

## 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发 2014 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标〔2013〕169 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订了本标准。

本标准主要技术内容是:总则、术语和符号、基本规定、水文地质测绘、水文地质物探、钻探与成孔、抽水试验、地下水动态观测、水文地质参数计算、地下水资源评价、地下水环境评价与保护、资料归档及档案管理等。

本标准修订的主要内容是:

1. 调整了勘察阶段的划分;
2. 完善了水文地质参数的计算;
3. 丰富了地下水资源评价的内容;
4. 补充了地下水环境评价的相关要求;
5. 补充了资料归档与档案管理相关内容;
6. 增加了 3 个附录。

本标准由住房和城乡建设部负责管理。

本标准主编单位:中冶武勘工程技术有限公司(地址:湖北省武汉市青山区冶金大道 17 号,邮政编码:430080)

本标准参编单位:吉林大学

长江水利委员会长江科学院

中国市政工程西南设计研究总院有限公司

中勘冶金勘察设计研究院有限责任

公司

中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

机械工业勘察设计研究院有限公司

广西壮族自治区地质环境监测总站

陕西地矿第二工程勘察院有限公司

湖北建科国际工程有限公司

本标准主要起草人员：丁洪元 臧中海 肖长来 江永建

吴庆华 张家发 刘大才 李福申

解西成 袁立江 张继文 王举平

李彦斌 曹小宇 陈 斌 谢昭宇

本标准主要审查人员：徐杨青 化建新 张发旺 聂庆科

康景文 赵治海 辛 伟 闫鼎熠

赵德君

# 目 次

1	总 则	( 1 )
2	术语和符号	( 2 )
2.1	术语	( 2 )
2.2	符号	( 5 )
3	基本规定	( 7 )
4	水文地质测绘	( 11 )
4.1	一般规定	( 11 )
4.2	基本要求	( 14 )
4.3	专项要求	( 16 )
5	水文地质物探	( 20 )
5.1	一般规定	( 20 )
5.2	物探工作布置与方法选择	( 20 )
6	钻探与成孔	( 22 )
6.1	一般规定	( 22 )
6.2	勘探孔布置	( 22 )
6.3	勘探孔结构	( 24 )
6.4	抽水孔过滤器	( 24 )
6.5	勘探孔施工	( 26 )
6.6	勘探孔取样	( 27 )
7	抽水试验	( 29 )
7.1	一般规定	( 29 )
7.2	稳定流抽水试验	( 31 )
7.3	非稳定流抽水试验	( 32 )

8	地下水动态观测	(34)
8.1	一般规定	(34)
8.2	水位观测	(34)
8.3	水量观测	(36)
8.4	水质观测	(36)
8.5	水温与气温观测	(37)
9	水文地质参数计算	(38)
9.1	一般规定	(38)
9.2	渗透系数	(39)
9.3	给水度和释水系数	(44)
9.4	降水入渗系数	(45)
9.5	潜水蒸发系数	(46)
9.6	影响半径	(46)
10	地下水资源评价	(48)
10.1	一般规定	(48)
10.2	地下水资源量评价	(51)
10.3	地下水质量评价	(60)
11	地下水环境评价与保护	(62)
11.1	一般规定	(62)
11.2	环境现状评价	(62)
11.3	环境预测评价	(63)
11.4	地下水资源保护	(63)
12	资料归档及档案管理	(65)
12.1	一般规定	(65)
12.2	资料归档	(65)
12.3	档案管理	(66)
附录 A	供水水文地质勘察报告编写提纲	(68)
附录 B	水文地质常用物探方法	(71)
附录 C	地下水评价预测常用方法	(75)

本标准用词说明 .....	( 86 )
引用标准名录 .....	( 87 )

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

# Contents

1	General provisions	( 1 )
2	Terms and symbols	( 2 )
2.1	Terms	( 2 )
2.2	Symbols	( 5 )
3	Basic requirements	( 7 )
4	Hydrogeological mapping	( 11 )
4.1	General requirements	( 11 )
4.2	Contents and requirements of hydrogeological mapping	( 14 )
4.3	Special requirements of hydrogeological mapping in various regions	( 16 )
5	Geophysical exploration for hydrogeological investigation	( 20 )
5.1	General requirements	( 20 )
5.2	Geophysical exploration arrangement and method election	( 20 )
6	Drilling and pore-forming	( 22 )
6.1	General requirements	( 22 )
6.2	Arrangement of exploration holes	( 22 )
6.3	Structure of exploration holes	( 24 )
6.4	Pumping hole filter	( 24 )
6.5	Construction of exploration holes	( 26 )
6.6	Exploration holes sampling	( 27 )
7	Pumping test	( 29 )
7.1	General requirements	( 29 )

7.2	Steady-flow pumping test	( 31 )
7.3	Unsteady-flow pumping test	( 32 )
8	Groundwater regime observation	( 34 )
8.1	General requirements	( 34 )
8.2	Water level observation	( 34 )
8.3	Water quantity observation	( 36 )
8.4	Water quality observation	( 36 )
8.5	Water temperature and air temperature observation	( 37 )
9	Hydrogeological parameters calculation	( 38 )
9.1	General requirements	( 38 )
9.2	Hydraulic conductivity	( 39 )
9.3	Specific yield and storage coefficient	( 44 )
9.4	Infiltration coefficient of precipitation	( 45 )
9.5	Phreatic water evaporation coefficient	( 46 )
9.6	Radius of influence	( 46 )
10	Groundwater resource evaluation	( 48 )
10.1	General requirements	( 48 )
10.2	Evaluation of groundwater quantity	( 51 )
10.3	Evaluation of groundwater quality	( 60 )
11	Environment evaluation and protection of ground water resources	( 62 )
11.1	General requirements	( 62 )
11.2	Investigation and evaluation of ambient environment	( 62 )
11.3	Evaluation of environment forecast	( 63 )
11.4	Protection of groundwater resources	( 63 )
12	Data archiving and file management	( 65 )
12.1	General requirements	( 65 )
12.2	Data archiving	( 65 )
12.3	File management	( 66 )

Appendix A	Compile outline of water supply hydrogeology .....	( 68 )
Appendix B	Normal geophysical exploration methods of hydrogeology .....	( 71 )
Appendix C	Normal methods of groundwater evaluation and prediction .....	( 75 )
	Explanation of wording in this code .....	( 86 )
	List of quoted standards .....	( 87 )



# 1 总 则

**1.0.1** 为规范供水水文地质勘察,正确地反映水文地质条件,合理地评价、开发和保护地下水资源,保障供水安全,维持生态环境,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于以地下水作为供水水源的水文地质勘察。

**1.0.3** 供水水文地质勘察,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1 供水水文地质勘察** hydrogeological investigation of water-supply

以供水为目的而进行的水文地质勘察工作。

**2.1.2 水文地质条件** hydrogeological condition

地下水的埋藏、分布、补给、径流和排泄,水量和水质及其形成的地质条件等的总称。

**2.1.3 水文地质单元** hydrogeological unit

具有统一边界和补给、径流、排泄条件的地下水系统。

**2.1.4 水文地质参数** hydrogeological parameters

表征地层水文地质特征指标的统称,包括渗透系数、释水系数、给水度、降水入渗系数、潜水蒸发系数、越流参数等。

**2.1.5 地下水动态** groundwater regime

在各种因素综合影响下,地下水的水位、水量、水温及化学成分等要素随时间的变化状态。

**2.1.6 水文地质勘探孔** hydrogeological exploration borehole

为查明水文地质条件或参数,按水文地质钻探要求施工的钻孔。

**2.1.7 稳定流抽水试验** steady-flow pumping test

在抽水过程中地下水流场及各要素能够达到一种新的稳定状态的抽水试验。

**2.1.8 非稳定流抽水试验** unsteady-flow pumping test

在抽水过程中地下水流场及各要素不能够达到新的稳定状态的抽水试验。

**2.1.9 单孔抽水试验** single well pumping test

只在一个抽水孔中进行的不带观测孔的抽水试验。

**2.1.10 多孔抽水试验** single well pumping test with observation wells

在一个抽水孔中抽水并带观测孔的抽水试验。

**2.1.11 群孔抽水试验** pumping test of well group

在两个或两个以上的抽水孔中同时抽水并配置观测孔,各孔的水位和水量有明显相互影响的抽水试验。

**2.1.12 开采性抽水试验** trail-exploitation pumping test

按开采条件或接近开采条件要求进行的抽水试验。

**2.1.13 分层抽水试验** separate-interval pumping test

将抽水试验的目标含水层与其他含水层隔离,分别进行抽水及观测的抽水试验。

**2.1.14 地下水补给量** groundwater recharge

在天然或开采条件下,单位时间内进入含水层的水量。

**2.1.15 地下水储存量** groundwater storage

赋存于含水层中的重力水体积。

**2.1.16 地下水排泄量** groundwater discharge

在天然或开采条件下,单位时间内从含水层中排出的水量。

**2.1.17 地下水资源评价** groundwater resource evaluation

在一定的经济技术开采条件下,论证水位下降不超过允许范围、可开采水量不发生减少、水质不发生恶化、水温符合标准、不产生环境地质问题或产生的环境风险是可接受条件下的可开采量。

**2.1.18 地下水资源量评价** evaluation of groundwater quantity

对地下水水源地或某一地区、某个含水层的补给量、排泄量、储存量、可开采量以及对所用计算方法的适宜性、水文地质参数的可靠性、资源计算结果精度、资源开采保证程度所做出的全面评价。

**2.1.19 地下水可开采量** exploitable reserves of groundwater

经勘察或开采验证,在整个开采期内,地下水水质变化符合利用要求,地下水水位不发生持续下降,不发生危害性的生态、环境地质现象的前提下,单位时间内从水文地质单元或取水地段中能够开采出来的最大水量。

**2.1.20 地下水允许开采量** allowable withdrawal of groundwater

经勘察或开采验证,在当前经济、技术、生态、环境允许条件下并满足地下水资源管控要求时,允许单位时间内从水文地质单元或取水地段中开采出来的水量。

**2.1.21 水文地质概念模型** conceptual hydrogeological model

用语言或图示将含水层实际的边界类型、内部结构、渗透性质、水力特征和补给、排泄等条件概化后所形成的便于进行数学与物理模拟的简化模型。

**2.1.22 地下水数值模型** numerical model of groundwater

以水文地质概念模型为基础所建立的,能接近实际地下水系统结构、水流运动特征和各种渗透要素的一组数学关系式。

**2.1.23 数值模型识别** calibration of numerical model

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

**2.1.24 数值模型检验** verification of numerical model

采用经模型识别后的模型参数和初始、边界条件,选用不同于模型识别所用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,检验数值模型的仿真性,从而选定合理数学模型的过程。

**2.1.25 地下水预报** groundwater forecast

在采用选定的数值模型基础上,在给定开采条件下,预报地下水的水位、水量在时间和空间上的变化。

**2.1.26 同位素示踪测井** radioactive tracer logging

采用人工放射性同位素<sup>131</sup>I、<sup>82</sup>Br等标记天然流场或人工流场中钻孔内的地下水流,利用示踪或稀释原理测定含水层某些水文地质参数的方法。

## 2.2 符 号

- $B$ ——计算断面的宽度、越流参数；
- $C$ ——潜水蒸发系数；
- $E$ ——地下水的蒸发量；
- $F$ ——含水层的面积、降水入渗面积；
- $h$ ——承压水含水层自顶板算起的压力水头高度、潜水含水层在抽水试验时的厚度、潜水含水层在降水前观测孔中的水位高度、水位恢复时的潜水含水层的厚度；
- $\bar{h}$ ——潜水含水层在自然情况下和抽水试验时的厚度平均值；
- $\Delta h^2$ ——潜水含水层在自然情况下的厚度  $H$  和抽水试验时的厚度  $h$  的平方差；
- $H$ ——天然情况下潜水含水层的厚度；
- $i$ ——曲线拐点处的斜率；
- $I$ ——地下水水力坡度；
- $K$ ——渗透系数；
- $L$ ——过滤器的长度；
- $L_0$ ——天然情况下潜水含水层过滤器进水长度；
- $M$ ——承压水含水层的厚度；
- $N_0$ ——同位素初始计数率；
- $N_b$ ——放射性本底计数率；
- $N_t$ ——同位素  $t$  时计数率；
- $P$ ——降水量；
- $Q$ ——出水量、地下水径流量、降水入渗补给量；
- $r$ ——抽水孔过滤器的半径、观测孔至抽水孔的距离、过滤器

- 内半径；
- $r_0$ ——探头半径；
- $r_w$ ——抽水孔半径；
- $R$ ——影响半径；
- $S$ ——承压含水层释水系数；
- $s$ ——水位下降值、水位恢复时的剩余下降值、水位降深；
- $t$ ——时间；
- $V$ ——潜水含水层的体积、水流速度；
- $V_f$ ——测点的渗透速度；
- $W(u)$ ——井函数；
- $W$ ——地下水的储存量、弹性储存量；
- $\Delta W$ ——地下水储存量的变化量；
- $\alpha$ ——降水入渗系数、流场畸变校正系数；
- $\beta$ ——灌溉渗漏补给系数；
- $\epsilon$ ——潜水蒸发量；
- $\epsilon_0$ ——水面蒸发量；
- $\mu$ ——潜水含水层给水度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 供水水文地质勘察应包括下列主要工作：

1 查明勘察区含水层的特征、厚度、分布范围、埋藏条件、地下水的类型和补给、径流、排泄条件；

2 查明地下水的动态规律，评价地下水资源量、可开采量及其水质；

3 确定水源地的范围和取水地段，建议取水构筑物的形式和布局；

4 预测水源地开采后地下水可能发生的变化，对周围环境及生态的影响。

**3.0.2** 供水水文地质勘察工作开始前，应明确勘察任务和要求，搜集分析现有资料，进行现场踏勘，编制勘察纲要；勘察过程中，应严格按勘察纲要设计的内容和工作量实施，当勘察发现工程地质、水文地质条件与原勘察纲要设计存在较大偏差时，应分析原因并及时调整勘察工作布置；勘察工作结束后，应编写供水水文地质勘察报告。

**3.0.3** 供水水文地质勘察工作的内容和工作量，应根据水文地质条件的复杂程度、需水量的大小、不同勘察阶段、不同勘察区已进行工作的程度和拟选用的地下水资源评价方法等因素，综合考虑确定。

**3.0.4** 水文地质条件复杂程度可划分为简单、中等、复杂三类，划分原则宜符合表 3.0.4 的规定。复杂程度判定为简单时，应同时满足全部特征；判定为复杂时，满足其中一项特征即可。

表 3.0.4 水文地质条件复杂程度分类表

类型	复杂程度	水文地质特征
孔隙水	简单	河谷平原宽广；浅埋的单、双含水层，厚度分布比较稳定；地下水补给、径流、排泄条件清楚；水质类型较单一；不良地质不发育
	中等	有多级阶地且显示不清；含水层埋藏深浅不一，双层或多层，岩性、厚度分布不很稳定；补给和边界条件不易查清；水质类型较复杂；不良地质一般发育
	复杂	地貌形态多且难鉴别；埋藏较深的多层含水层，岩性、厚度分布变化较大；补给和边界难以判定；水质复杂或咸水、淡水相间；不良地质强烈发育
岩溶水	简单	地质构造简单，岩性单一，岩溶发育较均匀；补给边界简单；不良地质不发育
	中等	地质构造比较复杂，岩性较复杂；岩溶发育不均匀；补给边界较复杂；不良地质一般发育
	复杂	地质构造复杂，岩性复杂；岩溶发育极不均匀；补给边界复杂；不良地质强烈发育
裂隙水	简单	多为低山丘陵；基岩岩层水平或倾向很缓，构造简单，含水层稳定均一；补给条件及水质较好；多为层间水（潜水或承压水）或强烈风化带潜水；不良地质不发育
	中等	地貌形态多样；基岩褶皱和断裂变动明显；含水层不稳定；补给条件及水质比较复杂；多为深埋的断续分布的多层层间承压水或断裂带脉状水；不良地质一般发育
	复杂	地貌形态多且难判别；基岩褶皱和断裂变动强烈，构造复杂，岩相变化大；含水层厚度及平面分布极不均匀，多为构造裂隙水或断裂带脉状水；不良地质强烈发育



3.0.5 地下水供水水源地规模宜根据可开采量按表 3.0.5 确定。

表 3.0.5 地下水供水水源地规模

水源地分级	可开采量(万 m <sup>3</sup> /d)
特大型	≥15
大型	<15 且 ≥5
中型	<5 且 >1
小型	≤1

3.0.6 供水水文地质勘察工作可划分为初步勘察、详细勘察和开采勘察三个阶段,各勘察阶段的勘察范围、内容、方法、成果及精度应满足相应供水设计阶段的要求,并应符合下列要求:

