

1 : 250000 区域水文地质调查技术要求

Technical Requirement of 1 : 250000 Regional Hydrogeologic Survey

1 主题内容与适用范围

1.1 本《技术要求》规定了 1 : 250000 区域水文地质调查的性质、目的、任务以及调查内容、技术方法、工作程度与精度、资料整理、图件编制、报告编写与提交成果的要求及方法。

1.2 本《技术要求》是区域水文地质调查工作程序、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《技术要求》适用于 1 : 250000 区域水文地质调查。开展其它比例尺的区域水文地质调查也可参照。

2 引用标准

- GB 5749—85 生活饮用水水质标准
- GB/T 13727—92 天然矿泉水地质勘探规范
- GB 10202—88 海岸带综合地质勘查规范
- 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）
- GB/T 14175—93 水文地质术语
- GB/T 14497—93 地下水资源管理模型文件要求
- GB/T 14848—93 地下水质量标准
- GB 15218—94 地下水资源分类分级标准
- GB 50027—2001 供水水文地质勘察规范
- DZ 44—86 城镇及工矿供水水文地质勘察规范
- DZ 55—87 城市环境水文地质工作规范
- DZ/T 0124—94 水文地质钻孔数据文件格式
- DZ/T 0128—94 地下水资源数据文件格式
- DZ/T 0133—94 地下水动态监测规程
- DZ/T 0148—94 水文地质钻探规程
- DZ/T 0151—95 区域地质调查遥感技术规定（1 : 50000）
- DZ/T 0181—97 水文测井工作规范

3 术语与定义

3.1 区域水文地质调查 regional hydrogeologic survey

为调查区域地下水类型、埋藏、分布、形成条件、物理及化学性质、运动规律，区域地下水资源及其开发利用与保护、区域环境地质问题所进行的综合性水文地质工作。

3.2 环境水文地质学 environmental hydrogeology

研究自然环境中地下水与环境及人类活动的相互关系及其作用结果,并对地下水与环境进行保护、控制和改造的学科。研究原生环境下地下水与环境及对人类社会的关系问题称为第一环境水文地质问题;研究人类活动对地下水与环境的影响问题称为第二环境水文地质问题。

3.3 水文地球化学 hydrogeochemistry

研究地下水化学成份的形成和变化规律以及地下水地球化学作用的学科。

3.4 同位素水文地质学 isotopic hydrogeology

应用同位素方法研究解决水文地质问题的学科。

3.5 地下水资源 groundwater resources

赋存和运移于岩层之中,其质与量具有一定的利用价值的地下水。

3.6 地下水补给资源 resources of groundwater recharge

在天然或开采条件下,地下水系统以各种形式补给形成的具有一定化学特征,并按水文周期呈现规律变化的多年平均补给量,一般可用各项补给量的总和或各项排泄量的总和表征。

3.7 地下水开采资源 exploitable resources of groundwater

在一定的技术经济条件下,在不至于引起严重环境地质问题的前提下,单位时间内可以从含水层中取出的地下水水量。

3.8 地下水激发补给量 induced recharge of groundwater

含水层在开采条件下所获得的大于天然补给量部分的补给量。

3.9 地下水资源开采潜力 potential of groundwater resources

现状开采条件下,地下水开采量扩大的可能性及可采资源量扩大的数量。超采区或已出现严重环境地质问题区可采资源量扩大的量为负数。

3.10 地下水开发环境效应评价 environmental impact assessment of groundwater development

对地下水开发利用引起的或可能引起的正的或负的地质环境影响的分析研究,包括现状评价和预测评价两个方面。

3.11 地下水脆弱性评价 groundwater vulnerability assessment

评价地下水的防污染能力,包括固有脆弱性评价和特殊脆弱性评价。

3.12 地下水系统 groundwater system

具有水量、水质输入、运移、储存和输出的地下水基本单元及其组合。

3.13 水文地质概念模型 hydrogeologic conceptual model

把含水层实际的边界性质、内部结构、渗透性质、水力特征和补给、排泄等条件概化为便于进行数学与物理模拟的模式。

3.14 地下水数学模型 mathematical model of groundwater flow

以水文地质概念模型为基础建立起来的能刻画和模拟地下水系统结构、运动特征和各种渗透要素的一组数学关系式。

3.15 数值模拟 numerical modeling

用离散化方法求解数学模型微分方程近似解的方法。主要包括有限差分法和有限单元法。

3.16 模型识别 calibration of numerical model

根据已知的初始条件、边界条件,对地下水数值模型的计算结果进行分析,以达到选择正确参数(即参数识别),校正已建数值模型和边界条件的计算过程。

3.17 模型检验 verification of numerical model

采用模型识别后的参数和初始条件、边界条件,选用不同计算时段的资料进行数值模拟,将计算所得数据和实际观测数据进行对比,检验数值模型的正确性。

3.18 地下水模拟预测 groundwater model forecasting

在模型识别和检验的基础上,给定模型的初始、边界条件,预报设计开发利用方案下地下水的水

位、水量在时间和空间上的变化。

4 总则

4.1 调查的主要目的

4.1.1 为地下水资源的合理开发利用与管理，国土开发与整治规划，环境保护和生态建设，经济建设和社会发展规划提供区域水文地质资料和决策依据。

4.1.2 为城市建设和矿山、水利、港口、铁路、输油输气管线等大型工程项目的规划，提供区域水文地质资料。

4.1.3 为更大比例尺的水文地质勘查，城镇、工矿供水勘查，农业与生态用水勘查、环境地质勘查等各种专门水文地质工作提供设计依据。

4.1.4 为水文地质、工程地质、环境地质等学科的研究提供区域水文地质基础资料。

4.2 调查的基本任务

4.2.1 基本查明区域水文地质条件，包括含水层系统或蓄水构造的空间结构及边界条件，地下水补给、径流和排泄条件及其变化，地下水水位、水质、水量等。

4.2.2 基本查明区域水文地球化学特征及形成条件，地下水的年龄及更新能力。

4.2.3 基本查明区域地下水动态特征及其影响因素。

4.2.4 基本查明地下水开采历史与开采现状，计算地下水天然补给资源，评价地下水开采资源和地下水资源开采潜力。

4.2.5 基本查明存在或潜在的与地下水开发利用有关的环境地质问题的种类、分布、规模大小和危害程度，以及形成条件、产生原因，预测其发展趋势，初步评价地下水的环境功能和生态功能，提出防治对策建议。

4.2.6 采集和汇集与水文地质有关的各类数据，建立区域水文地质空间数据库。

4.2.7 建立或完善地下水动态区域监测网点，提出建立地下水动态监测网的优化方案。

5 基本要求

5.1 调查区选择和范围确定

1:250000 区域水文地质调查区的选择要根据国民经济建设的战略布局和需要，结合地区水文地质条件与研究程度确定，优先考虑国民经济与社会发展对水资源急需的地区，以及自然因素或人类作用下已经产生严重环境地质问题的地区。调查范围一般按照区域地下水系统确定。

5.2 调查原则要求

5.2.1 1:250000 区域水文地质调查，应以地下水系统等现代地学理论为指导，充分运用遥感（RS）、全球定位系统（GPS）、地球物理勘探、水文地球化学、同位素水文地质学、数值模拟、地理信息系统（GIS）等技术方法，采用资料收集、遥感解释、水文地质测绘、物探、钻探、水文地质试验、地下水动态监测、取样测试、模拟分析、综合研究等手段。

5.2.2 1:250000 区域水文地质调查，要充分收集气象、水文、土地利用、地质、水文地质、水资源开发利用、环境地质、社会经济现状和发展规划等有关资料，进行分析整理、综合研究，重视资料的再开发利用。工作中应加强综合研究，始终贯彻野外工作与室内综合研究相结合的原则。对与区域地下水形成有关的地质构造、岩相古地理、古水文地质条件、同位素水文地质、水文地球化学等开展专题研究。根据工作进展适时调整工作部署。

5.2.3 1:250000 区域水文地质调查应以地下水赋存和补给、径流、排泄条件为重点；加强地下水的资源、生态与环境功能的评价，提出区域地下水资源可持续开发利用方案为目标。勘探深度应达到有开发前景的含水层（组）底板。除计算区域地下水资源总量外，还应结合地区国民经济发展需要，计

算有开发前景地段的地下水资源量,为便于使用,可将区域水资源量按行政区分配到县(市)。应对地下热水、矿泉水资源进行分析统计。

5.2.4 1:250000 区域水文地质调查的工作方法和工作量应根据调查区地质、水文地质研究程度和水文地质条件复杂程度结合调查区在国民经济发展中的地位、环境地质问题的严重性以及地下水资源开发利用前景综合确定。

5.2.4.1 调查区按水文地质条件复杂程度分为三类

(1) 简单地区 (I类)

地形平缓、地貌类型单一,地层及地质构造简单,地下水系统结构简单、含水层空间分布比较稳定,地下水补给、径流和排泄条件简单,水质类型单一,水文地质条件变化不大,不存在突出的环境地质问题。

(2) 中等地区 (II类)

地形起伏、地貌类型多样,地层及地质构造较复杂,岩性岩相变化明显。地下水系统结构较复杂、含水层层次多但具有一定规律,地下水形成条件、水动力特征、水化学规律较复杂,水文地质条件发生较大变化,存在较突出的环境地质问题。

(3) 复杂地区 (III类)

地形破碎、沟谷切深大、地貌类型多样,地层及地质构造复杂,地下水系统结构复杂、含水层空间分布不稳定,地下水补给、径流和排泄条件、水动力特征复杂,水文地质条件发生很大变化,环境地质问题突出。

5.2.4.2 调查区按水文地质研究程度分为三级

(1) 研究程度高的地区 (高级)

进行过 1:200000 区域水文地质普查,大部分地区进行过更大比例尺的水文地质勘查或城镇、工矿供水水文地质勘察等工作,水文地质、环境地质资料丰富的地区。

(2) 研究程度中等地区 (中级)

进行过 1:200000 区域水文地质普查工作,其它水文地质工作较少的地区。

(3) 研究程度低的地区 (低级)

区域水文地质工作空白地区,或只进行过 1:200000 以下小比例尺区域水文地质工作的地区。

5.2.4.3 根据调查区水文地质条件复杂程度和水文地质研究程度及其组合的不同,确定 1:250000 区域水文地质调查工作方法。

(1) 在水文地质条件简单、研究程度高的地区,应以完成调查任务为目标,通过少量的补测工作和全面的资料收集,采取以综合研究为主的工作方法。

(2) 在水文地质条件简单、研究程度中等或低的地区,以及水文地质条件中等或复杂、研究程度较高的高级或中级地区,应根据调查任务和目标,在充分收集、研究已有资料的基础上,补充适当的调查工作量,采取调查与综合研究相结合的工作方法。

(3) 在水文地质条件中等、复杂或水文地质条件变化较大、研究程度低的地区,应以完成调查任务为目标,根据需要解决的水文地质问题,布设适当的调查工作量,采取以实测调查为主的工作方法。

(4) 在同一调查区内也可根据水文地质条件的变化、环境地质问题的严重程度、研究程度的差异以及地下水资源开发利用前景,划分为一般工作地段与重点工作地段,采用不同的工作方法。

5.2.4.4 1:250000 水文地质调查主要技术定额

(1) 1:250000 水文地质调查主要技术定额宜参照表 1 执行。

(2) 在具体确定各项技术指标时,必须综合考虑水文地质研究程度。技术定额工作量包括调查工作量与纳入技术定额的已有资料工作量。凡是能够满足本次调查要求的,或能够解决调查任务规定的水文地质问题的已有资料,均应纳入技术定额工作量。

表 1 主要技术定额

地区类别		观测路线 km/100km ²	观测点 个/100km ²	水点占观 测点比例%	勘探钻孔数 个/100km ²	水质分析 组/100km ²	
平原地区	简单地区	10~40	5~20	40~60	0.1~0.5	2~10	
	中等地区	20~50	10~30		0.1~0.7	5~15	
	复杂地区	30~60	20~50		0.2~1	10~20	
干旱内陆 盆地地区	山区	简单	5~30	5~20	20~40	0~0.2	1~10
		复杂	20~50	10~30		0.1~0.4	5~15
	戈壁平原	简单	5~20	2~10	20~50	0.1~0.3	1~5
		复杂	10~30	5~20		0.2~0.4	5~10
	细土平原	简单	20~50	10~30	30~50	0.2~0.4	5~15
		复杂	25~60	15~50		0.3~0.6	10~25
黄土地区	黄土丘陵	20~50	15~40	20~40	0.2~0.8	5~15	
	黄土塬区	10~40	10~30	30~50	0.1~0.6	10~15	
	河谷平原	15~45	15~35	40~60	0.4~1	15~30	
滨海地区	滨海平原	20~60	20~50	40~60	0.2~2	5~20	
	丘陵台地	15~50	15~40	20~40	0.1~1	5~15	
	岛屿	30~80	20~60	20~40	不定	5~15	
丘陵山地区	河谷平原	20~60	20~35	40~60	0.2~1	5~20	
	复杂山区	15~50	15~30	20~40	0.1~0.5	2~10	
	简单山区	15~30	5~20	20~40	0~0.3	1~5	
岩溶地区	裸露区	40~80	30~50	40~60	0~1	5~20	
	覆盖区	10~60	5~30	30~70	0.5~3	1~15	
	埋藏区	10~50	5~20	20~70	0~0.5	1~5	

(3) 天然水点分布较少地区, 应部分依靠人工揭露; 平原井灌地区, 水点要适当增加; 具有水量资料或进行简易抽水的机、民井, 一般应占机、民井的 20~30%。

(4) 沼泽平原、沙漠岩漠、高山峡谷、高原多年冻土等特殊地区的技术定额, 应根据实际情况确定。

(5) 岩土样、同位素样应根据实际需要确定。

(6) 已进行过 1:20 万或更大比例尺的区域水文地质调查地区, 观测路线和观测点工作量可减少

20~50%。应用遥感解译,观测点数量可根据解译效果减少 10~20%。

5.2.5 按区域地下水系统开展调查的项目,调查区范围可根据具体情况比系统范围适当扩大,系统边界外应有必要的物探、钻探等勘探工程控制,以便调查系统天然边界的位置、性质和类型以及系统内外地下水的交换条件。

5.2.6 1:250000 区域水文地质调查工作周期一般以 2~3 年为宜。

5.3 调查工作阶段

一般可分为以下六个阶段:

(1) 准备阶段,搜集整理有关资料,进行野外踏勘,了解区内地质、水文地质背景条件和存在的主要问题;明确主要调查内容和重点问题;

(2) 设计编制阶段,按照任务书的要求编写总体设计和年度工作方案,设计评审、审批;

(3) 调查实施阶段,按照批准的设计书开展工作;

(4) 综合研究阶段,根据获取的资料开展综合研究;

(5) 成果编制、评审、审查阶段;

(6) 成果复制、资料归档阶段。

6 设计书编制与审批

6.1 设计书编制的原则要求

6.1.1 设计书编制应根据任务书要求,充分收集和研究调查区有关资料,进行必要的现场踏勘,了解调查区地质、水文地质概况、以往研究程度,分析存在的主要问题,明确调查任务和需要重点解决的问题,确定技术路线,通过设计方案论证,合理使用工作量,力求以较少的工作量取得较好的成果,达到工作布置合理、技术方法先进、经费预算正确、组织管理和质量保证措施有效可行。

6.1.2 设计书内容应系统、完整,重点突出,文字精炼,经费预算合理,附图、附表齐全。

6.1.3 跨年度项目应编制总体设计书和年度工作方案。设计书一经批准应严格执行。在执行过程中,实施单位可根据实际情况对设计书及时进行补充修改和调整,但必须报原审批单位批准。专题研究和专项工作,必须单独编制单项工作设计书,作为总体设计书或年度工作方案的附件。

6.1.4 设计书编写的主要依据

(1) 项目任务书;

(2) 地质、水文地质条件、存在的主要问题与以往研究程度;

(3) 有关技术标准和经费预算标准。

6.1.5 设计书编制应遵循接受任务,收集有关资料,现场踏勘和组织编写的程序进行。

6.1.6 各类地区的主要技术定额可参照表 1 确定。

6.1.7 设计书中有关区域水文地质数据库的建立,宜参照《空间数据库工作指南》和《数字化地质图层及属性文件格式》等标准进行。

6.2 设计书内容

设计书的主要内容包括:前言,自然地理及社会经济,地质、水文地质概况,工作部署、工作方法,经费预算,组织管理和质量保证措施,预期成果,附件等部分。

6.2.1 设计书文字大纲

前 言

包括任务来源,任务书编号及项目编码,项目的目的、任务和意义,工作起止时间,地质、水文地质条件的复杂程度及其调查研究程度,生态环境现状及存在的主要地质、水文地质、环境地质问题,本次工作拟解决的主要的问题。

第一章 自然地理及社会经济

(一) 自然地理:包括地理位置、坐标范围、工作区面积(附工作区交通位置图),涉及的行政区

划、流域、图幅及编号，地形地貌，气象、水文。

(二) 社会经济发展与水资源需求：包括水资源开发利用现状，工作区交通条件、产业结构、主要工业、农业和第三产业发展前景及其对水资源的需求。

第二章 地质、水文地质概况

(一) 地质概况：包括地层岩性、地质构造等。

(二) 水文地质概况：包括地下水类型、埋藏条件与历史变化规律，地下水化学特征、动态规律，地下水的补给、径流、排泄条件，存在的环境地质问题等。应初步勾画出地下水系统的结构模型和水动力模型。

