

# 中国地质调查局地质调查技术标准

## 岩溶地区 1：5 万综合水文地质调查 技术要求

中国地质调查局

二 00 八年八月

# 岩溶地区 1: 5 万水文地质调查技术要求

编写人: 时坚 蒋忠诚 裴建国 程伯禹 钱小镔 曾华烟 王宇  
鄢毅 王明章 刘安云 盛玉环 谢运球 周立新

中国地质调查局

2008 年 8 月

# 目 录

前言 .....	4
1 主题内容与适用范围 .....	6
2 引用标准 .....	6
3 总则 .....	6
4 设计书的编制 .....	10
6 岩溶地下水资源评价 .....	35
7 岩溶地区水文地质编图 .....	39
8 资料整理与报告编制 .....	42
附录 A .....	45
附录 B .....	52
附录 C .....	65

## 前言

为了落实中国地调局在新形势下以新的思路、方法、技术，详细开展西南岩溶地区水文地质调查的指示精神，地调局水环部于 2002 年初组织了由蒋忠诚、时坚、裴建国、程伯禹、钱小镔、曾华烟、王宇、鄢毅、王明章、刘安云、盛玉环、谢运球、周立新等专家和地调项目技术负责人组成的西南岩溶区地调综合组，并聘请袁道先院士为技术顾问，于 2002 年 9 月开始讨论编写“西南岩溶区水文地质调查技术要求（1: 50000）”。根据讨论提纲，综合组人员分工组织编写，于 2003 年初完成手稿，2003 年 4 月由综合组负责人蒋忠诚统稿完成初稿。

“西南岩溶区水文地质调查技术要求（1: 50000）”初稿完成后，袁道先院士首先进行了修改，地调局水环部的殷跃平主任、文冬光处长也亲自进行了审改。然后，地调局水环部多次组织有关人员进行讨论，广泛征求各方面的意见，对本技术要求反复进行修改。2003 年 9 月~10 月组织有关知名专家对修改稿进行了函审。经修改完善后下发西南八省（区、市）地调院。

2004 年由中国地质调查局下达的工作项目任务书，编号为总 [2004] 015 - 01。工作项目名称：地质调查技术标准研制、修订与升级。实施单位为天津地质矿产研究所。

项目总体目标任务：

针对地质调查实际工作需要，制定相关技术标准；结合技术进步，修订和完善部分原有技术标准，以满足地质调查工作的需要和发展。

本技术要求制定的工作任务:

1、在已编写的《西南岩溶地区 1: 5 万水文地质调查技术要求》初稿的基础上,明确调查任务、调查与评价方法和精度要求;提出设计编写、图件编制、报告编写和成果验收要求等。

2、编制完成《岩溶地区 1: 5 万水文地质调查技术要求》及说明书。

根据工作项目任务书的要求,本技术要求更名为《岩溶地区 1: 5 万水文地质调查技术要求》。经过近 5 年的运行,综合西南八省(区、市)地调院承担西南岩溶地区水文地质调查的单位和人员在工作实践中对本技术要求试行后提出的修改、补充意见由时坚负责进一步补充完善。

## 1 主题内容与适用范围

1.1 本技术要求规定了岩溶地区 1:5 万综合水文地质调查的目的任务,设计编写,岩溶地质条件与岩溶发育规律调查的、岩溶水系统和水资源开发利用条件调查的技术要求,水文地质调查精度要求,综合勘查技术手段实施要求,岩溶水资源评价、图件编制、报告编写、成果验收和提交等要求。

1.2 本技术要求适用于在岩溶地区开展的 1:5 万水文地质综合调查工作。其他比例尺水文地质调查和修测也可参照使用。

## 2 引用标准

岩溶地区区域水文地质普查规程(国家地质总局,1976,地质出版社)

GBT12329-1990 岩溶地质术语

GB/T14157-93 水文地质术语

GB/T 14158—93 区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范(1:50000)

DZ/T0060-93 岩溶地区工程地质调查规程(1:10万~1:20万)

GB/T15848-93 地下水质量标准

GB50027-2001 供水水文地质勘察规范

ZB/T D10004 城市地区区域地质调查工作技术要求(1:5万)

DZ/T0133-94 地下水动态监测规程

GB15218-94 地下水资源分级分类标准

区域环境地质调查总则(试行 2004-2)

DZ 44 城镇及工矿供水水文地质勘察规范

DZ 55 城市环境水文地质工作规范

## 3 总则

3.1 岩溶地区开展 1:5 万综合水文地质调查的目的和意义:以岩溶流域为单元查明水文地质条件,提高岩溶地区水文地质研究的精度,编制岩溶流域地下水开发规划建议,进行地下水开发工程可行性论证,提高岩溶石山区水资源的利用率,为从根本上解决岩溶地区干旱缺水问题提供科学依据;为各项工程建设合理布局和生态环境的治理、恢复与保护提供基础性水文地质资料。

3.2 岩溶地区 1:5 万综合水文地质调查的目标是:在岩溶地区,特别是干旱缺水和石漠化严重地区,以岩溶流域为单元,查明岩溶水文地质条件、岩溶发育规律、岩溶水系统特征,评价地下河、岩溶泉和蓄水构造的水资源状况及开发利用的条件,提出岩溶地下水开发规划和地下水开发工程可行性论证报告。

3.3 岩溶地区 1:5 万综合水文地质调查的基本任务是:

3.3.1 调查流域的岩溶地质条件:调查地层、地质构造的分布、类型、特点及对岩溶含水介质的控制和影响,重点查明碳酸盐岩的分布和特点、岩溶含水层类型及其水平和垂直分布特征、控制地下河、岩溶泉及蓄水构造形成的地貌地质条件。

3.3.2 调查区域岩溶发育规律:调查各种岩溶形态的特点及空间分布,蓄水构造、表层岩溶带、地下岩溶管道、裂隙和洞穴的类型、结构、形态特征及分布规律,地下河系发育特征,以及岩溶发育的主控因素。

3.3.3 调查岩溶地下水系统及其地下水资源特征:调查岩溶流域的边界、结构,进行岩溶地下水系统划分;地下水和地表水的水力联系,地下河及岩溶泉的水位、流量、水质动态变化及其影响因素、地下水水资源量;表层岩溶水的分布规律和水资源特征;蓄水构造的富水地段,岩溶水资源量及覆盖层情况。注意调查分析土地利用状况的变化对三类岩溶水水量、水质的影响。

3.3.4 调查岩溶水开发利用条件:调查地下河的允许开采量,以及堵、

蓄、提、引等岩溶水开发地质工程的地质条件；蓄水构造的允许开采量和钻井提水的工程地质条件；岩溶泉扩泉引水的环境地质条件。提出岩溶地下水开发利用规划建议和工程方案。

3.3.5 调查各种工程—经济活动对岩溶水文地质环境的影响，并进行评价，预测其演化趋势。特别是对近二十年来地下河、岩溶泉及区域岩溶水的流量、水位、水质及相关的环境问题进行调查评价。

3.4 岩溶地区 1:5 万综合水文地质调查工作程序：根据国家和地方需求选点→下达任务书→收集资料→编写设计书→设计书审定→遥感解译→野外调查和监测→勘探和试验→成果分析、图件数字化→编制报告和图件→成果审查→成果提交。从综合研究已有的地质资料入手，遵循遥感、地质测绘、洞穴探测、物探、示踪、钻探、监测、测试等各项工作的施工程序，相互配合。

岩溶地区 1:5 万综合水文地质调查工作应在 20 世纪 70 年代末至 80 年代初完成的 1:20 万区域水文地质普查和 21 世纪初部分地区开展的 1:25 万新一轮国土资源大调查成果的基础上进行，要充分搜集、利用已有资料。与 20 世纪 80 年代初的水文地质普查成果相比，本次调查工作除了精度提高外，还要针对 20 多年来的变化和出现的新问题开展调查。

3.5 应根据岩溶发育情况采用综合手段开展调查，尽量使用能够体现当代科学技术水平的新理论、新技术、新方法。如：地球系统科学和岩溶动力学系统理论，全球定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS）、遥感（RS）及计算机技术，地质雷达、浅层地震勘探、CT、EH4 电导率成像系统、高密度电法等物探新技术，同位素分析，现代天然和人工示踪技术，洞穴探测技术，自动化监测技术等。

3.6 水文地质调查和岩溶水的开发利用调查分类进行：

对地下河，主要通过遥感调查、地面调查、洞穴探测、物化探和示踪技术，并通过钻探论证，查明地下河的发育规律、补、径、排条件、水资源变化和开发利用条件，以堵、蓄、引、提、截地下水为主要开发形式；

对于覆盖型及埋藏型岩溶水，主要通过物探、钻探技术方法圈定富水地段。开发方式：一是在地下水埋藏较深的地区采用钻探打井抽水，二是在地下水埋藏浅的地区，采用开挖地下集水槽抽水。

对表层岩溶水，主要通过地面调查和岩溶动力条件现场测试，调查表层岩溶带的分布、结构和涵养水源的潜力，调查表层岩溶泉与土地利用的关系、增大表层岩溶带调蓄功能的途径，以增加表层岩溶泉水资源的量和出流时间。通过与地头水柜配套建设来开发利用表层岩溶泉水。

岩溶流域内各类岩溶水的开发利用应统一规划,注意统筹兼顾，与环境协调发展，不产生新的资源与环境问题。

**3.7 岩溶地区 1：5 综合万水文地质调查工作，根据地区研究程度的差别，可采用以下二种形式：**

3.7.1 在已有等于或大于 1: 10 万比例尺水文地质调查成果的地区，可采用修编的方法，在充分搜集与利用已有成果的基础上，根据需要补充岩溶发育规律，地下河、岩溶泉、蓄水构造和表层岩溶水和区域岩溶水开发利用潜力以及岩溶水开发利用条件等的野外调查和勘探试验工作。分析说明岩溶水的时空变化规律和 20 多年来的变化。

3.7.2 仅进行 1：20 万以下比例尺普查工作或资料很少的重点地区，应提高工作精度，按本技术要求进行详细调查。地面水文地质测绘分为正测和简测两种情况。简测调查以岩溶水的线路追踪调查为主。

**3.8 岩溶地区 1：5 万综合水文地质调查工作应以同比例尺地质图件**

和遥感解译图作为底图，所有的调查资料均要整理成电子文档，并按照统一的格式建立数据库。

## 4 设计书的编制

4.1 岩溶地区 1:5 综合万水文地质调查任务书，由主管部门下达。根据下达的任务书，由项目承担单位编制 1:5 万综合水文地质调查设计书。设计书必须做到任务明确，依据充分，部署合理，方法得当，措施有力，文字简明扼要，重点突出，所附图表清晰齐全。

4.2 编制设计书，首先要做好调查研究。明确任务要求后，要有针对性地系统收集气象、水文、地质、地貌、水文地质、测试、物探、化探、地形图、航卫片，地下水调查、勘查、监测和开发利用情况等有关资料，并进行航卫片初步解译，草编有关图件，进行野外踏勘。充分了解工作区的工作条件、地质条件和国家目标与社会需求，提出有针对性的需解决的主要水文地质问题和环境地质问题。

4.3 设计书，由主管部门组织审查、批准。设计书一经批准不得随意更改，应严格按照设计实施。若工作中出现与设计不尽符合的情况时，项目承担单位可根据实际情况及时调整，并将调整意见写出书面意见报主管部门批准。

### 4.4 设计书主要内容和一般格式如下：

- (1) 设计书封面，包括项目名称、编号，承担单位，提交日期；
- (2) 设计书内封，包括项目名称、编号，承担单位、项目负责人、设计编写人、预算编制人，提交日期；
- (3) 项目任务书，设计书审查意见，审查专家名单，设计书内容简介；
- (4) 前言：包括项目来源，起止日期，目的任务，区域自然地理和地质、水文地质概况，以往工作研究程度及存在的主要问题；

(5) 工作部署: 根据设计的目的与要求, 结合工作区的具体条件, 确定总体工作部署, 详细说明各项工作的内容、技术路线、实施方案、工作方法和技术措施、实物工作量及时间安排等;

(6) 经费预算和预算编制说明;

(7) 组织管理及质量保证;

(8) 预期成果;

(9) 附图: 主要包括交通位置图、研究程度图、工作部署图(可作为插图)。

## 5 调查的内容、技术手段及精度

### 5.1 岩溶地质条件和岩溶发育规律调查

5.1.1 资料收集及综合研究: 在开展野外工作前, 必须认真收集和调查研究调查区已有基本地质资料与图件, 掌握地层、地质构造、第四纪地质、岩溶地貌及水文地质等方面的情况, 以便正确部署野外测绘及勘探试验工作。