1 初步勘察阶段应在几个可能的富水地段基本查明水文地质条件,初步评价地下水资源,进行水源地方案比较。控制的地下水可开采量应满足 C 级精度的要求,为水源地选址及初步设计提供依据。

2 详细勘察阶段应查明拟建水源地范围的水文地质条件,进一步评价地下水资源,提出合理开采方案。探明的地下水可开采量应满足 B 级精度的要求,为水源地施工图设计提供依据。

3 开采勘察阶段应查明水源地扩大开采的可能性,或研究水量减少、水质恶化和不良环境工程地质现象等发生的原因。在开采动态或专门试验研究的基础上,验证的地下水可开采量应满足 A 级精度的要求,为合理开采和保护地下水资源和水源地的新建、改建或扩建设计提供依据。

3.0.7 当水文地质条件简单、现有资料较多、水源地已经基本确定和少数管井能满足需水要求时,可直接布置勘探生产井。对有使用价值的勘探孔,当不影响统一开采布局时,也可结合成井。勘探生产井的设计与施工应符合现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 的有关规定。

3.0.8 供水水文地质勘察报告编写内容应符合本标准附录 A 的

规定。图例、图式和符号应符合现行国家标准《综合水文地质图图例及色标》GB/T 14538 的有关规定。

**3.0.9** 水文地质勘察宜采取信息化手段,实时采集、记录、存贮水文地质勘察数据。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 4 水文地质测绘

### 4.1 一般规定

4.1.1 水文地质测绘基本方法可包括水文地质实地测绘法和水文地质遥感信息测绘法。

4.1.2 水文地质测绘的比例尺初步勘察阶段宜为 1 : 50000 ~ 1 : 25000, 详细勘察阶段宜为 1 : 25000 ~ 1 : 10000, 开采勘察阶段比例尺不宜小于 1 : 10000。

4.1.3 水文地质测绘应在已有地形图、地质图基础上进行, 利用的已有地形图、地质图比例尺不应小于本次测绘比例尺。当只有地形图而无地质图或地质图的精度不能满足要求时, 应有针对性地补充地质测绘。

#### I 水文地质实地测绘法

4.1.4 水文地质实地测绘的观测路线布置应符合下列规定:

- 1 宜沿垂直岩层(或岩浆岩体)、构造线走向布置;
- 2 宜沿地貌变化显著方向布置;
- 3 宜沿河谷、沟谷和地下水露头多的地带布置;
- 4 宜沿含水层(带)走向布置。

4.1.5 水文地质实地测绘的观测点布置应符合下列规定:

1 宜在地层分界线、断层线、褶皱轴线、岩浆岩与围岩接触带、标志层、典型露头、不良地质作用和岩性、岩相变化带等处布置;

2 宜在地貌分界线和自然地质现象发育处布置;

3 宜在水井、泉、钻孔、矿井、坎儿井、地表坍塌、岩溶水点和地表水体等处布置;

4 宜在与地下水有关的生态问题和环境地质问题发育处, 及

其他重要显示处布置。

**4.1.6** 水文地质实地测绘精度应与对应勘察阶段的测绘比例尺相适应,每平方公里的观测点数、观测路线长度和密度可按表 4.1.6 确定。重点地段测绘路线及观测点数宜根据需要进行适当增加。

表 4.1.6 水文地质实地测绘的观测点数和观测路线长度

测绘比例尺	地质观测点数 (个/km <sup>2</sup> )		水文地质 观测点数 (个/km <sup>2</sup> )	观测路线 长度 (km/km <sup>2</sup> )	观测路线 间距 (km)
	松散层地区	基岩地区			
1:50000	0.30~0.60	0.75~2.00	0.20~0.60	1.00~2.00	0.80~2.00
1:25000	0.60~1.80	1.50~3.00	1.00~2.50	2.50~4.00	0.50~0.80
1:10000	1.80~3.60	3.00~8.00	2.50~7.50	4.00~6.00	0.30~0.50
1:5000	3.60~7.20	6.00~16.00	5.00~15.00	6.00~12.00	0.15~0.30

注:1 同时进行地质和水文地质测绘时,表中地质观测点数应乘以 2.5;复核性水文地质测绘时,观测点数为规定数的 40%~50%;

2 水文地质条件复杂程度为简单时采用小值,中等时采用中间值,复杂时采用大值;

3 具有水量资料或进行简易抽水的机、民井,应占机、民井的 30%~40%;

4 水位观测点占水文地质观测点比例不应小于 20%,长期观测点占水位观测点比例不应小于 20%。

**4.1.7** 剖面测绘的地质界线应与平面图吻合,并应反映与水文地质条件有关的重要地质现象。当纵横比例尺不同时,纵横比例尺之比不宜大于 5:1。

**4.1.8** 野外记录应符合下列规定:

- 1 内容应真实、全面、重点突出;
- 2 在图上表示的水文地质现象应有现场记录可查;
- 3 重要水文地质点或地质现象应进行素描或摄影、录像;
- 4 水文地质点应统一编号并设置现场标识。

## II 水文地质遥感信息测绘法

**4.1.9** 遥感影像资料的选用应符合下列规定:

- 1 航片的比例尺不宜小于填图的比例尺；
  - 2 卫星遥感数据时相上宜选择与工作时间相近的遥感数据，且宜选择两个以上时相数据；
  - 3 卫星遥感数据应选择高精度卫星遥感数据；
  - 4 卫星遥感数据不应少于一幅假彩色图像。
- 4.1.10 遥感图像水文地质判译应符合下列规定：**
- 1 遥感图像判译应以目视解译为主，计算机自动分类为辅；
  - 2 地质体判译应由已知到未知、由简单到复杂、由单要素到多要素的综合判译；
  - 3 遥感影像的直接判译标志宜包括色调、形状和大小、阴影、纹形图案及组合、微地貌形态、水系等，并应根据现场查勘、已有地质资料和直接判译标志建立对地质体的综合判译标志；
  - 4 判译结果应标绘在影像图上。
- 4.1.11 遥感影像水文地质填图应进行野外验证，并应包括下列内容：**
- 1 检验判释标志；
  - 2 检验判释结果；
  - 3 检验外推结果；
  - 4 补充室内判释难以获得的信息。
- 4.1.12 遥感影像水文地质填图的野外验证工作量，每平方公里的观测点数和观测路线长度宜符合下列规定：**
- 1 实地验证地质观测点数宜为水文地质测绘地质观测点总数的 30%~50%；
  - 2 实地验证水文地质观测点数宜为水文地质测绘水文地质观测点总数的 50%~70%；
  - 3 实地验证观测路线长度宜为水文地质测绘观测路线总长度的 40%~60%。
- 4.1.13 经野外验证后的遥感成果应编制成水文地质图。编制、清绘、整理应符合下列规定：**

- 1 应调整综合判译标志,修正误判、漏判;
- 2 计算机自动分类可进行多源数据综合处理,宜采用监督分类;
- 3 应将遥感地质图与地形、地质、水文地质、物化探资料相互整合,提取各种地质及水文地质要素,叠加套绘成水文地质图。

## 4.2 基本要求

4.2.1 水文地质测绘的基本内容应包括地貌及第四纪地质调查、地质构造调查、地层调查、地下水露头和地表水体调查、水质调查、指示植物调查以及与地下水有关的环境地质问题和生态现状调查等。

4.2.2 地貌及第四纪地质调查宜包括下列内容:

- 1 地貌的形态、成因类型、不同地貌单元的接触关系;
- 2 第四纪沉(堆)积物的成因类型、沉(堆)积环境、物质组成、分布特征;
- 3 新构造运动的特征、强度及其对地貌和区域水文地质条件的影响;
- 4 含水层和地下水的分布、埋藏、补给、径流和排泄条件。

4.2.3 地质构造调查宜包括下列内容:

- 1 褶皱的类型,轴的位置、长度及延伸和倾伏方向;两翼和核部地层的产状、裂隙发育特征及富水地段的位置;
- 2 断层的位置、类型、规模、产状、断距、力学性质和活动性;断层上、下盘的节理发育程度;断裂带充填物的性质和胶结情况;断裂带的导水性、含水性和富水地段的位置;
- 3 不同岩层层位和构造部位中节理的力学性质、发育特征、充填情况、延伸和交接关系及其富水性;
- 4 测区所属的地质构造类型、规模、等级和测区所在的构造部位及其富水性。

4.2.4 地层调查宜包括下列内容:

- 1 地层的成因类型、时代、层序及接触关系；
- 2 地层的颜色、岩性、岩相、结构与构造特征；
- 3 地层的产状、厚度及分布范围；
- 4 不同地层的透水性、富水性及其变化规律。

#### 4.2.5 泉的调查宜包括下列内容：

- 1 泉水出露的地形、地貌、部位、高程及与当地基准面的高差；
- 2 泉的出露条件、成因类型和补给来源；
- 3 泉的流量、涌势及其高度、水质、水温、气体成分和沉淀物；
- 4 泉的动态变化、利用情况；若有供水意义时，设观测站进行动态观测；
- 5 矿泉和温泉的特殊成分、温度及其与周围地下水的关系。

#### 4.2.6 水井调查宜包括下列内容：

- 1 记录井(孔)所处的地形、地貌、地质环境及其附近的卫生防护情况；
- 2 井的类型、深度、井壁结构、井周地层剖面、出水量、水位、水质及其动态变化；
- 3 地下水的开采方式、开采量、用途和开采后出现的问题；
- 4 选择有代表性的水井进行简易抽水试验。

#### 4.2.7 地表水调查宜包括下列内容：

- 1 地表水的流量、水位、水质、水温、含砂量及动态变化；地表水与地下水的补排关系；
- 2 利用现状及其作为人工补给地下水的可能性；
- 3 河床或湖底的岩性和淤塞情况，以及岸边的稳定性。

#### 4.2.8 水质调查应符合下列规定：

- 1 水质全分析的取样水点数不应少于本标准表 4.1.6 中水文地质观测点总数的 40%；
- 2 水质全分析项目的确定应按国家现行标准《地下水质量标准》GB/T 14848、《生活饮用水水源水质标准》CJ/T 3020 的有关

规定执行；当地下水已遭受污染或存在被污染风险时应增加特征污染物的检测项目；

3 水质专门分析取样水点数不应少于全分析点数的 20%；

4 应划分地下水的水化学类型，了解地下水水化学成分的变化规律；

5 应了解地下水污染的来源、途径、范围、深度、危害程度，预测评价对供水水源地的影响，提出防治措施；

6 应了解地下水污染现状，包括污染层位、污染范围，主要污染物种类、浓度及其空间分布。

**4.2.9** 水文地质指示植物调查宜包括下列内容：

1 地植物分布区的地理、地质环境条件；

2 地植物种属分布和群落生态特征，分析其与地下水的关系。

**4.2.10** 与地下水有关的环境地质问题调查宜包括下列内容：

1 环境地质问题的性质、类型、分布特征及现状；

2 环境地质问题发生区域的地下水埋藏和分布特征；

3 环境地质问题发生区域的人为活动特征。

**4.2.11** 与地下水有关的生态保护调查宜包括下列内容：

1 区域生态水文地质条件调查主要包括含水层的结构与分布特征、地下水补给、地下水径流与排泄、地下水位和水温、毛细带水分布、土壤水分布、土壤含水率、地下水化学特征；

2 生态系统调查主要包括植物生态调查、微生物生态调查和动物生态调查。

**4.2.12** 进行水文地质调查时应开展场区风险源调查，包括筛查汇水区范围内可能影响地下水水质的潜在风险，建立风险源目录。

### 4.3 专项要求

**4.3.1** 各类地区水文地质测绘，应根据勘察任务要求和地区的水文地质条件来确定专门调查的内容、范围及其工作精度。



**4.3.2 山间河谷及冲洪积平原地区的调查宜包括下列内容：**

1 不同河流堆积物、湖积物的分布及特点、含水介质的富水性、水化学成分及其分布规律；

2 古河道的变迁、古河床的分布和多种成因沉积物的叠置情况及其特点；

3 阶地的形态、分布范围、地质结构、成因和叠置关系；

4 咸水的分布与埋藏条件，划分咸、淡水界面。

**4.3.3 冲洪积扇地区的调查宜包括下列内容：**

1 冲洪积扇的形态及分布范围、前后缘标高及地面坡度变化、扇间洼地的分布特征；

2 冲洪积扇不同部位垂向及纵横向岩性厚度、埋深、富水性和水质变化特征；

3 地下水溢出带的分布范围、溢出泉流量及总溢出量；

4 埋藏型冲积扇的岩性特征、埋藏条件、分布规律及水文地质特征；

5 扇间洼地的分布特征及水文地质特征。

**4.3.4 滨海平原、河口三角洲和沿海岛屿地区的调查宜包括下列内容：**

1 海水的入侵范围、咸水与淡水的分界面及其变化规律；

2 淡水层(透镜体)的分布范围、厚度、水位及其动态变化；

3 咸水区中淡水泉的成因、补给来源、出露条件、水质和水量；

4 潮汐对地下水动态的影响；

5 海岸的变化特征、新构造运动的表现及其与地下水形成的关系；

6 新近回填区水文地质特征。

**4.3.5 黄土地区的调查宜包括下列内容：**

1 黄土层中所夹粉土、钙质结核(层)和砂卵石含水层的分布范围、埋藏条件和富水性；

- 2 黄土柱状节理、孔隙、溶蚀孔洞的发育特征和富水性；
  - 3 黄土塬上洼地的分布、成因和富水性；
  - 4 黄土底部岩层的富水性或隔水性；
  - 5 黄土地区水土流失、植被及地表水与地下水的关系。
- 4.3.6 沙漠地区的调查宜包括下列内容：**
- 1 古河道、潜蚀洼地和微地貌的分布及其与地下淡水层(透镜体)的关系；
  - 2 喜水植物的分布及其与地下水的埋深和化学成分的关系；
  - 3 沙丘覆盖和近代河道两侧的淡水层的分布及其埋藏条件。
- 4.3.7 冻土地区的调查宜包括下列内容：**
- 1 多年冻土的分布范围；
  - 2 冻土地貌的分布规律及其与地下水的关系；
  - 3 多年冻土层的上下限、厚度、分布规律和赋存的地下水类型；
  - 4 融区的成因、类型、分布范围和水文地质特征。
- 4.3.8 碎屑岩地区的调查宜包括下列内容：**
- 1 层状裂隙(孔隙)含水层的埋藏条件、分布、富水性及其与岩性构造的关系；
  - 2 承压(自流)水盆地、承压(自流)斜地等蓄水构造分布、岩性和富水因素；
  - 3 风化裂隙、构造裂隙的发育程度、充填情况、分布规律及其对含水层富水地段的控制作用；
  - 4 可溶盐的分布和溶蚀程度，咸水与淡水的分界面。
- 4.3.9 可溶岩地区的调查宜包括下列内容：**
- 1 碳酸岩及其他可溶岩层的分布，地层时代、岩性、结构、构造及岩溶层组组合特征，各岩溶层岩溶发育规律；
  - 2 微地貌和岩溶泉与地下水分布的关系；
  - 3 构造、岩性、地下水径流和地表水文网等因素与岩溶发育的关系；

4 暗河(地下湖)的位置、规模、水位和流量,及其补给条件和开发条件;

5 大型洞穴的形状、规模和充填物;

6 当地地表河流侵蚀基准面标高、地下水水力坡度特征与区域岩溶发育特征的关系;

7 岩溶塌陷区分布范围、分布特征。

**4.3.10 岩浆岩和变质岩地区的调查宜包括下列内容:**

1 风化壳的发育特征、分布规律和含水性;

2 岩体、岩脉的岩性、产状、规模、穿插特征,及其与围岩接触带的破碎程度和含水性;

3 玄武岩的柱状节理和孔洞的发育特征及其含水性。

**4.3.11 红层丘陵区的调查宜包括下列内容:**

1 红层丘陵区的地层岩性及风化壳的风化程度、发育深度及其构造与地下水的关系;

2 红层含水层的补给、径流及汇集区域、富水地段、咸淡水界面的埋藏深度、空间分布规律。

## 5 水文地质物探

### 5.1 一般规定

5.1.1 水文地质物探方法应根据勘察区的工程地质和水文地质条件、测试场地的环境条件和物探方法适用条件等因素综合确定，并宜采用多种物探方法进行综合探测。常用物探方法及其适用范围可根据本标准附录 B 选择。

