



# 中国地质调查局地质调查技术标准

DD 2019-03

---

## 水文地质调查技术要求（1：50 000）

**Technical requirement for hydrogeological survey（1：50 000）**

---

自然资源部中国地质调查局

2019年1月

# 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总 则 .....	2
4.1 目的任务 .....	2
4.2 调查内容 .....	2
4.3 部署原则 .....	2
4.4 基本要求 .....	3
5 调查区分类与工作量定额 .....	3
5.1 调查区水文地质复杂程度分类 .....	3
5.2 调查区水文地质研究程度分级 .....	3
5.3 主要工作内容 .....	4
5.4 工作量定额 .....	4
6 设计编制与审批 .....	5
6.1 编写依据 .....	5
6.2 编写要求 .....	5
6.3 资料收集与预研究 .....	5
6.4 野外踏勘 .....	7
6.5 预编图 .....	7
6.6 设计审批与变更 .....	7
7 调查内容 .....	7
7.1 基本调查内容 .....	7
7.2 不同类型区专门调查内容 .....	8
8 技术方法 .....	11
8.1 遥感地质调查 .....	11
8.2 水文地质测绘 .....	12
8.3 地球物理勘探 .....	12
8.4 浅钻 .....	14
8.5 水文地质钻探 .....	14
8.6 水文地质试验 .....	16
8.7 水文地球化学调查 .....	18
8.8 地下水动态监测 .....	19
8.9 地下水位统测 .....	21
9 综合研究 .....	21

9.1 基本原则.....	21
9.2 水文地质条件综合研究.....	21
9.3 地下水资源评价.....	21
9.4 与地下水相关的环境地质问题评价.....	23
9.5 技术方法研发与示范专题研究.....	24
10 成果编制与验收.....	24
10.1 图件编制.....	24
10.2 报告编写.....	24
10.3 数据库与信息系统建设.....	25
10.4 质量检查与成果验收.....	25
10.5 资料归档.....	25
附录 A (规范性附录) 水文地质调查设计编写提纲.....	27
附录 B (资料性附录) 渗透系数计算方法.....	28
附录 C (规范性附录) 水文地质图说明书编写提纲.....	30
附录 D (规范性附录) 水文地质调查综合研究报告编写提纲.....	31
参考文献.....	32

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准与 DZ/T 0282—2015 《水文地质调查规范（1:50 000）》相比，主要技术变化如下：

- 修改了含水层富水性及环境地质调查点定义；
- 修改了1:50 000水文地质调查工作的目的任务、部署原则、基本要求；
- 增加了调查区水文地质研究程度分级内容，调整了工作量定额要求；
- 增加了预研究与预编图的相关要求；
- 修改了平原区、内陆盆地区、山地丘陵区、岩溶区调查内容，增加了冻土区调查内容；
- 修改了水文地质测绘、抽水试验、地球物理勘探、地下水动态监测的技术要求，增加了分层抽水试验、简易抽水试验、微水试验、示踪试验、地下水位统测的相关要求；
- 修订了地下水资源评价方法及基本要求；
- 增加了水文地质条件综合研究、技术方法研发与示范专题研究的相关要求；
- 增加了渗透系数计算方法。

本标准由自然资源部中国地质调查局提出。

本标准由自然资源部中国地质调查局归口管理。

本标准主要起草单位：中国地质调查局、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、中国地质科学院水文地质环境地质研究所、中国地质环境监测院、中国地质调查局西安地质调查中心、中国地质调查局南京地质调查中心、中国地质科学院岩溶地质研究所、中国地质调查局天津地质调查中心、河北地质大学、中国地质大学（北京）、中国地质大学（武汉）、山东省地质矿产勘查开发局、河北省水文工程地质勘察院。

本标准主要起草人：郝爱兵、张二勇、韩双宝、李甫成、张福存、王璜、安永会、杨会峰、李文鹏、吴爱民、叶成明、武毅、侯光才、尹立河、冯小铭、夏日元、梁永平、马震、刘振英、郭华明、周宏、康凤新、尤冰、王家松、陈彭、王贵玲。

本标准由自然资源部中国地质调查局负责解释。

# 水文地质调查技术要求（1:50 000）

## 1 范围

本标准规定了基于地下水系统或地表水流域的1:50 000水文地质调查工作的任务与总则、调查区分类与工作量定额、设计编制与审批、调查内容、技术方法、综合研究、成果编制与验收等方面的要求。

本标准适用于1:50 000水文地质调查，其他比例尺的水文地质调查也可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5749 生活饮用水卫生标准  
GB/T 14848 地下水质量标准  
GB 50027 供水水文地质勘察规范  
DZ/T 0072 电阻率测深法技术规程  
DZ/T 0133 地下水动态监测规程  
DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程  
DZ/T 0151 区域地质调查中遥感技术规定（1:50 000）  
DZ/T 0170 浅层地震勘查技术规范  
DZ/T 0173 大地电磁测深法技术规程  
DZ/T 0181 水文测井工作规范  
HJ 493 水质 样品的保存和管理技术规定

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**含水层 aquifer**

能赋存、传输并给出相当数量水的可渗透岩层（体）。

### 3.2

**含水岩组 water-bearing formation**

地层层序相连、含水特征相似、水力联系密切的可渗透岩层（体）组合。

### 3.3

**含水层富水性 aquifer productivity**

含水层产出地下水的的能力。通常用规定口径、规定降深的单井出水量或泉水流量来表征。

### 3.4

**水文地质填图单位 hydrogeological mapping unit**

描述区域水文地质特征而设定的最小含水岩组单位。可根据不同工作目的、比例尺要求设定。

### 3.5

水文地质调查点 investigation point for hydrogeology

#### 水文地质点

描述局部水文地质特征的野外调查点。包括泉、地下河等地下水天然露头，河流、湖泊、水库等地表水体，以及钻孔、机井、民井、坑道等地下水人工露头。

### 3.6

环境地质调查点 investigation point for environmental geology

#### 环境地质点

描述与地下水相关的环境地质问题和现象的野外调查点。包括地下水污染、地方病、矿山老空水、泉水断流、海水入侵、荒漠化、石漠化、土壤盐渍化、沼泽化、冷浸田、植被退化、湿地萎缩、地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、采矿沉陷等。

### 3.7

地质地貌调查点 investigation point for geology and landforms

#### 地质地貌点

描述控制地下水形成分布的地质地貌因素的野外调查点。包括地层、岩石、构造、化石等地质露头，分水岭、河流阶地、冲洪积扇、扇间洼地等地形地貌，溶隙、溶洞、落水洞等岩溶现象以及热融滑塌、融冻泥石流、热融湖塘、冻胀丘、冻土草沼等冻土区微地貌。

## 4 总则

### 4.1 目的任务

4.1.1 1:50 000 水文地质调查工作主要目的是揭示区域水文地质规律，查找与地下水有关的环境地质问题，提高水文地质调查程度和研究水平，提升水文地质工作服务民生、服务发展、服务生态文明建设的能力。

4.1.2 1:50 000 水文地质调查工作的基本任务包括：

- a) 调查地下水的量、水质、水位和水流状况及其变化规律；
- b) 调查含水层的三维空间结构，研究含水层的分布特征；
- c) 调查人类活动与气候变化对地下水系统及地下水环境的影响，分析控制水量、水质、水位、水流的因素；
- d) 构建区域水文地质概念模型与地下水评价模型，评价地下水变化对生态环境的影响，提出地下水合理开发利用与保护建议；
- e) 建立 1:50 000 水文地质调查数据库与信息系统，提供社会公益性服务。

### 4.2 调查内容

4.2.1 水文地质调查基本调查内容包括：包气带结构、含水层与含水岩组空间结构、含水层与含水岩组参数、地下水系统边界、地下水补给径流排泄条件、地下水动态特征、地下水化学特征、地下水开发利用、与地下水有关的环境地质问题、特殊类型地下水。

4.2.2 对于平原区、内陆盆地区、山地丘陵区、岩溶区和冻土区除执行 4.2.1 规定的内容外，还应根据调查区类型和水文地质条件复杂程度开展专门性的调查工作。

### 4.3 部署原则

4.3.1 应按地下水系统或地表水流域、重点地区、重大问题三个层次部署水文地质调查工作，地下水系统或地表水流域尺度水文地质调查以资料收集、遥感解译及区域控制性的调查监测为主，在重点地区按照标准图幅部署 1:50 000 水文地质调查工作，针对重大环境地质问题按实际需求部署专项调查工作。

- 4.3.2 坚持资源、环境、生态并重，优先在国家重大需求地区、地下水重点开发地区、地下水开发利用前景区和与地下水相关的环境地质问题突出地区，部署开展 1:50 000 水文地质调查工作。
- 4.3.3 应以 1:50 000 区域地质调查成果为基础。未开展 1:50 000 区域地质调查的地区，应补充相应的地质调查工作。
- 4.3.4 重视已有资料的收集整理和二次开发，注重调查与编图、监测、研究相结合。已实施过 1:50 000 水文地质调查或更高精度水文地质勘查工作的地区，应以编图研究为主，适当部署补充性调查工作。

#### 4.4 基本要求

- 4.4.1 以地球系统科学理论为指导，强化研究式填图理念，加强预研究及综合研究工作，加强新技术新方法的研究与应用。
- 4.4.2 一个标准图幅的工作周期以 2 年为宜，一个多幅联测的工作周期不超过 3 年。
- 4.4.3 调查控制深度应结合当地开发利用现状，达到主要含水层组的底板。
- 4.4.4 水文地质填图单位应以含水岩组为基础，综合考虑岩性、地层年代和水文地质特征，宜划分到组或段，侵入岩宜按岩性结合构造期次进行划分。
- 4.4.5 水文地质填图单位命名、代号应以相关地质资料为依据，统一到最新标准。
- 4.4.6 野外调查应采用 1:50 000 或更大比例尺地形图作为工作底图，宜采用分辨率优于 5 米的正射遥感影像提供辅助信息。
- 4.4.7 水文地质调查工作底图及成果图件应采用 2000 国家大地坐标系，1985 国家高程基准。
- 4.4.8 工作程序宜遵照资料收集与预研究、野外踏勘、预编图、设计编制与审批、野外工作、野外验收、综合研究、图件编制、报告编制与验收、资料归档等步骤执行。
- 4.4.9 调查工作应区域控制，突出重点：
- a) 加强水文地质点、环境地质点、地质地貌点的定位与调查描述；
  - b) 加强深部含水层组的调查；
  - c) 加强地下水水位、水量、水质、水温动态监测；
  - d) 加强地表水、地下水相互作用研究；
  - e) 加强实测剖面、勘探剖面和野外调查路线的统筹部署；
  - f) 突出水文地质钻孔在地层划分、含水层划定、水文地质参数获取等方面的重要作用；
  - g) 加强遥感解译、野外调查数据采集系统等新技术新方法的应用。
- 4.4.10 应按照标准图幅提交水文地质图、说明书和数据库。
- 4.4.11 应按照地下水系统或地表水流域提交综合研究成果报告及相应附图和数据库。根据实际需要，可按照行政区划或重点区段编制应用服务性成果。