5.1.2 碳酸盐类地层调查: 主要调查岩石类型、结晶程度、层厚、结构构造、层面特征、杂质和夹层情况。将填图单元划分为 2 大类, 6 个亚类(见表 1)。碳酸盐类地层调查以典型线路剖面测量和取样分析为主; 各类岩石均要有代表性岩样的化学分析、薄片鉴定和相对溶解度试验成果; 掌握碳酸盐类岩层的岩性与岩相区域变化情况, 并判断最利于岩溶发育的碳酸盐类岩层的层位与分布地段。

表 1 碳酸盐岩层组类型划分表

类 型	亚 类	岩石与组合关系
均匀状碳酸盐岩层组	灰岩层组	纯灰岩层组
	白云岩层组	纯白云岩层组
	灰岩及白云岩层组	灰岩与白云岩层组互层

	不纯碳酸盐岩层组	均匀状的泥质灰岩、泥质云灰岩、硅质白云岩、硅质灰云岩等层组
间互状碳酸盐岩层组	互层状碳酸盐岩层组	碳酸盐岩与碎屑岩层组互层
	夹层状碳酸盐岩层组	碎屑岩夹碳酸盐岩层组

注意碳酸盐类岩层与非碳酸盐岩岩体的接触关系，分析其对岩溶水的补给条件、岩溶发育和流域水文网的影响。特别要注意调查流域中非碳酸盐岩地区产生的外源水补给量。

**5.1.3 地质构造调查:** 充分研究区内已有地质构造资料，掌握本区及邻近地区构造特征及对岩溶发育和岩溶水形成、分布的影响。主要调查内容为：

(1) 区内大断裂带的产状、性质、延伸情况、断层带宽度及其变化和充填物质（如断层角砾岩、糜棱岩、断层泥）等，研究断层带附近岩溶发育情况及其导水性和对岩溶水流运动的影响；

(2) 区内主要褶皱、隆起与拗陷等的分布、性质及其相互间的连接变化情况；着重调查不同构造单元内岩溶发育的差异性及岩溶水赋存与运动的不同特征；

(3) 构造体系的性质与特征，并掌握不同构造体系对区域性岩溶发育和水文地质条件的影响；

(4) 区内挽近构造运动的表现，除了注意断裂活动外，应研究地壳差异性升降运动对区域岩溶水的埋藏与运动的影响。

(5) 进行裂隙调查统计。包括点的位置和所处的构造部位；裂隙的分布、宽度、产状、延伸情况及充填物的成分和性质；裂隙面的形态特征、风化情况；各组裂隙的发育程度、切割关系、力学性质和性质转变情况；并注意裂隙的透水性。裂隙统计应力求在相互垂直的两个面上进行，其面积不应小于  $2 \times 2\text{m}^2$ 。

**5.1.4 岩溶地貌调查:** 查明各种地貌形态特征与规模，研究其分布与

地层岩性及地质构造的关系，特别要研究岩溶发育结果对地貌的影响，并进行地貌类型的划分；研究岩溶发育与地貌景观表现的内在关系，分析岩溶地貌发育史。

#### 5.1.4.1 裸露、半裸露型地区的岩溶地貌调查: 主要内容为:

(1) 岩溶地貌的形态表现: 包括岩溶个体形态, 岩溶微形态, 岩溶洞穴, 岩溶组合形态。各种岩溶形态, 应按照“岩溶地质术语”(GB12329-90)命名。对主要和重要的岩溶形态, 要描述如下内容: 岩溶发育的层位与岩性、地质构造部位、地貌单元、分布高程及其形态、规模(包括高、长、宽等矢量指标)。还应绘制素描图及摄影, 并按统一图例标绘于图上。要注意同类岩溶形态的分布特征(如线状分布、网格状分布、层状分布等)及各种岩溶形态的组合分布情况。要选择小面积典型地段对岩溶形态进行测量, 予以调查统计, 并适当表示在图上, 以分析岩溶发育的强度与岩溶地下水的径流量。结合物探和钻探等手段, 进行地下岩溶裂隙和管道的追踪调查。

岩溶形态组合, 包括地表宏观岩溶形态、微观岩溶形态、岩溶堆积物, 地下洞穴形态和岩溶堆积物形态在内的区域组合。要进行区域岩溶形态组合的综合调查分析, 确定岩溶地貌的发育环境, 分析不同地貌单元的水文地质特征。特别要注意典型岩溶地貌的空间分布规律与地下水文网关系的分析。

(2) 地层、岩性与岩溶地貌的关系调查: 调查不同地层、岩石的峰体形态、洞穴形态、岩溶裂隙形态、面岩溶率和主要类型碳酸盐岩的洞穴化程度, 分析不同地层、岩石的发育规律和区域差异。

(3) 地质作用和大地构造对岩溶地貌的影响, 如受河流沉积作用显著影响的岩溶地形有孤峰平原(包括峰林平原); 受狭长褶皱控制的岩溶槽谷等; 受构造断裂显著影响的岩溶断陷盆地、断块山地。不少岩溶地区, 虽然岩溶岩层大面积裸露, 由于地壳抬升, 地表水强烈切割、侵蚀, 形成与非岩溶地区相似的岩溶峡谷等。

(4) 加强岩溶洞穴调查, 调查洞穴的规模、分布、形态特征, 以及形成条件与开发利用价值。

5.1.4.2 覆盖型和埋藏型地区岩溶地貌调查: 除调查地表的 geomorphology 现象外, 还要根据物探、钻探资料, 分析地下岩溶形态、岩溶裂隙和管道特征以及岩溶发育程度的水平和垂直分布情况, 查明各种埋藏的古地貌 (如埋藏深槽、埋藏阶地、埋藏河谷等) 及其与古岩溶的关系。

5.1.5 表层岩溶带调查: 表层岩溶带是包气带表层由不规则带状、犬牙交错的岩溶个体形态和微形态组合形成的能够调蓄水循环的强岩溶化带。要调查表层岩溶带的分布、厚度、岩溶形态特征、岩溶空隙及其充填情况, 发育下限及隔水边界情况。要注意充分利用各种人工开挖的剖面 (包括公路、铁路、渠道、采石场等) 开展表层岩溶带的特征调查。

5.1.6 第四系沉积物和土壤调查: 观测其分布、厚度、含水和透水情况及其变化情况。一般情况下, 裸露、半裸露型地区的第四系地层分布零散, 重点调查大型盆地、谷地与洼地中第四纪地层的岩性及成因。注意溶蚀残余物的堆积 (包括风化残积层) 与其他成因沉积层的分布关系。覆盖型地区, 要着重研究各覆盖层的物质组成、级配、所含钙质与铁锰结核情况。注意其含水性及隔水性, 要采集代表性土样进行含水性试验和主要污染成分的化学分析, 并进行野外简易注水试验。注意地下河和洞穴内第四系沉积物与洞外沉积物的关系调查。

5.1.7 岩溶发育历史调查: 结合区内地质发展史、古岩溶发育时期及后期岩溶继承发育情况, 调查分析新构造运动以来不同时期岩溶发育历史以及岩溶地貌的演化特征。结合岩溶发育史, 深入研究区域岩溶发育的时空变化规律及岩溶地下水的变化特征。

## 5.2 岩溶水系统及其水资源开发利用条件调查

**5.2.1 资料收集:** 认真搜集、研究区内已有水文地质资料 (主要是: 井、泉、地下河资料; 钻孔及有关水文地质试验资料; 开采利用与治理岩溶地下水方面资料; 岩溶水库渗漏资料; 坑道、隧洞等地下工程掘进及工程基础开挖的水文地质工程地质资料等), 尽可能收集 20 世纪 70 年代末调查的岩溶水水量、水化学资料, 以作为 20 年来对比的依据。对地层、地质构造、地貌及岩溶发育规律等资料进行综合分析, 初步划分出具有连续的补给区、径流区、排泄区 (或深循环区) 的岩溶水系统。调查工作结束后, 再根据调查的新资料, 做出更符合客观实际的岩溶水系统的划分, 以作为评价区域岩溶水资源的依据。

**5.2.2 岩溶水系统划分:** 岩溶水系统是指有水力联系的岩溶地质体及赋存其中的岩溶水构成的有机整体。根据区域岩溶水的特点及其对水资源评价和开发的需求, 对各调查的岩溶流域进行岩溶水系统划分, 一般划分到五级, 即五级岩溶水系统是 1:5 万水文地质调查的基本单元。各级岩溶水系统均应圈定其边界。系统边界一般由隔水岩层、地下分水岭和排泄基准面等构成。在地下分水岭与地表分水岭一致的情况下, 可根据地表分水岭来圈定岩溶水系统的边界; 当地下分水岭与地表分水岭不一致时, 应根据地质构造、地下水位和水化学指标等综合因素分析圈定岩溶水系统的边界。

**5.3.3 群众访问工作:** 除观测路线上的访问外, 在每一乡村都应尽可能访问, 了解以下内容:

(1) 现有水点 (包括人工揭露水点) 的位置、水量 (最大、最小、平常)、有无断流现象 (断流时间及何时出水)、水色及其变化、出水状态 (平流或向上翻)、水位及其变化 (最枯水位)、鱼类活动及其品种与出鱼量及群众对水源的分析等;

(2) 地下河的位置及流经地段, 洞口与地下河的连通情况 (如洞口可听到流水声或可直达地下河等), 水面至洞口的斜距和高差, 是否常年有水, 水的流速、流量及流动特征, 有无鱼类 (大小、品种);

连通试验（投谷糠、毒鱼、闸水、放水等）情况，地下河的砾石成分及群众对地下河“来龙去脉”的判断等；

（3）历史上出水点的位置，当时水量大小，何时断流，群众对其原因的分析；

（4）岩溶区的河水流量变化及季节干涸情况，并了解流量骤增、骤减及有消水现象的河段；

（5）某些找水标志，如塌陷、小洼地、消水洞、烂泥田、黑沙及“冬冒热气，夏冒凉气”、“遍黄一点绿”等现象的位置；

（6）岩溶区水库蓄水前后及库水位高低变化对周围地下水的影  
响情况；

（7）目前农田水利化程度；农田灌溉及抗旱水源及已开采利用的水量；最早季饮用水源及其最枯水位（或最小流量）；

（8）岩溶水资源的利用程度和群众解决水源问题的方案，包括对地下水源和地表水源合理利用的意见；

（9）饮用水水质情况，有无地方病。

（10）地下水开发利用和矿坑排水引起的各种环境问题。

**5.3.4 地面测绘一般要求：**根据区内自然环境与水文地质条件复杂程度和社会需求，合理地布置观测路线。观测路线采用穿越和追踪法相结合，原则上，观测路线应垂直于构造线方向、沿地貌变化最大方向、沿河谷和地下水露头多的地带，尽量取得多方面的资料。对重要构造形迹、特殊非岩溶夹层及大型地下河系等要进行追索，必要时，可及时做示踪试验。主要观测路线上不易包括在内的一些重要地质现象，可布置专门的观察路线。

**5.3.5 岩溶水点调查：**对各种岩溶水点（如岩溶泉、落水洞、出水洞、地下河出口、地下河天窗、潭等），应采用手持式 GPS 定位或半仪器法定位，并进行详细的观测描述。

对群众提供有意义的水点及找水线索，要结合测绘工作进行实地

调查。野外遇到的所有水点，应根据其不同类型按统一图例标绘于野外草图上，并在水文地质卡片上详细记录。对岩溶水点（包括地下河）的观测描述，应包括以下主要内容：

- （1）出露的地层层位及岩性；
- （2）出露的地质构造及所处构造形迹的部位，岩层产状，结构面的产状及其力学性质、水理性质，地质构造与岩溶发育的关系；
- （3）所处地貌单元位置及地貌特征；
- （4）水点地面标高；
- （5）水位、埋深、水深，并访问其变化幅度及观测洪水痕迹；
- （6）野外实测水温（同时观测气温、洞温）、pH 值、电导、暂时硬度；
- （7）水的物理性质（如颜色、气味、透明度等）；
- （8）取代表性水样，进行化学分析；对水质受工农业废水影响及含有特殊元素的，要作专门的调查；
- （9）水生动物（如鱼类）活动情况；
- （10）测量流量，并访问其动态变化。对所有水点都要实测流量；
- （11）每个岩溶水点，都应绘制水文地质剖面草图或示意图，对有特殊意义的水点，应实测水文地质剖面图或洞穴水文地质图，并素描或摄影；
- （12）对每个岩溶水点，都要力求弄清它与邻近水点和整个岩溶地下水系的关系；在观测每个岩溶水点后，一般应作适当追索，把追索结果和对地下水“来龙去脉”的初步判断记录下来，同时做出示意图。

**5.3.6 水位和流量调查：**应获得岩溶水点的最枯资料，并访问其动态变化。测绘工作不一定都在旱季进行，因此，要求面上的测绘工作结束后，在枯水季节统一规定时间内，对重要的水点（具代表性和控制性）重测一次水位与流量。当需要用水位差判断地下水流向，而水点