5.1.2 物探的实测资料应结合地质和水文地质条件进行综合分析，提出具有相应水文地质解释的物探成果。

5.1.3 勘探孔宜进行水文测井工作，并结合钻探取样划分地层，为取得有关参数提供依据。

5.1.4 采用物探方法时，被探测体应具备对应物探方法的适用条件。

### 5.2 物探工作布置与方法选择

5.2.1 物探测线的布置宜垂直于被探测体的走向，区域性地下水探测宜按网格状布置测点，对于已掌握水文地质条件的地区，可仅对重点地段和可疑地段布置物探工作。

5.2.2 采用物探方法，可探测下列内容：

- 1 覆盖层的厚度、隐伏的古河床和掩埋的冲洪积扇的位置；
- 2 断层、裂隙带、岩脉等的产状和位置，含水层的宽度和厚度；
- 3 地层分布；
- 4 地下水的水位、流向和渗透速度；
- 5 地下水的可溶性固形物和咸水、淡水的分布范围；
- 6 暗河的位置和隐伏岩溶的分布；

7 多年冻土层下限的埋藏深度等。

### 5.2.3 物探方法选择宜符合下列规定：

1 探测含水层、含水带宜选择电测深法、电剖面法、高密度电法和激发极化法等；

2 探测地下水的分布、规模和埋深宜采用电测深法和浅层折射波法等；

3 探测地下水位宜选择激发极化法、电测深法、瞬变电磁法、地质雷达法等；

4 探测地下水流速、流向和渗透速率等宜选择瞬变电磁法等；

5 探测埋藏较深的地下水宜选择瞬变电磁法等；

6 探测地下水的咸水与淡水在平面上的分布情况，圈定和监测地下水污染状况宜选择电测深法、瞬变电磁法等；

7 划分多层地下水含水层中的咸水、淡水界限宜选择综合测井法等；

8 当有钻孔时，宜选择自然电场法、充电法、综合测井法等；

9 探测冻土可采用直流电法、电磁波法、弹性波法和综合测井法等；

10 探测断层、裂隙带、岩脉等可采用直流电法、电磁波法、弹性波法、天然放射性探测和综合测井法等。

## 6 钻探与成孔

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 勘探孔的布置宜在水文地质测绘和物探的基础上进行。
- 6.1.2 勘探孔孔位和数量应根据水文地质条件的复杂程度、勘察阶段、水源地规模及采用的地下水资源评价方法综合考虑布置。
- 6.1.3 需分别查明各含水层(带)的水位、水质、水温、透水性或需隔离不同水质含水层时,应进行分层止水工作,并检查止水效果。
- 6.1.4 钻探结束时,应对所揭露的地层进行准确分层,并应根据含水层的水头、水质情况分别进行回填或隔离封孔。

### 6.2 勘探孔布置

- 6.2.1 松散层地区勘探线布置应符合表 6.2.1 规定。

表 6.2.1 松散层地区勘探线的布置

类型	勘探线的布置
宽度小于 5km 的山间河谷、冲积阶地地区	宜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,宜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	宜垂直地下水流向布置
冲洪积扇地区	宜沿扇轴布置勘探线,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	宜垂直海岸线布置,查明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	宜垂直和沿河谷、黄土洼地布置,平行或垂直黄土塬的长轴布置

续表 6.2.1

类型	勘探线的布置
沙漠地区	宜垂直和沿河流、古河道(包括河流消失带)和潜蚀洼地布置,或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	宜垂直河流布置,查明融区类型;并结合地貌横切耐寒或喜水植物生长地段布置,查明冻土与融区分布界限

6.2.2 松散层主要类型地区勘探线、勘探孔的距离宜符合表 6.2.2 的规定。线距和孔距在水文地质条件复杂程度简单时可采用大值、复杂时宜采用小值。

表 6.2.2 松散层主要类型地区勘探线、孔距离(km)

类型	初步勘察阶段		详细勘察阶段	
	线距	孔距	线距	孔距
冲洪积平原地区	3.0~6.0	1.0~3.0	1.0~3.0	0.5~1.5
宽度为 1km~5km 的山间河谷冲积阶地地区	1.0~4.0	0.3~1.5	0.5~2.0	0.2~1.0
宽度小于 1km 的山间河谷冲积阶地地区	0.5~2.0	0.2~0.4	0.3~1.0	0.1~0.3
冲洪积扇地区	1.0~4.0	0.3~1.5	0.5~2.0	0.2~1.0

6.2.3 基岩地区勘探孔的布置宜按表 6.2.3 确定。

表 6.2.3 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

续表 6.2.3

类型	勘探孔的布置
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他岩层(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

### 6.3 勘探孔结构

**6.3.1** 勘探孔结构应根据勘察区的地质特性、测试要求及钻探工艺等因素综合确定,孔身结构宜简化。

**6.3.2** 勘探孔的深度宜钻穿有供水意义的主要含水层(带)或含水构造带。

**6.3.3** 勘探孔的孔径设计主要包括开孔直径、孔身各段直径及变径的位置、终孔直径等内容,孔径设计其他内容及要求可根据现行行业标准《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13 的有关规定确定。

**6.3.4** 勘探孔抽水试验段的直径应根据可能的出水量大小、抽水试验的技术要求、过滤器的类型以及拟选用的抽水设备类型、规格确定。

### 6.4 抽水孔过滤器

**6.4.1** 抽水孔过滤器的类型根据不同含水层的性质可按表 6.4.1 选用。基岩含水层中当裂隙、溶洞稳定时,可不设置过滤器。

表 6.4.1 抽水孔过滤器的类型选择

含水层	抽水孔过滤器类型
具有裂隙、溶洞的基岩	骨架过滤器、缠丝过滤器或填砾过滤器
卵(碎)石、圆(角)砾	缠丝过滤器或填砾过滤器



续表 6.4.1

含水层	抽水孔过滤器类型
粗砂、中砂	缠丝过滤器或填砾过滤器
细砂、粉砂	填砾过滤器或包网过滤器

6.4.2 抽水孔过滤器骨架管的内径在松散层中宜大于 200mm, 在基岩中宜大于 100mm。

6.4.3 抽水孔过滤器的长度宜符合下列规定:

- 1 含水层厚度小于 30m 时可与含水层厚度一致;
- 2 含水层厚度大于或等于 30m 时过滤器长度不宜小于 30m;
- 3 当含水层的渗透性差时其长度可增加;
- 4 抽水孔过滤器骨架管孔隙率不宜小于 15%。

6.4.4 非填砾过滤器的包网网眼、缠丝缝隙尺寸应根据含水层的颗粒组成和均匀性并按表 6.4.4 确定。细砂宜取较小值,粗砂宜取较大值。

表 6.4.4 非填砾过滤器进水缝隙尺寸

含水层	过滤器类型	网眼、缝隙尺寸(mm)	
		含水层不均匀系数 $\eta_1 \leq 2$	含水层不均匀系数 $\eta_1 > 2$
砂土类	缠丝过滤器	$1.25d_{50} \sim 1.5d_{50}$	$1.5d_{50} \sim 2.0d_{50}$
	包网过滤器	$1.5d_{50} \sim 2.0d_{50}$	$2.0d_{50} \sim 2.5d_{50}$
碎石土类	缠丝过滤器	$1.25d_{20} \sim 2.0d_{20}$	

注:  $d_{20}$ 、 $d_{50}$  分别为含水层筛分颗粒组成中过筛质量累计为 20%、50% 时的最大颗粒直径。

6.4.5 填砾过滤器的滤料规格和缠丝间隙,应按下列方式确定:

- 1 砂土类含水层过滤器的滤料规格应符合下列要求:
  - 1) 当含水层的  $\eta_1$  小于 10 时,滤料规格宜采用下式计算:

$$D_{50} = 6d_{50} \sim 8d_{50} \quad (6.4.6-1)$$

- 2) 当含水层的  $\eta_1$  大于 3 且填砾厚度大于 200mm~500mm 时,滤料规格宜采用下式计算:

$$D_{50} = 10d_{50} \sim 20d_{50} \quad (6.4.6-2)$$

2 碎石土类含水层填砾过滤器的滤料规格应符合下列要求：

- 1) 当碎石土类含水层的  $d_{20}$  不小于 2mm 时，应充填粒径 10mm~20mm 的滤料；
- 2) 当含水层的  $d_{20}$  小于 2mm 时，填砾过滤器的滤料规格宜采用下式计算：

$$D_{50} = 6d_{20} \sim 8d_{20} \quad (6.4.6-3)$$

3 填砾过滤器滤料的  $\eta_2$  值应小于或等于 2。

4 填砾过滤器的缠丝间隙和非缠丝过滤器的孔隙尺寸可采用  $D_{10}$ 。

6.4.6 填砾过滤器的滤料厚度，粗砂以上含水层宜为 75mm，中砂、细砂和粉砂含水层宜为 100mm。

6.4.7 抽水试验观测孔过滤器可根据含水层特点采用缠丝包网过滤器、圆孔或条孔过滤器、桥式过滤器等。过滤器骨架管的外径不宜小于 75mm。

## 6.5 勘探孔施工

6.5.1 水文地质勘探孔的钻进和成孔工艺应符合下列要求：

- 1 松散层钻进时，根据含水层特性和勘探要求，宜以水压或泥浆护壁钻进为主。必要时可采用跟管钻进；
- 2 钻进基岩或致密、稳定地层时，宜选用清水或无黏性土相冲洗液；
- 3 在钻进有供水意义的含水层时，不应向孔内投放黏土块代替泥浆护壁；
- 4 勘探孔终孔后应进行孔径探孔；
- 5 在下过滤器和填滤料前，应降低孔内的冲洗液浓度；
- 6 抽水孔及观测孔应及时洗孔，并应洗至水位变化反应灵敏为止；
- 7 冲洗介质的质量应符合现行国家标准《管井技术规范》GB

50296 的有关规定。

**6.5.2** 水文地质勘探孔的成孔质量应符合下列规定：

1 孔身各段直径应满足设计要求；

2 孔身在 100m 深度内其孔斜度不宜大于  $1.5^\circ$ ，孔身顶角和方位角不应有突变，泵室段每 100m 孔斜不应大于  $1^\circ$ ；

3 孔深误差不应大于 2‰；

4 洗孔结束前的出水含砂量体积比不宜大于 1/20000。

**6.5.3** 在钻探过程中，应对水位、水温、冲洗液消耗量、漏水位置、自流水的水头和自流量、孔壁坍塌、涌砂和气体逸出情况、岩层变层深度、含水构造和溶洞的起止深度等进行观测和记录。

**6.5.4** 勘探开采井的钻探工作应符合现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 的有关规定。

## 6.6 勘探孔取样

**6.6.1** 岩(土)样采取应符合下列规定：

1 取出的岩(土)样，应准确反映原有地层的岩性、结构及颗粒组成。

2 采取鉴别地层的岩、土样，非含水层宜每 3m~5m 取 1 个。含水层宜每 2m~3m 取 1 个，变层时应加取 1 个。

3 采取试验用的土样，含水层厚度大于 4m 时宜每 4m~6m 取 1 个。含水层厚度小于 4m 时应取 1 个。

4 试验用土样的取样质量，砂不宜少于 1kg、圆砾(角砾)不宜少于 3kg、卵石(碎石)不宜少于 5kg。

5 勘探孔岩芯的采取率，黏性土、完整基岩平均不宜低于 70%，风化带、破碎基岩不宜低于 30%。对于取芯困难的溶洞充填物和破碎带，应查明顶底板界线，并应取出有代表性的岩样。

6 当有测井和井下电视配合时，鉴别地层的岩、土样的数量可适当减少。

**6.6.2** 土样和岩样(岩芯)的描述内容，应符合表 6.6.2 的规定。

表 6.6.2 土样和岩样(岩芯)的描述内容

类别	描述内容
碎石土类	名称、岩性成分、磨圆度、分选性、粒度、密实度、胶结情况和充填物特征
砂土类	名称、颜色、矿物成分、粒度、分选性、湿度、密实度、胶结情况和包含物特征
黏性土类	名称、颜色、湿度、有机物含量、可塑性 and 包含物
岩石类	名称、颜色、矿物成分、结构、构造、胶结物、化石、岩脉、包裹物、风化程度、裂隙性质、裂隙和岩溶发育程度及其充填情况

## 7 抽水试验

### 7.1 一般规定

7.1.1 勘探孔抽水试验可根据水文地质条件的复杂程度及试验目的,选用单孔抽水试验、多孔抽水试验、群孔抽水试验或开采性抽水试验。

7.1.2 抽水试验孔的布置应根据勘察阶段、水文地质条件和地下水资源评价方法等因素确定,并应符合下列要求:

1 初步勘察阶段宜在可能富水的地段布置抽水试验孔;

2 详细勘察阶段宜在含水层(带)富水性较好和拟建取水构筑物地段布置抽水试验孔;

3 开采勘察阶段应在扩大开采区域拟建取水构筑物地段布置抽水试验孔。

7.1.3 抽水试验孔占勘探孔总数的百分比不宜少于表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 抽水试验孔占勘探孔总数的百分比(%)

地区	初步勘察阶段	详细勘察阶段	开采阶段
基岩地区	80	90	100
岩性变化较大的松散层地区	70	80	100
岩性变化不大的松散层地区	60	70	100

7.1.4 在松散含水层中,可用放射性同位素稀释法或示踪法测定地下水的流向、实际流速和渗透速度等。

7.1.5 观测孔的布置应根据试验目的和计算方法的要求确定,并应符合下列规定:

1 以抽水试验孔为原点,宜布置 1 条~2 条观测线;

2 当布置 1 条观测线时,宜垂直地下水流向布置;当布置两条观测线时,其中 1 条宜平行地下水流向布置;

3 每条观测线上的观测孔不宜少于 2 个;

4 距抽水试验孔最近的观测孔应避开三维渗流的影响,距离不宜小于含水层的厚度;最远的观测孔距离宜保证其孔内水位下降值不小于 20cm;

5 各观测孔的过滤器长度宜相等,并应安置在同一含水层中的同一深度。

7.1.6 对富水性强的大厚度含水层,需要划分多个试验段进行抽水时,试验段的长度可采用 20m~30m。

7.1.7 对多层含水层,需分别研究各层含水层的水文地质参数时,应进行分层抽水试验;进行分层抽水试验时,应做好与相邻含水层的止水。

7.1.8 采用数值法评价地下水资源或详细勘察阶段,宜进行 1 次大流量、大降深的群孔非稳定流抽水试验。

7.1.9 试验过程中,应对附近可能受到影响的孔、洞和泉、地表水体等进行水位和流量观测。

7.1.10 在抽水试验各次降深中,抽水吸水管口均应放在同一深度,不同降深的试验宜连续进行。

7.1.11 抽水试验前和抽水试验时,应同步测量抽水孔、观测孔和观测点的自然水位和动水位;抽水试验结束后,应检查孔内沉淀情况。

7.1.12 抽水试验时,应防止抽出的水在抽水影响范围内回渗到含水层中。

7.1.13 水质分析和细菌检验的水样宜在抽水试验结束前采取,数量应根据用水目的和分析要求确定。

7.1.14 水位观测应符合下列规定:

1 抽水试验前应测定静水位;

2 同一试验中应采用同一测量方法和工具,抽水试验孔和观

测孔应同步观测；

3 抽水试验孔中水位测量应读数到厘米，观测孔中水位测量应读数到毫米；

4 恢复水位观测宜在抽水停止后 1min、2min、3min、4min、6min、8min、10min、15min、20min、25min、30min、40min、50min、60min、80min、100min、120min 各观测 1 次，以后宜每隔 30min 观测 1 次；

5 水温、气温观测的时间宜每隔 2h~4h 同步测量一次；

6 静止水位或恢复水位符合下列条件之一时，可停止观测：

1) 连续 3h 水位不变化；

2) 水位呈单向变化时，连续 4h 内每小时水位变化不超过 1cm；

3) 水位升降与自然水位变化一致；

4) 水位历时曲线呈锯齿状变化时，连续 4h 内升降之最大差值不超过 5cm；

5) 采用压力表观测时，连续 8h 指针不动；

6) 达不到上述条件时，观测时间已超过 72h。

7.1.15 出水量的测量精度应符合下列要求：

1 采用堰箱或孔板流量计时，水位测量应读到毫米；

2 采用容积法时，量桶充满水所需的时间不宜少于 15s，应读数到 0.1s；

3 采用水表时，应用秒表测定流出  $10\text{m}^3$  水所需的时间，应读数到 0.1s。

7.1.16 抽水试验期间应对原始资料及时进行整理，抽水试验完成后应编制抽水试验报告。

## 7.2 稳定流抽水试验

7.2.1 抽水试验的水位降深次数应根据试验目的确定，并不宜小于 3 次，其中最大下降值宜达到孔内的设计动水位，其余两次降

值宜分别为最大下降值的 1/3 和 2/3。

**7.2.2** 抽水试验设计动水位应符合下列规定：

1 承压完整井抽水试验抽水孔设计动水位不宜超过承压含水层顶板；

2 潜水完整井抽水试验抽水孔设计水位下降值不宜超过潜水含水层厚度的 1/3。

**7.2.3** 抽水试验的稳定标准应符合下列规定：

1 在抽水稳定延续时间内，抽水孔出水量和动水位与时间关系曲线应仅在一定范围内波动，且没有持续上升或下降的趋势。波动值应符合下列规定：

1) 实测出水量最大值与最小值之差应小于平均出水量的 5%；

2) 实测水位下降最大值与最小值之差应小于平均值的 2%；

3) 当有观测孔时，应以最远观测孔的动水位判定，并应考虑自然水位的影响。

2 抽水试验的稳定延续时间应符合下列规定：

1) 卵石、圆砾和粗砂含水层不宜小于 8h；

2) 中砂、细砂和粉砂含水层不宜小于 16h；

3) 基岩含水层(带)不宜小于 24h。

**7.2.4** 抽水试验时，动水位和出水量观测的时间，宜在抽水开始后的第 5min、10min、15min、20min、25min、30min 各测 1 次，以后宜每隔 30min 或 60min 测 1 次。

### 7.3 非稳定流抽水试验

**7.3.1** 抽水量宜保持稳定，稳定标准应符合本标准第 7.2.3 条的要求。

**7.3.2** 抽水试验的延续时间应按水位下降与时间  $[s(\text{或 } \Delta h^2) \sim \lg t]$  关系曲线确定，并应符合下列要求：



1  $s$ (或  $\Delta h^2$ )  $\sim \lg t$  关系曲线有拐点时,则延续时间宜至拐点后的线段趋于水平;

