

ICS\*\*\*

P

备案号: \*\*\*

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 5034—202\*

P

代替 DL/T 5034—2006

## 电力工程水文地质勘测技术规程

Technical code for hydrogeological investigation

of electric power engineering

(征求意见稿)

202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

国家能源局

发布

中华人民共和国电力行业标准

# 电力工程水文地质勘测技术规程

**Technical code for hydrogeological investigation**

**of electric power engineering**

DL/T 5034—202\*

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：202X年XX月XX日

中国XX出版社

202X 北 京

# 前 言

根据《国家能源局综合司关于下达 2021 年能源领域行业标准制修订计划及外文版翻译计划的通知》（国能综通科技[2021]92 号）的要求，本标准由中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司会同有关勘察设计和教学单位对《电力工程水文地质勘测技术规程》DL/T 5034—2006 进行修订而成。

在修订过程中，标准编制组经广泛调查研究，梳理总结电力行业十几年来水文地质的新经验，调研了水文地质勘测的新进展，吸收了行业内外相关科研应用成果，并广泛征求了行业内设计单位的意见，最后经专家审查并修改定稿。

本标准的主要技术内容有：总则、术语和符号、基本规定、勘测方法、水文地质参数计算、发电工程供水水文地质勘测、变电工程供水水文地质勘测、矿床疏干水勘测、降水工程、环境水文地质勘测与评价。

本次修订的主要内容是：

1. 标准正文框架按《工程建设标准编写规定》（建标【2008】182 号）设置；
2. 新增“基本规定”一章；
3. 将“火力发电厂供水水文地质勘测”一章拆分为三部分：水文地质勘测共性部分增加“勘测方法”和“水文地质参数计算”两个章节；其余内容设置为“发电工程供水水文地质勘测”一章，编制内容为火力发电厂、太阳能热等新能源供水水文地质勘测；
4. “变电所供水水文地质勘测”一章调整为“变电工程供水水文地质勘测”，包括变电站、换流站等变电工程的技术内容；
5. “7.1 贮灰场环境水文地质勘测与评价”分立出来单独设立“环境水文地质勘测与评价”一章，对新建电厂、灰场及老电厂、灰场改扩建环境水文地质勘测及评价进行了相应的规定；
6. 删除“7.2 利用再生水的勘测与评价”；
7. “7.3 利用矿床疏干水的勘测与评价”分立出来单独设立“矿床疏干水勘测”一章；
8. “7.4 施工降水水文地质勘测”分立出来单独设立“降水工程”一章。除对“降水勘测”进行修订外，新增编制“降水设计”和“降水施工”等技术内容；
9. 增加“生活饮用水卫生标准”、“常见岩土层的渗透系数”附录。

本标准由国家能源局负责管理，由电力规划设计总院提出，由能源行业发电设计标准化技术委员会负责日常管理，由中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄至电力规划设计标准化管理中心（地址：北京市西城区安德路 65 号，邮

政编码: 100120, 邮箱 [bz\\_zhongxin@eppei.com](mailto:bz_zhongxin@eppei.com))。

本标准主编单位、参编单位和主要起草人、主要审查人:

**本标准主编单位:** 中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

**本标准参编单位:** 中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司  
中国电力工程顾问集团华北电力设计院有限公司  
中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司  
中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司  
中国电建集团河南省电力勘测设计院有限公司  
中国矿业大学

**本标准主要起草人员:**

**本标准主要审查人员:**

# 目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	7
4	勘测方法	9
4.1	水文地质测绘	9
4.2	水文勘测	11
4.3	水文地质物探	13
4.4	水文地质钻探	14
4.5	水文地质试验	18
4.6	地下水动态观测	26
5	水文地质参数计算	29
5.1	一般规定	29
5.2	渗透系数和导水系数	29
5.3	给水度和释水系数	34
5.4	影响半径	35
5.5	降水入渗系数	36
5.6	潜水蒸发系数	36
6	发电工程供水水文地质勘测	38
6.1	一般规定	38
6.2	工作内容及要求	38
6.3	地下水资源评价	40
6.4	水资源保护与水环境影响评价	46
6.5	资料编制	47
7	变电工程供水水文地质勘测	50
7.1	一般规定	50
7.2	工作内容及要求	50
7.3	水资源评价及保护	51
7.4	资料编制	51
8	矿床疏干水勘测	53
8.1	一般规定	53
8.2	工作内容及要求	53
8.3	水资源评价	54
8.4	资料编制	55
9	降水工程	57
9.1	一般规定	57
9.2	降水勘测	58
9.3	降水设计	60
9.4	降水施工	62
9.5	资料编制	64

