

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销毁。

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。

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	电阻率法	(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° ；覆盖层薄，地形平缓
		(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° ；相邻层电性差异显著，水平方向电性稳定；地形平缓
		(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 1m/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; (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; (4)探测咸淡水分界面	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深法(CSAMT)		被测地质体有足够的厚度及显著的电性差异;电磁噪声比较低;地形开阔、平缓
	大地电磁法(EH4、V5、V8)		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°
	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下式计算:

$$\sum Q_r - \sum Q_o - Q_k = \Delta Q \quad (\text{C. 1. 1})$$

式中: Q_k ——地下水开采总量(m^3/d);

$\sum Q_r$ ——地下水各种补给量之和(m^3/d);

$\sum Q_o$ ——地下水各种排泄量之和(m^3/d);

ΔQ ——均衡域内地下水储存量的变化量(m^3/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下式计算:

$$\Delta Q = SF \times \Delta H \quad (\text{C. 1. 2-1})$$

潜水含水层地下水储存量的变化量可按下式计算:

$$\Delta Q = \mu F \times \Delta H \quad (\text{C. 1. 2-2})$$

其中: F ——均衡域面积(m^2);

S ——承压含水层释水系数;

μ ——潜水含水层给水度;

ΔH ——均衡期内,均衡域地下水水位变幅(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:

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

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(m^3/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(m^3/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

列公式计算：

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

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

式中： H_o ——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(m^3/d)；

$W(u_i)$ ——井函数，可通过查表的方式获取井函数的值；

μ ——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(m^3/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(m^3/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(m^3/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(m^3/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);

μ ——给水度;

Q_i ——第 i 个开采井的抽水量(m^3/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:

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

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(m²);

v ——水流速度(m/d);

n ——有效孔隙度;

D_L ——纵向弥散系数(m²/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:

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

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(m²/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：

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

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(m^2/d)；

D_T ——横向 y 方向的弥散系数(m^2/d)；

π ——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：

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

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

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_i ——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(m^2/d)；

D_T ——横向 y 方向的弥散系数(m^2/d)；

π ——圆周率；

$K_0(\beta)$ ——第二类零阶修正贝塞尔函数；

$W\left(\frac{v^2 t}{4D_L}, \beta\right)$ ——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,应符合下列规定:

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: μ_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;

Ω ——模型模拟区。

3 边界条件的确定应符合下列规定:

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: Γ_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)可按式确定:

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

式中: Γ_2 ——二类边界;

k ——三维空间上的渗透系数张量;

n ——边界 Γ_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)可按式确定:

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

式中: α ——已知函数;

Γ_3 ——三类边界;

K ——三维空间上的渗透系数;

n ——边界 Γ_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:

$$R\theta \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (\theta v_i C) - WC_s - WC - \lambda_1 \theta C - \lambda_2 \rho_b \bar{C} \quad (\text{C. 4. 4-1})$$

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

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

θ ——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);

λ_1 ——溶解相一级反应速率(L/d);

λ_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;

Ω ——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: Γ_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: Γ_2 ——通量边界;

$f_i(x, y, z, t)$ ——边界 Γ_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:

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

(C. 4. 4-5)

式中： Γ_3 ——混合边界；

$g_i(x, y, z, t)$ —— Γ_3 上已知的对流—弥散总的通量函数。

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

中华人民共和国国家标准

供水水文地质勘察标准

GB/T 50027—2024

条文说明

编制说明

《供水水文地质勘察标准》GB/T 50027—2024,经住房和城乡建设部 2024 年 8 月 23 日以第 144 号公告批准发布。

本标准是在《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001 的基础上修订而成。原标准的主编单位是中国冶金建设集团武汉勘察研究总院,参编单位是中国市政工程西南设计研究院、冶金勘察研究总院、国家电力总公司东北电力设计院、国土资源部储量司,主要起草人员是彭易华、龙建中、陈树林、张锡范、韩再生、韩国良、李天成。

本标准在修订过程中,编制组参考了国内外现行的相关法规、技术标准,征求了全国各地专家、相关部门对原标准的使用反馈意见以及对本次标准修订的意见,并与相关国家标准进行了充分衔接。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《供水水文地质勘察标准》编制组按照章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(95)
3	基本规定	(96)
4	水文地质测绘	(100)
4.1	一般规定	(100)
4.2	基本要求	(102)
4.3	专项要求	(102)
5	水文地质物探	(103)
5.1	一般规定	(103)
5.2	物探工作布置与方法选择	(104)
6	钻探与成孔	(106)
6.1	一般规定	(106)
6.2	勘探孔布置	(106)
6.3	勘探孔结构	(107)
6.4	抽水孔过滤器	(107)
6.5	勘探孔施工	(109)
6.6	勘探孔取样	(110)
7	抽水试验	(111)
7.1	一般规定	(111)
7.2	稳定流抽水试验	(115)
7.3	非稳定流抽水试验	(116)
8	地下水动态观测	(118)
8.2	水位观测	(118)
8.3	水量观测	(118)
9	水文地质参数计算	(120)

9.1	一般规定	(120)
9.2	渗透系数	(120)
9.3	给水度和释水系数	(127)
9.4	降水入渗系数	(128)
9.6	影响半径	(128)
10	地下水资源评价	(130)
10.1	一般规定	(130)
10.2	地下水资源量评价	(131)
10.3	地下水质量评价	(137)
11	地下水环境评价与保护	(140)
11.2	环境现状评价	(140)
11.3	环境预测评价	(140)
11.4	地下水资源保护	(140)
12	资料归档及档案管理	(143)
12.1	一般规定	(143)
12.2	资料归档	(143)
12.3	档案管理	(144)

1 总 则

1.0.1 多年来,由于过量开采地下水,各地相继出现了诸如水量减少、水质恶化、地面沉降、土地沙化等一系列与生态环境失衡所产生的环境水文地质问题。为了把有限的地下水资源合理开发而保持良好的生态环境,本条特别强调了对生态环境的保护。

1.0.2 随着国民经济的发展和城镇化,农村集镇和乡镇企业迅速兴起,同时也增加了对用水的需求。由于地下水具有许多地表水不可比拟的优点,所以集镇和乡镇企业都越来越多地利用地下水。事实上,不少单位已承担过水文地质勘察的任务,并按本标准的要求,向委托单位提交了勘察资料。鉴于上述情况,本标准的适应范围相应地扩大到所有以地下水作为供水水源地的水文地质勘察。

3 基本规定

3.0.1 供水水文地质勘察工作,以地质学、构造地质学、水文地质学和地下水动力学为基础,通过水文地质测绘、污染源调查、水文地质物探、水文地质钻探、水文地质试验、地下水动态观测、水文地质参数计算及地下水资源评价等项工作和手段,研究地下水的形成和赋存条件及地下水补给、径流、排泄,提出地下水合理开采、地下水资源保护、地下水集水构筑物型式和布局的建议,为供水设计提供依据。

3.0.2 勘察纲要要根据搜集已有资料和现场踏勘结果编制的,是指导勘察工作、编制各项具体计划以及检查所完成工作的主要依据。

考虑到勘察纲要用语在许多部门和系统已习用多年,同时又为避免与设计部门的有关设计书相混淆,所以本标准仍沿用“勘察纲要”的称谓。

由于勘察纲要内容涉及许多方面,且有些内容如施工进度、人员设备、经济预算等,又多属经营管理和劳动定额方面的范围,加之大小工程的勘察内容和工作量悬殊,故本标准未编勘察纲要内容提纲,仅在条文中提出编制的基本要求。实际工作中根据具体工程的特点和需要来编制,需要注意两点:一是充分搜集已有资料,避免与前人工作重复;二是现场踏勘必须认真,避免遗漏重要的地质、水文地质现象。

在勘察过程中,当发现现场实际地质、水文地质条件与原勘察纲要设计的条件相差较大时,需要及时跟建设方、设计方沟通并有针对性的调整勘察手段、勘察工作量,调整后的勘察纲要需重新得到批准认可,强调勘察过程控制和信息化勘察。

编写报告时,根据需水量大小、水文地质条件的复杂程度和勘察阶段,对本纲要的内容进行合理的增删。论述时突出资源评价、生态及环境保护,言简意赅,文字与图表相互呼应。

3.0.3 本条强调的勘察工作内容和工程量,是根据一系列因素,结合勘察区具体情况及拟选用的地下水资源评价方法综合考虑确定的。所述诸因素中的“拟选用的地下水资源评价方法”,其含义是不同的资源评价方法对勘察工作量的大小及其布置的要求是不同的。譬如,采用数值法评价地下水资源,与传统的稳定流解析法有所不同。数值法评价时在勘察区布置控制性勘探孔,以查明边界的水文地质条件为主,采用非稳定流方法进行抽水试验等。强调资源评价方法与勘察工作的内容和工程量综合考虑,旨在获得的勘察资料有的放矢,实用可靠。

3.0.4 本标准的第 3.0.3 条对影响水文地质勘察工作内容和深度所需综合考虑的诸多因素做了规定,其中水文地质条件的复杂程度列在首位。为了正确指导供水水文地质勘察工作,合理确定勘察工作的规模,以达到技术和经济效果的统一,本条将水文地质条件的复杂程度划分为复杂、中等、简单三类,详见表 3.0.4。该表所列特征内容,主要以构造、岩性、地貌为构架,并辅以含水介质及地下水的基本特征作补充而选择的。这与传统的水文地质理论,即构造、岩性和地貌是影响一个地区水文地质条件复杂程度,制约一个地区地下水形成和赋存机制的主导因素是相吻合的。值得说明的是,由于实际工作中研究对象的多样性和复杂性,表 3.0.4 中所列的各种特征,往往难以准确判断,因此在工作初期,当把握不准时,把复杂程度提高一个档次处理。其次,本条后在使用表 4.1.6 时按表中注 2 的规定执行;当使用表 6.2.2 时,在水文地质条件简单时采用大数值;反之,则相反;条件中等时,则采用中间值。

3.0.6 20 世纪 80 年代修订《供水水文地质勘察规范》TJ 27—78 时,国家计委标准定额局明确指出,水文地质勘察阶段的划分应按

储发〔1987〕27号文的规定修改。所以,《供水水文地质勘察规范》GBJ 27—88将水文地质勘察划分为地下水调查、普查、详查、勘探和开采五个阶段,以适应各部门和单位在实际工作中的不同要求。但是,经过十余年的施行,上述划分不适合供水勘察的实际情况与需要。《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001将供水勘察阶段调整为普查、详查、勘探和开采四个阶段。

值得注意的是,原水文地质勘察虽然划分为四个阶段,但核心的阶段是详查和勘探阶段,普查和开采勘察阶段认为是核心阶段的前后延伸。《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001版本在2013年复审时,建议修改为初步勘察、详细勘察和开采勘察三个阶段。