2  $s$ (或  $\Delta h^2$ )  $\sim \lg t$  关系曲线没有拐点时,则延续时间宜根据试验目的确定。

7.3.3 抽水试验的动水位和出水量观测时间,宜在抽水开始后第 1min、2min、3min、4min、6min、8min、10min、15min、20min、25min、30min、40min、50min、60min、80min、100min、120min 各观测 1 次,以后宜每隔 30min 观测 1 次。

7.3.4 抽水结束或因故中断抽水时,应观测恢复水位。观测频率应与抽水时一致,水位宜恢复到抽水前的静水位。

7.3.5 群孔抽水试验除按本标准第 7.3.1 条~第 7.3.4 条要求外,尚应符合下列规定:

1 当一个抽水试验孔抽水时,对另一个抽水试验孔产生的水位下降值,不宜小于 20cm;

2 抽水试验孔的水位下降次数应根据试验目的确定;

3 各抽水试验孔抽水的起、止时间应一致;

4 当抽水试验孔附近有地表水或地下水露头时,应同步观测其水位、水质和水温。

7.3.6 开采性抽水试验除按本标准第 7.3.5 条要求进行外,尚应符合下列要求:

1 宜在枯水期进行;

2 总出水量宜等于或接近需水量;

3 下降漏斗的水位能稳定时,则稳定延续期不宜少于 1 个月;

4 下降漏斗的水位不能稳定时,则抽水时间宜延续至下一个补给期。

## 8 地下水动态观测

### 8.1 一般规定

8.1.1 地下水动态观测应在分析和基本掌握勘察区地质环境和水文地质条件的基础上,开展以开采含水层为重点的观测工作。

8.1.2 地下水动态观测点宜按观测线和构成观测网的方式布置,并应充分利用已有的勘探孔、水井、泉和其他地下水露头。

8.1.3 地下水动态观测孔过滤器的长度可选用3m~5m,过滤器底部宜设置1m~2m沉淀管,过滤器宜安装在目标含水层中并在稳定动水位5m以下。

8.1.4 地下水动态观测孔管口应高出地面0.5m~1.0m,孔口应设置保护装置,在孔口地面应采取防渗措施。

8.1.5 分层观测的观测孔应分层止水。

8.1.6 地下水动态观测点的控制密度应符合本标准第4.1.6条的规定,宜定时进行并同步观测水位、水量、水质、水温。

8.1.7 地下水动态观测应在勘察开始时同步进行。观测持续时间,初步勘察阶段不宜少于1个枯水期,详细勘察阶段不应少于1个水文年,开采勘察阶段应进行长期观测。

8.1.8 地下水动态观测期间应系统掌握有关的气象和水文资料,并应收集利用勘察区和周边的已有地下水长期动态观测资料。

8.1.9 观测资料应及时整理分析,编制水位、水量、水温等因素的变化过程曲线,等水温线图,等水位线图,水质评价及其他有关图表。

### 8.2 水位观测

8.2.1 地下水位观测线、点的布设应符合下列要求:

- 1 查明各含水层之间的水力联系时,应分层布设观测点;
- 2 查明边界地下水动态时,应在边界有代表性的地段布设观测点;
- 3 查明计算地下水径流量的水位动态资料时,应垂直和平行计算断面布设观测线和观测点;
- 4 查明降水入渗系数和潜水蒸发系数的水位动态资料时,应在地形平坦、水力坡度小、不受地表水和开采地下水影响、水位埋藏深度适宜和含水层与包气带岩性具有代表性的地段布设观测点;
- 5 查明地下水与地表水体之间的水力联系时,应垂直地表水体的岸边线布置观测线和观测点,并应同时布设地表水观测点;
- 6 查明水源地在开采过程中降落漏斗的发展情况时,应在通过漏斗中心主径流带方向和与之垂直方向上布置观测线和观测点,观测线长度应超过漏斗范围;
- 7 查明两个水源地的相互影响或其他抽、排水点对水源地的影响时,应在连接两个漏斗中心的方向上布设观测线和观测点;
- 8 查明数值法计算要求的参数时,应在计算区的代表性水文地质参数分区上布设观测点;
- 9 查明地下水流场时,应平行和垂直于地下水流向布设观测线和观测点;在补给区、径流区、排泄区和水文地质边界的两侧应布设观测点;
- 10 查明滨海水源地地下水潮汐效应时,应在可能有潮汐效应范围内垂直与平行海岸线布设观测线和观测点;
- 11 查明水源地在开采过程中已经或可能引起的地面沉降和岩溶塌陷,或因受地下水位下降影响有关的湿地、景观、地表水体保护区的环境水文地质问题时,应在开采漏斗中心与环境水文地质问题区连线上布设观测线和观测点。

**8.2.2** 地下水水位观测频率宜每隔 5d~10d 观测 1 次,在水位变化剧烈时段应增加观测次数,或采用自动水位记录仪监测;自动水

位监测应符合现行国家标准《地下水监测工程技术规范》GB/T 51040 相关规定;计算降水入渗系数和潜水蒸发系数所需的水位观测时间,应根据计算的具体要求确定。

**8.2.3** 每年低水位期和高水位期应加密观测,每期应各进行 1 次水位统测。

**8.2.4** 水位观测时同一测点同步观测次数不应少于 2 次,且 2 次测量误差不应大于 1cm/10m。

**8.2.5** 观测水位的同时应记录观测点或附近抽排水和其他影响水位变化的有关情况。

### 8.3 水量观测

**8.3.1** 勘察区的重要泉水、暗河、地下水抽排水点和对地下水有补给或排泄作用的河、渠、井宜布设观测点。

**8.3.2** 水量观测频率宜每隔 10d 观测 1 次。重要泉水、地下河和地下水抽排水点,在水量变化剧烈时段应增加观测次数,或采用自动水量记录仪监测;自动水量监测应符合现行国家标准《地下水监测工程技术规范》GB/T 51040 相关规定。

**8.3.3** 井涌水量观测仪器可选用水表或孔口流量计;河、渠和泉流量的观测仪器可根据流量大小,宜选择容器、堰板、流速仪、水表等。

**8.3.4** 观测水量应同时记录观测影响水量变化的有关情况。

### 8.4 水质观测

**8.4.1** 勘察区内的主要水质分区、污染源及其下游、咸水与淡水过渡带及其两侧宜布设观测点。

**8.4.2** 水质观测频率在观测期的每年丰、枯水期各不应少于 1 次,水质变化较大时应增加观测次数;盐(咸)水入侵区的水质观测频率宜为每季(月)1 次。

**8.4.3** 采取水样前宜进行抽水洗孔。

**8.4.4** 水质观测可根据测定项目及其稳定性选择采样室内测定、采样野外水质监测仪现场测定,或采用自动水质监测仪监测;自动水质监测应符合现行国家标准《地下水监测工程技术规范》GB/T 51040 相关规定。

**8.4.5** 水质观测项目宜根据与供水目标有关的水质标准或污染源(污染物)特征确定。盐(咸)水入侵区的水质观测项目可以水质全分析、或氯离子、矿化度等专项指标为主。

## **8.5 水温与气温观测**

**8.5.1** 水温、气温宜与水位、水量、水质观测同步观测。

**8.5.2** 量测观测孔内的水温时,水温计的探头宜置于含水层过滤器部位;量测抽水孔的水温时,宜在抽水孔的出水口处测水温;量测泉水的水温时,水温计的探头宜置于泉眼处。

**8.5.3** 水温计的结构和精度应满足在孔内和泉水中的测温要求。

## 9 水文地质参数计算

### 9.1 一般规定

9.1.1 水文地质参数的计算方法应在分析勘察区水文地质条件的基础上合理地选用。各勘察阶段主要水文地质参数求取方法可按表 9.1.1 选用。

表 9.1.1 各勘察阶段主要水文地质参数求取方法

勘察阶段	渗透系数 $K$ (m/d)	潜水含水层的 给水度 $\mu$	承压含水层的 释水系数 $S$	降水入渗 系数 $\alpha$	潜水蒸发 系数 $C$
初期	非稳定流 单孔抽水试 验、多孔抽 水试验、水 位恢复试验	实验室测 试指示剂法、 非稳定流多 孔抽水试验	实验室测 试、非稳定流 多孔抽水 试验	采用均衡 试验场测定 值、经验公 式计算	采用均衡 试验场测定 值、经验公 式计算
详勘及 开采	多孔抽水 试验、群孔 抽水试验、 水位恢复 试验、同位 素示踪测 井法、数值 法	非稳定流 多孔抽水试 验、非稳定 流群孔抽水 试验、水量 均衡法	非稳定流 多孔抽水试 验、非稳定 流群孔抽水 试验、数值 法	采用均衡 试验场测定 值、水量均 衡法	采用均衡 试验场测定 值、水量均 衡法

9.1.2 水文地质参数计算应符合下列规定：

1 水文地质参数的计算，应根据勘察区含水层类型、抽水试验类别、曲线类型，合理地选用公式；

2 利用抽水试验资料计算含水层参数时，宜选用带观测孔的抽水试验资料；

3 具有较长而系统的地下水动态观测资料时，可利用动态资

料反演水文地质参数；

4 本章所列潜水孔的计算公式,当采用观测孔资料时,其使用范围应限制在抽水试验孔水位下降漏斗坡度小于1/4处。

## 9.2 渗透系数

I 利用稳定流抽水试验资料

9.2.1 利用稳定流单孔抽水试验资料计算渗透系数时,可按下列公式进行计算:

1  $Q-s$ (或  $\Delta h^2$ )关系曲线呈直线时:

1)承压水完整孔渗透系数可按下列公式计算:

$$K = \frac{Q}{2\pi Ms} \ln \frac{R}{r} \quad (9.2.1-1)$$

2)承压水非完整孔渗透系数可按下列公式计算:

当  $M > 150r, L/M > 0.1$  时:

$$K = \frac{Q}{2\pi Ms} \left( \ln \frac{R}{r} + \frac{M-L}{L} \ln \frac{1.12M}{\pi r} \right) \quad (9.2.1-2)$$

当过滤器位于含水层的顶部或底部时:

$$K = \frac{Q}{2\pi Ms} \left[ \ln \frac{R}{r} + \frac{M-L}{L} \ln \left( 1 + 0.2 \frac{M}{r} \right) \right] \quad (9.2.1-3)$$

3)潜水完整孔渗透系数可按下列公式计算:

$$K = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \ln \frac{R}{r} \quad (9.2.1-4)$$

4)潜水非完整孔渗透系数可按下列公式计算:

当  $\bar{h} > 150r$  时,  $L/\bar{h} \geq 0.1$  时:

$$K = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \left[ \ln \frac{R}{r} + \frac{\bar{h}-L}{L} \ln \left( \frac{1.12\bar{h}}{\pi r} \right) \right] \quad (9.2.1-5)$$

当过滤器位于含水层的顶部或底部时:

$$K = \frac{Q}{\pi(H^2 - h^2)} \left[ \ln \frac{R}{r} + \frac{\bar{h}-L}{L} \ln \left( 1 + 0.2 \frac{\bar{h}}{r} \right) \right] \quad (9.2.1-6)$$

式中:  $K$ ——渗透系数(m/d);

$Q$ ——出水量( $m^3/d$ );

$s$ ——水位降深(m);

$M$ ——承压水含水层的厚度(m);

$H$ ——天然情况下潜水含水层厚度(m);

$h$ ——潜水含水层在抽水试验时的厚度(m);

$\bar{h}$ ——潜水含水层在自然情况下和抽水试验时的厚度平均值(m);

$L$ ——过滤器的长度(m);

$r$ ——抽水孔过滤器的半径(m);

$R$ ——影响半径(m)。

2 当  $Q \sim s$  (或  $\Delta h^2$ ) 关系曲线呈曲线时, 渗透系数可按下列公式:

$$s = a_1 Q + a_2 Q^2 + \cdots + a_n Q^n \quad (9.2.1-7)$$

$$K = \frac{1}{2\pi a_1 M} \ln \frac{R}{r} \quad (9.2.1-8)$$

式中:  $a_1, a_2, \cdots, a_n$ ——待定系数。

3 当  $s/Q$  (或  $\Delta h^2/Q$ )  $\sim Q$  关系曲线呈直线时, 可采用作图截距法求出  $a_1$  后, 按本条第 2 款代换, 并计算渗透系数。

9.2.2 利用稳定流多孔抽水试验资料计算渗透系数时, 当观测孔中的水位下降值  $s$  (或  $\Delta h^2$ ) 在  $s$  (或  $\Delta h^2$ )  $\sim \lg r$  关系曲线上能连成直线时, 可按下列公式计算:

1 承压水完整孔渗透系数可按下式计算:

$$K = \frac{0.366Q}{M(s_1 - s_2)} \lg \frac{r_1}{r_2} \quad (9.2.2-1)$$

2 承压水非完整孔渗透系数可按下式计算:

当过滤器紧接含水层顶板,  $L < 0.3M, r_2 \leq 0.3M, r_1 = 0.3r_2$  时:

$$K = \frac{0.16Q}{L(s_1 - s_2)} \times \left( \operatorname{arsh} \frac{L}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L}{r_2} \right) \quad (9.2.2-2)$$

3 潜水完整孔渗透系数可按下式计算:



$$K = \frac{0.732Q}{(2H - s_1 - s_2)(s_1 - s_2)} \lg \frac{r_1}{r_2} \quad (9.2.2-3)$$

4 潜水非完整孔渗透系数可按下列公式计算：

当抽水孔为非淹没式过滤器， $L < 0.3H$ ， $s < 0.3L_0$ ， $r_1 = 0.3r_2$ ， $r_2 \leq 0.3H$ 时：

$$K = \frac{0.16Q}{L''(s_1 - s_2)} \times \left( \operatorname{arsh} \frac{L''}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L''}{r_2} \right) \quad (9.2.2-4)$$

$$L'' = L_0 - 0.5(s_1 - s_2) \quad (9.2.2-5)$$

式中： $K$ ——渗透系数(m/d)；

$Q$ ——出水量( $\text{m}^3/\text{d}$ )；

$s$ ——潜水含水层抽水井水位降深(m)；

$s_1, s_2$ ——观测孔 1 和观测孔 2 水位降深(m)；

$r_1, r_2$ ——观测孔 1 和观测孔 2 至抽水井的距离(m)；

$M$ ——承压水含水层的厚度(m)；

$H$ ——天然情况下潜水含水层厚度(m)；

$L_0$ ——天然情况下潜水含水层过滤器进水长度(m)；

$L$ ——过滤器的长度(m)；

$r$ ——抽水孔过滤器的半径(m)。

## II 利用非稳定流抽水试验资料求参

9.2.3 利用单孔或多孔非稳定流抽水试验抽水孔或观测孔的水位下降资料计算渗透系数，在没有越流补给且含水层近似均质、等厚、侧向无限延伸、初始水头水平等条件下，可按下列公式计算：

