<tr><td>编号</td><td></td><td>坐标</td><td colspan="4">X:　　Y:　　Z:</td></tr>
<tr><td>比例尺</td><td></td><td>地层代号</td><td></td><td>地层产状</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>岩性</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>岩性组合类型</td><td colspan="7">纯碳酸盐岩类
☐灰岩 ☐白云质灰岩 ☐灰质白云岩 ☐白云岩
不纯碳酸盐岩类
☐泥质灰岩 ☐泥质白云岩 ☐硅质灰岩 ☐硅质白云岩
☐灰质泥岩 ☐白云质泥岩 ☐灰质砾岩 ☐钙质砾岩 ☐其他_____
非碳酸盐岩
☐火山岩 ☐碎屑岩</td></tr>
<tr><td>沉积组合类型</td><td colspan="7">☐块状：单层厚度大于 1.0m；
☐厚层：单层厚度 0.5～1.0m；
☐中厚层：单层厚度 0.1～0.5m；
☐薄层：单层厚度小于 0.1m。</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="7">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</td></tr>
</table>

调查人：　　记录人：　　审核人：

调查单位：　　填表日期：　　年　　月　　日

平面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
剖面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
照片	

表 A.7 机（民）井野外调查记录卡片

<table>
<tr><td>统一编号</td><td colspan="2"></td><td>野外编号</td><td></td><td>类型</td><td></td><td>名称</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="8">省　　县　　乡（镇）　　村　　（自然村）　　（方位）　　m</td></tr>
<tr><td>图幅名称</td><td colspan="2"></td><td>比例尺</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="3">E:　　N:</td></tr>
<tr><td>图幅编号</td><td colspan="2"></td><td>坐标</td><td colspan="5">X:　　Y:　　Z:</td></tr>
<tr><td>施工时间</td><td colspan="2"></td><td>施工单位</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>使用单位</td><td colspan="4"></td><td>用途</td><td colspan="3">☐生活 ☐工业生产 ☐农业灌溉
☐其他_____</td></tr>
<tr><td>开采层位</td><td colspan="8">☐第四系水 ☐岩溶水 ☐裂隙水</td></tr>
<tr><td>地层代号</td><td colspan="4"></td><td>地层岩性</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>井深（m）</td><td colspan="2"></td><td>土层厚度（m）</td><td></td><td colspan="2">土层结构</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">水位埋深（m）</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">水位年变幅（m）</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">开采方式</td><td colspan="2">☐连续 ☐断续</td><td colspan="2">开采量（m^3/h）</td><td></td><td colspan="2">日开采时间（h）</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">水的理化性质</td><td>气温℃</td><td></td><td>色</td><td></td><td>透明度</td><td></td><td>味</td><td></td></tr>
<tr><td>水温℃</td><td></td><td>pH</td><td></td><td colspan="2">电导率（μs/cm）</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">拟布监测点（个）</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">水样编号</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>备
注</td><td colspan="8">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</td></tr>
</table>

调查人：　　记录人：　　审核人：

调查单位：　　填表日期：　　年　　月　　日

平面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
剖面示意图	图例 1 2 3 4 5 6 7 8
照片	