针对实际工作的需要,建设部城建司于1993年颁发了市政工程设计技术管理标准,规定设计工作的全过程分为设计前期、设计阶段、设计后期三个阶段。设计前期工作主要包括项目可行性研究,编制项目建议书及可行性研究报告;设计阶段包括初步设计和施工图设计;设计后期工作包括配合施工,参加工程试运行,设计回访,工程设计总结等。无疑,供水设计的全过程也基本如此。由于全国区域水文地质调查工作已于1994年全部完成,区域水文地质条件和地下水资源的分布已基本查清,而且《中国水功能区划》已颁布试行。因此,既有水文地质资料已满足供水设计前期的要求。本次针对供水初步设计、施工图设计和设计后期确定了三个勘察阶段。对于具体的勘察工程,不需要循序逐一进行,根据实际情况,对勘察阶段进行简化与合并。这样对节省勘察费用,缩短水源地建设周期都是有利的。所以,当出现下列情况之一时,勘察阶段常常进行简化与合并:

- (1)水文地质条件简单,需水量容易;
- (2)只有一个水源地方案;
- (3)初勘过程中,设计部门能确定水源地;
- (4)勘察阶段难以划分的基岩地区找水。

本条按三款分别对不同勘察阶段的工作任务和深度做了明确规定。

标准中强调各阶段提出的地下水可开采量需满足 A、B、C 各级精度的要求,理解为勘察阶段的工作内容和工作量所需达到的标准。本标准第 10.1.6 条对此已有明确规定。

3.0.9 随着国家信息化手段、物联网技术的日益发展,水文地质勘察外业钻探取样、地层描述、原位测试、抽水试验出水量、地下水位监测等外业工作采用信息化手段逐渐成为可能,为加强水文地质勘察质量和勘察技术水平的提高,有必要对现场数据和记录进行实时采集、实时上传,有利于企业管理人员对第一手资料真实性的掌握和并保证资料的可追溯性。水文地质勘察外业数据的及时收集、整理、存贮,也有利于监管人员对现场勘察工作的监管。有利于推动整个行业的健康有序发展。

4 水文地质测绘

4.1 一般规定

4.1.2 同时进行地质、水文地质测绘时,除考虑地层单元的划分外,尚需考虑地质测绘地层单元划分的规定。重要地质现象如断裂破碎带、裂隙密集带等通常结合水文地质条件单独划分,必要时扩大比例尺表示,开采勘察阶段的水文地质测绘主要是为了研究具体问题,如水源地扩大开采的可能性,或产生不良环境水文地质问题、生态植被破坏问题等原因,往往比例尺达到 $1:5000\sim 1:2500$,甚至 $1:1000$ 的比例尺更合适。

4.1.3 地下水水源地的供水水文地质勘察工作,一般是在已有水文地质测绘资料的基础上进行的。所以,本条主要理解为需根据不同的勘察阶段搜集相应精度的水文地质测绘图件。

水文地质测绘是一项专门性的工作,有其独立性。鉴于这种情况,也是为了对被利用的地质和水文地质测绘资料进行研究和校核,本条规定了测绘的一般要求。显然,独立完成不同比例尺的水文地质测绘工作,本条的规定是不够的,还需遵循相应的技术标准的要求。

I 水文地质实地测绘法

4.1.5 根据“草木茂,水源好;昆虫聚,水好找”等显著自然特征来布置水文地质测绘观测点。

4.1.6 观测点数量和观测路线长度是表征水文地质测绘工作精度的主要指标。表4.1.6中数据没有按不同地区分别要求,在执行本条时理解为水文地质条件简单时,采用小数值;反之,采用大数值。当采用遥感影像判释进行水文地质填图时,观测点数量和观测路线长度适当减少。

4.1.7 水文地质剖面是研究、分析测区地层岩性、地质构造分布特征及其水文地质特征的重要图件。在测区纵横方向及主要水文地质现象部位测制水文地质剖面图。

II 水文地质遥感信息测绘法

4.1.9 水文地质遥感是利用既有遥感影像资料进行水文地质判释与填图,有利于减少水文地质测绘的野外工作量和提高图件的精度。

遥感影像资料一般包括航空像片、陆地卫星影像和热红外图像等。采用遥感影像判释与填图时,一般分为室内初步判释、野外检验和室内复制三个步骤。利用室内初步判释的成果图,进行勘察纲要的编制;利用野外检验的成果图,进行富水地段圈定和孔位确定;利用复判后的成果图,协助编制水文地质图。

遥感影像比例尺的选用,以保证图像质量获得最佳判释效果为原则。从使用情况来看,遥感影像资料的不同,所选用的比例尺也不一样。近年来,遥感图像的光谱分辨率、空间分辨率、辐射分辨率和时间分辨率不断提高,而且具有一定穿透能力的雷达遥感技术不断成熟,不少学者利用光、热红外和微波等多种遥感探测工具,定量反演地表相关因子,结合地理信息系统 GIS 数据,建立与地下水相关的理论和统计模型。由于科学技术的进步,现在一般不用卫星影像,而是利用遥感数据。

4.1.10 本条规定了遥感影像水文地质判译的基本原则,有关遥感影像的判译原则、方法等按现行相关遥感技术规程的要求执行。

4.1.11 遥感影像水文地质填图的野外验证工作必不可少。采用地质遥感法进行水文地质测绘,有些资料如地层、地质构造的产状、性质,断层带宽度,井、泉所属含水层类型、水位、水质、水量等,在遥感影像上难以获见;有些资料在室内很难得出正确的判译成果。因此,要到野外实地验证、补充。

4.1.12 遥感影像填图的野外工作与水文地质测绘相同,观测路线采用穿越法,有意义的地段采用追索法,或者两者相结合。利用

遥感影像资料填图的目的:一是提高成图的精度;二是减少野外工作量。两者比较,前者是主要的。本条有关观测点数和路线长度的数量要求,是根据我国 14 个应用航片填图的有关技术数据统计得出的。执行本条时,根据图像可判程度、地区的研究程度以及影像上难以获见资料的多少等综合确定。

4.2 基本要求

4.2.1~4.2.10 水文地质测绘基本内容和要求等规定,都是具有普遍性的。在执行时需结合勘察区的地质、水文地质条件以及勘察阶段、勘察任务的要求有所侧重。

水文地质测绘要重点调查研究与水文地质及水文地质环境有关的地貌、地质现象。如河谷、冲沟、阶地、岩溶及山前冲、洪积扇等地貌的调查;砂、砂砾石层等松散堆积层及碎屑岩、可溶岩和风化岩等可能含水地层和含水岩石的调查;破碎带、裂隙密集带等具有储水空间的地质构造的调查等。

4.3 专项要求

4.3.1~4.3.11 本节根据不同地貌类型区地下水的分布特征及其水文地质条件,规定了水文地质测绘的专门要求。其调查内容、调查范围和工作精度,根据接受任务的技术要求和勘察区的水文地质条件来确定。

5 水文地质物探

5.1 一般规定

5.1.1 由于物探方法的局限性和成果的多解性,在水文地质条件中等以上复杂地区有必要进行两种以上方法的综合物探,以相互验证,求得共解。所以指出,多种物探方法进行探测时,需考虑被探测体本身具备的各种可被利用的物理条件和其他条件,这是应用物探方法获得成功的基本条件,切忌盲目使用。水文地质物探方法很多。由于所依据的基本原理不同,各种方法都有其具体的适用条件和应用范围。因此,结合勘察区的场地条件、地质、水文地质条件及探测目的,选用合适的物探方法。如:

中国水利水电科学研究院牧区水利科学研究所于2000年开始实施“贫水区先进找水技术和设备引进”项目,从法国IRIS公司引进了核磁共振找水系统(NUMIS),在饮水困难区的地下水勘察工作中取得了许多成果;于2004年开始实施“深层地下水先进找水技术和设备”项目,从美国Geometrics公司引进了Stratagem EH-4连续电导率成像系统,在构造裂隙水与深部隐伏含水层(组)的勘察工作中取得了显著的效果。

翁纳尔(Wenner)法探查海岸带含水层的咸淡水界面的深度是一种简单、快速、成本低廉的探查方法,作为监测海水入侵的手段是十分适宜的。

选用锶同位素示踪剂法探查岩溶地下水强径流带是适合的。

5.1.3 水文测井已被广泛应用并取得成功,为提高钻探取样的精度,做到一孔多用,在勘探孔中配合进行物探水文测井工作,是十分必要的。譬如采用视电阻率、自然电位、人工放射性同位素等方法测井,为确定含水层深度、厚度和结构提供依据;在抽水试验过

程中进行流量测井,抽水后进行扩散法测井,提高了含水层渗透性和涌水量确定的精度。

5.1.4 水文地质物探的基本原理是利用被探测地质体与周围岩土体的地球物理特性(如电法、磁性等),通过测定地层岩性、地质构造的空隙和地下水的物性显示,判断含水层(带)和地下水的存在、分布。探测体与周围岩土体电性、弹性、磁性、密度以及放射性等方面的物性差异,探测体的厚度、宽度或直径等均影响探测结果,因此,只有当被探测体基本满足探测方法的使用条件时,才能得出较好的效果。本条规定了采用物探时被探测体需具备的基本条件,考虑到各种物探方法的适用条件不尽相同,因此只能对被探测体的共性要求做出一般规定。

5.2 物探工作布置与方法选择

5.2.3 物探方法选择时要先分析探测体的地球物理特性,然后根据其地球物理特性选择合适的物探方法,对于第四系地层中的含水层主要为砂卵(砾石)层、砂层,其与黏土层相比,一般具有电阻率低、电化学反应性强、波阻抗低等特点;对于基岩中的砂岩地层、裂隙带、岩溶发育带、断裂破碎带等含水带(层),基岩含水层与周围介质相比,往往具有电阻率低、电化学反应性强、电磁波吸收快、波阻抗低等特征。譬如:探测深部断裂破碎带适合选择瞬变电磁法、音频大地电磁、EH4 等方法;当断裂破碎带位于低阻覆盖层下,埋深不大且呈低阻异常,选择直流电法中的联合剖面法、电测深法或高密度电法;当断裂破碎带上覆地层为高阻体时,选择电磁法中的瞬变电磁法;当断裂破碎带含水量较高时,采用激发极化法和电测深法综合探测;当断裂破碎带有地下水活动且产生过滤电场而形成明显的自电异常时,采用自然电场法。

物探方法的选择还需要考虑勘探精度、勘探深度、工作季节等诸多因素。如对于冻土区勘测,电磁波法中的电磁高频部分,勘探精度高,效率高,但深度有限;低频部分勘探深度达上千米,但精度

和效率较低。直流电法和浅层地震法勘探深度达几十和上百米，但精度和效率较低；在地表封冻季节，由于地表冻结形成高阻抗（或高电阻率）屏蔽层，阻止地震波（或电流）向下传播，使浅层地震法（或直流电法）探测深度大幅度降低，而且检波器（电极）接地困难。因此在地表封冻季节，浅层地震法和直流电法不适合开展工作。电磁波法则由于电磁波的穿透能力强，不受高阻屏蔽层的影响，因此能够穿透冻土层，探测冻层以下的地层；而直流电法由于冻土层影响，在冬季无法施工。在沙漠地区开展工作，直流电法由于接地条件不好造成信号微弱，有时无法开展工作。

6 钻探与成孔

6.1 一般规定

6.1.1 钻探是水文地质勘探工作的主要手段之一。如何合理地布置勘探孔,直接关系到整个勘察工程的质量。在程序上,勘探孔的布置通常在水文地质测绘和物探工作之后,即在获取水文地质测绘资料和物探资料的基础上进行布置,以避免勘探孔布置的盲目性。