### 1 配线法：

1) 承压水完整孔渗透系数可按下式计算：

$$K = \frac{Q}{4\pi Ms} W(u) \quad (9.2.3-1)$$

2) 潜水完整孔渗透系数可按下式计算：

$$K = \frac{Q}{2\pi(2H - s)s} W(u) \quad (9.2.3-2)$$

式中： $Q$ ——出水量( $\text{m}^3/\text{d}$ )；

$W(u)$ ——井函数；

$K$ ——渗透系数(m/d)；

$H$ ——天然情况下潜水含水层厚度(m)；

$s$ ——水位降深(m)。

## 2 直线图解法：

当利用抽水孔资料且满足  $u < 0.01$ ；或利用观测孔资料且满足  $u < 0.05$  时。可按下列公式计算：

1) 承压水完整孔渗透系数可按下式计算：

$$K = 0.183 \frac{Q}{Mi} \quad (9.2.3-3)$$

式中： $i$ —— $s \sim \lg t$  曲线上直线段的斜率。

2) 潜水完整孔渗透系数可按下式计算：

$$K = 0.366 \frac{Q}{i} \quad (9.2.3-4)$$

式中： $i$ —— $\Delta h^2 \sim \lg t$  曲线上直线段的斜率。

3 利用简化泰斯或泰斯公式，采用最小二乘拟合法进行求参计算。

**9.2.4 多孔非稳定流抽水试验。**在有越流补给且含水层近似满足均质等厚、侧向无限延伸、初始水头水平等条件下，可按下列公式计算：

1 配线法求取渗透系数可按下式计算：

$$K = \frac{Q}{4\pi M_s} W\left(u, \frac{r}{B}\right) \quad (9.2.4-1)$$

式中： $r$ ——观测孔至抽水孔中心的距离(m)；

$B$ ——越流参数。

2 拐点法求取渗透系数可按下式计算：

$$K = 0.183 \frac{Q}{Mi} e^{-\frac{r}{B}} \quad (9.2.4-2)$$

式中： $e^{-\frac{r}{B}}$ ——可通过贝塞尔函数表查得。

3 当实测的  $s \sim \lg t$  曲线未出现拐点时，可用切线法确定参

数,用外推法确定最大降深  $s_{\max}$ 。

III 利用水位恢复和同位素示踪测井资料求参

**9.2.5 稳定流抽水试验或非稳定流抽水试验**,在含水层满足均质等厚、侧向无限延伸条件下当利用水位恢复资料计算渗透系数时,可按下列公式计算:

1 停止抽水前,当动水位已稳定时,可采用  $s$ (或  $\Delta h^2$ )  $\sim$   $\lg\left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right)$  直线图解法确定:

1) 承压含水层渗透系数可按下式计算:

$$K = 0.183 \frac{Q}{Mi} \quad (9.2.5-1)$$

2) 潜水含水层渗透系数可按下式计算:

$$K = 0.366 \frac{Q}{i} \quad (9.2.5-2)$$

2 停止抽水前,当动水位没有稳定,仍呈直线下降时:

1) 承压含水层完整孔渗透系数可按下式计算:

$$K = \frac{Q}{4\pi Ms} \ln\left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right) \quad (9.2.5-3)$$

2) 潜水含水层完整孔渗透系数可按下式计算:

$$K = \frac{Q}{2\pi(H^2 - h^2)} \ln\left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right) \quad (9.2.5-4)$$

式中:  $t_k$ ——抽水开始到停止的时间(min);

$t_T$ ——抽水停止时算起的恢复时间(min);

$s$ ——水位恢复时的剩余下降值(m);

$h$ ——水位恢复时的潜水含水层厚度(m);

$i$ ——水位恢复时  $s$ (或  $\Delta h^2$ )  $-\lg t$  曲线上拐点处的斜率。

**9.2.6 利用同位素示踪测井资料计算渗透系数时**,可按下列公式计算:

$$K = \frac{V_f}{I} \quad (9.2.6-1)$$

$$V_f = \frac{\pi(r^2 - r_o^2)}{2art} \ln \frac{N_o - N_b}{N_t - N_b} \quad (9.2.6-2)$$

式中： $V_f$ ——测点的渗透速度(m/d)；

$I$ ——地下水水力坡度；

$r$ ——过滤器内半径(m)；

$r_o$ ——探头半径(m)；

$t$ ——示踪剂浓度从  $N_o$  变化到  $N_t$  所需的时间(d)；

$N_o$ ——同位素初始计数率；

$N_t$ ——同位素  $t$  时计数率；

$N_b$ ——放射性本底计数率；

$a$ ——流场畸变校正系数。

### 9.3 给水度和释水系数

**9.3.1** 潜水含水层的给水度和承压含水层的释水系数,可利用非稳定流抽水试验观测孔的水位降深资料确定,或用室内试验及稳定流抽水试验、指示剂法等野外试验确定。

**9.3.2** 当利用稳定流完整孔抽水试验资料计算潜水含水层给水度时,可按下列公式计算:

$$\mu = \frac{Qt}{\pi(h + h_w)(r^2 - r_w^2)/2} \quad (9.3.2)$$

式中： $\mu$ ——潜水含水层给水度；

$Q$ ——出水量( $m^3/d$ )；

$t$ ——抽水至稳定的时间(d)；

$r_w$ ——抽水孔半径(m)；

$r$ ——观测孔至抽水孔的距离(m)；

$h_w$ ——水位稳定时,抽水孔水位至含水层底板的厚度(m)；

$h$ ——水位稳定时,观测孔水位至含水层底板的厚度(m)。

**9.3.3** 当利用抽水试验资料计算承压水含水层释水系数时,可按下列公式计算:

1 当利用稳定流完整孔抽水试验资料时,可按下式计算:

$$S = \frac{Qt}{\pi M(r^2 - r_w^2)} \quad (9.3.3-1)$$

2 当利用非稳定流抽水试验资料时,可按下式计算:

$$S = \frac{2.25KMt_0}{r^2} \quad (9.3.3-2)$$

式中:  $S$ ——承压含水层释水系数;

$M$ ——承压含水层厚度(m);

$t_0$ —— $s \sim \lg t$  曲线上直线段延长线与横轴的交点坐标(min)。

## 9.4 降水入渗系数

9.4.1 勘察区或附近设有地下水均衡场时,降水入渗系数可直接采用均衡场的降水入渗系数的观测计算值或采用比拟法确定。

9.4.2 在平原地区,利用降水过程前后的地下水水位观测资料计算潜水含水层的1次降水入渗系数时,可按下式计算:

$$\alpha = \mu(h_{\max} - h \pm \Delta h \times t) / X \quad (9.4.2)$$

式中: $\alpha$ ——1次降水入渗系数;

$h_{\max}$ ——降水后观测孔中的最大水柱高度(m);

$h$ ——降水前观测孔中的水柱高度(m);

$\Delta h$ ——临近降水前,地下水水位的天然平均降(升)速(m/d);

$t$ ——从  $h$  变到  $h_{\max}$  的时间(d);

$X$ —— $t$  日内降水总量(m)。

9.4.3 利用全年降水入渗补给地下水总量与降水量的比值计算降水入渗系数时,可按下式计算:

$$\alpha = \frac{Q}{1000F \times P} \quad (9.4.3)$$

式中: $\alpha$ ——降水入渗系数;

$Q$ ——降水入渗补给量( $m^3$ );

$F$ ——降雨入渗面积( $km^2$ );

$P$ ——降水量(mm)。

## 9.5 潜水蒸发系数

9.5.1 勘察区或附近设有地下水均衡场时,潜水蒸发系数可直接采用均衡场潜水蒸发系数的观测计算值或采用比拟法确定。

9.5.2 在平原地区,利用潜水蒸发期间的地下水水位观测资料计算潜水蒸发系数时,可按下列公式计算:

$$C = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (9.5.2)$$

式中: $C$ ——潜水蒸发系数;

$\epsilon$ ——潜水蒸发量(m);

$\epsilon_0$ ——水面蒸发量(m)。

## 9.6 影响半径

9.6.1 利用稳定流抽水试验观测孔中的水位下降资料计算影响半径时,在无限含水层中,且  $r_w \leq r \leq 0.178R$  时,可按下列公式计算:

1 承压水完整孔影响半径可按下式计算:

$$\lg R = \frac{s_1 \lg r_2 - s_2 \lg r_1}{s_1 - s_2} \quad (9.6.1-1)$$

2 潜水完整孔影响半径可按下式计算:

$$\lg R = \frac{\Delta h_1^2 \lg r_2 - \Delta h_2^2 \lg r_1}{\Delta h_1^2 - \Delta h_2^2} \quad (9.6.1-2)$$

式中: $R$ ——影响半径(m);

$s_1$ ——距离抽水井距离为  $r_1$  的观测孔水位降深(m);

$s_2$ ——距离抽水井距离为  $r_2$  的观测孔水位降深(m);

$\Delta h_1$ ——距离抽水井距离为  $r_1$  的观测孔潜水静水位与动水位之差(m);

$\Delta h_2$ ——距离抽水井距离为  $r_1$  的观测孔潜水静水位与动水位之差(m)。

9.6.2 利用稳定流抽水试验观测孔降深资料,绘制降深-距离半

对数关系曲线,宜采用直线图解法计算影响半径。

**9.6.3** 利用非稳定流抽水试验计算影响半径,可按下列公式计算:

1 承压含水层影响半径可按下式计算:

$$R = 1.5 \sqrt{\frac{KMt}{S}} \quad (9.6.3-1)$$

2 潜水含水层影响半径可按下式计算:

$$R = 1.5 \sqrt{\frac{KHt}{\mu}} \quad (9.6.3-2)$$

式中: $t$ ——抽水时间(d);

$S$ ——释水系数;

$\mu$ ——给水度。

## 10 地下水资源评价

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 地下水资源评价包括地下水资源量评价、地下水质量评价及其预测,预测模型可按本标准附录 C 选用。

**10.1.2** 评价区地下水资源评价应具备下列资料:

- 1 含水层的岩性、结构、构造、厚度、分布规律、水力性质、富水性以及有关参数;
- 2 含水层的边界条件和地下水的补给、径流、排泄条件;
- 3 水文、气象资料和地下水动态观测资料;
- 4 地下水水质调查、分析资料;
- 5 地下水的开采利用现状及规划;
- 6 环境水文地质资料。

**10.1.3** 地下水资源的分类分级应按现行国家标准《地下水资源储量分类分级》GB/T 15218 的有关规定执行。

**10.1.4** 地下水资源评价方法可根据需水量、水质、勘察阶段和区内水文地质条件按表 10.1.4 确定;应选用两种及以上方法进行计算和分析比较。

表 10.1.4 地下水资源评价方法分类表

评价方法分类	主要方法	所需资料	适用条件
水量均衡法	水均衡法, 单项补给量计算法, 综合补给量计算法, 开采模数法	需测定均衡区内各项水量均衡要素	宜为独立的水文地质单元, 补给项或消耗项单一, 水均衡要素易于确定



续表 10.1.4

评价方法分类	主要方法	所需资料	适用条件
渗流理论法	解析法	渗流运动参数和给定边界条件、初始条件	含水层均质程度较高,边界条件简单,可概化为已有计算公式
	数值法	1 个水文年以上的气象、地下水的源汇项、水位、水量动态观测资料或一段时间抽水观测资料	含水层非均质,但内部结构清楚;边界条件复杂,但能查清;对评价精度要求较高,面积较大
统计理论法	系统理论方法,相关外推法, $Q\sim s$ 曲线外推法,开采试验法,频率分析法	需抽水试验或开采过程中的动态观测资料	不受含水层结构及复杂边界条件的限制,适用于已建水源地或泉水扩大开采评价
	地下水水文学方法	河水及泉水动态资料	较大范围地下水资源评价
	岩溶管道截流总和法、泉水流量衰减法	泉水动态资料	泉域水资源评价
相似比理论法	直接比拟法,间接比拟法	需类似水源地的勘探或开采统计资料	已有水源地和勘探水源地地质条件和水资源形成条件相似

**10.1.5** 地下水资源评价地域应覆盖较为完整的或独立的水文地质单元,或不小于地下水开采的影响区域,并应对拟开采含水层和对有补给关系的其他含水层及地表水体一并进行水量和水质的综合评价。

**10.1.6** 地下水可开采量精度的分级应符合下列规定:

1 地下水可开采量精度按开采勘察、详细勘察、初步勘察三个勘察阶段可分为 A、B、C 三级；

2 地下水可开采量分级精度要求宜按表 10.1.6 进行评价。

表 10.1.6 地下水可开采量分级精度要求

勘察阶段	精度/分级	水文地质研究程度				可开采量研究程度
		水文地质条件	动态观测	边界条件	水文地质参数	
初步勘察	C	初步查明地下水源区水文地质条件和地下水资源状况；分析主要含水层的分布及水文地质特征，圈定富水地段	观测资料不少于 1 个水文年；泉流量观测资料不少于 3 个水文年	初步查明水文地质单元的边界条件	根据抽水试验和地下水观测资料计算求参	初步评价地下水资源、计算地下水可开采量。允许误差 ± 35%
详细勘察	B	查明地下水源区水文地质条件和地下水资源状况；查明拟开采含水层的分布特征，圈定宜井区	观测资料不少于 2 个水文年；泉源水源地流量观测资料不少于 5 个水文年	查明并量化水文地质单元或计算区的边界条件；建立相应的水文地质概念模型	根据多孔抽水试验或开采性抽水试验及地下水观测资料计算求参	评价地下水资源，论证并确定地下水可开采量；泉源水源地应计算不同保证率的可开采量。允许误差 ± 20%
开采	A	查明开采运行条件下水文地质条件和地下水资源的变化情况，分析、论证出现的水文地质问题；具有为解决水源地具体课题所进行的专门研究和试验成果	3 年以上开采动态资料；泉源水源地流量、水质观测资料不少于 10 年	验证、修正水文地质单元或计算区的边界条件，验证、完善水文地质概念模型	根据水源地开采动态资料，验证水文地质参数	对地下水可开采量进行系统的多年均衡计算和评价。允许误差 ± 10%；提出改造、扩建和保护地下水资源的建议措施

## 10.2 地下水资源量评价

10.2.1 地下水资源量评价应具备下列资料：

- 1 初步拟定的取水构筑物类型和布置方案；
- 2 地下水与地表水的开发利用现状资料。

10.2.2 地下水资源量评价宜按水文地质单元进行，计算方法和评价精度应根据勘察阶段、勘察资料和勘察区水文地质条件确定。

10.2.3 地下水资源量评价应符合下列要求：

- 1 平原区或水源地应分别计算补给量、排泄量、储存量及其变化量和可开采量；
- 2 山丘区无法计算补给量时可只计算排泄量；
- 3 宜采用两种或两种以上适合勘察区特点的方法进行比较计算。

10.2.4 地下水资源量评价应考虑下列因素：

- 1 地下水、地表水、大气降水之间的相互转化；
- 2 地下水补给量和排泄量的可能变化；
- 3 地下水储存量的调节作用和调节能力。

10.2.5 地下水资源量评价宜按下列步骤进行：

- 1 根据初步估算的地下水水量和拟定的开采方案，计算取水构筑物的开采能力和区域动水位；
- 2 确定开采条件下能够取得的补给量，包括补给量的增量、蒸发与溢出的减量；
- 3 根据需水量和水源地类型，论证在整个开采期内地下水流域能否达到新的平衡；
- 4 分析确定新开采条件下所诱发的环境和生态保护问题；
- 5 确定可开采量。

10.2.6 地下水资源量计算时段的选择应符合下列规定：

- 1 补给量充足，水文地质单元具有多年调蓄能力时，可采用勘察年份前5年~10年的多年平均值或典型组合的平均值作为

计算时段。条件具备时可采用 20 年~30 年及以上的多年平均值。

2 补给量不充足,水文地质单元所对应的区段调蓄能力不大时,可采用需水保证率年份作为计算时段。

3 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计算时段。

#### I 地下水补给量确定

**10.2.7** 地下水的补给量应计算地下水径流的流入、降水入渗、地表水渗入、越流补给和其他渗径进入含水层(带)的水量,并按按自然状态和开采条件下两种情况进行计算。

**10.2.8** 地下径流补给量  $Q_{lr}$  可按下列方法确定:

1 侧向补给量可按下列式计算:

$$Q_{lr} = K \times I \times B \times M \quad (10.2.8)$$

式中: $Q_{lr}$ ——地下水径流补给量( $m^3/d$ );

$I$ ——自然状态或开采条件下的地下水水力坡度;

$B$ ——计算断面的宽度( $m$ );

$M$ ——计算断面含水层厚度( $m$ )。

2 岩溶区或大型泉域可采用地下径流模数法确定地下径流补给量。

**10.2.9** 降水入渗的补给量  $Q_{pr}$  可按下列方法确定:

1 利用降水入渗系数求取降水入渗的补给量,可按下列式计算:

$$Q_{pr} = F \times \alpha \times P / 365 \quad (10.2.9-1)$$

式中: $Q_{pr}$ ——日平均降水入渗补给量( $m^3/d$ );

$F$ ——降水入渗面积( $m^2$ );

$\alpha$ ——年平均降水入渗系数;