10 环境水文地质勘测与评价 .....	65
10.1 一般规定 .....	65
10.2 环境水文地质勘测 .....	66
10.3 环境水文地质评价 .....	70
10.4 资料编制 .....	73
附录 A 水质分类标准 .....	74
附录 B 生活饮用水卫生标准 .....	75
附录 C 土的分类 .....	77
附录 D 常见岩土层的渗透系数 .....	78
本标准用词说明 .....	79
引用标准名录 .....	80
条文说明 .....	81

# Contents

1	General provisions .....	1
2	Terms and symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	4
3	Basic requirements.....	6
4	Investigation method.....	8
4.1	Hydrogeological mapping.....	8
4.2	Hydrological survey.....	10
4.3	Geophysical exploration for hydrogeological investigation .....	12
4.4	Hydrogeological drilling.....	13
4.5	Hydrogeological test.....	17
4.6	Groundwater regime observation.....	25
5	<b>Hydrogeological parameters calculation .....</b>	<b>28</b>
5.1	General requirements.....	28
5.2	Permeability and hydraulic conductivity .....	29
5.3	Specific yield and storage coefficient .....	33
5.4	Radius of influence .....	34
5.5	Infiltration coefficient of precipitation.....	35
5.6	Phreatic water evaporation coefficient.....	35
6	<b>Hydrogeological investigation for water-supply of power generation project</b>	<b>37</b>
6.1	General requirements.....	37
6.2	Work content and requirements .....	37
6.3	Groundwater resource evaluation .....	39
6.4	Protection of groundwater resources and environment evaluation .....	46
6.5	Data compilation.....	47
7	<b>Hydrogeological investigation for water-supply of substation engineering ..</b>	<b>49</b>
7.1	General requirements.....	49
7.2	Work content and requirements .....	49
7.3	Water resource evaluation and protection.....	50
7.4	Data compilation.....	50
8	<b>Investigation for mine draining water .....</b>	<b>52</b>
8.1	General requirements.....	52
8.2	Work content and requirements .....	52
8.3	Water resource evaluation.....	53
8.4	Data compilation.....	54
9	<b>Dewatering.....</b>	<b>56</b>
9.1	General requirements.....	56
9.2	Investigation of dewatering.....	57
9.3	Design of dewatering .....	59
9.4	Dewatering construction .....	62
9.5	Data compilation.....	63

10	Environmental hydrogeological Investigation and evaluation .....	65
10.1	General requirements .....	65
10.2	Environmental hydrogeological Investigation .....	66
10.3	Environmental hydrogeological evaluation .....	69
10.4	Data compilation .....	73
Appendix A	Water quality classification standard .....	74
Appendix B	Sanitary standard for drinking water .....	75
Appendix C	Classification of soil .....	77
Appendix D	Permeability coefficient of common soils .....	78
	Explanation of wording in this code .....	79
	List of quoted standards .....	80
	Addition: Explanation of provisions .....	81

# 1 总则

**1.0.1** 为贯彻执行国家有关技术经济政策,统一电力工程水文地质勘测技术,做到因地制宜、安全适用、技术经济合理,确保质量,保护环境,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于电力工程供水、降水工程及环境水文地质勘测与评价工作。