### 5 调查区分类与工作量定额

#### 5.1 调查区水文地质复杂程度分类

按照水文地质复杂程度将调查区分为三类（见表1）。

表1 调查区水文地质复杂程度表

简单地区	中等地区	复杂地区
1) 地层及地质构造简单； 2) 含水层空间分布比较稳定； 3) 地下水补给、径流和排泄条件简单，水化学类型单一； 4) 区域水文地质条件未发生明显变化，地下水水位埋藏较浅，与地下水相关的环境地质问题不突出	1) 地层及地质构造较复杂； 2) 含水层层次多但具有一定规律； 3) 地下水补给、径流和排泄条件、水动力特征、水化学规律较复杂； 4) 区域水文地质条件发生明显变化，地下水水位埋藏较深，与地下水相关的环境地质问题较突出	1) 地层及地质构造复杂； 2) 含水层系统结构复杂、含水层空间分布不稳定； 3) 地下水补给、径流和排泄条件、水动力特征、水化学规律复杂； 4) 区域水文地质条件发生很大变化，地下水水位埋深超过 80 m~100 m，与地下水相关的环境地质问题突出

#### 5.2 调查区水文地质研究程度分级

按照水文地质研究程度将调查区分为三级（见表2）。

表2 调查区水文地质研究程度表

研究程度高的地区	研究程度中等地区	研究程度低的地区
开展过 1:50 000 或更大比例尺的水文地质专项调查工作； 山区应开展过 1:50 000 或更大比例尺的区域地质调查工作； 平原（盆地）区应开展过第四纪地质调查工作	开展过 1:100 000 或 1:200 000 区域水文地质调查工作，或部分地区开展过更大比例尺的水文地质勘查工作	区域水文地质工作空白地区，或仅开展过 1:200 000 以下小比例尺区域水文地质调查工作

### 5.3 主要工作内容

应根据调查区水文地质研究程度，合理确定重点调查内容：

- a) 水文地质研究程度高的地区，宜结合拟解决的水文地质、环境地质问题，重点调查水文地质条件变化及环境地质问题的发育现状；
- b) 水文地质研究程度中等的地区，宜全面调查水文地质条件变化及环境地质问题的发育现状，补充含水层空间结构等方面的调查工作；
- c) 水文地质研究程度低的地区，宜全面调查含水层空间结构、水文地质条件及相关环境地质问题的发育现状。

### 5.4 工作量定额

1:50 000水文地质调查主要工作量定额执行表3的规定。设计确定具体工作量时，应考虑下列因素：

- a) 以调查区范围设置总工作量，突出重点，不平均使用工作量，重要地区可加大投入工作量，灵活开展野外工作。
- b) 野外调查路线应全面控制调查区主要水文地质单元与含水岩组。
- c) 水文地质研究程度低的地区，调查点工作量执行表 3 要求；研究程度中等的地区，调查点工作量按 70 %计；研究程度高的地区，调查点工作量按 50 %计。采用高分辨率遥感解译时，调查点工作量可减少 15 %。
- d) 水文地质点占路线调查点总数的比例应不小于 30 %，地下水动态监测点占水位统测点的比例应不小于 20 %，有简易抽水资料机（民）井点应不少于机（民）井调查总数的 20 %。
- e) 山地丘陵区 and 岩溶区的水位统测工作定额仅供参考，实际工作量安排应视具体情况而定。
- f) 地球物理勘探剖面勘查时可采用单一方法，勘探点间距平原（盆地）区宜 500~1000 m，山地丘陵和岩溶地区宜不大于 100 m；重点地段勘查时宜采用两种以上方法，每种方法勘探点间距平原（盆地）区宜 20 m~50 m，山地丘陵和岩溶地区宜 10 m~30 m。
- g) 水文地质钻探工作量包括新投入的工作量和收集到的能满足要求的钻探工作量。对已有的水文地质钻孔应进行仔细甄别，对于能够获取基本信息（包括井位、含水层结构、测井、抽水试验、水化学分析资料等）钻孔可计入钻探工作量定额。
- h) 调查点观测内容不能满足要求时，应采用浅钻或人工开挖揭露浅层地质-水文地质条件。收集的浅钻资料可计入调查点定额，但应按照每百平方公里不少于 3 个补充施工浅钻，以验证已有浅钻资料的可靠性。
- i) 常规水质分析指简分析和全分析。常规水质分析样品数应占水文地质点（机井、民井、泉及地表水体）的 30 %~50 %，其中全分析样要达到水质分析样的 30 %~45 %。应根据需要适当部署生活饮用水全分析、污染分析、同位素分析等样品。
- j) 平原（盆地）区第四系厚度大于 100 m 时，宜结合水文地质钻孔建立第四系标准钻孔，采集年代学样品（<sup>14</sup>C、光释光、古地磁）和反映气候沉积环境样品（孢粉与微体）。

表3 每百平方千米基本工作量定额表

地区类别		调查点/个	水位统测点 /个	地球物理 勘探剖面 /km	抽水试验/组	水文地质钻孔/ 个	常规水质分析/件
平原盆地	简单地区	40~55	8~10	12~15	1~2	1.5~2	6~8
	中等地区	55~65	10~12	15~18	1~3	2~3	8~12
	复杂地区	65~70	12~16	18~20	1~4	3~4	12~16
山地丘陵	简单地区	45~55	6~8	2~5	1~2	1.5~2	4~6
	中等地区	55~80	8~10	3~5	1~3	2~3	6~8
	复杂地区	80~120	10~12	4~6	1~5	3~5	8~12
岩溶地区	简单地区	40~60	8~10	2~5	1~2	1.5~2	5~8
	中等地区	60~90	10~14	3~5	1~3	2~3	8~12
	复杂地区	90~130	14~18	4~6	1~5	3~5	12~18

## 6 设计编制与审批

### 6.1 编写依据

编制设计应依据下列文件资料：

- a) 任务书、审批意见书或合同等；
- b) 区域地质、水文地质、环境地质相关资料；
- c) 相关技术标准和要求。

### 6.2 编写要求

6.2.1 应在资料收集与预研究、野外踏勘的基础上进行，设计编制阶段应完成预编图工作。

6.2.2 专题研究和专项工作，应单独编制单项工作方案。

6.2.3 设计应明确调查区的地质地貌类型、地质水文地质研究程度、水文地质条件复杂程度、与地下水相关的环境问题和需要解决的重点问题、综合研究的主要内容。

6.2.4 设计应明确水文地质填图单位、勘探目标含水层及埋藏深度、水文地质剖面的位置、地下水动态监测方案以及地下水资源评价方法。

6.2.5 设计应做到内容完整、文字精炼、重点突出、附图附表清晰齐全。

6.2.6 设计编写提纲按照附录 A 执行。

6.2.7 设计附图及附件包括：

- a) 交通位置图；
- b) 地质、水文地质研究程度图；
- c) 水文地质草图；
- d) 工作部署图；
- e) 典型水文地质钻孔设计图；
- f) 其他相关附图、附表。

### 6.3 资料收集与预研究

#### 6.3.1 资料收集

##### 6.3.1.1 社会经济资料

应收集工作区内的社会经济现状、发展规划及其对水资源的需求等资料。工作区内没有统计资料时，可利用所在行政区的统计资料。

##### 6.3.1.2 气象水文资料

应收集以下资料：

- a) 工作区内降水、蒸发、湿度、气温、无霜期、冻结深度、风向风速等气象要素的多年平均值、极大及极小值，以及长序列月降水资料，区内或邻近地区无专业气象站资料时，应布置简易气象站进行实测；
- b) 河流水系的分布、流域面积、多年平均径流量及特征值、水位、水质、含沙量等，湖泊的位置、面积、容量、水位、水质、生态环境功能等，水库的位置、面积、库容、调蓄水位、供水防洪作用等，引地表水灌区的分布范围、引灌水量，近岸海水最高、最低、平均水位等资料，区内无专业水文站资料时，应在水文地质调查工作中实测。

#### 6.3.1.3 区域地质资料

应收集以下资料：

- a) 地层、岩相古地理、地质构造、岩浆岩资料，区域地质调查及地质研究成果；
- b) 地貌图、地质图、第四系地质图、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；
- c) 岩矿鉴定成果、岩土化学分析成果、古生物鉴定成果及地层测年成果等；
- d) 控制性地质钻孔、矿产勘探钻孔资料。

#### 6.3.1.4 水文地质资料

应收集以下资料：

- a) 区域水文地质调查成果、水源地勘查成果及有关水文地质研究成果；
- b) 水文地质图、地下水资源图、地下水资源开发利用区划图、地下水化学图、地下水等水位（头）线与埋藏深度图等；
- c) 水文地质钻孔、供水井、泉水资料及其他集水构筑物资料；
- d) 地下水水质分析成果，水同位素测试成果；
- e) 抽水试验、物探测井、地下水动态监测、地下水均衡试验资料。

#### 6.3.1.5 遥感地质与地球物理勘探资料

应收集以下资料：

- a) 不同时期的航片与卫片及其解译成果；
- b) 不同时期不同波段的遥感数据；
- c) 电法、磁法、电磁法、重力、地震、测井等物探方法所获得的地区相关地球物理参数及其解释成果。

#### 6.3.1.6 地下水环境问题资料

应收集以下资料：

- a) 开发地下水引起的环境地质问题方面的相关资料，如地下水超采漏斗、地面沉降、地面塌陷、岩溶塌陷、地裂缝、海（咸）水入侵、水质恶化等；
- b) 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变化等资料；
- c) 地表水污染引起的地下水水质恶化，工矿、建筑废渣、废气、生活垃圾污水等不合理排放引起的地下水污染等资料。

#### 6.3.1.7 地下水开发利用资料

应收集以下资料：

- a) 地下水开发的历史及现状资料，了解水资源供需矛盾、地下水开发与利用潜力等；
- b) 水源地及开采井的数量、位置、取水层位、取水方式、开采量及用途，开采量动态变化等资料；
- c) 矿山企业分布、类型，开采或疏干排泄地下水量。

#### 6.3.1.8 资料整理

要求如下：

- a) 应对收集到的资料及时分类整编，建表造册，并及时录入数据库；

b) 对收集到的资料进行质量评估, 分析资料可利用程度。

### 6.3.2 预研究

#### 6.3.2.1 预研究目的

预研究目的如下:

- a) 初步掌握区域地质水文地质概况、研究程度和存在的环境地质问题, 为设计编制提供依据;
- b) 充分利用已有资料, 进行资料的二次开发, 提高水文地质调查工作质量。