6.1.2 布置勘探孔的目的,一是查明地质和水文地质条件,二是取得计算参数和评价地下水资源所需的资料。本条为强调勘探孔的布置需满足与地下水资源评价方法的需求,特加注规定。特别是采用数值法评价地下水资源时,勘探孔的布置需满足查明水文地质边界条件和水文地质参数分区的要求,需侧重对水资源计算区边界的勘察,并满足计算区水文地质参数分区的要求,以避免以往采用传统的解析方法评价资源时,勘探孔的布置侧重在拟建布井的范围内,而对外围(或补给区)地段考虑较少。

6.2 勘探孔布置

6.2.1 从大量工程实例来看,基本上都是采取垂直地下水流向或地表水体布置(当拟在岸边取渗透水时,勘探线以平行地表水体岸边线布置为主)。因此,本标准依据这些资料,对比较常见的各类地区的钻孔布置方式按类型做了规定。

6.2.2 本标准对松散层地区勘探线、孔的间距,还是保留了常用的剖面线距和孔距形式。从收集的工程实例来看,凡采用这种布孔方式的工程,其地下水资源评价方法,一般均采用解析方法。当采用其他方法(如数值法)评价地下水资源时,一般不受这种传统

布孔方案的限制,以满足数值模型对评价勘察区水资源的需要布置勘探孔。

6.2.3 通过多年来大量的基岩地区勘探找水工作,已积累了不少的经验。如运用构造、地质力学和新构造等方法寻找储水构造,成功地解决了许多实际问题。然而,如何合理在这些储水构造区域布置勘探孔,从目前了解到的资料来看,仍然缺乏研究和总结。本标准所规定的勘探孔位的选择,都是以往工作经验的总结,且这些地段或部位往往较多成为取水地段。因此,基岩地区的勘探孔布置方案,仍有待今后继续调研并加以补充。

6.3 勘探孔结构

6.3.2 勘探孔深度是根据任务的要求和勘察区的水文地质条件而确定的,不能规定一个具体的数值。为此,本条只做了原则的规定,即需钻穿有供水意义的主要含水层(带)或含水构造带。这样规定,是基于正确取得水文地质数据和参数及评价地下水资源的需要。但是本条不能理解为在勘探工程中所有的勘探孔都要求钻穿含水层或含水构造带。譬如,当勘察区地下水丰富,远远大于需水量要求时,勘探孔深度根据具体任务要求来定。本条中的“有供水意义”,理解为是针对任务的“需水量”而言的。

6.4 抽水孔过滤器

6.4.1 过滤器种类繁多,结构各有不同。本条对过滤器的类型做了推荐性和允许性规定,勘察时根据含水层的水文地质特征及岩性特征,合理选用。

关于过滤器类型的选择,对粗砂、中砂含水层而言,不使用包网过滤器,而对细砂、粉砂含水层则使用包网过滤器,则能节省勘察成本,降低施工难度。由于抽水孔抽水是为求取参数,抽水时间不长,包网过滤器对试验资料精度影响不大。

6.4.2 松散层中的一些专门试验报告和有关的生产实践表明,在

相同的条件下,抽水试验过滤器的直径增加,其出水量随之相应增加。当直径增加到一定限度时,出水量增加的幅度逐渐减小。譬如,过滤器直径大于 200mm 时,出水量增加的幅度一般就很小。据此,当采用 $\phi 200\text{mm}$ 过滤器抽水孔的出水量去推算大口径生产井的出水量,理解为,其误差相对会小一些。另外,从施工条件来看,为在松散层地区设置 $\phi 200\text{mm}$ 过滤器,一般需钻凿 $\phi 300\text{mm} \sim 500\text{mm}$ 的钻孔,这在勘察时容易满足。所以,本条规定“抽水孔过滤器直径,在松散层中宜大于 200mm”。

至于基岩勘探孔中的过滤器直径(或勘探孔直径),考虑到基岩勘探孔孔径过大时钻进困难,而过小又不能安装抽水设备,为至少能满足空气压缩机抽水的要求,并保证获得比较正确的抽水试验资料,所以本条规定“在基岩层中,宜大于 100mm”。

6.4.3 一些试验研究资料揭示了过滤器长度与出水量的关系,在相同条件下,抽水孔出水量随过滤器长度的增加而增加。但当过滤器长度达到某一数值后,出水量增加的幅度却很小,甚至毫无实际意义。由此,从实用的角度引出一个过滤器“有效长度”的概念,即指抽水孔的出水量增加强度 $\Delta Q(\text{L/s})/\Delta L(\text{m}) < 0.5$,或进水量占整个抽水孔出水量 90%~95% 时的过滤器长度。据统计、计算分析在通常的出水量和水位下降值的情况下,过滤器“有效长度”大致为 20m~30m。

本条中“对厚含水层中过滤器的长度采用 20m~30m”,在执行中理解为:当水位下降值较小或渗透性能较好的情况下,采用 20m~30m;当水位下降值较大或渗透性能较弱的情况下,采用 30m 或更长一些。另外,当确有把握采用某些计算公式换算不同过滤器长度的出水量时,也采用其他数值。

“抽水孔过滤器骨架管孔隙率不宜小于 15%”,系现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 的要求做的规定。

6.4.4 非填砾的包网过滤器的网眼尺寸及缠丝过滤器的缠丝间隙尺寸,都是引用苏联国家规范关于均匀含水层非填砾过滤器尺

寸的规定,沿用至今符合我国勘察抽水孔的实际情况。本条根据现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 的规定进行了修订,增加了碎石土类含水层的内容,使标准趋于完善。

6.4.5 填砾过滤器具有有效孔隙率大、水头损失小、进水渗透流速小、出水量大,并能防止涌砂堵塞,耐腐蚀的特点,是一种普遍应用的过滤器。

填砾粒径大小对抽水孔的出水量具有重要影响,粒径过小、井壁进水面积减小,水跃值过大,影响出水量;粒径过大,含水层中的细颗粒就会进入抽水孔内,导致孔内淤积,严重者勘察孔报废。本条中规定系数(6~8)是通过国内工程经验,并结合国外资料确定的。

η_1 为砂土类含水层的不均匀系数,即 $\eta_1 = d_{60}/d_{10}$; η_2 为填砾过滤器滤料的不均匀系数,即 $\eta_2 = D_{60}/D_{10}$ 。

d_{10} 、 d_{20} 、 d_{60} 为含水层土试样筛分中能通过网眼的颗粒,其累计质量占试样总质量分别为 10%、20%、60% 时的最大颗粒直径。

D_{10} 、 D_{50} 、 D_{60} 为滤料试样筛分中能通过网眼的颗粒,其累计质量占试样总质量分别为 10%、50%、60% 时的最大颗粒直径。

6.4.6 关于填砾过滤器的滤料厚度的规定,多年来的工程实践证明是合适的,既有利于水量增加,又有利于钻探施工。

6.5 勘探孔施工

6.5.1 基岩钻孔由于孔壁稳定,需采用清水钻进。在松散层地区,当孔壁不易坍塌,钻进比较容易的情况下,为避免复杂的洗井工作,一般采用水压钻进;反之,则需采用泥浆护壁钻进。当采用泥浆护壁钻进时,为了避免滤料层的淤塞,造成洗孔困难,在下管前和充填滤料前换浆,将孔内的稠泥浆逐步换为稀泥浆。实践证明,充填滤料前换浆比下管前换浆更为重要。气化冲洗液包括水雾、泡沫、雾化泥浆和充气泥浆等。

关于洗孔的质量标准,各行业标准中都有规定,有的是定性规

定,有的是定量指标。本条沿用定性标准。

在选用机械洗孔方法的同时,也采用化学洗孔的方法,或者说既有机械功能又有化学功能的洗孔法,如焦磷酸钠和压风机联合洗孔法,液态二氧化碳洗孔法,二氧化碳喷压酸洗孔法,且洗孔效果均较好。据此,本条强调选用洗孔方法时,要根据实际情况采用多种有效的方法。

6.5.2 勘探孔的成孔质量直接关系到勘察成果的质量。规定孔斜的要求,不仅能保证抽水试验正常进行,而且也能保证正确判定地层或孔隙岩溶的深度和位置。本标准规定“孔斜不宜大于 1.5° ”的要求,是考虑到目前我国常用的井斜仪的精度,其误差一般为 $\pm 0.5^{\circ}$ 。

本条规定“孔深误差不宜超过 2% ”,是综合分析了各行业所编标准的有关规定,为保证钻探精度而得出的。该数据包括了测量工具本身的误差和相应的观测误差。

关于洗孔出水含砂量,其数值计算有质量比和体积比两种形式,且前者约为后者的2倍。我国的习惯做法是,在现场直接按体积比测定水中含砂量,无需再烘干称重换算成质量比,这样简便易行。故本条规定的含砂量数值为体积比。井水的含砂量大小直接关系到井的正常运行、使用寿命和地面变形。

6.6 勘探孔取样

6.6.1 钻探中的取样,直接影响鉴定地层的准确程度。为了保证地层鉴定和地质现象识别以及试验需要,本条对钻探取样做了规定。试验有特殊需要时需满足试验要求。

在取样数量方面,各部级标准的要求出入不大,而且实际做法也基本相同。因此在综合这些资料的基础上做了相应的规定。对于试验用土样的鉴别,需强调在现场进行,尤其是砂土类和碎石土类。

7 抽水试验

7.1 一般规定

7.1.1 抽水试验方法因地下水可开采量的计算方法与精度要求不同而异。为测定水文地质参数的抽水试验,需在单一含水层中进行,并采取措施,避免其他含水层的干扰。试验地点和层位需有代表性,水文地质条件与计算分析方法一致。

单孔抽水试验。仅在一个试验孔中抽水且未配置观测孔,用以确定涌水量与水位降深的关系,概略取得含水层渗透系数。成孔时在抽水孔过滤管外设置水位观测管,不设置观测管时,需评估过滤器阻力的影响。

多孔抽水试验。在一个主孔抽水孔内抽水,主孔抽水孔周围设置若干个观测孔观测地下水位,求得较准确的水文地质参数和含水层不同方向的渗透性能及边界条件等。

群孔抽水试验。在影响半径范围内的两个或两个以上勘探孔中同时进行抽水试验,确定水位下降与总涌水量的关系,从而预测一定降深下的开采量或一定开采量下的水位下降值,同时为确定合理的布井方案提供依据。为数值法提供模拟原型的群孔抽水试验时,对计算域的流场做整体揭露。

初步勘察阶段选用单孔和多孔抽水试验;详勘阶段选用多孔和群孔抽水试验;开采勘察阶段或在地下水天然补给量不充沛或补给量不易查清,或勘察工作量有限而又缺乏地下水长期观测资料的水源地,为充分暴露水文地质问题,进行试验性开采抽水试验,并用勘探孔实际出水量作为评价地下水允许开采量可开采量的依据。

水文地质条件简单,初步查明分水层的渗透性及分布规律时,

选择单孔抽水试验;水文地质条件复杂的区域,为查明含水层的渗透性和渗透各向异性时,在区内典型地段布置多孔抽水试验。

7.1.2 含水层富水性等级一般划分为水量极丰富、丰富、中等、贫乏和极贫乏,其划分依据单孔涌水量,详情情况见现行行业标准《水文地质调查图件编制规范 第1部分:水文地质图(1:50000)》DD 2019—04。