**1.0.3** 电力工程水文地质勘测应综合运用勘探和分析手段,积极推广应用有成熟经验和有科学依据的新技术、新工艺和新方法。

**1.0.4** 电力工程水文地质勘测,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 水文地质勘测 hydrogeological investigation

查明与建设工程有关地区或场地的水文地质条件而进行的野外和室内水文地质工作，主要包括供水、降水工程和环境评价的水文地质测绘、钻探、物探、试验、观测等。

#### 2.1.2 供水水文地质勘测 hydrogeological investigation for water-supply

以供水为目的而进行的水文地质勘测工作。

#### 2.1.3 地下水资源 groundwater resources

含水层中具有利用价值的地下水水量。

#### 2.1.4 孔隙水 pore water

储存和运动于松散地层孔隙中的地下水。

#### 2.1.5 裂隙水 fissure-water

储存和运动于岩体裂隙中的地下水。

#### 2.1.6 岩溶水 karstic water

储存和运动于可溶性岩溶洞和裂隙中的地下水，也称喀斯特水。

#### 2.1.7 水文地质条件 hydrogeological condition

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

#### 2.1.8 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。

#### 2.1.9 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、越流系数等。

#### 2.1.10 地下水动态 groundwater regime

在各种因素影响下，地下水的水位、水量、水温及水质等要素随时间的变化状态。

#### 2.1.11 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。

#### 2.1.12 稳定流抽水试验 steady-flow pumping test

在抽水过程中，要求抽水孔抽水量与动水位同时相对稳定，并有一定相对稳定延续时间的抽水试验。

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

在抽水过程中，保持抽水量固定而观测地下水位随时间的变化，或保持水位降深固定而观测抽水量随时间变化的抽水试验。

### **2.1.14 单孔抽水试验 single well pumping test**

不带观测孔只在一个抽水孔中抽水，并量测其涌水量和水位随时间变化等数据的抽水试验。

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

除在一个抽水孔抽水并量测其抽水量和水位随时间变化外，还根据含水层的岩性、岩相和水文地质结构或地下水流向变化情况，以抽水孔为原点，沿一定方向或不同方向、不同距离布置一定数量的观测线和观测孔，在任一观测线上的一个或多个观测孔进行动水位观测的带观测孔的抽水试验。

### **2.1.16 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。

### **2.1.17 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。

### **2.1.18 分层抽水试验 separate-interval pumping test**

将抽水试验的目标含水层与其它含水层隔离，分别进行抽水及观测的抽水试验。

### **2.1.19 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。

### **2.1.20 地下水储存量 groundwater storage**

赋存于含水层中的重力水体积。

### **2.1.21 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。

### **2.1.22 富水性 water yield property**

以一定降深、一定口径下的单井出水量来表征的含水层富水程度。

### **2.1.23 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。

### **2.1.24 地下水量评价 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。

### 2.1.25 地下水可开采量 allowable yield of groundwater

通过技术经济合理的取水方案,在整个开采期内动水位不低于设计值,出水量、水质和水温变化在允许范围内,不影响已建水源地正常开采,不发生危害性的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取得的最大水量。

### 2.1.26 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。

### 2.1.27 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。

### 2.1.28 矿床疏干 dewatering of mine

用人工排水措施,降低有关含水层的水位(水压),使某个采矿水平(中段)的地下水部分或全部被排除,以及使底板承压含水层的水头降至低于安全水头的过程。

### 2.1.29 降水 dewatering

通过降水设计和施工,排除地表水体和降低地下水水位或水头压力,满足建设工程的降水深度和时间要求的工程措施。

### 2.1.30 透水性 permeability

岩石允许重力水透过的能力,其定量指标是渗透系数。

### 2.1.31 水点 water points

地下水天然露头泉,人工露头井、孔、渗坑、渗渠以及地表水体等。

### 2.1.32 包气带 vadose zone

地面与地下水面之间与大气相通的,含有气体的地带。

### 2.1.33 饱水带 saturated zone

地下水面以下,岩层的空隙全部(或几乎全部)被水充满的地带。

### 2.1.34 地下水污染 groundwater contamination

由于人为原因造成地下水有害物质积累,水质恶化的现象。

## 2.2 符号

$A$  — 灌溉面积;

$B$  — 计算断面的宽度、越流系数;