#### 6.3.2.2 预研究内容与要求

预研究内容与要求如下:

- a) 应按地下水系统或地表水流域开展预研究工作;
- b) 系统梳理国家与地方需求, 分析区域水文地质条件、存在的与地下水相关的环境地质问题, 明确地下水系统或地表水流域的 1:50 000 图幅调查区、拟解决的关键水文地质问题和专题研究内容;
- c) 初步拟定地下水系统或地表水流域水文地质调查工作方案。

### 6.4 野外踏勘

6.4.1 应在资料收集和预研究的基础上开展野外踏勘工作。

6.4.2 重点对典型的地质剖面、地下水露头、地下水开发利用工程和环境地质问题进行野外踏勘。

6.4.3 通过野外踏勘应初步形成区域水文地质概念模型与工作部署思路, 初步确立水文地质填图单位。

### 6.5 预编图

6.5.1 应在资料收集和预研究、野外踏勘基础上, 开展预编图工作。

6.5.2 预编图阶段应明确水文地质填图单位。

6.5.3 应结合遥感地质解译工作, 编制 1:50 000 水文地质草图。

6.5.4 应根据拟解决的关键水文地质问题, 合理设计实物工作量, 编制区域地质水文地质研究程度图、工作部署图等基础图件和专题图件。

### 6.6 设计审批与变更

应按照有关规定办理设计审查和批准, 并严格遵照执行。经审查批准的设计, 不得随意变更; 因重要原因确需调整或变更的, 应报请设计审查批准单位同意, 并按要求办理变更手续。

## 7 调查内容

### 7.1 基本调查内容

#### 7.1.1 包气带结构

应调查以下内容:

- a) 包气带的岩性、结构、厚度、产状、分布;
- b) 包气带入渗率、含水率、岩土化学特征及地表植被状况等内容。

#### 7.1.2 含水层与含水岩组空间结构

应调查含水层与含水岩组的岩性、岩相、厚度、产状、分布范围、埋藏深度, 各含水层与含水岩组之间的关系等内容。

#### 7.1.3 含水层与含水岩组参数

应调查评估含水层与含水岩组的富水性以及降水/灌溉入渗系数、渗透系数、导水系数、给水度、贮水系数、弥散系数等水文地质参数。

#### 7.1.4 地下水系统边界

如果调查区存在地下水系统边界，应调查边界的类型、性质与位置，以及人类活动对边界条件的影响等内容。

#### 7.1.5 地下水补给、径流、排泄条件

应调查以下内容：

- a) 地下水埋藏类型、水位埋深、水位高程、水温等；
- b) 地下水的补给来源、补给方式或途径、补给区分布范围及补给量，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；
- c) 地下水流场、流向、流速；
- d) 地下水排泄区（带）分布、排泄形式、排泄途径、排泄量；
- e) 地表水、地下水相互转化关系、转化位置和转化量；
- f) 地下水人工调蓄条件、调蓄范围、调蓄库容等。

#### 7.1.6 地下水动态特征

应调查以下内容：

- a) 地下水水位、水质、水温的季节和年度变化；
- b) 泉流量、水质、水温的季节和年度变化；
- c) 坎儿井、自流井、集水廊道等流量、水质、水温的季节和年度变化。

#### 7.1.7 地下水水化学特征

应调查以下内容：

- a) 地下水物理性质、地下水化学成分、水化学类型及其空间变化；
- b) 地下水环境同位素特征及空间分布。

#### 7.1.8 地下水开发利用

应调查以下内容：

- a) 分散开采井的位置、深度、成井结构、开采量、开采含水层、用途，区域分散开采井数、密度、开采总量、利用状况；
- b) 集中供水水源地的位置、开采井数量、深度、成井结构、单井开采量、水源地开采总量、开采含水层、开采单位、利用状况；
- c) 泉的取水流量、取水总量、取水含水层、利用状况；
- d) 其他地下水取水工程位置、取水方式、取水流量、取水总量、取水含水层、利用状况。

#### 7.1.9 环境地质问题

宜调查地下水污染、地方病、矿山老空水、泉水断流、海（咸）水入侵、生态环境恶化（荒漠化、石漠化、盐渍化、沼泽化、冷浸田、植被退化、湿地萎缩等）、地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、采矿沉降等与地下水相关的环境地质问题。

#### 7.1.10 特殊类型地下水

宜调查地热水、矿泉水、卤水的分布特征和开发利用等内容。

### 7.2 不同类型区专门调查内容

#### 7.2.1 平原区

##### 7.2.1.1 山前冲洪积平原

应调查分析以下内容：

- a) 冲洪积扇分布范围及垂向、纵横方向岩性、结构及其变化规律，新老冲洪积扇的叠置关系；
- b) 山区与冲洪积平原的接触关系，山前构造带的类型、位置、力学性质、规模、活动性和水理性质，山前侧向径流补给位置及补给量；
- c) 扇顶到前缘方向地下水埋藏条件及分带特征，地下水溢出带的分布范围和水文地质特征；
- d) 埋藏型冲洪积扇的分布范围、岩性和厚度；

- e) 河谷阶地的形态、分布范围、地质结构、成因和叠置关系；
- f) 山区河流对冲洪积平原地下水的补给位置及补给量；
- g) 冲洪积平原的地下水调蓄空间，确定有利的调蓄补给地段。

#### 7.2.1.2 冲（湖）积平原

应调查分析以下内容：

- a) 河流的发育变迁规律，河流阶地的分布范围、岩性特征及地下水赋存条件；
- b) 古河道的分布范围、埋藏深度、岩性特征及水文地质条件；
- c) 湖相地层的结构、岩性、厚度变化特征，沉积相与地下水分布的关系；
- d) 咸水的分布与埋藏条件，咸、淡水界面位置（水平、垂向）及变化特征，咸水分布区淡水透镜体的分布规律、埋藏及形成条件；
- e) 河流、湖泊等地表水体与地下水的水力联系与补排关系。

#### 7.2.1.3 滨海平原

应调查分析以下内容：

- a) 陆相与海相或海陆交互沉积关系，地层结构、岩性及厚度变化特征，沉积相与地下水及其水质形成的关系；
- b) 河口三角洲的分布范围及发育变迁规律；
- c) 沿海沼泽、湿地的成因及分布范围，与地下水的关系；
- d) 咸、淡水体的分布范围，咸、淡水界面及其变化规律；
- e) 淡水层透镜体的分布范围、厚度和开发利用前景；
- f) 咸水区中，淡水泉的成因、补给来源、出露条件、水质和水量；
- g) 古河道带的分布及特征；
- h) 地下水与河水、海水的水力联系与补排关系；
- i) 海水入侵的范围，地下水水质的变化特征。

### 7.2.2 内陆盆地区

#### 7.2.2.1 山前戈壁平原

应调查分析以下内容：

- a) 山地与戈壁平原的交接关系，山前构造带的类型、位置、力学性质、规模、活动性、水理性质，山区基岩裂隙水对戈壁平原地下水的补给关系与补给量；
- b) 出山口河谷剖面形态及第四系沉积物厚度、水文地质特征及河谷潜流量；
- c) 多期冲洪积扇的分布、接触关系和水文地质特征；
- d) 山前蓄水构造特征及其对地下水的调蓄作用；
- e) 河流在戈壁平原的分布及河床结构特征，对戈壁平原地下水的补给方式、位置及补给量；
- f) 山区水利工程的引水量及其对戈壁平原地下水补给的影响。

#### 7.2.2.2 细土平原区

应调查分析以下内容：

- a) 地下水溢出带、绿洲带与盐沼带的分布范围及水文地质特征；
- b) 地表水与地下水的相互转化关系及转化量；
- c) 盐碱土的分布范围、形成条件及其与地下水的关系；
- d) 浅层地下水埋藏条件与生态环境地质问题的关系，地下水开采对生态环境的影响。

#### 7.2.2.3 沙漠盐漠盐湖区

应调查分析以下内容：

- a) 地下淡水体的分布、成因与开发利用前景；
- b) 高矿化水的分布与成因；
- c) 浅层地下水埋藏条件与荒漠生态关系；

d) 地表水、地下水与尾闾湖（盐湖）的关系。

### 7.2.3 山地丘陵区

#### 7.2.3.1 一般调查内容

应调查分析以下内容：

- a) 断层、褶皱等地质构造的形成、分布、形态特征、力学性质及水文地质意义；
- b) 节理、裂隙等微构造的形成、分布、形态特征及水文地质意义；
- c) 山间盆地的成因、分布范围、水文地质特征；
- d) 山间河谷平原含水层成因类型、岩性、富水性，沟谷长度、汇水面积、阶地形态、分布范围等；
- e) 第四系松散岩类孔隙水与基岩裂隙水的水力联系与补排关系；
- f) 泉的类型、成因、高程、补给条件、泉域范围、流量、水质、水温及动态特征等；
- g) 山区河流的长度、汇水面积、流量、水质等；
- h) 山区河流拦蓄工程对地下水补给、径流、排泄的影响。

#### 7.2.3.2 碎屑岩区

应调查分析以下内容：

- a) 自流水盆地、自流斜地等蓄水构造的分布、岩性、补给条件和富水特性；
- b) 柔性地层中相对硬脆岩层裂隙发育的构造部位及其富水性。

#### 7.2.3.3 侵入岩区

应调查分析以下内容：

- a) 侵入岩体的岩性、侵入时期、形态特征、与围岩的接触关系以及对地下水运移的控制作用，围岩接触带的裂隙发育特征及其水文地质意义；
- b) 风化带的分布范围、性状、发育深度、汇水范围及其富水性。

#### 7.2.3.4 喷出岩区

应调查分析以下内容：

- a) 喷发方式，多期次喷发熔岩流之间接触带的性质、分布及其富水性；
- b) 各期台地的分布范围、高程、柱状节理和气孔发育程度及其与地下水赋存的关系；
- c) 喷发和沉积间断面的富水性。

#### 7.2.3.5 变质岩区

应调查分析以下内容：

- a) 变质岩风化带的分布范围、性状、发育深度、汇水范围及其富水性；
- b) 大理岩的厚度、产状、稳定性、岩溶裂隙发育程度及其富水性。

### 7.2.4 岩溶区

#### 7.2.4.1 南方岩溶区

应调查分析以下内容：

- a) 碳酸盐岩层组结构类型及其对岩溶发育和地下水赋存的影响；
- b) 断裂、褶皱和裂隙带等地质构造对岩溶发育和地下水分布的控制作用，构造活动、演化与岩溶发育期次和地下水循环的关系；
- c) 岩溶发育特征、地貌类型、区域岩溶发育规律及岩溶形态成因分析；
- d) 表层岩溶带结构、厚度、岩溶形态、富水条件、分布状况及其调蓄功能；
- e) 岩溶地下河系统发育结构与分布规律，碳酸盐岩层组结构、断裂构造、串珠状洼地、天窗和落水洞等与地下河的关系；
- f) 岩溶泉出露条件和控制因素，泉域范围、流量、水位、水质及其动态变化特征；
- g) 岩溶地下水系统及其地下水资源特征。