第三章 工作部署

工作部署原则、工作重点、技术路线、调查内容与要求、工作计划、时间安排；针对需要解决的问题布置的实物工作量。

第四章 工作方法与主要技术要求

简要叙述采用的工作方法、精度要求以及侧重解决的水文地质问题。对资料的进一步收集与二次开发、水文地质测绘、遥感解译、环境同位素、水文地质钻探、物探、野外试验、动态监测、水资源计算与环境效应评价，数据库建设以及综合研究等各项工作提出具体的技术要求。

第五章 经费预算

按《中国地质调查局地质调查项目设计预算编制暂行办法》及有关要求编写。

第六章 组织管理和保证措施

包括项目组人员组成、分工及管理协调体系（或组织机构），技术装备，工期保证措施，项目质量保证措施，安全及劳动保护措施。

第七章 预期成果包括文字报告、图件、区域水文地质调查空间数据库，阶段性总结和图件，预期地下水可开采资源量，区域地下水动态监测网优化方案。

6.2.2 设计书附图与附件

- (1) 地质、水文地质研究程度图
- (2) 区域水文地质略图（附剖面图）
- (3) 工作布置图
- (4) 典型水文地质勘探孔设计图
- (5) 其它附件（包括单项工作设计书）

6.3 设计书审批

设计书审查工作由中国地质调查局组织审查，也可委托有关部门或单位组织审查。通过审查的设计书，由中国地质调查局批准后组织实施。

7 调查内容与要求

7.1 基本内容与一般要求

7.1.1 基础地质调查

7.1.1.1 地形地貌调查

调查地貌类型，调查其分布、高程、形态、成因及时代、物质组成及地貌单元间的接触关系。调查研究地形地貌与地下水的形成、埋藏、富集、补给、径流、排泄的关系。

7.1.1.2 地层岩性岩相调查

(1) 调查地层层序、地质时代、成因类型、岩性岩相特征、产状、厚度和分布及接触关系。

(2) 前第四纪地层单元的划分应按含水层系统结构特征确定。一般碎屑岩和碳酸盐岩类宜划分至统或亚统（组）；变质岩划分至界或群，含水岩组应划分至组或段；岩浆岩宜按岩类结合构造运动期划分。具有特殊水文地质意义的岩层应单独划分。沉积岩和变质岩应记录层序时代、岩性、颜色、粒度

成分、矿物组成、结构构造、孔隙和裂隙性、风化特征、地层厚度和地层接触关系。

(3) 第四纪松散堆积层地层单元应在成因类型基础上划分至统或组。应记录松散层的成因、时代、岩性、颜色、粒度成分、矿物组分、结构构造、孔隙裂隙空洞发育特征、密实程度、透水性和含水性。

(4) 观测和记录沉积岩岩相古地理研究的环境标志,如物质成分、结构构造、原生沉积构造、古生物化石等,确定岩相类型和分布规律,分析沉积相与地下水及其水质形成的关系。

7.1.1.3 地质构造调查

在搜集和分析已有资料的基础上,了解工作区大地构造单元部位、区域构造和新构造运动特征。通过遥感解译和地面调查,调查地质构造类型、性质、产状、规模、分布、形成时代、活动性及其水文地质意义。

(1) 调查褶皱构造的类型、形态、规模,组成的地层岩性和产状,次级构造类型、特征和分布,储水构造类型、规模和分布。

(2) 调查断裂的类型、力学性质和活动性,级别、序次,影响的地层,断层构造岩分带及断层的水理性质。

(3) 调查构造裂隙的类型、力学性质、发育程度、分布规律,裂隙充填情况,构造裂隙与地下水储存和运动的关系。

(4) 调查研究对地下水形成具有控制作用的大型构造和主干断裂。

7.1.2 地下水调查

7.1.2.1 地下水类型、含水层、隔水层调查

(1) 调查地下水类型及分布,地下水埋藏条件,含水层岩性、导水性及水力性质,地下水水质,分析地下水的赋存和富集规律,圈定富水地段和富水层位。调查包气带的厚度、岩性、空隙特征、含水率及地表植被状况。

(2) 调查城镇及工矿地下水水源地的位置和用途,水源地类型、开采井数、开采层位、开采量,开采历史与地下水水位(水量)、水质、水温动态。

(3) 调查管井和民井的分布(位置和地面高程),井的深度、结构、地层剖面、开采层位,水位、水量、水温、水质及其动态变化,开采方式、开采量、用途和开采中存在的水文地质问题,选择有代表性的井进行简易抽水试验,确定单井涌水量和水文地质参数,选择代表性井进行地下水动态监测。

(4) 调查泉的类型、位置、出露条件,含水层、补给来源,泉的流量、水温、水质,搜集或访问泉水动态及利用情况,对于大泉(岩溶泉、溢出带泉群等)应调查泉域范围或主要补给区(或补给源),选择代表性泉进行泉水动态监测。

7.1.2.2 地下水补给、径流、排泄调查

(1) 调查地下水的补给来源、补给方式或途径、补给区分布和补给量;地下水的径流条件、径流分带规律和流向;地下水的排泄形式、排泄途径和排泄区(带)分布;不同含水层之间、地下水和地表水之间水力联系。

(2) 调查地下水人工补给区的分布,补给方式和补给层位,补给水源类型、水质、水量,补给历史,地下水水位、水温、水质动态及存在的问题。

(3) 应统测枯水期区域地下水位,绘制地下水等水位线和埋藏深度图。

(4) 应选择有利地段进行地表水测流,计算地下水与地表水之间的补给与排泄量。

7.1.2.3 地下水系统边界条件调查

调查确定区域性地下水系统的空间分布,调查确定外部边界和内部边界的类型、性质与位置,调查研究人类活动对边界条件的影响。

7.1.2.4 地下水人工调蓄调查

调查已建的和宜建设的进行地下水人工调蓄工程的位置、范围和建库条件,估测调节库容量。

7.1.2.5 地下水开发利用调查

(1) 调查开采井的位置、数量、密度及出水量变化。

- (2) 统计地下水开采量在不同地下水系统、不同开采层位及行政区域的分配特征。
- (3) 调查统计地下水年开采总量和各含水层(组)的开采量。
- (4) 调查地下水利用状况,分别调查统计工业用水、农业用水、生态用水和生活用水量。
- (5) 地下水开采历史和现状,地下水开采量和地下水位、水质的动态变化。
- (6) 调查地下水开采诱发的环境地质问题。

(7) 调查地下水取水工程的类型与效率,同时调查与地下水有关的地表水开发利用历史和现状,内容包括:实测河川引水灌溉量、天然灌溉量,河川径流量的变化;径流期和断流期河流水质和被污染状况;库塘修建时间、位置、调蓄库容;引水工程、引水渠道长度、分布;渠道引水量,渠道衬砌工程,渠道有效利用系数;地表水灌区分布、范围、面积;地表水灌区(或井渠混合灌区)每年渠灌次数、定额、单位面积年灌水量、灌溉方式、节水措施和节水前景。

7.1.3 气象水文调查

7.1.3.1 气象

收集调查区及周边地区气象站的长系列降水量、蒸发度、气温、湿度、冻结深度及暴雨等气象资料。

7.1.3.2 水文

调查地表水系、水库、湖泊等地表水体的分布;收集主要河流的流域面积、径流量、流量、水位、水质及水温资料;调查水库、湖泊的容量、水质。

7.1.4 水文地质条件变化与环境地质调查

7.1.4.1 一般要求

调查近 20 年来地下水的补给、径流、排泄条件、水化学条件等的动态变化特征,调查其变化原因,及其与地下水开发及环境影响的关系。

从地下水可持续开发利用角度,调查自然环境引起的和人类活动产生的不良环境地质问题。主要包括与地下水开发利用有关的地质环境问题、水环境问题和生态环境问题。重点调查区域地下水位下降、地下水资源衰减、地面沉降、地裂缝、海(咸)水入侵、生态环境恶化、水质污染,土地盐渍化、沼泽化、地方病等。调查其分布、规模(或程度)、危害、形成条件及产生原因。

7.1.4.2 区域地下水位下降调查

(1) 调查区域地下水降落漏斗的范围和发展趋势,漏斗中心的水位、漏斗面积和形状,调查降落漏斗形成的原因、下降幅度和下降速度,进行地下水开采量、开采时间与降落漏斗发展的相关分析。城市地下水位降落漏斗区应在丰水期、枯水期统测地下水位。

(2) 调查地下水开采量衰减现状及衰减趋势,分析研究机井密度、开采量与水位下降幅度的关系,调查地下水开采量衰减程度和原因。

(3) 调查含水层疏干区范围和面积、被疏干含水层层位、岩性和厚度、疏干原因和发展趋势。

(4) 调查河流上游拦截地表水引起下游地区地下水资源变化及生态环境效应和发展趋势。

7.1.4.3 水质污染、海(咸)水入侵调查

(1) 调查污染源类型与分布,有害组分与数量;地下水污染组分与程度,污染方式与途径,预测污染发展趋势。

(2) 调查咸水(包括现代海水和古咸水)与淡水界面及其变化规律;海水入侵的范围、速率和发展趋势、海水入侵的原因、途径及其对环境和生态的影响。

7.1.4.4 地方病调查

调查地方病类型、病区分布、患病程度,地方病与地下水环境的关系。

7.1.4.5 盐渍化、沼泽化、冷浸田调查

调查土壤盐渍化、沼泽化、冷浸田的分布范围、演化历史、发展趋势,分析其形成条件与地下水的关系。

7.1.4.6 地面沉降与地裂缝调查

(1) 调查与地下水开采有关的地面沉降、地裂缝的位置、分布范围、迹象、危害程度、形变速率和发展趋势。

(2) 调查地面沉降、地裂缝产生的地质、水文地质条件。

7.1.4.7 岩溶塌陷

调查由于开采地下水引起的岩溶塌陷的范围、分布规律, 塌陷形成的地质、水文地质条件, 塌陷程度、危害及发展趋势。

7.1.4.8 生态环境恶化

在遥感解译的基础上, 重点调查浅层地下水开发利用、含水层被疏干等水事活动引起的土地荒漠化、绿洲与湿地消失、植被死亡等生态环境问题的分布范围、危害和发展趋势。

7.2 不同类型区水文地质调查

7.2.1 不同类型区水文地质调查除执行第 7.1 条规定的内容和要求外, 尚应执行本条要求。

7.2.2 平原地区

7.2.2.1 调查平原的成因类型, 第四系松散堆积层厚度、地层层序、时代、岩性和厚度, 含水层(岩组)分布、埋藏条件、水动力特征及水质、水量。

7.2.2.2 调查下伏基岩的埋深、基岩面起伏形态, 基岩地层时代、岩性, 地质构造特征, 基岩储水构造的类型、分布及供水水文地质条件。

7.2.2.3 山前冲洪积平原区

a. 山区与冲洪积平原的对接关系, 山前构造带的类型、力学性质、规模、活动性和水理性质。

b. 冲洪积扇的形态、分布范围及垂向和纵横方向岩性的变化规律; 扇间洼地、扇缘湿地等微地貌的分布, 冲洪积扇的叠置关系。

c. 古河道分布, 山区河流对平原地下水的补给位置及补给量。

d. 冲洪积平原不同部位地下水埋藏条件, 水质、水量的变化规律, 地下水类型和水动力特征的分带规律, 地下水溢出带的位置和水文地质特征。

7.2.2.4 冲积平原区

a. 区域地势、地貌特征, 河流、湖泊的分布及变迁历史, 古河道、垄岗、洼地、湖沼、湿地等微地貌的形态特征、相对高差、物质组成及分布规律。

b. 第四纪不同成因堆积物的分布范围、埋藏条件、接触关系。

c. 划分含水层(组), 调查不同含水层(组)的水文地质特征及其相互间的水力联系。调查地下水的补给条件、径流特征及排泄方式与排泄量。

d. 湖相及海相地层分布区咸水的分布与埋藏条件, 地下水化学成分在水平及垂直方向上的变化规律, 咸淡水界面位置, 咸水分布区淡水透镜体的分布规律、埋藏条件及形成条件。

e. 区域地下水位下降、咸(海)水入侵、地下水水质变异、地面沉降等环境地质问题的分布、现状、形成条件、产生原因及发展趋势。

7.2.2.5 地下水人工补给区的位置与补给层位, 补给方式, 补给水源类型、水质、补给水量, 人工补给历史, 地下水动态及存在的问题。

7.2.2.6 宜建设地下水库进行地下水人工补给区的位置范围, 地质、水文地质条件和可调节库容量。

7.2.3 岩溶地区

7.2.3.1 岩溶地区按岩溶地层埋藏条件调查, 应调查各类地区的分布范围及分区界线。岩溶地区埋藏条件可划分为裸露型、半裸露型、覆盖型和埋藏型四类。

裸露型: 岩溶地层裸露, 仅负地形中有零星覆盖;

半裸露型: 岩溶地层以裸露为主, 在谷地、盆地、河谷中有较大面积覆盖;

覆盖型: 岩溶地层大面积为松散堆积层覆盖, 仅有零星露头;

埋藏型: 岩溶地层埋藏于非岩溶基岩之下。

7.2.3.2 调查岩溶地貌、微地貌形态特征、分布与成因, 地表水文网与分水岭的分布及与岩溶发育的

关系。研究岩溶发育历史,不同期岩溶的特征、分布规律,及其与岩溶地下水的关系。调查岩溶洞穴的出露位置、分布高程、形态规模、成因、化学沉积、机械堆积、生物活动及水流特性(最高与最低水位、流速、流量、水深、水温、水质),调查岩溶地下暗河,测制洞穴展示图。调查表层岩溶带、岩溶坡立谷、漏斗、落水洞、盲谷等的分布。

7.2.3.3 调查碳酸盐岩及其它可溶岩层的分布,碳酸盐岩地层时代、岩性、结构、构造及岩溶层组合特征。调查各岩溶层岩溶发育规律,碳酸盐岩地层一般宜划分到组(阶)或统,对岩溶发育有特殊意义的岩层,应单独分层。

7.2.3.4 调查区域构造格局与主要构造形迹的性质、规模、展布规律,新构造运动特征,调查构造对岩溶发育和水文地质条件的控制,调查隐伏岩溶储水构造。

7.2.3.5 调查地下河、岩溶蓄水构造、表层带岩溶和岩溶泉的分布、成因,流量、水温、水质及其动态特征。调查岩溶大泉泉域和地下河系统范围,泉域或系统的边界位置、性质和类型。划分岩溶地下水系统。必要时可进行连通试验。

7.2.3.6 划分含水层(组),调查各岩溶含水层(组)的层位、岩性、单井出水能力及水化学特征,不同含水层组的水力联系,岩溶地下水与其它类型地下水、地表水之间的补排关系,岩溶地下水的赋存条件、富集规律、水动力特征、强径流带分布,岩溶地下水流系统性质,岩溶水流向、流速、水力坡度,岩溶地下水补给来源、补给区分布、补给方式和补给量,岩溶地下水排泄方式、主要排泄区位置和排泄量。

7.2.3.7 调查岩溶地下水开发利用产生的环境地质问题的类型、分布、形成条件、产生原因及发展趋势,人类活动引起的岩溶地下水污染范围、污染物、污染源和污染途径。

7.2.3.8 调查人工补给地下水的可行性。

7.2.4 黄土地区

7.2.4.1 根据黄土地区地貌和水文地质条件的差异,可分为黄土丘陵区(梁峁沟壑区)、黄土塬区及河谷平原区三类地区。应调查各区的分布范围及分区界线。

7.2.4.2 黄土丘陵区

(1) 梁峁形态、规模、高程变化,组成梁峁的黄土地层层序时代、岩性、厚度,与下伏非黄土地层或基岩的接触关系。

(2) 沟谷分布及形态,调查掌地、塬地的分布、规模、堆积物的厚度、岩性组成和汇水面积,通过民井和泉调查了解单井出水能力及地下水水质。

(3) 黄土层地下水的埋藏条件,分布规律及其富水程度,下降泉出露的位置、地层、出露高程及其排泄状态。

(4) 裸露和下伏基岩风化裂隙带地下水、沟谷冲洪积层潜水及基岩储水构造。

(5) 地下水化学成分在空间上的变化规律,着重调查咸水区淡水体的成因及其分布。

(6) 大骨节病、高氟病、克山病、克汀病及甲状腺肿大等地方病的分布,探讨地方病与水环境关系。

7.2.4.3 黄土塬地区

(1) 地貌单元、形态以及微地貌;黄土塬的形态、规模,高程变化;塬面洼地的分布、形态、成因,分析其在地下水补给方面的意义;沟谷的分布及其切割程度。

(2) 组成塬体的第四纪地层层序、岩性、厚度,黄土的垂直节理、裂隙发育与贯通情况,黄土及古土壤层厚度及其组合特征,分析其对地下水分布、埋藏、富集条件的影响。

(3) 黄土地下水的埋藏条件与分布规律,地下水的补给和排泄条件,塬坡泉水出露特征及其排泄量。

(4) 前第四纪地层、地质构造,基岩风化裂隙带地下水及储水构造。

(5) 大骨节病、克汀病、甲状腺肿大及氟病等地方病的分布,探讨地方病与水环境的关系。

7.2.4.4 河谷平原地区

(1) 河谷平原的成因, 松散堆积物的地层时代、厚度、岩性岩相变化规律; 调查河谷阶地级数、结构类型、规模及分布, 洪积扇(锥)、古河道分布、河床特征与变迁, 研究河谷发育历史及水文地质规律。