的水位高程又无法在野外地形图上较准确地查出时，应布置水点的水准测量。

5.3.7 要调查岩溶地区地表水与地下水间的互相转化。特别是裸露、半裸露型及一些浅覆盖型地区，地表河水流量变化较大，需要详细调查。调查前，应充分研究已有大比例尺地形图上有关这些伏流现象的标记，并了解水文观测资料中与此有关的异常现象。必要时，可请当地水文站协助，对有意义地段进行流量观测。对流量变化显著，而又缺乏水文观测资料的河流，应分段测定其流量。常年有水的地表河以枯季测流为好，间歇性河流则在雨季进行。

5.3.8 要调查岩溶地下水分布的不均匀性。不同地质条件地区，岩溶发育特征与水动力条件不一样，集中岩溶水流的分布情况也有差别。通常可分三种情况：（1）极不均匀：集中岩溶水流或地下河数量极少，且分布不均匀；（2）不均匀：集中岩溶水流或地下河大体平行分布；（3）较均匀：集中岩溶水流呈网状分布。

5.3.9 掌握各类岩溶水系统地下水的补给、径流与排泄特征。补给、径流与排泄三个地段（区），有的明显分开，有的只有其中的二个地段（区），有的则同属同一地段（区）。不同地段的水文地质调查要求是：

（1）补给地段（区）：调查大气降水与地表河水渗入地下的方式与通道，补给地段（区）的分布范围与面积及地层层位、岩性、地质构造条件和地貌特征。挑选典型地段，根据溶蚀竖井、落水洞或钻孔中地下水位雨后变化幅度，概略推算渗入系数。对补给区面积大的岩溶山区，由于主要岩溶含水层的地下水埋深大，不易开采，应充分利用表层岩溶泉与上层滞水作为水源。调查可蓄水的地段，并分析由于蓄水而下游水流减少时，径流区及排泄区岩溶水流量受到的影响。

（2）径流地段（区）：主要了解集中岩溶水流的埋藏深度、分布情况、运动方向及水动力特征。特别注意天窗、竖井的追索调查；对

有开采意义的岩溶地下水富水地段，应初步评价其开采量与开发方式。对具有利用堵塞洞穴或其它措施抬高地下水位的径流区，要分析抬高地下水位或大量开采后，对补给区及排泄区水文地质条件的影响。

(3) 排泄地段(区): 做好泉及地下河出口的调查，为整个水文地质单元地下水资源的初步评价提供重要依据。有的排泄区只排泄本岩溶水系统中的部分地下水，其余部分成为邻近地区地下水的补给源。因此，对平原或盆地边缘的泉水，当考虑扩泉以增大开采量时，需慎重分析、评价当地及邻近地区的水文地质条件，以避免由于扩泉不当造成泉水消失。

### 5.3.10 不同类型的岩溶水系统调查

#### 5.3.10.1 地下河系统

##### 5.3.10.1.1 裸露型地下河系统

(1) 调查控制地下河发育的基础地质条件。在岩溶层与非岩溶层呈夹层或互层的紧密褶皱的地区，要注意调查各岩溶层的展布情况；在厚层碳酸盐岩的平缓褶皱区，要注意调查控制地下河发育的断裂构造，褶皱轴及各地段主导裂隙的分布情况。

(2) 注意利用线状分布的地表岩溶地貌和地下洞穴追踪地下河：调查条形封闭洼地、串珠状洼地、天窗、干谷等的排列方向及其高程从分水岭向排泄区递减分布的规律性；竖井、漏斗、落水洞、出水洞、塌陷的分布及有否喜水植物、出水遗迹与鱼类活动等及其联系和方向性。上述微地貌的线状分布，常是地下河的地表标志。对研究岩溶水文地质条件有重要意义的天窗、竖井、溶洞等，应进行探测和追索调查。洞内遇到水流时，应实测其枯季流量、水位、电导、水温、暂时硬度。对难于通行的深洞，必要时，应采取示踪试验追索。

(3) 圈定地下河流域边界(地下分水岭)，确定补给面积，入渗

系数，综合判定不同地段地下水水位埋深，实测、访问地下河水位、流量及其变幅，进行地下水资源评价，提出开发利用建议方案。要调查地下河沿线不同土地利用状况及变化对地下河水量、水质的影响，进行岩溶水水质与补给区不同土地利用类型下水质（特别是矿山、工矿、城镇污水和农田水）的关系调查。对适宜提引和建库调蓄利用的，要查明其工程地质和环境地质条件，分析建库蓄水后对环境水文地质条件的影响。

（4）查明地表水和地下水的相互转化关系：圈定各地下河系的补给面积，划分各岩溶水子系统，调查各子系统之间的组合关系。在有大型水利工程的地区，要注意其对地表水文系统的影响。应根据地表水和地下水的组合关系情况进行地下河水资源评价：

a、多向的岩溶水子系统：常见于分水岭地区。各单元的地下水系及与其有联系的地表水，向不同方向运动、排泄。这种组合方式的各单元地下水资源应分别评价；

b、串联的岩溶水子系统：常见于具有多级剥夷面的高原岩溶区。其特点是：位于中间一级剥夷面上的水文地质单元，既是上一单元的“排泄区”，又是下一单元的“补给区”。在这种条件下，岩溶地下水反复补给、排泄，地下水与地表水出现反复转化的现象。这种组合方式的各单元的地下水资源，应当综合评价；

c、人为作用岩溶水系统：常见于低山丘陵的近河地区。在同一单元中，在不同条件下，岩溶水向相反方向运动。如水库蓄水向地下河倒灌。此种地下河的水资源评价，不但要评价地下河的天然流量，还应结合不同的开采方式研究地表水的倒灌量。

### 5.3.10.1.2 裸露——覆盖型地下河系统

裸露区的地下河流域的调查重点同 6.10.1.1。覆盖区应查明地下河通道位置、埋藏情况、岩溶发育深度，圈定富水地段，对水位、水量和水质做出评价。此外还应了解覆盖层厚度，与下伏岩溶含水层

的接触关系，水力联系及岩溶水的承压状态，盖层完整性和稳定性。

#### 5.3.10.2 南方岩溶大泉系统

##### 5.3.10.2.1 裸露型大泉系统

着重调查控制溶隙和管道发育的断裂或构造裂隙带，研究大泉的出露条件、控制因素。根据大泉出露的地形地质条件，圈定泉域边界，实测、访问水位、流量及其变幅。对适宜建库调蓄利用的，应查明其工程地质和环境地质条件。

##### 5.3.10.2.2 裸露——覆盖型大泉系统

裸露区的调查重点同 6.10.2.1。覆盖区应查明泉眼周边岩溶含水层埋深、岩溶发育深度，了解孔隙水与岩溶水的水力联系，圈定富水地段。

##### 5.3.10.2.3 裸露——埋藏型大泉系统

尽可能地查明大泉的补给范围，圈定泉域边界。查明岩溶含水层顶板埋深、厚度及水量、水质。

#### 5.3.10.3 北方岩溶大泉系统

5.3.10.3.1 着重调查岩溶大泉的补给范围，圈定泉域边界，实测、访问泉域内的地下水位、泉水流量的年内大小变化及多年变幅。注重多年来泉水流量、流域内地下水位的变化对比。

##### 5.3.10.3.2 环境地质问题调查

重点开展岩溶大泉流量衰减及泉域内地下水位持续下降方面的综合调查与资料收集。对岩溶泉域内的地质灾害（岩溶塌陷、地面沉降等），要在调查工作中查明原因并进行评估。提出岩溶泉域系统水

资源保护的措施规划。

#### 5.3.10.4

#### 隐伏蓄水构造岩溶系统

##### 5.3.10.4.1 裸露——覆盖型蓄水构造岩溶水系统

应查明覆盖层性质和厚度、覆盖层与基岩面、地下水水位的关系，土地利用状况对覆盖层的污染情况；构造性质与岩溶含水层的关系；岩溶发育情况以及孔隙水与岩溶水的水力联系，岩溶水水位波动与顶板的关系；圈定富水地段范围，对水量、水质进行评价。应注意查明岩溶泉与构造的关系和覆盖区含水层的水力联系，正确评价覆盖型含水层井采对泉流的影响。

##### 5.3.10.4.2 裸露——埋藏型蓄水构造岩溶水系统

查明补给范围，圈定流域边界。集中排泄带周围往往是储水构造，应查明岩溶含水层的顶板埋深、厚度、岩溶发育情况。

##### 5.3.10.4.3 埋藏型蓄水构造岩溶水系统

主要接受周边含水层的侧向补给和下伏含水层的越流补给，补给边界和阻水边界构成该类流域的流域边界。此类流域应查明侧向补给边界、阻水边界，查明流域岩溶含水层的顶板埋深、厚度、岩溶发育情况。注意非岩溶顶板岩层的性质、厚度和构造情况，及其对岩溶水的影响。

##### 5.3.10.5 表层岩溶水系统

圈定表层岩溶水系统补给区范围；调查表层岩溶水系统的含水介质、岩溶泉的出露条件、森林覆盖情况及对岩溶水的调蓄情况；访问泉水是否断流；测量泉水水位、流量、电导、水温、暂时硬度，分析水量和水质的动态变化规律和表层岩溶水资源的富水程度。

5.3.11 岩溶地质环境调查。以收集资料、遥感解译、线路勘查、定点观测和取样实验相结合的方式进行。主要内容包括：岩溶流域生态环境的特点；石漠化的分布、程度等级、影响因素和发展趋势，分析石漠化对岩溶水调蓄功能的影响；水土流失情况及其对岩溶水的影响；岩溶区干旱缺水现状、分布和时间；岩溶区洪涝灾害的情况、分布和影响因素；流域土地利用情况，农田农药化肥用量，邻近矿山污水的排放情况，岩溶水的污染物、污染程度和分布范围；岩溶区水利工程的渗漏或倒灌情况和过程；岩溶塌陷及其与地下水开采的关系等。

#### 5.4. 水文地质调查精度要求

5.4.1 地面调查的底图采用 1:5 万地质图，没有 1:5 万地质图的地区，采用 1:20 万区域地质调查野外手图或 1:5 万地形图；并在调查前进行水文地质遥感解译，作为水文地质调查的参考图。

5.4.2 野外测绘前，应在测区或邻近区选择露头良好，地层出露完全，构造简单，地貌单元完整的地段，实测地质地貌剖面，掌握已建立的地层层序、时代，确定填图单位。

5.4.3 对岩溶区地质体的直径大于 100m，线状地质体长度大于 250m，宽度大于 50m 和长度大于 250m 的断裂，褶皱构造，对具有水文地质及其它特殊意义的地质体应放大表示。地质界线位置要求准确，其标绘误差不得大于 50m。所有水点均应定点调查，并标绘于图中。

5.4.4 调查精度要求：

5.4.4.1 原则上要求达到现行有关水文地质方面的技术规范要求所规定的工作量指标，其中应在包括符合质量要求已有的各项工作量的基础上，进行测点部署。一般要求平均观测点密度为 30~50 个/100km<sup>2</sup>，观测线路间距 1500m~2000m/100km<sup>2</sup>。在岩溶区的岩溶发育强烈地带，

应适当增加密度，一般为 70~110 个/100km<sup>2</sup>，观测线路间距 800m~1000m/100km<sup>2</sup>。在非碳酸盐岩区，可适当放宽至 20~40/100km<sup>2</sup>。

5.4.4.2 勘探孔应包括水文与工程地质钻孔，钻孔的布置应根据具体情况确定，一般应在 0.5~1.5 个/100 km<sup>2</sup>。在复杂的岩溶山区，由于岩溶发育的不均，及地下河的纵横交错，含水体的结构极为复杂，应适当增加到 2~3 个/100 km<sup>2</sup>，孔深平均控制在 150m。

5.4.4.3 调查的总观测点应包括地层、岩性、地貌、岩溶、水文地质、工程地质与生态环境等，各种类型的比例应根据工作区情况灵活掌握。

5.4.4.3 水质及岩土化学分析：水质分析按原 5~10 组/100 km<sup>2</sup>，其中全分析 40%，简分析 50%，特殊分析 10%。岩土样原则上按区域内出露的地层，分层采取，每层不得少于 3 组。

5.4.5 勘查区复杂程度分区：简单地区：岩相无明显变化，新构造运动不活跃，岩溶地貌和岩溶水系统结构简单，地下水补、径、排条件清楚，不存在突出的环境地质问题；中等地区：岩相变化明显，有新构造活动踪迹，岩溶地貌有起伏，岩溶水的分布具有一定的规律，地下水化学类型多样，不存在突出的环境地质问题。复杂地区：新构造运动活跃，岩溶地貌崎岖，岩溶水系统结构复杂，地下水形成、水动力、水化学规律均较复杂，环境地质问题较多。