7.1.4 应用人工放射性同位素稀释法是确定地下水运动状态要素行之有效的测试手段。国外对稀释法和示踪法久已广为应用,且有成熟的经验。该法在国内水文地质勘察方面的推广应用也取得较佳效果。采用人工放射性同位素测定松散含水层中渗透流速、实际流速、流向、有效孔隙度和弥散率等参数,进而确定含水层的渗透系数和弥散系数。

7.1.5 本条对观测孔的布置做出规定。

2 本款对观测孔布置的方向做出规定。

当地下水存在坡度(尤其是水力坡度较大)时,在不同方向上的水头损失是不相等的。因此,需要根据试验的目的来考虑观测线的布置方向。譬如,为计算水文地质参数,观测线常垂直地下水流向布置,以减少水力坡度对计算参数的影响;若测量含水层不同方向的非均匀性和实测抽水的影响范围,根据具体目的布置观测线;若需要查明边界条件时,在边界有代表性的地段布置观测孔。

3 本款对观测孔的数量做出规定。

观测孔的数量与所采用的计算公式的要求有关。为了能使用同一资料采用多种方法进行计算,相互比较,因此规定同一观测线上的观测孔数不少于2个。

4 本款对观测孔距抽水孔的距离做出规定。

为计算参数用的观测孔距抽水孔的距离,取决于从观测孔中测得的水位下降值是否符合计算公式中的要求。譬如常用的计算公式:

$$s = \frac{Q}{2\pi KM} \ln \frac{R}{r} \quad (1)$$

上述公式是假设地下水为层流和二维流的情况下推导出来的,而没有考虑在产生紊流和三维流时所造成的水头损失。因此从观测孔中测得的水位下降值要求满足推导上述公式的条件。

观测孔距抽水孔的距离,一般当 $r > M$ 时,紊流、三维流的影响就很小,对计算精度不会有大的影响。所以本标准规定,距抽水孔的第一个观测孔的距离大于含水层厚度。三维流的影响与抽水孔的出水量及过滤器直径的大小有关,如抽水孔出水量很小,过滤器直径比较大时,则第一个观测孔靠抽水孔更近一些。

关于其余观测孔的距离,一般要求从孔中测得的水位尽量不受含水层边界的影响且易于达到稳定,以便于资料的分析和采用多种方法计算水文地质参数。为此,原则要求其观测孔距离保证其孔内观测水位下降值能满足水文地质的计算精度要求。这样,也保证孔中有较大的水位降,减少测量时的观测误差。

上述规定,主要是为了利用观测孔中的水位下降值求水文地质参数而制定的。若是为了实测影响范围或其他用途,则观测孔距离不受其限制。

5 本款对观测孔过滤器的设置做出规定。

对观测孔过滤器的设置,要求置于同一含水层、同一深度,各观测孔过滤器长度相同,以增强可比性,给分析、利用资料提供方便。

7.1.8 实践表明,采用数值法计算和评价地下水资源时,有时需要反求参数,或识别和检验数值模型的合理性。所有这些,都需要有模拟域的水量、水位和边界条件方面的资料。为了满足这些要求,唯通过大流量、大降深的群孔抽水试验才能达到目的。所以本条规定,“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”。此处用词为“宜”,表示允许选择。例如,当水文地质条件简单,通过常规勘察手段能够查明补给和边界条件,利用地下水自然动态资料能满足数值法计算要求,就不必进行群孔抽水试验;反之,当计算区地下水赋存

条件复杂,其补给和边界条件难以查明时,则需进行开采性的群孔抽水试验。

至于强调以非稳定流抽水试验为主,因为建立数值模型所需的含水层的释水系数 S 、越流参数 B 及给水度 μ 等水文地质参数,用稳定流抽水试验是无法获得的。

7.1.11 本条强调观测孔和抽水孔在抽水前和抽水中,其中的静水位和动水位、动水位和出水量均同步观测,目的是能完整地获得抽水孔出水量与抽水孔及各观测孔动水位之间的相互关系。自然水位是抽水试验的基础资料,需正确测定和获得。若抽水前后自然水位发生变化,分析原因(如降雨、气压、钻进生产用水等),予以校正。

7.1.14 考虑到利用稳定流抽水试验的恢复水位资料计算水文地质参数的需要,本标准规定,恢复水位的测量按非稳定流抽水试验的观测时间间隔进行。恢复水位观测的时间间隔,在最初的10min内,先每间隔1min观测1次,共测4次,随后每间隔2min观测1次,共测3次。今后随着测试工具的改进与普及,将最初的时间间隔缩短至10s~30s或连续读数,以使其更能反映出恢复水位在最初时间里的真实变化情况。

7.1.15 抽水试验时,出水量的量测方法很多,当流量为1L/s~300L/s时,采用量水堰法,堰的设置与流量大小相匹配,其对应的参数及计算公式见表1。

表1 薄壁堰的适用条件及计算公式

堰的类型	形状特性	适用条件(L/s)	流量计算公式
三角堰	90°角	$1 \leq Q < 70$	$Q = 0.014h^{2.5}$
梯形堰	边坡 1 : 0.25	$10 \leq Q < 300$	$Q = 0.0186bh^{1.5}$
矩形堰		$Q > 50$	$Q = 0.018bh^{1.5}$

注:表中符号; Q 为流量(L/s); h 为堰中水头(cm); b 为堰口底宽(cm)。

7.1.16 抽水试验期间,需及时整理抽水试验资料,资料内容主要包括:

(1)编制抽水试验综合图、抽水试验孔和观测孔的平面布置图、钻孔结构图和抽水试验孔结构图等。

(2)稳定流抽水试验编制 $Q=f(t)$ 、 $s=f(t)$ 、 $Q=f(s)$ 、 $q=f(s)$ 曲线图。

(3)非稳定流抽水试验编制 $s=f(\lg t)$ 、观测孔水位与抽水孔径向距离的对数关系曲线 $s=f(\lg r)$ 、恢复水位与时间的关系曲线。

7.2 稳定流抽水试验

7.2.1 条文中稳定流抽水试验不宜少于 3 次降深,其理由主要包括:

(1)获得孔的抽水试验特性曲线,以便正确选择计算水文地质参数的公式。

(2)有可能推算孔的出水量。

(3)有可能验证水文地质参数的计算是否准确,例如采用 3 次不同下降值计算所得的渗透系数基本一致。

当抽水试验孔出水量很小,试验时的出水量已达到抽水孔极限出水能力时,水位下降次数适当减少。

迄今,潜水井的理论和实践一般是以水位下降值为 $1/2$ 含水层厚度时的管井出水量作为管井最大出水量,即地下水资源计算参数一允许水位下降值为潜水含水层厚度的一半。当承压水完整井抽水动水位低于含水层顶板时,井附近的地下水流由承压变为无压状态,计算渗透系数需采用相应的公式。

7.2.3 稳定标准主要是看有无持续增大或变小的趋势,同时本条还给出了允许波动的范围值。本条没有采用通常的“在多少时间的间隔内不超过某一数值”的规定。因为抽水试验中时常遇到这样的情况,即使在规定的时间内水位变化不超过规定的数值,但是从相邻的时间间隔内水位变化的对比来看,水位实际上并没有稳定,而呈现持续上升或下降的趋势。因此,动水位的稳定与

否,单看水位的波动范围是不够的,更主要的是要考虑有无持续上升或持续下降的趋势。所谓“在一定范围内波动”,是指不同的抽水设备,可能出现的水位上下波动值。

规定稳定延续时间,主要是为了检查抽水试验地段,由孔中抽出的水量与地下水对孔的补给量是否已经达到平衡。达到两者平衡的时间,对各种补给条件和不同颗粒组成的含水层是不一样的。实际上,一旦出水量与补给量能达到平衡时,稳定延续时间就没有必要太长,因为在整个稳定延续时间内,水位的波动已在允许范围内。

据此,本条对稳定延续时间规定的较短。但在补给条件较差的地区,需特别注意是否达到了稳定,必要时延长稳定延续时间。

7.3 非稳定流抽水试验

7.3.1 抽水孔出水量保持常量的规定是必要的,变量的方法(阶梯流量)也行。但通常总是以流量不变作为整理抽水试验资料方法的基础。这不仅是因为常流量的试验方法操作简便,而且因为该方法应用广泛,资料丰富,研究的人员较多,研究时间较长,成熟度也高,将有利于保证成果质量。

7.3.2 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 $\Delta h^2 - \lg t$ 曲线。拐点是曲线上斜率的导数等于零的点。当有观测孔时优先采用最远观测孔的 s (或 Δh^2) - $\lg t$ 关系曲线。

$[s$ (或 Δh^2) - $\lg t]$ 关系曲线无拐点时,延续时间根据试验目的确定,原则上使其水平投影在 $\lg t$ 轴上的数值不少于两个对数周期。

7.3.3 本标准规定的观测时间,是根据尽量能满非稳定流公式“瞬时现象”的要求,又考虑到目前测试技术水平实现时空高分辨的可能性程度而综合确定的。本标准规定抽水开始后 1min 进行观测,以便观测数据在 $s - \lg t$ 曲线上达到均匀分布。

7.3.5 群孔抽水试验,一般为定流量、一次降深抽水。但有时在有补给保证的前提下,需根据总出水量与水位降深关系推断地下水可开采量(在适当范围内)时,增加水位下降次数也是可以的。

7.3.6 开采性抽水试验,一般是在水文地质条件复杂、补给条件不清的地区进行。由于这类地区评价地下水资源比较困难,用一般的解析方法难以解决问题或可靠性不大时,需要借助开采性抽水试验来验证地下水补给量或确定地下水可开采量。

由于这种抽水试验方法的工期长、消耗大,除特殊情况需在勘探阶段进行外,一般利用开采并结合试生产进行。

8 地下水动态观测

8.2 水位观测

8.2.1 一般来说,地下水动态观测孔的布置,以能控制勘察区或水源地开采影响范围内的地下水动态为原则。随着观测的目的,所要解决的问题不同,观测孔的具体布置也就各不相同。本标准考虑了采用数值法计算和评价地下水资源时,需在有代表性的边界地段布置动态观测孔,并保证对计算区各分区参数的控制,故本条对此做了强调。

8.2.2~8.2.5 按时进行地下水动态的观测,并取得有关资料,对于正确认识勘察区的水文地质条件、地下水的运动规律、计算和评价地下水资源、检验勘察成果的质量等,都是很重要的。

地下水动态观测的时间间隔,因条件和观测目的不同而异,如自然条件变化大时和变化小时不一样,目的不同时也不一样等。因此本标准规定的 5d~10d 观测 1 次,只是代表一般情况下需要这样做。具体执行时,观测的时间间隔因时、因地增长或缩短,以达到预期的目的。

8.3 水量观测

8.3.1 地下水水量观测包括泉水涌水量、地下暗河径流量、人工开采量、疏干量和回灌渗入量的观测等内容。

8.3.3 水表是常用的量水设备,使用条件是水流不含沙石等杂物。水表的示值误差按国家标准规定。

按过水断面形状,将堰槽分为三角堰、矩形堰和梯形堰三种类型。其中,三角堰的灵敏度较高,适用于不大于 100L/s 的流量测验;矩形堰适用于高水头、有集(或贮)水池设施的流量测验;梯形