- $C$  — 潜水蒸发系数；
- $F$  — 含水层的面积、降水入渗面积；
- $H$  — 自然情况下潜水含水层的厚度；
- $H_s$  — 开采层上部补给层的地下水水位；
- $H_x$  — 开采层下部补给层的地下水水位
- $h$  — 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；
- $I$  — 地下水的水力坡度；
- $i$  — 曲线拐点处或直线段的斜率；
- $K$  — 渗透系数；
- $l$  — 过滤器的长度；
- $M$  — 承压水含水层的厚度；
- $m$  — 灌溉定额；
- $N_0$  — 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（流量）、地下水径流量、降水入渗补给量；
- $r$  — 过滤器内半径、观测孔至抽水孔的距离；
- $r_0$  — 探头的半径；
- $R$  — 影响半径；
- $S$  — 承压含水层的释水系数；
- $s$  — 水位下降值、水位恢复时的剩余下降值；
- $t$  — 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；
- $X$  — 年降水量；
- $a$  — 降水入渗系数；
- $a_0$  — 灌溉水入渗率；
- $m$  — 潜水含水层或水位变动带的给水度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 电力工程水文地质勘测应查明工程场地的水文地质条件,为发电工程或变电工程供水、降水工程、环境水文地质勘测与评价等提供可靠依据。

**3.0.2** 水文地质勘测宜按前期准备、现场工作、资料整理、成果验收或评定的程序进行。

**3.0.3** 水文地质勘测工作开始前,应明确勘测任务或委托要求,搜集分析已有资料,进行现场踏勘调查,编制勘测技术方案。勘测过程中,宜按勘测技术方案的内容和工作量实施;勘测工作结束后,应编制技术报告。

**3.0.4** 水文地质勘测应根据水文地质条件的复杂程度,并结合水文地质工作内容,有针对性地采用勘测方法。

**3.0.5** 地下水类型可按表3.0.5划分。

表 3.0.5 地下水类型划分

划分依据	地下水类型		
埋藏条件	包气带水	潜水	承压水
含水层空隙性质	孔隙水	裂隙水	岩溶水

**3.0.6** 水文地质条件复杂程度可按表3.0.6进行划分。

表 3.0.6 水文地质条件复杂程度分类

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、双层含水层,厚度比较稳定;地下水补给、径流、排泄条件清楚;水质类型较单一
	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、厚度不很稳定;补给和边界条件不易查清;水质类型较复杂
	复杂	地貌形态多且难鉴别;埋藏较深的多层含水层,岩性、厚度变化较大;补给和边界难以判定;水质类型复杂或咸水、淡水相间
裂隙水	简单	多为低山丘陵;基岩岩层水平或倾角很缓,构造简单,含水层稳定均一;补给条件及水质类型较好;多为层间水(潜水或承压水)或强风化带潜水
	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;补给条件及水质类型比较复杂;多为深埋的、断续分布的多层层间承压水或断裂带脉状水
	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;含水层分布极不均匀,多为构造裂隙水或断裂带脉状水
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
	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
	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

**3.0.7** 拟建地下水供水水源地规模,可根据需水量大小分为五级:

- 1 特大型，需水量 $\geq 15 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ;
- 2 大型， $5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d} \leq \text{需水量} < 15 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ;
- 3 中型， $1 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d} \leq \text{需水量} < 5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ;
- 4 小型， $0.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d} \leq \text{需水量} < 1 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ;
- 5 特小型，需水量 $< 0.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

**3.0.8** 水文地质试验宜以原位测试为主，室内试验为辅。试验的位置、数量和方法应结合勘测阶段和工程特点确定。

## 4 勘测方法

### 4.1 水文地质测绘

**4.1.1** 水文地质测绘的基本内容应包括地貌及第四纪地质调查、地层调查、地质构造调查、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等。

**4.1.2** 水文地质测绘应与水文地质勘测阶段相适应，并根据水文地质条件复杂程度和工程类型，选择水文地质测绘或水文地质调查。

**4.1.3** 水文地质测绘，应在搜集和研究已有地质、水文地质资料基础上进行。

**4.1.4** 水文地质测绘范围，应根据工程特点和水文地质条件确定，宜包括补给、径流、排泄区在内的一个完整的水文地质单元；当水文地质单元范围很大时，可根据区域水文地质条件、勘测阶段和任务要求，按实际需要确定。

**4.1.5** 水文地质测绘的比例尺，应根据勘测阶段、工程规模、水文地质条件等确定。初步勘测阶段宜为 1：50000~1：25000，详细勘测阶段宜为 1：25000~1：10000，开采勘测阶段比例尺不应小于 1：10000。

**4.1.6** 水文地质测绘的观测路线，宜垂直地层走向和主要构造线走向；沿地貌变化显著的方向；亦可沿河（沟）谷和地下水露头多的地带穿越；含水层埋藏条件复杂时可沿含水层（带）走向。

**4.1.7** 水文地质观测点，宜布置在水点、构造与岩溶发育带、含水层与隔水层接触带、不同地貌单元分界处。观测点宜做到一点多用。每平方公里的观测点数和路线长度，应符合现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB 50027 的有关规定。