5.4.6 结合工作区的特点和已有工作程度，观测点和观测路线的密度可根据地区的复杂程度进行调整，可有所侧重，正测按表 2 执行。简测以岩溶水的线路追踪调查为主，观测点按正测的 40%-50%，但必须在设计书中有所体现。成果验收按批准的设计进行。必要时可根据本技术要求，结合工作区的实际，制定工作细则或质量检查验收标准，并报主管部门备案。

表 2 观测点和观测路线密度

地区类型	总观测点 (个/100km <sup>2</sup> )	观测路线间距 (m)
复杂	70 ~ 110	800 ~ 1000
中等	50 ~ 80	1000 ~ 1500
简单	30 ~ 50	1500 ~ 2000

## 5.5 综合勘查技术手段

### 5.5.1 基本要求

在对前人工作成果进行全面收集与二次开发的基础上,采用遥感解译、地面调查方法为主,结合物探、钻探、试验与动态监测等方法手段。要充分利用新技术新方法,以“3S”技术为先导,有针对性地选择音频大地电磁法、高密度电法、地质雷达、EH4电导率成像系统等新技术新方法,力求取得新的认识和提高调查工作整体水平。对于岩溶地质条件和岩溶水系统比较复杂的岩溶区,要注意运用综合技术进行调查,以确保调查资料和成果的可靠性和准确性。

### 5.5.2 遥感解译

5.5.2.1 调查中应充分利用遥感图像或数据进行地质、水文、工程地质、石漠化等生态环境问题方面解译,以指导调查工作和提高调查工作效率。

5.5.2.2 遥感数据以航天遥感数据为主,航空遥感数据为辅。一般应有地面分辨率优于15m的航天多波段遥感数据或比例尺大于1:5万的航空摄影图像。航天遥感数据以SPOT5的2.5m全色+10m多光谱数据为首选。

5.5.2.3 遥感解译工作的范围一般应略大于地质调查范围。

#### 5.5.2.4 遥感数据预处理

a. 用于水文地质调查中遥感的图像、数据应进行旨在优化像片质量为目的的预处理。

b. 图像纠正，以 1:5 万的地形图为基准图件，选取控制点，进行多项式纠正，采用高斯—克吕格投影 6 度分带、1980 西安平面坐标系统，监测区跨带时，应做跨带坐标转换。为使图像于 1:5 万地理底图精确叠合，在几何变换中使用的控制点对不应少于 12 对，点对分布应均匀。校正后的图面中误差一般不大于 1.0mm，最大不大于 2mm。

c. 图幅跨越数景航天遥感图像时，应采用彩色数字图像镶嵌技术进行镶嵌。影像镶嵌除了满足在拼接线处相邻影像的细节在几何上一一对接外，还要求相邻影像的色调保持一致。

d. 当图像中局部云覆盖有碍信息提取时，可采用同一地段其它时相的无云图像经彩色数字镶嵌方式镶入云覆盖区。

5.5.2.5 图像配准，图像配准先将高分辨率的全色图像进行几何精度纠正，然后将另一分辨率的多光谱图像与其它配准或将不同分辨率的图像分别进行几何精度纠正到统一地图坐标系下，完成图像的纠正配准。利用图像处理软件的连接和分层交互显示功能目视检查图像配准精度，实际像素大小显示主要特征物无明显位移。

#### 5.5.2.6 彩色合成

a. 使用的区域性基础图像，一般应采用波长为  $0.7 \sim 0.9\mu\text{m}$ ， $0.63 \sim 0.69\mu\text{m}$ ， $0.5 \sim 0.6\mu\text{m}$  等三个波段分别赋予红、绿、蓝三色的彩红外假彩色合成方式，而不采用标准假彩色合成方式。

b. 合成图像色彩平淡而不利于水文地质信息提取时，应进行反差扩展或彩色坐标变换图像处理予以增强。

c. 图像各波段之间相关度很高时，应进行主成份分析处理，选择

其中区分地质体、水文现象能力强的组份进行合成。

d. 岩性波谱特征近似时，为了区分岩性可采用比值增强处理。

5.5.2.7 线状影像增强和提取，一般采用单向滤波模进行处理。

5.5.2.8 图像信息增强，图像信息增强包括以背景影像图制作为目的的和提高计算机自动分类精度为目的的两种，前者包括反差增强、边缘增强、彩色增强、彩色变换增强（数据融合），后者需进行多重图像处理（如比值运算、差值运算、K~L变换等），保留主要信息，最大限度地减少波段的相关性，达到增强或提取有用信息的目的。根据实际特点，方法的选择应有所侧重。数据融合是本项目的基本方法。数据融合：是指将不同类型传感器或同一传感器不同类型的数据进行空间配准，将各数据的优势或互补性有机结合起来产生新数据的技术过程。融合兼有两种目的，一是用于信息的提取，要求原始数据的处理不得产生光谱扭曲，以利于建立解译标志，减少判读的不确定因素；二是用于背景图制作，要求图像清晰、色彩鲜艳。目前融合方法主要有 HIS 变换、Brovey 变换、主成份变换、线性加权乘积、加法等方法，以 HIS 变换较常用。

5.5.2.9 遥感解译的主要内容

- a、地质构造（特别是活动构造）；
- b、断裂及隐伏断裂、隐伏构造的位置及其富水的可能性；
- c、泉水、地下河、地下水溢出带出露位置、地表水体以及旱片、涝片分布；
- d、表层岩溶带的分布、类型；
- e、碳酸盐岩为主的各类岩性的分布范围；
- f、水体污染源，工业与生活废物堆放场地的分布。

5.5.2.10 遥感解译一般以目视平面（立体）观测为主。若条件允许，应力求进行人机交互解译。遥感解译应从地质研究程度高、水文地质

资料丰富的地区开始，从区域性宏观解译逐渐向局部性微观问题研究过渡，从直观水文地质信息提取逐渐向复杂因素组成的地质体的信息提取过渡，从定性水文地质信息提取向定量信息提取过渡，循序渐进、反复解译，逐步深化、提高区域水文地质认识。遥感解译应贯穿于设计确认之后到最终资料整理之前的水文地质工作过程中。一般在设计确立之后进行区域解译和初步解译，在正式进行野外水文地质填图之前完成详细解译。

5.5.2.11 提交 1: 50000 水文地质遥感综合解译图和解译说明书及所用分辨率的遥感图像的电子文档资料。。

### 5.5.3 地球物理勘探

5.5.3.1 目的是在有供水前景或地下水资源结构不清的地段，查明隐伏地质构造、岩溶发育带、地下水富集带，并确定含水层的厚度、顶底板埋深、地下水位埋深和富水性情况，以及覆盖层厚度和基岩面起伏形态，为确定孔位和地下河的位置提供地球物理依据。

5.5.3.2 测线应尽量垂直于断裂构造、地层及地下河走向布设，并尽可能避免或减少地形影响和其它干扰因素的影响。同一测线至少有两种方法对比解释、互相验证，注重新方法与常规方法相结合，提高工作效率和勘探工作质量。

5.5.3.3 应根据不同地层的地质条件、物性条件及拟解决的地质问题，选择有效的物探方法，要尽可能采用效果好的新技术新方法，如地质雷达、浅层地震、高密度电法、核磁共振等等。物探方法选用参见下表 3。

表 3 适宜于不同工作目的的物探方法

工作目的	物探方法
查明基岩埋深及基岩面起	电测深法、电剖面法、浅层地震

伏形态	
判定隐伏断裂的位置、产状	音频大地电场法、电测深法、电剖面法、静电 $\alpha$ 卡法、磁法、浅层地震法、自然电场法
了解地下岩溶发育情况、埋藏条件及富水性特征	电剖面法、高密度电法、浅层地震、地质雷达、激发激化法、音频大地电场法、EH <sub>4</sub> 电导率成像系统、核磁共振、自然电场法、无线电波透视等

5.5.3.4 对于物性前提不明的地区，在布置物探之前，应先开展适量的有效性试验工作。物探解释成果一般应有钻探验证资料。

#### 5.5.4 钻探

5.5.4.1 目的是为了查明隐伏岩溶发育的深度、含水层的岩性特征及产状，研究地质构造破碎带及裂隙的发育程度，随深度的变化及水文地质、工程地质特性。利用钻孔进行地下水动态监测，为岩溶地下水资源评价提供可靠的依据。

5.5.4.2 钻探应在地面测绘的基础上充分研究利用已有的物探、勘探钻孔和机井资料，依据需要补充布置勘探钻孔，尽可能减少钻探工作量，结合本地区具体条件或特殊要求进行设计，在碳酸盐岩覆盖型地区，在汇水条件不好岩溶发育不均的情况下，应根据微地貌标志，结合物探异常布孔；在汇水条件较好及岩溶发育相对均匀的地区，可垂直构造线及地下河流向布置勘探线，在埋藏地区，钻孔一般垂直构造线布置；在裸露型地区，钻孔应主要布置于大型谷地构造破碎带或褶皱轴部。

5.5.4.3 每个钻孔必须目的明确，尽量做到一孔多用，如采样、测井、抽水试验，必要时可留作监测等。在严重缺水地区，钻探布置可考虑探采结合，以解决当地的人畜饮水困难问题。

5.5.4.4 勘探钻孔深度要求：一般应揭露具有供水意义的主要含水层或含水构造带，南方岩溶区控制孔深 120~150m。北方岩溶区一般控制孔深 400~550m 同时，应布置少量更深的控制性深孔，用以了解深部岩溶发育特征及地下水富水性的垂向变化情况。应根据实际情况及工程类型适当调整钻孔深度。

5.5.4.5 钻孔设计和施工时应注意以下几点：

a. 水文地质钻孔的孔径在松散地层应大于 400mm，保证下入 200mm 口径的滤水管及滤水管外有 75~100mm 的填砾厚度，基岩钻孔开孔口径 172mm 以上，下入试验工具段孔径不小于 130mm，终孔口径不小于 110mm。工程地质钻孔的孔径应大于 110mm。

b. 原则上采用清水钻进，遇破碎带必须用泥浆钻进时，终孔后要用清水严格洗孔，直至返清水为止，再进行相关试验。

c. 钻进过程中应记录钻具自然下落和自然减压的起止深度，测定溶洞的顶底板埋深，了解洞内充填物情况和充填程度。

d. 岩石采取率：完整基岩 70%以上，破碎带 40%以上，溶洞充填物不得低于 50%。

e. 严格做好第四系覆盖层的止水工作。

f. 做好简易水文观测、孔深校正、孔斜测量以及岩芯缩减保留等工作。其它按《供水水文地质勘察规范》(GB50027-2001)和《供水水文地质钻探与凿井操作规程》(CJJ13-87)执行。

5.5.4.6 钻孔竣工后，应及时提交各种资料，包括钻孔地质柱状图，水文地质观测，岩芯记录表，测井曲线、采样及分析结果等原始资料在内的地质成果及钻孔质量验收书，并编制钻孔综合成果图及钻孔施工小结。

### 5.5.5 抽水试验

5.5.5.1 目的是评价含水层的富水性，获取含水层的水文地质参数，了解含水层之间、地下水与地表水之间的水力联系，确定抽水试验影响范围。

#### 5.5.5.2 抽水试验孔布置原则

5.5.5.2.1 对工作区水文地质条件具有控制意义的不同含水层（组）的典型地段，应有单孔抽水试验。

5.5.5.2.2 带观测孔的抽水试验，在基本查明含水层（段）的分布及富水性的基础上，选择不同水文地质单元，有供水意义的主要含水层（组）的典型地段进行。

5.5.5.2.3 工作区有多个含水层时，应布置少数的分层抽水试验。

5.5.5.2.4 抽水试验观测点的位置，应尽可能利用机、民井或天然水点作观测点，并补充一些专门的水文地质观测孔。

5.5.5.2.5 一般采用单孔稳定流法试验，反向抽水，按三个落程进行，稳定时间分别为 8、8、16 小时。当水量很小或水位降不下时，可作一次降深，但稳定时间不小于 24 小时。当抽水孔水位不能稳定时，应进行一次最大降深的非稳定流试验。抽水延续时间视  $s-lgt$  曲线确定。一般应不小于 24 小时。

5.5.5.2.6 稳定流抽水试验在稳定时间内应达到涌水量和水位稳定，或在一定范围内波动，不得有持续下降或上升的趋势。水位波动范围的误差一般不能超过平均降深值的 1%，涌水量波动值不能超过平均流量的 3%。试验过程中，要密切注意附近水点、地面及建筑物变化情况。

5.5.5.3 抽水试验结束后，应及时整理，提交抽水试验综合成果图表与试验小结。其内容包括：水位与流量过程曲线、水位与流量关系曲线、水位与时间（单对数及双对数）关系曲线、恢复水位与时间关系曲线、抽水成果、水质分析成果、水文地质计算成果、地质柱状图、施工技术柱状图、钻孔平面位置图等，如多孔抽水试验，还应提交抽