堰适用于较大流量的测验。

流速流量仪法是监测河流流量的一种常规方法,适用于泉流量监测。

9 水文地质参数计算

9.1 一般规定

9.1.1 水文地质参数是计算和评价地下水资源必不可少的数据。为了准确地求得参数,不仅对抽水试验的技术要求做出规定,保证原始数据的精度,而且对参数计算的技术要求也做出具体规定。

鉴于目前对参数计算的经验总结和科研做得还不够,加之自然界的条件、抽水孔的情况和抽水试验的方法又是多种多样,所以标准的规定很难满足各种情况下的计算需要。因此本标准只规定了一些基本的要求和列举少数最基本的计算公式,而譬如承压一潜水孔,非均质含水层中抽水孔的计算公式,以及非稳定流的越流公式,均没有列出。基岩裂隙含水层和岩溶含水层的参数计算方法也未能很好解决。故在选择计算方法和计算公式时,不受本标准公式的限制,需根据勘察区具体的水文地质条件和公式的适用范围,合理地选用公式,避免盲目地套用。具体选择何种参数计算公式,一般在载有水文地质参数计算的有关手册、指南和文选中选用。

9.1.2 本标准所列的潜水孔计算公式,除需要符合含水层均质、等厚和产状水平等一般条件外,尚需符合下降漏斗的坡度小于 $1/4$ 的条件。只有这样,实际情况与推导公式的假定条件(流线倾角的正弦用正切代替)才比较相符,计算结果的误差才可能在允许范围之内。

9.2 渗透系数

9.2.1 采用稳定流单孔抽水试验资料计算渗透系数的方法。对于单孔抽水试验,往往出现计算出的渗透系数不是常数且比实际

数值偏小的问题。这除了由于公式的适用条件和实际水文地质条件不符合外,还和抽水试验时井壁及其周围含水层中产生的三维流、紊流、井损的影响有关。若用单孔抽水试验的水位下降资料,则需尽可能消除这三种情况对水位造成的影响后,再进行计算。

(1)当抽水试验关系曲线 $Q \sim s$ (或 Δh^2) 呈直线时,说明该抽水试验资料井损的影响小,直接选用公式计算 K 值。

(2)当抽水试验关系曲线 $Q \sim s$ (或 Δh^2) 呈曲线时,说明该抽水试验井损较大,在计算 K 值时,需消除这部分的影响值,以提高单孔计算 K 值的精度。本条推荐采用截距法和插值法。

理论推导可知,任何 $Q \sim s$ 关系曲线采用一个高次方多项式表示:

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

式中: $a_1, a_2, \dots, a_n$ ——待定系数。

而一次项系数 a_1 用下式表达:

$$a_1 = \frac{1}{2\pi KM} \times \ln \frac{R}{r} \quad (3)$$

由此可知,当求得 a_1 值后,即求得 K 值。

1)插值法 $Q \sim s$ 代数多项式。以四组 $Q \sim s$ 抽水试验资料为例,则式简化为:

$$s = a_1 Q + a_2 Q^2 + a_3 Q^3 + a_4 Q^4 \quad (4)$$

采用均差表(见表 2)求 $Q \sim s$ 多项式及其待定参数 a_1 。

表 2 均差表

n	$Q(\text{m}^3/\text{d})$	$S(\text{m})$	一阶均差	二阶均差	三阶均差	四阶均差
0	0	0				
1	Q_1	s_1	a_{11}	a_{22}		
2	Q_2	s_2	a_{12}	a_{23}	a_{33}	
3	Q_3	s_3	a_{13}	a_{24}	a_{34}	a_{44}
4	Q_4	s_4	a_{14}			

$$\begin{aligned}
\text{表中: } a_{11} &= \frac{s_1 - 0}{Q_1 - 0} & a_{12} &= \frac{s_2 - s_1}{Q_2 - Q_1} & a_{13} &= \frac{s_3 - s_2}{Q_3 - Q_2} \\
a_{14} &= \frac{s_4 - s_3}{Q_4 - Q_3} & a_{22} &= \frac{a_{12} - a_{11}}{Q_2 - 0} & a_{23} &= \frac{a_{13} - a_{12}}{Q_3 - Q_1} \\
a_{24} &= \frac{a_{14} - a_{13}}{Q_4 - Q_2} & a_{33} &= \frac{a_{23} - a_{22}}{Q_3 - 0} & a_{34} &= \frac{a_{24} - a_{23}}{Q_4 - Q_1} \\
a_{44} &= \frac{a_{34} - a_{33}}{Q_4 - 0}
\end{aligned}$$

则:

$$\begin{aligned}
s = a_{11}Q + a_{22}Q(Q - Q_1) + a_{33}Q(Q - Q_1)(Q - Q_2) + \\
a_{44}Q(Q - Q_1)(Q - Q_2)(Q - Q_3)
\end{aligned} \quad (5)$$

对式(5)展开得:

$$a_1 = a_{11} - a_{22}Q_1 + a_{33}Q_1Q_2 - a_{44}Q_1Q_2Q_3 \quad (6)$$

求得待定系数 a_1 后,即按本条款的规定,以 $1/a_1$ 取代相应公式中的 Q/s [或 $Q/(H^2 - h^2)$] 分别计算 K 值。

在作均差表时,要求抽水段落在 $Q \sim s$ 曲线上均匀分布,否则,需要在 $Q \sim s$ 图上取等距点作均差表。

对于 $Q \sim s$ 多项式,其待定系数采用联立方程式或最小二乘法等其他方法求解。

2) 作图截距法。当 $s/Q \sim Q$ (或 $\Delta h^2/Q \sim Q$) 关系曲线呈直线时,用作图截距法求待定系数 a_1 (如图 1 所示)。

作图截距法的应用条件是抽水试验资料的曲线关系为抛物线型(即 $s = a_1Q + a_2Q^2$)。当 $Q \sim s$ 不是抛物线型时,即 s/Q (或 $\Delta h^2/Q$) 不呈直线而呈曲线,则该资料包括 Q 的高次方项,且曲线的“截距”存在随意性,此时使用插值法来描述抽水资料的一般表达式。

为求得 a_1 需做一次小降深的抽水,以使 s/Q ($\Delta h^2/Q$) 关系曲线上能有一个实测点靠近纵轴,从而提高截距的精度。

(3) 公式(9.2.1-2)和公式(9.2.1-3)两个非完整井公式由我国学者导出。与常用的国外公式(如马斯盖特公式、吉林斯基公式、巴布什金公式、纳斯列尔格公式等)进行对比验证的结果表明,

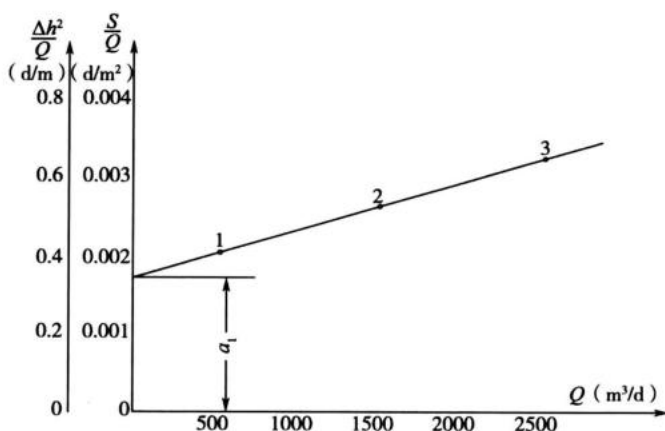


图1 s/Q (或 $\Delta h^2/Q$) $\sim Q$ 关系曲线示意图

标准列举的非完整井公式的计算精度是比较高的。

9.2.2 利用稳定流多孔抽水试验资料计算 K 值的方法, 能较容易地消除单孔抽水试验时产生的三种情况的影响。

公式(9.2.2-1)和公式(9.2.2-4)是常用的裘布依—蒂姆公式, 但使用该式时常遇到两个问题:

- 1) 采用靠近抽水孔的观测孔资料时, 算得的 K 值有偏小现象;
- 2) 采用远离抽水孔的观测孔资料时, 算得的 K 值又往往偏大。

究其原因, 一方面可能是抽水没有达到稳定的要求, 另一方面在于没有考虑公式的适用条件, 即抽水试验关系曲线 $s \sim \lg r$ 满足直线关系:

$$s = \frac{Q}{2\pi KM} \ln R - \frac{Q}{2\pi KM} \ln r \quad (7)$$

只有利用 $s \sim \lg r$ 曲线的直线段上的资料 (也就是利用直线的斜率) 才能得到准确的 K 值。因为靠近抽水孔的观测孔由于受孔周阻力的影响, 容易偏离直线段; 远离抽水孔的观测孔则受边界的形状和性质的影响, 也将偏离直线段。因此在采用公式时, 要求观测孔内的 s (或 Δh^2) 值在 s (或 Δh^2) $\sim \lg r$ 关系曲线上能连成直线 (如图2所示)。

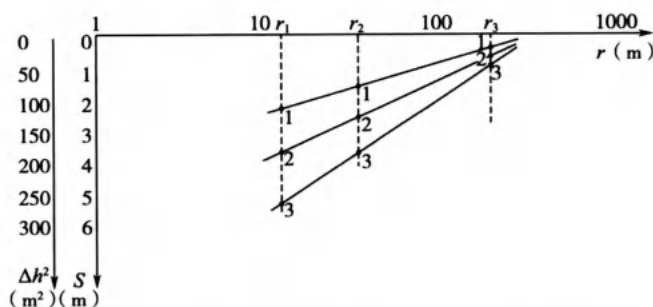


图 2 s (或 Δh^2) $\sim \lg r$ 关系曲线示意图

当然,由于水文地质条件的多种多样,抽水试验获得的 $s \sim \lg r$ 关系曲线可能不出现理想的直线段,这时选择的计算数据具有一定的近似值。

9.2.3 配线法是利用 $\lg s \sim \lg t$ 曲线与 $\lg w(u) \sim \lg(1/u)$ 曲线拟合,确定最佳拟合点,并用拟合点对应的 $W(u)$ 、 $1/u$ 、 s 、 t 坐标值代入公式计算参数。实测曲线与标准曲线的重叠段不小于一个对数周期。配线法最大优点是尽可能多地利用抽水试验的观测资料,避免个别资料的偶然误差,计算精度较高。

直线法是用 $s \sim \lg t$ 曲线上直线段的斜率 i 计算参数,并需满足相应的条件。直接解析法解算中,往往由于观测值的误差,绘制实测点的 $s \sim \lg t$ 和 $s \sim \lg r$ 关系时,因人为误差常导致直线斜率和截距的不准,使计算出的有关参数也就不能反映真实情况,为此利用最小二乘法原理推求直线议程的斜率和截距,再用直线解析法求解参数。

采用最小二乘拟合法进行求参计算根据《供水水文地质手册》中“直线方程中斜率、截距的确定及水文地质参数推算公式”选择公式。

当采用公式(9.2.3-4)计算潜水含水层渗透系数时,需满足以下假设:当降落漏斗的水利坡度小于 $1/4$,且 $h \geq 0.9H$ 。

9.2.4 利用观测孔实测数据曲线 $\lg s \sim \lg t$ 与标准曲线 $\lg w(u, r/B) - \lg(1/u)$ 拟合,确定最佳拟合点,并用拟合点对应的坐标值 $W(u, r/B)$ 、 $1/u$ 、 s 、 t 代入公式(9.2.4-1)、公式(9.2.4-2)计算参数。