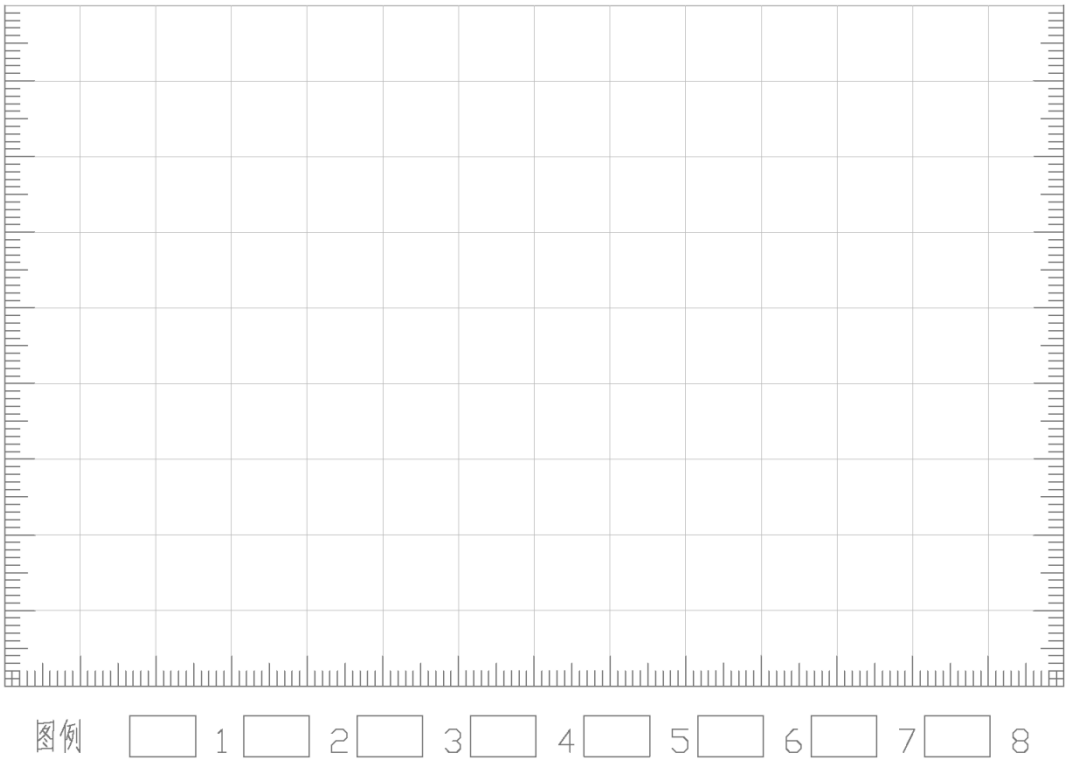
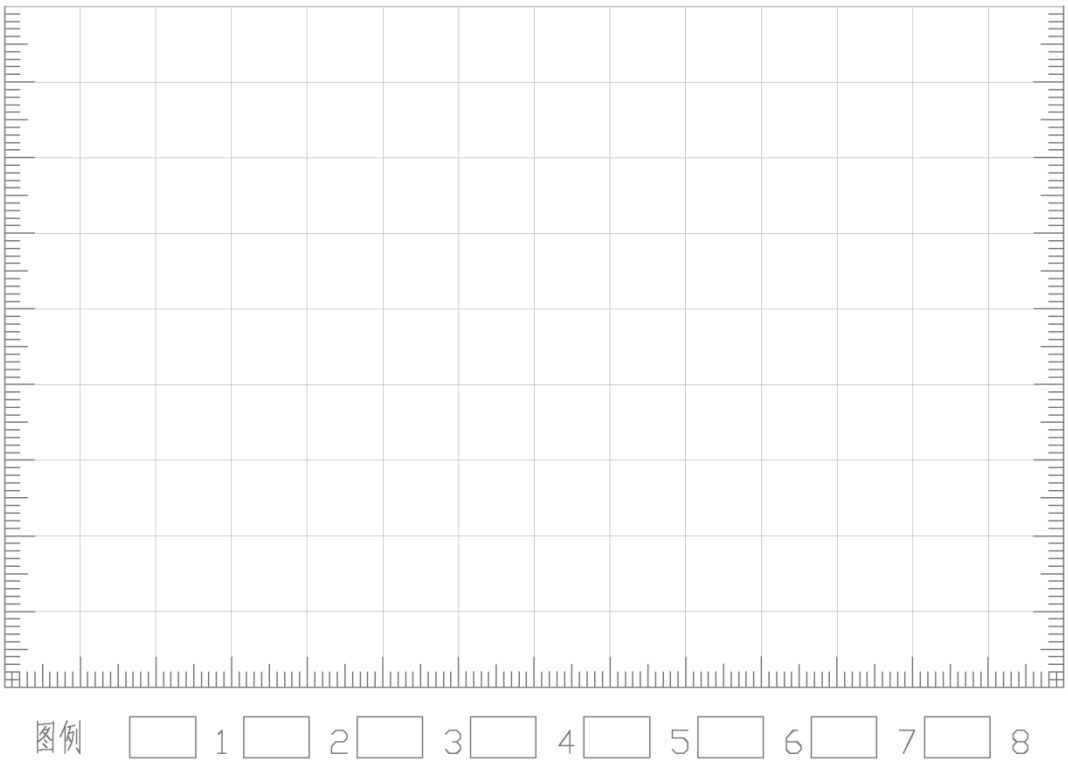
岩溶地面塌陷调查

