免费标准下载网(www.freebz.net)

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0060—93

岩溶地区工程地质调查规程
（比例尺1：10万～1：20万）

1993-02-04发布　　1994-01-01实施

中华人民共和国地质矿产部　发布

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

目　　次

1 主题内容与适用范围 …… (1)
2 引用标准 …… (1)
3 总则 …… (1)
4 基本要求 …… (1)
5 工程地质测绘 …… (4)
6 工程地质勘探 …… (9)
7 工程地质试验 …… (11)
8 资料综合整理 …… (12)
附录 A　碳酸盐岩的岩性和岩溶层组类型的划分(补充件) …… (16)
附录 B　岩溶形态与地貌类型划分(参考件) …… (18)
附录 C　碳酸盐岩的结构与构造类型(参考件) …… (19)
附录 D　岩溶岩体和特殊土类按工程地质特征的分类(参考件) …… (21)
附录 E　岩溶塌陷、沉陷、地裂类型及特征(参考件) …… (22)

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

中华人民共和国地质矿产行业标准

岩溶地区工程地质调查规程
（比例尺1：10万～1：20万）

DZ/T 0060—93

1 主题内容与适用范围

1.1 本规程规定了岩溶区工程地质类型、调查内容、工作量、工作质量、评价和报告编写的基本要求。

1.2 本规程适用于已进行过同等比例尺区域地质调查的岩溶地区，是制定工作设计、质量检查验收和报告审查批准的依据。本规程与ZBD 14002—89工程地质调查规范(1：10万～1：20万)配套使用，未规定的事项，应按现行有关标准、规范执行。

2 引用标准

GB 12328 综合工程地质图图例及色标
DZ/T 0059 沙漠地区工程地质调查技术要求
DZ/T 0061 冻土地区工程地质调查规范
DZ/T 0062 红层地区工程地质调查规程
DZ/T 0063 黄土地区工程地质调查规程

3 总则

3.1 1：10万～1：20万工程地质调查是一项区域性、基础性、综合性的地质工作，其主要目的是：

3.1.1 为岩溶区国土开发与国土整治、自然资源的合理利用和环境保护提供区域性、基础性资料。

3.1.2 为岩溶区各项工程建设，包括水利电力、城市、矿山、海港、国防、交通及其他工程的规划和合理布局提供区域性工程地质资料。

3.1.3 为区内进一步开展较大比例尺岩溶工程地质调查、专门岩溶工程地质和岩溶环境工程地质勘察提供设计依据，为开展岩溶工程地质专题研究、编制专门性岩溶地质和环境地质图提供基础资料。

3.2 1：10万～1：20万岩溶地区工程地质调查的基本任务是：

3.2.1 基本查明区域岩溶发育特征和分布规律；

3.2.2 基本查明区域岩溶工程地质条件，阐明在各种主要自然地质因素作用和影响下区域岩溶工程地质条件的变化规律；

3.2.3 初步查明岩溶区主要自然地质灾害的分布和发育规律；

3.2.4 初步查明人类工程-经济活动对岩溶地质环境的作用和影响，对主要岩溶环境工程地质问题和岩溶地质灾害及其发展趋势作出初步评价和预测；

3.2.5 对岩溶区矿产资源、天然建筑材料和岩溶景观资源的类型和分布状况做概略评价。

4 基本要求

4.1 根据岩溶地层的出露条件，划分为裸露型、覆盖型、埋藏型三种工程地质类型，它们具有不同的工程地质条件，必须采用不同的工作方法，见表1。

中华人民共和国地质矿产部1993-02-24批准　　1994-01-01实施

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

表 1　岩溶区工程地质类型及主要工作方法

特征 / 条件 / 类型	岩溶地层出露条件	地貌组合特征	岩溶发育特征	水文地质特征	工程地质特征	主要工作方法
裸露型	岩溶地层以裸露为主，洼地、谷地中有松散堆积物覆盖，厚度较薄	岩溶山地、峰丛洼地、峰丛谷地、溶丘洼地、垄岗谷地、峰林谷地	地表岩溶一般较发育，石牙溶沟、漏斗、落水洞、洼地、干谷、盲谷等岩溶形态多见；地下岩溶多为溶隙及各种形态的溶洞，其发育和分布往往受地质构造条件的控制	地表强烈吸水，地下水埋藏较深，动态变幅大，地下水多沿溶隙和管道汇集形成地下河，水动力垂直分带较明显，由分水岭到河谷往往表现有水平分带现象	石山区坚硬的层状碳酸盐岩体一般较稳定；软硬相间的岩体，当构造条件不利时易产生崩塌滑坡；地下建筑物在季节变动带以下存在溶洞充填物溃入的威胁；洼地谷地中建筑条件较复杂，存在岩溶塌陷威胁；水工建筑物如无隔水层可供利用时渗漏问题较突出	以地面调查为主，配合动态观测和连通试验；在较大的谷地中结合工程需要进行适当的勘探和试验工作
覆盖型	岩溶地区主要为松散堆积物所覆盖，仅在个别峰林或孤峰等石山出露	峰林平原、孤峰平原、冲积平原、冲积平原、湖前冲洪积平原	覆盖层下往往有埋藏的石牙溶沟，其下发育隐状岩溶，浅部多为充填半充填溶洞，向下以溶隙为主，由上向下岩溶发育减弱，地质构造条件对岩溶发育的控制作用有所减弱，石山边缘多有大型洞穴发育	岩溶承压水，并与上覆松散地层孔隙（裂隙）水有一定水力联系，地下水埋藏浅，有时有上升泉出露，动态较稳定	覆盖层为多种成因的土体组成，碳酸盐岩的风化残积土及其经搬运的次生沉积土往往具胀缩性；基岩面起伏较大，其低洼处常有软土分布，在上覆土层中有时还有土洞发育，使建筑条件复杂化；当开采或疏排岩溶地下水时存在岩溶塌陷威胁；隐伏岩溶发育，对高层建筑和桥梁地基稳定有影响	在详细收集资料的基础上进行补充路线调查，着重调查各类动力地质现象；勘探工作结合工程规划和布局的需要布置，应穿越各地貌单元并控制土体类型和动力地质现象；应综合利用钻、物探手段配合适当的试验和观测工作；控制孔深度应达到岩溶发育带以下，一般勘探孔深度达到基岩面以下 20～30m
埋藏型	岩溶地层埋藏于非岩溶基岩之下	多见于构造堆积盆地或山前平原中，发育非岩溶地貌	主要为古岩溶，在有利条件下常有近代岩溶的叠置，发育深岩溶，以溶隙为主，并有溶孔溶洞等，其发育受地质构造条件的控制较明显	深层岩溶承压水，往往具较大的压力水头，并沿断裂带上升成泉	具非岩溶区的工程地质特征，仅当岩溶地层埋藏较浅时（50m 左右），由于过量开采或疏排岩溶地下水，可能引起地面下沉或塌陷；岩溶地层顶板以上附近的地下建筑物存在着沿断裂裂隙的突水和底板稳定问题	应有纵横勘探剖面对岩溶地层的埋深与产状，岩溶与压力水头情况及顶板覆盖层的工程地质特征进行控制

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

免费标准下载网(www.freebz.net)

4.2 区域工程地质调查的基本内容以调查区域岩溶工程地质条件各组成要素的分布和变化规律为主，要特别注意对岩溶、软弱岩土体、活动性断裂和外动力地质现象的调查。对工程地质条件复杂、国民经济建设急需的重点地区，应结合建设规划的实际需要开展某些专门问题的研究。

4.3 调查中要充分利用遥感、物探、原位测试、同位素地质、示踪及计算机等新技术、新方法，以提高工作质量和效率。

4.4 区域岩溶工程地质条件的复杂程度，根据地形地貌特征、岩溶发育程度、岩土体类型及性状、地质构造特征、地下水类型与动力条件、现代地质作用发育程度，划分为：

4.4.1 简单型：地形简单，地貌类型单一，岩溶发育程度以微弱为主、地质构造简单，岩土体类型单一，岩性岩相变化不大，工程地质性状良好；地下水类型单一，水动力条件简单；现代地质作用及地质灾害不发育。

4.4.2 中等复杂型：地形起伏较大，地貌类型较多，岩溶发育程度以中等为主；地质构造较复杂，岩土体类型较多，岩性岩相较不稳定，软弱岩土体有所发育；地下水有较多类型，水动力条件较复杂；现代地质作用及地质灾害有所发育，已有建筑物变形或“病害”现象不多见。

