
1:50000 岩溶塌陷调查规范

Standard Guide for karst collapse investigation

(征求意见稿)

中国地质调查局

二〇一四年三月

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.....	2
4.3	基本要求.....	2
5	设计书编审	3
6	调查区分级与基本工作量.....	3
6.1	岩溶出露条件分类.....	3
6.2	调查区分级.....	3
6.3	调查基本工作量.....	3
7	调查内容	6
7.1	已有成果资料.....	6
7.2	区域地质环境条件.....	6
7.3	岩溶塌陷动力条件.....	6
7.4	岩溶塌陷现状.....	7
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.....	9
8.6	山地工程.....	10
8.7	测试与试验.....	10
8.8	岩溶塌陷动力条件监测.....	10
9	岩溶塌陷评价	11
9.1	基本要求.....	11
9.2	岩溶塌陷评价与区划.....	11
10	成果编制	13
10.1	资料整理.....	13
10.2	数据库建设.....	13
10.3	图件编制.....	13
10.4	报告编写.....	15
11	质量检查与成果验收.....	15
11.1	质量检查.....	15
11.2	成果验收.....	16
11.3	成果提交与资料归档.....	16
附录 A	岩溶塌陷调查记录表.....	17
附录 B	岩溶塌陷调查项目设计书编写提纲.....	40
附录 C	岩溶地貌形态类型	41
附录 D	岩溶发育程度.....	42

附录 E 碳酸盐岩岩性组合特征 43

附录 F 土的类型与结构 44

附录 G 岩溶塌陷类型..... 45

附录 H 监测钻孔成孔工艺..... 46

附录 I 岩溶塌陷地质环境条件复杂程度 47

附录 J 成果报告提纲..... 48

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、安徽省地质环境总站等。

本规范主要起草人：文冬光、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

岩溶塌陷是我国六大地质灾害类型之一，是岩溶区特有的地质灾害，主要分布在我国西南、华南、华中等人口密集的覆盖型岩溶区。受极端气候事件和日益强烈人类工程活动的影响，岩溶塌陷多发频发，给人民群众的日常生活带来严重影响，迫切需要开展岩溶塌陷调查工作。

为规范岩溶塌陷调查评价，指导全国 1：50000 岩溶塌陷调查工作，制定本规范。

1:50000 岩溶塌陷调查规范

1 范围

- 1.1 本标准规定了 1:50000 岩溶塌陷调查的目的任务、设计书编审、调查区分级与基本工作量、调查内容、调查方法及要求、综合评价、成果编制、成果审查验收与资料归档等方面的要求。
- 1.2 本标准是 1:50000 岩溶塌陷调查设计编写、调查实施、成果编制、质量监控、成果提交、验收与评审的主要依据。
- 1.3 本标准适用于 1:50000 岩溶塌陷调查，其它比例尺的岩溶塌陷调查也可参照使用。

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。

GB12328-1990 工程地质图式图例
GB12329-1990 岩溶地质术语
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）
GB50021-2001 岩土工程勘察规范（2009 版）
DZ/T0060-1993 岩溶地区工程地质调查规程（1:10 万～1:20 万）
DZ/T0072-1993 电阻率测深法技术规程
DZ/T0097-1994 工程地质调查规范（1:2.5 万～1:5 万）
DZ/T0170-1997 浅层地震勘查技术规范
DZ/0238-2004 地质灾害分类分级
DZ/0245-2004 建设用地地质灾害危险性评估技术要求
SL 326-2005 水利水电工程物探规程
DL/T5338-2006 水电水利工程喀斯特工程地质勘察技术规程
DD2008-02 滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:5 万）
DD2006-06 数字地质图空间数据库

3 术语和定义

3.1 岩溶塌陷 karst collapse

隐伏岩溶洞隙上的岩、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

含有碳酸盐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。

3.6 溶洞 cave, cavern

岩溶作用所形成的空洞的通称。

3.7 土洞 soil cave

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

一定范围内岩溶空间的规模和密度。

3.10.1 点岩溶率

单位面积内岩溶空间形态的个数。

3.10.2 线岩溶率

单位长度上岩溶空间形态的百分比。

3.10.3 面岩溶率

单位面积上岩溶空间形态面积的百分比。

3.10.4 体岩溶率

孔洞体积占测量可溶岩体积之百分比。

3.10.5 钻孔岩溶揭露率（钻孔遇洞率）

在一定深度或层位的条件下，揭露到孔洞的钻孔占勘探钻孔总数的百分比。

3.11 岩溶气爆 karst gas explosion

岩溶管道中的气水压力作用破坏周围岩土的突发现象。

3.12 岩溶塌陷易发区 Susceptibility region of karst collapse

具备岩溶塌陷发生基本条件的地区。

3.13 岩溶塌陷隐患 potential sinkhole

有迹象表明可能发生岩溶塌陷的地区。

4 总则

4.1 目的

通过开展 1:50000 岩溶塌陷调查，查明岩溶塌陷发育的现状、特征及其水文地质工程地质条件，进行岩溶塌陷易发性区划，为国家与地方政府防灾减灾提供基础支撑。

4.2 任务

4.2.1 开展岩溶塌陷现状调查，查明岩溶塌陷的数量、类型、发育特征和分布规律。

4.2.2 开展岩溶塌陷发育的地质环境背景和水文地质工程地质条件调查，查明可溶岩分布、第四系覆盖层特征、岩溶地下水动力条件和诱发岩溶塌陷的人类工程活动等。

4.2.3 开展典型岩溶塌陷勘查，查明岩溶塌陷地质结构和动力条件，分析岩溶塌陷形成演化模式。

4.2.4 开展岩溶塌陷易发性区划，建立岩溶塌陷调查评价数据库。

4.2.5 提出岩溶塌陷灾害防治对策建议。

4.3 基本要求

4.3.1 1:50000 岩溶塌陷调查应在 1:50000 水文地质调查基础上进行，在未开展 1:50000 水文地质调查的地区，要求有针对性地补充水文地质调查工作，相关工作部署和技术要求参照水文地质调查规范。