表 A.8 工程施工点野外调查记录卡片

<table>
<tr><td>统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>类型</td><td></td><td>名称</td><td></td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="7">省 县 乡（镇） 村 （自然村） （方位） m</td></tr>
<tr><td>图幅名称</td><td></td><td>比例尺</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="3">E: N:</td></tr>
<tr><td>图幅编号</td><td colspan="2"></td><td>坐标</td><td colspan="4">X: Y: Z:</td></tr>
<tr><td>工程名称</td><td colspan="5"></td><td colspan="2">场地面积（m^2）</td><td></td></tr>
<tr><td>施工单位</td><td colspan="5"></td><td colspan="2">施工时间（起止）</td><td></td></tr>
<tr><td>施工方式</td><td colspan="7">☐人工 ☐机械 ☐爆破 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>施工类型</td><td colspan="7">☐基坑开挖 ☐地下工程施工
☐挖孔桩 ☐冲孔桩 ☐旋挖钻 ☐静压
☐钻探施工 ☐灌浆施工 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td colspan="2">拟布监测点（个）</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>备
注</td><td colspan="7">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。</td></tr>
</table>

调查人： 记录人： 审核人：

调查单位： 填表日期： 年 月 日

平面示意图	
剖面示意图	
照片	

岩溶地面塌陷调查

表 A.9 岩溶地裂缝野外调查记录卡片

<table>
<tr><td>统一编号</td><td></td><td>野外编号</td><td></td><td>小区/单位名称</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="6">省　　县　　乡（镇）　　村　　（自然村）　　（方位）　　m</td></tr>
<tr><td>图幅名称</td><td></td><td>比例尺</td><td></td><td>经纬度</td><td colspan="2">E:　　N:</td></tr>
<tr><td>图幅编号</td><td></td><td>坐标</td><td colspan="3">X:　　Y:　　Z:</td></tr>
<tr><td>发生时间</td><td colspan="6">年月日时分</td></tr>
<tr><td rowspan="6">地裂缝信息</td><td>数据来源</td><td colspan="5">☐实测 ☐估计 ☐访问</td></tr>
<tr><td>平面展布形态</td><td colspan="5">☐弧形 ☐直线形 ☐折线形 ☐不规则形</td></tr>
<tr><td>长度（m）</td><td></td><td>宽度（m）</td><td></td><td>深度（m）</td><td></td></tr>
<tr><td>总体方向</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>塌陷（沉陷）</td><td colspan="5">☐有 ☐无</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>诱发因素</td><td colspan="6">☐钻探 ☐道路施工 ☐抽水 ☐暴雨 ☐新建筑 ☐爆破 ☐地面堆载
☐矿山排水 ☐废液 ☐水库蓄水 ☐管道渗漏 ☐地震 ☐未知 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>地裂缝前兆</td><td colspan="6">☐井水混浊 ☐地表水注入 ☐喷水冒沙 ☐地面裂缝 ☐其他</td></tr>
<tr><td rowspan="8">地质背景</td><td>地貌类型</td><td colspan="5">☐峰林平原 ☐峰丛谷地 ☐洼地 ☐丘陵 ☐阶地 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>土地利用类型</td><td colspan="5">☐人口高密度的市区 ☐人口低密度的郊区 ☐工业区
☐铁路 ☐公路 ☐水田 ☐旱地 ☐林地 ☐水体 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>土层成因类型</td><td colspan="5">☐坡残积 ☐冲积 ☐洪积 ☐冲洪积 ☐湖积 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>土体类型</td><td colspan="5">☐碎石土 ☐砂土 ☐粉土 ☐粘性土 ☐其他_____</td></tr>
<tr><td>土层结构</td><td colspan="5">☐单层结构 ☐双层结构 ☐多层结构</td></tr>
<tr><td>土层厚度 m</td><td></td><td>基岩层位</td><td></td><td>基岩岩性</td><td></td></tr>
<tr><td>附近最近出现的塌坑或湖</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>地质资料来源</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>灾情与危害</td><td>死亡人数（人）</td><td></td><td>受威胁人数（人）</td><td></td><td>直接损失（万元）</td><td></td></tr>
<tr><td>灾后状况</td><td>处理措施</td><td colspan="5">☐回填 ☐灌注泥浆 ☐混凝土盖板 ☐未处理</td></tr>
<tr><td>备注</td><td colspan="6">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）</td></tr>
</table>