4.4.3 复杂型：地形地貌复杂，岩溶发育程度以强烈为主；地质构造复杂，岩、土体类型多，岩性岩相多变，软弱岩土体发育；地下水类型多样，水动力条件复杂；现代地质作用广泛发育，地质灾害类型较多规模较大，建筑物变形或“病害”现象多见。

4.5 区域工程地质调查的技术定额，主要根据区域工程地质条件的复杂程度、研究程度、区域工作条件和国民经济的需要来确定。一般情况下可按表2确定。

表2 区域工程地质调查主要技术定额

地区类别		观测路线间距 km		观测点 n/100km²		钻孔 n/100km²		钻探量 m		岩土物理力学样
		1∶20万	1∶10万	1∶20万	1∶10万	1∶20万	1∶10万	1∶20万	1∶10万	
裸露型	简单	6～8	3～4	10～15	20～30	0.1～0.2	0.4～0.6	300～500	1 000～1 500	岩样按工程地质岩组采取，每种主要岩石类型不少于三组，软弱岩体各不少于6组；土样在钻孔中分层采取，取样孔数占总孔数1/3以上，每种岩性不少于3组，软弱土层各不少于6组
	中等	4～6	2～3	15～20	30～45	0.2～0.3	0.6～0.9	500～1 000	1 500～2 000	
	复杂	2～4	1～2	20～30	45～60	0.3～0.4	0.9～1.2	1 000～1 500	2 000～2 500	
覆盖型	简单	8～10	4～5	8～12	15～25	0.3～0.5	1.0～1.3	1 000～1 500	2 000～3 000	
	中等	6～8	3～4	12～18	25～35	0.5～0.7	1.3～1.6	1 500～2 000	3 000～4 000	
	复杂	4～6	2～3	18～25	35～50	0.7～1.0	1.6～2.0	2 000～2 500	4 000～5 000	
埋藏型	简单	10～15	5～10	6～10	12～20	0.3～0.5	0.8～1.0	500～1 000	1 500～2 000	
	中等	7～10	3～5	10～15	20～30	0.5～0.7	1.0～1.2	1 000～1 500	2 000～2 500	
	复杂	5～7	2.5～3	15～20	30～40	0.7～1.0	1.2～1.4	1 500～2 000	2 500～3 000	

注：① 本表适用于已作过同比例尺区域地质调查，但未进行过区域水文地质调查的地区。对于已作过区域水文地质调查的地区，区域工程地质调查的主要技术定额可减少20%～30%；

② 当调查区内已有资料能满足本规范要求时，可以利用已有资料以编为主，但应进行必要的野外核查；

③ 遥感图象解译效果较好的地区，可减少观测点线，其缩减指标按本规范第5.3.2条执行；

④ 对裸露型地区的河谷平原、山间盆地，可参照覆盖型的技术定额；

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

⑤ 钻探量是按 1∶200 000 国际图幅所需的控制工作量(每幅以 7 000km² 计)。

5 工程地质测绘

5.1 工程地质测绘的任务

调查测区岩溶工程地质条件和各组成要素,包括:地形地貌特征,岩溶形态的发育、分布与组合特征,岩土体类型及其工程地质特征,地质构造与新构造运动,地下水特征,自然地质现象和环境工程地质问题,天然建筑材料和地质景观资源等,为基本查明区域岩溶工程地质条件进行岩溶地质环境的初步评价提供基础,并为勘探、试验工作和专题研究提供依据。

5.2 一般要求

5.2.1 工程地质测绘工作可按下列三个步骤:

a. 遥感图象解译;

b. 野外工程地质测绘;

c. 野外资料整理。

5.2.2 工程地质测绘的技术要求

5.2.2.1 工程地质测绘应采用比测绘精度大一级的地形-地质图或地形图作为工作底图。

5.2.2.2 观测点应控制地质构造线、地层岩性和地质界线、各种动力地质现象、主要岩溶现象等,工作量除总体上满足定额要求外,着重控制工程地质条件复杂或近期开发和重点建设的地段。

5.2.3 地层划分应与同等比例尺地质测绘要求相适应,一般划至统或阶(组);第四系应划分沉积时代和成因类型。

5.2.4 地貌单元应划分至岩溶地貌形态组合类型。

5.2.5 实测地质体的最小尺寸为相应图上的 2mm;对于具有重要意义的可夸大表示。测绘的地质、地貌界线必须实地勾划或根据遥感解译界线通过野外核定,允许误差范围在图上不大于 2～3mm。

5.3 遥感图象的应用

5.3.1 遥感图象应用的目的

遥感图象的应用是区域岩溶工程地质调查的有效手段。应充分利用现有遥感资料进行岩溶形态与工程地质解译,以求减少野外工作量,提高工作效率和成果质量。

5.3.2 遥感图象应用的原则

5.3.2.1 遥感解译成果应充分用于工程地质观测线路和观测点的布置,观测点线的控制指标要根据岩溶工程地质条件的复杂程度和遥感图象可解程度来定。

a. 解译效果较好的地区,主要地质体、岩溶地质现象和工程地质界线在图象上能连续追索和圈定,则地质观测以检验解译成果为主,重点是补充搜集遥感影像难以获得的资料,观测点定额可减少 30%～50%,其他技术定额也可适量减少。

b. 解译效果中等的地区,主要地质体、岩溶地质现象和工程地质界线不能全部地在图象上连续追索或圈定,则观测点定额可减少 10%～30%。

c. 解译效果差的地区,各种地质体解译效果不明显,图象上难以确切圈定主要地质体和地质现象的界线,观测路线长度和观测点只能适当减少。

5.3.2.2 遥感图象的解译标志是影、像片解译的根据。在踏勘工作时应同建立野外解译标志紧密结合起来,经过室内图象详细解译后,在工程地质测绘时应结合进行解译标志的野检验,以确定适用于调查区的解译标志,提交解译成果质量。

5.3.3 解译内容

遥感图象解译的内容,应密切结合岩溶工程地质调查的实际需要和已有遥感资料的片种、比例尺、可解程度来定。

5.3.3.1 地貌形态、成因类型和主要微地貌形态的发育和分布特征。判定岩溶地貌与地质构造、可溶岩

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

层组类型及工程地质条件的关系。应特别注意对各级剥夷面、岩溶陷落柱及岩溶负地形(如岩溶洼地、漏斗、岩溶谷地等)和地表岩溶地貌组合形态(如峰丛洼地、溶丘洼地、脊峰沟谷、峰林平原等)的解译,并进行密度统计分析和区域对比。

5.3.3.2 确定裸露或隐伏岩溶区的分布位置,解译其发育与地质构造的关系。

5.3.3.3 划分可溶岩的岩溶层组类型及其分布范围。

5.3.3.4 解译岩溶地质现象如岩溶塌陷、岩溶陷落柱等的分布、规模和形态特征,对其危害程度和发展趋势作出初步评价。

5.3.3.5 解译岩溶水文地质现象,重点解译地下水对岩溶区工程地质现象和不良地质现象的影响。判定岩溶泉(泉群)、伏流,地下河出口、落水洞、竖井、天窗、溶潭、水库岩溶渗漏等的分布位置,圈定地表水体的分布范围。分析岩溶区水系发育特征、水质污染状况。

5.3.4 成果资料

遥感图象解译应提交如下成果资料:

a. 岩溶地貌解译图;

b. 岩溶工程地质解译图;

c. 代表性解译卡片;

d. 典型像片图;

e. 其它成果资料:根据遥感内容和工作需要,可分别编制反映区内岩溶工程地质特点和问题的专门性解译图,如城市土地利用现状图、城市水体污染状况图,岩溶塌陷、岩溶山体崩滑、岩溶旱涝、岩溶水库渗漏、陷落柱等岩溶环境灾害图,岩溶地质景观资源图等。

5.4 工程地质测绘内容

5.4.1 地形地貌与岩溶调查

5.4.1.1 调查岩溶地貌的形态特征、规模、组成物质、组合特征及空间分布与过渡关系,划分地貌形态,组合类型(见附录B)。

5.4.1.2 调查地表水文网与分水岭的成因、分布。演变历史及其和地下水文网的关系;河、湖、洼地枯洪季节的变化和洪水淹没范围;各级剥夷面的分布高程和成因。

5.4.1.3 调查岩溶形态、规模与组合特征,发育层位与地貌、构造部位,选择代表性地段结合遥感图象解译统计其发育密度;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。注意调查岩溶发育与岩性、构造、地貌及地下水动力条件的关系。