4.3.2 野外调查工作宜以 1:25000 比例尺地形图为底图，典型调查区应以 1:5000 或更大比例尺地形图为底图。

4.3.3 调查方式采用点、线、面相结合。

（1）点：对岩溶塌陷点进行调查。

（2）线：沿岩溶塌陷易发生的岩溶发育带、地下河发育带、构造发育带和人类工程活动强烈的线状工程等进行追索调查。

(3) 面：采用网格控制调查，掌握岩溶塌陷发育的区域水文地质工程地质条件。

4.3.4 野外调查应以野外记录本记录为主，并填写相应的野外调查表格(参见附录 A，表 A1~A12)，按照统一格式建立数据库。

4.3.5 对典型塌陷点，或危及重要公共基础设施安全的岩溶塌陷隐患区应进行大比例尺调查，可辅以钻探、山地工程、物探、动态监测等手段开展工作。

4.3.6 充分利用遥感、示踪、自动监测等技术手段。

4.3.7 应向地方政府有关部门提交岩溶塌陷易发区划图及防治对策建议。

5 设计书编审

5.1 编制设计书之前，应进行现场踏勘，充分收集工作区相关资料。

5.2 设计书编制应根据任务书要求，全面分析前人成果，明确需要重点解决的问题，确定技术路线，科学部署工作，合理使用工作量。

5.3 设计书应依据充分、内容完整、工作部署合理、技术方法先进、经费预算合理、组织管理和质量保证措施有效可行、附图附表清晰齐全。

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 设计书编写提纲按参见附录 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，由项目主管部门批准后组织实施。

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

6 调查区分级与基本工作量

6.1 岩溶出露条件分类

按可溶岩地层的出露条件，将岩溶区划分为覆盖型岩溶区、裸露型岩溶区和埋藏型岩溶区(表 1)，不同类型岩溶区的岩溶地质特征参见表 2。

表 1 岩溶按出露条件分类

分类指标	类型			
	裸露型	覆盖型		埋藏型
		浅覆盖型	厚覆盖型	
可溶岩出露情况	大部分	零星		无
盖层	第四系土层			非可溶岩
第四系土层厚度（m）	<5	5～30	>30	不定

6.2 调查区分级

6.2.1 调查区分为一般调查区、重点调查区和典型调查区(表 3)。

6.2.2 一般调查区主要部署在裸露型岩溶区、厚覆盖型岩溶区、埋藏型岩溶区及非岩溶区。

6.2.3 重点调查区主要部署在浅覆盖型岩溶区。

6.2.4 典型调查区主要部署在发生过严重塌陷事件的浅覆盖型岩溶区。

6.3 调查基本工作量

6.3.1 调查基本工作量按表 4、表 5 执行。

6.3.2 一般调查区

(1) 对于裸露型和厚覆盖型岩溶区，开展 1:50000 地质灾害调查(简测)，观测路线间距小于 3 千米，每百平方千米应布置观测控制点不少于 10 个。

(2) 对于埋藏型岩溶区和非岩溶区,开展 1:50000 地质灾害调查(草测),观测路线间距小于 5 千米,每百平方千米应布置观测控制点不少于 4 个。

表 2 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,动态变幅大,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。	具岩溶水单层结构或孔隙水、岩溶水双层结构,岩溶水较孔隙水动态变化强烈。	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;土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。

表 3 调查区分级表

出露条件		调查区分级			备注
		一般调查区	重点调查区	典型调查区	
裸露型岩溶区		√			
覆盖型岩溶区	浅覆盖型		√	√	在发生过严重塌陷事件的重点调查区内开展典型调查。
	厚覆盖型	√			
埋藏型岩溶区		√	√		非可溶岩厚度小于 10m,且第四系松散土层厚度小于 30m 的埋藏型岩溶区应开展重点调查。
非岩溶区		√			

6.3.3 重点调查区

(1) 开展 1:50000 地质灾害调查(正测),观测路线间距小于 1 千米,每百平方千米布置观测控制点不少于 100 个。

(2) 根据具体情况选择适宜的物探方法,综合物探点每百平方千米不少于 1500 点。

(3) 水文地质钻孔每标准图幅不少于 1 个, 工程地质钻孔每百平方千米不少于 20 个, 岩、土、水样采集与测试每百平方千米不少于 60 件。

(4) 开展岩溶塌陷动力条件监测, 了解岩溶塌陷动力变化特征, 监测期不少于 1 个水文年。

(5) 在枯、丰季节分别对调查区主要水点进行水位、水温统测。

6.3.4 典型调查区

(1) 典型调查区面积不小于 0.1 平方千米。

(2) 开展 1:5000 或更大比例尺地质灾害调查 (正测), 观测路线间距小于 100m, 每平方千米布置观测控制点不少于 100 个。

(3) 根据具体情况选择适宜的物探方法, 每平方千米不少于 300 点。

(4) 工程地质钻孔每平方千米不少于 50 个。

表 4 地质测量工作量一览表

工作内容	单位	调查区		备注
		重点调查区 (/100 km ²)	一般调查区 (/100 km ²)	
1:50000 遥感解译	km ²	100	100	
1:50000 地质灾害测量(正测)	km ²	100		
1:50000 地质灾害测量(简测或草测)	km ²		100	
1:50000 水文地质调查	km ²	100	100	针对未开展同比例尺水文地质调查图幅