$P$ ——年降水量( $m$ )。

2 在地下水径流条件较差,以垂直补给为主的潜水分布区,降水入渗补给量可按下列式计算:

$$Q_{pr} = \mu \times F \times \sum \Delta h / 365 \quad (10.2.9-2)$$

式中： $\sum \Delta h$ ——1年内每次降水后，地下水水位升幅之和(m)；

$\mu$ ——潜水含水层的给水度。

3 地下水径流条件良好的潜水分布区，可用数值法计算降水入渗补给量。

**10.2.10** 地表水渗漏补给量可按下列方法计算：

1 河(渠)渗漏补给量  $Q_{sr}$  可按下列方法确定：

1) 河(渠)双侧渗漏补给量可根据河(渠)上、下游断面的流量资料采用水文分析法按下式计算：

$$Q_{sr} = (Q_u - Q_d + Q_i - Q_o)(1 - \lambda) \frac{L}{L'} \quad (10.2.10-1)$$

式中： $Q_{sr}$ ——河(渠)渗入补给量( $m^3$ )；

$Q_u$ 、 $Q_d$ ——河(渠)上、下游水文断面实测流量( $m^3$ )；

$Q_i$ ——河(渠)上、下游水文断面间汇入该河(渠)段的流量( $m^3$ )；

$Q_o$ ——河(渠)上、下游水文断面间引出该河(渠)段的流量( $m^3$ )；

$\lambda$ ——修正系数，一般取 0.2~0.4；

$L$ ——计算河(渠)段的长度(m)；

$L'$ ——河(渠)上、下游水文断面间河(渠)段的长度(m)。

2) 河(渠)单侧渗入补给量可采用达西公式或地下水动力学公式计算。

2 湖(塘)渗漏补给量( $Q_{rr}$ )可采用水量平衡法按下式计算：

$$Q_{rr} = Q_i + P - \epsilon_o - Q_o - \epsilon_i \pm Q_s \quad (10.2.10-2)$$

式中： $Q_{rr}$ ——湖(塘)渗漏补给量( $m^3$ )；

$Q_i$ ——湖(塘)汇入流量( $m^3$ )；

$P$ ——湖(塘)水面降水量( $m^3$ )；

$\epsilon_o$ ——湖(塘)水面蒸发量( $m^3$ )；

$Q_0$ ——湖(塘)引出流量( $m^3$ );

$e_i$ ——湖(塘)周边浸润带蒸发量( $m^3$ );

$Q_s$ ——湖(塘)蓄变量,即年初、年末蓄水量之差( $m^3$ ),年初蓄水量较大时取“+”值,年末蓄水量较大量取“-”值。

3 灌溉渗漏补给量  $Q_{ir}$ 可按下列方法计算:

1) 利用灌溉定额资料求取灌溉渗漏补给量,可按下式计算:

$$Q_{ir} = \beta m F_g / 365 \quad (10.2.10-3)$$

式中: $Q_{ir}$ ——灌溉水渗入补给量( $m^3/d$ );

$\beta$ ——灌溉渗漏补给系数;

$m$ ——灌溉定额( $m^3/亩$ );

$F_g$ ——灌溉面积(亩)。

2) 利用地下水动态观测资料求取灌溉渗漏补给量,可按下式计算:

$$Q_{ir} = \mu F_g \sum \Delta h / 365 \quad (10.2.10-4)$$

式中: $\sum \Delta h$ ——1年内灌溉引起的地下水水位升幅之和(m)。

10.2.11 相邻含水层的越流补给量可按下列方法确定:

1 能够确定相邻弱透水层的有关参数时,越流补给量可按下式计算:

$$Q_{le} = K_s F_s \frac{H_s - h}{M_s} + K_x F_x \frac{H_x - h}{M_x} \quad (10.2.11)$$

式中: $Q_{le}$ ——越流补给量( $m^3/d$ );

$K_s, K_x$ ——计算含水层上、下弱透水层垂向渗透系数(m/d);

$M_s, M_x$ ——计算含水层上、下弱透水层厚度(m);

$F_s, F_x$ ——计算含水层上、下弱透水层越流面积( $m^2$ );

$H_s, H_x$ ——计算含水层上、下补给层的地下水水位(m);

$h$ ——计算含水层或开采漏斗的平均水位(m)。

2 具有分层动态观测资料时,可采用数值法确定。

**10.2.12** 利用开采区内的地下水排泄量和含水层中地下水储存量之差计算补给量时,可按下式计算:

$$Q_r = E + Q_Y + Q_j + Q_K + \Delta W/365 \quad (10.2.12)$$

式中: $Q_r$ ——日平均地下水补给量( $m^3/d$ );

$E$ ——日平均地下水蒸发量( $m^3/d$ );

$Q_Y$ ——日平均地下水溢出量( $m^3/d$ );

$Q_j$ ——流向开采区外的日平均地下水径流量( $m^3/d$ );

$Q_K$ ——日平均地下水开采量( $m^3/d$ );

$\Delta W$ ——连续两年内相同一天的地下水储存量之差(年储存量小于上年时取负值)( $m^3/d$ )。

**10.2.13** 利用各单项补给量之和确定总补给量时,应对各单项补给项目进行具体分析,确定对本区起主导作用的项目,不得重复计算。

**10.2.14** 地下水总补给量可根据水源地上游地下水最小径流量与水源地影响范围内潜水最低、最高水位之间的储存量之和确定。

**10.2.15** 在水文地质条件复杂、分别确定各项补给量有困难时,可根据区内地下水排泄量和含水层中地下水储存量的增量,确定总补给量。

**10.2.16** 全排型泉水可根据泉水流量的长期观测资料进行频率计算,以不同频率的排泄量作为补给量。

**10.2.17** 地下水主要以地表径流的形式排泄时,可利用计算区下游水文观测资料,采用基流分割法确定补给量,但应调查计算断面处地下水径流排泄的情况及上游地表水开发利用情况。

## II 地下水储存量及其变化量确定

**10.2.18** 潜水含水层的储存量及其变化量可按下列公式计算:

$$W_u = \mu \times V \quad (10.2.18-1)$$

$$\Delta W_u = \mu \times \Delta H \times F \quad (10.2.18-2)$$

式中: $W_u$ ——潜水含水层的储存量( $m^3$ );

$\Delta W_u$ ——潜水含水层储存量的变化量( $m^3$ );

- $\mu$ ——潜水含水层的给水度；  
 $V$ ——潜水含水层的体积( $\text{m}^3$ )；  
 $\Delta H$ ——潜水位变化幅度(m)；  
 $F$ ——含水层的面积( $\text{m}^2$ )。

**10.2.19** 承压含水层的弹性储存量及其变化量可按下列公式计算：

$$W_c = F \times S \times h \quad (10.2.19-1)$$

$$\Delta W_c = S \times \Delta H \times F \quad (10.2.19-2)$$

式中： $W_c$ ——承压含水层的弹性储存量( $\text{m}^3$ )；

$\Delta W_c$ ——承压含水层弹性储存量的变化量( $\text{m}^3$ )；

$F$ ——含水层的面积( $\text{m}^2$ )；

$S$ ——弹性释水系数；

$h$ ——承压含水层自顶板算起的压力水头高度(m)；

$\Delta H$ ——承压水位变化幅度(m)。

### III 地下水排泄量确定

**10.2.20** 地下水排泄量应计算潜水蒸发蒸腾、地下水径流排泄、地表水排泄、越流排泄、人工开采等途径从含水层(带)排泄的水量。计算地下水排泄量时，应按自然状态和开采条件下两种情况进行。

**10.2.21** 潜水蒸发量可采用地中蒸渗仪实测数据或采用下列方法确定：

1 利用经验公式求取潜水蒸发量，可按下式计算：

$$\epsilon = \epsilon_0 \left(1 - \frac{\Delta}{\Delta_0}\right)^n \quad (10.2.21-1)$$

式中： $\epsilon$ ——潜水蒸发量(mm)；

$\epsilon_0$ ——潜水近地面的蒸发强度或水面蒸发强度(mm)；

$\Delta$ ——潜水水位埋深(m)；

$\Delta_0$ ——潜水蒸发极限埋深(m)；

$n$ ——经验指数，一般取  $n=1\sim 3$ 。



2 利用潜水蒸发系数求取潜水蒸发量,可按下式计算:

$$\epsilon = 10^{-1} \epsilon_0 C \quad (10.2.21-2)$$

式中: $C$ ——潜水蒸发系数。

**10.2.22** 地下径流排泄量、地表水排泄量、越流排泄量可按地下水径流补给量、地表水渗入补给量和越流补给量的方法反演确定。

**10.2.23** 全排型泉可根据泉水流量的长期观测资料,计算不同频率的排泄量。

**10.2.24** 河川基流量可采用水文分割法确定。

**10.2.25** 地下水开采量可采用实际调查法、水表计量法和用水定额法等确定。

**10.2.26** 利用各单项排泄量之和确定总排泄量时,应对各单项排泄量进行具体分析,不得重复计算。

#### IV 地下水均衡计算与分析

**10.2.27** 地下水均衡计算宜按均衡区和均衡期分别进行。均衡区可为一个完整的水文地质分区或相对独立的地下水系统。均衡期可选取有系列观测资料的多个水文年,或选择代表性的丰水年、平水年、枯水年、现状水平年。

**10.2.28** 地下水均衡分析,可按下列式计算:

$$X = Q_r - Q_d \pm \Delta W \quad (10.2.28-1)$$

$$\delta = \frac{X}{Q_r} \times 100 \quad (10.2.28-2)$$

式中: $Q_r$ ——地下水补给量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$Q_d$ ——地下水排泄量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$\Delta W$ ——地下水储存量的变化量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$X$ ——绝对均衡差( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$\delta$ ——相对均衡差。

#### V 地下水可开采量的计算与确定

**10.2.29** 不同条件下可开采量的评价方法选取应符合下列要求:

1 当能够确定勘察区地下水在开采条件下的各项均衡要素

时,宜采用水均衡法计算和确定可开采量;

2 水文地质条件清楚,且具有现状条件下地下水总补给量、水位动态以及长系列实际开采资料的评价区,可采用可开采系数法确定多年平均可开采量;

3 水文地质条件简单,边界条件清楚,可概化为适用的计算公式要求模式,直接利用解析法计算可开采量,并论证保证程度;

4 在地下水的补给以地下水径流为主、含水层的厚度不大、储存量很少且下游允许疏干的情况下,可采用地下水断面径流量法确定可开采量,其值不宜大于最小的地下水径流量;

5 地表水的径流量主要是地下水排泄量或泉水溢出量或地下水主要受河流的渗入补给时,可采用水文分析法计算和确定地下水的可开采量;

6 在暗河分布地区,某个地段的可开采量可采用枯水期地下径流模数法概略评价,当水文地质条件比较简单或监测试验资料比较充分时可采用均衡法或与水文地质条件相匹配的解析法、数值法进行评价;

7 勘察区与某一开采区的水文地质条件基本相似,且开采区已具有多年的实际开采资料时,根据两地区的典型比拟指标,可采用比拟法评价勘察区的可开采量;

8 水文地质条件复杂,补给条件难以查明时,可采用开采性抽水试验的实测资料直接或适当推算确定可开采量。

**10.2.30** 不同条件下可开采量的评价应符合下列要求:

1 布置群井开采地下水时,可开采量可根据群孔抽水试验的总出水能力和开采条件下的相应补给量,并结合设计要求的动水位,反复试算和调整确定。

2 含水层埋藏较浅且开采期间地表水补给充足时,可根据取水构筑物的型式和布局,采用相关岸边渗入公式确定可开采量。

3 需水量不大,且地下水有充足补给时,可只计算取水构筑物的总出水量作为可开采量。

4 当地下水属周期性补给且储存量充足,采用枯水期疏干储存量的方法计算可开采量时,应符合下列要求:

- 1)能够取得的部分储存量,应满足枯水期的连续开采,且抽水孔中动水位的下降不应超过设计要求;
- 2)应保证被疏干的部分储存量能在补给期间得到补偿。

5 水源地具有长期开采的动态资料,证明地下水有充足的补给,且能形成较稳定的水位下降漏斗时,可根据总出水量与区域漏斗中心处的水位下降的相关关系,计算单位下降系数,并结合相应的补给量确定扩大开采时的可开采量。

6 利用泉作为水源,根据泉的动态观测资料,结合地区的水文、气象资料,评价泉的可开采量时,宜分别符合下列规定:

- 1)需水量显著小于泉的枯水流量时,可根据泉的调查和枯水期的实测资料直接进行评价;
- 2)需水量接近泉的枯水流量时,可根据泉流量的动态曲线和流量频率曲线进行评价,也可建立泉流量的消耗方程式进行评价;
- 3)需水量大于泉的枯水流量时,宜在枯水期进行降低水位的试验,确定有无扩大泉水流量的可能性,并在此基础上进行评价。

7 岩溶泉域可开采量评价宜采用下列方法:

- 1)全排型的岩溶泉域可根据流量长期观测资采用多年平均流量评价可开采量,并宜采用水均衡法、水文分析法、流量衰减法、系统理论法评价补给保证程度;
- 2)非全排型岩溶泉域可采用泉水流量与岩溶潜流排泄量之和评价可开采量,并宜采用水均衡法、水文分析法或水动力学法等方法评价补给保证程度。

**10.2.31** 对水文地质资料较丰富的大型及以上水源地或水文地质条件复杂的水源地,宜采用数值法确定可开采量。采用数值法宜进行水文地质概化和建立地下水数值模型,应符合下列要求:

1 水文地质条件概化应以完整的水文地质单元作为计算区,对含水层特征、地下水流状态、边界条件进行合理概化,确定补给项和排泄项,输入、计算和输出的步长不宜大于1个月。

2 数值模型的识别与验证。应根据枯水期资料,通过给出水文地质参数初值进行模型识别,计算水位与实测水位之间的误差应满足精度要求;应利用丰水期的资料对参数进行验证,确定模型最终的水文地质参数,且资料系列长度不宜少于1个水文年。

3 地下水预报应设定预报时段,确定开采方案,给定技术、经济和环境的约束条件,并应运用经过识别和验证的模型进行地下水位或地下水量的预测。

**10.2.32** 在确定可开采量的过程中,需计算各抽水孔内或邻近孔内的水位下降值时,应考虑由于三维渗流、紊流、孔损等因素的影响而产生的水位附加下降值。

### 10.3 地下水质量评价

**10.3.1** 地下水质量评价应符合下列要求:

- 1 应根据地下水的水质测试资料进行评价;
- 2 应对勘察区可开采含水层及与其有水力联系的含水层和地表水体进行综合评价;
- 3 应进行地下水水质分类评价和水质适用性评价;
- 4 应进行地下水水质现状评价和变化趋势预测评价。

**10.3.2** 地下水水质分类评价宜采用标准规定的方法,并应按现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 规定的地下水质量常规指标和非常规指标及限值进行地下水质量评价。

**10.3.3** 地下水水质适用性评价应根据水质分析资料按有关标准进行,并应符合下列规定:

1 生活饮用水应按国家现行标准《生活饮用水标准检验方法》GB/T 5750、《生活饮用水卫生标准》GB 5749 及《城市供水水质标准》CJ/T 206 分别进行检验和水质评价;在有地方病的地区,

应根据水质特殊要求评价；

2 工业用水应根据工业用途的水质要求,按生产或设计提出的水质要求评价；

3 农田灌溉用水应按现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084 的有关规定评价；

4 其他用途水应按相应标准评价。

**10.3.4** 水文地质条件复杂的地区应根据水质变化特征分区、分层评价地下水质量。

**10.3.5** 在地下水受到污染的地区,应在查明污染现状的基础上,对与污染源有关的有害成分进行评价,并应提出改善水质和防止水质进一步恶化的建议和措施。

**10.3.6** 地下水水质预测方法可采用数理统计法、解析法。中型规模以上水源地,可建立地下水水质数学模型,进行水质变化预测。

## 11 地下水环境评价与保护

### 11.1 一般规定

11.1.1 水源地环境评价应包括现状和预测评价,评价内容应包括地下水污染和环境水文地质问题。

11.1.2 地下水资源保护应做到源头控制、分区防治、污染与问题监控,并应避免地下水环境恶化。

11.1.3 需要查明地下水污染和环境水文地质问题时,应进行环境专项评价。

### 11.2 环境现状评价

11.2.1 地下水污染现状评价应根据污染源的分布、地下水水流场或水化学场特征进行评价。

11.2.2 地下水降落漏斗的现状特征应根据地下水水位监测成果进行评价。

11.2.3 地面沉降、地裂缝应调查发生的时间、范围、规模、变形特征及危害程度,分析影响因素,进行危险性现状评价。

11.2.4 岩溶地面塌陷应调查塌陷分布、规模、形态、发生的时间及其与地下水开采或其他人类活动的关系,并结合岩溶发育、覆盖土体和地下水位变动等因素,对岩溶塌陷的危害程度进行评价。