(2) 河谷平原周边地质、地貌与水文地质条件, 新生代以来地貌及岩相古地理演化及其对地下水形成的控制作用。

(3) 地下水类型、埋藏条件与分布规律, 不同含水岩组的水文地质特征及相互间的水力联系, 地下水与地表水间的补给、排泄关系。

(4) 区域地下水位下降、地下水水质变异、地面沉降等环境地质问题的分布、现状、形成条件及发展趋势。

(5) 土壤盐渍化、盐碱土的分布, 分析其形成的水文地质条件, 并提出改良途径。

7.2.4.5 黄土地区下伏基岩水文地质调查, 可参照第 7.2.8 条要求进行。

7.2.5 干旱内陆盆地区

7.2.5.1 干旱内陆盆地可分为山前戈壁平原、山前细土平原及沙漠盐漠盐湖三个水文地质区, 应调查各区的分布范围及分区界线。

7.2.5.2 山前戈壁平原区

(1) 盆地边缘山地与戈壁平原的交接关系, 山前断裂带的性质、位置、断裂带水理性质, 山区的地层时代、岩性、地质构造特征、裂隙发育程度, 山区基岩地下水对戈壁平原地下水的侧向径流补给作用。

(2) 从山麓至戈壁平原第四纪沉积物岩性的水平与垂直变化规律及地下水的分布与埋藏条件。

(3) 古河道及冰川、冰水沉积物的分布, 多期冲洪积扇的接触关系和水文地质特征。

(4) 调查降水对地下水的补给作用, 地表水与地下水的相互转化关系及其转化量, 尤其是地表水出山口的径流量、动态变化及其对地下水的补给或排泄量。

(5) 建设地下水库或人工调节地下水的可行性, 提出适宜的建库位置、范围、地质、水文地质条件和可调节库容量。

7.2.5.3 山前细土平原区

(1) 地下水溢出带、绿洲带、盐沼带的分布, 地质结构、岩性岩相的变化规律及不同地带的水文地质特征。统计地下水溢出量。

(2) 承压水、自流水的分布范围、形成条件、埋藏规律及水化学特征, 不同含水层间的水力联系。

(3) 盐碱土的分布范围、成因, 分析其与地下水化学成份的关系, 总结研究盐碱土的改良途径。

(4) 高矿化水的分布及成因, 水化学成份在水平及垂直方向的变化规律, 结合古沉积环境研究稀有元素和盐矿、卤水的形成与水文地质环境的关系。

(5) 绿洲退化、土地沙化等环境地质问题的现状及演化趋势。

(6) 地下水系统之间以及次一级地下水系统之间的地下水转换方式与转换量。

7.2.5.4 沙漠盐漠盐湖区

(1) 沙漠、盐漠及盐湖的分布与演化历史, 研究沙漠、盐漠、盐湖形成的气象、水文、地貌、地质与古地理环境。

(2) 盐漠区淡水体的分布与成因, 及其与微地貌和周围咸水体的关系。

(3) 沙漠区风沙地貌特征、地质结构, 地下水的分布及埋藏条件; 着重调查丘间洼地、古河道中地下水的分布与埋藏条件、淡水体分布规律。

(4) 第三系、白垩系地下水的类型、分布、埋藏条件, 水质、水量及补给、径流、排泄条件。

(5) 绿洲分布范围及其与地下水的关系。

7.2.5.5 内陆盆地区下伏基岩水文地质调查可参照第 7.2.8 条要求进行。

7.2.6 高原多年冻土地区

(1) 调查冻土的类型、结构、构造、形成条件及冻结层的形成历史与发展趋势; 多年冻土、连续

冻土和岛状冻土的分布、厚度及其上、下界线，地下水对冻土形成的作用及其相互关系。

(2) 冰川地貌、冰缘地貌及冰川、雪被的分布、成因、形态及活动规律，着重现代冰川的活动性与冰雪融水调查。

(3) 调查冻土区地下水类型，划分冻结层上水、冻结层间水及冻结层下水；多年冻土地区地下水的埋藏与分布规律；调查各含水层的岩性岩相特征、水文地质特征（水量、水位、水温、水质等）及含水层间的水力联系，季节性冻土层下水距冻层底板的距离。

(4) 调查多年冻土区地下水的补给、迳流、排泄条件及动态特征；地下水的补给、排泄区分布范围，地下水的补给来源及补给量、排泄方式；河流、湖泊融区地下水与地表水的关系；调查反映地下水露头的冰锥、冰丘的分布、表现形式和迁移变化规律；地表水体畅流期、封冻期及其冻结程度（厚度）。

(5) 调查地下水化学成分在水平及垂直方向的变化规律。对地下水中的充气现象，系统采集气体，确定气体的成份与成因。

(6) 对有矿泉、热矿泉资源分布的地区，应调查其分布、水量、水温及开发利用状况，分析其形成的地质构造条件。

7.2.7 滨海及沿海岛屿地区

7.2.7.1 滨海及沿海岛屿地区包括滨海平原、沿海岛屿、沿海地带的山前丘陵台地。应调查各区分布范围及分区界线。

7.2.7.2 滨海平原

(1) 陆相、海相或海陆交互相等堆积物的沉积关系、地层结构、岩性及厚度变化特征，河口三角洲的范围，海滩和海湾的成因类型，河口三角洲与海岸线的变迁历史，分析其与新构造运动的关系。

(2) 划分含水层（组），调查各含水层（组）的水文地质特征及相互间的水力联系，尤其是海相与陆相含水层（组）间是否连接。

(3) 水化学特征及咸、淡水的界线，海水入侵范围及潮汐对地下水的影响。分析其与地貌、岩相及新构造运动的关系。

(4) 河口三角洲淡水，海岸带砂砾、贝壳、珊瑚层中淡水透镜体的分布范围、厚度、水位、单井出水能力及地下水动态特征。

(5) 沼泽、洼地的成因及分布规律，分析其与地下水的关系。

(6) 地下水与河水、海水的水力联系和补排关系。

(7) 人类活动（地下水过量开采、污水排放等）引起的区域性地下水位下降、海水入侵、地面沉降、地下水水质变异等环境地质问题。总结合理开发地下水资源，联合调度地表水及地下水资源，利用地表水恢复和补充地下水资源的途径和经验。

7.2.7.3 沿海岛屿

重点调查淡水透镜体的分布、形成条件及开发利用前景。对于大型岛屿视其地质、地貌条件，应按照第 7.2.8 条要求进行。

7.2.7.4 丘陵台地与平原下伏基岩地下水调查可参照第 7.2.8 条要求进行。

7.2.8 丘陵山地地区

7.2.8.1 丘陵山地区水文地质调查应以水文地质测绘为主，调查泉水类型、分布、水质、水量和泉水动态特征，选择代表性沟谷或小流域进行枯水期测流获取地下水排泄量资料。

7.2.8.2 调查山地和丘陵的成因、形态特征、规模和分布，河流阶地、坳沟等的成因、形态、结构、规模、分布及其水文地质意义；地表水文网的分布、水流特性及与地下水的补给或排泄关系。

7.2.8.3 调查含水层（组）的地层时代、产状、分布和水文地质条件，风化裂隙水、断裂构造带脉状水、火成岩和变质岩裂隙水的分布和水文地质条件。

7.2.8.4 碎屑岩地区

(1) 自流盆地或自流斜地的分布及其水文地质条件。

(2) 侏罗纪至第三纪陆相沉积盆地地层、岩性、岩相特征, 地下水类型、埋藏条件、补给来源、单井出水能力, 地下水化学成分及其在横向和垂向上的分带规律。

7.2.8.5 火成岩地区

(1) 花岗岩和片麻岩类风化裂隙带的厚度及分布范围, 围岩蚀变带的类型、宽度、裂隙发育和破碎程度, 地下水赋存条件、水质、水量。

(2) 玄武岩的喷发方式, 柱状节理和气孔结构等特征与地下水赋存的关系。中心喷发台地要注意火山的调查, 由火山口向周围观察玄武岩岩性、岩相变化规律与地下水位、水质及单井出水能力的关系, 并注意边缘地下水溢出带的分布。多期玄武岩喷发地区, 应注意调查各次喷发熔岩流接触带的性质及单井出水能力。侵入其它地层中的安山玄武岩, 应注意调查其柱状节理的发育程度、风化带厚度、围岩蚀变类型、蚀变带宽度及侵入接触带裂隙发育程度与地下水的关系。

7.2.8.6 调查山间河谷平原、山间盆地、山前冲洪积扇及沟谷第四纪松散堆积层的时代、岩性特征、厚度, 含水层的分布及其水文地质条件。

7.2.8.7 调查断裂构造的类型、规模、力学性质、活动性、胶结和充填程度; 褶皱构造的类型、形态、规模和分布; 调查不同构造的水理性质、地下水赋存条件和储水构造的分布。

7.2.8.8 调查矿坑水的来源、水质、水量、动态特征和矿坑涌水条件; 采矿引起的含水层(储水构造)疏干、地下水污染等环境地质问题。

8 调查技术与要求

8.1 资料搜集

8.1.1 目的

(1) 根据调查工作的目的、任务与要求, 有针对性地系统收集有关资料, 经初步分析整理, 掌握调查区地质水文地质概况、研究程度和存在的水文地质问题, 为设计编制提供依据。

(2) 进行资料的二次开发, 避免重复工作, 达到节省调查工作量、缩短工作周期、提高调查工作质量的目标。

8.1.2 资料搜集内容与要求

8.1.2.1 基础地质

(1) 地层岩性、地质构造资料, 区域地质调查及地质研究成果;

(2) 地貌图、地质图、地质构造图、岩相古地理图、综合地层柱状图、区域重力和航磁等值线图(或异常图)等资料;

(3) 实测地层剖面、实测地质构造剖面图等资料;

(4) 岩矿鉴定成果、岩土化学分析成果、古生物鉴定成果、地层测年成果等;

(5) 控制性地质钻孔、矿产勘探钻孔资料。

8.1.2.2 水文地质

(1) 区域水文地质调查成果、水源地勘察成果及有关水文地质研究成果;

(2) 水文地质图、地下水资源图、地下水水化学图、地下水等水位(水压)线与埋藏深度图;

(3) 水文地质钻孔、供水管井、泉水资料及其它集水构筑物资料;

(4) 地下水水质分析成果、地下水水化学分析成果汇总表、水同位素测试成果;

(5) 抽水试验、物探测井、地下水动态监测、地下水均衡试验资料;

(6) 水文地质参数、地下水资源评价等成果;

(7) 地热、矿泉水论证、开发、钻井及监测资料。

8.1.2.3 遥感与地球物理勘探

遥感包括不同时期的航片与卫片及其解译成果, 不同时期不同波段的遥感数据。地球物理勘探包

括电法、磁法、重力、地震、热红外、 α 卡测量等物探方法所获得的地区地球物理参数及其解释成果资料。

8.1.2.4 气象水文

全面收集区内各气象站及水文站的气象水文资料。

气象资料包括工作区所处气候带，多年、年及月降水量、蒸发度、相对湿度及气温资料，年无霜期及冻结深度资料；水文资料包括水系分布、河川流域面积，年及月平均径流量、平均流量、水位、含沙量、水质。水库、湖泊的位置、面积、容积、水质。引地表水灌区的分布范围、引灌水量资料。

8.1.2.5 环境地质

开发地下水引起的地下水位下降、水资源衰减、海（咸）水入侵、地下水水质恶化、地面沉降及地裂缝、植被受损、荒漠化，湖泊、湿地、大泉消亡等的现状及其发展趋势；地表水污染引起的地下水水质恶化及其发展趋势；水库兴建、地表水不合理灌溉引起的地下水位上升、土壤盐渍化和沼泽化；地表水上游截流引起的地下水位下降、水资源衰减、植被受损、荒漠化，湖泊、湿地、大泉消亡等的现状及其发展趋势；工矿、建筑废渣、废气、生活垃圾污水等不合理排放引起地下水污染等。

8.1.2.6 地下水开发利用

地下水开发的历史及现状，开采井的数量、分布、取水层位、开采量及用途，水资源供需矛盾、地下水开发与利用潜力等。

8.1.2.7 国民经济现状、发展规划及其对水资源的需求

按行政区划收集社会经济现状和发展规划，水资源的需求和地下水资源的供给状况。

8.1.2.8 其它有关资料

8.1.3 资料初步整理要求

8.1.3.1 对收集到的资料应分类整编，建表造册，列出目录清单。

8.1.3.2 编制实际材料图、水文地质研究程度图。编制有关的基础图、分析图、专题图、综合图等各种图件草图。

8.1.3.3 把搜集的钻孔（地质孔、水文地质孔）、抽水试验、岩矿鉴定、岩土化学分析、水质分析、同位素测试、地下水动态、气象水文、物探测井等资料录入计算机，逐步建立水文地质调查空间数据库。

8.2 遥感解译

8.2.1 遥感解译目的

提高地质工作预见性，指导水文地质测绘，获取常规地面调查难以取得的水文地质信息，减少野外工作量，提高工作效率和成果质量。

8.2.2 遥感解译基本要求

8.2.2.1 应尽可能选用多种类型，多种时相的航天、航空遥感影像、数据，二者宜结合使用。条件许可时，可进行热红外扫描及多光谱摄影。

8.2.2.2 遥感解译工作应先于水文地质测绘，并贯穿于项目的全过程。遥感解译工作程序为：遥感资料收集，影像、数据预处理，室内解译，野外检验与成果编制。其中室内解译包括初步解译、详细解译和综合解译三个步骤，分别对应区域水文地质调查工作的设计书编制、水文地质测绘与成果编制三个阶段。

8.2.2.3 野外检验应与水文地质测绘紧密结合，一般采用路线控制和统计抽样检查的方式进行。内容包括解译判释标志检验，室内解译判释结果及外推结果的验证等。

8.2.2.4 有条件时可 根据影像信息，借助计算机技术判别影响降水入渗、蒸发和土壤湿度、地表植被覆盖类型，定量或半定量求取相关水文地质参数。

8.2.2.5 对地质、水文地质问题研究有重要指示意义的特殊影像，应选定重点地段进行多时相遥感资料的动态解译分析。

8.2.2.6 各种地质、水文地质界线，一般应采用追索法在图像中连续圈定。

8.2.2.7 遥感（RS）解译应与卫星定位系统（GPS）、地理信息系统（GIS）联合使用，编制影像地图，

实现地质、水文地质信息的可视化和虚拟再现。

8.2.3 遥感解译内容

(1) 地貌基本轮廓、成因类型和主要微地貌形态组合及水系分布发育特征,判定地形地貌、水系特征与地质构造、地层岩性及水文地质条件的关系。

(2) 各类地层岩性的分布范围。

(3) 主要构造形迹的分布位置、发育规模及展布特征,特别是褶皱断裂、隐伏断裂、活动断裂及节理裂隙密集带。判定地质、水文地质条件与地质构造的关系。

(4) 各种水文地质现象,圈定泉点、泉群、泉域、地下水溢出带位置,河流、湖泊、库塘、沼泽、湿地、沙漠绿洲等地表水体及其渗失带的分布,确定古(故)河道变迁、海岸带进退、地表水体变化以及各种岩溶现象的分布发育规律,分析其对水文地质条件的影响。

(5) 解译环境地质问题,重点解译地表水体的污染情况、污染源的分布,植被兴衰、荒漠化、盐渍化的演变,对其危害程度及发展趋势作出初步评价。

(6) 条件具备时,可采用遥感数据解译计算土壤含水量、蒸发量等参数。

8.2.4 成果资料

(1) 影像地图

(2) 地质解译图

(3) 水文地质解译图

(4) 解译报告及其它专门性成果

8.3 水文地质测绘

水文地质测绘是以地面调查为主,对地下水和与其相关的各种现象进行现场观察、描述、测量、编录和制图的一项综合性工作。

8.3.1 基本任务

8.3.1.1 调查各类含水层的分布规律与埋藏条件,包括含水层的层序、产状、岩性、厚度、分布规律、埋藏深度,地下水类型、水位、水质、单井涌水量,各含水层之间的水力联系,与地表水的转化关系和转化量。