表 5 每百平方公里基本工作量表一览表

工作项目	单位	调查区			备注
		一般调查区	重点调查区	典型调查区	
观测路线间距	km	≤3	≤1	≤0.1	草测可小于5km
调查观测控制点	个	≥10	≥100	≥10000	草测不少于4个点
实测剖面	m	—	≥500		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。
物探	点	—	≥1500	≥300000	
工程地质钻孔	孔	—	≥20	≥5000	
水文地质钻孔	孔	—	≥0.5		
钻探进尺	m	—	≥600	≥200000	
岩溶塌陷动力监测	点	—	≥1		
地下水统测	次/年	2	2	2	水位、温度, 丰、枯各1次
岩、土、水样采集与测试	件	—	≥60		
示踪	次	—	0~2		

注: 工作量项目应包含, 但不限于本表所列。

7 调查内容

7.1 已有成果资料

7.1.1 调查区的社会经济现状、发展规划等资料。

7.1.2 最近一个水文年的逐日降雨量、工作区发生塌陷前后 1 个月的雨强资料（每小时降雨量），工作区主要地表水体水位、流量等资料。

7.1.3 地形地貌、地层岩性、地质构造等区域地质资料。

7.1.4 岩土工程勘察与地质灾害调查评价资料。

7.1.5 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。

7.1.6 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、地下水均衡试验资料。

7.1.7 不同时期的航片与卫片及其解译成果。

7.1.8 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。

7.1.9 其它有关资料。

7.2 区域地质环境条件

7.2.1 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。

7.2.2 可溶岩区岩溶形态（岩溶洼地、竖井、漏斗、落水洞、出水洞等）、所处地貌单元及形态组合类型（参考附录 C）。

7.2.3 可溶岩地层岩性成分、结构构造、层组组合及岩溶发育特征（参考附录 D、E）；非可溶岩地层岩性、结构构造与分布。

7.2.4 调查区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。

7.2.5 对第四系松散堆积物，调查土的成因类型、颗粒组成、土层结构及其厚度与分布；第四系底部土层的类型和性质（参考附录 F）。

7.2.6 岩溶堆积物成因类型、成分与结构，分布与产状。

7.3 岩溶塌陷动力条件

7.3.1 地表水文网的配置格局、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。

7.3.2 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。

7.3.3 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。

7.3.4 第四系含水层的分布与富水性，可溶岩上覆地层的透水性。

7.3.5 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。

7.3.6 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。

7.3.7 地下矿山工程的性质、规模、矿界、开采方式、地下水疏干情况，矿区地下水降落漏斗形成情况等。

7.3.8 可能对岩溶地下水造成强烈影响的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。

7.4 岩溶塌陷现状

7.4.1 岩溶塌陷基本特征

- (1) 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。
- (2) 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 G）。
- (3) 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。
- (4) 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。

7.4.2 岩溶塌陷演化过程与成因

- (1) 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、喷水冒砂与地面裂缝情况、地下振动与异常响动情况。
- (2) 岩溶塌陷的诱发因素，旱涝交替、暴雨、地震等自然因素，爆破、工程施工、采矿排水、地下水抽采等人类工程活动。

7.4.3 岩溶塌陷危害与防治

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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渠道。
- (4) 岩溶塌陷灾害监测、工程治理等防治现状。

8 调查技术方法及要求

8.1 资料收集与整理

- 8.1.1 全面收集工作区已有成果资料，进行系统分析整理，了解工作区的基础地质与岩溶塌陷情况，筛选、甄别钻孔资料。
- 8.1.2 购置工作区最新版本的数字地形图与纸质地形图。

8.2 遥感解译

- 8.2.1 遥感影像解译主要获取调查区地貌形态、岩溶塌陷分布状况、人类工程活动特征。
- 8.2.2 遥感解译工作应先于岩溶塌陷地面调查，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。
- 8.2.3 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。
- 8.2.4 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。
- 8.2.5 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、IKONOS、Quick Bird 等）影像资料。
- 8.2.6 典型区岩溶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。
- 8.2.7 其他技术要求按照遥感解译有关技术规定执行。

8.3 地质测量

- 8.3.1 野外工作底图宜采用 1:25000 比例尺的最新地形图，典型调查区和塌陷坑群宜采用不小于 1:5000 的地形图或高分辨率遥感图像。
- 8.3.2 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；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。
- 8.3.3 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，沿途做连续观察，详细记录。

8.3.4 调查点应重点布设在岩溶塌陷点、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。

8.3.5 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。

8.3.6 对于比例尺大于 1: 5000 的全部测量点位置，均应以仪器测量坐标；对于比例尺小于 1: 5000 的重要地质现象，如岩溶塌陷点、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；一般观测点可以手持式 GPS 定位。

8.3.7 观测路线与观测点的密度按本规范正文表 5 执行。

8.4 物探

8.4.1 根据调查区待查地下岩溶分布、发育程度、埋藏条件和覆盖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。

8.4.2 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，并据以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；物探成果需以钻探验证，以保证钻探成果的质量。

8.4.3 结合测区地形、地物条件、物性差异、噪音水平，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见表 6。

表 6 岩溶塌陷地球物理勘探适用方法

探测目的	物探方法	应用条件
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 $D<10m$ ：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) 其它定位方法选择 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
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	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，	

水性	激发极化法	(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
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	

8.4.4 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。

8.4.5 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。

8.4.6 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，其它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。

8.4.7 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。

8.4.8 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。

8.5 钻探

8.5.1 在充分利用已有钻孔资料基础上，根据调查区第四系覆盖层地层岩性、结构、厚度和隐伏岩溶发育特征，以及岩土试验测试与监测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，做到一孔多用，满足多种需要。

8.5.2 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。

8.5.3 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。

8.5.4 工程地质钻探应重点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 5 平方千米不少于 1 个钻孔。

8.5.5 工程地质钻探主要以查明第四系覆盖层岩土工程性质为重点，当覆盖层厚度小于 30m 时，孔深应达到基岩面以下 5~20m；当覆盖层厚度大于 30m 时，孔深一般不超过 50m。