#### 7.2.4.2 北方岩溶区

应调查分析以下内容：

- a) 碳酸盐岩及其他可溶岩的分布、地层时代、岩性、结构、厚度及岩溶层组组合特征，与非可溶岩地层的接触关系，地层的水文地质性质；
- b) 地质构造特征及其水文地质性质；
- c) 岩溶地貌特征，区域岩溶发育规律；
- d) 岩溶水强径流带分布及演化特征；
- e) 岩溶泉出露条件和控制因素，泉域范围、流量、水位、水质及其动态变化特征；
- f) 岩溶水系统边界及其水文地质性质；
- g) 岩溶水系统资源要素构成及相互转化关系。

### 7.2.5 冻土区

应调查分析以下内容：

- a) 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；
- b) 多年冻土与季节冻土、连续冻土与岛状冻土的分布、厚度及其上、下界线，地下水对冻土形成的作用及冻土控水规律；
- c) 冻融区的形成与分布特征；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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。

## 8 技术方法

### 8.1 遥感地质调查

#### 8.1.1 基本要求

- 8.1.1.1 以地下水系统或地表水流域进行部署，遵循前期技术准备→初步解译→建立野外解译标志→详细解译→野外验证与同步解译→再解译再认识的工作程序。
- 8.1.1.2 应在预研究阶段完成初步解译，为预编图及设计编写提供基础资料。
- 8.1.1.3 应在实施水文地质测绘前完成详细解译，为水文地质测绘提供有用信息，并在水文地质测绘中丰富解译标志，验证解译结果。
- 8.1.1.4 遥感影像宜采用卫星图像和航空像片，遥感影像数据分辨率应不低于 15 m。
- 8.1.1.5 遥感解译应进行影像质量鉴定，搜集不同地质体的光谱特征资料，建立地质、水文地质、环境地质直接和间接解译标志，提高解译质量。
- 8.1.1.6 对水文地质问题及与地下水有关的环境地质问题研究有重要指示意义的特殊影像，宜选定重点地区进行多时相遥感资料的动态解译分析。

#### 8.1.2 遥感解译内容

- 8.1.2.1 地貌单元、地表水系及分水岭，判定地形地貌、水系特征与地质、水文地质条件的关系。
- 8.1.2.2 主要地质构造，特别是新构造断裂、节理裂隙密集带、背向斜的分布位置、发育规模及展布特征，判定地质构造与水文地质条件的关系。
- 8.1.2.3 具有明显影像特征的地层岩性，为含水岩组划分提供依据。
- 8.1.2.4 植被和土地覆盖、土地利用状况，分析土地利用变化对地下水资源的影响。
- 8.1.2.5 各种水文地质现象，圈定泉点、泉群、地下水溢出带的位置，河流、湖泊、沼泽、湿地等地表水体的分布及变化，古河道变迁、海岸带进退以及各种岩溶现象。
- 8.1.2.6 与地下水开发利用有关的环境地质问题，重点解译地表水体及污染情况、污染源分布、地面塌陷、地裂缝、石漠化、荒漠化、盐渍化的现状及其变化等。
- 8.1.2.7 宜采用遥感数据反演土壤含水量、蒸发量等参数。

#### 8.1.3 其他要求

其他技术要求按照DZ/T 0151执行。

## 8.2 水文地质测绘

### 8.2.1 观测路线布置要求

应以控制水文地质条件、重要地质、地貌界线和水点为重点的路线穿越法与界线追索法相结合布置观测路线，要求如下：

- a) 沿井、泉、岩溶水点、矿井、坎儿井等地下水露头多的方向；
- b) 沿地下水径流方向；
- c) 沿水文地质剖面线方向；
- d) 沿含水层（带）和富水性、水化学特征变化显著方向；
- e) 沿原生和次生环境地质问题变化显著方向；
- f) 沿垂直岩层（或岩体）、构造线走向；
- g) 沿地貌形态变化显著方向；
- h) 沿河谷、沟谷方向；
- i) 沿地表水体和重要水利工程分布多的方向；
- j) 调查区跨越多个地下水系统时，应以地下水系统为单元分区布置。

### 8.2.2 调查点布置要求

应在以下地段布置调查点：

- a) 地层界线、断层线、褶皱轴线、岩浆岩与围岩接触带、标志层、典型露头和岩性、岩相变化带；
- b) 地貌、微地貌分界线和自然地质现象发育处；
- c) 钻孔、机井、民井、坎儿井、矿井、坑道等人工揭露的地下水露头，泉水、河流、湖泊等相关天然水体，水库、渠道等地表水利工程；
- d) 地下水污染、地方病、矿山老空水、泉水断流、海（咸）水入侵、地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、采矿沉陷、生态环境恶化（荒漠化、石漠化、土壤盐渍化、沼泽化、冷浸田、植被退化、湿地萎缩等）等原生和次生环境地质问题发育处；
- e) 与地下水有关的其他重要显示处。

### 8.2.3 精度要求

精度应满足下列要求：

- a) 宽度大于 100 m 或面积大于 0.01 km<sup>2</sup> 的面状地质体、长度大于 250 m 的线状地质体（如断层或断裂带等）应合理表示于图上；
- b) 对于具有水文地质、环境地质特殊意义的地质体或含水岩组，即使小于 8.2.3 a) 中的规定亦应放大表示于图上；
- c) 地质、水文地质界线的标绘误差应不大于 50 m。

### 8.2.4 其他要求

其他技术要求如下：

- a) 野外调查应使用水文地质野外调查数据采集系统；
- b) 野外调查路线应全面控制调查区所有水文地质单元及含水岩组，重要地区和水文地质结构复杂区，调查点控制密度应加大；
- c) 野外调查数据采集系统宜选用遥感影像、地质图、水文地质草图等作为基础背景图层；
- d) 水文地质点的温度、pH、电导率、Eh 等指标应现场实测；
- e) 控制性观测点和重要地质、地貌、水文地质体位置应采用高精度定位系统测量；
- f) 每个图幅或每个水文地质单元布置 1~2 条穿越主要水文地质结构区的实测剖面或图切剖面。

## 8.3 地球物理勘探

### 8.3.1 地面物探

#### 8.3.1.1 布置原则

应按如下原则进行布置：

- a) 地面物探布置应根据待查的水文地质条件而定，应重点布置在水文地质测绘难以判断而又需要解决问题的地段，钻探试验地段或钻探工作困难地段；
- b) 应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，合理布置物探测线；
- c) 物探剖面方向应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；
- d) 发现异常应加密探测点，以确定异常性质或异常区范围；
- e) 物探剖面位置应与水文地质剖面线基本一致。

### 8.3.1.2 方法选择

地面物探可分为剖面勘查与重点地段勘查：

- a) 剖面勘查，以查明宏观性地层结构、地质构造发育特征、地质单元边界等地质条件为主，宜在电磁测深法、电阻率测深法、瞬变电磁法或浅层地震法中至少选择一种；
- b) 重点地段勘查，以详细查明地层结构、地质构造发育特征、划分含水层与隔水层、确定咸淡水界面、判断含水层富水性等水文地质条件为主，宜在表 4 中根据工作目的与方法勘查能力选择两种及以上方法。

表4 常用地面物探方法选择一览表

工作目的	电阻率测深法	电阻率剖面法	高密度电阻率法	激发极化法	自然电位法	充电法	音频大地电场法	电磁测深法	瞬变电磁法	核磁共振	重力	地震反射	地震折射	氦气法
确定覆盖层厚度及基岩面形态	●	●	●					●	●		●	●	●	
划分含水层和隔水层	●	●	●	●				●	●	●		●	●	
划分咸淡水界面	●	●	●					●	●	●				
探测隐伏断层、岩溶发育带、破碎带位置	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●
探测岩性接触带位置	●	●	●				●	●	●		●	●	●	●
划分基岩风化带	●	●	●				●	●	●			●	●	
判断构造带充填物性质	●		●					●	●	●				
判断含水层富水性				●						●				
探测地下水流速、流向及地下含水层连通性					●	●								

### 8.3.1.3 技术要求

应满足下列技术要求：

- a) 地面物探探测深度应大于钻探控制深度；
- b) 其他技术要求按照 DZ/T 0173、DZ/T 0170、DZ/T 0072 执行。

## 8.3.2 水文测井

### 8.3.2.1 水文地质钻孔应进行水文测井。

应根据工作目的选择不同方法进行综合测井，水文测井方法见表5。

表5 水文测井方法选择一览表

工作目的	视电阻率	自然电位	自然伽玛	伽马-伽马	声波测井	流量测井	扩散法测井	超声成像测井	温度测井	井液电阻率	井径测井	井斜测量
编制钻孔剖面、提供物性参数、进行地层对比	●	●	●	●	●							
划分含水层	孔隙水	●	●	●	●	●	●		●		●	
	裂隙水	●		●	●	●	●	●	●			
	溶洞水	●		●	●	●	●	●	●		●	
区分咸淡水	●	●	●					●	●	●		
计算矿化度、孔隙度、渗透率，估算单井涌水量	●	●	●	●	●	●				●	●	
分析含水层补给关系			●			●	●		●		●	
了解地层温度			●						●			
了解地下水污染状况	●	●	●							●		
判断地下水面深度	●	●	●	●						●		
检查钻孔成井质量			●			●	●					●
估算地下水流速、流向			●							●		

8.3.2.2 水文测井技术要求按照 DZ/T 0181 执行。

#### 8.4 浅钻

8.4.1 在平原区，应根据包气带结构和岩性调查需求，开展槽型钻、洛阳铲等浅钻工作。

8.4.2 在地下水埋深较小的地区，浅钻控制深度应达到地下水位，在地下水埋深较大的地区，浅钻控制深度应根据调查工作实际需求和钻探技术条件确定。

#### 8.5 水文地质钻探

##### 8.5.1 勘探线和钻孔布置原则

布置原则如下：

- a) 应根据具体水文地质条件和所要解决的关键问题，合理布置勘探线（见表6）；
- b) 钻孔的布置应在水文地质测绘和物探勘查的基础上进行，应能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；
- c) 钻孔布置与孔位确定，应优先考虑以下方面：
  - 1) 地层结构、水文地质结构、含水层发育不清楚，急需勘查的地段；
  - 2) 含水层渗透系数、导水系数、贮水系数等水文地质参数控制不足，急需试验的地段；
  - 3) 地下水水量、水质、水位、水温不清楚，急需查明的地段；
  - 4) 抗旱应急，探采结合，急需解决供水水源的地段；
  - 5) 具有一定供水前景，但缺乏控制的富水地段；
  - 6) 地质分析，物探解译，急需验证结果的地段；
  - 7) 宜布置在水文地质剖面线上或其附近。
- d) 每个钻孔的布置应目的明确，尽可能一孔多用，在满足查明含水层结构和获取水文地质参数的基础上，有条件的钻孔应建成探采结合孔或纳入地下水监测网。