**4.1.8** 进行水文地质测绘时，可利用现有遥感影像资料进行判释和填图；在水文地质调查时，宜采用航卫片图像。遥感影像资料的选用、比例尺的选择以及遥感影像填图的野外工作内容和工作量，应符合现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB 50027 的规定。

**4.1.9** 水点的调查，应包括下列主要内容：

- 1 水点的类型、位置、高程，所处地形地貌及地质环境；
- 2 井的类型、结构、井周地层剖面和深度；
- 3 水位、出水量、水质、水温及动态变化；
- 4 水点的利用情况和存在的问题；
- 5 必要时选择有代表性的水点，进行简易抽水试验。

**4.1.10** 在有代表性的井、泉及地表水体，应采取水样，其数量应根据用水目的和分析单位的要求确定，

并应符合下列要求：

- 1 所取水样应具有代表性；
- 2 水样分析内容应满足工程项目及水文地质评价需要；
- 3 当工程项目有特殊要求时，应按相关规定采取水样；
- 4 应防止水样在采取、运送、保存过程中，受人为污染或变质；
- 5 从取样到化验的限制时间，应根据试验项目按试验要求执行，必要时添加保存剂。

#### 4.1.11 水质调查，应包括下列内容：

1 水质简易分析：取水样点数不应少于水文地质观测点总数的 40%。分析项目包括：颜色、透明度、溴和味、沉淀、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $(\text{K}^{+}+\text{Na}^{+})$ 、 $\text{HCO}_3^{-}$ 、 $\text{Cl}^{-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ，pH 值、溶解性总固体、总硬度等；

2 水质专门分析：取水样点数不应少于简易分析点数的 20%。分析项目：生活饮用水应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定；锅炉补给水应给出水质全分析、污染指数 FI、非活性  $\text{SiO}_2$ 、油及其他有害元素的含量；在有地方病或水质污染的地区，应根据病情和污染的类型确定；

- 3 宜划分地下水的化学类型，了解地下水化学成分的变化规律；
- 4 宜了解地下水污染的来源、途径、范围、深度和危害程度；
- 5 水质分类应按照本标准附录 A 的规定执行，生活饮用水应按照本标准附录 B 的规定执行。

#### 4.1.12 山间河谷和冲洪积平原地区的水文地质测绘与调查，宜包括下列内容：

- 1 河谷阶地类型、分布范围、成因、级数、迭置关系；
- 2 组成阶地和河漫滩的地层岩性、岩相结构、厚度、含水层分布及其与河谷地貌和新构造运动的关系，以及含水层富水性的变化规律；
- 3 河流的水文特征：水位、流量、水质、水温、含砂量、河床淤积情况及河岸的稳定性；
- 4 河水和地下水在不同地段和不同时期的补排关系，古河道变迁、古河床的分布；
- 5 地下水和河水的水化学类型和水化学成分的变化规律；
- 6 河水和地下水利用现状及其规划等。

#### 4.1.13 冲洪积扇地区的水文地质测绘与调查，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，山区和平原接触带的岩性及其接触关系；
- 2 冲洪积扇的分布范围、岩性、透水性、富水性及水质的变化规律；
- 3 地下水的补给区、径流区及排泄区的分布范围，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 地表水和地下水的利用现状及规划等。

**4.1.14** 可溶岩地区的水文地质测绘与调查，宜包括下列内容：

1 碳酸岩及其它可溶岩层的分布，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 岩溶漏斗、竖井和洼地等微地貌及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，确定泉的类型及其动态变化规律；