11.2.5 土壤盐渍化、湿地退化、土地荒漠化、海水入侵等应调查相关问题的地下水位、土壤蒸发量、土壤盐分及其与地下水开采时空变化的关系,并结合地下水位变化、包气带岩性、结构特征等因素,对相关问题危害程度进行评价。

### 11.3 环境预测评价

11.3.1 地下水降落漏斗的范围、发展过程、发展程度及危害程度应根据地下水开采井的布置、开采量规划进行预测评价。

11.3.2 地下水污染的范围和对水源地的危害程度应根据污染源的分布和源强,地下水流场、水化学场进行预测。

11.3.3 评价地面沉降和地裂缝的发生区、发展过程、发展程度及危害程度应根据地面沉降和地裂缝现状及地下水降落漏斗动态发展规律进行预测。

11.3.4 岩溶塌陷发生区、发展过程、发展程度及危害程度应根据岩溶塌陷现状,并结合地下水降落漏斗动态发展规律、地下水位变动区的岩溶发育程度、覆盖土体等因素进行预测评价。

11.3.5 发生区、发展过程、发展程度及危害程度应根据土壤盐渍化、湿地退化、土地荒漠化的现状,结合地下水降落漏斗动态发展规律、地下水位变化区的包气带地层特征等因素进行预测评价。

### 11.4 地下水资源保护

11.4.1 地下水源地应合理开发、采补平衡,并应防止地下水资源超量开采,控制地下水开采过程中出现地下水水质污染和水质恶化、引发环境水文地质改变和生态破坏。地下水允许开采量和地下水位应符合区域地下水管控要求。

11.4.2 现有水源地存在下列情况之一时,不应扩建或在其周边新建水源地:

- 1 开采量和补给量已趋于平衡,且在当前的技术经济条件下补给量已不能增加;

- 2 水质明显恶化,不能满足水质需要;

- 3 开采已出现严重的环境水文地质问题或生态破坏问题。

11.4.3 在已有水源地影响范围内设立新水源地或扩大已有水源地开采量勘察时,应符合下列规定:

- 1 应掌握已有水源地的开采动态和开发计划；
  - 2 应综合考虑新建水源地对已有水源地的地下水水位和地下水允许开采量的影响；
  - 3 应合理利用多层含水层。
- 11.4.4** 在有污染源的地区进行勘察时,应符合下列规定:
- 1 水源地应选择在上游；
  - 2 应进行污染调查,了解污染源对地下水水质的影响,并应预测开采后可能发生的变化；
  - 3 应控制开采量和开采动水位；
  - 4 对开采井及观测孔应采取止水措施；
  - 5 水质分析除进行一般项目的分析外,应根据污染源的类型、性质和有害物质成分,进行相应的有害元素和有机化合物的分析及放射性物质的测定。
- 11.4.5** 勘察、开采涉及多层含水层时,应防止串层污染;多层地下水的含水层水质差异大时,应分层开采;对已受污染的潜水和承压水,不得混合开采。
- 11.4.6** 水源地保护区应依据地下水开发利用和环境保护规划有关要求设置,并应采取相应的保护措施。
- 11.4.7** 监测点和控制措施应在主要污染源、环境水文地质问题区与影响区设置,并应进行长期监测。当发现问题时应及时报告主管部门,并应采取防止问题进一步恶化的控制措施。
- 11.4.8** 在现有水源地已产生水质恶化、严重环境影响或生态破坏时,应对生产性用水的退水方式和退水量进行评价。
- 11.4.9** 公共供水管网覆盖范围内,不得使用自建供水设施开采地下水。



## 12 资料归档及档案管理

### 12.1 一般规定

12.1.1 勘察单位应开展供水水文地质勘察资料的归档及档案管理工作。

12.1.2 勘察结束后,勘察单位应及时将相关资料进行归档,并提交供水主管部门和供水企业,为后续地下水源地管理提供支撑。

12.1.3 电子文件应与纸质文件同步归档,并应在内容上保持一致。

12.1.4 勘察单位应采用信息化手段对电子档案进行管理,并确保电子档案的安全性与有效性。

### 12.2 资料归档

12.2.1 勘察资料应按统一的目录与格式进行归档,纸质归档资料应为原件。

12.2.2 归档资料应包括项目立项文件、勘察纲要、野外记录、供水水文地质勘察成果、专题成果、验收及审查意见。

12.2.3 项目立项文件应包括立项报告、项目审批文件、项目委托书、协议、合同等。

12.2.4 野外记录应包括野外观测数据及相关数据处理报告、主要过程的影像资料、野外验收文件等。

12.2.5 供水水文地质勘察成果应包括供水水文地质勘察报告及其附图、附表。

12.2.6 专题成果宜包括地下水开采地面沉降环境影响评价、地下水开采场地生态环境影响评价、场地污染源种类及运移特性等。

12.2.7 验收及审查意见宜包括验收意见、评审意见、审查意见、

储量评审备案证明等。

**12.2.8** 资料归档前,勘察单位应由专人进行检查,并应保证资料的完整性、可靠性和可用性。

**12.2.9** 提交归档的电子文件宜采用便于数据交换与共享的通用标准存储格式。当为特殊格式时,应同时归档相应的使用软件。

**12.2.10** 归档的电子文件的载体应采用利于长期保存的高质量载体;应无划痕、斑点、霉变、变形等损伤;应能在通用读取设备上正确读取,且不应携带病毒。

**12.2.11** 数据库和软件类电子文件,应汇交完整的数据库和软件信息,并应包括数据安装程序、源代码及相应的附加文件。

### **12.3 档案管理**

**12.3.1** 档案管理单位应设有专用的资料库房,资料库房应有防火、防盗、防尘、防潮、防虫、防鼠措施,并应配备通风、除湿、恒温设备。

**12.3.2** 归档资料应按项目分类装订和统一编号,并应分类分柜(分架)存放。

**12.3.3** 档案管理单位应建立电子档案管理系统,对水文地质勘察电子文件实施全程和集中管理,并应保证电子档案的安全与有效利用。

**12.3.4** 档案管理单位应配备与电子档案管理系统相适应的安全保障设施,应包括杀毒软件、防火墙和备份设备等。

**12.3.5** 档案管理单位在接收电子文件时应进行验收,并应检查归档的电子文件有无病毒,电子文件是否和纸质文件对应,内容是否齐全与完整。

**12.3.6** 电子档案应有备份措施,备份应采用一次写光盘、磁带、硬磁盘等存储介质。电子档案存储介质应至少制作 1 套。

**12.3.7** 电子文件的载体上应附有外标签,标签内应填写地质档案卷号、载体号、题名、写入数据的日期等。

**12.3.8** 对涉密勘察资料,档案管理单位应配置专门的保密计算机和保密存储介质专门用于电子文件的管理,并应执行国家相关涉密管理要求。

**12.3.9** 档案的销毁应按国家有关要求进行了销毁。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 附录 A 供水水文地质勘察报告编写提纲

**A.0.1** 供水水文地质勘察报告应包括下列内容：

- 1 序言；
- 2 自然地理及地质概况；
- 3 水文地质条件；
- 4 勘察工作；
- 5 结论和建议。

**A.0.2** 序言应说明任务的来源及要求，简要评述勘察区以往水文地质工作的程度及地下水开发利用的现状和规划，并应概述勘察工作的进程以及完成的工作量。

**A.0.3** 自然地理及地质概况应概述勘察区的地形和地貌条件，简述气象和水文特征，地层和主要地质构造的分布及特征、地层结构、地下含水层的层数、埋深及性质等，并应侧重叙述与地下水的形成、补给、径流、排泄条件以及与地下水污染有关的内容。

**A.0.4** 水文地质条件应包括下列内容：

- 1 叙述含水层(带)的空间分布及其水文地质特征；
- 2 阐述地下水的补给、径流、排泄条件及其动态变化规律；
- 3 叙述地下水的水化学特征、污染现状及其变化规律；
- 4 说明拟采含水层(带)与相邻含水介质及其他水体之间的水力联系状况。

**A.0.5** 勘察工作应结合地下水资源评价方法的需要，论述勘察工作的主要内容及其布置，提出本次勘察工作的主要成果，评述其质量和精度，并应符合下列规定：

1 地下水资源评价应包括下列内容：

- 1) 论述水文地质参数计算的依据，正确计算所需的水文地

质参数；

- 2) 论述水文地质条件概化和数学模型的建立；
- 3) 计算地下水的天然补给量、排泄量、储存量及其变化量，以及开采条件下的补给增量，并进行地下水均衡计算与分析；
- 4) 根据保护资源、合理开发的原则，提出相应勘察阶段可开采量，论证其保证程度，并预测其可能的变化趋势；
- 5) 根据任务要求，说明水质的可用性，结合环境水文地质条件，预测开采条件下地下水水质有无遭受污染的可能性，提出保护和改善地下水水质的措施。

2 地下水环境影响评价及保护应包括下列内容：

- 1) 预测地下水开采可能引起的环境地质问题和生态问题，并提出相应的防治措施和地下水资源保护措施；
- 2) 划定饮用水源保护区，提出地下水监测方案。

3 结论和建议应包括下列内容：

- 1) 提出拟建水源地的地段和主要水文地质数据和参数；
- 2) 评价地下水的可开采量、水质及其精度；
- 3) 建议取水构筑物的型式和布局；
- 4) 指出水源地在施工中和投产后应注意的事项；
- 5) 建议地下水动态观测网点的设置及要求；
- 6) 建议水源地保护区的范围和卫生防护带的设置及要求；
- 7) 指出本次工作的不足和存在问题。

**A.0.6 供水水文地质勘察报告应包括下列主要附件：**

- 1 勘察工程平面布置图；
- 2 区域水文地质图及其剖面图；
- 3 地下水水化学图及水质分区图；
- 4 与地下水有关的各种等值线图；
- 5 勘探孔柱状图及抽水试验综合图；
- 6 水文、气象资料图表；

- 7 井(泉)调查表；
- 8 水质分析成果统计表；
- 9 颗粒分析成果统计表；
- 10 地下水动态观测图表；
- 11 代表性钻孔岩性照片。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 附录 B 水文地质常用物探方法

表 B 常用物探方法的应用范围和适用条件

方法名称		应用范围	适用条件
直流电法勘探	剖面法	(1)探测岩溶及地下洞穴的位置、埋深和大小； (2)探测隐伏断层破碎带的位置、宽度及岩体风化层厚度，确定含水层	被测地质体有一定的宽度和长度，电性差异显著，电性界面倾角大于 $30^\circ$ ；覆盖层薄，地形平缓
	测深法	(1)探测岩溶及地下洞穴的位置、埋深； (2)探测覆盖层厚度，划分第四纪含水层；	被测岩层有足够厚度，岩层倾角小于 $20^\circ$ ；相邻层电性差异显著，水平方向电性稳定；地形平缓
	高密度法	(3)探测隐伏断层破碎带的位置、宽度，确定含水层； (4)探测咸淡水界面	被测地质体与围岩的电性差异显著，其上方没有极高阻或极低阻的屏蔽层；地形平缓，覆盖层薄
	充电法	(1)探测地下暗河、充水裂隙； (2)探测岩溶及地下洞穴的位置、埋深和大小； (3)探测隐伏断裂破碎带的位置、宽度； (4)探测地下水流速、流向	含水层埋深小于 50m，地下水流速大于 $1\text{m/d}$ ；水的电阻率大于 $15\Omega \cdot \text{m}$ ，周边介质电阻率大于水的电阻率 3 倍

续表 B

方法名称		应用范围	适用条件
直流电法勘探	自然电场法	(1) 调查潜水的流向, 确定地表水与地下水的补排关系; (2) 确定单孔抽水时的影响半径; (3) 在有利条件下, 可划分不同岩性的接触带、岩溶发育带及了解上升泉的分布和裂隙溶洞的连通性等	地下水埋藏较浅, 流速足够大, 并有一定的矿化度, 不同岩性间有较大的接触电位差
	激发极化法	寻找地下水, 与电阻率法配合可圈定含水层的古河道, 古洪积扇、岩溶洞穴、断层破碎带的分布范围和确定含水层的埋深	在测区内没有游散电流的干扰, 存在激电效应差异
电磁法勘探	频率测深法	探测断层、裂隙、地下洞穴及不同岩层界面	被测地质体与围岩电性差异显著; 覆盖层的电阻率不能太低
	核磁共振	探测第四系含水层、裂隙、断层、洞室含水量	周围一定范围内无电磁干扰; 探测深度不宜大于 150m
	瞬变电磁法	(1) 探测岩溶及地下洞穴的位置、埋深;	被测地质体相对规模较大, 且相对围岩呈低阻; 其上方没有极低阻屏蔽层; 没有外来电磁干扰, 探测深度可达 300m~400m
	可控源音频大地电磁测深法 (CSAMT)	(2) 探测覆盖层厚度, 划分第四纪含水层; (3) 探测隐伏断层破碎带的位置、宽度, 确定含水层;	
大地电磁法 (EH4、V5、V8)	(4) 探测咸淡水分界面	被测地质体上方没有极低阻的屏蔽层和地下水的干扰; 没有较强的电磁场源干扰	



续表 B

方法名称		应用范围	适用条件
地震勘探	折射波法	(1) 确定覆盖层、风化层厚度,初步确定岩石面的起伏; (2) 划分含水层,研究岩石性质,确定地下水(潜水)水位; (3) 追索古河道、断裂带、岩层接触带,初步查明构造破坏程度及岩溶发育程度	被探测体与周边介质之间有明显的波速差异,并具有一定的厚度。被追踪目的体的波速应大于各上覆层的波速,各层之间存在明显的波速差异。沿线被追踪的地层视倾角与折射临界角之和小于 $90^\circ$
	反射波法		被探测体与相邻层之间有明显的波阻抗差异,厚度大于有效波长的 $1/4$ 。地层界面平坦,入射波能在界面上产生较规则的反射波
层析成像法		探测溶洞、地下暗河、断裂破碎带;直接探查地下水,特别是淡水	被探测体与围岩有明显的物性差异;电磁波 CT 要求外界电磁波噪声干扰小;探测深度为 $100\text{m}\sim 150\text{m}$
综合测井	电测井法	划分地层,区分岩性,确定软弱夹层、裂隙破碎带的位置和厚度;确定含水层的位置、厚度;划分咸、淡水分界面;测定地层电阻率	无套管,有井液的孔段进行,目的层有一定的厚度
	声波测井法	区分岩性,确定裂隙破碎带的位置和厚度;测定地层的孔隙度;研究岩土体的力学性质	

续表 B

方法名称		应用范围	适用条件
综合测井	放射性测井法	划分地层;区分岩性,鉴别软弱夹层、裂隙破碎带;确定岩层密度、孔隙度;探查地下水的流向、流速和含水层的弥散率	无论钻孔有无套管及井液均可进行,目的层与上下层之间存在天然放射性差异
	电视测井法	确定钻孔中岩层节理、裂隙、断层、破碎带和软弱夹层的位置及结构面的产状;了解岩溶洞穴的情况	无套管、清水或干钻孔中进行

## 附录 C 地下水评价预测常用方法

### C.1 地下水量均衡法

C.1.1 水量均衡法可进行区域或流域地下水补给量评价。对于选定的均衡域,在均衡计算期内水量均衡可按式计算:

$$\sum Q_r - \sum Q_e - Q_k = \Delta Q \quad (\text{C.1.1})$$

式中: $Q_k$ ——地下水开采总量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$\sum Q_r$ ——地下水各种补给量之和( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$\sum Q_e$ ——地下水各种排泄量之和( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$\Delta Q$ ——均衡域内地下水储存量的变化量( $\text{m}^3/\text{d}$ )。

C.1.2 地下水储存量的变化量可按下列公式计算:

承压含水层地下水储存量的变化量可按式计算:

$$\Delta Q = SF \times \Delta H \quad (\text{C.1.2-1})$$

潜水含水层地下水储存量的变化量可按式计算:

$$\Delta Q = \mu F \times \Delta H \quad (\text{C.1.2-2})$$

其中: $F$ ——均衡域面积( $\text{m}^2$ );

$S$ ——承压含水层释水系数;

$\mu$ ——潜水含水层给水度;

$\Delta H$ ——均衡期内,均衡域地下水水位变幅( $\text{m}$ )。

C.1.3 均衡期可选择 5 年、10 年或 20 年。各均衡要素选取宜根据评价区域内水文地质条件确定。

### C.2 地下水流解析法

C.2.1 地下水流解析法可给出在各种参数值的情况下渗流区中

任何一点上的水位(水头)值。此方法可适用于含水层几何形状规则、边界条件单一的情况。

**C. 2. 2** 采用稳定流预测模型计算渗流区地下水位或降深时,宜符合下列规定:

**1** 当潜水含水层无限边界群井抽水时,渗流区任一点的水位值可按下式计算:

$$H_0^2 - h^2 = \frac{1}{\pi K} \sum_{i=1}^n \left( Q_i \ln \frac{R_i}{r_i} \right) \quad (\text{C. 2. 2-1})$$