8.3.1.2 调查泉的类型、分布、流量、水质及动态变化特征,初步确定其开发前景。

8.3.1.3 调查地下水的补给、径流和排泄条件,地下水动态的一般规律,地下水系统的边界条件,划分地下水系统。

8.3.1.4 调查地形地貌、气象水文、地层、构造等影响地下水形成的因素,分析地下水的赋存条件和富集规律。

8.3.1.5 调查区域地下水的化学成分、水文地球化学环境、地下水的污染情况以及地下水脆弱性。

8.3.1.6 调查地下水开发利用历史与现状,存在的主要环境地质问题及其形成条件、产生原因与演化趋势。

8.3.1.7 调查生态群落的适存水位以及地下水开发对生态环境的影响。

8.3.2 测绘工作的基础与比例尺

8.3.2.1 1:250000 水文地质测绘应在相同或更大比例尺地质测绘基础上进行,在未进行地质测绘地区应同时进行地质水文地质测绘。

8.3.2.2 野外工作底图应采用 1:100000 或 1:250000 比例尺的最新地形图。

8.3.3 工作方法 with 要求

8.3.3.1 基本工作方法为路线穿越—观测点法,必要时辅以界线追索法。观测路线宜垂直岩层(岩体)和构造线走向,或沿地貌形态变化显著和地下水露头较多的方向布置。为追索含水层或地质构造,亦可沿含水层和构造线走向布置。水文地质点及地质点应布置在地层界线、断层、褶皱轴、岩浆岩与围岩接触带、典型露头、岩性和岩相变化带、地貌分界线、自然地质现象发育处以及井、泉、钻孔、矿井、坎儿井、地表坍塌、岩溶水点(如暗河出入口、落水洞、地下湖)和地表水体等有地质、水文地质

意义的地点,不应平均布置。

8.3.3.2 应采用数码摄影、数码摄像等手段,记录地质、地貌、水文地质现象;水的温度、pH值、电导率、Eh值等应在现场实测。

8.3.3.3 精度要求

(1) 按1:250000区域水文地质调查数据库建库要求采集数据。

(2) 控制性观测点和重要地质、地貌、水文地质体位置应采用仪器实测或精确的GPS定位,一般性点可采用手持GPS或地形图定位。

(3) 宽度大于500m或面积大于0.25km²的地质体均应正确表示于图上,对于具有重要意义的地质体或水文地质体即使小于前述规定亦应夸大表示于图上。

(4) 水文地质测绘技术指标见表1要求。

8.3.4 工作程序

8.3.4.1 准备工作:收集资料、结合现场踏勘,熟悉测绘区自然地理、地貌、地质及水文地质概况;针对测区水文地质条件、研究程度及存在问题并结合遥感初步解译成果,规划测绘路线;进行人员组织、物资设备准备和编制水文地质测绘技术工作细则。

8.3.4.2 野外调查:对天然露头和人工露头进行观察、访问和研究,在露头稀少的覆盖区,宜适当布置探井、探槽、洛阳铲孔等轻型山地工程或地面物探工作予以揭露或调查。

8.3.4.3 资料整理和阶段性工作总结:外业工作期间应对野外获取的野外记录与手图、摄影、摄像资料,采取的岩土水样或标本及时进行处理。每阶段野外工作结束后应编写阶段性工作总结,野外调查工作全面结束后应编写水文地质测绘工作总结。

8.4 水文地质物探

8.4.1 地面物探

8.4.1.1 地面物探布置原则

(1) 地面物探应主要布置在测绘工作难以解决问题的地段、钻探试验地段以及钻探困难或仅需初步探测的地段。

(2) 根据需要解决的地质、水文地质问题,结合测区地形、地物条件,因地制宜,合理布置物探测线和测点:测量剖面方向应尽量垂直勘查对象的总体走向或沿着水文地质条件变化大的方向;剖面应尽可能与已有的或设计的钻探剖面线一致;发现异常应加密探测点,以确定异常性质或异常区范围。

8.4.1.2 解决的地质水文地质问题

(1) 确定地质构造剖面,隐伏断裂的位置和产状。

(2) 确定含水层的岩性、厚度、埋藏深度及富水地段。

(3) 确定覆盖层的厚度,隐伏的古河床和埋藏的冲洪积扇的分布范围、结构、基底形态。

(4) 确定基岩埋藏深度及基岩面起伏形态。

(5) 确定岩溶发育带的分布位置,发育程度,寻找隐伏的岩溶管道、洞穴和地下暗河。

(6) 确定地下水埋藏深度和地下水矿化度变化规律以及咸水分布范围,咸淡水界面、咸水区淡水透镜体的分布。

(7) 确定冻土层的上、下限及冻土层厚度。

8.4.1.4 方法选择与技术要求

(1) 采用的方法应具备下列基本条件:被探测对象的相邻介质对同一物性参数有明显的差异,被探测对象有一定规模,有干扰因素存在时仍能分辨出被探测对象引起的异常,地形、植被的影响不致造成野外工作不能开展的程度。

(2) 应根据调查任务的实际需要,结合工作区地形、地貌、探测对象的物理条件和几何尺度以及交通等工作条件,确定物探方法和仪器设备,对于单一方法不易判定的或较复杂的水文地质问题,宜采用二种或二种以上方法的综合物探。

(3) 对于地质效果尚无把握或有争议的地区宜开展适量的试验工作,选择经济有效的物探方法。

试验工作应布置在有代表性地区或调查工作程度较高有钻孔控制点的剖面上。

(4) 常用物探方法及应用范围见表 2。

表 2 常用物探方法及应用范围表

探测主要目的	常用物探方法	
地质构造剖面	电测深、地震反射或折射波法	
含水层厚度、单井出水能力	浅埋区	电测深、电剖面法、激发极化法
	深埋区	电测深、激发极化、地震反射或折射波法
古河床、埋藏冲洪积扇分布	电测深、电剖面法、激发极化	
基岩埋深、基底形态	浅埋区	电测深法、核磁共振、音频大地电磁
	深埋区	电测深法、地震勘探、重力法、磁法
隐伏地质构造、断层	浅埋区	电测深法、电剖面法、放射性法
	深埋区	电测深法、地震勘探、放射性法
岩溶发育带	浅埋区	电测深法、激发极化法
	深埋区	电测深法、激发极化法、地震勘探
地下水矿化度	电测深法、激发极化法、电剖面法	
冻土层下限	电测深法、激发极化法	

注：浅埋、深埋界限视工作区地貌、地壳介质均匀程度、地质条件复杂程度、物性差异的大小、被探测体规模大小等因素确定，一般可按 300~500m 划分。

(5) 应尽可能采用新技术，如核磁共振、微重力勘探；使用灵敏度和分辨率高的新仪器，采用计算机进行数据处理。

(6) 应根据调查设计书提出的任务，编制物探工作设计书，或在调查设计书中列出物探工作设计的专门章节。

(7) 野外作业中工作参数的选择、检查点的数量、观测精度，测地工作，仪器的定期检查，操作和记录，应符合有关物探规范要求。

8.4.1.5 物探资料解释

物探资料的解释推断，应遵循以下原则：

- (1) 从已知到未知，先易后难，从点到面，点面结合的原则；
- (2) 多种物探资料综合解释的原则；
- (3) 物探解释与地质推断相结合的原则；
- (4) 区分有用信息与干扰信息，获得正确结论的原则。

8.4.2 水文测井

8.4.2.1 基本要求

- (1) 水文地质钻孔均应进行水文物探测井。
- (2) 水文地质钻孔物探测井应采用数字测井技术。
- (3) 水文地质钻孔应至少测五种以上的参数曲线，一般包括视电阻率、自然电位、放射性、声波、

井温等。可根据要解决的问题和设备状况选择：井斜、井径、同位素示踪、自然伽马、人工伽马、井中流体测量、超声成像、井流电阻率、钻孔电磁波法等测井项目。

(4) 水文物探测井可参照《水文测井工作规范》(DZ/T 0181—1997) 执行。

8.4.2.2 测井的任务

- (1) 划分地层，编制钻孔地质柱状剖面图；
- (2) 确定含水层与隔水层的层位和厚度；
- (3) 确定断裂带、裂隙带的位置及厚度；
- (4) 初步判定含水层之间的补给关系；
- (5) 划分咸淡水界面、估计地下水的矿化度；
- (6) 估算水文地质参数，包括含水层的孔隙率、渗透系数及涌水量等；
- (7) 测定钻孔技术状况，包括钻孔孔径、井斜、套管完好情况；
- (8) 地层构造参数测定。

8.4.2.5 资料与成果

测井钻孔应提交测井数据、参数与综合曲线、解释成果。

8.5 水文地质钻探

8.5.1 目的与任务

- (1) 探明地层剖面及含水层岩性、厚度、埋藏深度和水头（位）；
- (2) 采取岩土样和水样，确定含水层的水质，测定岩土物理性质和水理性质；
- (3) 进行水文地质试验，确定含水层的各种水文地质参数；
- (4) 查明水文地质边界条件；
- (5) 利用钻孔监测地下水动态或建成开采井。

8.5.2 水文地质钻探布置原则

- (1) 勘探孔布置，应在遥感解译、水文地质测绘和充分利用以往勘探孔资料的基础上根据地质、地貌和水文地质条件以及物探资料，合理布置勘探线和勘探网。
- (2) 每个钻孔的布置必须目的明确，一孔多用，并进行充分论证。
- (3) 勘探孔的布置必须满足查明水文地质条件、开展地下水资源评价和专门任务的需要。

8.5.3 钻孔主要技术要求

钻孔主要技术要求见表 3。

表 3 钻孔主要技术要求

项目	技 术 要 求
孔深	钻孔深度应钻穿主要含水层或含水构造带
孔径	终孔直径，松散层钻孔孔径不小于 $\Phi 200\text{mm}$ ；基岩裸孔试验段孔径不小于 $\Phi 190\text{mm}$ ；泵室段直径应比抽水设备外径大 $\Phi 50\text{mm}$
钻进冲洗介质	根据地层性质、水源条件、施工要求、钻进方法、设备条件等正确选择空气、泡沫、清水或清水基冲洗液作为钻探冲洗介质
岩芯	1、探钻孔都应采取岩芯，一般粘性土和完整基岩平均采取率应大于 70%，单层不少于 60%；砂性土、疏松砂砾岩、基岩强烈风化带、破碎带平均采取率应大于 40%，单层不少于 30%。无岩心间隔，一般不超过 3m。对取心特别困难的巨厚(大于 30 m)卵砾石层、流沙层、溶洞充填物和基岩强烈风化带、破碎带，无岩心间隔，一般不超过 5m，个别不超过 8m。当采用物探测井验证时，采取率可以放宽； 2、岩芯应填写回次标签并编号，装入岩芯箱保管； 3、岩芯应以钻进回次为单元，进行地质编录； 4、终孔后,岩芯按设计书要求进行处理

项目	技 术 要 求
取样	按设计书要求采取地下水、岩、土等测试样品
孔位	勘探钻孔应测量坐标和孔口高程
止水	分层或分段抽水试验钻孔, 均应按设计书和技术要求进行止水, 并应进行止水效果检查
洗孔与试抽	水文地质试验孔均应进行洗孔与试抽对比。用活塞洗孔时, 活塞的提拉, 一般自下而上进行, 每段提拉时间根据含水层岩性与水文地质条件而定, 一般不小于 0.5h。洗孔试抽对比, 即洗孔试抽两次, 每次试抽时间应不少于 2h, 在同一降深时, 前后两次单位出水量变化不超过 10%; 且在试抽结束时, 用含砂量计测定泥浆沉淀物 $\leq 0.1\%$, 即可认为洗孔合格, 否则, 应重新洗孔和捞砂。在区域水文地质条件清楚的地区, 当进行洗孔试抽之后出水量达到预计出水量要求或与附近水井出水量相一致时, 可不进行洗孔试抽之对比
孔深与孔斜	1、每钻进 100 米和钻进至主要含水层及终孔时、钻孔换径、扩孔结束和下管前, 均应使用钢卷尺校正孔深。孔深校正最大允许误差为千分之二 2、每钻进 100 米和终孔时, 必须测量孔斜。孔斜每 100 米不得超过 1°, 可以递增计算。采用深井水泵抽水井, 泵管段不得大于 1°
简易水文地质观测	所有钻孔在钻进过程中必须做好简易水文地质观测: 1、观测孔内水位、水温变化; 2、记录冲洗液漏失量; 3、记录钻孔涌水的深度, 测量自流水头和涌水量; 4、记录钻进中出现的异常现象

8.5.4 钻孔处理

钻探取样、孔内试验完成后, 钻孔应按设计书要求建成地下水开采井或地下水动态观测孔。未予利用的钻孔应进行封孔。

8.5.5 钻探成果

所有钻孔钻探试验结束后, 均应提交单孔竣工报告, 并提交以下资料:

- (1) 钻孔设计书;
- (2) 钻孔成果综合图表;
- (3) 岩心检验记录表;
- (4) 止水检查记录表;
- (5) 测斜记录表;
- (6) 校正孔深记录;
- (7) 洗孔记录表;
- (8) 钻孔平面位置图;
- (9) 抽水试验成果表;
- (10) 抽水试验记录表;
- (11) 静止水位测定记录;
- (12) 恢复水位记录;
- (13) $Q-t$ 及 $s-t$ 关系曲线; $Q=f(s)$; $q=f(s)$ 关系曲线;
- (14) 水质分析报告表、岩土测试分析成果表;
- (15) 生活、工业、农业用水水质评价表;
- (16) 水文物探测井解释图表及测井曲线图;
- (17) 水、岩、土样取样记录表与委托书;
- (18) 钻孔终孔验收书;
- (19) 各种参数计算表;

(20) 简易水文地质观测记录。

8.6 抽水试验

8.6.1 抽水试验的任务

- (1) 确定井(孔)出水能力。
- (2) 确定含水层的水文地质参数,如渗透系数(K)、导水系数(T)、导压系数(a)、给水度(μ)等。
- (3) 判断地下水运动的性质,了解地下水与地表水以及不同含水层之间的水力联系。
- (4) 判断地下水系统的边界性质及位置。
- (5) 分层采集地下水水质分析与同位素测试样品,观察水质、水温在抽水试验过程中的变化。

8.6.2 一般规定

- (1) 已有符合质量要求可以直接利用的水文地质抽水试验孔的地段,不需再布置水文地质钻孔和抽水试验工作。
- (2) 抽水试验原则上按非稳定流抽水,抽水试验孔一般宜采用完整井型。
- (3) 抽水试验设备宜采用水泵,出水量测量需采用标准堰箱或孔口流量计,水位测量应精确到毫米;水温测量应采用经标定的温度计。
- (4) 抽水孔须下入测水管;动水位测量可采用自计水位仪或电测水位仪。
- (5) 所有水文地质钻孔均应进行抽水试验。双层或多层结构含水层系统应分层进行抽水试验;水质垂向分带的厚层含水层,应按水质分段进行抽水试验。
- (6) 抽水试验一般可以不布置专门观测孔,宜利用机民井或天然水点作观测点;当需布置专门的抽水试验观测孔时,观测孔布置应根据水文地质条件和要解决的水文地质问题确定。
- (7) 抽水试验类型,宜根据试验目的、任务、含水层的结构、水力性质以及试验条件予以选择。

8.6.3 稳定流抽水试验要求

8.6.3.1 抽水试验一般应进行3次水位降深。水位降深最大降深值应根据水文地质条件,并考虑抽水设备能力确定,其余2次降深值宜分别为最大降深值的1/3和2/3。水位降深顺序,对基岩含水层宜按先大后小,松散含水层宜按先小后大逐次进行。

8.6.3.2 抽水试验的稳定标准,在抽水稳定延续时间内,抽水孔涌水量和动水位与时间关系曲线只在一定的范围内波动,且没有持续上升或下降的趋势。

- (1) 当有观测孔时,应以最远观测孔的动水位基本稳定为准。
- (2) 应考虑自然水位的影响。
- (3) 滨海地区应考虑潮汐对动水位的影响。

8.6.3.3 抽水试验的稳定延续时间,宜符合下列要求:

- (1) 卵石、圆砾和粗砂含水层为8h。
- (2) 中砂、细砂和粉砂含水层为16h。
- (3) 基岩含水层(带)为24h。

(4) 根据含水层的类型、补给条件、水质变化和试验的目的等因素,稳定延续时间可适当调整。中、小降深的抽水稳定延续时间可为8h。

8.6.3.4 抽水试验时,动水位和涌水量观测应同步进行,观测时间宜在抽水开始后的第1、2、3、5、7、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120min各测一次,以后每隔30min测一次。

8.6.3.5 水温、气温宜每隔2h观测一次,读数应准确到0.5℃,观测时间应与水位观测时间相对应。

8.6.3.6 稳定流抽水试验抽水结束后,应对观测孔和抽水孔按非稳定流要求进行恢复水位观测。

8.6.4 非稳定流抽水试验要求

8.6.4.1 每个试段一般宜采用非稳定流抽水试验。抽水试验期间,如有流量变化或抽水影响范围内有抽水或停抽现象,应详细记录其地点、水量变化及其对应的时间。

8.6.4.2 抽水试验延续时间,应按水位下降与时间关系曲线确定,并应符合下列要求:

(1) $s(\Delta h^2) - lgt$ 关系曲线有拐点时, 则延续时间宜至拐点后的趋于水平线段, 式中 s 为动水位下降值, 对于潜水 $h=H-s$, H 为含水层厚度, $\Delta h^2=H^2-h^2$;

(2) $s(\Delta h^2) - lgt$ 关系曲线没有拐点时, 则延续时间宜根据试验目的确定, 当有观测孔时, 应采用最远观测孔的 s (或 Δh^2) $-lgt$ 关系曲线确定。

8.6.4.3 抽水试验时, 动水位和涌水量观测时间, 宜在抽水开始后第 1、2、3、5、7、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120min 各观测一次, 以后可每隔 30min 观测一次。