当抽水试验时间足够长,使得观测孔实测数据曲线 $s \sim \lg t$ 用外推确定最大降深 $s_{\max}$,利用曲线上拐点处 $(0.5s_{\max})$ 切线的斜率 i 、降深 s 时间 t 计算参数。

当含水层导水系数 T 很大,越流参数 B 相当小,观测孔至抽水孔距离较小,实测的 $s \sim \lg t$ 曲线看不出拐点时,用切线法确定参数,用外推法确定最大降深。

9.2.5 采用恢复水位资料计算 K 值,由于水位没有波动等干扰因素的影响,故取得的原始数据精度比抽水试验时的高。在选用公式时,注意试验结束前动水位的变化状态。根据动水位已稳定(如图3的实线曲线所示)或没有稳定(如图3虚直线所示),选用不同公式,并考虑满足公式的适用条件。

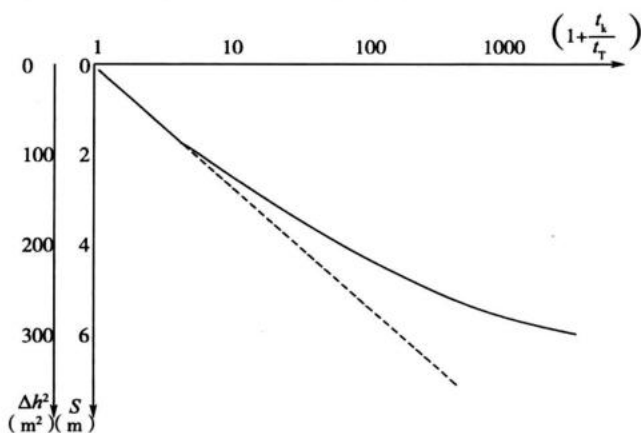


图3 s (或 Δh^2) $\sim \lg \left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right)$ 关系曲线示意图

注:1 当利用观测孔资料时,需符合 $\frac{r^2 s}{4KMt_k}$ (或 $\frac{r^2 \mu}{4K \bar{h} t_k}$) < 0.01 的要求。

2 如恢复水位曲线直线段的延长线不通过原点时,需分析其原因,必要时进行修正。

3 含水层为承压含水层时, i 为 $s \sim \lg \left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right)$ 的直线斜率;含水层为潜水含水层时, i 为 $(\Delta h^2) \sim \lg \left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right)$ 的直线斜率。

9.2.6 本条所列含水层渗透系数计算公式,是国内外有关单位对单孔同位素测试技术历时四十多年潜心试验研究而得出的。实践证明,该公式理论推导严格,方法可行,完全求得渗透系数。

求 α 采用下列公式:

当为填砾过滤器时,

$$\alpha = \frac{8}{\left(1 + \frac{K_3}{K_2}\right) \left\{ 1 + \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 + \frac{K_2}{K_1} \left[1 - \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \right] \right\} + \left(1 - \frac{K_3}{K_2}\right) \left\{ \left(\frac{r_1}{r_3}\right)^2 + \left(\frac{r_2}{r_3}\right)^2 + \frac{K_2}{K_1} \left[\left(\frac{r_1}{r_3}\right)^2 - \left(\frac{r_2}{r_3}\right)^2 \right] \right\}} \quad (8)$$

当为未填砾过滤器时,即 $r_2 = r_3, k_2 = k_3$ 时,上述公式简化为下式:

$$\alpha = \frac{4}{1 + \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 + \frac{k_3}{K_1} \left[1 - \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \right]} \quad (9)$$

当为基岩裸孔不下入滤水管时,一般均直接采用 $\alpha = 2$ 。

式中: r_1, r_2, r_3 ——分别为滤水管内半径、滤水管外半径、勘探孔半径(m);

K_1, K_2, K_3 ——分别为滤水管(网)、滤料层、含水层的渗透系数(m/d)。

K_1, K_2, K_3 的求取分述如下(注:此式仅适用于塑料管材,其他材质情况下的 K_1 值则另选算式):

$$K_1 = 0.1f \quad (10)$$

式中: f ——滤水管(网)孔隙率。

$$K_2 = C_2 d_{50}^2 \quad (11)$$

式中: C_2 ——受滤料颗粒形状、样品选取和滤层厚度影响的值,一般取 $C_2 = 0.45$;

d_{50} ——筛余滤料占总质量 50% 的最大颗粒(或网眼)直径(cm)。

$$K_3 = C_3 d_m^2 \quad (12)$$

式中： C_3 ——受含水层颗粒形状、取舍度，地层密度影响的系数；
 d_m ——标准的颗粒粒径。

根据 Hazen 的经验，如 $d_m = d_{10}$ (cm) 时，则相同的砂， $C_3 = 150$ ；不同的砂， $C_3 = 60$ ； $d_{10} < 0.3$ cm 的任意砂， $C_3 = 116$ 。

此外， K_3 也根据实际经验值直接估算或用迭代法试算求得。

9.3 给水度和释水系数

9.3.1 目前给水度的确定方法仍是采用实验室法、经验系数法、野外测定法和抽水试验法等；而释水系数的确定一般均采用抽水试验法。但从使用情况来看，这些方法都有不完善之处。实验室法需要的原状土样难于采取；由于自然界含水层结构复杂多样，经验系数法采用系数时必然带有随意性；野外测定法施工比较麻烦，而且受指示剂性质的影响很大，测定的结果有成功的也有失败的；抽水试验法则受推导公式时假设条件的限制（如泰斯公式没有考虑补给和水的延迟释放等）。根据有些实例的计算，当抽水时间短时，得出偏小很多的结果；若抽水时间很长时，倘能确证没有补给参入，则结果尚较理想，而一旦有补给参入进来，则得出偏大很多的结果。总之，这些方法都有局限性，只能在某种特定条件下使用，才能获得正确的结果，因此对给水度和释水系数的计算在执行时需根据具体条件采用不同的方法。

9.3.2、9.3.3 潜水含水层给水度和承压含水层释水系数计算公式(9.3.2-1)和公式(9.3.3-1)引自苏联 N. A 斯克巴兰诺维奇著《水文地质计算》，1960 年莫斯科版。

潜水含水层的给水度，当无单孔抽水试验资料以及野外或室内试验资料时，利用下述经验公式求得。

$$\mu = 0.1 \sqrt[7]{K} \quad (13)$$

式中： K ——渗透系数(m/d)。

实践表明，潜水含水层给水度 μ 值与含水层渗透系 K 值具有相

关关系,早在 20 世纪 60 年代,苏联水文地质专家 Н. Н. БинаЕМАН (宾杰曼)根据实践资料,就已得出潜水含水层给水度与渗透系数的上式关系。

9.4 降水入渗系数

9.4.1 国内陆续建立了一些地下水均衡场,这是研究有关地下水运动的野外实验室,需充分利用均衡场取得的数据和成果。

地下水均衡场直接观测降水入渗量,并计算入渗系数,其观测数据比较精确可靠,水文地质勘察工作中需充分利用这些资料。如果勘察区没有,而邻近地区有地下水均衡场,一般根据水文地质比拟法间接采用这些观测值和计算值。

9.4.2 本条款列举的计算公式是根据降水入渗系数 α 的定义,结合平原区地下水运动的特点得出的,故只适用于平原区。此外,还应注意以下几点:

(1)公式中应用了一个近似关系,即把降雨期的地下水位平均降(升)幅(Δh)看作是和降雨前相等的。

(2)对有毛细现象,但在降雨前后毛细高度不变的含水层,一般不考虑毛细水对 μ 值的影响;反之,则需考虑其影响。

(3)当含水层分布较广,入渗条件因地段而异时,需分区分段计算,或取得有代表性的多点的 α 值,然后取加权(以降雨量为权)平均值。

(4)公式只考虑由于降水直接入渗而引起的水位降(升),没有考虑降水期间由于其他因素可能造成的水位降(升)。

(5)公式求得的是一次降水过程的入渗系数。

(6)基岩地区,由于 μ 值较难获得和含水层的非均匀性,一般不采用本公式。

9.6 影响半径

9.6.1、9.6.2 影响半径采用裘布依公式求得。但由于裘布依公

式推导时的条件与实际不符,因此计算结果是一个近似值。此外,在没有观测孔的情况下,影响半径的确定,目前只能依赖于经验数据或经验公式。

值得指出的是,用稳定流抽水试验所求得的影响半径,在数值法计算中是不需要的。可以断言,随着非稳定流抽水试验和数值法在地下水资源计算和评价中的推广和应用,影响半径在实际工作中的应用会逐步淡化。

9.6.3 利用非稳定流抽水试验资料计算影响半径时,时间 t 取抽水开始至水位相对稳定的时间。

10 地下水资源评价

10.1 一般规定

10.1.1 地下水资源评价是对地下水资源量、地下水质量及预测二者在开采条件下发生的变化和趋势所进行的系统计算、全面论证和综合评价。地下水资源评价资料是地下水水源地设计、开采和管理必不可少的基础资料。

10.1.2 地下水资源评价是在认真分析、研究勘察区水文地质条件、水文地质计算参数、地下水动态变化规律、地下水水质类型、变化趋势、环境水文地质以及地下水开发利用方案的基础上,对地下水资源和开发利用条件进行综合计算、评价。因此,需要充分具备标准规定的资料。

10.1.4 不同阶段供水水文地质勘察,比例尺不同,提交的地下水可开采量精度不同,因此地下水资源评价方法也相应会有差别,比如初勘时以水均衡法为主,详勘时以解析法、数值法为主,开采勘察阶段以开采试验法和数值法为主。另外供水水文地质勘察一般比例尺都大于1:50000,获取的水文地质资料及参数较丰富,因此地下水资源评价很少会用到比拟法、相关外推法、黑箱法等相对评价精度较低的方法,需根据勘察阶段,采用可行且精度较高的两种以上地下水资源评价方法。

10.1.6 本条见现行国家标准《地下水资源储量分类分级》GB 15218的规定,结合供水水文地质勘察的实际,根据全国区域水文地质条件的研究现状,对供水水文地质勘察按三个阶段、三级精度对地下水可开采量及水文地质条件等研究程度做了相应规定。

10.2 地下水资源量评价

10.2.2 地下水资源量尤其是可开采量的计算、评价方法很多,但每种方法都有其特定的适用条件。因此,根据勘察阶段精度要求和勘察资料的获得情况,结合水文地质条件选择适宜的计算、评价方法。