5.4.2 碳酸盐岩调查

5.4.2.1 调查碳酸盐岩的岩性成分和岩性组合特征:

a. 根据碳酸岩盐的矿物成分,确定岩石类型,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(见附录A1.1);

b. 按填图单位统计划分岩性组合类型,可分为灰岩类,灰岩夹白云岩类,灰岩、白云岩(互层)类,白云岩夹灰岩类,白云岩类,灰岩(白云岩)夹泥质灰岩类,灰岩(白云岩)、泥质灰岩(互层)类,泥质灰岩夹灰岩(白云岩)类,泥质灰岩类等(见附录A1.2);

c. 调查碳酸盐岩的工程地质特征,包括岩体强度(见附录D1)和结构特征,特别注意调查描述其中所含的泥质、燧石、磷灰石、炭质、沥青、黄铁矿、石膏等成分的含量、分布与产状及其对岩体工程地质性质的影响。

5.4.2.2 调查描述碳酸盐岩的结构、构造特征(见附录C)。对于岩层厚度可分为:

a. 块状:单层厚度大于1.0m;

b. 厚层:单层厚度0.5～1.0m;

c. 中厚层:单层厚度0.1～0.5m;

d. 薄层:单层厚度小于0.1m。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

5.4.2.3 调查碳酸盐岩中的非可溶岩夹层，注意调查描述粘土层、铝土质或炭质页岩、高岭土、煤层等软弱夹层的岩性、厚度与分布。

a. 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：

全碳酸盐岩类型　碳酸盐岩累计厚度百分比　大于 90%，简称全型；

准碳酸盐岩类型　碳酸盐岩累计厚度百分比　(60～90)%，简称准型

半碳酸盐岩类型　碳酸盐岩累计厚度百分比　(40～60)%，简称半型；

贫碳酸盐岩类型　碳酸盐岩累计厚度百分比　小于 40%，简称贫型。

b. 按碳酸盐岩的连续沉积厚度，可分为如下类型：

连续状碳酸盐岩类型　碳酸盐岩连续沉积厚度大于 200m；

间层状碳酸盐岩类型　碳酸盐岩连续沉积厚度 50～200m；

夹层状或互层状碳酸盐岩类型　碳酸盐岩连续沉积厚度小于 50m。

5.4.2.4 根据碳酸盐岩的岩性组合类型及沉积组合特征，按填图单元划分岩溶层组类型，其划分方法见附录 A2。根据代表性岩样的化学分析、物性试验、薄片鉴定和溶蚀试验成果，对各主要岩溶层组的溶蚀性能作出评价。

5.4.3 岩溶发育程度调查

岩溶发育程度受可溶岩的层组类型、气候、地质构造、地貌和新构造运动等因素的综合影响，其中岩溶层组类型是其基本的物质条件。因此岩溶发育程度的划分以岩溶层组类型为基础，结合考虑其出露条件和地表地下的岩溶现象，并参考有关的特征性指标，进行定性的分析和评价，划分为强、中、弱三级，见表 3：

表 3 碳酸盐岩岩溶发育程度分级标志

岩溶发育程度	特征	参考性指标				
		地表岩溶发育密度 个/km	钻孔岩溶率 %	钻孔遇洞率 %	泉流量 L/s	单位涌水量 L/s·m
强	碳酸盐岩岩性较纯，连续厚度较大，出露面积较广。地表有较多的注地、漏斗、落水洞，地下溶洞发育。多岩溶大泉和暗河，岩溶发育深度较大	>5	>10	>60	>100	>1
中	以次纯碳酸盐岩为主，多间夹型。地表有洼地、漏斗、落水洞发育，地下洞穴通道不多。岩溶大泉数量较少，暗河稀疏。深部岩溶不发育	5～1	10～3	60～30	100～10	0.1～1

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

续表 3

岩溶发育程度	特征	参考性指标				
		地表岩溶发育密度 个/km	钻孔岩溶率 %	钻孔遇洞率 %	泉流量 L/s	单位涌水量 L/s·m
弱	以不纯碳酸盐岩为主，多间夹型或互夹型。地表岩溶形态稀疏发育，地下洞穴较少，岩溶大泉及暗河少见	<1	<3	<30	<10	<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。

5.4.4 调查岩溶区发育的红粘土、软土及岩溶堆积物。

5.4.4.1 红粘土是指碳酸盐类岩石的溶蚀残余堆积物经湿热风化作用在原地或经搬运沉积而形成的红、黄色粘性土，其特征是一般具有高分散度(粘粒含量一般达 50%以上)、高塑性(液限达 50%以上)、高孔隙比($e \geqslant 0.9$)、低压缩性、高含铁铝氧化物、裂隙发育、上硬下软，且往往具有强缩弱胀的胀缩性。调查内容主要有：

a. 红粘土的岩性结构、成因类型、形成时代、地貌特征、成层厚度及分布规律，着重调查红粘土的粒度、矿物及化学成分，孔隙和裂隙发育特征、厚度变化规律等；

b. 红粘土的工程地质性质、特别是胀缩性、崩解性及软化性等，注意调查红粘土在剖面上其强度随含水量和塑性状态的变化情况(胀缩土分类见附录 D2)；

c. 红粘土中土洞、塌陷、地裂及建筑物地基不均匀沉降变形的情况，其发育特征和分布规律。

5.4.4.2 软土是指与岩溶发育有关的软弱粘性土或淤泥类土(附录 D3)，按其形成有如下类型：发育于岩溶湖、塘、洼地中的地表近代或现代沉积软土，覆盖岩溶区发育于隐伏岩溶漏斗、洼地、槽谷等负地形中的埋藏软土，红粘土底部基岩面附近的软流塑状粘性土，土洞塌陷中充填的软土等。主要调查描述其岩性结构，组成成分、成因和时代、厚度、产状与工程地质性状。

5.4.4.3 岩溶堆积是指经岩溶作用形成的堆积物，包括地表的灰华沉积，岩溶角砾岩堆积，岩洞的化学或机械堆积。主要调查描述其成因类型成分与结构，分布与产状，形成时期，古生物和古文化遗迹，注意采集古生物及古人类化石。可测制代表性剖面图，并采取代表性的孢粉、同位素年龄和古气候环境的测试样品。

5.4.5 岩溶地下水特征的调查

调查岩溶地下水的赋存状态及其动力特征；岩溶水的补给来源和方式，迳流排泄特征，及其与地表水体和第四系潜水的转化关系；岩溶大泉和地下河的发育、分布和出露条件，补给区的范围，流量的动态变化和泉口沉积特征；覆盖型和埋藏型岩溶区要特别注意调查岩溶水位(水头)及其动态变化，岩溶地层顶板覆盖层的隔水或透水性，其与土层地下水的水力联系和水头差。

5.4.6 外动力地质现象和地质灾害的调查

5.4.6.1 调查由于岩溶发育的结果导致的各种外动力地质现象和地质灾害，如岩溶塌陷、岩溶陷落柱、沉陷、地裂、崩滑、水库渗漏、洪涝与干旱、坑道突水突泥等。

5.4.6.2 岩溶塌陷、沉陷与地裂是岩溶区较常发育的三种不同的地面变形现象，其类型及特征见附录 E。调查的内容主要有：

a. 调查岩溶塌陷、沉陷和地裂发育特征：塌陷坑数量，影响范围面积，塌陷坑形态和规模，散布特

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

征和密集程度；地面沉陷的范围和形态特征，最大下沉深度；地裂长度、宽度、数量、组合特征、延伸范围和展布方向等；

b. 调查岩溶塌陷等变形现象的成因与影响因素，结构类型，形成时期，发生发展过程，发育阶段与现阶段的稳定状态；

c. 调查岩溶塌陷等变形现象发育的地貌条件，如岩溶洼地，谷地或平原、岩溶盆地，山前缓丘坡地，河湖冲积平原或阶地等；调查地表有无漏斗、碟形洼地、槽谷等古老塌陷或沉陷的遗迹；

d. 调查可溶岩埋深和顶板形态特征，隐伏岩溶如埋藏的石芽溶沟、漏斗、洼地、槽谷的形态、规模、深度和分布，浅部岩溶发育特征和程度，岩溶充填程度和充填物特征等，分析岩溶塌陷等变形现象与岩溶发育的关系；

e. 调查岩溶上覆盖层的岩性、结构、工程地质性状、厚度变化及其与岩溶塌陷等变形现象的关系，着重调查软土、胀缩土、易液化土等不良性质土体的特征与分布，以及土洞发育与分布状况；