8.6.5 恢复水位观测

每一降深抽水试验结束时, 均应观测恢复水位, 观测频率按 8.7.3.3 要求进行, 直至水位恢复稳定。

8.6.6 原始资料与成果

(1) 抽水试验观测记录表, 现场应绘制流量、水位、水温等历时曲线。

(2) 现场应绘制 $s-lgt$ 、 $lgs-lgt$ 曲线, 有多个观测孔时, 还应绘制 $s-lgr$ 曲线。

(3) 抽水试验结束后, 应对所有观测资料进行检查、校核, 绘制各种关系曲线图, 计算水文地质参数, 编制抽水试验综合成果表, 编写抽水试验工作小结。

(4) 采用抽水孔抽水资料计算水文地质参数时, 应消除井损的影响。

8.7 地下水均衡试验

8.7.1 地下水均衡试验的主要目的是获得工作区地下水均衡要素, 进行地下水水均衡计算。通过试验获取降水入渗补给系数、潜水蒸发系数、灌溉水回渗补给系数、含水层给水度等资料。

8.7.2 地下水均衡试验场地的位置应选择在其水文地质代表性, 并能取得均衡要素资料的典型地段。

8.7.3 试验方法可根据试验精度要求和试验条件选用地中渗透仪法或零通量面法。

8.8 同位素水文地质

8.8.1 用同位素方法解决的主要水文地质问题

(1) 测定地下水的年龄。

(2) 研究大气降水、地表水、地下水的转化关系。

(3) 研究地下水的形成、演化规律。

(4) 研究地下水的补给、径流、排泄条件。

8.8.2 方法与样品采集

8.8.2.1 方法选择

(1) 氢氧稳定同位素为基本方法。

(2) 利用硫稳定同位素研究水的形成环境。

(3) 地下水年龄较轻的宜采用 $^3\text{H}/^3\text{He}$ 研究水的形成时间。

(4) 地下水年龄在数十年内可采用 ^3H 测定年龄。

(5) 利用 ^3H (或 CFC 方法) 确定地下水是否得到新近补给。

(6) 地下水年龄在几千年至三万年的可采用 ^{14}C 测定年龄, 更老的可采用 ^{36}Cl 等方法测定年龄。

8.8.2.2 取样点布置

(1) 同位素水文地质工作应在已有资料综合分析和水文地质测绘的基础上, 根据水文地质条件和需要解决的问题部署取样点, 选用同位素方法。

(2) 根据区域水文地质特征, 应以剖面控制为主, 并选择地质背景不同的区域性控制点, 作为分析问题背景值。控制剖面应沿地下水流向布置, 垂向上不同含水层均应有样品分布。在条件复杂区、水文地质边界附近宜多投入工作量。

(3) 应设置相关的大气降水和地表水取样点。

8.8.2.3 采样方法及送样要求见附录 B。

8.8.3 资料与成果

(1) 可编制不同种类同位素关系图;

(2) 应编制同位素水文地质剖面图;

- (3) 宜编制含水层系统同位素等值线平面图;
- (4) 应提交同位素研究报告;
- (5) 应编制同位素样点位置图和测试成果汇总表。

8.9 地下水动态监测

8.9.1 目的与任务

- (1) 监测地下水水位、水量、水温和水质的变化规律及发展趋势。
- (2) 分析地下水动态变化的影响因素, 确定地下水动态类型。
- (3) 研究与地下水有关的环境地质问题。
- (4) 为研究某些专门问题提供基础资料。
- (5) 优化或完善区域地下水动态监测网。

8.9.2 监测网布置基本要求

8.9.2.1 地下水动态监测网的布置应能控制区域地下水动态变化规律。

8.9.2.2 观测点应沿地下水区域径流方向布置, 选择有代表性的监测孔安装自动监测仪。

8.9.2.3 为调查地下水与地表水的水力联系, 观测孔应垂直地表水体的岸边布置。

8.9.2.4 为调查垂直方向各含水层(组)间的水力联系, 应设置分层观测孔组。

8.9.2.5 为调查咸水与淡水分界面的动态特征(包括海水入侵), 观测线应垂直分界面布置, 在分界面附近应加密观测点。

8.9.2.6 对大型集中开采地段, 宜通过降落漏斗中心布设相互垂直的两条观测线, 最远观测点应在降落漏斗之外。

8.9.2.7 为了满足数值法模拟的要求, 观测孔的布置应保证对计算参数区的控制。

8.9.2.8 为获取地下水水量计算所需要的水文地质参数, 宜依据工作区水文地质条件布设。

8.9.2.9 泉水应按不同类型、不同含水层(组)、及流量大小(一般选择流量 $\geq 1\text{L/s}$ 的大泉)分别设置观测点。

8.9.2.10 对主要地表水体应设置观测点, 以了解地表水与地下水的相互转化关系。

8.9.2.11 观测孔的深度必须达到所要观测的含水层内, 并保证任何时间都能观测到水位; 观测孔管径一般不应小于 108mm, 保证取到具代表性水样; 每个观测点的地理坐标及孔口地面高程应实测。

8.9.2.12 环境地质监测资料应以收集为主, 在环境地质问题严重地区, 应新建或利用已建立的设施进行与地下水动态相应的环境地质监测。

8.9.2.13 地下水动态监测时间, 应从调查工作开始延续至最终报告审查通过为止。监测延续时间应超过 1 个水文年。

8.9.2.14 项目结束后, 宜将代表性的地下水观测孔(点)移交给有关部门进行长期观测。

8.9.3 监测内容及技术要求

地下水动态监测内容主要包括地下水水位、水量、水质、水温、环境地质问题以及气象要素的观测; 当研究地表水体与地下水关系时, 还应包括地表水体的水位、流量、水质的观测。

8.9.3.1 地下水水位观测必须测量其静水位, 水位测量精确到厘米。一般每 10d(每月 10 日、20 日、月末)观测一次, 对有特殊意义的观测孔, 按需要加密观测。若观测井为长年开采井, 可测量动水位, 每月必须有一次静水位观测数据。

8.9.3.2 地下水水量监测包括观测泉水流量、自流井流量和地下水开采量。

(1) 泉水与自流井流量观测频率与地下水位观测同步。流量观测宜采用容积法或堰测法。采用堰测法时, 堰口水头高度(h)测量必须精确到毫米。

(2) 地下水开采量的观测, 宜安装水表定期记录开采的水量; 未安装水表的可采用井, 应建立开采时间及开采量的技术档案, 并每月实测一次流量, 保证取得较准确的开采量数据。

8.9.3.3 地下水水温观测可每月进行一次, 并与水位、流量同步观测, 水温测量误差小于 0.5°C , 同时观测气温。根据地下水位埋深和环境温度变化, 采用合适的测量工具, 保证观测数据的精度。

8.9.3.4 地下水水质监测频率宜为每年两次,应在丰水期、枯水期各采样一次,初次采样须做全分析,以后可做简分析。

8.9.3.5 地表水体的观测内容包括水位、流量、水温、水质。地表水体的观测频率应和与其有水力联系的地下水观测同步。若河流设有可以利用的水文站时,可收集该水文站的有关资料。

8.9.3.6 区域地下水动态长期监测孔宜安装水位水温自动记录仪器。

8.9.3.7 环境地质监测

环境地质监测包括与地下水有关的水环境问题、地质环境问题和生态环境问题,应根据水文地质条件和存在的主要环境地质问题及其严重程度,新建或利用已建立的设施进行与地下水动态相应的环境地质监测。

8.9.4 资料整编与成果

8.9.4.1 资料整编

(1) 建立动态监测点档案卡,对新增的观测点必须随时收集资料予以补充。

(2) 监测资料必须经过核对、审查,经审查核实的资料方可录入计算机,并绘制水位、水量、水温、水质等动态过程线。

(3) 野外观测资料必须及时抽查、核对,发现问题及时处理,野外观测资料抽查应每半年进行一次,并在野外记录表上进行标注。

(4) 野外记录、年报表按观测点类型(钻孔、生产井、民井、泉点、地表水体),依次装订成册。

(5) 编制地下水动态总结,绘制各种动态曲线图、平面图、剖面图。

8.9.4.2 地下水动态监测资料与成果应包括以下内容:

- (1) 地下水动态观测点分布图
- (2) 地下水动态观测点档案卡片
- (3) 地下水动态观测野外记录表
- (4) 地下水动态观测年报表
- (5) 地表水观测年报表
- (6) 地下水动态曲线图
- (7) 地下水等水位线图
- (8) 地下水水位埋深图
- (9) 地下水水位变幅图
- (10) 地下水动态剖面图
- (11) 环境地质问题与地下水动态分析图表
- (12) 地下水动态监测报告

8.10 水、土、岩分析实验

8.10.1 水质分析

8.10.1.1 目的与任务

(1) 测定地下水与地表水的物理性质、化学成份、毒理指标、细菌指标、放射性指标,为水质评价提供依据;

(2) 划分地下水化学类型,研究区域水文地球化学特征及其垂向和水平分带规律,研究地下水成因;

(3) 基本查明地下水污染成分和含量、地下水污染范围、污染源、污染途径及污染发展趋势,评价污染程度和危害情况,为制定保护地下水资源的策略提供依据;

(4) 分析地方病与地下水水质关系。

8.10.1.2 采样范围与要求

(1) 水文地质观测点(机井、民井、泉及地表水体)应采集简分析水样,其中 10~30%的代表性水点应采集全分析水样。

- (2) 集中供水水源地的代表性水源井应采集全分析水样。
- (3) 抽水试验孔(井)应分层或分段采集全分析水样。
- (4) 地下水动态监测点初次观测时应采集全分析水样,观测期内应定期采集简分析水样。
- (5) 地方病(克山病、大骨节病、地方性氟中毒、地方性甲状腺肿等)分布区、癌症高发区、地下水污染区应增加采集专项成分分析水样。

8.10.1.3 水质分析

(1) 简分析的项目有:水温、颜色、混浊度、嗅和味,电导率, Eh 值、pH 值, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$ 、 NH_4^{+} , Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^{-} 、 CO_3^{2-} 、 NO_2^{-} 、 NO_3^{-} , F^{-} , 硬度, 溶解性总固体等。水温、颜色、嗅和味、电导率、Eh 值、pH 值应在采样现场实测。

(2) 全分析的项目应在简分析项目的基础上, 增测 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cr^{6+} 、 Mn^{2+} 、 Hg^{+} 、 Al^{3+} 、 Sr^{2+} 、可溶性 SiO_2 、耗氧量(COD)和游离 CO_2 。

(3) 专项分析:生活饮用水源地主要开采层地下水应增加毒理学指标、细菌学指标的分析;在放射性高背景值或高异常地区可能作为饮用水源的地下水, 应增加放射性元素含量或指标分析;工矿、城镇、农灌区及其附近地下水已受污染或可能受污染的地区, 应增测与工矿、城镇等三废排放和使用农药、化肥等有关的有害、有毒物质和组分分析;地方病区水质分析, 应增加可能与地方病有关的特殊项目和微量元素分析, 在矿区附近应增加与矿产有关的有害微量元素分析;矿泉水、地下热水, 按矿泉水、地下热水水质评价要求增加有关组分和微量元素分析;滨海及其它水质复杂地区, 为调查地下水开采可能引起的水质恶化, 在抽水试验过程中应定时测定氯离子含量的变化;为研究地下水的形成和补径排条件, 应适当增加同位素样品的分析测定。

8.10.2 岩(土)样测试

8.10.2.1 目的与任务

(1) 进行岩(土)鉴定与定名, 为划分岩、土类型, 开展岩相古地理与地下水赋存条件研究提供基础资料。

(2) 进行岩(土)化学成份分析, 研究岩土化学成份对地下水化学成份形成的影响。

(3) 测定岩(土)物理性质、力学性质、水理性质参数, 为研究地下水形成条件、计算地下水资源量以及评价有关环境地质问题提供水文地质参数。

(4) 进行古地磁、微体古生物等研究, 为地层划分对比提供依据。

8.10.2.2 土样的鉴定、测试和化学分析

(1) 颗粒分析样可在勘探钻孔的岩芯中直接采取。

(2) 钻孔中的粘性土、黄土含水层, 可采取原状土样进行薄片鉴定和孔隙(裂隙)率测定。

(3) 采取含水层原状土样, 可在实验室测定孔隙度、有效孔隙度、重力给水度和渗透系数等。

(4) 可采取含水层顶(或底)板隔水层原状土样, 在实验室测定垂向渗透系数。

(5) 在水质异常区或地方病区, 在钻孔或代表性地表剖面上分层采样, 分析化学成份、可溶盐成份和含量、全氟和水溶氟等含量。

(6) 新生代地层厚度大, 研究程度低的地区, 选择代表性钻孔和典型地层剖面, 系统采集微体化石、古地磁、热释光、 ^{14}C 等样品, 进行鉴定和年龄测试。

8.10.2.3 岩石实验及化学分析

(1) 砂岩、碳酸盐岩、玄武岩等含水层, 在钻孔中采取代表性样品, 进行薄片鉴定;在实验室测定岩石的有效孔隙度、重力给水度、渗透系数(或渗透率)等参数。

(2) 岩溶地区对各类碳酸盐岩采取代表性样, 进行化学分析, 分析项目有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^{-} 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^{-} 、 R_2O_3 、 SiO_2 、S 等。在实验室进行相对溶解度试验。

(3) 为岩相古地理研究和解决地层划分对比, 需进行的样品采集和鉴定、分析等要求, 应在专题

研究设计中规定。

8.10.3 其它

专题研究样品的采集测试、分析等要求由专题研究单项设计书规定，并应参考相关规范、规程的要求。

9 地下水资源评价

9.1 地下水资源评价的基本要求

9.1.1 地下水资源评价原则

9.1.1.1 地下水资源评价应以水均衡理论为指导，以地下水系统为单元。

9.1.1.2 地下水资源评价要充分考虑地下水与地表水之间的相互转换关系，避免重复计算与漏算。

9.1.1.3 地下水资源评价应对地下水的数量、质量、时空分布特征和开发利用条件做出综合评价，并遵循生态良性循环、资源可持续利用的原则对地下水资源开发可能引起的环境效应做出评价。

9.1.1.4 地下水资源评价应按地下水盆地或地下水系统进行。并对拟建水源地或富水地段的可开采资源以及县（市）区的开采资源进行分配。

9.1.1.5 地下水资源评价应充分考虑水文地质条件的变化和地下水资源的潜力，宜对深层地下水资源潜力做出评价；在缺水地区应按照生活饮用水、生态用水、农业用水和工业用水标准对淡水、微咸水和咸水作出分质评价。

9.1.1.6 地下水资源评价是一个综合研究的过程，贯穿于勘查过程的始终，宜在已有水文地质普查或水文地质勘查评价的基础上，通过勘查资料的累积，不断修改或深化历次的计算结果和评价结论。

9.1.1.7 可根据调查区的水文地质条件和研究程度，选择两种以上的方法进行地下水水量计算与评价。应根据勘查任务的要求，因地制宜地积极采用行之有效的新理论、新技术、新方法进行计算与评价。逐步建立区域地下水资源动态评价信息系统。

9.1.2 地下水资源评价所需资料

(1) 含水层的岩性、结构、厚度、分布特征、含水层类型、单井出水能力、水动力特征以及有关参数。

(2) 含水层的边界条件，地下水的补给、径流和排泄条件。

(3) 气象、水文资料和地下水动态资料。

(4) 已有开采井的井数、井位、单井出水量、地下水现状开采量、灌溉回归量以及地下水水质。

(5) 初步拟定的取水构筑物类型和今后的开采方案规划。

9.2 地下水资源量评价

9.2.1 地下水资源量评价的基本要求

9.2.1.1 区域地下水资源量评价包括地下水补给资源、储存资源和开采资源的计算以及开采条件的分析。

9.2.1.2 地下水资源量计算的方法应根据调查区水文地质条件确定，宜选择几种适合于调查区特点的方法进行计算和分析对比，得出符合实际的结论。

9.2.1.3 地下水资源量计算方法宜选择数值法和水均衡法，也可选择解析法、数理统计法等方法。

9.2.1.4 地下水资源量计算应充分发挥地理信息系统的强大空间数据操作优势，宜将 GIS 技术与地下水流数值模拟相结合。

9.2.2 地下水补给资源量的确定

9.2.2.1 利用各单项补给量之和计算总补给量时，应对各单项补给量进行具体分析，以避免在数量上有重复的项目相加。

9.2.2.2 地下水补给量计算时，应结合地下水动态、多年气象、水文资料综合分析，计算地下水多年平均补给量及特征年份（丰、平、枯）地下水补给量。

9.2.2.3 天然补给量计算

(1) 在补给边界地下水径流的流入量使用断面法按线性渗透定律分段计算。

(2) 大气降水入渗量一般选用降水入渗系数法计算。在潜水分布区,地下水径流条件差并以垂直入渗补给为主时,降水入渗系数可利用地下水动态资料计算;在径流条件好时,降水入渗系数可用均衡或有限差分法计算。