10.2.3 按地下水类型区对平原区、山丘区和水源地的地下水资源量评价、计算做了规定。

山丘地区地下水排泄量包括:河川基流量、山前泉水出流量、山前侧向流出量、河床潜流量、潜水蒸发量和地下水实际开采净消耗量。

10.2.4 本条对地下水资源分类未做改动,仍采用补给量、储存量和可开采量的分类方法。此分类方法突出了补给量在地下水资源评价中的重要性。

地下水资源量的评价,最终是提出可开采量值,并论证其补给保证程度。因为在地下水的补给、径流和排泄(开采可认为是人为排泄)运动过程中,补给是起着主导作用的。径流是补给的运动形式,排泄来源于补给。无补给的排泄,地下水终究会枯竭或滞流,其径流也就不复存在。勘察区地下水资源量的评价是多因素综合评价的结果,一般根据需水量、勘察阶段、开采方案等要求和具体的水文地质条件,考虑地下水补给量的补给和储存量的调节,最终确定出可开采量。所以,对于储存量不一定每个工程都要计算,只有在补给量不足时,才计算储存量,并论证其动用后的可恢复性,以发挥其调节作用。虽然储存量愈大,调节能力也愈强,但究竟能动用多少,仍是由补给量的补偿能力决定的。汲取超过年补给量补偿能力的开采量,则按此量建设的水源地不能成为稳定的开采水源。另外,需突出预计开采条件下的补给增量和排泄减量。

10.2.6 计算和评价地下水可开采量的诸多方法,均涉及计算时段间的选择。例如,采用水均衡法时,涉及均衡期;采用数值模拟

进行地下水预报时,涉及预报期;又如当利用泉或暗河作为供水水源时,标准第 10.2.30 条的第 6、7 款规定采用泉衰减方程法、泉流量频率曲线法、暗河流量频率曲线法、地下径流模数法、暗河断面截流法等水文分析方法时,也涉及计算时段的选择。毋庸置疑,计算和评价地下水可开采量时,其精度与计算时段的选择有着密切的关系。分三款对不同情况下如何选择计算时段做了规定,现具体说明于下:

1 采用“多年平均”作为计算时段。目前实际工作中大致有如下三种方法:一是采用平水年($P=50\%$)的丰、平、枯水季作为计算时段;二是采用勘察年份的前若干年(一般大于 30 年);三是采用典型年组合,如取丰($P=25\%$)、平($P=50\%$)、枯($P=75\%$)水三年作为计算时段(如农田供水)。实际工作中常应用后两种。

2 采用需水保证率年份作为计算时段。这是在不考虑储量或储存量小,其调节能力有限时而常用的方法。如以岩溶泉作供水水源时,以其流量频率曲线为依据,按需水保证率($P=95\%$ 或 97%)要求直接进行评价;又如仅具有当年调节能力的孔隙潜水源地,采用需水保证率年份的丰、平、枯水季作为计算时段。

3 采用连续枯水年组或设计枯水年组作计算时段。这是目前电力系统在傍河水源地地下水资源评价中常用的方法。此类水源地地下水补给主要有大气降水、上游的地表径流及开采条件下的河水补给量。由于水源地面积小,前两项补给量有限,因此河水补给量往往占可开采量的 $70\%\sim 80\%$,所以合理确定河水补给量是正确评价可采资源的依据。为此,在地表径流丰水年组与枯水年组多年交替出现的变化规律中,选取对供水最不利的连续枯水年组作为计算时段。至于设计枯水年组,则是由连续枯水年频率组合起来的,即是由实测资料系列分析出来的,而不是人为拟定的。

I 地下水补给量确定

10.2.7 本条列举了地下水补给的五种途径。含水层之间的越层

补给量的计算比较复杂,根据抽水试验资料计算。其他途径的入渗补给指人工回灌、人工漫灌、雨洪坡面流、凝结水入渗补给量等。

10.2.8 计算公式即达西断面流量公式。如计算断面很长,含水层渗透系数、厚度及水力坡度变化较大时,先分段计算,然后迭加计量。

地下径流模数的数值受季节影响变化较大,因此,利用地下径流模数计算时,要充分考虑补给条件的变化和影响。

10.2.9 降水入渗的补给量是地下水主要补给来源,其计算结果的精度直接影响到地下水资源评价的精度,其中起关键作用的因素是降水入渗补给系数和水位变动带给水度的确定,因此需选用合理可靠的监测数据和方法,分析确定降水入渗补给系数,确保降水入渗补给量计算结果合理可靠。

10.2.10 本条给出了地表水渗漏补给量的计算方法。

1 计算方法适用于河(渠)附近地区无地下水位动态观测资料,但具有完整的河(渠)流量的地区。式中, λ 即上、下两个水文断面间河(渠)($\epsilon_o + \epsilon_{\text{渠}}$)与($Q_u - Q_d + Q_i - Q_o$)的比率,根据有关测试资料分析确定。据有关成果分析其取值范围一般为0.2~0.4,衬砌良好且常年过水的砂性土质河(渠)取小值,未衬砌且间歇过水的黏性土质河(渠)取大值。

2 计算方法实际为湖(塘)出入水量平衡法。计算时,式中的参数取多年平均值。

3 灌溉入渗补给量还利用灌溉试验站观测资料进行分析确定。

10.2.15 本条规定的方法主要适用于含水层以地下水径流为主、且以集中排泄为主的地区。

10.2.16、10.2.17 这两条对全排型泉水和地下水主要以地表径流形式排泄时,采用水文分析法确定排泄量,以排泄量反求补给量做了规定。

II 地下水储存量及其变化量确定

10.2.18、10.2.19 这两条分别规定了潜水含水层和承压含水层

储存量的计算方法。由于地下水的补给和排泄的不平衡,地下水位常随时间而变化,因而地下水的储存量也随时而异。因此,根据计算目的采用不同时段储存量。含水层特征在空间上变化较大时,分层分区计算。

Ⅲ 地下水排泄量确定

10.2.21 公式(10.2.21-1)系应用较广泛的柯夫达—阿维里扬诺夫公式。式中, Δ_0 。根据经验,黏土一般为5m,粉质黏土4m,粉土3m,粉细砂2m。

潜水蒸发系数 C 系潜水蒸发量 ϵ 。与水面蒸发强度 ϵ_0 之比,即 $C=\epsilon/\epsilon_0$ (%或小数),表示其相对的强度,其中水面蒸发强度采用蒸发皿E601实测值或由E20换算后的值。

10.2.22 对同一地下水均衡单元或含水层而言,补给量和排泄量大致相等,只是运动形式不同,前者是流入(补给),后者是流出(排泄),因此,两者利用同一方法正反运算求得。

10.2.24 河川基流量是一般山丘区和岩溶山区地下水的主要排泄量,通过分割河川径流量过程线的方法计算,具体根据河水与地下水的水力联系和水文地质条件进行切割。

Ⅳ 地下水均衡计算与分析

10.2.28 地下水水量均衡分析指在某一均衡期内地下水补给量与地下水排泄量之差与地下水储量变化量的对应关系。

当 $X=0$ (亦即 $\delta=0$)时,近似判断 Q_r 、 Q_d 、 ΔW 三项计算成果基本合理; $|X|$ 值或 $|\delta|$ 值较小时,近似判断计算成果的计算误差较小; $|X|$ 值或 $|\delta|$ 值较大时,近似判断计算成果的计算误差较大,计算精确程度较低。

V 地下水可开采量的计算与确定

10.2.29 本条规定的不同条件下地下水可开采量计算和确定的基本方法,有的主要用于区域性地下水可开采量的计算、评价,有的主要用于集中开采地段地下水可开采量的计算、评价。实际应用中,需根据评价区的水文地质条件和地下水动态特征以及勘察

资料,结合计算方法的适用条件选用。

1 水均衡法是一种常用的方法,主要适用于地下水埋藏较浅,补给和排泄条件较单一的地区,如山前冲、洪积平原和岩溶区。应用时需注意均衡区(范围、边界条件等)的确定、均衡要素(补给、排泄量等)的选择及均衡期的划分等。

(1)均衡区:原则上为一个完整的水文地质单元,但当勘察区或取水地段面积不大,仅为整个单元的一部分时,分两种情况确定:一是以水源地或取水地段作为均衡区;二是将整个水文地质单元作为均衡区。但是不论何种情况,其计算的地下水可开采量需分别满足相应勘察阶段精度的要求。

(2)均衡要素:包括各项补给量和消耗量,计算时需选择主要项目,避免重复。同时需注意均衡要素在开采前后可能发生的变化,并以计算和确定开采条件下的均衡要素为主。

(3)均衡计算时段:选择均衡计算时段时,需注意均衡要素在一年或多年内的变化,以及评价区的需水要求和水文地质条件等因素。

2 可开采系数法适用于水文地质条件研究程度较高,并具有现状条件下地下水总补给量、水位动态、实际开采量长系列资料的地区。此法计算方便,关键在于正确选定可开采系数 ρ 的值。

可开采系数 ρ 的确定遵循以下基本原则:

(1)由于浅层地下水资源量中,有一部分要消耗于水平排泄和潜水蒸发,故可开采系数 ρ 不大于1。

(2)开采条件良好即单井涌水量大于 $10\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ 的地区,可开采系数选用较大值,一般为 $0.8\sim 0.9$ 。

(3)开采条件一般即单井涌水量为 $2.5\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})\sim 10\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ 的地区,可开采系数选用中等值,一般为 $0.6\sim 0.8$ 。

(4)开采条件较差即单井涌水量小于 $2.5\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$ 的地区,可开采系数选用小值,一般不大于 0.6 。

4 地下水径流量法是以补给量反求可开采量的方法。此法

较简单,应用时需注意合理确定地下水径流量,同时要保证地下水的补给以地下水径流为主,不产生其他途径的补给量。

5 水文分析法主要依据水文实测资料的统计分析,其评价结果较为客观,具有较强的实用性。采用水文分析法确定可开采量需有地表水径流量实测值与长系列的降水、径流量观测资料,并建立相关关系。回归分析中,回归线的误差范围用均方差判断,精度由剩余标准离差 S 来衡量。频率分析法中,经验频率曲线法按月平均流量由大到小顺序排列成表,进行编号,计算频率,并绘制频率曲线;理论频率曲线法需计算流量均值 Q_p 、离差系数 C_v 及偏差系数 C_s ,并绘制曲线。

7 比拟法适用于各种地下水资源类型区,主要在初勘阶段应用,有降深比拟法、下降系数比拟法、泉群最小流量比拟法等。应用比拟法确定地下水可开采量的精度,取决于两者水文、水文地质条件的相似程度。

10.2.30 不同条件下可开采量的评价。

1.2 运用地下水动力学的解析法计算、确定可开采量。解析法的计算公式很多,选用时需根据水文地质条件或地下水开采动态类型,分析、判定是采用稳定流公式还是非稳定流公式;根据地下水类型、含水介质和边界条件,选择承压水井还是潜水井的公式。同时,还要考虑拟定的开采方案对计算的要求。

解析法适用于含水层的均质性和各向同性程度较高、边界条件较简单,能够概化为选定计算公式要求模式的评价区。实际上,除少数情况下直接运用解析公式计算地下水可开采量外,通常是用解析公式计算地下水可开采量,再用水均衡法计算补给量,以论证其保证程度。

其中,第2款规定的岸边渗入公式多为映射原理推导的公式。实际计算中,需考虑长期开采条件下淤塞对渗入补给的影响,以及附加降深对孔内水位的影响。

4 补偿疏干法,适合于具有周期性补给和含水层有调蓄能力

的傍河、冲洪积扇、山间河谷等水源地。需要注意的是,枯水期无补给或补给量不足时,其开采量与动水位需满足设计要求;丰水期所得到的补给量,除满足补给期设计开采要求外,还需具备全部补偿枯水期所动用储存量的能力。