调查人：　　记录人：　　审核人：

调查单位：　　填表日期：　　年　　月　　日

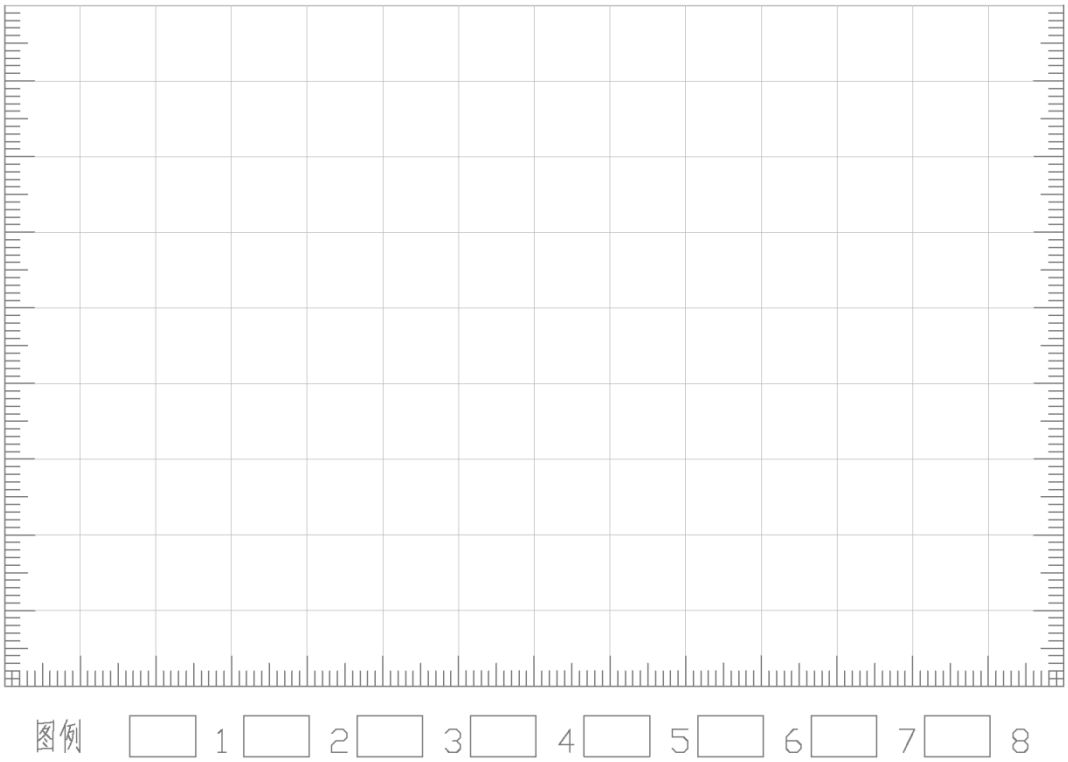
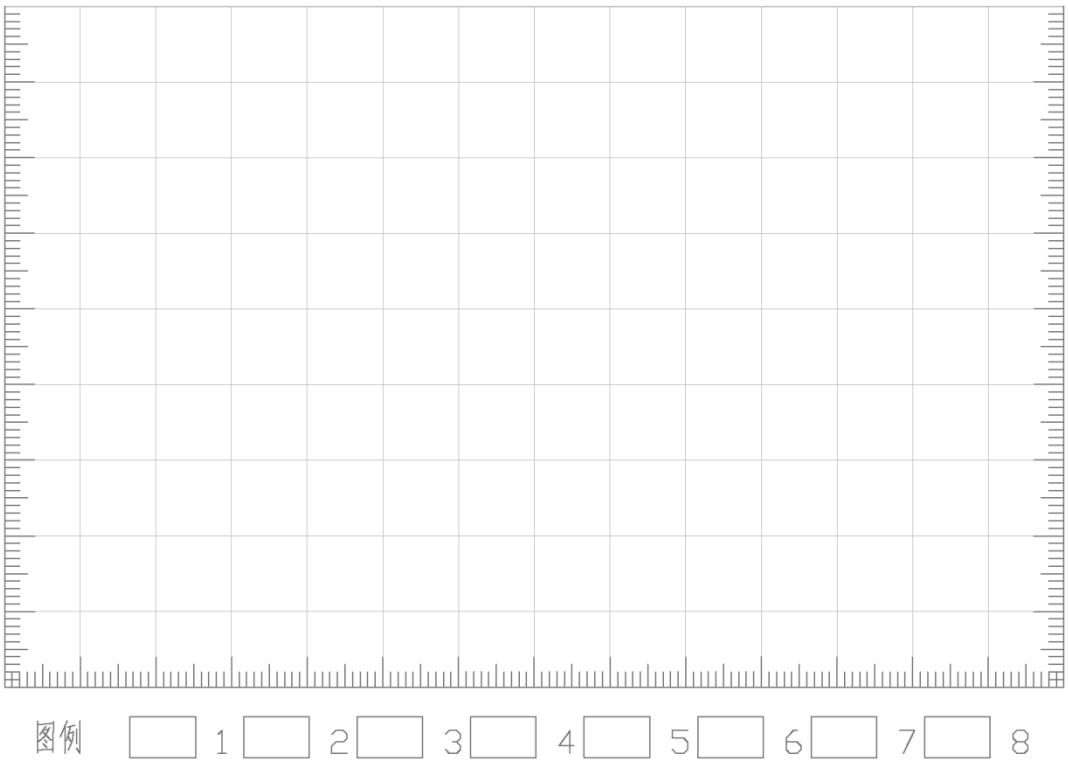
平面示意图	
剖面示意图	
照片	