表6 勘探线布置要求

地下水类型	地质地貌类型	勘探线布置要求
孔隙水	山间河谷、冲积阶地地区	勘探线垂直地下水流向或横切各地貌单元布置，平行河谷布置辅助勘探线
	冲洪积扇区	勘探线应沿扇轴布置，并在适当位置垂直轴线布置
	冲积平原、大型盆地地区	勘探线垂直地下水流向布置，必要时可平行地下水流向布置辅助勘探线
	滨海地区	在滨海平原，勘探线应垂直海岸布置；在河口三角洲地区，勘探线一般应垂直海岸线及其主要河流流向布置
岩溶水	裸露区	主要布置于大型谷地及破碎带构造或褶皱轴部
	埋藏区	在汇水条件不好，岩溶发育不均匀的地区根据物探资料，在隐伏断裂交叉部位和隐伏岩溶天窗区或物探异常点布孔；在汇水条件有利及岩溶发育相对均匀的地区可垂直构造线及地下水流向布置勘探线
裂隙水	碎屑岩地区	应布置在厚层砂、砾岩分布区的断裂破碎带或裂隙密集带；褶皱轴延伸方向剧变的外侧；岩层倾角由陡变缓的地段；产状近于水平岩层的裂隙密集带；碎屑岩与火成岩接触带；背斜的倾没端和向斜构造变动显著地段以及地下水集中排泄地带
	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，风化裂隙发育带以及原生节理和空洞发育层

## 8.5.2 技术要求

### 8.5.2.1 孔深

应根据主要含水层组的底界埋深确定，一般宜穿过目标含水层或含水构造带底板3 m~5 m。

### 8.5.2.2 孔径

应根据钻孔类型、水文地质条件、预估水量、钻进工艺方法、含水层岩性、填砾要求、过滤管类型及孔深等因素综合确定：

- 抽水试验孔过滤器骨架管的内径，松散地层宜大于 200 mm；
- 基岩地层不安装过滤器骨架管的抽水试验孔井径，应根据含水层的富水性和设计出水量确定，不宜小于 150 mm；
- 抽水试验观测孔过滤器骨架管的外径，不宜小于 100 mm；
- 填砾过滤器的滤料厚度应根据含水层的岩性合理确定，宜 75 mm~150 mm。

### 8.5.2.3 岩心采取

应满足下列要求：

- 松散地层取出的样品应能准确反映原有地层的颗粒组成；
- 完整基岩段岩心采取率不低于 70%，风化或破碎基岩段岩心采取率不低于 40%；
- 取心特别困难的巨厚（大于 30 m）卵砾石层、流砂层、溶洞填充物和基岩强烈风化带、破碎带，顶、底板界限应清楚，并取出有代表性的岩样。

### 8.5.2.4 样品采集

应按钻孔设计书的要求采取地下水、岩、土等样品。

### 8.5.2.5 水文测井

应进行全孔水文测井，水文测井按照本标准 8.3.2 执行。

### 8.5.2.6 压裂试验

山地丘陵区以供水为目的的探采结合井出水量偏小时，宜开展压裂试验以增大涌水量。压裂试验应满足下列要求：

- 压裂试验前后均应进行水文测井；
- 压裂试验前后均应进行抽水试验；
- 压裂试验时宜同步开展微震监测工作。

### 8.5.2.7 施工与成井

松散层地区具有多个含水层或者具有大厚度含水层时，宜采用管外分层（段）填砾、分层（段）止水的方法成井。

### 8.5.2.8 简易水文地质观测

钻进过程中应进行简易水文地质观测：

- a) 观测记录孔内地下水水位、水温变化，钻遇主要含水层时，应停钻测量其静水位；
- b) 记录冲洗液明显漏失的位置和冲洗液消耗、漏失量；
- c) 记录钻孔涌水的层位、深度，测量初见涌水的水头高度；
- d) 记录钻进中出现的异常现象。

### 8.5.2.9 抽水试验

抽水试验按照本标准 8.6.1 执行。

### 8.5.2.10 其他要求

其他技术要求按照DZ/T 0148执行。

## 8.6 水文地质试验

### 8.6.1 抽水试验

#### 8.6.1.1 基本要求

应满足下列要求：

- a) 应按 5.4 规定的定额，进行抽水试验，求取水文地质参数，渗透系数计算方法参照附录 B 执行；
- b) 抽水试验孔宜采用完整井；
- c) 可利用机（民）井或天然水点作观测点，如需布置专门的观测孔时，应根据水文地质条件和需解决的具体问题确定位置；
- d) 抽水试验前应作一次最大水位降深的试抽水工作，初步了解水位降深与涌水量的关系；
- e) 应根据试抽水情况合理选择抽水设备，抽水设备应配备止逆阀；
- f) 非稳定流抽水试验应使用自记水位仪实时记录抽水孔地下水水位、水温变化；
- g) 宜使用超声波流量计/电磁流量计配合标准堰箱实时记录出水量；
- h) 抽水试验应部署在能控制具有区域意义的不同含水层（组）的典型地段；
- i) 调查区具有多层含水层时，应对主要含水层布置分层抽水试验；
- j) 地下水水质可能发生变化的地区，应在抽水试验过程中采取 2 组~3 组水样。

#### 8.6.1.2 非稳定流抽水试验要求

应满足下列要求：

- a) 宜大流量、大降深；
- b) 抽水孔涌水量应基本保持常量，波动值不超过正常流量的 3%，当涌水量很小时，可适当放宽；
- c) 使用自记水位仪记录动水位时，宜设置为每分钟观测 1 次；
- d) 抽水试验时，出水量观测的时间，宜在抽水开始后第 1、2、3、4、6、8、10、12、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120 min 各观测 1 次，以后可每隔 30 min 观测 1 次；
- e) 使用超声波流量计/电磁流量计配合标准堰箱记录出水量时，可在抽水开始后第 5、10、15、20、25、30 min 各观测 1 次堰箱流量，以后可每隔 60 min 观测 1 次；
- f) 抽水试验的延续时间应符合下列要求：
  - 1)  $s(\Delta h^2) - \lg t$  关系曲线有拐点时，延续时间宜至拐点后的趋于水平线段；
  - 2)  $s(\Delta h^2) - \lg t$  关系曲线没有拐点时，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  $s(\Delta h^2) - \lg t$  关系曲线确定。

注：在承压含水层中抽水时采用  $s - \lg t$  关系曲线，在潜水含水层中抽水时采用  $\Delta h^2 - \lg t$  关系曲线。

### 8.6.1.3 稳定流抽水试验要求

应满足下列要求:

- a) 宜进行 3 次水位降深, 最大水位降深值应根据水文地质条件, 并考虑抽水设备能力确定, 一般应大于 10 米, 其余 2 次降深值宜分别为最大降深值的 1/3 和 2/3;
- b) 基岩含水层水位降深顺序宜按先大后小, 松散含水层水位降深顺序宜按先小后大逐次进行;
- c) 抽水试验水位稳定标准:
  - 1) 稳定时间内, 主孔水位波动值应不超过 3 cm~5 cm, 观测孔水位波动值应不超过 2 cm~3 cm;
  - 2) 主孔涌水量波动值应不超过平均流量的 3%。
- d) 抽水试验稳定延续时间:
  - 1) 卵石、圆砾和粗砂含水层为 8 h;
  - 2) 中砂、细砂和粉砂含水层为 16 h;
  - 3) 基岩含水层(带)为 24 h。
- e) 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 8 h~12 h;
- f) 抽水试验时, 出水量观测的时间, 宜在抽水开始后的第 5、10、15、20、25、30 min 各观测 1 次, 以后可每隔 30 min 观测 1 次;
- g) 动水位及出水量观测记录要求参照 8.6.1.2 执行。

### 8.6.1.4 其他要求

抽水试验其他技术要求按照 GB 50027 执行。

### 8.6.2 分层抽水试验

应满足下列要求:

- a) 应根据岩心编录及水文测井资料合理部署分层抽水试验目标层位;
- b) 分层抽水试验前应进行止水效果检查;
- c) 分层抽水试验时, 应在封隔器上、下端分别部署自记水位仪, 实时记录地下水水位、水温变化;
- d) 其他技术要求参照 8.6.1 执行。

### 8.6.3 简易抽水试验

应满足下列要求:

- a) 应在水文地质点中选择有代表性的水井进行简易抽水试验, 定额标准见表 3;
- b) 简易抽水试验可采用水井原有水泵进行抽水, 可 1 次水位降深;
- c) 简易抽水试验水位稳定标准参照 8.6.1.3 c) 执行, 可适当放宽;
- d) 抽水试验稳定延续时间一般不小于 6 h;
- e) 动水位及出水量观测记录要求参照 8.6.1.2 执行。

### 8.6.4 微水试验

当地层渗透性较弱、持续抽水较困难时, 宜开展微水试验。应满足如下要求:

- a) 井孔内瞬时注水或瞬时抽水时, 井内水位瞬间有明显变化;
- b) 应在微水试验前, 测量初始地下水位;
- c) 微水试验时, 应使用自记水位仪高频率监测地下水位变化, 测量间隔一般为 0.1 s 至数秒。

### 8.6.5 试坑渗水试验

8.6.5.1 宜采用双环法, 试坑深度为 0.8 m~1.2 m, 外环直径 0.5 m, 内环直径 0.25 m。

8.6.5.2 当单位时间(一般为 30 分钟)渗入水量基本保持恒定或绘制的渗水速率与时间关系曲线呈水平后再延续 2 h~4 h 可停止试验。

### 8.6.6 示踪试验

示踪试验主要用于查明地下水的流速、流向、补给来源、地下分水岭位置、地下水与地表水相互转换关系等，应满足如下要求：

- a) 应在水文地质测绘的基础上开展，水文地质条件复杂区宜开展多源高精度示踪试验；
- b) 应根据示踪试验目的和场地条件选择适宜的示踪剂，示踪剂应安全环保；
- c) 示踪试验前应调查示踪剂本底值，部署示踪剂投放区及检测区；
- d) 连通性质的示踪试验可采用人工取样检测；
- e) 高精度示踪试验宜采用在线监测设备，检测延续时间要求自出现峰值后至恢复本底值为止；
- f) 示踪试验结束后，应检查试验数据的可靠性，判断投放点与接收点之间的连通情况，计算成功连通的径流途径的相关参数。