(3) 地表水入渗补给量中,河渠入渗补给量可根据河渠的上、下游断面的流量差或有关河渠渗漏公式计算;其它地表水入渗量可选用均衡法计算。

(4) 含水层越流补给量,根据开采含水层水位同上、下相邻的含水层水位差,按线性渗透定律公式计算。

(5) 地下水天然补给量可按以上各项补给量之和计算,也可以用地下水排泄量与储存量的变化量之代数和计算。

(6) 当地下水排泄量是河水流量的主要组成部分时,地下水补给量可采用基流水文分割法计算,计算时应考虑时间的迟后效应。

9.2.2.4 人工补给量计算

(1) 灌溉水入渗补给量一般应选用灌溉回归系数法计算,也可根据灌溉量减去排放量、蒸发量及其他消耗量计算。

(2) 其它人工补给量可根据补给方式,选择相应的计算方法。

9.2.2.5 开采条件下补给量的计算

开采条件下补给量的计算除按天然补给量和人工补给量的计算方法外,还应满足下列要求:

(1) 地下水流入量应采用稳定降落漏斗的水力坡度计算。

(2) 越流量、地表水和降水的入渗量及人工补给量应根据开采含水层的设计水位降深计算。

9.2.3 地下水储存量的确定

地下水储存量应分别计算容积储存量和弹性储存量。容积储存量的计算深度应达到重点勘探研究的深度;弹性储存量计算深度应与承压含水层顶板深度一致。储存量计算范围应包括主要可开采含水层的分布范围。

9.2.4 开采资源量的确定

(1) 开采资源的确定是个协调开采活动与地下水水质、水量时空格局的运筹过程,应主要从水量保证程度和环境效应的角度,对地下水系统最大可能而且允许的取水量做出估计。

(2) 开采资源量应根据经济技术水平,结合取水构筑物类型和开采方案规划,在环境效应评价的基础上进行计算。

(3) 当水文地质条件简单时,宜采用水量均衡法、水文分析法、解析法等计算允许开采量;当水文地质条件复杂时,采用数值法,把规划的需水量作为开采量,再结合不同开采方案预测水位的发展趋势,并根据发展趋势论证开采量的保证程度及其对环境的影响。

9.2.5 深循环水可开采水量的确定

随着经济技术水平的提高,一些尚难利用的深循环水资源已经成为允许可开采资源,深循环水的补给、径流、排泄条件一般很差,不具有持续开发利用意义。需要开发利用深循环水的地区,应在基本查明含水层的岩性、厚度、层位、单位出水量等水文地质特征的基础上,充分论证可能出现的环境效应,确定限定水头下降值条件下的允许开采水量。

9.2.6 地下水资源开发利用条件分析

地下水资源开发利用条件分析应包括地下水资源时空分布特征分析、采水工程措施及其效益评估以及有关的政策性建议等。

(1) 地下水资源时空分布特征分析宜围绕地下水的分布、埋藏条件及补给、径流、排泄的特征及其受人为活动影响的程度来展开,既要地下水系统进行宏观整体分析,又要结合系统内各典型地段的特征,圈定有开采价值的前景地段或含水层系统。

(2) 应结合调查区的地下水资源开发利用条件,因地制宜,分区段建立或提出示范性的采水工程措施,并评估其效益。

9.2.7 水文地质参数计算要求

9.2.7.1 水文地质参数计算,必须在全面分析调查区水文地质条件的基础上,合理地选用计算公式。

9.2.7.2 利用抽水试验资料计算水文地质参数,可根据地下水资源计算的需要计算含水层的渗透系数 K 、导水系数 T 、压力传导系数 α 、给水度 μ 、储水系数 S 及半透水层的越流系数、 $\frac{K'}{M'}$ 博尔顿的延迟

指数、 $\frac{1}{\alpha}$ 有延迟给水的无压含水层的疏干因数 B 等。参数计算应符合下列要求:

(1) 利用单孔稳定流抽水试验资料进行计算时,应消除井损的影响;有合适的观测孔观测资料时,应以观测孔资料计算为主。

(2) 利用非稳定流抽水试验资料计算水文地质参数时,应根据水文地质条件,分析 $s-lgt$ 曲线类型(如泰斯 $C \cdot V \cdot \text{Theis}$ 型、汉土什 $M \cdot S \cdot \text{Hantush}$ 型、纽曼 $D \cdot P \cdot \text{Neuman}$ 型、博尔顿 $S \cdot N \cdot \text{Boulton}$ 型等),根据不同曲线类型,选择相应公式和已有的软件进行计算。

9.2.7.3 给水度 μ 、降水入渗系数 α 、灌溉回归系数 β 、渠道渗漏系数 ω 等均衡计算参数,可利用野外试验或室内实验资料求得。

9.2.7.4 当具有较长系列的地下水动态资料时,宜应用动态资料反求水文地质参数。

9.2.8 地下水数值模拟

9.2.8.1 概念模型的建立

(1) 地下水系统分区概化。

(2) 地下水系统地质结构概化,含水层、隔水层的分布,含水层类型、水力特征等,可分区概化为:潜水或承压水,均质或非均质,各向同性或各向异性,单层、双层或多层。

(3) 地下水流场概化,可根据其特征分别概化为稳定流或非稳定流,一维流、二维平面流或剖面流,准三维流或三维流。

(4) 边界条件概化,计算区边界可概化为给定地下水水位(水头)的一类边界,或给定侧向径流量的二类边界;或给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。

9.2.8.2 数值模型的建立

(1) 计算区网格剖分的疏密,应与调查区的研究程度和水文地质条件的复杂程度相适应。

(2) 按含水层特征分区,给出水文地质参数的初始估算值。如需在模型识别过程中调整分区,应与其水文地质特征相符合。

(3) 宜采用不同期的资料反求水文地质参数,识别和检验数值模型,并分析模型的灵敏度;数值模型的识别和检验,必须利用相互独立的不同时段的资料分别进行。

(4) 利用非稳定流试验资料识别模型,应使地下水位的实际观测值与模拟计算值的变化曲线 $h \sim t$ 趋势一致,并采用使得水位拟合均方差等目标函数达到最小,作为判断标准。

(5) 利用稳定流试验资料识别模型,模拟的流场应与实测流场的形态一致,且地下水流向相同。

9.2.8.3 地下水预测

(1) 对计算区的大气降水和河川径流进行水文分析,评价平、枯、丰不同年份的降水量和径流量,作为地下水预测的基础。

(2) 根据预测时段给出预测的外部条件,包括预测期间边界的流量、水位、垂向交换的水量等。

(3) 对给定的方案或各种可行的开采方案进行预测,应论证各方案是否满足技术、经济和环境约束条件。

(4) 可采用地下水预测模型进行地下水各项补给量、排泄量和储存量的计算,并与水均衡法的计算结果比较,分析和验证计算精度。

9.3 地下水水质评价

9.3.1 地下水水质评价基本要求

9.3.1.1 地下水水质评价,应在调查地下水的物理性质、化学成份、卫生条件和变化规律基础上,结合水文地质条件分区、分层、分质评价。

9.3.1.2 地下水水质评价属区域性的水质评价,包括地下水常规供水水质评价和地下水质量评价。地下水常规供水水质评价包括生活饮用水水质评价、农业与生态用水水质评价和工业用水水质评价。

9.3.2 地下水常规供水水质评价

9.3.2.1 生活饮用水水质评价应按《生活饮用水卫生标准》(GB5749-89)采用标准对比法评价。

9.3.2.2 农业生态用水水质评价必须具体考虑当地的气候、水文地质条件、土壤性质、植物种类、灌溉方式与灌溉定额等因素,因地制宜选用水质标准法—《农田灌溉水质标准》(GB5084-92)、钠吸附比值法或灌溉系数法中的一种方法评价。

9.3.2.3 工业用水水质评价可进行锅炉用水水质评价和工程建设用水水质评价等。锅炉用水水质评价应从成垢作用、腐蚀作用、起泡作用三方面进行评价;工程建设用水水质评价应从分解性侵蚀、结晶性侵蚀和分解结晶复合性侵蚀三方面评价对混凝土的侵蚀作用。

9.3.4 地下水质量评价

a. 地下水质量应按《地下水质量标准》(GB/T14848-93)分类评价。

b. 地下水质量评价以地下水水质调查分析资料或水质监测资料为基础,评价方法可采用单项组分评价和综合评价。

c. 地下水质量评价可使用两次以上的水质监测资料进行,也可根据实际情况,使用全年平均值和多年平均值或分别使用多年的枯水期、丰水期平均值进行评价。

d. 地下水质量评价应阐明地下水是否受到污染、污染程度如何、污染区的分布状况以及造成污染的原因及可能的发展趋势。

10 地下水资源开发环境效应评价

10.1 地下水资源开发环境效应评价的内容

地下水资源开发环境效应评价是地下水资源评价的重要组成部分,主要评价由于地下水开发引起的环境负效应,评价的内容包括地下水开发利用引起的或可能引起的地质环境问题、水环境问题和生态环境问题三类,包括现状评价和预测评价两个方面,根据当地水文地质条件和研究程度选择定性分析或定量评价。

10.2 地下水资源开发环境效应现状评价

地下水资源开发环境效应现状评价是对地下水现状开发利用条件下所引起的环境问题的规模、程度、控制与影响因素、发展趋势等进行的分析与评价。现状评价应符合下列要求:

(1) 充分调查与分析地下水开发利用现状,尤其是地下水开采量的平面分布和不同开采层段的分配情况。

(2) 充分调查由于地下水开发利用已经引起的环境问题。

(3) 研究区内地下水开发引起的环境问题的成因、形成机制、控制和影响因素。

(4) 条件具备时,宜根据水文地质条件及掌握的资料,对地下水开发引起的主要环境问题建立地下水开发利用量与环境问题的数学模型。

10.3 地下水资源开发环境效应预测评价

地下水资源开发环境效应预测评价是针对地下水开发利用规划方案下可能引起的环境问题及其程度所做的预测、估计或分析。预测评价应符合下列要求:

(1) 在地下水水动力场、水化学场预测的基础上进行。

(2) 对可能引起的环境问题建立预测模型,条件具备时可建立环境问题与地下水模型的耦合模型。

(3) 在充分考虑环境效应的前提下,分析、选择地下水开发利用方案。

10.4 地下水资源开发环境负效应评价

- (1) 地下水开发引起的地质环境问题主要包括地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、地面塌陷等。
- (2) 地下水开发引起的水环境问题主要包括水资源衰减、水质恶化、海水入侵等。
- (3) 地下水开发引起的生态环境问题主要包括植被退化、土壤干化、湿地萎缩、荒漠化等。

(4) 地下水资源开发环境负效应评价应在现状评价的基础上,针对地下水开发利用规划方案下可能引起的环境问题及其程度进行预测、估计或分析。

10.5 地下水资源开发环境正效应评价

地下水资源开发环境正效应评价主要包括减轻土壤盐渍化危害、扩大地下水调蓄能力、改善水质等。

11 资料整编和综合研究

11.1 基本任务

- (1) 将获得的原始资料分类整理、汇编成册、编制成图,编制各类综合分析图件。
- (2) 根据调查区水文地质特征,针对存在的主要问题,开展综合研究。
- (3) 建立区域水文地质数据库,实现水文地质资料社会共享,为建设水文地质空间信息分析系统奠定基础。

11.2 常规资料整理

11.2.1 常规资料整理指调查工作进行中的阶段性资料整理、年度资料整理和工作小结、年度工作总结。

11.2.2 资料整理内容应包括收集的和调查中获得的各种原始资料,野外试验成果,室内实验、测试、化验成果,中间性综合分析研究成果。

11.2.3 资料整理应做到时间及时、内容系统完整、资料准确可靠,各种图表齐全,便于应用。

11.3 建立区域水文地质数据库

11.3.1 外部数据库建设应包含可以应用的全部调查和收集获得的资料。内容包括:钻孔、机民井、泉、抽水试验、水文地质参数、集中供水水源地、地下水动态、地表水测流、水质分析、岩土化学分析、岩土物理水理性质测试、同位素测试、地球物理勘探等资料和成果。

11.3.2 建立地质构造图、地貌图、岩相古地理图、实际材料图、水文地质图、地下水等水位(水压)线与埋深图、地下水水化学图等图形库。

11.3 数据库建设应对资料进行核实校对,保证资料的真实、可靠,并符合有关技术标准或技术要求。

11.3.3 建成的数据库应具有数据更新、查询、统计等功能,并能和水文地质空间信息分析系统相连接。

11.3.4 数据库建设应该和调查工作同步进行,贯穿于调查工作全过程。

11.4 野外验收前的资料整理

11.4.1 在野外工作全部结束后,全面整理各项实际资料,检查核实其质量和完备程度,整理卷清各类表格和图件,为成果编制奠定基础。

11.4.2 资料整理内容包括:

- (1) 各种原始记录、表格、卡片、汇总表和统计表;
- (2) 钻孔、机民井、抽水试验综合成果表;
- (3) 实测的地层剖面、地质构造剖面、地貌剖面、水文地质剖面;
- (4) 各项水文地质试验、室内鉴定试验分析资料;
- (5) 典型遥感影像图、野外素描图、照片和摄像资料;
- (6) 地球物理勘探成果,遥感解译成果;
- (7) 专项研究成果,综合研究小结;
- (8) 各类图件,包括野外工作手图、实际材料图、研究程度图、地质图、地貌图、各种单要素图和综合分析图件等。

11.5 综合研究

11.5.1 综合研究是区域水文地质调查中十分重要的工作之一，应与调查工作同步进行，并贯穿于调查工作的全过程；应密切结合调查工作的实际需要开展，并对调查工作起指导作用。

11.5.2 综合研究应针对调查区地质、水文地质研究程度，存在的主要水文地质问题和技术方法难点，有目的地进行。例如：

示例 1：水文地质方面

- 地层岩性、地质构造、地貌类型及特征对地下水形成的影响；
- 岩相古地理特征对地下水形成的影响；
- 岩溶发育规律对岩溶地下水形成的控制作用；
- 含水层系统结构特征；
- 地下水系统边界类型及子系统划分；
- 地下水化学特征、变化规律及其成因；
- 地下水成因及其年龄；
- 地下水补给、径流、排泄条件；
- 地下水资源计算与评价等。

示例 2：技术方法方面

- 遥感及空间信息分析技术的应用；
- 物探技术在调查水文地质条件中的应用；
- 新型物探设备及勘探技术；
- 利用物探或遥感遥测技术测定大气降水入渗量、蒸发量等水文地质参数；
- 深孔水文地质钻探技术；
- 含水层空间非均质性的模拟研究；
- 利用示踪技术调查地下水径流特征，测定水文地质参数；
- 高扬程大流量抽水设备及技术；
- 单孔多层取样及水头、流速、流量测量技术；
- 地下水动态自动监测技术等。

11.5.3 对关键性问题，宜设立专题，开展专题研究。

12 成果编制

12.1 基本要求

12.1.1 综合利用各类资料，充分反映水文地质调查所取得的成果。

12.1.2 阐明区域水文地质条件，正确划分地下水系统，宜建立水文地质模型，科学评价地下水资源。

12.1.3 阐明调查区存在的主要环境地质问题。

12.1.4 成果必须数字化，以便于使用和资料更新、补充、修改。

12.1.5 所有成果都应有纸质和光盘两种载体。

12.1.6 调查报告宜针对专业人员、管理人员、社会大众等不同对象，提交不同的版本，以提高成果报告的利用率和利用效果。

12.1.7 调查报告应在野外验收后六个月内完成。

12.2 成果主要内容

12.2.1 文字报告

12.2.2 附图

- (1) 地下水资源图；
- (2) 综合水文地质图；

- (3) 地下水水化学图;
- (4) 地下水环境图;
- (5) 地下水资源开发利用图;
- (6) 其他图件; 例如: 地貌图、地质图、基岩地质图、地下水等水位(压)线与埋藏深度图等。

12.2.3 附件

- (1) 区域水文地质空间数据库及数据库说明书或建设工作报告;
- (2) 遥感解译、物探、测试、监测、水资源计算等专项工作报告;
- (3) 专题科研成果报告;
- (4) 其它。

12.2.4 原始资料

- (1) 野外调查记录本、记录表(或卡片);
- (2) 野外调查手图、实际材料图;
- (3) 地质、水文地质钻孔综合成果表册(包括本次施工的和收集的);
- (4) 各类采样测试报告、鉴定分析实验报告和汇总表;
- (5) 气象、水文资料汇总表;
- (6) 地下水动态监测成果汇总表和动态曲线图;
- (7) 地下水水源地(包括开采的和已评价的)汇总表;
- (8) 地下热水、矿水汇总表;
- (9) 其它。

12.3 图件编制

12.3.1 图件编制的要求

12.3.1.1 必编图件为实际材料图、地质地貌图、地下水资源图、综合水文地质图、地下水化学图、地下水环境图、地下水资源开发利用图; 其它图件为选编图件, 可根据调查区实际情况编制。主要图件比例尺为 1:250000; 辅助图件或内容简单、资料少的图件, 依据实用性选定比例尺, 也可作为主要图件的镶图。

12.3.1.2 地理底图采用国家地理信息中心所建 1:250000 地理底图综合空间数据库数据, 并视工作区情况, 补充公路、铁路等现状资料或取舍不相关资料。

12.3.1.3 编图使用的资料应准确, 应采用规范的方法、步骤和统一的图例, 客观地反映调查成果。

12.3.1.4 图面负担应当合理, 重点突出、层次分明、避让得当、图面清晰, 实用易读。水文地质条件复杂、研究程度高的地区, 可以将综合性图件分解, 编制单要素图。