4 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；

5 泉群的流量、水质、水温、出露高程、展布方向及其与地下水分布的关系；

6 大气降水、地表水、地下水与泉水的相互转换关系；

7 泉水和地下水的开发利用现状，调查泉水受污染的情况等。

**4.1.15** 碎屑岩地区的水文地质测绘与调查，宜包括下列内容：

1 层状裂隙或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 蓄水构造、泉水的分布、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等。

**4.1.16** 岩浆岩和变质岩地区的水文地质测绘与调查，宜包括下列内容：

1 风化壳的发育特征、分布规律和富水性；

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富水性；

3 玄武岩的柱状节理和孔洞的发育特征及其富水性。

## 4.2 水文勘测

**4.2.1** 水文勘测应在充分搜集当地水文气象资料和研究水文、水文地质条件的基础上进行，当资料不能满足工程要求时应进行水文调查。

**4.2.2** 水文勘测工作的范围、内容和工作量，应根据勘测阶段、需水量、勘测区水文条件及已有资料情况等因素综合考虑确定。

**4.2.3** 水文勘测提交的资料，可根据勘测区类型、水文及水文地质条件、范围、评价方法等因素综合考虑确定，宜符合下列要求：

**1 降水与蒸发资料宜包括下列内容：**

1) 可采用水文站、气象站或雨量站的资料；

2) 当降水量在区域内的分布均匀程度较差或蒸发量在区域内变化较大时，宜采用多个观测站的降水量和蒸发量的加权平均值；

3) 多年平均及各种频率的降水量、典型年降水量、连续枯水年组或设计枯水年组的降水量及历年降水与蒸发资料。

**2 地表水资料宜包括下列内容：**

1) 以水文站的实测资料为基础，各河流控制性测站为必选用站；

2) 受影响而改变径流情势的测站进行还原计算；

3) 多年平均及各种频率的年径流量、天然年径流量和基流量、典型年的年径流量和基流量、连续枯水年组或设计枯水年组年径流和基流量、历年径流量和基流量；

4) 泉或泉群多年平均流量及各种频率、不同时段平均流量；

5) 与各种频率典型年、连续枯水年组或设计枯水年组年径流过程对应的水位及水面宽资料；

6) 历年瞬时最小流量，历年日平均最小流量系列资料。

**3 工农业用水资料宜包括下列内容：**

1) 历年工农业用水量及相应的农灌水回归水量、渠系入渗水量；

2) 规划条件下，不同水平年的工农业用水量及相应的农灌回归水量、渠系入渗水量。

**4 地下水资源评价所需的其它有关水文、气象资料。**

**4.2.4** 当利用“全排型”岩溶泉或封闭条件较好、具有“全排型”特征的山间盆地地下水作为供水水源时，可采用水文分析法研究和评价地下水资源。

**4.2.5** 勘测区或其附近已有的水文气象台站的资料不能满足工程要求时，宜设立观测站，并符合下列要求：

**1** 观测内容和要求宜根据工程任务要求和具体条件确定，观测精度和技术要求宜符合现行国家标准《河流流量测验规范》GB 50179 和现行行业标准《电力工程水文技术规程》DL/T 5084 的规定；

**2** 观测时间以满足勘测阶段水资源评价要求，对“全排型”水源地或需水量接近地下水允许开采量的水源地，建站后宜连续观测，直至工程建成后 1 年~3 年；

**3** 观测站的水文气象资料，宜与上、下游国家水文气象台站的资料进行相关分析，相关系数不小于 0.8 时，可考虑停止观测工作。

**4.2.6** 在进行大流量开采性抽水试验时，水文勘测应结合抽水试验进行河水、渠水或泉水流量的观测工作，并提供相应的观测资料。

**4.2.7** 水文勘测工作结束后，应提交水文勘测报告。

### 4.3 水文地质物探

**4.3.1** 水文地质物探方法，应在水文地质测绘的基础上，根据勘测阶段及勘测区的水文地质条件、被探测对象的物理特征和不同的工作内容等因素确定，并宜采用多种物探方法进行综合探测。

**4.3.2** 物探应用的基本条件应符合以下要求：

- 1 探测对象与周围介质存在明显的物性差异；
- 2 探测对象的厚度、宽度或直径，相对于埋藏深度具有一定的规模；
- 3 探测对象的物性差异能从干扰背景中清晰可辨；
- 4 地形影响不至于妨碍野外作业及资料解释，或对其影响能利用现有手段进行地形改正。