## 8.7 水文地球化学调查

### 8.7.1 水质分析

#### 8.7.1.1 采样基本要求

采样要求如下：

- a) 应依据地下水补给、径流、排泄分带规律，沿地下水径流方向，按水化学剖面采取样品；
- b) 富水地段和集中供水水源地应采集全分析水样，并在代表性水井采集生活饮用水分析水样；
- c) 抽水试验孔（井）应分层或分段采集全分析水样；
- d) 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；
- e) 地方病分布区、癌症高发区、地下水污染区，应增加采集全分析水样及专项分析水样；
- f) 简分析水样应包括用于分析主要阳离子的水样和主要阴离子的水样；
- g) 全分析水样应包括用于分析主要阳离子分析的水样、主要阴离子的水样和微量组分的水样；
- h) 生活饮用水分析水样应包括用于分析主要阳离子的水样、主要阴离子的水样、微量组分的水样和有机物的水样。

#### 8.7.1.2 样品采集与保存

应满足如下要求：

- a) 在样品采集之前，应充分抽取地下水，在出水水温、电导率、Eh、pH、溶解氧等指标基本稳定后，采集 0.45 μm 滤膜过滤后的滤液；
- b) 用于分析主要阳离子的样品和用于分析微量组分的样品，宜保存于聚乙烯瓶中，加入硝酸酸化至 pH 低于 2.0；
- c) 用于分析主要阴离子的样品，宜保存于聚乙烯瓶中，在低温下（4℃）保存；
- d) 用于分析有机物的样品，宜保存于棕色玻璃瓶中，加入磷酸酸化至 pH 低于 2.0，在低温下（4℃）保存；
- e) 其他要求按照 HJ 493 执行。

#### 8.7.1.3 水质分析项目

8.7.1.3.1 宜在现场测定水温、颜色、混浊度、嗅和味，电导率，Eh、pH、溶解氧、碱度、肉眼可见物等指标。

8.7.1.3.2 简分析主要测定  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $NO_3^-$ 、游离  $CO_2$ 、总硬度、总碱度、总酸度、溶解性总固体、pH 等指标。

8.7.1.3.3 全分析应在简分析基础上增加  $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $NH_4^+$ 、 $Al^{3+}$ 、 $F^-$ 、 $NO_2^-$ 、 $Br^-$ 、 $I^-$ 、锂、锶、铀、镭、铜、汞、镉、钡、铬（六价）、铅、钴、钒、钼、锰、镍、砷、银、磷酸根、偏硼酸、可溶性  $SiO_2$ 、耗氧量等指标，其中， $Fe^{2+}$ 、 $NH_4^+$ 、 $NO_2^-$  应在现场进行测定或添加保护剂。

8.7.1.3.4 生活饮用水分析按照 GB 5749 执行。

8.7.1.3.5 专项分析包括：

- a) 放射性高背景值或高异常地区应增加放射性元素含量或指标分析；
- b) 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，应增加与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；
- c) 地方病区应增加可能与地方病有关的特殊指标和微量元素分析；

- d) 矿区附近应增加与矿产有关的有害微量元素分析。

## 8.7.2 同位素分析

### 8.7.2.1 方法选择

应根据水文地质条件和需要解决的具体问题，选用同位素方法：

- a) 研究地下水补给来源宜采用氢氧稳定同位素；
- b) 研究地下水的形成环境宜采用硫稳定同位素；
- c) 地下水年龄较轻的宜采用<sup>3</sup>H等测定；地下水年龄在几千年至三万年的可采用<sup>14</sup>C测定，更老的可采用<sup>36</sup>Cl等方法测定。

### 8.7.2.2 采样基本要求

应按以下要求进行采样：

- a) 根据区域水文地质特征，部署同位素采样剖面，剖面应沿地下水流向布设；
- b) 不同含水层应有样品控制；
- c) 在条件复杂区、水文地质边界附近宜加密采样；
- d) 应采集相关的大气降水和地表水样品。

### 8.7.2.3 样品采集与保存

应满足如下要求：

- a) 氢氧稳定同位素样品：用样品水样洗3~5次采样瓶（棕色玻璃瓶或聚乙烯瓶）后，直接装瓶，装满后不留气泡，立即密封。
- b) <sup>3</sup>H同位素样品：同氢氧稳定同位素样品的采集与保存方法。
- c) 硫稳定同位素样品：将样品水样过滤（0.45 μm滤膜）后，加入稀盐酸酸化至pH 4~5，以除去HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>和CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>；然后添加过量的BaCl<sub>2</sub>，使水中的SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>沉淀为BaSO<sub>4</sub>；密封采样瓶，测试时将沉淀物取出，尽快分析测定。
- d) 无机碳稳定同位素样品：将样品水样过滤（0.45 μm滤膜）后，加入饱和HgCl<sub>2</sub>溶液（使样品中HgCl<sub>2</sub>浓度达到1.35 mmol/L），装满样品，不留气泡，立即密封，并低温保存（4℃）。
- e) 有机碳稳定同位素样品：将样品水样过滤（0.45 μm）后，加入浓H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>，酸化至pH低于2.0，装满样品，不留气泡，立即密封，并低温保存（4℃）。
- f) 无机碳<sup>14</sup>C同位素样品：同无机碳稳定同位素样品的采集与保存方法。
- g) <sup>36</sup>Cl同位素样品：同分析阴离子样品的采集和保存方法。
- h) 其他要求按照HJ 493执行。

## 8.7.3 岩（土）样分析

应按以下要求采集岩（土）分析样品：

- a) 粒度样品在钻孔岩心中含水层段宜每2 m~3 m取1个，厚度小于2 m应取1个，非含水层段宜每3 m~5 m取1个，厚度小于3 m者应取1个，地层厚度很大时可适当增大取样间隔；
- b) <sup>14</sup>C样品应在岩心中有含碳物质的岩心段采集；
- c) 光释光样品应在岩心中岩性均一的细粉砂、亚砂土中采集，避免在地层界面上采样，若岩性不均匀或沉积层太薄，应在地层界面上上下各取一个样品；
- d) 古地磁样品在岩心中应按0.5 m~1.0 m间隔采样，在可能磁极性变化的层位加密；
- e) 孢粉及微体古生物样品应在岩心中按0.5 m~1.0 m间隔采样，在灰、深灰、灰黑色淤泥质层位和含有化石碎片的层位加密；
- f) 水质异常区或地方病区，应采集钻孔岩土样分析化学成分、可溶盐含量、全氟和水溶氟等含量、放射性元素等含量；
- g) 在厌氧地层中采集微生物样品时，应装入无菌聚乙烯袋，充高纯氮气后，密封并避光低温保存（4℃），运回实验室后在-80℃超低温冰箱中保存。

## 8.8 地下水动态监测

### 8.8.1 监测网部署原则

应按以下原则进行部署：

- a) 应按地下水系统或地表水流域统筹部署，兼顾图幅；
- b) 应能控制工作区地下水动态变化规律；
- c) 在平面上应遵循点、线、面结合，在空间上应遵循浅、中、深相结合的原则；
- d) 应遵循地下水为主、兼顾地表水的原则。

### 8.8.2 监测点布设原则

应按以下原则进行部署：

- a) 控制性地下水及地表水监测点应按剖面布置；
- b) 区域性地下水监测点宜均匀布置，根据不同的情况应考虑：含水层富水性强弱，承压水或潜水，水质类型，所处的部位等；
- c) 区域性河流应按上、中、下游部署流量监测点或建设简易水文站，与地下水转换频繁的地段应加密监测；
- d) 在多层含水层分布区，应设置分层监测孔；
- e) 在易发生与地下水有关的环境地质问题的典型地段应布置监测孔；
- f) 泉水应按不同类型、不同含水层（组）及流量大小分别布置监测点。

### 8.8.3 监测点密度

密度要求如下：

- a) 监测点密度应与水文地质复杂程度、地下水开采利用程度以及地下水环境问题突出程度相适应；
- b) 水文地质条件中等地区主要含水层或开采层的监测点每百平方公里应不少于 1.5~3.0 个，水文地质条件简单地区取中等地区的 80%，水文地质条件复杂地区取中等地区的 120%；
- c) 非主要含水层或非主要开采层监测点密度可根据具体情况适当控制；
- d) 控制性长观点（指按剖面布设的控制性地下水监测点）数量应不低于监测点总数的 20%。

### 8.8.4 监测持续时间

应不少于 1 个水文年。

### 8.8.5 监测项目

#### 8.8.5.1 水位监测

应满足以下要求：

- a) 每月监测 6 次，逢 5 日、10 日监测（二月份为月末日）；
- b) 有条件的地区，应尽可能采用自记水位仪监测；
- c) 对地下水动态变化剧烈的区域，应选择 2~3 次暴雨过程，采用自记水位仪开展高频率监测，监测频率宜不低于 1 次/小时。

#### 8.8.5.2 水量监测

应满足以下要求：

- a) 对于河流、泉水及自流井，流量观测应与地下水水位监测同步；
- b) 地下水开采量的观测，宜安装水表定期记录开采的水量；未安装水表的开采井，应建立开采时间及开采量的技术档案，每月实测一次流量。

#### 8.8.5.3 水质监测

应满足以下要求：

- a) 浅层地下水宜在丰水期和枯水期各取一次水样，进行水质分析；
- b) 深层地下水每年在开采高峰期取一次水样，进行水质分析。

#### 8.8.5.4 水温监测

地下水水温监测可每月进行 1~2 次，并与水位、流量同步观测。

#### 8.8.6 其他要求

其他技术要求按照 DZ/T 0133 执行。

### 8.9 地下水位统测

应满足下列要求：

- a) 应按地下水系统或地表水流域统筹部署，兼顾图幅；
- b) 应在丰水期、枯水期分别统测一次地下水位，绘制地下水等水位（头）线和地下水位埋深图；
- c) 地下水位统测时应采用高精度定位系统测量水位高程；
- d) 宜在同一时段内快速开展，一般不宜超过 15 天，尽量避免雨雪、地下水开采等因素影响；
- e) 图幅内地下水位统测应按 5.4 规定的定额开展。

## 9 综合研究

### 9.1 基本原则

应按如下原则开展：

- a) 应按地下水系统或地表水流域开展综合研究；
- b) 应与调查工作同步进行，并贯穿于调查工作的全过程；
- c) 根据需要，可以按行政区开展地下水资源评价，但应注意与地下水系统评价的一致性；
- d) 对主要地下水富水区、开采区和环境地质问题突出地段等重点区段，应进行专门评价；
- e) 应针对水文地质调查中的技术方法难点，开展技术方法研发与示范应用专题研究。

### 9.2 水文地质条件综合研究

#### 9.2.1 基本要求

应满足下列要求：

- a) 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；
- b) 能够提升区域水文地质条件和地下水形成演化规律（模式）的认识。