12.3.1.5 所有图件均应数字化。

12.3.2 地下水资源图

地下水资源图主要反映地下水系统划分及其对应的天然资源和开采资源。地下水资源图的基本内容为地下水系统与含水层系统划分、地下水天然资源、地下水开采资源等。编图方法可以参照国土资源部《地下水资源图编图方法指南(2001年)》。

12.3.3 综合水文地质图

综合水文地质图包括平面图和水文地质剖面图。平面图可以编制综合水文地质图, 在多层结构含水层系统地区也可按各含水层系统单独编制水文地质图。水文地质图基本内容为地下水类型、埋藏条件、单井涌水量(分级表示)、地下水溶解性总固体(TDS 分级表示), 地下水系统边界条件, 地下水补给、径流、排泄条件等。

12.3.4 地下水水化学图

地下水水化学图的基本内容为: 地下水化学类型、溶解性总固体(TDS)以及有益或有害成份的分布。可根据水文地质条件和需要, 编制不同方向的水化学剖面图。地下水水质变化大的地区, 可增加地下水质量内容或编制地下水质量镶图。

12.3.5 地下水环境图

地下水环境图主要反映地下水质量及其与地下水资源开发利用有关的环境地质问题的类型、分布及发展趋势。基本内容为地下水质量分级、地下水开发利用引起的环境地质问题（主要包括区域地下水位下降、地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、海水入侵、地面塌陷等）、生态环境问题（主要包括植被退化、土地荒漠化、土壤盐渍化等）。

12.3.6 地下水资源开发利用图

地下水资源开发利用图主要反映地下水资源的开发利用条件、开发利用现状和可持续开发利用区划。开发利用条件简要反映地下水类型、富水地段和富水层位。开发利用现状简要反映目前的开发地点、开发层位、开发方式和开采量。可持续开发利用区划是该图的主要内容，主要反映规划的开发地段、开发层位、开发方式和开采量和开发利用潜力。

12.4 文字报告编制

12.4.1 报告书编写的基础

在区域水文地质调查、监测、勘探与试验工作的基础上，对所有原始资料和图表进行全面审查，充分利用所获得的资料，进行综合分析研究。野外工作和原始资料经过主管部门验收认定。

12.4.2 报告书编写的基本要求

报告应内容真实、文字通顺、简明扼要，重点突出、层次清晰、论证充分、结论明确、图文并茂。

12.4.3 文字报告包含的内容

(1) 前言：任务来源、目的任务和意义，任务书编号及其主要要求，项目编码、工作起止时间。工作区以往地质水文地质研究程度及地下水开发利用现状和规划。调查工作过程以及完成的工作量，调查工作质量评述，本次调查工作的主要成果或进展。

(2) 地理位置、社会经济发展与水资源。

(3) 地下水形成的自然条件：气象水文，地形地貌，地质构造，地质发展史、新构造运动特征等。

(4) 水文地质：地下水系统与含水层系统划及分边界条件，地下水储存条件与分布规律，地下水类型或含水岩组特征，地下水补给、径流、排泄条件，地下水水化学特征与水质评价，同位素水文地质，地下水成因，地下水富水地段等。

(5) 环境地质：与地下水有关的环境地质问题的类型、分布、形成条件与产生原因，以及发展趋势预测。

(6) 地下水资源评价：评价原则、水文地质概念模型与数学模型、计算方法、水文地质参数确定，天然资源量计算、可开采量计算及其保证程度论证，地下水质量评价，地下水开发利用条件分析，地下水开采现状及开采潜力评价，开采方案与开采量，地下水开发环境效应评价。

(7) 地下水可持续开发利用方案与水资源保护：在全面分析各开采方案地下水的补给保证程度和可能产生的环境地质问题的基础上，提出地下水可持续开发利用方案与水资源保护方案。

(8) 结论和建议：调查工作主要成果，合理利用和保护地下水资源与生态环境的建议，本次工作存在的问题，下一步工作建议。

(9) 文字报告可以根据工作区实际情况，增加或附有关内容。例如：地下热水、矿水、矿产资源、岩相古地理、岩溶发育规律，主要城镇供水水文地质条件，高氟水的形成条件与分布规律，调查经费使用情况等。

12.5 区域水文地质空间数据库

区域水文地质数据库建设要求见第 11.3 条，并参照中国地质调查局其它相关标准。

12.6 水文地质空间信息分析系统

宜利用地理信息系统（GIS）的空间分析和统计功能，分析研究地形地貌、地层岩性、地质构造、水系、水动力条件等多种因素对地下水的影响，分析储水构造的类型和分布，确定富水地段，指导地下水的开发利用。将资源计算评价方案集成于地理信息系统的应用模型，利用多种方案合理的计算评价地下水资源。融合遥感（RS）、地理信息系统（GIS）和全球卫星定位系统（GPS）技术，在勘查工

作中,随着资料的获取和统计分析,实现调查工作的全程实时分析研究,及时提供对水文地质条件的新认识。利用其良好的输出功能,及时提供水文地质条件数据库和对水文地质条件分析的图、表、文字说明。

宜编制空间信息分析系统工作细则,按细则要求开展工作。

13 成果审查验收

成果审查验收包括野外验收和报告审查验收,野外资料验收不合格者不能进入成果编制阶段。

13.1 野外验收

13.1.1 野外验收的依据

项目任务书、总体设计、年度工作设计、有关技术要求。

13.1.2 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。

13.1.2 野外检查验收应提供的资料

(1) 全部野外实际资料:野外原始图件,野外记录本、原始野外记录卡片,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;样品鉴定、分析、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(包括年度原始资料检查记录与小结)。

(3) 野外工作总结:任务完成情况总结,地质成果总结,质量总结,存在问题及改进意见。

13.2 报告审查

13.2.1 报告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。

13.2.2 报告评审后,应根据评审意见认真修改,修改后的最终报告报送审批单位审查认定。

14 资料归档

14.1 基本要求

14.1.1 报告评审、修改、认定后,须对全部地质资料进行归档。

14.1.2 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。

14.1.3 归档的原始资料应达到完整、准确、系统。

14.2 原始资料归档范围

区域水文地质调查的原始地质资料归档范围包括以下十三类:

- (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、遥感数据、航卫片、解译卡片。
- (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:包括各种水文地质勘探试验及测井原始记录及成果。
- (6) 样品实验测试类: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、申报奖励等。

(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：包括调查中形成的磁带、磁盘、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：包括水文地质钻孔的缩减岩芯样、岩矿标本及化石标本等。

14.3 中途停止的工作项目，也应按要求整理好资料立卷归档，并在备考表中注明中断工作的原因和资料可供利用的程度。

14.4 资料归档一般在最终成果认定后六个月内完成。

附录 A 水文地质调查表格式

表A.1 水文地质资料登记卡

统一编号		原始编号		位置分布图
资料名称				
工作区位置				
地理坐标	X:	Y:		
	E:	N:		
比例尺				
面积				
工作起止日期				
工作单位				
资料来源				
成果内容摘要				
目的任务				
投入的主要工作量				
任务完成情况				
报告结论				
审批单位及评语				
备注				

组长:

填卡人:

填卡时间:

年 月 日

表A.2 野外地质水文地质调查表

统一编号			野外编号		图幅	
地理位置	省	市(县)	地理坐标	X:	Y:	
	镇(乡)	村		E:	N:	
地貌部位			行政代码			
观察点性质		样品编号		摄影编号		
地貌 (地貌类型、形态特征、成因、结构、微地貌与人工地貌、植被景观等)						
地层岩性 (地层时代、层序、分布、岩性颜色、厚度、结构、成分和主要特征、特殊夹层、岩层产状和接触关系、第四纪沉积物的裂隙、孔隙、孔洞的发育特征等)						
地质构造 (褶皱、断裂的分布、形态、规模、产状、序次、级别、组合方式及所属构造体系, 断裂带宽度、充填物和胶结程度、新构造运动性质、强度, 构造裂隙产状、性质、充填性等)。						
水文地质 (地下水类型, 含水层与隔水层岩性、厚度、埋藏条件、分布、补给与排泄条件等。地表水体形态、水文特征与地下水关系等)						
环境地质 (地面沉降、地裂缝、土壤盐渍化、沼泽化、地方病、污染现状等)						
沿途描述			平(剖)面图			

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表 A. 3

表 A. 4

表 A. 5

表 A.6 裂隙统计表

统一编号		野外编号				图幅号	行政代码				
位置		省 镇(乡)		市(县) 村		地理 坐标	X: Y:				
							E: N:				
地貌部位		地面高程(m)				地层时代、岩性					
构造部位		测量面积 (m ²)				裂隙率 (%)	摄影编号				
裂隙		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
裂隙 产状	走向										
	倾向										
	倾角										
间距(m)											
形态											
延续长度(m)											
开度(mm)											
粗糙度											
交切关系											
力学性质											
充填物 特征	成分										
	厚度 (mm)										
素描图							备注:				

组长:

记录:

测量人:

测量日期:

年 月 日

表A.7 地下水污染调查表

统一编号		野外编号		图幅		行政代码	
位 置	省	市(县)	地理	坐标	X: Y:		
					E: N:		
地下水出露类型 (泉、井)及名称				地面高程(m)			
				地下水位埋深(m)			
含水层名称				地下水位高程(m)			
水文地质特征 (含水层特征、地下水补 迳排条件、水质、水量)							
地表水水质及其受三废 污染程度							
污染源、污染途径 (三废排放量、排放 方式、排放去向)							
主要污染物的含量及 分布范围							
对人类生存环境的 影响							
污染机理及发展 趋势预测							
平(剖)面图				备注:			
样品编号				照片编号			

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表A.8 与地下水有关的环境地质问题调查表

统一编号		野外编号		行政代码	
地理位置	省 市(县) 镇(乡) 村	地理 坐标	X: Y:		
			E: N:		
地貌部位		地面高程(m)		图幅	
水源地名称					
水源地规模			开采井布 置方式		
开采井井数	口	开采井深度	m	投产时间	
开采量	年开采量	万m ³	静止水 位埋深	成井时	m
	年均日开采量	m ³		调查时	m
漏斗区面积(m ²)		长轴(m)		短轴(m)	
开采层名称与代号		开采层岩性		顶板埋深(m)	
主要环境地质问题及其与地下水的关系					
危害程度及防治措施					
动态监测情况及发展趋势预测					
平(剖)面图			备注:		
试样编号			照片编号		

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表A.9 地面沉降调查表

统一编号		野外编号		图幅		行政代码	
地理位置	省 市(县) 镇(乡) 村		地理 坐标	X: Y:		地貌部位	
				E: N:		地面高程(m)	
沉降区面积 (km ²)	年最大沉降量 (mm)	月最大沉降量 (mm)	历年累积沉降量 (mm)	区域平均沉降量 (mm)	平均沉降速率 (mm/a)		
沉降历史及 变化规律							
地形地貌							
地质构造及 活动情况							
第四纪沉积 环境和沉积 物工程地质 特征							
水文地 质特征							
沉降 区地 下水 等开 采概 况	地下水开采层位					开采时间	
	开采井 数量	年开采量	年补给量	降落漏斗 面积	开采前地下 水位(头)高程	漏斗中心水 位(头)降低	漏斗中心水位(头) 年变幅
	眼	m ³ /a	m ³ /a	m ²	m	m	m
	其它(油、气及固体矿产等)						
沉降区人类 活动特征							
沉降原因							
发展趋势							
灾害现状 及预测							
防治现状 及建议							
平(剖)面图					备注:		
资料来源:				样品编号		照片编号	

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表A.10 地裂缝调查表

统一编号		野外编号		图幅		行政代码	
地理位置	省 市(县) 镇(乡) 村	地理 坐标	X: Y:		地貌部位		
			E: N:		地面高程(m)		
地裂缝类型		裂缝区地面高程		m	裂缝区面积		km ²
主裂缝长度	主裂缝宽度	主裂缝深度	主裂缝产状		主裂缝错移方向及距离		
m	m	m					
地 质 环 境	(地形地貌)						
	(地层岩性)						
	(地质构造、新构造运动与地震)						
	(水文地质特征)						
	(人类工程经济活动)						
	(植被)					(降雨)	
变 形 特 征	(裂缝特征)						
	(其它特征)						
变 形 历 史							
成 因 分 析							
发 展 趋 势 分 析				平(剖)面图			
灾 害 现 状 及 预 测			受威胁人数				
			人				
			受威胁财产				
万元							
监 测 与 防 治 现 状 及 建 议			监测单位(人)				
资 料 来 源			样 品 编 号			照 片 编 号	

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表A.11 地方病调查表

统一编号			野外编号		行政代码	
地理位置	省 镇(乡)	市(县) 村	地理 坐标	X: Y:		
				E: N:		
地貌部位		地面高程 (m)		图幅		
地方病种类						
地方病症状 及严重程度						
所处地质 环境特征						
与岩土体化 学成份关系						
与饮水 源关系						
与食物关系						
病 史						
危害程度						
防治措施 与效果						
样品编号			照片编号			

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表A.12 土地盐渍化调查表

统一编号		野外编号		行政代码	
地理位置	省 镇(乡)	市(县) 村	地理坐标	X:	Y:
				E:	N:
地貌部位		地面高程(m)		图幅	
土地用途					
盐渍化土壤分布范围及面积					
盐渍化土壤分布规律、发展情况					
盐渍化形成条件	自然条件				
	环境地质条件				
	人类活动				
盐渍化土壤母岩特征					
潜水的埋藏、分布、补迳排条件					
土壤含盐量及盐渍化程度					
危害和造成的经济损失					
发展趋势预测					
防治措施和建议					
平(剖)面图				备注:	
试样编号				照片编号	

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表A.13 土壤潜育化(冷浸田)调查表

统一编号		野外编号		图幅		行政代码	
地理位置	省 镇(乡)	市(县) 村	地理 坐标	X: Y:			
				E: N:			
地貌部位			地面高程(m)				
潜水位埋深(m)			承压水水头埋深(m)				
分布面积(km ²)			冷浸田类型				
潜育层特征(水土温度、水气比例、氧化还原电位等)							
分布区农作物(种植面积、品种、生长季节、产量和改良情况):							
分布范围及历史变迁							
改造治理措施							
治理效果和存在的问题							
防治对策建议							
成因机理及影响因素分析							
平(剖)面图				备注:			
样品编号				照片编号			

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表A.14 海水入侵调查表

统一编号		野外编号		图幅		行政代码	
地理位置	省		市(县)	地理坐标	X: Y:		
	镇(乡)		村		E: N:		
海域名称			地貌部位		地面高程(m)		
滨海地貌、海岸性质							
地质构造							
岩性特征							
气象水文及潮汐特征							
水文地质特征							
抽排水工程 (类型、规模及运行)							
抽排水层位					排水时间		
CL ₂ 变化情况	地下水位(头)埋深(m)		年均水头变幅(m)		抽排水强度(m ³ /d)		补给强度(m ³ /d)
抽水前	目前	潜水	承压水	潜水	承压水	平均抽 排水量	平均补给量
咸水体的特征							
入侵面积、层位及入侵程度分区							
人类工程经济活动							
入侵历史、变化规律与发展趋势							
灾害现状及预测(受威胁人数、财产)				平(剖)面图			
防治现状及建议							
资料来源				样品编号		照片编号	

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表 A. 18

附录 B 环境同位素样品野外采集要点

B.1 一般要求

1. 野外采集水的环境同位素样品应采用正确的方法,避免样品被污染(如取水设备污染、大气污染、客水污染、不干净容器污染或同位素分馏,保证样的代表性。

2. 容器:小口玻璃瓶是最好的保存器皿,密封状态下可以保存数年,高密度聚乙烯瓶对 ^2H 和 ^{18}O 样可保存数月时间。取样瓶的塑料瓶塞或橡胶塞要有油封。新样瓶必须通过注水和称量的方法进行数月时间的水量损失测试。

3. 在野外采样利用GPS系统,地形图(1/5万)或航片等确定取样点的地理坐标及高程。应记录采样点位置,水源类型,地下水位埋深,采样深度(地下水或地表水的水下深度),井(泉)的地层结构以及水温、pH值、Eh值、电导率、碱度、溶解氧,现场化学特征等。水样瓶必须贴上防水标签,并填写项目代码、样品编号、取样日期、取样人、样品类型和分析项目等。

4. 降水(雨和雪)样采集:用雨量计按周或月采集水样时,应在采样瓶中加入少许矿物油(油膜厚度最少2mm),使油浮在降水样的上部以防止水样蒸发。采集雪样时,把密封的雪样放在环境温度下让雪样自然融化,然后装瓶。同时,记录降水量,以便计算同位素成份的加权平均值。

5. 地表水样的采集:湖水应在近水面位置和深部同时采取;河、溪水样应在河流中间或其流动部分中采取;在河流交汇处取样时,应在其完全混合后的河段采取。

6. 包气带水样采集:土壤中的水分可通过真空抽吸、微蒸馏(仅适用于氢)、沸腾蒸馏、压榨法和离心法等方法采取。

7. 地下水样采集:在不常抽水的井(孔)中,应先进行抽水洗井(孔),抽出的水量最少超过井筒水体积的两倍,或者抽出的地下水的Eh值、溶解氧、PH值等达到稳定状态方可取样。应注意抽水形成降落漏斗时会接受其它水源(如傍河水井)的补给,而污染水样。