表 A.10 钻孔收集资料整理卡片

<table>
<tr><td>统一编号</td><td colspan="2"></td><td>原编号</td><td></td><td>钻孔类型</td><td colspan="2">□水文孔 □工程孔
□地质孔</td></tr>
<tr><td>施工单位</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">施工日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="7">省 县 乡（镇） 村 （自然村） （方位） m</td></tr>
<tr><td>图 幅</td><td colspan="2"></td><td>比例尺</td><td></td><td>图幅编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>坐标</td><td colspan="7">X: Y: Z:</td></tr>
<tr><td>资料来源</td><td colspan="2">□施工 □收集</td><td>进尺（m）</td><td></td><td>水位埋深（m）</td><td>测定日期</td><td></td></tr>
<tr><td>土层结构</td><td colspan="2">□单层结构 □双层结构
□多层结构</td><td colspan="2">土层厚度（m）</td><td></td><td>基岩岩性</td><td>□可溶岩
□非可溶岩</td></tr>
<tr><td>岩溶</td><td colspan="7">□溶洞 □土洞</td></tr>
<tr><td rowspan="2">土层性质描述（由上至下）</td><td>类型</td><td>埋深（m）</td><td>厚度（m）</td><td rowspan="2">土洞特征</td><td>土洞位置</td><td>土洞高度（m）</td><td>土洞填充情况</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">岩层性质描述（由上至下）</td><td>类型</td><td>埋深（m）</td><td>厚度（m）</td><td rowspan="2">溶洞特征</td><td>溶洞位置</td><td>溶洞高度（m）</td><td>溶洞填充情况</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

	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：　　记录人：　　审核人：

调查单位：　　填表日期：　　年　　月　　日

表 A.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:
岩溶地面塌陷点共 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

岩溶地面塌陷调查

表 A.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: 岩溶地面塌陷点共 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 B　岩溶地面塌陷调查项目设计书编写提纲

（规范性附录）

第一章 前言

第一节 项目概况

主要包括任务来源、工作目的、任务的主要内容和成果提交时间等。

第二节 工作区自然概况

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、交通条件以及社会经济概况等。

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 以往地质工作程度

第一节 已往工作成果

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及其使用存在的问题，编制研究程度图。

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 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作出总体部署、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 工作量和工作进度