8.5.6 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 3m。

8.5.7 为充分获取浅部覆盖层土体性质及工程地质参数，可使用轻便钻机进行钻探。

8.5.8 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。

8.5.9 在土层中应干钻，全孔连续取芯；粘性土和完整岩石岩芯采取率不低于 80%，砂类土岩芯采取率不低于 60%，软土、砾类土、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。

8.5.10 钻孔编录工作应在现场随钻进行，加强岩溶、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。

8.5.11 钻孔竣工后，须及时提交各种资料，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）、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、钻孔施工小结等。

8.5.12 为满足统测地下水位和监测的需要，每个钻孔宜放置 PVC 花管并做好孔口保护。

8.5.13 岩芯保管应按地质调查项目实物资料相关规定执行。

8.6 山地工程

8.6.1 山地工程以槽探、浅井为主，配合野外调查进行。

8.6.2 对发生过严重塌陷事件的典型岩溶塌陷点或危及人民群众生命财产安全的岩溶塌陷隐患点，应布置适量山地工程工作量。

8.6.3 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。

8.6.4 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、水文地质与工程地质特征、取样位置等。

8.7 测试与试验

8.7.1 原位测试

对一般土体，常用的原位测试方法有静力触探、动力触探和标准贯入试验，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 个。

8.7.2 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。

8.7.3 抽水试验

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，具体要求参考有关规定。

抽水试验应避免在人口密集区、重大工程区开展，同时，应做好地下水位的实时监控，减少诱发岩溶塌陷的风险。

8.7.4 室内试验

（1）土工试验

- a. 取样孔数占总孔数 1/3 以上，分层采取，每一主要土层取样数量不应少于 6 件；
- b. 常规物理力学参数按《岩土工程勘察规范》相关要求进行了。

（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塌陷发育判据；
- b. 典型调查区每个钻孔都应对第四系底部土层取样，每孔取样个数不少于 3 件；在大型基坑取样时，每个基坑取样个数不少于 6 件。

（3）岩石试验

- a. 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，并进行比溶解度、比溶蚀度试验；
- b. 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 件；
- c. 常规物理力学参数按《岩土工程勘察规范》相关要求进行了。

（4）水化学分析

- a. 进行水质分析，测定岩溶地下水的水化学性质、水类型及其溶蚀能力；
- b. 工作区每一主要岩溶水文地质单元取样数量不应少于 6 件；
- c. 对地下水统测点，应在统测水位的同时，采用便携式水化学测试仪测量地下水水温、电导、pH 值。

8.8 岩溶塌陷动力条件监测

8.8.1 调查工作期间，应对导致岩溶塌陷的动力因素进行监测。

8.8.2 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）和下伏岩溶裂隙系统水、气压力监测。

8.8.3 岩溶塌陷动力条件监测应结合勘探钻孔进行，护管采用 PVC 塑料管，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。

8.8.4 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，枯季、雨季各 1 次。

8.8.5 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。

8.8.6 统测应采用直读式高精度水位计，读数精度 1mm 以上。

8.8.7 监测钻孔成孔工艺及设备安装应符合附录 H 要求。

9 岩溶塌陷评价

9.1 基本要求

9.1.1 岩溶塌陷评价与区划采用定性为主、定量为辅的方法进行。

9.1.2 岩溶塌陷评价的类型包括按图幅评价、按重点调查区评价、按典型调查区评价、按行政区评价等。

9.1.3 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（ $1:5,000 \sim 1:25,000$ ）、中比例尺（ $1:25,000 \sim 1:100,000$ ）和小比例尺（ $\leq 1:100,000$ ）4 种类型。典型调查区应按特大比例尺或大比例尺进行评价，重点调查区一般按大比例尺进行。岩溶塌陷部署单元（联测图幅）或以行政区为单元的评价一般按中比例尺或小比例尺进行。

9.2 岩溶塌陷评价与区划

9.2.1 对调查区已发生岩溶塌陷的类型、分布、规模、历史过程及其危害性进行分析。

9.2.2 根据岩溶塌陷的微地貌特征、堆积物的性状及地下水埋藏于活动情况等因素对塌陷坑稳定性进行评价（表 7）；分析论述地面下沉、地面开裂、塌陷地震等岩溶塌陷的伴生现象。

表 7 塌陷坑稳定性定性评价

稳定性分级	塌陷微地貌	堆积物性状	地下水埋藏及流动性	说明
不稳定	塌陷尚未或已受到轻微充填改造，塌陷周围有开裂痕迹，坑底有下沉开裂迹象	输送，呈软塑至流塑状	地表水汇集入渗，有时可见地下水位；地下水流动性强烈	正在活动的塌陷，或呈间歇缓慢活动的塌陷
基本稳定	塌陷已部分充填改造，植被较为发育	疏松或稍密，呈软塑至可塑状	有地下水流通道，有地下水流动迹象	接近或达到休止状态的塌陷，当环境条件改变时可能复活
稳定	已被完全充填改造的塌陷，植被发育良好	较密实，主要呈可塑状	无地下水流动迹象	进入消亡状态的塌陷，一般不会再复活

9.2.3 根据可溶岩埋深、上覆土层岩性结构与性状和地下水位埋深等因素对岩溶洞隙稳定性进行评价（表 8）。

表 8 岩溶洞隙稳定性定性评价

因素	对稳定有利	对稳定不利
岩性及地层厚度	厚层块状碳酸盐，胶结好的碎屑岩	薄层状泥质碳酸盐岩，薄层状胶结软弱或泥质碎屑岩
溶蚀及裂隙状况	溶蚀轻微，无断裂，裂隙不发育或充填胶结好	岩体被二组以上裂隙切割，裂缝张开，溶蚀破碎的碳酸盐岩，