水试验地下水降落漏斗平面图与剖面图。

## 5.6 洞穴探测

5.6.1 重点调查能够反映区域岩溶发育规律、控制地下河系统和有开发利用价值的洞穴。通过洞穴探测，测制比例尺 1:500 洞穴平面图，附相应的纵剖面图与典型地段横剖面图。

5.6.2 洞穴探测内容包括：洞口位置、朝向、标高，洞穴形态规模及延伸方向、成层性，次生化学沉积、洞穴堆积、水流特性、洞内气候（温度、湿度、风向）及生物活动，洞穴发育的岩溶地质条件、以及洞穴开发利用现状等。分析洞穴的成因及与区域岩溶水的关系。

5.6.3 对洞穴竖井、天坑和有潜水的洞穴，要尽可能组织力量利用专门的洞穴探险设备进行探测，查明洞穴系统的连通性和形态特征，确定水洞的水流方向。

5.6.4 洞穴调查应强调配备专用设备，如头盔、洞穴服、探洞鞋、SRT（单绳技术）设备、头灯、洞穴测量专用罗盘及倾角仪、激光测距仪、橡皮船、救生衣等。

5.6.5 洞穴调查的安全作业要求：除配备先进的探洞专用设备外，还要注意如下事项：洞穴探测前应学习和熟练掌握 SRT（单绳）技术，并购买相关的安全保险；要三人以上为一组开展探洞活动，并有专门的车辆在旁边等候；开展落水洞和竖井、天坑的探险时，洞外应有人把守；对洞穴照明、空气污染、洪水和落石等情况要有充分的准备或防备。

## 5.7 示踪试验

5.7.1 目的是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来源，调查地表水和地

下水的转化关系以及岩溶水库的渗漏通道等,为岩溶水资源评价与合理开发提供依据。

5.7.2 常用的方法有:化学示踪法、染色示踪法、漂浮物示踪法、同位素示踪法以及堵水抬高水位法等。

5.7.3 为确保试验成功,可采用多元示踪试验,选择两种以上示踪剂或两种以上方法。投放点一般设在地下河进口,接收点在下游泉水、岩溶天窗及地下河出口、地表水体等。

5.7.4 试验前要编写工作设计;并进行本底值取样调查,在考虑本底、峰值、流量、成本、群众的观感等因素的情况下对示踪剂的类型和用量提出要求,并注意示踪试验对环境和水质的影响;观测延续时间要求出现高峰后恢复本底值为止。

## 5.8 岩、土、水样测试

5.8.1 应充分收集以往工作成果,根据需要确定各类样品数量。

5.8.2 对土样主要进行化学成分、养分及植物元素分析,以了解不同岩溶生态环境与岩溶水、植物与地球化学背景的相互关系,为生态建设、土地整理与水资源开发利用提供科学数据。主要分析项目:全盐量、碳酸根、重碳酸根、氯根、钙、镁、硫酸根、钾、钠等常规分析,以及全锰、有效锰、全锌、有效锌、全铁、有效铁、铅、铬、汞、砷、氟、氰等 12 项微量元素及重金属元素分析。一般应布置在主要岩溶层位,特别是工农业与生活污水和废水排放区。

5.8.3 对各含水岩组的可溶岩,应结合碳酸盐岩填图成果取样进行化学分析,以控制岩性、岩相的变化情况。分析项目有:  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Co}_2$ 、烧失量、酸不溶物、有机质、和硫化物等。

5.8.4 水样分析除了作简分析和全分析外,重点作以污染分析和同位素分析为主的特殊分析。污染分析项目有溶解性总固体、氯化物、氟化物、碳酸盐、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、高锰酸钾盐指数、挥发性酚、氰化物、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、铁、锰、大肠菌群、DDT 和有机污染物,并增加现有资料中已被检出的主要污染物和反映本区主要水质问题的其它项目。水样采集地点应控制地下河、岩溶泉、蓄水构造受城镇、矿区、农田污染的地段。同位素测定选用氢同位素氘(D)、氧同位素( $O^{18}$ ),一般布置在完整的岩溶水系统,以研究地下河系统中地下水与降水、地表水体的水力联系。

## 5.9 岩溶地下水动态监测

5.9.1 岩溶地下水动态监测按监测内容可分为水位、水量、水质及水温监测。可有专业自测站和委托监测站二种监测方式。

5.9.2 地下水动态监测站网的布局,以能控制工作区内岩溶地下水系统的地下水动态为基本原则。对于面积较大的监测区域,应以顺地下水流向为主与垂直地下水流向为辅相结合来布设监测站网;对于面积较小的监测区域,可根据地下水的补给、径流、排泄条件布设控制性监测站。涉及一个以上含水层组,应分层监测。

5.9.3 所有监测点都要进行统一编号,并确定一个固定标高基准点。

5.9.4 地下水动态监测孔的设置和地下水动态监测泉的设置按有关规定进行。加强地下河水的动态监测。除了在地下河出口设立地下水监测站外,应尽可能地在地下河内也建立监测站,以控制各河段的地下水动态特征。对流量较小的地下河,可修建各式流量堰测量;流量大于  $5001/s$  的,用流速仪断面法测量;流速小于  $0.5m/s$  的,用低流速仪测量;对于水面无流速的重要潭式水点,可用低流速仪测定潭内不同深度的流速。

5.9.5 地下水动态监测站密度参照表 4 执行。

表 4 地下水动态监测点密度

岩溶类型	裸露型岩溶			隐伏型岩溶		
	复杂地区	中等地区	简单地区	复杂地区	中等地区	简单地区
观测密度 (个/100km <sup>2</sup> )	5~10	3~4	1~2	5~8	3~4	2

5.9.6 地下水动态监测的持续时间一般不少于一个水文年，以查明地下水流动年内变化规律。地下水水位每月监测 6 次，逢 5 日、10 日测量。每次测量 2 个数据，2 次测量最大误差不大于  $\pm 1\text{cm}/10\text{m}$ 。在地下水丰、枯水期要进行地下水位统测工作。地下水流量每月监测 6 次，逢 5 日、10 日测量。每次测量 3 个数据，取均值。地下水水质监测，一般在枯、丰水期分别采样，观测水质的季节性变化。可能遭受污染的水点视污染发生的时间特点可增加采样次数。动态变化大的重要地下河、大泉和钻孔尽量安装自动监测仪器。

5.9.7 在进行岩溶地下水点的水化学采样时，要进行 pH 值，土壤空气 CO<sub>2</sub>、电导率、水温的现场测试。

5.9.8 重要的地下水动态长期监测站应建立与之配套的气象观测站。气象观测项目至少包括降水量、气温、湿度等。要逐日监测。

## 6 岩溶地下水资源评价

### 6.1 岩溶地下水区域资源评价的原则是：

(1) 在取得地面测绘及勘探试验资料的基础上，综合分析岩溶水的分布、运动特征及其与其它含水层和地表水的水力联系，进行岩溶水区域资源的评价；

(2) 根据岩溶发育的差异性、岩溶地下水分布的不均匀性、岩溶地下水动态变化的复杂性及岩溶水的补给、径流、排泄条件，划分

岩溶水系统，作为基本的评价单元；

(3) 注意人为因素的影响，如目前工农业用水量、矿山排水量、水库渗漏量及因水库蓄水使地表水径流量减少等对岩溶含水层补给量与排泄量的影响等；

(4) 树立全局观点，克服局限性和片面性。综合考虑：工业与农业、上游与下游、本单元与邻近单元等的用水量，矿区与涝区疏干排水量与邻近干旱区需水量；旱季缺水量与雨季剩余水量，水量变化与水质变化等。要注意地下水与地表水的综合利用。防止因开采地下水而引起的塌陷、地裂等破坏现象。注意地下水与地表水水源的保护，提出防止过量开采与水质污染的相应措施。

6.2 地下水资源计算，重点是计算可利用的地下水资源，根据需要应结合当地的水文地质条件，分别计算地下水的天然资源量和允许开采资源量，必要时，还应计算储存资源量。

6.3 地下水资源计算方法应根据地区水文地质条件，因地制宜选择。但应尽可能采取多种方法，以资对比。除水量均衡法外，还有“地下水水文分析法”、“地下水动力学法”等。

以地下河和岩溶泉为主的地区（主要是裸露、半裸露型地区），应尽量根据地下河水与大泉水的水文观测资料（枯水流量、洪峰流量、年总补给量等），进行水文分析计算，获得有关参数与有关数据。

隐伏蓄水构造岩溶水，主要根据钻孔抽水试验及动态观测成果，选择地下水动力学公式，取得有关水文地质参数与径流量等数据，对地下水资源量进行评价。在覆盖型与埋藏型地区，都可采用此法。

表层岩溶水的评价重点评价枯季可维持出流水量的天数及利用水柜等工程人工可调蓄的水资源量，可以利用动态分析法和衰减分析法等评价表层岩溶水资源。

在岩溶水系统结构比较清楚，岩溶水文地质资料比较丰富的地区，可运用数值模拟方法进行岩溶水资源计算。

## 6.4 主要的地下水资源计算方法

6.4.1 地下水天然资源量：评价方法以入渗系数法、径流模数、水文分析法为主。

采用降雨入渗系数法计算天然资源量：

$$Q_{\text{天}}=100\alpha F \cdot H$$

$Q_{\text{天}}$ —表示地下水系统天然资源量 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}$ )

$F$ —地下水系统面积 ( $\text{km}^2$ )

$H$ —地下水系统范围内年平均降水总量 ( $\text{m}/\text{a}$ )

$\alpha$ —降雨入渗系数

降雨入渗系数的确定

$$\alpha = \frac{Q}{0.1F \cdot H}$$

(1) 有新长观点的子系统，应按照新大泉、地下河观测资料计算

$Q$ —观测年份大泉、地下河流量 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}$ )

$H$ —观测年份大泉、地下河流域内降雨量 ( $\text{mm}/\text{a}$ )

$F$ —观测年份大泉、地下河流域面积 ( $\text{km}^2$ )

$\alpha$ —降雨入渗系数

(2) 无新长观点的子系统应按照 1: 20 万区域水文地质调查资料确定  $\alpha$  值。

(3) 同一子系统有可能包含不同地下水类型和不同入渗系数，则  $\alpha$  值用下式计算。

$\alpha$ —子系统的平均入渗系数

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

$\alpha_i$ —第  $i$  块段含水岩组降雨入渗系数

$F_i$ —第  $i$  块段含水岩组面积 ( $\text{km}^2$ )

运用径流模数法计算地下水系统天然资源量

$$Q_{\text{出}}=0.00864(M_{\text{枯}}t_{\text{枯}}+M_{\text{平}}t_{\text{平}}+M_{\text{丰}}t_{\text{丰}})F$$
$$=0.00864M_{\text{枯}}(k_{\text{枯}}t_{\text{枯}}+k_{\text{平}}t_{\text{平}}+k_{\text{丰}}t_{\text{丰}})F$$

$Q_{\text{出}}$ —地下水系统输出天然资源量 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}$ )

$M_{\text{枯}}$ —枯季径流模数 ( $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ )

$k_{\text{枯}}$ —枯季动态变化系数, 定  $k_{\text{枯}}=1$

$k_{\text{平}}$ —平水期的动态变化系数,  $k_{\text{平}}=M_{\text{平}}/M_{\text{枯}}$

$k_{\text{丰}}$ —丰水期的动态变化系数,  $k_{\text{丰}}=M_{\text{丰}}/M_{\text{枯}}$

$M_{\text{枯}}、M_{\text{平}}、M_{\text{丰}}$ —分别为枯水期、平水期、丰水期径流模数 ( $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{km}^2$ )

$t_{\text{枯}}、t_{\text{平}}、t_{\text{丰}}$ —分别为枯水期、平水期、丰水期时间 (单位为  $\text{d}$ )

6.4.2 允许开采量: 计算方法根据水文地质条件、勘查精度进行选择。在裸露岩溶地区, 对研究程度高、资料丰富的地区, 采用地下河和岩溶泉流量过程线分析-枯季径流模数法:

$$Q_{\text{允}}=3.1536M_{\text{枯}}*F$$

$Q_{\text{允}}$ —地下水允许开采量 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}$ )

$M_{\text{枯}}$ —枯季径流模数 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}\cdot\text{km}^2$ )

$F$ —地下水系统面积 ( $\text{km}^2$ )

对研究程度低、缺乏资料的地区可利用开采经验模数法进行分析计算:

$$Q_{\text{允}}=M_{\text{采}}*F$$

$Q_{\text{允}}$ —地下水允许开采量 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}$ )