5 运用下降漏斗法进行相关分析确定扩大地下水可开采量,适用于具有长年开采动态系列的稳定型水源地扩建地下水可开采量评价。

7 “全排型”和“非全排型”是一种相对的定性概念,所谓“全排型”是指绝大部分泉水溢出地表排泄。

10.2.31 数值法是近年来随着电子计算技术的出现而发展的一种地下水资源评价方法。目前应用十分广泛,效果较好。主要用于水文地质条件较为复杂的地下水资源评价。常用的数值法有有限单元法和有限差分法。

实际应用中,要重视数值模型的识别工作。识别数学模型的一般顺序为:先检验修正所选用的参数,再识别边界条件和数学方程。通过对数值模型的识别,使拟合误差降到最小,对水文地质条件的理解和数值模型的概化更符合实际。

10.2.32 如果采用数值法计算,只有在进行钻孔水位拟合时,才会跟抽水孔或观测孔中的实测水位进行对比。水位对比时,抽水孔量测到的水位会受到三维流、孔损等影响,所以在计算值与观测孔实测值进行对比时,需要考虑三维流、孔损等因素的影响。对于观测孔,其量测到的水位不受孔损影响,一般仅考虑三维流影响。

10.3 地下水质量评价

10.3.1 勘察时地下水的质量评价需掌握评价区地下水及与开采含水层有水力联系的其他水体的物理性质、化学成分及其变化规律。针对用水目的评价拟建水源地的水质现状和已建水源地开采条件下可能发生的水质变化。

水源地水质评价是将水源地水质指标的监测结果与水质标准

进行比较,判定水源地水质状况,是掌握水源地质量状况和安全供水的重要保障,是水源地水环境安全管理的基础工作。

10.3.2 本条根据现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848的有关规定,对地下水质量分类评价做出规定。

单项组分评价的地下水质量分类是依据我国地下水质量状况和人体健康基准值,根据生活、工业、农业等用水水质要求,将地下水质量划分为五类。

I类:地下水化学组分含量低,原则上适用于各种用途;

II类:地下水化学组分含量较低,原则上适用于各种用途;

III类:以人体健康基准值为依据,适用于生活饮用水、农业用水和主要工业用水;

IV类:以农业和工业用水要求以及人体健康风险为依据,适用于农业和部分工业用水,适当处理后作生活饮用水;

V类:不作生活饮用水,其他用水根据使用目的选用。

现行行业标准《城市供水原水水质标准》CJ 3020 对生活饮用水水源水质指标、水质分级、标准限值等做出了相关规定,适用于城乡集中式生活饮用水源。现阶段我国地下水水源地水质评价主要依据现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 中III类水标准限值。

10.3.3 本条对地下水水质适用性评价做了规定。

国家现行标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 及《城市供水水质标准》CJ/T 206 系国家颁布的生活饮用水水质标准,因此,生活饮用水按此标准进行评价。

工业用水,由于不同工业生产对水质要求各不相同,因此,根据工业用途的水质要求,按生产或设计提出的水制裁要求或国家有关部门(行业)的现行相关标准进行评价。

农业灌溉用水由于地区不同、土壤性质不同、作物种类不同,对水质的要求也不尽相同,因此,除需按现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084 的标准进行评价,也需按当地的有关标准进行评价。

10.3.4 水文地质条件复杂、水质变化较大的地区,根据不同的水文地质条件、水质特点进行分区,按区进行水质监测,根据水质与不同季节、与不同水文地质条件的相关关系曲线图,找出其规律,在此基础上进行水质评价。

10.3.5 在地下水已受到污染的地区,要注重污染指标的有关元素、离子及其含量的分析和研究,按地下水污染的类型、途径、程度和范围进行调查和评价,并提出防止水质继续污染的建议和处理受污染水质的措施。

11 地下水环境评价与保护

11.2 环境现状评价

11.2.1~11.2.5 本标准对环境现状调查与评价的内容做了规定。当有特殊要求时,适当增加调查内容。主要是通过勘察期间的环境调查,全面掌握地下水开采前的初始环境状况,为准确进行环评提供依据。

社会环境包括建筑物类型、密度和现状;自然地理环境包括旅游区、文物保护区和自然保护区等内容。地下水的环境背景值指污染起始值,便于以后比照。

环境水文地质问题包括:区域地下水位下降产生的土地次生荒漠化、地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、海水入侵、湿地退化等,以及灌溉导致局部地下水位上升产生的土壤盐渍化、次生沼泽化等。

11.3 环境预测评价

11.3.1~11.3.5 通过搜集资料和现场对供水水文地质勘察区的污染源进行调查,并分析其对拟建水源地水质的污染影响程度和潜在危害,并按现行国家相关标准进行评价。在此基础上,对地下水开发利用过程中可能发生的水环境(水量、水质)变化、不良水文地质环境的灾害进行预测,并提出初步防治方案。

11.4 地下水资源保护

11.4.1 水源的勘察和水源的保护有着密切的联系,而水源的保护实质上是属于生态环境保护的范畴。所以,从勘察地下水源开始,就要从保护生态环境的角度出发,考虑到可能发生的问题,并尽量避免或解决这些问题。由于过去仅从局部考虑,出现过量开

采地下水,导致不少地区地下水水位大幅度下降、地面沉降、地下水水质污染等。因此,对地下水的勘察、开发、利用和保护,要强调“全面规划,合理开采,开源节流,化害为利”的原则。保护地下水源,按《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国水法》和《地下水管理条例》有关规定执行。

饮用水水源保护区的设置需纳入当地社会发展规划和污染防治规划、地下水饮用水源保护区的划分,一般在收集相关水文地质勘察、长期动态观测、水源地开采现状、规划及周边污染源等资料的基础上,用综合方法确定。

地下水资源保护的对策主要是:控制过量开采,防止地下水资枯竭;控制污染,防止水质恶化;控制水位降深,防止地面沉降与塌陷等不良水文地质现象发生。并组织地下水的长期观测工作。

11.4.2 在水源地勘察时,避免在开采量与补给量已经达到平衡,或水质已明显恶化,或已出现不良水文地质现象的同一地区继续增加开采量的勘察,并重新调整开发布局,从而纠正“恶化”等现象,已达到保护地下水资源、生态及环境的目的。除非该地区已采取了专门措施(如人工补给地下水)。否则,不仅增加开采量无保证,且使原水源地雪上加霜,甚至破坏生态环境。

11.4.3 在已采水源地的邻近地段勘察新水源或扩大已有水源时,只有在寻找到新的补给量(或原有补给量还有剩余)时才能建立新水源或扩大已有水源,避免形成袭夺同一补给量的格局。

11.4.4 由于一些地区深部地下水和浅层地下水之间并没有稳定绝对的隔水层,因此它们之间的越流一直在进行着,并随着深部地下水的开采,降落漏斗的加深和扩展,使浅层污染的地下水向深层地下水越流补给越来越强烈,污染形势十分严峻。为此,本条规定供水水文地质勘察区和拟建水源地的选择时,避开污染源,特别是生活饮用水水源地需远离污染源,并防止污染,这直接关系到饮水安全,水源污染对人民群众身体健康构成威胁,要加强水源地水质保护。勘探工作是对天然地层的一种“破坏”,俗称开了许多“天

窗”，而使得水质优劣不同的地下水发生联系，甚至成为人为污染地下水的“捷径”。据此，本标准强调需认真做好井、孔的止水或回填等工作。控制开采量和开采动水位，防止劣质水的入侵；对开采井及观测孔采取止水措施，防止垂直方向上不同含水层中水质优劣不同的地下水直接发生联系。

12 资料归档及档案管理

12.1 一般规定

12.1.1~12.1.4 供水水文勘察资料的缺失是影响地下水资源管理的重要原因,勘察单位需结合信息化发展趋势,对供水水文地质资料及时归档,并对纸字版文件进行电子化,进行资料电子化存档,有条件时建立水源地三维地质模型进行存档,便于可视化管理。

12.2 资料归档

12.2.1~12.2.5 外业钻探、抽水试验、注水试验、水文地质调查、水文地质测绘、水文地质物探等野外观测数据及野外工作的主要过程均需保留相关影像资料,水文地质勘察存档主要目录及内容如下:

(1)供水水文地质勘察成果包括供水水文地质勘察报告及附图附表;附图附表主要包括勘察平面布置图、区域水文地质图及其剖面图、地下水水化学图及水质分区图、与地下水有关的各种等值线图、水文地质测绘调查图表、水文地质物探图表、水文地质勘探图表、水文地质试验图表、地下水动态监测图表等。

(2)水文地质测绘调查图表包括地貌及第四纪地质调查图表、地层调查图表、地质构造调查图表、地下水露头 and 地表水体调查图表、水质调查图表、指示植物调查图表以及与地下水有关的环境地质问题和生态现状调查图表、水文地质测绘实际材料图、调查点照片与影像、水文地质遥感解译图与野外验证材料照片以及各类专项水文地质测绘内容图表等。

(3)水文地质物探图表包括标本采集与测定、统计记录、异常

踏勘及异常验证原始记录、质量检查和精度评价记录、原始资料验收文据、野外工作总结。野外工作总结包含所有仪器类型及仪器调节、性能试验结果、数据整理项及所用公式、畸变数据(点)处理情况、数据质量检查方式与统计结果、统计时甩点情况、数据单位、数据改算参数等。

(4)水文地质勘探图表包括勘探孔柱状图与岩性照片、孔深及垂直度测量记录、钻孔地质记录表、钻孔工作小结、岩矿芯音像记录、钻孔封孔设计和封孔记录表、简易水文观测记录、成井记录、抽水试验原始记录、固井与封孔记录。

(5)水文地质试验包括抽水试验、注水试验、压水试验、渗水试验、弥散试验等,需提供试验场地信息表、试验过程原始记录表及曲线图、试验成果图及表。

(6)实验测试提供各类样品(试验场、水、土、岩)分析、测试、鉴定结果报告(含数据、照片、图版、计算图表)。

(7)地质综合及数据库建设提供各类地质要素属性采集表或采集记录、地理底图编绘方案、说明书文字底稿。

(8)其他包括野外观测仪器记录数据、野外工作人员记录的数据和图片、野外工作使用的基准参考、相关的数据记录表、数据处理报告、野外验收文据、野外工作总结等。

12.2.6 水文地质勘察时,为评估地下水开采对周边地面沉降、地下污染物迁移规律、周边生态环境的影响,需开展相关专题工作,形成专题研究成果,主要专题成果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。

12.2.9 提交归档的电子文件采用通用的文件存储格式,如为特殊格式,需同时归档相应的使用软件。

12.3 档案管理

12.3.1 档案管理单位要设有专用的资料库房,资料库房需有防

火、防盗、防尘、防潮、防虫、防鼠措施,并配备通风、除湿、恒温设备。

12.3.2 归档资料按项目分类装订和统一编号,并分类分柜(分架)存放。

12.3.3 档案管理单位需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,保证电子档案的安全与有效利用。

12.3.4 档案管理单位需配备与电子档案管理系统相适应的安全保障设施,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需严格验收,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 电子档案要有备份措施,备份一般采用一次写光盘、磁带、硬磁盘等存储介质。电子档案存储介质至少制作 1 套。

12.3.8 对涉密勘察资料,档案管理单位需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,并严格执行国家相关涉密管理制度。

12.3.9 档案的销毁按国家现行有关规定进行销毁。