		断层裂隙发育的岩体呈干砌状
岩层产状	岩层走向与溶洞洞轴正交或斜交，倾角平缓	岩层走向与溶洞洞轴平行，陡倾角
洞隙形态与埋藏条件	洞体小，呈竖向延伸的井状，单体分布，埋藏深，覆土厚	洞径大，呈扁平状，复体相连，埋藏浅
顶板情况	顶板地层厚度与洞径比值大，顶板钙质沉积丰富	顶板地层厚度与洞径比值小，有悬挂岩石块体，裂隙切割未胶结
充填情况	为密实沉积物填满且无被水冲蚀的可能	未充填或半充填，水流冲蚀着填充物，洞底见有近期塌落物
地下水活动性	无或地下水流活动微弱	有活动强烈的水流或间歇性水流，流速大，有承压性

9.2.4 分析岩溶塌陷的形态特征和散布特征，确定岩溶塌陷的发育阶段；评价岩溶塌陷的强度、发育速度及频度。

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

9.2.6 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。

9.2.7 对调查区岩溶塌陷的易发程度进行分析评价与区划。

(1) 定性定量相结合，开展岩溶塌陷易发性区划。

(2) 从影响岩溶塌陷的“岩-土-水”相互作用分析，确定单因素对易发性的影响程度（表 9）。

(3) 根据基岩岩溶发育程度和第四系覆盖层特性，评估地质结构对岩溶塌陷易发性的影响程度（表 10）。

(4) 根据地质结构和地下水对易发性的影响程度，进行岩溶塌陷易发性定性评价（表 11）；岩溶塌陷易发性分为高易发性、中易发性、低易发性三个等级。

(5) 进行岩溶塌陷易发性区划，编制岩溶塌陷易发程度分区图。

表 9 岩溶塌陷影响因素一览表

评估指标		对岩溶塌陷的影响			说明
大类	细类	强	中	弱	
基岩	岩溶发育程度	发育	中等	不发育	
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	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	
地下水	变化幅度(m/年)	>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	在基岩面上波动	
已有塌陷	塌陷坑密度（个/10km ² ）	>2	0~2	0	

注：评价中，应包括但不限于本表所列因素。

表 10 地质结构对易发性的影响

		第四系覆盖层的影响程度		
		强	中	弱
基岩影响程度	强	强	强	中
	中	强	中	中
	弱	中	中	弱

表 11 岩溶塌陷易发性评价表

		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

9.2.8 根据调查区岩溶塌陷现状、易发性程度、岩溶塌陷形成条件差异性和各影响因素与塌陷现状之间的关系、影响塌陷的控制因素及诱发因素等，对岩溶塌陷的可能性、塌陷强度及影响范围等进行预测评价。

10 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的全过程中，在调查过程中须对经常野外记录、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、野外调查资料、勘查成果资料、野外试验资料、室内测试实验资料等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 数据库建设

10.2.1 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。

10.2.2 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它相关资料。

10.2.3 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，视工作区情况补充或取舍相关资料。

10.2.4 空间图层数据格式为 MapGIS 6.X，野外调查数据采用统一的岩溶塌陷调查数据录入信息系统按规定格式入库。

10.2.5 岩溶塌陷数据库建设的具体实施应参照有关数据库标准和信息化建设规范技术要求执行。

10.3 图件编制

10.3.1 一般要求

- (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。
- (2) 按标准图幅必编的图件为实际材料图、综合水文地质图、岩溶发育程度分区图、第四

系土层结构及厚度分区图、岩溶塌陷分布图、岩溶塌陷易发程度分区图，其它图件为选编图件，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。

(3) 按重点调查区、典型调查区必编的图件为岩溶塌陷分布图、岩溶塌陷风险评价图，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，但重点调查区比例尺不宜小于 1:25000，典型调查区比例尺不宜小于 1:5000。重点调查区、典型调查区图件与标准图幅图系集成一套图系，并在标准图幅图系说明书中对重点调查区和典型调查区图件进行描述、说明。

(4) 按行政区、部署单元或地下水系统综合评价必编的图件为岩溶塌陷分布图、岩溶塌陷易发程度分区图、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 1:250000。应采用浅显、易懂的文字单独编写图件说明书。

(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。

(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。

(7) 常用图例参照 GB12328-1990。

10.3.2 图件内容

(1) 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、实测剖面起始点、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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 第四系土层结构及厚度分区图

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：综合地层柱状图、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。

(5) 岩溶塌陷分布图

主要反映调查区岩溶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）及危害等。

（6）岩溶塌陷易发程度分区图

主要反映调查区岩溶塌陷主要影响因素和易发程度，用普染色表示不同的岩溶塌陷易发程度分级，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：岩溶塌陷易发程度分区说明表，包括易发程度分区名称及代号、范围、面积、地质条件及岩溶塌陷发育特征和影响因素等。

（7）岩溶塌陷风险评价图

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

镶表：岩溶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。

（8）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。

10.4 报告编写

10.4.1 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。

10.4.2 应对工作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。

10.4.3 单幅图调查完成后，应编制相关图件及说明书。

10.4.4 整个岩溶单元所有图幅调查完成后，应编制综合成果报告。

10.4.5 单幅图说明书编写提纲及综合报告编写提纲参见附录 J。

11 质量检查与成果验收

11.1 质量检查

11.1.1 质量检查包括中期质量检查和最终质量检查或野外工作验收。

11.1.2 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。

11.1.3 野外验收应具备的条件

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

11.1.4 野外验收应提供的资料

（1）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，其它相关资料；

（2）质量检查记录；

（3）野外工作总结。

11.1.5 野外验收应对野外地质点、物探点、测量点、试验点、测试点、取样点等进行不少于 3% 的随机抽样检查和现场检查；

11.1.6 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。

11.2 成果验收

11.2.1 成果审查一般在野外验收后 6 个月内进行，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。

11.2.2 成果验收内容包括：

- (1) 报告的完整性、合理性、可靠性和实用性。
- (2) 各项实际资料的综合整理与利用程度。
- (3) 各项工作成果是否符合设计及本规范的规定。
- (4) 报告、图件与实际资料是否相符。
- (5) 各种图件的内容、要素是否准确齐全。
- (6) 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。
- (7) 调查成果是否取得了预期的社会、环境和经济效益。