$M_{\text{采}}$ —开采经验模数 ( $10^4\text{m}^3/\text{a}\cdot\text{km}^2$ )

$F$ —地下水系统面积 ( $\text{km}^2$ )

在覆盖型岩溶区, 主要根据影响地下水开采的经济、技术、生态

约束条件，利用地下水动力学法、数值法或模比法进行计算。

#### 6.5 计算地下水量时，应具有下列资料：

- a. 计算区内含水层的岩性、结构、厚度、分布、水力性质、富水性及其有关参数；
- b. 含水层的边界条件，地下水补给、迳流、排泄条件；
- c. 地下水的开采现状；
- d. 水文、气象资料和不少于一个跨丰枯季的地下水动态监测资料。

6.6 水文地质参数计算应在分析地区水文地质条件的基础上，合理地选用计算公式；可通过较长系列地下水动态观测资料反求或利用抽水试验、野外试验取得各计算单元所需的水文地质参数。

6.7 岩溶水资源评价级别应符合《地下水资源分类分级标准》(GB15218—94)，但不低于C级。研究程度高的地区应提高资源评价级别。除了评价水量及其动态变化外，还要评价地下水水质。在调查的基础上，收集有关地下水水质监测，地下水污染现状等资料进行综合分析，按环境水文地质条件类型进行地下水环境质量评价。但地下水环境质量评价只进行现状评价。

6.8 岩溶地下水的可采资源评价，还应与当地供水要求，与拟定的岩溶水开发利用方案相联系。拟定的岩溶水开发利用方案主要应考虑如下因素：区域水文地质条件、地下水资源状况、岩溶水开发利用的分散性和季节性、工程方案的经济技术合理性、当地需水量、生态环境效应等。

## 7 岩溶地区水文地质编图

### 7.1. 编图基本原则

岩溶水按含水层的岩性结构，可划分为两类，即纯碳酸盐岩岩溶水与碳酸盐碎屑岩互层岩溶水。在图例设计中，岩溶水常按以上两种类型采用两种基本色调，并按颜色深浅区别其富水程度，颜色由浅到深，表示富水程度由低到高。岩溶含水层根据不同的蕴藏条件，可划分为，裸露型、覆盖型和埋藏型三种类型。在水文地质图上采用“双层结构”的表示方法，反映岩溶含水层与覆盖层或其他上覆地层的相互关系。

## 7.2. 编图工作任务与方法

7.2.1. 编制岩溶水文地质图，主要应反映岩溶水系统及其地下水的赋存、分布和埋藏特征，探索岩溶水形成、分布和富集规律，从而更好地为区域水资源评价及岩溶水的合理开发利用，提供科学依据。

编图工作的主要任务是：

- (1) 分析岩溶水的埋藏、赋存条件，划分岩溶水的类型。
- (2) 分析区内的岩溶含水层系统，包括各地层所含可溶岩的层位、岩性组合、岩溶发育及含水特征，进行含水层组类型的划分。
- (3) 分析研究降水、植被、地层、地质构造及地貌条件等，对岩溶发育程度与岩溶含水层富水性的影响和控制作用，圈定岩溶水系统。
- (4) 分析统计泉流量、钻孔涌水量以及地下径流模数等数据，划分富水等级。
- (5) 分析研究岩溶地下径流的水动力特征及其补排条件，特别是地下河系统的分布及径流特征。
- (6) 分析岩溶含水层埋藏条件，划分隐伏岩溶的盖层类型及其厚度；研究上覆盖层(包括覆盖型与埋藏型)中各类含水层与岩溶含水层之间的水力联系。
- (7) 分析岩溶水文地球化学系统及其水平分带与垂向分带，特别是注意岩溶水的脆弱性填图。

7.2.2. 碳酸盐岩类岩溶水在岩性、岩相变化比较复杂的情况下，一般划分为二或三个亚类：石灰岩（或白云岩）裂隙溶洞水（石灰岩（或白云岩）占70%以上）；石灰岩（或白云岩）碎屑岩互层裂隙溶洞水（碳酸盐岩占30%-70%）；碎屑岩夹碳酸盐岩溶洞裂隙水（碳酸盐岩占10%-30%）。如无特殊需要，亦可合并为两个亚类，以免图面过于复杂。

对石灰岩（或白云岩）裂隙溶洞水的富水性，应根据岩性、构造、地貌及补给条件与水动力条件，结合勘探资料，按泉及地下河流量与地下径流模数等综合因素，划分富水等级。在同一含水岩组由于不同情况而出现富水性的差异时，应分别划分其富水等级，不能单纯按岩组确定富水等级。在测流资料或水文资料较多的地区，可将地下水径流模数作为划分富水等级的主要指标：一般可划分为<3、3-6、>6三级，单位为L/s·km<sup>2</sup>。可采用泉或地下河多年平均流量的统计数据与钻孔抽水试验结果，作为划分富水等级的辅助指标。对大泉及地下河流量，可划分为100-1000、10-100、<10三级（单位L/s）。但各地区具体情况比较复杂，每个地区具体划分几级和分级标准，要根据实际情况而定，一般可划分二级或三级。

7.2.3. 图面应尽可能表示岩溶水埋藏深度，一般应划分四级（<30、30-50、50-100、>100 m），采用不同方向的白色条带表示。为简化图例，浅埋一级可采用普染色，不用白色条带表示。上述分级标准，应根据各地区实际情况，作必要调整。

对被第四系含水层覆盖的岩溶含水层，即覆盖型岩溶水，可采取双层结构的方法表示，即采用条带相间的方法，窄条代表岩溶含水层（蓝色），宽条代表第四系含水层（黄色）。对下伏于其他地层的埋藏型岩溶水，采用同样方法表示。当岩溶水顶板埋藏深度变化较大时，可根据各地区具体情况划分二级或四级，用条带的不同方向（水平线、斜线或垂线）加以区别。

石灰岩（或白云岩）类岩溶水，主要包括溶洞水（管道水）、溶蚀裂隙脉状水及蜂窝状或针孔状溶孔水。溶蚀管道成叶脉状互相连接，

可以形成地下河水系。在溶蚀裂隙或溶孔十分发育的情况下，形成网状溶蚀裂隙，并组成一个比较均匀、互相连通的统一含水体。有的岩溶盆地，在良好的汇流条件下，形成岩溶水的富集地带。因此，图面除要突出反映岩溶地下河或地下河水系外，还要表示以网状裂隙为主的岩溶均匀发育带和汇流富集带。对岩溶地貌，如落水洞、天然竖井、溶潭、地下河、天窗、伏流、盲谷等也要在图面上加以表示。

## 8 资料整理与报告编制

### 8.1 资料整理

8.1.1 野外调查资料，由调查人员在现场建立调查点卡片，按卡片上的要求填写各项内容，对有特殊意义的地质现象、沿途重要的地质情况等另列专页进行描述。

8.1.2 阶段性工作或某一专项工作完成后，及时对调查资料或试验的有关资料进行整理并编写阶段性工作总结。项目工作期间的中间年份必须编写年度工作总结。

8.1.3 野外工作完成后，由项目综合组组织有关专家进行野外验收。项目组必须提供野外工作总结、完整的实际材料图、野外工作手图、为编制最终成果必须具备的有关基础性图件和中间性成果图件。各种卡片、野外试验资料、室内化验分析资料、钻孔成果资料、收集的主要资料等按有关要求整理和统计计算，并分门类装订成册。

8.1.4 各种原始资料必须及时完成记录、测流等资料进行有关的计算，分析判断其可靠程度。同时要完成所获取的各项资料的自检、互检和抽检工作。

8.1.5 野外记录采用 2H 或 H 铅笔，重要数据要及时上墨。野外工作手图上的点和线等必须上墨。

## 8.2 资料归档

8.2.1 在本项目调查中形成的具有保存价值的有关地质成果,包括图纸、图表、文字及其计算材料、照片、录像、录音、磁带、光盘等均应经过整理、立卷,组成保管单位后编目、归档。

项目工作中文件材料的形成、检查和最终验收是地质生产和管理工作的组成部分,也是确保项目工作能够达到预期效果的证明材料,属于需立卷归档的资料。

8.2.2 归档的科技文件材料质量要全面符合部颁有关科技档案和地质工作技术规范、规定和本地地质档案归档办法。复印件不得归档。

8.2.3 地质工作项目完成时,项目负责人应指定一名科技人员对本项目所形成的科技文件材料进行分类、组卷、编目归档,并填写好明细帐,由项目负责人(或技术负责人)审核签署,向本单位科技档案部门办理归档手续。

## 8.3 资料汇交

8.3.1 项目工作报告制度:按《中国地质调查局地质调查项目工作报告暂行制度》的要关要求,及时向项目综合组上报项目工作报告和技术报告。

8.3.2 中间性资料汇交:本项目工作中的年度工作总结、野外工作总结必须及时汇交项目综合组。综合组要求汇交的其它资料,项目组也要按时提交。

8.3.3 项目最终成果资料汇交

汇交项目综合组的资料,包括:

- (1) 实际材料图;
- (2) 项目成果报告书及其附图、附表;
- (3) 项目成果资料电子文档;

(4) 项目空间数据库资料。

汇交给各省(区、市)国土资源厅档案馆的资料和项目工作单位存档资料,按有关规定执行。

#### 8.4 成果报告编制

8.4.1 1:5万水文地质调查报告分岩溶流域编写,若干个岩溶流域合并为一个重点调查区,编写重点调查区报告。岩溶流域调查报告及岩溶流域地下水资源开发工程可行性研究报告编写提纲见附录A。

8.4.2 岩溶流域水文地质调查报告附图:

- ① 岩溶水文地质图(1:5万);
- ② 岩溶地区地下河分布图(1:5万);
- ③ 岩溶水资源评价图(1:5万);
- ④ 岩溶水资源开发利用规划建议图(1:5万)。

## 岩溶流域调查报告编写提纲

### 前言

- 一、项目概况及目标任务
- 二、项目工作基础
- 三、技术路线及工作方法
- 四、完成工作量情况及质量评述
- 五、取得的突破性进展

### 第一章 区域自然地理和地质条件

#### 第一节 自然地理概况

- 一、工作区范围及交通位置
- 二、地形、地貌特征
- 三、气候、水文特征
- 四、生态特征
- 五、人文经济情况

#### 第二节 地层和岩性

#### 第三节 地质构造

### 第二章、区域岩溶发育规律

#### 第一节 地表岩溶地貌

- 一、岩溶地貌类型和分布
- 二、岩溶个体形态和微形态
- 三、岩溶形态组合分区

#### 第二节 岩溶洞穴

- 一、岩溶洞穴的区域发育规律
- 二、岩溶洞穴的形态特征
- 三、岩溶洞穴与地下河的关系

#### 第三节 地下岩溶发育规律

- 一、地下岩溶管道、裂隙、孔隙的形态特征与充填情况
- 二、地下岩溶管道、裂隙、孔隙的分布规律
- 三、地下岩溶率

#### 第四节 表层岩溶带

- 一、表层岩溶带的发育特征及区域分布规律
- 二、表层岩溶带的形态特征

#### 第五节 岩溶发育的控制因素

- 一、地质构造对岩溶发育的控制作用
- 二、碳酸盐岩与岩溶发育
- 三、水动力条件对岩溶发育的影响
- 四、岩溶发育期

### 第三章 岩溶水文地质特征

#### 第一节 岩溶含水层

- 一、岩溶含水层组划分
- 二、岩溶含水层的埋藏（裸露、覆盖和埋藏）条件
- 三、主要岩溶含水层组的水文地质特征及其水力联系

#### 第二节 岩溶地下水类型

- 一、岩溶地下水类型及其分布特征
- 二、纯碳酸盐岩岩溶水的含水介质特征
- 三、碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶水的含水介质特征

#### 第三节 岩溶流域的边界条件

#### 第四节 岩溶流域的水文地质分区

### 第四章 岩溶水系统

#### 第一节 岩溶水系统的结构

- 一、地下河系的结构
- 二、主要蓄水构造的结构特征
- 三、表层岩溶泉水的系统结构特征
- 四、地下水之间以及地下水与地表水的水力联系

#### 第二节 岩溶水系统划分

第三节 岩溶水系统的水动力场、温度场和化学场

第四节 岩溶水系统的概念模型

## 第五章 岩溶地下水资源评价

第一节 天然资源

一、地下水资源计算区的划分

二、天然补给量

三、天然排泄量(径流模数法)