f. 调查岩溶塌陷等变形区的地下水特征：岩溶水的赋存状态、水位埋深与动态变化，覆盖层的含水性及其与岩溶水的水力联系，着重调查岩溶塌陷等变形现象与岩溶水主径流带、排泄带及具双层含水结构地段的关系；

g. 对于岩溶陷落柱还应着重调查其组成物质与结构特征，平剖面的形态变化，发育时期与近期活动性，地表迹象与隐伏状态，密实程度与导水性，及其与构造断裂、可溶岩岩性及地下水径流带的关系；

h. 调查结果应统计列表并编制较大比例尺的平、剖面示意图，以反映变形现状与发育条件，并定性预测其发展趋势及对环境的影响程度。

5.4.6.3 岩溶石山边坡崩滑和危岩坠石的形成往往有岩溶因素的参与，如岩溶石山坡脚下岩溶洞穴、管道的发育使山壁失去支撑而崩滑或错落，岩溶岩体中裂隙的溶蚀扩大使岩体的整体性受到破坏而导致块体移动，岩溶岩体中地下水的强烈活动和对出露于坡脚的下伏软弱层的浸润软化导致的崩滑等。要注意调查岩溶石山边坡的各种岩溶现象、其组合特征和分布状况，着重调查岩溶岩体的完整性和软弱夹层的隔水性与软化性及其与岩溶的关系。

5.4.6.4 对岩溶水库的渗漏，着重调查坝址和库区的防渗条件，渗漏途径和渗漏方式，主要有：

a. 坝址和库区相对隔水层的岩性、厚度和分布，构造切割对隔水性能的破坏程度；

b. 地下水动力条件：坝址区岩溶地下水位、库岸地下分水岭的位置及其与库水位的关系；

c. 库区地表覆盖层的岩性结构与隔水性及其厚度变化；

d. 坝址及库区岩溶发育特征，落水洞、漏斗、塌陷坑、地下河和岩溶管道的发育与分布状况；

e. 坝下游及邻谷岩溶大泉及地下河的出露与分布情况及其与水库的关系。

5.4.6.5 岩溶石山区由于覆盖层不发育、植被稀疏、保水性差，表水漏失严重，地下水又埋藏较深，因此常发生岩溶干旱灾害；另一方面岩溶山地多发育封闭或半封闭性洼地、槽谷，地表径流多由地下通道排水，暴雨季节由于排水不畅或通道堵塞则产生洪涝灾害。应注意调查这些不良的岩溶水文环境，其灾害范围、程度、成因和形成条件，研究其防治途径。

5.4.6.6 对于坑道的岩溶突水和突泥，主要调查突水突泥的位置、突水突泥量、产生原因和条件，着重调查坑道影响范围内深岩溶的发育特征和分布及其控制因素，岩溶充填物岩性与性状，岩溶地下水的补给来源、水头压力及其动态变化。

5.4.7 环境工程地质问题调查

人类工程-经济活动引起地质环境的温度、应力、水动态和岩土性质的变化，从而导致一系列不良地质现象的产生和发展，如地面沉降和塌陷，水库地震，边坡、地基、地下工程和人工采空区的地面变形和破坏现象，水利工程的渗漏、淤积和浸没现象等。对上述现象应分别进行调查，主要内容有：

a. 各种现象发育的形态特征、发育程度和规模及其发展过程；

b. 产生的条件、原因和影响因素，特别是主导人为因素的作用方式、强度和过程；

c. 已有的防治措施及效果；

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

d. 初步预测其发育趋势，对环境的开发和保护提出建议。

5.4.8 岩溶旅游景观资源调查

调查各类岩性、地貌景观、特别是岩溶山水与洞穴景观的发育特征和分布范围，其形成条件与演化历史、阐明其观赏价值与科学意义；调查景观地段的环境地质条件，结合人文景观及地区的经济、交通条件，概略评价其开发利用条件。

5.5 工程地质测绘原始资料的整理

在工程地质测绘过程中及其结束后应及时对原始资料进行整理，提交以下主要原始成果：

a. 实际材料图；

b. 各类原始记录本或记录卡片，按内容性质或地区分别装订成册；

c. 水点、岩溶、各种动力地质现象等专题内容的统计表；

d. 采集岩、土、水样及化石采样登记表；

e. 实测地质剖面图和柱状图，大型洞穴平剖面图；

f. 岩溶塌陷等变形典型地区平剖面示意图；

g. 野外工程地质草图；

h. 航卫片解译图及有关资料；

i. 地质照片相册；

j. 文字报告草稿。

6 工程地质勘探

6.1 物探

6.1.1 岩溶区物探工作的任务

a. 查明岩、土体的分布、岩性及界面起伏情况；探查隐伏岩溶形态的分布与规模；

b. 判断隐伏断裂、研究活动性断裂；

c. 探测地下土洞、溶洞(或岩溶管道)、岩溶发育带的规模、空间分布、埋藏条件和充填情况；

d. 探测斜(边)坡变形体的变形界面；

e. 探查主要含水层和地下水分布情况以及咸、淡水的分布范围；

f. 测定岩、土体物理力学参数，着重测定岩溶化岩体完整性及其软弱夹层弹性参数，判定强度特征。

6.1.2 岩溶区物探的基本要求

6.1.2.1 物探工作量应主要布置在覆盖型和埋藏型岩溶区，并应考虑国家经济建设规划的需要。物探工作的设计、施工、资料验收及报告编写参照有关物探规范进行。

6.1.2.2 当前用于岩溶区工程地质调查方面的物探方法有电法(包括自然电场法、充电法、电阻率法、甚低频电磁法)、地震、重力、声波、测井、磁法、地质雷达等，应根据工作区的地质、地形地貌、干扰因素并参考前人资料因地制宜地选择物探方法及其技术条件，并决定采用单一的、还是综合的物探方法。

6.2 钻探

6.2.1 钻探的目的与任务

岩溶区钻探工作的目的是揭露地表以下地质体的工程地质特征，特别是要查明各种岩溶现象及其工程地质特征。其主要任务是：

a. 查明各岩、土体的岩性、厚度、结构、及空间分布与变化规律，并进行工程地质岩类划分和划分土体结构类型。查明碳酸盐岩与非碳酸盐岩的接触关系；

b. 研究地质构造的特点及空间变化情况；

c. 查明地下岩溶形态、规模、充填情况及其空间变化规律、了解岩溶发育的不均一性，研究岩溶与地质构造、岩性及水文地质条件的关系；

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

d. 了解岩溶含水层与上覆松散地层孔隙(裂隙)含水层的岩性、厚度、埋藏条件、水质、水位、水量及相互水力联系。查明隔水层的岩性及空间分布；

e. 探明土洞、塌陷、滑坡等地面变形和斜坡变形的空间分布和物质结构；

f. 了解天然建筑材料的埋藏分布、岩性和开采条件；

g. 进行取样试验及野外测试，了解岩、土体性质和空间变化规律。

6.2.2 钻孔布置原则

6.2.2.1 钻探工作应在工程地质测绘及物探工作的基础上进行，其钻孔的布置必须考虑区域工程地质特征和经济发展规划的需要。

6.2.2.2 每一钻孔都应尽量考虑综合利用、满足多种需要。一般情况下，钻孔深度以 30～50m 为宜。应有钻孔总数的 10%的控制孔，其孔深以 100m 左右为宜。

6.2.2.3 在裸露型岩溶区，勘探线应垂直于地形地貌和构造线以及岩性变化较大的方向上布置；

在埋藏型岩溶区，勘探线应沿构造线纵、横方向布置，其孔深以能够控制岩溶地层的埋藏情况、岩溶发育特征、主要岩溶含水层及其水头压力和岩溶含水层顶板的工程地质特征为原则。

在覆盖型岩溶区，勘探线(点)的布置，应考虑控制不同地貌单元和不同类型的岩、土体，以及垂直于地形地貌和构造线及地下水流方向，并力图揭穿主要岩溶管道。对地质条件较简单的地方，勘探线可成"井"形布置。当松散层厚度小于 20m 时，孔深应达到基岩面以下 20～30m；当松散层厚度大于 30m 时，则应钻入新鲜完整基岩 5m。在岩溶强烈发育地带，控制孔深度应在 100～150m，以揭露主要岩溶发育带。