11.2.3 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。

11.2.4 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批单位审查认定。

11.3 成果提交与资料归档

11.3.1 基本要求

(1) 报告评审、修改、认定后，须在 6 个月内按照相关要求提交成果资料，并对全部地质资料进行归档。

(2) 归档的地质资料包括工作中形成的文字、图表、声像、电磁介质等形式的原始资料、成果资料和岩芯、标本、光薄片、样品等实物资料。

(3) 归档的原始资料应完整、准确、系统。

11.3.2 原始资料归档范围

- (1) 底稿、底图类：包括终审成果报告底稿，附图、附表、附件的底稿及评审验收书。
- (2) 遥感解译类：包括遥感解译报告、解译图、遥感影像数据、航卫片、解译卡片等。
- (3) 地形测量类：包括地形测量成果底图、野外测量观测及计算记录簿等。
- (4) 野外地质调查类：包括野外手图、实测剖面图、各种野外调查点的记录簿及记录卡片、照片、底片、摄像、调查小结。
- (5) 勘探工程及现场水文地质试验类：包括各种勘探、试验原始记录及成果。
- (6) 实验测试类：包括岩、土、水化学分析成果及岩、土物理水理性质实验成果，各种采样记录与图件。
- (7) 长期观测类：包括长期观测点的分布图、各类观测点的记录及动态曲线，收集的气象、水文等资料。
- (8) 地球物理勘探类：包括各类物探报告、附图、附件，野外记录簿、照片、仪器记录图纸及电子数据。
- (9) 技术文件类：包括项目任务书，设计与成果审批意见书，技术指示文件、重要措施和专家建议，野外质量评审文件等。
- (10) 技术设计类：包括项目总体设计、年度设计、单项设计及附图、附表。
- (11) 综合研究类：包括重要的中间性分析及计算成果，专题研究成果。
- (12) 电子文件类：包括调查中形成的光盘等电磁介质载体的文件、图表、数据、图像等。
- (13) 实物地质资料类：包括钻孔的缩减岩芯样、岩矿标本及化石标本等。

附录 A 岩溶塌陷调查记录表

（规范性附录）

- 表 A.1 岩溶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

岩溶塌陷调查

表 A.1 岩溶塌陷野外调查记录卡片

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"/> 洞溶洞 <input type="checkbox"/> 洞溶沟溶槽 <input type="checkbox"/> 溶无 <input type="checkbox"/> 溶未知)				
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"/> 未知				
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		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					


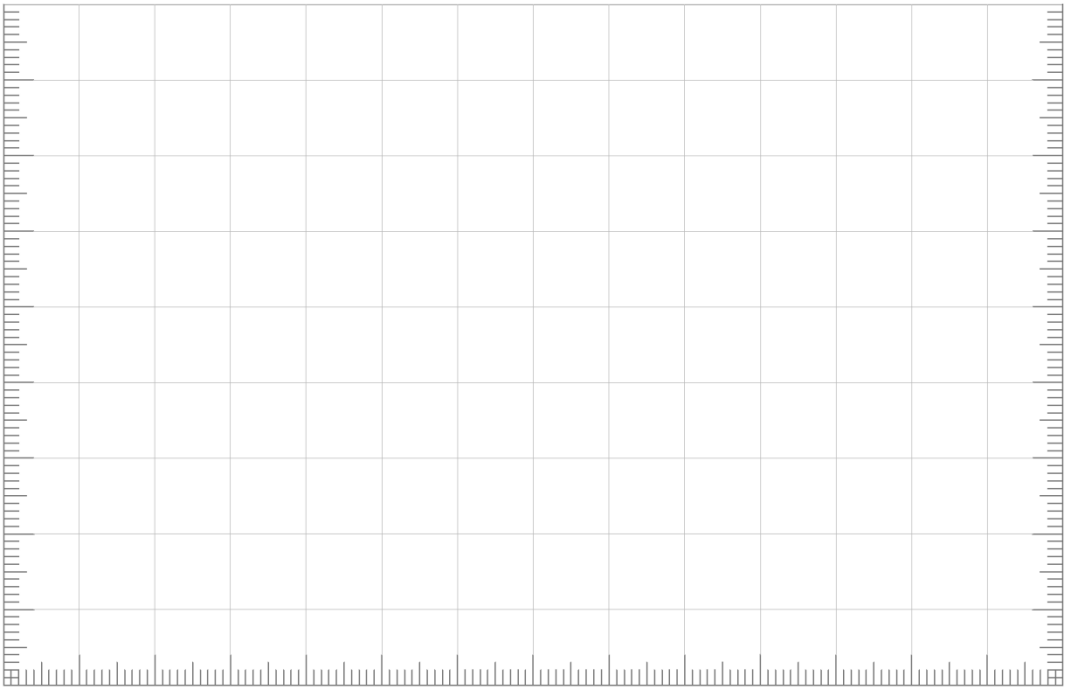
调 查 人:

记 录 人:

审 核 人:

调查单位:

填表日期: 年 月 日

<p>平面图示意图</p>	<div><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></div>
<p>剖面图示意图</p>	<div><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></div>
<p>照片</p>	