#### 9.2.2 研究内容

水文地质条件综合研究内容应根据工作区地质、水文地质研究程度，针对存在的主要水文地质问题有目的进行，例如：

- a) 地下水系统边界类型及地下水系统划分；
- b) 地表水与地下水相互作用；
- c) 地质条件对地下水形成的影响；
- d) 含水层系统三维空间结构特征；
- e) 地下水化学特征、变化规律及其成因；
- f) 地下水成因及其年龄；
- g) 人类活动与气候变化对地下水系统及地下水环境的影响。

### 9.3 地下水资源评价

#### 9.3.1 地下水资源量评价

##### 9.3.1.1 基本要求

应满足下列要求：

- a) 应在综合分析区域水文地质条件的基础上，构建符合区域特点的水文地质概念模型和地下水评价模型；
- b) 应分别评价地下水补给量、地下水可开采量（地下水允许开采量）、深层承压水可利用量和地下水开采潜力；

- c) 应以溶解性总固体为标准,按照 $<1\text{ g/L}$ ,  $1\text{ g/L}\sim 2\text{ g/L}$ ,  $2\text{ g/L}\sim 3\text{ g/L}$ ,  $3\text{ g/L}\sim 5\text{ g/L}$ ,  $>5\text{ g/L}$ 五个等级进行地下水资源数量评价,已被严重污染和可引发地方病的劣质地下水,应指出其所在的含水层,圈出其分布范围,单独予以评价;
- d) 评价工作应充分体现“动态”的观点,要求着重分析研究近几十年来,在自然和人为因素的影响下地下水补给、径流、排泄条件的变化及其对地下水资源量的影响,判断今后地下水资源量可能发生的变化;
- e) 评价方法可根据具体水文地质条件和研究程度选择,宜采用均衡法和数值法结合进行评价;
- f) 将评价的地下水资源量分配到各级行政单元中,要求以最小计算块段所属范围分配,若一个计算块段跨越两个或两个以上的行政单元,应以计算块段中的资源模数、面积并结合当地水文地质条件进行分配。

### 9.3.1.2 地下水补给量评价

应满足下列要求:

- a) 应采用长序列降水量、河川径流量资料,计算多年平均、典型频率水文年(75%、25%)地下水补给量;
- b) 应按现状开采和规划开采方案下分别评价地下水补给量;
- c) 地下水补给量在平原区宜采用排泄量总和法评价,用水均衡法进行校核;在山地丘陵区宜采用排泄量总和法或河川径流量分割法评价;在岩溶地区宜采用补给量总和法或排泄量总和法评价;地下水补给要素较易确定时,可采用补给量总和法评价,用排泄量总和法进行校核;
- d) 使用排泄量总和法评价时,宜以地下水系统作为均衡区,结合地下水补给特征,推定分区地下水补给模数;
- e) 地下水开采量、地下水位、河川径流量、渠道引水量、灌溉面积、灌溉定额等其他相关数据的选取应与降水量时间序列基本一致,并尽可能采用最新数据;
- f) 研究程度比较高、资料序列比较长的地区,应以动态的观点分析研究自然和人为因素对地下水补给、径流、排泄条件及水文地质参数的影响。

### 9.3.1.3 地下水可开采量评价

9.3.1.3.1 应结合水文地质条件,合理确定评价模型环境设置条件。模型环境设置原则如下:

- a) 补给量充足,含水层调蓄能力强时,以多年平均水文年作为模型环境设置条件;
- b) 补给量不充足,含水层调蓄能力较弱时,可采用需水保证率年份作为模型环境设置条件;
- c) 介于上述两者之间,可采用连续枯水年组或设计枯水年组作为模型环境设置条件。

9.3.1.3.2 应根据一定的经济技术水平,结合取水构筑物类型和开采方案规划,在考虑环境约束条件的基础上评价地下水可开采量。应满足以下要求:

- a) 开采方案在技术上可行,经济上合理;
- b) 在开采期内动水位不超过设计值,出水量不会减少;
- c) 不发生危害性的环境地质问题;
- d) 地下水埋藏浅的地区,应增加地下水生态水位埋深作为潜水(或浅层地下水)可开采资源评价的主要约束条件;
- e) 地下水原本埋藏较深或近年来地下水位不断下降的地区,应以地下水位不再继续下降或使地下水环境恢复至规划水平,建立新的地下水位动态平衡为约束条件。

9.3.1.3.3 宜采用地下水水流数值模型计算地下水可开采量。

9.3.1.3.4 视具体水文地质条件和研究程度,也可选用如下方法计算可开采量:

- a) 含水层开采条件比较好、开采程度比较高的平原地区,可用补给量减去不可夺取的消耗量作为可开采量;
- b) 已确定或新发现的富水地段,可利用群井抽水试验或较长时间的单井开采抽水试验所取得数据计算可开采量;
- c) 有较长地下水开采历史和监测资料的地区,可采用地下水位变幅相对稳定时段的开采量作为可开采量;
- d) 资料较少的地区,可参照水文地质条件基本相似且具有多年实际开采资料的地区,采用比拟法评价可开采量。

### 9.3.1.4 深层承压水可利用量评价

在深层承压水具备供水意义的地区，评价深层承压水可利用量时应考虑下列因素：

- a) 深层承压水可利用量评价应考虑环境约束，可选择地面沉降（以每年地面沉降量和总地面沉降量作为水头允许下降的约束条件，进而依据水头允许下降量计算可利用量）或水位下降不超过承压含水层顶板作为约束条件；
- b) 对于研究程度较高，具有非稳定流抽水试验资料的地区，对各个深层承压含水层的容积储存量、侧向补给量、弹性释放量、弱透水层被压缩释放量、越流量应逐项分别计算；
- c) 对于开采程度较高，并具有较长时间观测资料地区，应建立数值模型计算深层承压水可利用量。

### 9.3.1.5 地下水开采潜力评价

应按以下要求进行评价：

- a) 应在地下水资源评价的基础上，对地下水开采潜力和开采程度进行评价；
- b) 地下水开采潜力和开采程度计算公式：

$$Q_{\text{潜}} = Q_{\text{可}} - Q_{\text{开}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\beta = \frac{Q_{\text{开}}}{Q_{\text{可}}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $Q_{\text{潜}}$  ——被评价区域或含水层的地下水开采潜力 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )；
- $Q_{\text{可}}$  ——被评价区域或含水层的地下水可开采量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )；
- $Q_{\text{开}}$  ——被评价区域或含水层的地下水实际开采量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )；
- $\beta$  ——被评价区域或含水层的地下水开采程度。

- c) 地下水开采程度分级：

$\beta \leq 0.4$	开采程度低；
$0.4 < \beta \leq 0.7$	开采程度中等；
$0.7 < \beta \leq 1.0$	开采程度高；
$1.0 < \beta \leq 1.3$	超采；
$\beta > 1.3$	严重超采。

### 9.3.2 地下水质量评价

应按以下要求进行评价：

- a) 应按照 GB/T 14848 进行区域地下水质量评价；
- b) 应按照 GB 5749 进行饮用水卫生评价；
- c) 根据需要，进行灌溉用水、锅炉用水等评价。

## 9.4 与地下水相关的环境地质问题评价

### 9.4.1 评价基本原则

应按下列原则进行评价：

- a) 评价类型应包括现状评价和趋势预测评价两部分，应按照地区水资源开发利用规划，分别预测不同地下水开发利用方案下环境地质问题的发展趋势；
- b) 应充分收集评价区已有的相关资料，尽可能搜集环境地质问题长序列的监测资料；
- c) 评价方法可根据工作区的研究程度和监测资料的积累程度确定，应尽量选取成熟的定量或半定量的评价方法；
- d) 应研究探索科学、先进、实用的地下水相关环境地质问题评价技术方法，提高评价精度和预测可靠性。

### 9.4.2 评价内容

应根据存在的环境问题，确定相应的评价内容：

- a) 地面沉降现状和预测评价;
- b) 地下水超采漏斗现状和预测评价;
- c) 海水入侵现状和预测评价;
- d) 岩溶塌陷现状和预测评价;
- e) 土壤盐渍化现状和预测评价;
- f) 生态环境现状和预测评价;
- g) 地下水污染现状和预测评价等。

#### 9.4.3 评价方法及要求

参照相关规范和技术要求执行。

### 9.5 技术方法研发与示范专题研究

#### 9.5.1 基本要求

应满足下列要求:

- a) 能够提高水文地质调查效率和质量;
- b) 具备推广应用价值。

#### 9.5.2 研究内容

应结合水文地质调查工作,合理设置技术方法研发与示范专题研究内容:

- a) 定量遥感反演技术;
- b) 地面联合物探技术;
- c) 三维编图技术;
- d) 分段压裂增水及分段洗井技术;
- e) 地下水分层监测及无线传输技术;
- f) 小口径钻孔求取水文地质参数技术等。

## 10 成果编制与验收

### 10.1 图件编制

#### 10.1.1 按标准图幅编制的图件

1:50 000 实际材料图、1:50 000 水文地质图(含水文地质剖面图)。

#### 10.1.2 按地下水系统编制的图件

图件要求:

- a) 必编图件:水文地质图(含水文地质剖面图)、地下水资源图、地下水质量图、地下水开发与保护区划图;
- b) 选编图件:地下水位埋深图、地下水等水位(头)线图、地下水位变差图、地下水开采潜力分布图、地下水化学图、立体水文地质结构图、包气带结构图、地下水防污性能图等;
- c) 比例尺可根据综合评价区的面积、出图版面大小确定,一般不宜小于1:250 000。

#### 10.1.3 按行政区或重点区段应编制的图件

按行政区或重点区段开展地下水与相关环境问题综合评价时,应编制应用服务性图件。

#### 10.1.4 图件内容及编图要求

参照相关规范和技术要求执行。

### 10.2 报告编写

10.2.1 应按图幅编写水文地质图说明书,水文地质图说明书编写提纲按照附录C执行。

10.2.2 一般应按地下水系统或地表水流域编写水文地质调查综合研究报告,也可按行政区或重点区段编写水文地质调查综合研究报告,报告编写提纲参照附录D执行。

### 10.3 数据库与信息系统建设

参照相关规范和技术要求执行。

### 10.4 质量检查与成果验收

#### 10.4.1 质量检查

10.4.1.1 检查项目工作部署、工程布置、工作质量和工作进度，是否按项目任务书、审批意见书或合同书，设计要求进行。

10.4.1.2 核查项目质量内控体系和质量检查记录，包括自检、互检、抽检、年检等记录和小结。

10.4.1.3 按照不少于工作量 3 % 的比例，对野外调查点、物探点、测量点、试验点、测试点、取样点等进行抽样检查和野外现场检查。

10.4.1.4 按照不少于工作量 30 % 的比例，对水文地质钻孔、抽水试验等重要勘查工程进行重点检查。

#### 10.4.2 野外验收

##### 10.4.2.1 野外验收的依据

野外验收依据如下：

- a) 任务书、审批意见书或合同等；
- b) 总体设计；
- c) 年度设计；
- d) 有关规范和技术要求。

##### 10.4.2.2 野外验收应具备的条件

野外验收应具备以下条件：

- a) 已完成设计规定的野外工作；
- b) 原始资料齐全，自检互检合格；
- c) 原始资料已经整理，并编目造册；
- d) 进行了必要的综合整理，编写了项目野外工作总结。