6.2.2.4 对重要且有代表性的动力地质现象和断裂构造带的地段，也应布置适量钻孔。

6.2.2.5 当有难以预见的特殊而有意义的地质体和工程地质现象时，可增加工作量。

6.2.3 钻探技术要求

6.2.3.1 孔径要求

为满足采样和测试要求，一般在土层中孔径不小于 110mm；在岩石中孔径不小于 91mm。进行专门试验的孔，其孔径大小按需要确定。

6.2.3.2 取芯要求

a. 全孔连续取芯钻进。其中土层应干钻；碳酸盐岩和有意义的隔水层应清水钻进；

b. 岩芯采取率：粘性土和完整岩石不低于 80%，砂类土不低于 60%，软土、砾类土、溶洞充填物和破碎带不低于 50%；

c. 无芯间隔不得超过 2m，其中粘性土不得超过 1m。

6.2.3.3 简易水文地质观测

a. 观测初见水位、静止水位。钻孔中见地下水位后，要求每班测孔内水位一次。观测漏水、涌水和水色变化的起止深度。有条件时，还作钻孔中岩溶水定深测温。

b. 钻进过程中，应注意观测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、充填程度(全充填、部分充填、无充填)。

6.2.4 钻孔编录

钻孔编录工作的主要内容是：岩石(土)描述、岩芯素描或照像、岩溶及裂隙测量和岩石质量指标(RQD)统计、简易水文地质观测、采样记录和野外测试记录、钻孔结构和施工情况。编录工作要在现场随钻进及时进行。

6.3 山地工程

6.3.1 山地工程一般采用浅坑、槽探、剥土等轻型工程，其目的是了解岩、土层界线、构造形迹、破碎带宽度、岩溶形态(溶沟、溶槽、溶蚀裂隙)、浅部土洞发育情况、包气带松散岩层的渗透系数，以及进行采样或者进行现场试验。

6.3.2 山地工程的剥、掘深度一般不超过 3m。其要求可参照有关规定执行。如有特殊需要，可适量布

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

置探井工程。

6.3.3 山地工程需要进行详细编录描述并编制地质展示图。

7 工程地质试验

7.1 工程地质试验的目的、任务

7.1.1 在岩溶地区进行工程地质野外测试和室内试验的目的在于获取岩土工程地质方面的代表性资料，为研究岩溶发育规律、评价工程地质条件提供定量指标。

7.1.2 岩溶区工程地质试验的主要任务是：了解岩、土体的成分、状态、性质及其空间变化特征，确定有关工程地质性质的综合指标，取得不同可溶岩的溶蚀性的定量数据，为正确划分工程地质岩组、评价岩溶发育程度提供依据。

7.2 野外岩土体工程地质特征的原位测试

7.2.1 对于岩溶岩体及其软弱夹层一般应用回弹锤和点荷载试验，测试点布置根据实际地质条件和需求来确定，一般每个工程地质岩性层测试点 10～20 个。

7.2.2 对于土体，主要对岩溶区分布较广的覆盖土层进行重点测试，按时代和岩性分层进行，每个岩性层位不少于 3～5 个测试值。对于红粘土应自上而下按不同状态分层测试。要着重进行表层或软土的测试，以取得不同类型软土的一般值。

7.3 室内试验

7.3.1 岩石试验

7.3.1.1 对碳酸盐岩为了了解各主要岩溶层组类型的溶蚀性能，应按不同层组类型选择主要岩石类型采用代表性岩样进行岩石矿物成分鉴定(方解石、白云石及其他)、化学成分分析(CaO、MgO、酸不溶物、CaO/MgO 等)、物性测定(岩石密度、孔隙率、吸水率等)和比溶解度、比溶蚀度试验。一般每个层组类型的主要岩石类型不少于三组。有条件时，可进行岩石成因结构类型的鉴定，并分析其与溶蚀性的关系。

7.3.1.2 对石膏和岩盐，除进行岩石物理力学性质的常规试验外，着重进行溶蚀度和溶蚀速度的试验。

7.3.1.3 对其他可溶性岩石如钙质碎屑岩、含盐地层，应进行可溶性矿物成分及含量的鉴定，对其胶结物进行可溶盐的成分和含量试验。对含盐地层还应进行水解风化试验。有条件时，可进行溶蚀条件下渗透性及强度变化的试验。

7.3.1.4 对钟乳石、石笋、钙华板等岩溶化学沉积，可选择代表性剖面分层采样进行 C^{14}、铀系法年龄及氢氧同位素测定，以确定其形成时期、沉积速度和古气候环境。

7.3.2 土质试验

7.3.2.1 对红粘土除常规试验外，应进行颗粒分析和胀缩性试验。对胀缩性土宜选择少量代表性样品进行粘土矿物成分和结构鉴定及化学分析、胶体化学试验。

7.3.2.2 对各类软土除常规试验外应进行颗粒分析、有机含量的分析。有条件时可选取代表性样进行 C^{14}测定。

7.3.2.3 对溶洞充填物尽可能采取扰动土样作颗粒分析、天然含水量和塑性等试验；对于埋藏较浅、规模较大的溶洞充填物，应采取原状土样作物理力学试验，必要时还要作有机质含量测定、化学分析、C^{14}测定等。

7.3.3 水质分析

为判断不同岩溶水系统之间和与其他类型地下水之间的水力联系及补给关系，可采样进行水化学及氢、氧同位素测定。有条件时可在钻孔中定深分层采样。水化学分析结果计算不同岩溶含水层组的饱和指数和二氧化碳分压。

7.4 水文地质测试

常用的水文地质测试有压水试验、抽水试验、示踪试验等。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

7.4.1 在拟建水工建筑区，尤其是水库工程的可能渗漏地段和坝址区，需要时可选择代表性钻孔进行自上而下的分段压(注)水试验，或在终孔后以全孔一次压水分段测流的方法，了解岩石的透水性和裂隙性。

7.4.2 在覆盖型岩溶区，应结合经济规划和建设工程的需要，对各主要含水层可进行少量抽水试验工作，以了解主要含水层的分布、水量、渗透性、影响半径和不同含水层之间的水力联系等。

7.4.3 岩溶地区为查明洞穴通道系统和岩溶水系统及其流速、流向，确定地下分水岭位置，了解地下河和岩溶水的补给源，调查地表水和地下水的转化关系以及岩溶区水库的渗漏通道等，常需进行岩溶水的示踪试验。其常用方法有：化学示踪法，染色示踪法，漂浮示踪法，同位素示踪法以及堵水抬高水位法等。其方法选择的技术要求，可参照有关规定和工作经验确定。

8 资料综合整理

8.1 资料综合整理的任务和要求

8.1.1 室内资料的整理与综合研究，是区域岩溶工程地质调查工作的重要部分，是提高其成果质量的重要环节。它的任务是：对各种调查手段所取得的众多原始资料，尤其是许多随机现象和数据、指标等，进行全面系统的整理和数理统计，找出它们的规律性，进行工程地质分类；分析、研究调查区主要工程地质条件、问题及其时空变化规律；将资料成果以文、图(影像)、表等形式表达出来。

8.1.2 最终成果资料整理是对各种资料进行全面系统的综合分析研究，编制基础性图件，专门性图件、综合性工程地质图和、环境工程地质分区评价预测图调查报告书。其中，基础性图件包括岩土体工程地质类型图、岩溶图、外动力地质现象图、区域地壳稳定性图(或地壳稳定性分区图)和水文地质要素图等，可根据地区具体情况确定；专门性图件可视具体情况或实际需要而定，如岩溶塌陷图、岩溶陷落柱分布图、旅游景观资源分布图等。

综合性工程地质图和环境工程地质分区评价预测图是必须提交的最重要成果图件。

8.2 岩溶资料的整理

8.2.1 岩溶资料整理的主要任务是，整理、研究各种岩溶地貌形态资料，对可溶岩岩体进行岩溶层组类型划分，结合动力地质、水文地质、气候及勘探等方面的资料进行岩溶发育程度划分和岩溶分区，编制岩溶图。

8.2.2 岩溶地貌资料的综合分析整理，应研究岩溶地貌、微地貌形态的发育规律和地区性组合关系，划分地貌形态成因类型，进行岩溶地貌分区。第一级划分主要考虑形态成因及区域岩溶发育差异的主要控制条件，第二级按主要的岩溶地貌组合形态划分。按地貌单元统计层状地形的分布、高程、覆盖堆积物的成因时代等情况，尤其注意对岩溶洞穴(包括各类勘探揭示的溶洞)、岩溶剥夷面、封闭的岩溶负地形的统计，进行级序划分。并应作一些层状地形分布形成规律方面的分析性图件。研究区域地貌尤其是岩溶地貌的时代、发育阶段、形成演化历史和地文期的划分及其与第四系和新构造的关系。