岩溶塌陷调查

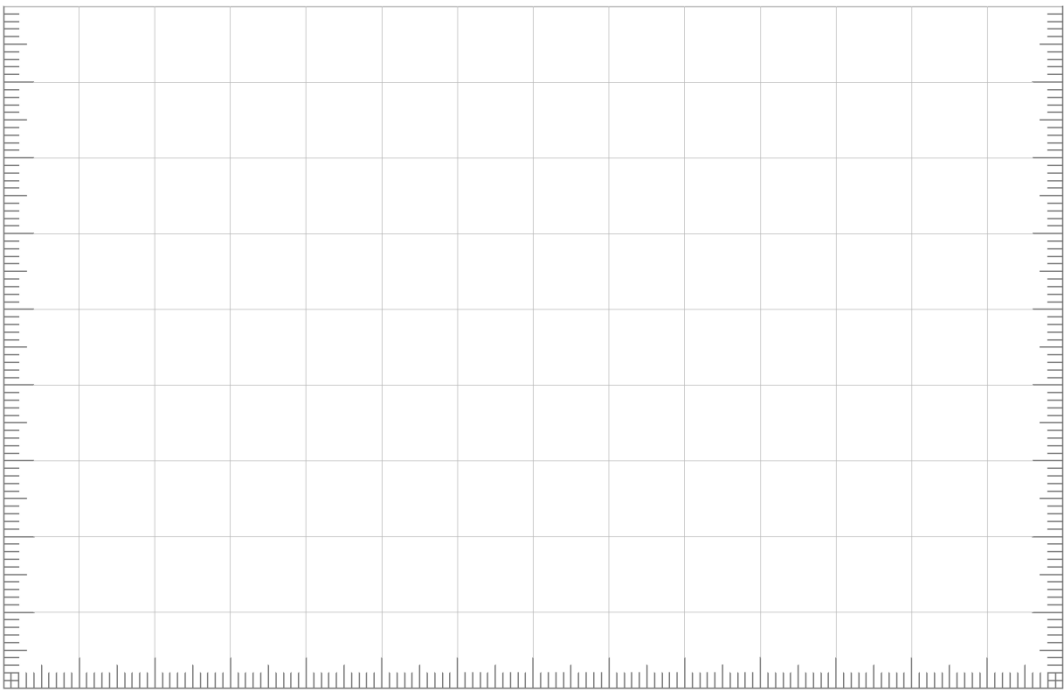
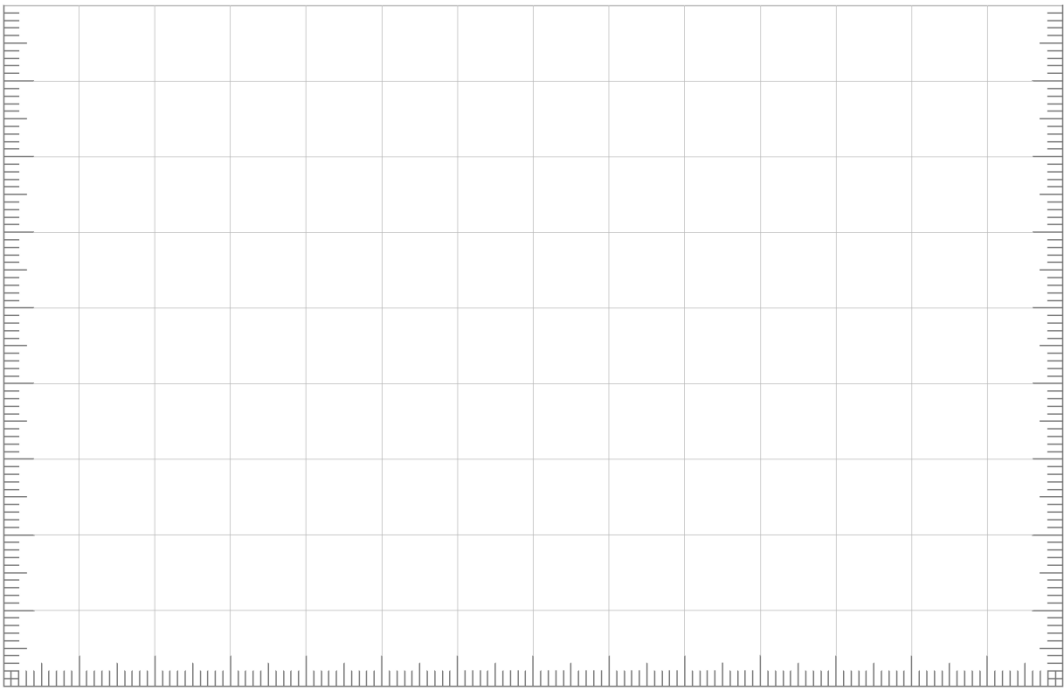
表 A.2 地貌点野外调查记录卡片

统一编号			野外编号		类 型		
位 置		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 省 县 乡(镇) 村 (自然村) (方位) m </div>					
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						
备 注	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

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.3 岩溶形态点野外调查记录卡片

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						
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	岩溶个体形态规模、地层岩性、地质构造						

调查人:
调查单位:

记录人:

审核人:
填表日期: 年 月 日

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.4 土层点野外调查记录卡片

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) (卵石 (碎石) <input type="checkbox"/> 圆砾 (角砾) 砂土: <input type="checkbox"/> 砾砂 砂粗砂 砂中砂 砂细砂 砂粉砂 粉土: <input type="checkbox"/> 砂质粉土 粉粘质粉土 粘性土: <input type="checkbox"/> 粉质粘土 粘粘土 粘含碎石粘土 石含砂砾粘土						
土层结构	<input type="checkbox"/> 单层结构 <input type="checkbox"/> 结双层结构 <input type="checkbox"/> 结多层结构						
土层厚度							
备注	地形地貌、地质构造						

调 查 人:
调查单位:

记 录 人:

审 核 人:
填表日期: 年 月 日

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.5 水点野外调查记录卡片

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"/> 点地下河出口 <input type="checkbox"/> 河溶潭 <input type="checkbox"/> 河地表水体 <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					
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						
注解	基岩岩性、地质构造、补径排关系、开发利用情况					

调 查 人:
调查单位:

记 录 人:

审 核 人:
填表日期: 年 月 日

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.6 地层岩性点野外调查记录卡片

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	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 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 非碳酸盐岩 <input type="checkbox"/> 火山岩 <input type="checkbox"/> 碎屑岩							
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	地形地貌、地质构造							