列出各项工作的工作量；说明年度工作安排，当年度的工作安排尽可能详细。

第五章 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。

第六章 工作方法及技术要求

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、数据库与信息系统建设、易发性区划与风险评估、图件编制说明以及综合研究。

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组人员组成及分工。

项目负责人概况：包括姓名、年龄、技术职称、专业及已取得主要成果等；

项目成员：姓名、年龄、技术职称、专业、项目中分工，附项目参加人员表；

协作单位分工及协作关系。

第九章 经费预算

按《中国地质调查局项目预算编制暂行办法》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

包括质量管理措施、技术保证措施和安全及劳动保护措施。

附（插）图

a. 水文地质草图；
b. 工作部署图。

附录 C　不同类型岩溶区地质特征

（资料性附录）

不同类型岩溶区地质特征，详见下表：

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，容易发生岩溶地面塌陷。	具非岩溶区的工程地质特征。

附录 D　岩溶地貌形态类型

（资料性附录）

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 D.1、D.2。

表 D.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 D.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、溶丘原野、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 E　岩溶地面塌陷类型

（资料性附录）

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

岩溶地面塌陷综合分类表

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）	碳酸盐岩岩溶地面塌陷 石膏岩溶地面塌陷 岩盐岩溶地面塌陷 红层岩溶地面塌陷	暴雨塌陷 干旱塌陷 地震塌陷 重力塌陷	矿山排水塌陷 抽水岩溶地面塌陷 蓄水岩溶地面塌陷 渗漏岩溶地面塌陷 振动岩溶地面塌陷 荷载岩溶地面塌陷	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、岩溶地面塌陷的影响范围，可将岩溶地面塌陷的规模分为大、中、小三个等级：

岩溶地面塌陷规模分级

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 岩溶地面塌陷的形态特征可按下表进行划分：

岩溶地面塌陷的形态特征

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　岩溶发育程度

（资料性附录）

根据岩溶层组、岩溶形态、地下水通道及岩溶发育深度等，将岩溶发育程度划分为强、中、弱三个等级，详见下表：

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	岩溶形态密度（个/km^2）	>5	5~1	<1
	钻孔岩溶率（%）	>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 l00m 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 G　碳酸盐岩岩性组合特征

（资料性附录）

G.1 根据碳酸岩盐的矿物成分，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。

G.2 按填图单位统计划分岩性组合类型，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。

G.3 按碳酸盐岩在填图单位中的累计厚度百分比，可分为如下类型：

a.全碳酸盐岩类型（全型）：碳酸盐岩累计厚度百分比>90%；

b.准碳酸盐岩类型（准型）：碳酸盐岩累计厚度百分比 60%～90%；

c.半碳酸盐岩类型（半型）：碳酸盐岩累计厚度百分比 40%～60）%；

d.贫碳酸盐岩类型（贫型）：碳酸盐岩累计厚度百分比<40％。

G.4 按碳酸盐岩的连续沉积厚度包括：连续状、间层状、互层状和夹层状。

a.连续状:碳酸盐岩连续厚度>200m；

b.间层状:碳酸盐岩连续厚度 50～200m；

c.互层状和夹层状:碳酸盐岩连续厚度<50m。

附录 H　土的类型与结构

（资料性附录）

H.1 根据地质成因，可划分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土、冰积土和风积土等。

H.2 根据土的颗粒组成分析结果和塑性指数，可将土分为：碎石土、砂土、粉土、粘性土等四大类型，并可进一步细分如下表：

土的颗粒组成分类

类型		分类指标	
大类	细类	颗粒组成	塑性指数
碎石土	漂石（块石）	粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量 50%	无
	卵石（碎石）	粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
	圆砾（角砾）	粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
砂土	砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量 25%～50%	
	粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
	中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
	细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 85%	
	粉砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50%	
粉土		教径大于 0.075mm 的颗较质量不走在过总质量的 50%	≤10
粘土	粉质粘土	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%	10～17
	粘土		>17
注：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定			