四、水文分析法概算地下水资源量

第二节 可开采资源评价

一、地下水可开采资源评价原则

二、地下河岩溶水可开采资源评价

三、蓄水构造岩溶水可开采资源评价

四、表层岩溶泉水的可开采资源评价

第三节 碳酸盐岩分布区储存资源计算

一、储存资源量计算方法

二、参数的确定

三、计算结果

第四节 水均衡分析

一、水均衡模型

二、水资源计算评价结果分析

第五节 岩溶水水质评价

一、水质评价方法

二、岩溶水水质组份单项评价

三、岩溶水水质综合评价

第六节 与二十年前岩溶水资源评价结果的对比

## 第六章 岩溶环境地质问题

第一节 干旱缺水状况

第二节 石漠化及水土流失

第三节 洪涝灾害

第四节 地下水污染

第五节 其它环境地质问题

## 第七章 岩溶水的开发利用条件

第一节 地下水资源开发利用现状

一、地下河水资源开发利用现状

二、蓄水构造岩溶水资源开发利用现状

三、表层岩溶泉水资源开发利用现状

第二节 岩溶水开发利用的地质环境条件

一、地下河水开发利用的地质环境条件

二、蓄水构造岩溶水开发利用的地质环境条件

三、表层岩溶泉水开发利用的地质环境条件

第三节 岩溶水开发利用的环境影响评价

一、地下河水开发利用的环境影响评价

二、岩溶地下水抽水开采的环境影响评价

## 第八章 岩溶水开发利用规划建议和工程方案

第一节 岩溶流域地下水开发利用区划

第二节 岩溶地下河水开发利用工程方案

第三节 蓄水构造岩溶水开发利用工程方案

第四节 表层岩溶泉水开发利用工程方案

## 第九章 结论与建议

# 岩溶流域地下水资源开发工程可行性研究报告

## 编写提纲

### 前言

一、项目来源及工程特征

二、岩溶水资源的意义

三、工作目的和任务

四、本次工作情况

摘要（2000 字左右）

## **第一章 自然地理与地质条件**

第一节 自然地理

第二节 地质条件

## **第二章 岩溶水系统特征**

第一节 含水层组及赋水空间特征

第二节 岩溶水系统特征

一、岩溶水系统边界

二、岩溶水系统结构

三、岩溶水补给、径流、排泄特征及动态

四、岩溶水化学特征

## **第三章 岩溶流域水资源条件**

第一节 岩溶水文地质、环境地质及开发技术条件

第二节 允许开采量

第三节 岩溶水开发的地质环境影响评价

## **第四章 工程地质条件**

第一节 岩土体类型及工程地质特性

第二节 地下水对建筑材料的腐蚀性

（含岩溶水及其它与工程有关的地下水类型）

第三节 不良地质作用预测评价

第四节 场地稳定性及适宜性评价

第五节 工程设计、施工及工程地质问题处理的建议

## 第五章 岩溶水开发方案比选论证

第一节 岩溶水开发工程方案编制的原则

第二节 岩溶水开发工程方案编制的依据

第三节 岩溶水开发工程备选方案

第四节 岩溶水开发工程备选方案投资估算

第五节 岩溶水开发工程方案比选论证

## 第六章 岩溶水开发工程推荐方案初步设计

第一节 工程布置

第二节 设计计算

第三节 结构设计

## 第七章 工程估算

一、编制说明

（一）估算范围

（二）估算依据

二、工程投资估算

## 第八章 工程经济、社会和环境效益评价

## 结论及建议

附图：1、岩溶流域水文地质及岩溶水资源分布图

2、岩溶流域工程地质图

3、岩溶水开发工程平面布置图

#### 4、各单项工程结构设计图

附录 B

# 1: 50000岩溶水文地质及环境地质调查 野外记录卡片

中国地质科学院岩溶地质研究所

二〇〇八年八月

中国地质科学院岩溶地质研究所

岩溶/地质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	
地层、岩性					
地质构造					
地形地貌					
岩溶现象					

调查:                      记录:                      审核:                      日期:    年    月    日

平面剖面示意图	
照片	
备注	

中国地质科学院岩溶地质研究所

岩溶水天然水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:	
水的理化性质	气温		色		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Ca <sup>2+</sup>
	水温		味				
	pH		嗅				
	电导率	μ	透明		水下沉积物		
	污染现象				污染源		
水位埋深	m	水样编号		分析类别	简、全、特殊、同位素		
流量	l/s		测流方法		测流日期		
动态变化							
地形地貌 土壤植被							
地层岩性 地质构造	地层及代号				地层产状		
岩溶 水文地质							
开发利用	历史现状						
	潜力建议						

调查:

记录:

审核:

调查日期:

年 月

目

平面 剖面 示意图	
照 片	
备 注	

中国地质科学院岩溶地质研究所

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			
井深(m)		直径(mm)		水位埋深(m)		年动态变化	
开采前	开采后	钻孔	滤水管	静水位	动水位	水量 (m <sup>3</sup> /h)	水位 (m)
抽水时间		涌水量 (l/s)		单位涌水量(l/s •m)		降深 (m)	恢复时间
开采层	地层岩性			现有开采能力	水位降深(m)		
	顶板深度(m)				日开采时间(h)		
	底板深度(m)				日开采量(m <sup>3</sup> )		
	厚度(m)				年开采量(万 m <sup>3</sup> )		
水的理化性质	气温	℃	色		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	
	水温	℃	味				
	pH		嗅				
	电导率	μs/cm	透明度				
	污染情况	污染源					
水样编号		分析类别	简、全、特殊、同位素				
水文地质条件							
开发利用现状及潜力							
环境地质问题							

调查人:

记录:.

审核:

日期: 年 月 日

平面剖面示意图	
照片	
备注	

中国地质科学院岩溶地质研究所

岩溶生态环境地质野外调查记录卡片

统一编号		野外编号		范围	
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:
岩溶地质					
地貌与第四纪地质					
水文地质(包括地表水)、工程地质、环境地质(包括地质灾害)					
土地资源					
植被群落及生物多样性					
人类经济-工程活动					
放射性生态、旅游资源 and 矿产资源状况及其开发引起的环境效应					

调查:                      记录:                      审核:                      日期:    年    月    日

中国地质科学院岩溶地质研究所  
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		短轴宽度	m	
	下伏基岩是否可见	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	深 度	m	水位埋深	m
有无洞穴存在 ( <input type="checkbox"/> 土洞、 <input type="checkbox"/> 溶洞、 <input type="checkbox"/> 溶沟溶槽、 <input type="checkbox"/> 无)						
诱发因素	<input type="checkbox"/> 水井钻探 <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"/> 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"/> 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					
	土层结构 (由上到下)		(A-粘、B-砂(砾)、C-砾石粘土)			
	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					
塌陷后状况	损失			金额		
	是否成为污染地下水的途径		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	是否已处理		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	处理方案					
备注						

调查: \_\_\_\_\_ 填表: \_\_\_\_\_ 审核: \_\_\_\_\_ 调查日期: \_\_\_\_\_ 年 月 日

平面剖面示意图	
照片	
备注	





洞口 规模	长度		宽度		高度		底面积			
	体积		支洞数		形状					
气象	风向		风速		温度		湿度		CO <sub>2</sub>	
	通风		特别气体		氡		负离子			
洞穴 水文	地下河(流速、流量)、泉水(流量)、池水、滴水(速度、水量)及其温度、PH值:									
溶蚀 形态	洞道结构、断面形态以及洞道周壁形态:									
洞 穴  沉 积  堆 积	机械堆积物、化学沉积物、生物堆积物、其它:									
样品	编号、名称、数量:									
生物										
文化 遗迹										
化石										
附件	平面图、断面图、剖面图:									
备注										

附录 C

# 1: 50000岩溶水文地质图图式图例

中国地质科学院岩溶地质研究所

二〇〇八年八月

# 1 引言

1.1 本标准主要采用“中华人民共和国国家标准-中小比例尺(1: 50,000~1: 4,000,000)区域岩溶水文地质图式图例”，并对某些新的内容进行了补充，以作为 1:50,000 岩溶水文地质调查的图式图例。

1.2 本标准包括：岩溶水类型、岩溶含水岩组及富水性、控制性水点、地下水水质、特殊岩溶水文地质图例符号、各类界线、地理要素以及剖面图等图例符号和图式。

1.3 本标准中只列入岩溶水文地质有关的图例符号，其他地质、构造、岩性及水文地质图例符号或花纹参见《地质图图例》、《综合水文地质图图式图例及色标》等国家标准。

1.4 本标准中所应用的岩溶地质名词定义见《岩溶地质名词术语》，所注色标系用《综合水文地质图图式图例及色标》

1.5 所列岩溶物理地质现象的图例符号，系与岩溶水文地质条件密切相关，且对岩溶水影响较大者。

## 2. 岩溶水类型、含水岩组及富水性

### 2.1 裸露型岩溶水含水岩组及富水性

#### 2.1.1 碳酸盐岩含水岩组及富水性(碳酸盐岩占 70% 以上)

2.1.1.1	(蓝)	2 70		大泉、地下河流量 100—1000 升/秒 地下径流模数 >6 升/秒·平方公里
2.1.1.2	(蓝)	2 50		大泉、地下河流量 10—100 升/秒 地下径流模数 3—6 升/秒·平方公里
2.1.1.3	(蓝)	2 15	③5 1	泉流量 1—10 升/秒 地下径流模数 1—3 升/秒·平方公里
2.1.1.4	(蓝)	2 ③1		泉流量 <1 升/秒 地下径流模数 <1 升/秒·平方公里

#### 2.1.2 碳酸盐岩间夹非碳酸盐岩含水岩组及富水性(碳酸盐岩占 50% 以上)

2.1.2.1	(深绿)	13 70		大泉、地下河流量 100—1000 升/秒 地下径流模数 >6 升/秒·平方公里
2.1.2.2	(深绿)	13 50		大泉、地下河流量 10—100 升/秒 地下径流模数 3—6 升/秒·平方公里
2.1.2.3	(深绿)	13 15	④1 10	泉流量 1—10 升/秒 地下径流模数 1—3 升/秒·平方公里
2.1.2.4	(深绿)	13 ③1		泉流量 <1 升/秒 地下径流模数 <1 升/秒·平方公里

2.1.3 碳酸盐岩、非碳酸盐岩互层含水岩组及富水性(碳酸盐岩占 30%以上)

2.1.3.1	(蓝绿)	9 70		大泉、地下河流量100—1000升/秒 地下径流模数>6升/秒·平方公里
2.1.3.2	(蓝绿)	9 50		大泉, 地下河流量10—100升/秒 地下径流模数3—6升/秒·平方公里
2.1.3.3	(蓝绿)	9 15	④9 6	泉流量1—10升/秒 地下径流模数1—3升/秒·平方公里
2.1.3.4	(蓝绿)	9 ③7		泉流量<1升/秒 地下径流模数<1升/秒·平方公里

2.1.4 非碳酸盐岩夹碳酸盐岩含水岩组及富水性(碳酸盐岩少于 30%)

2.1.4.1	(草绿)	12 70		大泉、地下河流量>10升/秒 地下径流模数>3升/秒·平方公里
2.1.4.2	(草绿)	12 50		泉流量1—10升/秒 地下径流模数1—3升/秒·平方公里
2.1.4.3	(草绿)	12 30		泉流量<1升/秒 地下径流模数<1升/秒·平方公里

2.1.5 其他可溶岩类含水岩组及富水性

2.1.5.1	(桔黄)	18 70		泉流量>10升/秒 地下径流模数>3升和·平方公里
2.1.5.2	(桔黄)	18 50		泉流量1—10升/秒 地下径流模数1—3升/秒·平方公里
2.1.5.3	(桔黄)	18 30		泉流量<1升/秒 地下径流模数<1升/秒·平方公里

2.1.6 裸露型岩溶水埋深(米)



相应的含水岩组和富水性色带迭加白色条带。  
未分的则为含水岩组富水性普染色

2.1.7 裸露型岩溶含水岩组富水性均匀程度

(黑、36)				
	极不均匀	不均匀	较均匀	未分

相应的含水岩组和富水性色相迭加黑色花纹

2.2 覆盖型岩溶含水岩组富水性及埋深

色带 富水性等级	埋深 (米)			
	<30	>30	30-100	>100
$Q_{泉} > 100$ 或 $q > 3$				
$Q_{泉} = 10-100$ 或 $q = 0.3-3$				
$Q_{泉} < 10$ 或 $q < 0.3$				
水量不明				

注：1.  $Q_{泉}$ -泉水流量(升/秒)； $q$ -钻孔单位涌水量(升/秒·米)；  
2. 底为岩溶水色相，网纹为黄、15号色

2.3 埋藏型岩溶水含水岩组富水性及埋深

色带 富水性等级	埋深 (米)			
	<50	>50	50-100	>100
$q > 3$ 或 $M > 3$				
$q = 0.3-3$ 或 $M = 1-3$				
$q < 0.3$ 或 $M < 1$				
水量不明				