B.2 地下水 ^{18}O 和 ^2H 样品的采集

1. 样品数量:100ml,最少10ml。
2. 保存:密封以防止蒸发。
3. 方法:用水样彻底冲洗样瓶,完全注满并盖严。

B.3 地下水氘样品的采集

1. 样品数量:500mL。
2. 保存:密封以防止蒸发。
3. 方法:用样品彻底冲洗样瓶,完全注满并盖严。尽量不与空气接触,禁止采用空气压缩机抽水。

B.4 地下水 ^{14}C 样品的采集

1. 水样数量

国际原子能机构(IAEA)实验室需要2.5g碳做水的环境 ^{14}C 分析。碳年龄鉴定所需水样体积取决于水中碳酸盐和重碳酸盐的浓度。2.5g碳所需要的最少水样数量(V)依照下式计算:

$$V(L) = 12.5 \times 1000 / (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) (\text{mg/L})$$

原则上取样量应多于计算值的 25%。取样时应尽量避免水样与空气接触，禁止用空气压缩机抽水。

2. 试剂

(1) 试剂级硫酸亚铁 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 5g。

(2) 不含碳酸盐的 NaOH 溶液：把 650g NaOH 溶解在 800mL 除去 CO_2 的去离子水中，封闭保存二至三周，使溶液中不溶解的 Na_2CO_3 沉淀出来，把上部清溶液轻轻倒出保存备用，避免空气中 CO_2 溶入。

(3) 试剂级 SrCl_2 (或 BaCl_2)溶液：将 170g SrCl_2 或 200g BaCl_2 溶解在 800mL 水样中。

(4) 聚丙烯酰胺溶液（速沉剂）：将 5g 的聚丙烯酰胺溶于 1000mL 煮沸的蒸馏水中。

3. 方法

野外采集 ^{14}C 样宜采用沉淀法。

(1) 用 1 个 60L 的圆锥形沉淀箱，在沉淀箱底部拧紧一个 1L 的聚乙烯广口瓶作为接收瓶。把水样注入干净的沉淀箱。

(2) 水样预处理（在沉淀箱中进行）：

a. 加入 5g 硫酸亚铁 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，使其溶解均匀。如果水中含有溶解 H_2S （凭臭味），不要加 FeSO_4 ，否则生成 FeS 沉淀，影响水样预处理。

b. 加入 50mL NaOH 溶液，充分搅动，测定溶液的 PH 值，使 $\text{pH} > 12$ 。

c. 把 770 mL SrCl_2 (或 BaCl_2)溶液（预留 30mL 供检查用）加入沉淀箱中，盖严容器并搅动 5 分钟，使形成大量沉淀物。

d. 加入 40mL 聚丙烯酰胺溶液，盖严容器，每半小时慢慢搅动一分钟，共搅动 3 次。

e. 在沉淀箱的顶部加入 30 mL SrCl_2 (或 BaCl_2)溶液，检查是否完全沉淀，如果出现暗色物质则表明未完全沉淀，需加入更多的 SrCl_2 溶液，同时需加入 NaOH 溶液并搅动，确保完全沉淀。

(3) 采样：将沉淀箱中沉淀物全部装入接收瓶中盖紧并贴上标签。标签应标明日期、样品编号、井号，取样位置及其它附加信息。

4. 为了合理计算水的年龄，应现场测定 pH 值和游离 CO_2 。

B.5 地下水 ^{13}C 样品的采集

1. 样品数量：水样体积由水样的碱度决定。

^{13}C 样品的采集数量表

碱度 (HCO_3^- mg/L)	10	50	100	200
取样体积 (mL)	500	100	50	25

2. 容器：水样瓶采用有硅隔膜塞的琥珀玻璃或重塑料瓶；或选择具有足够体积以容纳至少含有 5mg 碳的水样的圆柱形双伐钢或玻璃容器。

3. 保存：密封并置于阴凉处，必须在取样后几天内进行分析。

4. 取样方法：把连接水源的橡胶或塑料水管放入干净的水样瓶底，避免水样飞溅但允许溢流。如果使用直通式双阀取样器至少溢出容器两倍体积后再关闭，贴上样品标签。

B.6 无硫化物水的硫酸盐样品的采集

1. 样品数量：取决于水中硫酸盐的浓度，约需 20mg 的 BaSO_4 。

无硫化物水的硫酸盐样品的采集数量表

硫酸盐 (SO_4^{2-} mg/L)	样品体积 (mL)	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (mg) 数量
10	2000	100
50	500	150
100	250	150
200	100	100

2. 仪器设备：用于从低浓度水中沉淀出硫酸盐的容器；干净的 20 mL 瓶子；氯化钡（试剂级 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）；稀盐酸及 PH 试纸；过滤系统 (0.45μ)；用于碱度及硫酸盐测定的野外工具箱。

3. 方法：

(1) 用 1L 或更少体积的水样已经足够的情况下，硫酸盐可在实验室中提取。

(2) 在野外沉淀硫酸盐：水样应进行过滤 ($<0.45 \mu$)，把 PH 值降至 3 以下以避免 BaCO_3 的共沉淀作用。加入氯化钡，注意：氯化钡是毒性物质，不要吸入。让其沉淀 3~6h，然后轻轻倒出或滤出清水，把沉淀物装入取样瓶中。

B.7 有硫化物时水的硫酸盐样品的采集

1. 仪器设备：除上述外，还应加上醋酸镉 (CdAc) 或醋酸锌 (ZnAc) 以沉淀硫化物。

2. 方法：

(1) 在 2L 瓶子中加入 1~2g 的 CdAc 或 ZnAc 。

(2) 用管子从瓶的底部加水以避免与空气接触。

(3) 随着 CdAc 的溶解，亮黄色 CdS 的形成表明了痕量硫化物的存在。注意：醋酸镉是有毒的，必须小心使用，特别是处理其废弃物时更应注意。醋酸锌是一种环境上更安全的化学物质，但它形成的是不甚明显的白色沉淀物。让沉淀物继续沉淀，然后轻轻倒出或过滤。在小瓶中以浆液的形式将其保存。

(4) 把滤出液的 PH 值降至 3 以下，加入 BaCl_2 反应形成沉淀，将沉淀物装入取样瓶，贴上样品标签。

附录C 冻土构造和冻土区地下水类型划分

表C.1 多年冻土区地下水类型

地下水类型		埋藏条件	相态和动态特征	温度	水化学特征	水动力特征	供水意义
冻结层上水	季节融化层水	埋藏在多年冻土的季节融化层中, 主要受大气降水补给	相态与动态均不稳定, 在融冻季节才呈液态	较低	淡水为主	一般不承压	一般仅能作小型季节供水水源
	河、湖融区水	埋藏在河床或湖(塘)周围的融区内, 主要受河、湖水和大气降水补给, 当贯通融区时, 则还受冻结层下水补给	常年呈液态, 动态尚较稳定	一般较低	类型较复杂, 常为淡水		决定于补给条件
冻结层间水	孔隙、裂隙水	埋藏在冰水堆积平原和多年冻土层之间, 主要受河、湖水补给	呈液态, 动态有时变化较大	有时呈负温	类型复杂, 矿化度一般较高	一般承压	决定于水质条件
	裂隙、岩溶水	埋藏在多年冻土层中的石灰岩或白云岩的裂隙、岩溶内, 受冻结层下水或地表水补给	呈液态, 动态较稳定			常为淡水	
	裂隙、脉状水	埋藏在与构造断裂有关的裂隙和断层中, 受深部冻结层下水补给	呈液态, 动态稳定	有时很高		类型较复杂	

续表 C.1 多年冻土区地下水类型

地下水类型		埋藏条件	相态和动态特征	温度	水化学特征	水动力特征	供水意义
冻结层下水	孔隙层状水	第四系松散岩类冻结层下水	埋藏在第四系堆积较厚或多年冻土层厚度较薄的河谷阶地和堆积平原中	呈液态, 动态较稳定	一般较低	常为淡水	决定于补给条件
	基岩冻结层下水	裂隙层状水、(孔隙裂隙层状水)	埋藏于自流盆地的轴部或褶皱构造带的某些储水部位的砂砾质沉积岩的裂隙、孔隙内	呈液态, 动态稳定	一般较低	类型较复杂	决定于补给条件
		风化裂隙水	埋藏于基岩风化壳内, 只有当多年冻土厚度较薄时才能存在	呈液态, 动态稳定	较低	常为淡水	决定补给条件及水质
		裂隙、脉状水	埋藏于与构造作用有关的构造裂隙和断裂带内	呈液态, 动态较稳定	有时较高	类型复杂	供水意义一般不大
		裂隙、岩溶水	埋藏于多年冻土层以下的石灰质岩层或石膏层的裂隙岩溶内	呈液态, 动态稳定	有时较高		供水意义较大, 但决定于水质条件

附录D 水文地质勘探孔布置和抽水试验类型

表D.1 松散层地区勘探线(网)布置

类 型	勘 探 线 布 置
宽度小于5km的山间 河谷、冲积阶地地区	垂直地下水流向或地貌单元布置。在傍河或在河床下取渗透水时, 应结合拟建取水构筑物类型布置垂直和平行河床的勘探线
冲洪积平原地区	垂直和平行地下水流向布置
冲洪积扇地区	沿扇轴布置勘探线, 选择富水地段。再在富水地段布置垂直扇轴(或垂直地下水流向)的勘探线
滨海沉积地区	垂直海岸线布置。调查咸水与淡水的分界面, 再在分界面上游选择一定距离(按咸水不能入侵到拟建水源地考虑), 垂直地下水流向布置勘探线
黄土地区	垂直和沿河谷、黄土洼地布置, 平行和垂直黄土塬的长轴布置
沙漠地区	垂直和沿河流、古河道(包括河流消失带)和潜蚀洼地布置, 平行和垂直沙丘覆盖的冲积、湖积含水层中的地下水流向布置
多年冻土地区	垂直河流布置, 调查融区类型; 结合地貌横切耐寒或喜水植物生长地段布置, 调查冻土与融区分布界限

表D.2 基岩地区勘探孔的布置

类 型	勘 探 孔 的 布 置
碎屑岩地区	布置在下列富水地段: (1)厚层砂岩、砾岩分布区的断裂破碎带(张性断裂破碎带, 压性断裂主动盘一侧破碎带); (2)褶皱轴迹方向剧变的外侧; (3)岩层倾角由陡变缓的偏缓地段; (4)背斜轴部及倾没端等构造变动显著的地段; (5)产状近于水平的岩层的裂隙密集带和共轭裂隙的密集部位; (6)碎屑岩与火成岩岩脉或侵入体的接触带附近; (7)地下水的集中排泄带
可溶岩地区	按碎屑岩地区规定布置外, 尚可布置在可溶岩与其它岩层(包括非可溶岩和弱可溶岩)的接触带, 裂隙岩溶发育带和岩溶微地貌(如溶蚀洼地、串珠状漏斗等)发育处, 强径流带
岩浆岩和变质岩地区	布置在断裂破碎带、岩脉发育带、不同岩体接触带、弱风化裂隙发育带以及原生柱状节理和原生空洞发育层

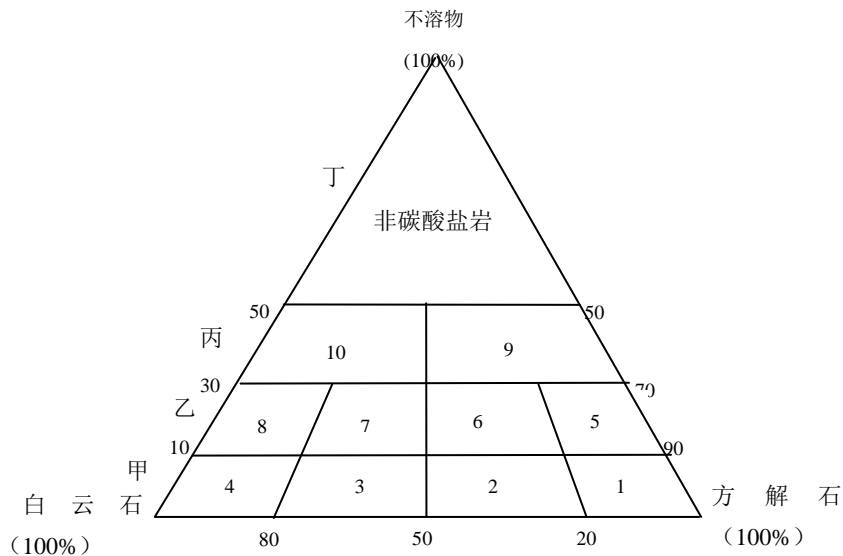
表D.3 抽水试验分类

分类依据	类 型	可解决的水文地质问题
按地下水流向集水建筑物的性质	稳定流抽水试验	1. 确定含水层渗透系数; 2. 确定降落漏斗形状及影响半径; 3. 确定涌水量与降深关系曲线
	非稳定流抽水试验	1. 确定水文地质参 T 、 a 、 μ 等; 2. 确定降落漏斗形状及发展趋势

分类依据	类 型		可解决的水文地质问题
按抽水孔个数与有无观测孔	单孔抽水试验	一个孔抽水, 无观测孔	1. 初步确定水文地质参数; 2. 判断单井出水能力
	多孔抽水试验	一个孔抽水, 带有观测孔	1. 准确确定水文地质参数; 2. 调查不同方向的渗透性; 3. 了解降落漏斗形状; 4. 调查边界性质及简单边界位置
	群孔抽水试验	抽水孔数 ≥ 2 个的干扰抽水试验	1. 准确确定水文地质参数; 2. 求取开采井干扰系数和确定井距; 3. 调查区域总开采量与降深的关系; 4. 调查边界条件; 5. 评价开采资源
按含水层 是否分开	分层抽水试验		求取各含水层水文地质参数
	混合抽水试验		求取含水层系统综合水文地质参数
按含水层 揭露程度	完整井抽水试验		可直接求取水文地质参数
	非完整井抽水试验		需进行修正计算水文地质参数

附录E 碳酸盐岩岩石类型结构造层组划分

E.1 按碳酸盐岩主要矿物成分进行岩石类型划分



甲 纯碳酸盐岩：①灰岩；②白云质灰岩（云灰岩）；③灰质白云岩（灰云岩）；④白云岩。

乙 含硅（或含泥）质碳酸盐岩：⑤含硅（含泥）质灰岩；⑥含硅（含泥）质云灰岩；⑦含硅（含泥）质灰云岩；⑧含硅（含泥）质白云岩。

丙 硅（或泥）质碳酸盐岩：⑨硅（泥）质灰岩；⑩硅（泥）质白云岩。

丁 非碳酸盐岩。

E.2 碳酸盐岩构造划分表

构造	岩层单层厚度 (m)
块状	>1
厚层状	0.5~1
中厚层状	0.1~0.5
薄层状	0.01~0.1
微层状	<0.01

E.3 碳酸盐岩结构分类

E.3.1 碳酸盐岩的结构组分

碳酸盐岩的主要结构组分有：

(1) 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；

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

(3) 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 10 μm；

(4) 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；

(5) 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 E3.1。

表 E3.1 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 E.3.2 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	

E3.3 碳酸盐岩岩性、结构, 综合分类及命名

采用成分和结构+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。

E.3.4 碳酸盐岩层组类型划分

根据非碳酸盐岩石在地层中的累计厚度百分比, 划分为纯碳酸盐岩层组 (非碳酸盐岩石厚度 < 5%)、夹层层组 (非碳酸盐岩石厚度 5~40%)、互层层组 (非碳酸盐岩石厚度 40%~60%, 且与碳酸盐岩石呈互层状)。

表A.3 井（泉）调查表

统一编号			井（泉）野外编号		图幅		行政代码	
地理位置	省 市（县） 镇（乡） 村			地理坐标	X: _____ Y: _____			
					E: _____ N: _____			
地面高程（m）		井台高度（m）		井深（m）		井结构剖面示意图		
井口至水面（m）		地面至水面（m）		水位高程（泉出露高程）（m）				
井结构		井口形状及大小		建井（泉）年代				
泉类型		流出形态		水力特征				
含水层时代及岩性		涌水量（流量m ³ /d）		取水设备				
地貌部位		动态（水位、水量、水温）		与地表水体关系				
与地质构造关系		用途		水样编号				
水的物理化学性质	色:	嗅:	味:	浊度:	电导率:	pH:	Eh:	
	水温	℃	气温	℃	水的特殊性质			
环境卫生				照片编号及说明				
备 注								

组长:

记录:

调查人:

调查日期:

年 月 日

表 A.5 流速仪测流成果计算表

统一编号		野外编号		位置	省 市(县) 镇(乡) 村		地理坐标		X: Y:							
									N: E:							
河流(泉) 名称		地面高程(m)		测流部位		图幅号		行政代码								
序号	垂线离 岸边距离 (m)	断面 宽度 b(m)	垂线 水深 h(m)	断面平均水 深 \bar{h} (m)	断面面积 (m ²) F=b× \bar{h}	流速仪在垂线不同深度处的转速						该垂线上 平均转速 (转/秒)	断面平 均转速 (转/秒)	断面平均 流速 V(m/s)	断面流量 q=V× \bar{F} (m ³ /s)	备 注
						上(~0.2h)		中(~0.6h)		下(~0.8h)						
						转数/ 秒数	每秒 转数	转数/ 秒数	每秒 转数	转数/ 秒数	每秒 转数					

组长: 记录: 测流人: 测流日期: 年 月 日 计算: 审核