H.3 土层的结构

1）当土层厚度大于 0.5m 时，宜单独分层。对同一土层中相间呈韵律沉积，当薄层与厚层的厚度比大于 1/3 时，宜定为“互层”；厚度比为 1/10～1/3 时，宜定为“夹层”；夹层厚度比小于 1/10 的土层，且多次出现时，宜定为“夹薄层”。

2）根据土层中粘性土层、砂土层、碎石土层的组合情况，划分土层结构类型：单层结构、双层结构、多层结构。

a.单层结构：土层由一种类型的土组成，常见的有砂土、粉质粘土、粘土；

b.双层结构：土层分上下两层并由不同类型的土组成，从上到下常见的有“粘性土-砂土”、“砂土-粘性土”；

c.多层结构：土层由三层以上不同类型土组成，从上到下常见的有“粘性土-粘性土砂土互层-粘性土”。

附录 I　岩溶地面塌陷地球物理勘探适用方法

（资料性附录）

岩溶地面塌陷主要物探方法的探测目的及适用性可参见下表。

<table>
<tr><th>探测目的</th><th>物探方法</th><th>应用条件</th></tr>
<tr><td>覆盖层结构和厚度</td><td>地质雷达法，地震折射法，高密度电法，地震反射法</td><td rowspan="10">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<10m：地质雷达法，地震折射法，瑞雷面波法。
当 10<D<30m：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<50m：高密度电测深法，地震反射法。
当 D>50m: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</td></tr>
<tr><td>基岩埋深及起伏</td><td>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</td></tr>
<tr><td>土洞、软土、塌陷</td><td>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</td></tr>
<tr><td>溶洞、裂隙</td><td>井中物探，高密度电法</td></tr>
<tr><td>地下暗河、岩溶水库渗漏</td><td>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</td></tr>
<tr><td>地下水流速、流向</td><td>充电法，自然电场法</td></tr>
<tr><td>古河道</td><td>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</td></tr>
<tr><td>风化带</td><td>地震折射法，高密度电法，瑞雷面波法</td></tr>
<tr><td>可溶岩与非可溶岩接触面及富水性</td><td>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</td></tr>
<tr><td>断层、破碎带、岩溶发育带及富水性</td><td>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</td></tr>
<tr><td>岩体松动带、岩石完整性、动弹性力学参数</td><td>地震折射法，声波测井</td></tr>
</table>

附录 J　监测钻孔成孔工艺

（资料性附录）

H.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。

H.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。

H.3 护管应采用 PVC 塑料管，直径不小于Φ50mm，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。

H.4 护管连接时，应使护管内外地下水完全隔离。

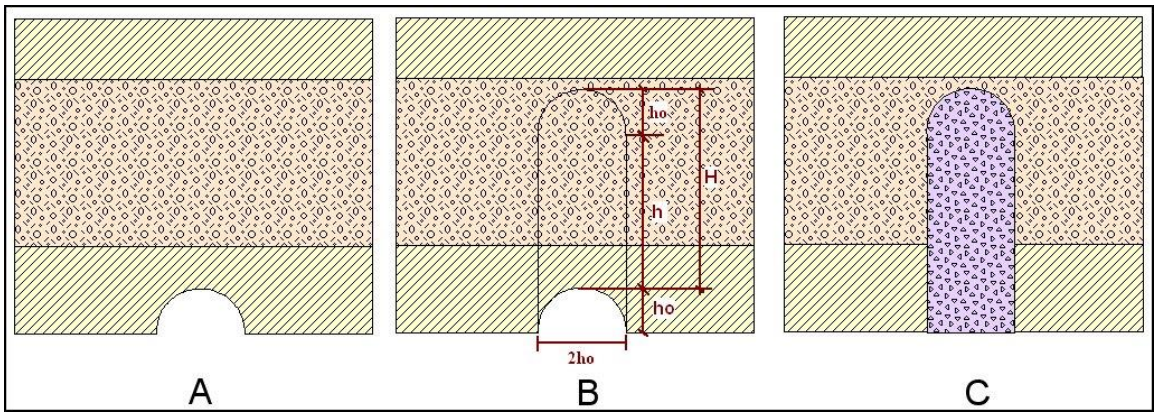
H.5 当护管放到预定深度后，基岩孔：沿钢套管和护管之间慢速、均匀倒入制备好的粘土 1.0m 高，与沉沙段相当，起固定护管作用；第四系土层孔：最上面一层含水层以下应倒入粗砂，直到最上面含水层顶面以上才开始倒入粘土进行密封。沉淀稳定 30 分钟后即可开始拔起钢套管；必须特别注意，倒入的粘土不得进入护管内，以防堵塞钻孔。