注：1.  $q$ -钻孔单位涌水量(升/秒·米)； $M$ -地下径流模数(升/秒、平方公里)  
2. 底为岩溶水色相，网纹为棕、31号色

### 3. 非可溶岩含水岩组及富水性

#### 3.1 松散岩类孔隙水

(黄绿)	6	
	70	

#### 3.2 基岩裂隙水

(棕)	30	
	70	

### 4. 不含水或隔水层

(棕)	31	
-----	----	--

### 5. 控制性水点

注: 符号的大小、颜色及图库编号参见1: 5万数字化规范

#### 5.1 泉

5.1.1  (蓝) 2 下降泉(左为编号, 右分子为流量, 升秒, 分母为测流日期)

5.1.2  (蓝) 2 上升泉

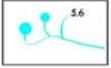
5.1.3  (蓝) 2 脉动泉

5.1.4  (蓝) 2 季节泉

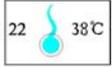
5.1.5  (蓝) 2 水下泉

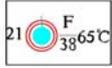
5.1.6  (蓝) 2 悬挂泉

5.1.7  (蓝) 2 泉群

5.1.8  (蓝) 2 泉集河 数字为流量, 升秒

5.1.9  (蓝) 2 冷矿泉

5.1.10  (蓝、红) 2、6 温泉(左为编号, 右为水温)

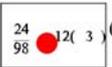
5.1.11  (蓝、红) 2、6 热矿泉

5.1.12  (蓝、红) 2、6 用于供水并有人工建筑的泉

5.1.13  (蓝、红) 2、6 观测泉

注: 泉水可以泉点图例的大小表示其不同的流量等级。如a.<10升/秒; b.10-100升/秒; c.>100升/秒。

#### 5.2 钻孔

5.2.1  (红) 6 钻孔(左: 分子为编号; 分母为孔深; 右: 涌水量及降深值)

5.2.2  (红) 6 干孔

5.2.3		(红) 6	承压水孔	5.2.14		(红) 6	小于1万米 <sup>3</sup> /日的供水源地数字为开采量
5.2.4		(红) 6	自流水孔	5.2.15		(红) 6	1-5万米 <sup>3</sup> /日的供水源地数字为开采量
5.2.5		(红) 6	地下水开采孔	5.2.16		(红) 6	大于5万米 <sup>3</sup> /日的供水源地数字为开采量
5.2.6		(红) 6	注水或回灌孔	5.3 民井及其他人工水点			
5.2.7		(红) 6	分层抽水孔(左为编号, 右分子为上层涌水量及降深值, 分母为下层涌水量及降深值)	5.3.1		(蓝) 49	民井(左为编号, 右为子为涌水量及降深, 分母为水位深度)
5.2.8		(红) 6	温水孔	5.3.2		(蓝) 49	干井, 左为编号, 右为井深
5.2.9		(红) 6	热水孔(分子为主要微量元素, 分母为涌水量, 分式末端为水温)	5.3.3		(蓝、红) 49、6	渗坑
5.2.10		(红) 6	物探测井	5.3.4		(蓝、红) 2、49	观测井
5.2.11		(红) 6	观测孔	5.3.5		(蓝、红) 2、49	斜井
5.2.12		(红) 6	具有潮汐特征的岩溶水钻孔	5.3.6		(蓝) 2	充水平硐或隧洞(左为编号, 右为排水量, 米 <sup>3</sup> /日)
5.2.13		(红) 22	探采结合孔	5.3.7		(红) 6	矿山坑道

5.3.8  (红) 6 长期观测矿山坑道

注: 离子含量超过或低于饮用水标准的图例参见综合水文地质图图或图例及色标

5.3.9  (蓝、红) 3.8 49.6 截流墙(数字为流量,米<sup>3</sup>/日)

## 7. 特殊岩溶水文地质图例符号

### 7.1. 岩溶形态

5.3.10  (蓝) 49 集水廊道

7.1.1  (蓝) 49 溶沟

5.3.11  (蓝) 49 干竖井

7.1.2  (蓝) 49 干枯的岩溶漏斗

5.3.12  (蓝) 49 5 12(5) 充水竖井

7.1.3  (蓝) 49 6 32(8) 11 充水的岩溶漏斗(左为编号;右分子为涌水量(升/秒),及降深(米)分母为水位降深(米))

## 6. 地下水水质

7.1.4  (蓝) 49 塌陷漏斗

6.1  (棕) 31 淡水(矿化度<1克/升)

7.1.5  (蓝) 49 干枯的落水洞

6.2  (棕) 160 微咸水(矿化度1-3克/升)

7.1.6  (蓝) 49 充水的落水洞

6.3  (棕) 160 半咸水(矿化度3-6克/升)

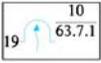
7.1.7  (蓝) 49 干枯的岩溶竖井

6.4  (棕) 160 咸水(矿化度>6克/升)

7.1.8  (蓝) 49 充水的岩溶竖井

6.5  (棕) 160 盐卤水

7.1.9  (蓝) 49 天然井

- 7.1.10  (蓝) 49 脚洞
- 7.1.11  (蓝) 49 溶洞(洞穴)
- 7.1.12  (蓝) 49 <sup>10</sup><sub>19</sub> 63.7.1 消水溶洞(洞穴)(左为编号:右分子为流量,升/秒,分母为测流日期、年、月、日)
- 7.1.13  (蓝) 49 充水的溶洞(洞穴)
- 7.1.14  (绿) 104 溶蚀洼地
- 7.1.15  (绿) 104 岩溶盆地
- 7.1.16  (桔黄) 160 石牙
- 7.1.17  (桔黄) 160 岩溶石柱
- 7.1.18  (桔黄) 160 石林
- 7.1.19  (桔黄) 160 峰林
- 7.1.20  (桔黄) 160 峰丛
- 7.1.21  (黑) 1 地下廊道
- 7.1.22  (黑) 1 洞穴网
- 7.1.23  (桔黄) 160 岩溶倒虹吸管
- 7.1.24  (蓝) 2 干谷
- 7.1.25  (蓝) 2 盲谷
- 7.1.26  (蓝) 2 断头河
- 7.2 岩溶水文地质
- 7.2.1  (蓝) 49 消溢水洞
- 7.2.2  (蓝) 49 溶潭
- 7.2.3  (蓝) 49 <sup>20</sup><sub>11</sub> 51.1.3 雨季有水流出的溶洞(左:编号右:分子为流量:升/秒:分母为测量日期、年、月、日)
- 7.2.4  (绿) 104 岩溶湖



地下湖



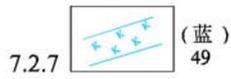
岩溶水水位年变化幅度 >50米



岩溶水排泄地段



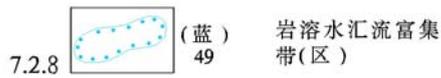
岩溶水水位年变化幅度 20-50米



岩溶水强迳流带



岩溶水水位变化幅度 <20米



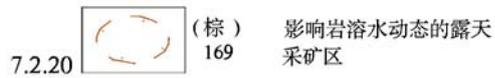
岩溶水汇流富集带(区)



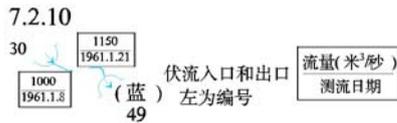
连通试验点



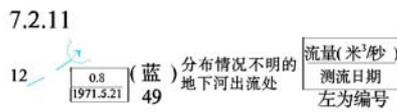
海磨坊



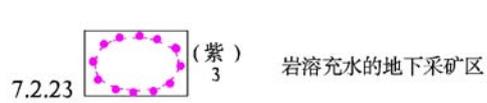
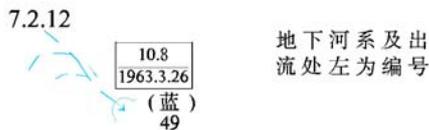
影响岩溶水动态的露天采矿区



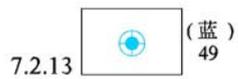
影响岩溶水动态的地下采矿区



岩溶充水的露天采矿区

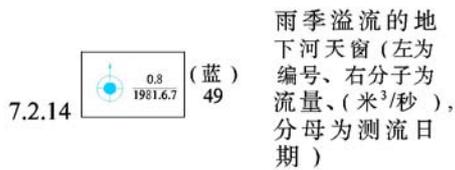


岩溶充水的地下采矿区



地下河天窗

7.3岩溶化程度



强岩溶化地段

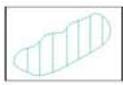


地下水流向(实测及推测)



中等岩溶化地段

7.3.3  弱岩溶化地段

7.3.4  (绿)  
74 强烈溶蚀带(区)

#### 7.4 岩溶物理地质现象

7.4.1  桔黄  
160 岩溶塌陷土洞

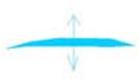
7.4.2  桔黄  
160 岩溶陷落柱

7.4.3  桔黄  
160 岩溶塌陷

### 8. 地质构造要素

8.1 地质年代、地层代号、岩性、地质构造等图例符号参见《区域地质工作图例》国家标准中的规定

8.2 地质构造的水文地质特征及其他

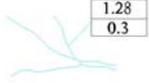
8.2.1  (蓝)  
49 贮水的背斜构造

8.2.2  (蓝)  
49 贮水的向斜构造

8.2.3  (红、蓝)  
6.2 两侧充水的断层

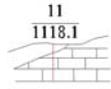
8.2.4  (红、蓝)  
6.2 一侧充水、一侧阻水的断层

8.2.5  (红、蓝)  
6.2 一侧充水的断层

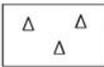
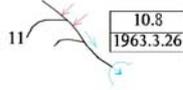
10.8 ( 蓝、桔黄 ) 2.160		导致地下水污染的河流( 箭头为相应 污染物图例颜色 )
10.9 ( 黑 ) 1		气象站
10.10 ( 蓝 ) 49	21 ▼ (1961.8.31 ) 84	枯季测流点( 上面数字为流量米 <sup>3</sup> /秒, 下面 数字为流域面积, 平方公里, 括弧内为测 流日期 )
10.11 ( 蓝 ) 2	 1.28 0.3	河流及水文站( 分子为年平均流 量米 <sup>3</sup> /秒, 分母为枯季年平均流 量米 <sup>3</sup> /秒 )
10.12 ( 蓝 ) 2		水渠及渗漏段
10.13 ( 蓝 ) 2	 12.5	水库( 数字为库容, 千万米 <sup>3</sup> )
10.14 ( 蓝 红 ) 2.6		渗漏水库
10.15 ( 蓝 ) 49		采矿陷落洼地
10.16 ( 桔黄 ) 160		采石坑
10.17 ( 桔黄 ) 160		废渣及垃圾
10.18 ( 桔黄 ) 160		污水灌溉地段
10.19 ( 桔黄 ) 160		污水集中排放点

## 11. 剖面图例

11.1 ( 蓝 ) 2		渗流带( 包气带 )
11.2 ( 蓝 ) 2		潜流带( 饱水带 )
11.3 ( 蓝 ) 2		季节变动带
11.4 ( 蓝 ) 49		枯水期地下水位及高程( 米 )
11.5 ( 蓝 ) 49		丰水期地下水位
11.6 ( 蓝 ) 49		上层滞水的地下水位
11.7 ( 蓝 ) 49		溶孔
11.8 ( 蓝 ) 49		溶洞( 无充填物 )
11.9 ( 蓝 ) 49		充水溶洞
11.10 ( 桔黄 ) 160		溶洞( 有充填物 )
11.11 ( 黑 ) 1		溶蚀裂隙

11.12 (紫) 3		溶蚀管道
11.13 (黑、红) 1.6		钻孔(分子为编号, 分母为地面高程)
11.14 (黑) 1	LK-10	线岩溶率(数字为岩溶率%)
11.15 (黑) 1		岩溶水补给量(数字为补给量, 万米 <sup>3</sup> 年)
11.16 (黑) 1		岩溶水贮存量(数字为贮存量, 万米 <sup>3</sup> )
11.17 (黑) 1		岩溶水可开采量(数字为可开采量, 米 <sup>3</sup> /日)

## 12 建议加入的新内容

12.1 控制性水点		
12.1.1		(蓝) 49 常流性表层岩溶泉
12.1.2		(蓝) 49 季节性表层岩溶泉
12.2 岩溶环境地质		
12.2.1		(红) 6 岩溶旱片
12.2.2		(紫) 3 洪涝洼地
12.2.3		(黑) 1 轻度石漠化
12.2.4		(黑) 1 中度石漠化
12.2.5		(黑) 1 重度石漠化
12.2.6		10.8 1963.3.26 受污染的地下河(箭头为相应污染物图例颜色)

### 12.3 岩溶水类型、含水岩组及富水性

#### 12.3.1 裸露型岩溶含水岩组表层岩溶带厚度( m )

(黑、1)

			
未分	<1	1-3	>3

注: 符号的大小、颜色及图库编号参见1: 5万数字化规范

### 13. 图廓整饰样式示意图 (参考件见下页)