式中:  $H_0$ ——潜水含水层初始厚度(m);

$h$ ——预测点稳定含水层厚度(m);

$K$ ——含水层渗透系数(m/d);

$i$ ——开采井编号,从1到  $n$ ;

$Q_i$ ——第  $i$  开采井开采量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$r_i$ ——预测点到抽水井  $i$  的距离(m);

$R_i$ ——第  $i$  开采井的影响半径(m)。

**2** 当承压含水层无限边界群井抽水时,渗流区任一点的水位降深值可按下式计算:

$$s = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Q_i}{2\pi KM} \times \ln \frac{R_i}{r_i} \right) \quad (\text{C. 2. 2-2})$$

式中:  $s$ ——预测点水位降深(m);

$Q_i$ ——第  $i$  开采井开采量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$K$ ——承压含水层的渗透系数(m/d);

$M$ ——承压含水层的厚度(m);

$R_i$ ——第  $i$  开采井的影响半径(m);

$r_i$ ——预测点到抽水井  $i$  的距离(m);

$i$ ——开采井编号,从1到  $n$ 。

**C. 2. 3** 采用非稳定流预测模型计算渗流区地下水位或降深时,宜符合下列规定:

**1** 当潜水含水层群井抽水时,渗流区任一点的水位值可按下

列公式计算：

$$H_0^2 - h^2 = \frac{1}{2\pi k} \sum_{i=1}^n Q_i W(u_i) \quad (\text{C. 2. 3-1})$$

$$u_i = r_i^2 \mu / 4KHt \quad (\text{C. 2. 3-2})$$

式中： $H_0$ ——潜水含水层初始厚度(m)；

$h$ ——预测点稳定含水层厚度(m)；

$K$ ——含水层渗透系数(m/d)；

$Q_i$ ——第  $i$  开采井开采量( $\text{m}^3/\text{d}$ )；

$W(u_i)$ ——井函数，可通过查表的方式获取井函数的值；

$\mu$ ——给水度；

$i$ ——开采井编号，从 1 到  $n$ ；

$r_i$ ——预测点到抽水井  $i$  的距离(m)；

$\bar{H}$ ——含水层平均厚度(m)；

$t$ ——自抽水开始到计算时刻的时间。

2 当承压水含水层群井抽水时，渗流区任一点的水位降深值可按下列公式计算：

$$s = \frac{1}{4\pi KM} \sum_{i=1}^n Q_i W(u_i) \quad (\text{C. 2. 3-3})$$

$$W(u_i) = \int_{u_i}^{\infty} \frac{e^{-y}}{y} dy = -0.577216 - \ln u + u - \sum_{n=2}^{\infty} (-1)^n \frac{u^n}{n \times n!} \quad (\text{C. 2. 3-4})$$

$$u_i = \frac{Sr_i^2}{4KMt} \quad (\text{C. 2. 3-5})$$

式中： $s$ ——预测点水位降深(m)；

$K$ ——含水层渗透系数(m/d)；

$M$ ——承压含水层的厚度(m)；

$Q_i$ ——第  $i$  开采井开采量( $\text{m}^3/\text{d}$ )；

$W(u_i)$ ——井函数，可通过查表的方式获取井函数的值；

$r_i$ ——预测点到抽水井  $i$  的距离(m)；

$i$ ——开采井编号,从 1 到  $n$ ;

$S$ ——含水层的释水系数。

**C. 2. 4** 采用直线边界附近的井群预测模型计算渗流区地下水位或降深时,宜符合下列规定:

1 当直线边界为补给边界时,宜符合下列规定:

1) 当承压含水层群井抽水时,渗流区任一点的水位降深值可按下列式计算:

$$s = \frac{1}{2\pi KM} \sum_{i=1}^n Q_i \times \ln \frac{r_{2,i}}{r_{1,i}} \quad (\text{C. 2. 4-1})$$

式中: $s$ —— $n$  个开采井在计算点处产生的总降深(m);

$K$ ——含水层渗透系数(m/d);

$M$ ——承压含水层的厚度(m);

$Q_i$ ——第  $i$  个开采井的抽水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$r_{1,i}$ ——计算点至第  $i$  个实井的距离(m);

$r_{2,i}$ ——计算点至第  $i$  个虚井的距离(m);

$n$ ——开采井的总数。

2) 潜水含水层群井抽水时,渗流区任一点的水位值可按下列式计算:

$$h = \sqrt{H_0^2 - \frac{1}{\pi K} \sum_{i=1}^n Q_i \ln \frac{r_{2,i}}{r_{1,i}}} \quad (\text{C. 2. 4-2})$$

式中: $h$ ——预测点处稳定含水层的厚度(m);

$H_0$ ——潜水含水层的初始厚度(m);

$K$ ——含水层渗透系数(m/d);

$Q_i$ ——第  $i$  个开采井的抽水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$r_{1,i}$ ——计算点至第  $i$  个实井的距离(m);

$r_{2,i}$ ——计算点至第  $i$  个虚井的距离(m);

$n$ ——开采井的总数。

计算出  $h$  后,再由  $s = H_0 - h$  得到降深值。

2 当直线边界为隔水边界时,宜符合下列规定:

- 1) 当承压含水层群井抽水时, 渗流区任一点的水位降深值可按下式计算:

$$s = 0.366 \frac{1}{KM} \sum_{i=1}^n Q_i \lg \frac{2.25KMt}{r_{1,i} \times r_{2,i} \times S} \quad (\text{C. 2. 4-3})$$

式中:  $s$ —— $n$  个开采井在计算点处产生的总降深(m);

$K$ ——含水层渗透系数(m/d);

$M$ ——承压含水层的厚度(m);

$Q_i$ ——第  $i$  个开采井的抽水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$r_{1,i}$ ——计算点至第  $i$  个实井的距离(m);

$r_{2,i}$ ——计算点至第  $i$  个虚井的距离(m);

$S$ ——含水层的释水系数;

$n$ ——开采井的总数。

- 2) 当潜水含水层群井抽水时, 渗流区任一点的水位降深值可按下式计算:

$$s = \sqrt{H_0^2 - 0.732 \frac{1}{K} \sum_{i=1}^n Q_i \lg \frac{2.25K\bar{H}t}{r_{1,i} \times r_{2,i} \times \mu}} \quad (\text{C. 2. 4-4})$$

式中:  $s$ ——预测点水位降深(m);

$H_0$ ——潜水含水层的初始厚度(m);

$K$ ——含水层渗透系数(m/d);

$\bar{H}$ ——潜水含水层的平均厚度(m);

$\mu$ ——给水度;

$Q_i$ ——第  $i$  个开采井的抽水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$r_{1,i}$ ——计算点至第  $i$  个实井的距离(m);

$r_{2,i}$ ——计算点至第  $i$  个虚井的距离(m);

$n$ ——开采井的总数。

### C. 3 地下水溶质运移解析法

C. 3. 1 水动力弥散方程可采用数值方法求解和用解析解对数值解法进行检验和比较, 并应用解析解去拟合观测资料以求得水动

力弥散系数。

**C. 3. 2** 采用一维稳定流动一维水动力弥散问题预测模型计算水动力弥散系数时,宜符合下列规定:

**1** 一维无限长多孔介质柱体,示踪剂瞬时注入时浓度可按下式计算:

$$C(x,t) = \frac{m/w}{2n \sqrt{\pi D_L t}} e^{-\frac{(x-vt)^2}{4D_L t}} \quad (\text{C. 3. 2-1})$$

式中: $x$ ——距注入点的距离(m);

$t$ ——时间(d);

$C(x,t)$ —— $t$ 时刻 $x$ 处的示踪剂浓度(mg/L);

$m$ ——注入的示踪剂质量(kg);

$w$ ——横截面面积( $\text{m}^2$ );

$v$ ——水流速度(m/d);

$n$ ——有效孔隙度;

$D_L$ ——纵向弥散系数( $\text{m}^2/\text{d}$ )。

**2** 一维半无限长多孔介质柱体,一端为定浓度边界时浓度可按下式计算:

$$C = \left[ \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{x-vt}{2 \sqrt{D_L t}} \right) + \frac{1}{2} e^{\frac{vx}{D_L}} \operatorname{erfc} \left( \frac{x+vt}{2 \sqrt{D_L t}} \right) \right] \times C_0 \quad (\text{C. 3. 2-2})$$

式中: $x$ ——距注入点的距离(m);

$t$ ——时间(d);

$C$ —— $t$ 时刻 $x$ 处的示踪剂浓度(mg/L);

$C_0$ ——注入的示踪剂浓度(mg/L);

$v$ ——水流速度(m/d);

$D_L$ ——纵向弥散系数( $\text{m}^2/\text{d}$ );

$\operatorname{erfc}()$ ——余误差函数。

**C. 3. 3** 采用一维稳定流动二维水动力弥散问题预测模型计算水动力弥散系数时,宜符合下列规定:



1 瞬时注入示踪剂—平面瞬时点源时浓度可按下式计算：

$$C(x, y, t) = \frac{m_M/M}{4\pi n \sqrt{D_L D_T} t} e^{-\left[\frac{(x-x_0)^2}{4D_L t} + \frac{y^2}{4D_T t}\right]} \quad (\text{C. 3. 3-1})$$

式中： $x, y$ ——计算点处的位置坐标；

$t$ ——时间(d)；

$C(x, y, t)$ —— $t$ 时刻点  $x, y$  处的示踪剂浓度(mg/L)；

$M$ ——承压含水层的厚度(m)；

$m_M$ ——长度为  $M$  的线源瞬时注入的示踪剂质量(kg)；

$v$ ——水流速度(m/d)；

$n$ ——有效孔隙度；

$D_L$ ——纵向弥散系数( $\text{m}^2/\text{d}$ )；

$D_T$ ——横向  $y$  方向的弥散系数( $\text{m}^2/\text{d}$ )；

$\pi$ ——圆周率。

2 连续注入示踪剂—平面连续点源时浓度可按下列公式计算：

$$C(x, y, t) = \frac{m_t}{4\pi M n \sqrt{D_L D_T}} e^{\frac{v y}{D_T}} \left[ 2K_0(\beta) - W\left(\frac{v^2 t}{4D_L}, \beta\right) \right] \quad (\text{C. 3. 3-2})$$

$$\beta = \sqrt{\frac{v^2 x^2}{4D_L^2} + \frac{v^2 y^2}{4D_L D_T}} \quad (\text{C. 3. 3-3})$$

式中： $x, y$ ——计算点处的位置坐标；

$t$ ——时间(d)；

$C(x, y, t)$ —— $t$ 时刻点  $x, y$  处的示踪剂浓度(mg/L)；

$M$ ——承压含水层的厚度(m)；

$m_t$ ——单位时间注入示踪剂的质量(kg/d)；

$v$ ——水流速度(m/d)；

$n$ ——有效孔隙度；

$D_L$ ——纵向弥散系数( $\text{m}^2/\text{d}$ )；

$D_T$ ——横向  $y$  方向的弥散系数( $\text{m}^2/\text{d}$ )；

$\pi$ ——圆周率；

$K_0(\beta)$ ——第二类零阶修正贝塞尔函数；

$W\left(\frac{v^2 t}{4D_v}, \beta\right)$ ——第一类越流系统井函数。

#### C.4 地下水数值法

**C.4.1** 地下水数值法可评价复杂水文地质条件和地下水开发利用条件下的地下水资源，并可预测不同开采条件下地下水状态。

**C.4.2** 地下水数值模拟可分为地下水流场数值模拟和地下水溶质运移数值模拟，且地下水溶质运移数值模拟应在地下水流场数值模拟基础上进行。

**C.4.3** 采用地下水水流预测模型评价地下水资源量时，宜符合下列规定：

1 地下水控制方程可按下式确定：

$$\mu_s \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W \quad (\text{C.4.3-1})$$

式中： $\mu_s$ ——贮水率(1/m)；

$h$ ——水位(m)；

$K_x, K_y, K_z$ ——分别为  $x, y, z$  方向上的渗透系数(m/d)；

$t$ ——时间(d)；

$W$ ——源汇项(L/d)。

2 初始条件水头分布可按下式确定：

$$h(x, y, z, t) = h_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in \Omega, t = 0 \quad (\text{C.4.3-2})$$

式中： $h_0(x, y, z)$ ——已知水位；

$\Omega$ ——模型模拟区。

3 边界条件的确定宜符合下列规定：

1) 第一类边界(水头边界)可按下式确定：

$$h(x, y, z, t) \Big|_{\Gamma_1} = h(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_1, t \geq 0 \quad (\text{C. 4. 3-3})$$

式中:  $\Gamma_1$ ——一类边界;

$h(x, y, z, t)$ ——一类边界上的已知水位函数。

2) 第二类边界(流量边界)可按下式确定:

$$k \frac{\partial h}{\partial n} \Big|_{\Gamma_2} = q(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_2, t > 0 \quad (\text{C. 4. 3-4})$$

式中:  $\Gamma_2$ ——二类边界;

$k$ ——三维空间上的渗透系数张量;

$n$ ——边界  $\Gamma_2$  的外法线方向;

$q(x, y, z, t)$ ——二类边界上已知流量函数。

3) 第三类边界(混合边界)可按下式确定:

$$\left[ K(h - z) \frac{\partial h}{\partial n} + \alpha h \right] \Big|_{\Gamma_3} = q(x, y, z) \quad (\text{C. 4. 3-5})$$

式中:  $\alpha$ ——已知函数;

$\Gamma_3$ ——三类边界;

$K$ ——三维空间上的渗透系数;

$n$ ——边界  $\Gamma_3$  的外法线方向;

$q(x, y, z)$ ——三类边界上已知流量函数。

**C. 4. 4** 采用地下水水质预测模型评价地下水质量时,宜符合下列规定:

1 地下水溶质控制方程可按下式确定:

$$R\theta \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C) - WC_s - WC - \lambda_i \theta C - \lambda_2 \rho_b \bar{C} \quad (\text{C. 4. 4-1})$$

式中:  $R$ ——迟滞系数,  $R = 1 + \frac{\rho_b}{\theta} \frac{\partial \bar{C}}{\partial C}$ ;

$\rho_b$ ——介质密度 [ $\text{mg}/(\text{dm})^3$ ];

$\theta$ ——介质孔隙度;

$C$ ——组分的浓度(mg/L);

$\bar{C}$ ——介质骨架吸附的溶质浓度(mg/L);

$t$ ——时间(d);

$x, y, z$ ——空间位置坐标(m);

$D_{ij}$ ——水动力弥散系数张量( $m^2/d$ );

$V_i$ ——地下水渗流速度张量(m/d);

$W$ ——水流的源和汇(L/d);

$C_s$ ——源或汇水流中组分的浓度(mg/L);

$\lambda_1$ ——溶解相一级反应速率(L/d);

$\lambda_2$ ——吸附相反应速率[L/(mg·d)]。

2 浓度分布初始条件可按下式计算:

$$C(x, y, z, t) = C_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in \Omega, t = 0 \quad (\text{C. 4. 4-2})$$

式中:  $C_0(x, y, z)$ ——已知浓度;

$\Omega$ ——模型模拟区。

3 边界条件的确定宜符合下列规定:

1) 第一类边界(给定浓度边界)可按下式确定:

$$C(x, y, z, t) |_{\Gamma_1} = C(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_1, t \geq 0 \quad (\text{C. 4. 4-3})$$

式中:  $\Gamma_1$ ——表示定浓度边界;

$c(x, y, z, t)$ ——一定浓度边界上的浓度分布。

2) 第二类边界(给定弥散通量边界)可按下式确定:

$$\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \Big|_{\Gamma_2} = f_i(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_2, t \geq 0 \quad (\text{C. 4. 4-4})$$

式中:  $\Gamma_2$ ——通量边界;

$f_i(x, y, z, t)$ ——边界  $\Gamma_2$  上已知的弥散通量函数。

3) 第三类边界(给定溶质浓度和通量的混合边界)可按下式确定:

$$\left(\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_i} - q_i C\right) \Big|_{\Gamma_3} = g_i(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_3, t \geq 0 \quad (\text{C. 4. 4-5})$$

式中：  $\Gamma_3$ ——混合边界；

$g_i(x, y, z, t)$ —— $\Gamma_3$  上已知的对流—弥散总的通量函数。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《管井技术规范》GB 50296  
《地下水监测工程技术规范》GB/T 51040  
《农田灌溉水质标准》GB 5084  
《生活饮用水卫生标准》GB 5749  
《生活饮用水标准检验方法》GB/T 5750  
《综合水文地质图图例及色标》GB/T 14538  
《地下水质量标准》GB/T 14848  
《地下水资源储量分类分级》GB/T 15218  
《生活饮用水水源水质标准》CJ/T 3020  
《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》CJJ/T 13