H.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　洞体顶坍塌自行填塞估算法

（资料性附录）

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。



土洞稳定性分析图示

假设现有土洞形态为半球形，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：

$VK=V_0+V$　　(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。

$V=\pi h_0^2 H$

$V_0=2\pi h_0^3/3$

代入公式（1），得：

$H=2h_0/3/(k-1)$　　(2)

一般地，松胀系数 K＝1.05～1.15，

附录 L　成果报告提纲

（规范性附录）

.L.1 图幅说明书编写提纲

说明书名称

XXX（图幅名称）1:50000 岩溶地面塌陷调查说明书。

第一章绪言

（1）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

（2）地质、水文地质研究程度

第二章　区域地质环境与社会经济

（1）交通位置与行政区划；

（2）自然地理（气象、水文、地形、地貌）

（3）地层岩性与地质构造

（4）岩溶发育特征

（5）社会经济与人类工程活动特征

第三章　水文地质条件

（1）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

（2）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

（3）地下水补给、径流、排泄条件及其变化

（4）地下水动态特征及其变化

第四章　工程地质条件

（1）工程地质岩土类型的划分

（2）岩体类型的工程地质特征

（3）土体类型的工程地质特征

（4）岩溶工程地质问题

第五章　岩溶地面塌陷的发育特征

（1）岩溶地面塌陷的时空分布规律

（2）岩溶地面塌陷的成因、类型与影响因素分析

（3）典型调查区岩溶地面塌陷专项分析

（4）岩溶地面塌陷的危害性

第六章　岩溶地面塌陷易发性区划

（1）岩溶地面塌陷易发性评价

（2）岩溶地面塌陷易发性分区

第七章岩溶地面塌陷风险评估

第八章　岩溶地面塌陷防治对策

（1）岩溶地面塌陷隐患区防灾预案

（2）高易发区岩溶地面塌陷防治对策建议

第就章　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 综合报告编写大纲

文字报告名称
报告名称：XXX 地区岩溶地面塌陷调查综合评价报告
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 岩溶地面塌陷发育的地质模式
第二章 岩溶地面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 岩溶地面塌陷动力监测
第四节 岩溶地面塌陷发育判据
第五节 岩溶地面塌陷发育的动力模式
第三章 岩溶地面塌陷的发育现状
第一节 岩溶地面塌陷的时空分布规律
第二节 岩溶地面塌陷的成因和类型
第三节 岩溶地面塌陷的形态特征
第四节 岩溶地面塌陷的危害性
第四章 典型岩溶地面塌陷专项剖析
第一节 典型岩溶地面塌陷形成演化过程
第二节 典型岩溶地面塌陷发育的动力学分析
第三节 典型岩溶地面塌陷的机理分析
第四节 典型区岩溶地面塌陷危险性评价
第五节 典型区岩溶地面塌陷风险评价
第五章 岩溶地面塌陷易发性区划
第一节 岩溶地面塌陷易发性评价
第二节 岩溶地面塌陷易发性分区
第六章 岩溶地面塌陷防治对策建议
第一节 岩溶地面塌陷防治规划
第二节 岩溶地面塌陷防治措施建议
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] GB12328-1990 工程地质图式图例
[2] GB/T14158-93 区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范（1:5 万）
[3] DZ/T0097-1994 工程地质调查规范（1:2.5 万～1:5 万）
[4] DZ/T0170-1997 浅层地震勘查技术规范
[5] SL326-2005 水利水电工程物探规程
[6] JGJT87-2012 建筑工程地质勘探与取样技术规范
[7] DL/T5338-2006 水电水利工程喀斯特工程地质勘察技术规程
[8] DD2006-06 数字地质图空间数据库