8.2.3 研究可溶岩岩层的岩性、结构、构造的主要特点，研究各地层单元中可溶岩岩层的分布与组合规律，进行岩溶层组类型划分。分析研究不同类型岩溶层组与岩溶发育的关系。

8.2.4 研究各种勘探揭示的岩溶现象和岩溶水文地质条件，按地貌单元进行钻孔迂洞率、钻孔岩溶率、岩溶泉和钻孔涌水量的统计和分级。

8.2.5 岩溶图的编制

该图主要反映岩溶发生发展的地质环境条件及岩溶发育特征，包括岩溶地貌和岩溶发育程度，对重要的岩溶地质现象可夸张表示。进行岩溶分区，第一级划分以岩溶地貌为基础，第二级划分主要反映岩溶发育程度。进而评价岩溶在工程地质上的作用。岩溶分区的一级区以颜色表示，二级区以色调的深浅表示。

在图面负担允许的情况下，岩溶图可与外动力地质现象图合并，称地貌及外动力地质现象图。

8.3 岩溶岩体工程地质分类

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

8.3.1 岩溶岩体工程地质分类的原则

岩溶岩体的工程地质分类，其原则是在一般岩体工程地质分类的基础上，考虑岩溶因素的影响。因此，其分类是依据碳酸盐岩系中碳酸盐岩与所夹非碳酸盐岩的岩性组合和岩体工程地质特征，包括岩体的强度、结构和岩溶发育程度。

8.3.2 岩溶岩体工程地质分类的方法与命名

8.3.2.1 岩溶岩体工程地质分类进行二级划分：

第一级划分工程地质岩类；

第二级划分工程地质岩组。

8.3.2.2 工程地质岩类的划分是按岩溶层组类型中碳酸盐岩含量(累计厚度百分比)的划分方法划分为：

a. 碳酸盐岩工程地质岩类(相当全型碳酸盐岩)；

b. 碳酸盐岩夹非碳酸盐岩工程地质岩类(相当准型碳酸盐岩)；

c. 碳酸盐岩、非碳酸盐岩工程地质岩类(相当半型碳酸盐岩)；

d. 非碳酸盐岩夹碳酸盐岩工程地质岩类(相当于负型碳酸盐岩)。

8.3.2.3 工程地质岩组是以岩溶层组类型的岩性组合结合非碳酸盐岩的岩性组合，并考虑岩体强度、结构和岩溶发育程度进行划分。

工程地质岩组的命名法则是：岩溶化程度＋岩体强度＋结构＋岩性组合名称。

例 1：强岩溶化坚硬厚层灰岩岩组；

例 2：中等岩溶化较坚硬灰岩、泥质灰岩与软质薄层页岩互层岩组；

例 3：较坚硬中厚层砂页岩夹弱岩溶化较坚硬泥质灰岩岩组(综合体)。

8.3.3 岩土体工程地质类型图的表示方法

以一般岩、土体工程地质类型图编制方法为基础，对于岩溶岩体以一个色系表示，对每个工程地质岩类给以一个颜色，不同强度等级用颜色浓淡表示，对岩体结构类型以面状网纹表示，对岩溶化程度以特征符号表示。

8.4 外动力地质现象资料整理

8.4.1 进行岩溶地质现象资料的汇总和分类统计，综合研究各种岩溶现象的形成条件、分布规律和危害性，进行工程地质评价。对其主要现象应作反映其形成条件和地区性分布规律的分析性图、表。

8.4.2 外动力地质现象图的编制

此图着重反映岩溶地质现象以及人类经济-工程活动引起的岩溶环境工程地质问题的类型、分布、形态和规模，反映其区域性、地带性分布与活动规律及主要控制条件。对可能成灾的，要用鲜明的符号予以表示。

在图面负担允许的情况下，此图可与岩溶图合并。

8.5 水文地质资料的整理

8.5.1 统计地下河、泉、井和抽水试验资料，研究岩溶含水层的分布规律、地下水类型及埋藏变化情况，确定岩溶水强迳流带的分布位置、形成条件、补排关系及其特征。对于大面积分布的孔隙含水层，还应研究其与岩溶水的水力联系和交替关系。为此，可视需要作岩溶含水层埋藏分布图，代表性水文地质剖面和岩溶水埋深图等分析性图件。

8.5.2 按地区研究影响工程地质条件的主要水文地质要素，并评价它们在工程地质中的作用。

8.5.3 综合整理水化学和同位素资料，研究岩溶水系统的补给关系、迳流条件及三水转化关系，评价地表水、地下水侵蚀性。

8.5.4 编制水文地质要素图

该图主要反映与工程地质条件密切相关的岩溶水文地质要素。内容主要包括岩溶水系统分布规律、岩溶水强迳流带、地下水类型、含水层埋深、潜水水位及动态变化规律、承压含水层顶板埋深及水头、水

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

化学类型及地下水侵蚀性、重要的岩溶水露头、地下水开采工程、地表水体等。

8.6 环境工程地质问题与地质灾害的资料整理及评价

8.6.1 主要对人类工程-经济活动引起的岩溶地质环境的变化进行综合分析和整理，并预测岩溶环境工程地质问题与地质灾害发生的可能及变化趋势，提出防治对策和措施建议。

8.6.2 对岩溶区重要城镇、开发区、卫星城镇及重要工程建筑区，应综合研究岩溶地基稳定性，研究并预测出现的环境工程地质问题。进行岩溶地基类型划分，并进行建筑适宜性的概略评价。应注意分析研究隐伏岩溶、胀缩性红粘土、软土的分布与特征及土洞、塌陷、地裂与岩溶石山崩滑等灾害的发育与分布规律，并预测环境工程地质问题与灾害的发展趋势。

8.6.3 对岩溶充水矿区，岩溶区其他地表、地下工程建设，可供利用的洞穴区等，应综合研究岩溶因素对其环境工程地质条件的影响，统计分析岩溶塌陷、岩溶陷落柱、突水突泥等灾害的形成条件、发育与分布规律，预测其发展趋势，提出防治建议。

8.6.4 对分布较广或发育较严重的岩溶环境工程地质问题和地质灾害，可编制全区的或部分地区的专门性图件，如岩溶地质灾害分布图、岩溶塌陷分布图、岩溶崩滑分布图、红粘土胀缩性评价与地裂分布图等，在统计分析实际资料的基础上，进行定性或半定量的稳定性或发育强度的评价，并预测其发展趋势，提出防治对策和环境保护措施建议。

8.7 岩溶工程地质图的编制

8.7.1 岩溶工程地质图是一张综合性图件，应在基础性和专门性图件基础上编制。图面反映的主要内容有：

a. 岩溶岩体和土体的工程地质单元及其工程地质特性；

b. 岩溶地貌及各种主要岩溶地质现象；

c. 地质构造特别是活动性构造；

d. 岩溶水文地质要素；

e. 岩溶环境工程地质问题及地质灾害现象；

f. 工程地质分区及评价。

8.7.2 工程地质分区可分为两级：一级区主要根据岩溶地貌划分，当区内涉及不同的区域构造单元时，还应考虑区域地质构造条件；二级区主要根据岩溶岩体和土体工程地质特征，并考虑岩溶水文地质特征、动力地质现象和环境工程地质问题来划分。

8.7.3 在综合工程地质图的基础上，编制环境工程地质分区评价预测图。主要反映各种规划工程建议对地质环境的适应性，预测在人类工程经济活动影响下，地质环境的变化趋势。

8.8 调查报告书的编写

8.8.1 调查报告书应认真编写，要求内容齐全、结构紧凑、文字简练、重点突出、结论明确、附图附件齐全、文图表并茂。

8.8.2 报告书章节内容可参考下列提纲，根据实际情况进行增减。

序言

第一章 自然地理、地质概况

第一节 自然地理与经济地理

第二节 地质概况

第三节 资源概况

第二章 区域工程地质环境

第一节 岩土体工程地质分类及特征

一、岩土类型的划分原则

二、岩溶层组类型及其特征

三、岩体类型的工程地质特征

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

四、土体类型的工程地质特征
第二节 地貌、岩溶与外动力地质现象
一、地貌基本概况及形态成因类型
二、岩溶发育特征及其影响因素
三、岩溶发育程度及分区
四、外动力地质现象
第三节 地下水
一、区域含水岩组及其埋藏与分布
二、主要岩溶含水岩组的水文地质特征及水动力条件
三、岩溶地下水资源开发利用概况
四、环境水侵蚀评价
第四节 新构造运动与地震
第五节 天然建筑材料与岩溶景观资源
一、天然建筑材料
二、岩溶景观资源
第六节 工程地质分区及特征
第三章 环境工程地质问题与地质灾害(内容视具体情况确定)
第一节 区域稳定性
一、活动性构造
二、地震
三、诱发地震
四、区域稳定性分区
第二节 斜坡变形与破坏
一、斜坡变形的主要类型及形成机制
二、斜坡变形发育与分布规律
第三节 地面变形(包括地面沉降、岩溶塌陷与地裂等)
第四节 岩溶水库和渠道渗漏
第五节 旱涝与水土流失
第六节 河湖变迁及河岸坍塌
第四章 环境工程地质分区评价与预测
第一节 分区原则及区域划分
第二节 分区评价和预测
第三节 地质环境保护和地质灾害防治对策
第五章 结论与建议
附图及附表