调 查 人:

调查单位:

记 录 人:

审 核 人:

填表日期: 年 月 日

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.7 机（民）井野外调查记录卡片

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 活工业生产 生农业灌溉 <input type="checkbox"/> 其他		
开采层位	<input type="checkbox"/> 第四系水 系岩溶水 水非岩溶水						
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 续断续		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	水文地质工程地质条件、环境地质问题						

调 查 人：
调查单位：

记 录 人：

审 核 人：
填表日期： 年 月 日

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.8 工程施工点野外调查记录卡片

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"/> 地下工程开挖 <input type="checkbox"/> 桩基施工: <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)							
注解	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

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.9 岩溶地裂缝野外调查记录卡片

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"/> 形折线形 <input type="checkbox"/> 形不规则					
	长度(m)			宽度(m)		深度(m)		
	总体方向							
	塌陷(沉陷)		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 陷无					
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					
	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					
	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								

调 查 人:
调查单位:

记 录 人:

审 核 人:
填表日期: 年 月 日

平面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
剖面图示意图	<div></div> <div>图例 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8</div>
照片	

岩溶塌陷调查

表 A.10 钻孔收集资料整理卡片

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		比例尺		图幅编号			
坐标	X: Y: Z:						
资料来源	<input type="checkbox"/> 施工 <input type="checkbox"/> 收集		孔深(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)	类型	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
岩层性质描述(由上至下)	类型	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

钻孔编录描述	孔深	符号	描述
备注			

调查人：
调查单位：

记录人：

审核人：
填表日期： 年 月 日

岩溶塌陷调查

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	
<p>路线工作量</p> <p>路线长度: m 调查面积: km²</p> <p>调查点数共 个, 其中:</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>照片数:</p>			
<p>路线小结</p>			
<p>路线示意图</p>			

调查人:

记录人:

审核人:

调查单位:

填表日期: 年 月 日

岩溶塌陷调查

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: km2 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:

调查单位:

记录人:

审核人:

填表日期: 年 月 日

附录 B 岩溶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 以往地质工作程度

包括以往区域地质、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。

第三章 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。

第四章 工作方法和技术要求

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。

第五章 工作部署

第一节 工作部署原则

根据工作目的、任务和相关技术要求，提出总体工作思路、工作部署原则，说明各项工作间的关系及工作程序。

第二节 工作部署

根据项目工作部署原则，分不同层次和类型作出总体部署，并附相应的工作部署图。

第三节 工作量和工程进度

列出各项工作的工作量；说明年度工作安排，当年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

包括工作区岩溶塌陷调查评价报告及其附图、附表。

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。

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. 工作区交通位置图；
- b. 研究程度图；
- c. 工作部署图。

附录 C 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 C.1、C.2。

表 C.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 C.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 D 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		
		发育	中等	不发育
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/km2）	>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 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 E 碳酸盐岩岩性组合特征

(资料性附录)

- E.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。
- E.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。
- E.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 $60\% \sim 90\%$;
 - c.半碳酸盐岩类型(半型):碳酸盐岩累计厚度百分比 $40\% \sim 60\%$;
 - d.贫碳酸盐岩类型(贫型):碳酸盐岩累计厚度百分比 $<40\%$ 。
- E.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 $>200\text{m}$;
 - 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 F 土的类型与结构

(资料性附录)

F.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。

F.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%	
粘性土	粉土	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%	≤10
	粉质粘性土		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。			

F.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 G 岩溶塌陷类型

(资料性附录)

G.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，岩溶塌陷类型详见下表：

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

G.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：

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。

G.3 岩溶塌陷的形态特征可按下表进行划分：

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 H 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 Φ 料管，直，放至孔底，水位以下部分应用花管，其孔径为 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，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，其固定护管作用；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 I 岩溶塌陷地质环境条件复杂程度

(资料性附录)

岩溶塌陷地质环境条件复杂程度表

复杂程度	复杂	中等复杂	简单
地形地貌与地质构造	地形地貌复杂，地质构造复杂。	地形起伏较大，地貌类型较多，地质构造较复杂	地形简单，地貌类型单一，地质构造简单，现代地质作用及地质灾害不发育。
岩溶发育程度	岩溶发育程度以强烈为主。	岩溶发育程度以中等为主。	岩溶发育程度以微弱为主。
工程地质条件	岩、土体类型多，岩性岩相多变，软弱岩土体发育。	岩土体类型较多，岩性岩相较不稳定，软弱岩土体有所发育。	岩土体类型单一，岩性岩相变化不大，工程地质性状良好。
水文地质条件	地下水类型多样，水动力条件复杂。	地下水有较多类型，水动力条件较复杂。	地下水类型单一，水动力条件简单。
人类工程活动	强烈	较强烈	弱
岩溶塌陷现状	发育	较发育	不发育
每类 6 项条件中，有 1 项符合复杂条件者即划为复杂类型。			

附录 J 成果报告提纲

(规范性附录)

J.1 图幅说明书编写提纲

说明书名称

XXX(图幅名称) 1:50000 岩溶塌陷调查说明书。

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 岩溶塌陷的发育特征

(1) 岩溶塌陷的时空分布规律;

(2) 岩溶塌陷的成因、类型与影响因素分析;

(3) 典型调查区岩溶塌陷专项分析;

(4) 岩溶塌陷的危害性。

第六章 岩溶塌陷易发程度区划

(1) 岩溶塌陷易发程度评价;

(2) 岩溶塌陷易发性分区。

第七章 岩溶塌陷防治对策

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, 增加或附其它相关内容)

附录: 水文地质工程地质钻孔简表

K.2 综合报告编写大纲

文字报告名称

报告名称：XXX 地区岩溶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 岩溶塌陷易发程度区划

- 第一节 岩溶塌陷易发程度评价
- 第二节 岩溶塌陷易发性分区

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