##### 10.4.2.3 野外验收应提供的资料

野外验收应提交的资料包括：

- a) 野外实际资料，包括野外手图、实际材料图、野外记录本、记录卡片等原始数据记录、相册、表格，采用野外调查数据采集系统时，提交野外采集数据、记录、实际材料图等数据库；
- b) 钻孔施工记录班报表，野外原始编录资料及相应图件，样品送样单和分析测试结果，岩心、岩样等各类典型实物标本，其他相关资料等；
- c) 质量检查记录；
- d) 野外工作总结。

#### 10.4.3 成果验收

10.4.3.1 成果报告（送审稿）评审应在野外工作验收后六个月内进行。

10.4.3.2 申请成果报告（送审稿）评审，应提供下列技术文件：

- a) 任务书、审批意见书或合同等；
- b) 项目设计；
- c) 质量检查意见；
- d) 野外验收意见。

10.4.3.3 最终成果报告须经主管单位验收批准。

### 10.5 资料归档

#### 10.5.1 资料归档范围

应包括以下资料：

- a) 成果类：终审成果报告、专题报告、附图、附表、数据库等；
- b) 遥感解译类：遥感解译图、遥感数据、解译卡片等；
- c) 野外调查类：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；
- d) 地球物理勘探类：各类物探附图、野外记录簿、照片、仪器记录图纸及电子数据；
- e) 水文地质勘探及水文地质试验类：各种水文地质勘探、试验原始记录及成果；
- f) 样品实验测试类：岩、土、水样品测试分析成果及岩、土物理水理性质实验成果，各种采样记录与图件；
- g) 长期观测类：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；
- h) 技术文件类：项目设计、设计审批意见书，野外验收文件、成果报告评审意见书等；
- i) 电子文件类：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；
- j) 其他应归档的原始资料。

#### 10.5.2 资料归档要求

资料归档按照相关规范执行。

**附 录 A**  
**(规范性附录)**  
**水文地质调查设计编写提纲**

**第一章 前 言**

第一节 项目概况。应简述项目来源、任务书或审批意见书编号、工作起止时间，协作单位及分工等。

第二节 项目的任务。应简述项目的目的、任务、意义。

第三节 工作区自然地理。应简述工作区地理位置、坐标范围、涉及的行政区划、流域、图幅及编号、自然地理概况、地形地貌、气象、水文等，附工作区交通位置图。

第四节 工作区社会、经济发展与水文地质调查工作需求。应简述工作区产业结构、主要工业、农业和第三产业发展前景及其对水文地质调查工作的需求情况。

**第二章 以往工作程度**

第一节 以往区域基础地质工作情况。应简述各种比例尺的区域地质调查、区域化探、矿产地质勘查、遥感地质等成果；

第二节 以往水工环地质工作。应总结以往的水工环地质调查成果，分析工作区内存在的主要问题、已有资料的可利用程度和进一步开展水文地质调查工作的必要性等，附工作程度图。

**第三章 地质、水文地质概况**

第一节 地质概况。应包括地层、地质构造、新构造活动等内容。

第二节 水文地质概况。应包括含水层和隔水层的结构、岩性和分布特征，地下水类型，地下水的补给、径流、排泄条件，地下水化学特征，地下水开发利用及存在的问题等相关内容。

第三节 工作区存在的主要问题。简述工作区存在的主要水文地质环境地质问题及需要解决的重点问题和关键问题。

**第四章 技术路线与工作方法**

第一节 技术路线。应包括工作思路和技术路线等内容，附技术路线图。

第二节 工作方法。应简述调查评价工作采用的主要技术方法、精度要求，对资料收集与二次开发、遥感解译、水文地质测绘、物探、水文地质钻探、野外试验、水土岩样采集与测试、地下水资源计算评价与环境地质问题评价、数据库建设等各项工作应提出具体的技术要求。

**第五章 工作部署**

第一节 工作部署原则与工作重点

第二节 具体工作部署

第三节 年度工作计划与时间安排

**第六章 实物工作量**

应附实物工作量一览表。

**第七章 预期成果**

应简述提交的报告、图件、数据库及其他附件，分总预期成果和年度预期成果。

**第八章 组织机构及人员安排**

应包括项目负责人概况，项目成员，协作单位分工及协作关系等内容。

**第九章 经费预算**

应按照相关规定及要求编写。

**第十章 质量保障与安全措施**

应包括保障任务完成，提高工作质量的具体措施、安全及劳动保护措施以及项目全面质量管理办法及措施等。

附 录 B  
(资料性附录)  
渗透系数计算方法

B.1 单孔非稳定流抽水试验

B.1.1 承压含水层

B.1.1.1 利用抽水孔水位恢复阶段数据求参时, 步骤如下:

- a) 绘制抽水试验水位恢复阶段剩余降深  $s'_w$  和停泵时间  $\lg t'$  的数据曲线;
- b) 图解法求取  $s'_w - \lg t'$  曲线的斜率  $i$ ;
- c) 用公式 (B.1)、(B.2) 计算承压含水层导水系数和水平方向渗透系数。

$$T = \frac{0.183Q}{[i]} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$T$  ——导水系数;

$Q$  ——涌水量;

$i$  ——  $s'_w - \lg t'$  曲线的斜率。

$$K_h = \frac{T}{M} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$K_h$  ——承压含水层水平方向渗透系数;

$M$  ——承压含水层厚度。

B.1.1.2 利用抽水孔水位下降阶段数据求参时, 步骤如下:

- a) 绘制抽水试验水位下降阶段抽水井降深  $s_w$  和开泵时间  $\lg t$  的数据曲线;
- b) 图解法求取  $s_w - \lg t$  曲线的斜率  $i$ ;
- c) 用公式 (B.1)、(B.2) 计算承压含水层导水系数和水平方向渗透系数。

B.1.2 潜水含水层

B.1.2.1 利用抽水孔水位恢复阶段数据求参时, 步骤如下:

- a) 绘制抽水试验水位恢复阶段修正剩余降深  $s'_{wc}$  和停泵时间  $\lg t'$  的数据曲线;

$$s'_{wc} = s'_w - \frac{(s'_w)^2}{2H_0} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$s'_{wc}$  ——水试验水位恢复阶段修正剩余降深;

$s'_w$  ——抽水试验水位恢复阶段剩余降深;

$H_0$  ——抽水前潜水含水层厚度。

- b) 图解法求取  $s'_{wc} - \lg t'$  曲线的斜率  $i$ ;
- c) 用公式 (B.4) 计算潜水含水层水平方向渗透系数。

$$K_h = \frac{0.183Q}{[i]H_0} \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$K_h$  —— 潜水含水层水平方向渗透系数；

$i$  ——  $s'_{wc} - \lg t'$  曲线的斜率。

B. 1. 2. 2 利用抽水孔水位下降阶段数据求参时，步骤如下：

a) 绘制抽水试验水位下降阶段抽水井修正降深  $s_{wc}$  和开泵时间  $\lg t$  的数据曲线；

$$s_{wc} = s_w - \frac{(s_w)^2}{2H_0} \quad \dots\dots\dots (B. 5)$$

式中：

$s_{wc}$  —— 抽水试验水位下降阶段修正水位降深；

$s_w$  —— 抽水试验水位下降阶段水位降深。

b) 图解法求取  $s_{wc} - \lg t$  曲线的斜率  $i$ ；

c) 用公式 (B. 4) 计算潜水含水层水平方向渗透系数。

## B. 2 单孔稳定流抽水试验

参照《水文地质手册》相关章节。

## B. 3 多孔非稳定流抽水试验

参照《水文地质手册》相关章节。

## B. 4 冲击试验

参照《水文地质手册》相关章节。

附录 C  
(规范性附录)  
水文地质图说明书编写提纲

C.1 水文地质图说明书名称

中华人民共和国 ××幅 1:50 000 水文地质图说明书

C.2 水文地质图说明书内容

**前言**

简述图幅的交通位置、行政区划、社会经济、调查工作完成的工作量等。

**一、自然条件**

简述图幅内气象、水文、地貌、地层、构造等内容。

**二、含水层或含水岩组特征**

重点阐述图幅内含水层空间结构、岩性、分布、埋藏特征、富水性、水文地质参数等。

**三、地下水补径排条件及动态特征**

重点阐述地下水的补给、径流、排泄条件，地下水化学特征及其动态变化。

**四、环境地质问题**

简述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，预测发展趋势等内容。

**五、结论与建议**

简述本次调查工作的主要结论及相关建议。

C.3 一般要求

水文地质图说明书应简明扼要，正文一般不超过 15 000 字。

**附录 D**  
**(规范性附录)**  
**水文地质调查综合研究报告编写提纲**

**D.1 综合研究报告名称**

××地下水系统/地表水流域/行政区水文地质调查成果报告

**D.2 综合研究报告内容**

**绪言**

应包含项目的来源、目标任务、工作周期、主要工作内容、工作方法、完成工作量、取得的主要成果等相关内容。

**第一章 自然地理及社会经济**

**第二章 基础地质概况**

应概述工作区（地下水系统、地表水流域或行政区）基础地质条件。

**第三章 水文地质条件**

应综合叙述工作区（地下水系统、地表水流域或行政区）水文地质条件，包括地下水类型，含水层系统，地下水补给、径流、排泄条件，地下水水化学特征，地下水动态特征，地质构造对地下水形成分布的影响，地下水形成演化规律（模式）等。

**第四章 环境地质问题概况**

应概述工作区（重点区段、行政区或地下水系统）与地下水有关的环境地质问题。

**第五章 地下水资源评价**

**第一节 地下水资源评价原则与方法**

**第二节 地下水资源量评价**

**第三节 地下水质量评价**

**第四节 地下水资源潜力评价**

**第六章 环境地质问题评价**

应包括环境地质问题现状评价和发展趋势预测评价。

**第七章 地下水资源开发利用及环境效应**

**第一节 地下水资源开发利用历史**

**第二节 地下水资源开发利用现状**

**第三节 地下水资源开发利用的环境效应**

**第八章 地下水资源合理开发利用方案**

**第一节 地下水资源供需分析**

**第二节 地下水资源合理开发利用方案**

**第九章 结论与建议**

注：综合研究报告应注重科学性与实用性的统一，简明扼要，有的放矢。可根据工作区实际情况，适当增减相关内容。

## 参 考 文 献

- [1] 中国地质调查局. 水文地质手册（第二版）. 北京:地质出版社, 2012.