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

附 录 A
碳酸盐岩的岩性和岩溶层组类型的划分
（补充件）

A1 碳酸盐岩的岩性分类

A1.1 碳酸盐岩的岩石成分分类

以岩石的主要成分方解石、白云石和不纯组分(泥质、硅质、炭质等)进行三端元分类，见表 A1：

表 A1 碳酸盐岩的成分分类

划分标准	碳酸盐岩矿物含量(重量百分比)		
	>90%	50%～90%	<50%
	碳 酸 盐 岩		
	纯 碳 酸 盐 岩	不 纯 碳 酸 盐 岩	
岩石类型	方解石 100 75 50 25 0 0 25 50 75 100 白云石 (相对含量的重量百分比) 灰岩类 白云岩 灰岩 / 白云质灰岩 / 类灰质白云岩 / 白云岩	泥质(硅质、炭质……) 灰岩(白云岩)	非碳酸盐岩

A1.2 碳酸盐岩的岩性组合类型

在剖面上按填图单位，统计各种岩石类型的累计厚度占碳酸盐岩总厚度的百分比来进行划分。按灰岩、白云岩、泥(硅、炭……)质碳酸盐岩三端元分类，可分为以下组合类型(见图 A1)：

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

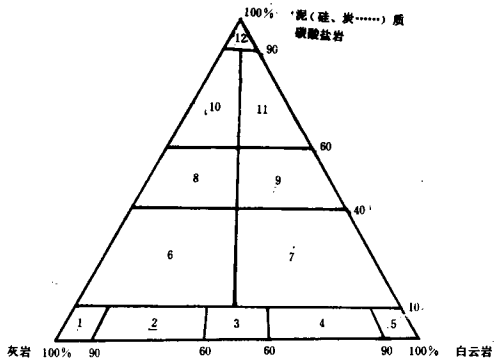


图 A1 碳酸盐岩岩性组合类型分类图

1—灰岩;2—灰岩夹白云岩;3—灰岩、白云岩(互层);4—白云岩夹灰岩;5—白云岩;6—灰岩夹泥质灰岩;7—白云岩夹泥质灰岩;8—灰岩、泥质灰岩(互层);9—白云岩、泥质灰岩(互层);10—泥质灰岩夹灰岩;11—泥质灰岩夹白云岩;12—泥质灰岩

A2 碳酸盐岩岩溶层组类型的划分

碳酸盐岩岩溶层组类型反映碳酸盐岩的沉积组合特征,是岩溶发育的物质基础。

A2.1 岩溶层组类型的划分原则

A2.1.1 岩溶层组类型一般在剖面上按填图单元进行统计划分。当相邻单位类型相同时可归并。

A2.1.2 岩溶层组类型按下述两个要素进行划分:

a. 碳酸盐岩的岩性组合类型;

b. 碳酸盐岩与非碳酸盐岩的沉积组合类型,考虑碳酸盐岩的累计度百分比和连续沉积厚度两个因素。

A2.2 岩溶层组类型的划分

根据上述原则划分如下(见表 A2):

表 A2 岩溶层组类型划分表

碳酸盐岩累计厚度 %	类型		碳酸盐岩连续厚度 m	类型		碳酸盐岩岩性组合类型
	名称	代号		名称	代号	
>90	全型碳酸盐岩	Ⅰ	>200	连续状	A	附录 A1.2: 1~12
60~90	准型碳酸盐岩	Ⅱ	50~200	间层状	B	
40~60	半型碳酸盐岩	Ⅲ	<50	互层状	C	
<40	贫型碳酸盐岩	Ⅳ		夹层状	D	

注:① 连续沉积厚度是指其中非碳酸盐岩厚度百分比小于 10%。

② 剖面中碳酸盐岩累计厚度百分比小于 40%,其连续沉积厚度小于 20m,且岩溶发育微弱,无显著水文工程地

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

质意义时，可归于非可溶岩类。

A2.3 岩溶层组类型的命名

岩溶层组类型命名的原则是三要素相加，即碳酸盐岩累计厚度类型＋连续沉积厚度类型＋岩性组合类型，并以组合代号表示。

例1：全型连续状灰岩　　Ⅰ　A_1

例2：贫型夹层状泥质灰岩　　Ⅳ　D_{12}

附 录 B
岩溶形态与地貌类型划分
（参考件）

B1 岩溶形态

岩溶形态包括：石芽、石林（石柱）、峰丛、峰林、孤峰、溶丘、岩溶台地、岩溶垄脊、岩溶坡地、岩溶原野、溶沟（溶槽）、落水洞、漏斗、竖井、斜井、溶潭、溶湖、溶洞、溶隙、溶孔、地下河、洼地、坡立谷、槽谷、盲谷、干谷、塌陷坑等。

B2 岩溶地貌类型划分

B2.1 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。

B2.2 岩溶地貌形态成因分类（见表B1）。

表B1 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

注：① 平原是指地面比较平整，一般平均坡度小于7°，起伏高差一般小于30m。

② 台地是指具有坡度较陡的台坡和坡度较缓的台面（一般坡度小于7°），台坡高度大于30m。其中台坡高度小于100m的为低台地，大于100m的为高台地。

③ 丘陵是指有一定坡度（一般大于7°），高差小于200m的形态。小于100m的为低丘陵，100～200m的为高丘陵。

④ 山地是指高差大于200m，具有一定坡度（一般大于10°）的形态。山地按海拔高度划分为：

低山　　小于1 000m；

中山　　1 000～3 500m；

高山　　3 500～5 000m；

极高山　　5 000m。

B2.3 岩溶地貌形态组合类型的划分

B2.3.1 岩溶地貌的形态组合类型宏观反映岩溶地貌形态在空间上的组合规律，不同组合类型反映不同地区、不同阶段上岩溶发育的特点。

B2.3.2 岩溶地貌的形态组合类型是以调查区内主要发育的正负岩溶形态组合而成。常见的组合类型

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

见表 B2。

表 B2 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 C
碳酸盐岩的结构与构造类型
(参考件)

C1 碳酸盐岩的结构分类

C1.1 碳酸盐的结构组分

岩石的结构是指岩石各结构组分的大小、形态、内部结构特征以及相互间的组合关系。碳酸盐岩的主要结构组分有:

a. 粒屑:是在沉积盆地内由化学、生物化学或机械作用而形成的碎屑,并在盆地内原地或经近距离搬运而沉积下来的碳酸盐颗粒。根据粒屑的形成方式和结构特征可分为内碎屑(盆屑)、生物及生物碎屑(骸粒)、包粒(直径 2mm 为豆粒,直径小于 2mm 为鲕粒)、球(团)粒和团块等;

b. 泥晶(灰泥):颗粒直径在 10μm 以下的碳酸盐软泥,可单独成岩,亦可充填于粒屑之间呈基质分布;

c. 亮晶(淀晶):是正常化学沉淀的,充填于粒屑孔隙中的胶结物,粒度一般大于 10μm;

d. 生物骨架:由珊瑚、藻类、苔藓虫、层孔虫和海绵等原地生长的固着生物,在生长过程中分泌钙质骨骼紧密粘结在一起而形成;

e. 晶粒:是化学沉淀的矿物在成岩和后生作用过程中经重结晶和交代作用而形成。

内碎屑、亮晶和晶粒的粒度变化很大,其粒级划分见表 C1。

C1.2 碳酸盐岩的结构-成因类型

根据岩石的不同成因,并考虑到成岩后生物作用,可将碳酸盐岩分为下列七种结构-成因类型(表 C2)。

C1.3 碳酸盐岩岩性、结构,综合分类及命名

采用成分和结构相结合的原则进行碳酸盐岩的岩性-结构分类和命名:

岩石类型=结构-成因类型+成分。

分类命名时,前者应表示具体的结构组分,后者应表示具体的岩石成分类型,例如:泥晶灰岩,泥晶内碎屑灰岩,迭层状藻粘结白云岩,礁灰岩,结晶白云岩等。对于粒屑和结晶碳酸盐岩,还可按粒级进一步细分,以主要粒级命名。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

表 C1 内碎屑、亮晶和晶粒粒级表

直径,mm	内碎屑		晶粒	亮晶
>2	砾屑		砾晶	巨晶
2～1	砂屑	极粗砂屑	极粗晶	粗晶
1～0.5		粗砂屑	粗晶	
0.5～0.25		中砂屑	中晶	中晶
0.25～0.1		细砂屑	细晶	细晶
0.1～0.01	粉屑		粉晶	粉晶
<0.01	泥屑		泥晶	泥晶

表 C2 碳酸盐岩结构-成因类型

岩石成因	化学或生物化学作用	机械作用为主			生物作用	蒸发作用	重结晶作用
沉积方式	沉积盆地内化学、胶体化学或生物化学沉积	机械或碎屑沉积与胶结作用			生物群体生长分泌作用	过饱和沉淀作用	成岩交代作用
结构分类	泥晶结构	粒屑结构			生物骨架结构	结晶结构	
	泥晶>90%	粒屑 10%～50%	粒屑>50%				
		泥晶 50%～90%	泥晶>亮晶	泥晶<亮晶			
结构-成因类型	泥晶碳酸盐岩	粒屑泥晶碳酸盐岩	泥晶粒屑碳酸盐岩	亮晶粒屑碳酸盐岩	(迭层、层纹、绵层、葡萄状等)藻粘结碳酸盐岩	生物礁岩	结晶碳酸盐岩

C2 碳酸盐岩的构造

岩石的构造是指岩石内宏观结构单元在空间上的分布方式和组合关系。根据常见构造的产出部位和成因,将各类构造综合如下(表 C3):

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

表 C3 碳酸盐岩中常见构造类型

成因及产状			构造类型
原生	层面	顶面	波痕：对称不对称，可指示岩顶底板及水流方向 虫穴、虫迹（足迹、爬痕） 雨痕、冰雹痕、拖痕、冲刷沟槽、干裂等，表示沉积物曾暴露地表
		底面	波痕模、泥裂模、负向冲沟等
	层间		层理：水平、斜交、交错、微细及波状、缕状序粒层理。包卷滑动或揉曲构造、鸟眼构造；豹皮状、蠕虫状、竹叶状、角砾状、纹层状、条带状构造、迭层、纹层、绵层、葡萄状和花边状构造
次生			缝合线构造，压入坑、迭锥、裂隙、结核构造

附 录 D
岩溶岩体和特殊土类按工程地质特征的分类
（参考件）

D1 岩溶岩体按干抗压强度分类（见表 D1）

表 D1 岩石按干抗压强度分类

岩石按强度分类	干抗压强度 R(MPa)	软化系数 K_d
坚硬岩石	>80	>0.8
较坚硬岩石	30～80	0.6～0.8
软质岩石	<30	<0.6

注：当干抗压强度和软化系数发生矛盾时，以软化系数为依据。

D2 胀缩土分类

胀缩土：是一种含较多的亲水矿物、具有浸水显著膨胀、失水收缩性能的粘土。其分类见表 D2。

D3 淤泥类土：指有机质含量较高（>5%）、孔隙比>1，天然含水量大于液限的松软粘性土。其分类见表 D3。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

表 D2 胀缩土的分类

项目 / 类别	膨胀率，V_e	体缩，V_s	自由膨胀率，F_s，%
强胀缩土	>10	>16	>100
中等胀缩土	1～10	10～16	50～100
弱胀缩土	<1	<10	35～50

表 D3 淤泥类土的分类

土名	液性指数，I_l	孔隙比，e	有机质含量，%
软粘土	0.75～1		<5
淤泥质亚粘土	>1	≥1.0	5～10
淤泥质粘土	>1	≥1.3	5～10
淤泥	>1	≥1.5	10～50
泥炭	>1	≥2.0	>50

附 录 E
岩溶塌陷、沉陷、地裂类型及特征
（参考件）

E1 岩溶塌陷、沉陷和地裂是岩溶区较常发育的三种不同的地面变形现象，往往相伴出现。地裂的成因复杂，有的与岩溶直接有关，如由于岩溶塌陷或沉陷引起的派生变形现象；有的与岩溶间接有关，如由于溶蚀残余堆积的红粘土胀缩变形产生；有的与岩溶无关，如由于活动断裂的现今差异运动所引起。不同成因的地裂，具有不同的分布特征、变形性质和发育过程，可据以区别。

E2 岩溶塌陷与沉陷的类型及特征。

E2.1 岩溶塌陷与沉陷的类型划分（见表 E1、图 E1）。

表 E1 岩溶塌陷与沉陷的类型划分

类型		示意图
岩溶塌陷	土层塌陷	图 E1e
	基岩塌陷	图 E1f
岩溶沉陷	重力沉陷	图 E1a
	压密沉陷	图 E1b
	溶·蚀沉陷	图 E1c
	流失·沉陷	图 E1d

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

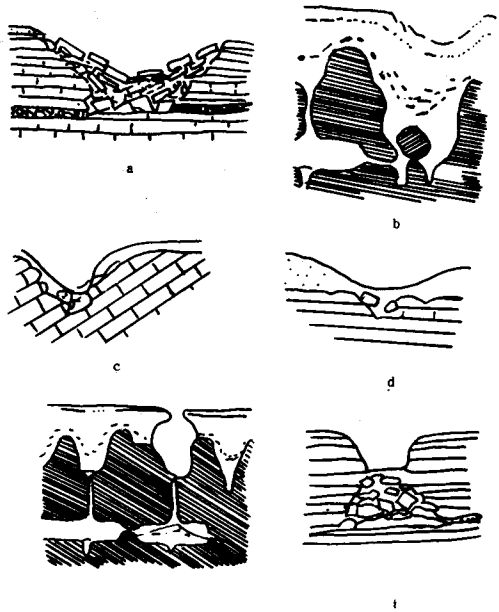


图 E1　岩溶塌陷与沉陷变形类型示意图

E2.2　岩溶塌陷与沉陷的变形特征(见表 E2)

表 E2　岩溶塌陷与沉陷变形特征对比表

类型 特征	岩溶塌陷	岩溶沉陷
变形	地面向下陷落而不连续，周边有明显断壁或陡坎，多呈圆形、椭圆形洼坑，宽深比相对较大	地面向下连续弯曲的和缓变形，一般不存在突变点，多呈长条状或扁椭圆状的洼地，宽深比小
分布	有利塌陷的地段，如岩溶强烈发育地段，断裂破碎带，覆盖土层较薄地带，地下水位埋藏较浅或地下水排泄带等	有利沉陷的地段，如隐伏岩溶负地形发育处，覆盖土层较厚，软土较发育的部位及基岩顶面细小溶洞密布地段等
过程	变形过程迅速，有的呈瞬间的突发式塌陷	变形过程较缓慢，随时间作和缓变化而无跳跃现象
机制	形成机制较复杂，一般是在多种机制综合利用下形成	形成机制较单一可区分为重力、压密、溶蚀、流失等沉陷

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载

免费标准下载网(www.freebz.net)

E3 岩溶塌陷按形成时期、可溶岩类型和成因的分类(见表 E3)

表 E3 岩溶塌陷按形成时期、可溶岩类型和成因的分类

分类标志	按形成时期	按可溶岩类型	按成因	
			自然塌陷	人为塌陷
类型	新塌陷(现代)； 老塌陷(第四纪时期)； 古塌陷(陷落柱)(第四纪以前)	碳酸盐岩； 石膏、岩盐； 钙质胶结碳酸盐质碎屑岩含膏盐碎屑岩	暴雨塌陷； 洪水塌陷； 地震塌陷； 重力塌陷	矿坑排、突水塌陷；抽水塌陷；蓄水、引水塌陷；渗水塌陷；震动塌陷；载荷塌陷

附加说明：

本标准由中华人民共和国地质矿产部提出。

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会水文地质工程地质分技术委员会归口。

本标准由地质矿产部岩溶地质研究所负责起草。

本标准主要起草人项式均、王珽。

免费标准下载网(www.freebz.net) 无需注册 即可下载