**4.3.3** 采用物探方法，可探测下列内容：

- 1 覆盖层厚度；
- 2 掩埋的地形地貌及岩性分界线；
- 3 主要含水层埋藏深度及厚度；
- 4 灰岩地区岩溶发育情况及岩溶发育带、地下暗河的分布；
- 5 断层破碎带和充水裂隙带的位置与宽度；
- 6 富水区与贫水区及富水程度划分的分界线；
- 7 古河道及掩埋冲洪积扇的位置；
- 8 滨海区咸淡水分界线。

**4.3.4** 对钻孔宜进行测井工作，配合钻探查明下列内容：

- 1 划分钻孔地质柱状剖面，进行地层对比；
- 2 确定地层的孔隙度、透水性、给水度、含水量，确定主要含水层的层数、深度、厚度；
- 3 提供断裂破碎带、裂隙含水带的位置与产状；
- 4 划分咸淡水分界面；
- 5 测定井径、井斜、井温；
- 6 测定地下水流速、流向、涌水量、相互补给关系、影响半径等。

**4.3.5** 在勘测区内，宜有适量的钻孔资料进行对比验证；部分物探测线应与水文地质勘探线重合。对物探的实测资料，应结合地质、水文地质条件及钻探资料进行综合分析，提出具有相应水文地质解释内容的物探成果。

**4.3.6** 物探工作应符合现行行业标准《电力工程物探技术规程》DL/T 5159 的规定。

## 4.4 水文地质钻探

**4.4.1** 钻孔的布置，宜在水文地质测绘、物探和详细研究已有资料的基础上，根据勘测阶段的任务要求进行。

**4.4.2** 钻孔孔位和数量宜按水文地质条件的复杂程度、勘测阶段、水源地规模及采用的地下水资源评价方法综合确定。

**4.4.3** 松散层地区勘探线的布置宜符合下列规定：

1 山间河谷、冲积阶地和冲洪积平原地区，宜垂直地下水流向或地貌单元布置勘探线；当在傍河或河床下取水时，宜结合取水方案布置平行和垂直河床的勘探线；

2 在冲洪积扇地区，宜先沿扇轴布置勘探线，选择富水地段，然后在富水地段垂直扇轴（或地下水流向）布置勘探线；

3 滨海沉积区，宜先垂直海岸线布置，查明咸水与淡水的分界面，然后在分界面上游垂直地下水流向布置勘探线；

4 黄土地区勘探线宜垂直和沿河谷、黄土洼地布置，平行或垂直黄土塬的长轴布置；

5 沙漠地区勘探线宜垂直和沿河流、古河道和潜蚀洼地布置，或垂直沙丘覆盖的冲积、湖积含水层中的地下水流向布置；

6 多年冻土区勘探线宜垂直河流布置，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。

**4.4.4** 碎屑岩地区钻孔宜布置在下列地段：

1 厚层砂岩、砾岩分布区的张性断裂破碎带、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。

**4.4.5** 在岩溶泉域和隐伏岩溶地区，钻孔除按碎屑岩地区布置外，可布置在下列地段：

1 地堑、地垒等断块式构造的断裂影响带，断块两侧或中间可溶岩与非可溶岩接触带；

2 可溶岩与火成岩侵入体的接触带；

3 泉群的集中排泄带；

- 4 灰华出露区及其周围地带；
- 5 溶蚀洼地、串珠状漏斗发育处；
- 6 现代河流两侧可溶岩的构造发育带。

**4.4.6** 岩浆岩和变质岩地区钻孔宜布置在断裂破碎带、岩脉发育带、不同岩体接触带、中等风化裂隙发育带以及原生柱状节理和原生空洞发育层。

**4.4.7** 钻孔深度宜钻穿有供水意义的主要含水层（组）或含水构造带。对大厚度含水层（组），除部分钻孔宜钻穿含水层（组）外，其它钻孔可根据取水深度要求确定。

**4.4.8** 钻孔结构应根据勘测区的地质特性、测试要求及钻探工艺等因素综合确定，孔身结构宜简化。

**4.4.9** 钻孔直径应满足地层岩性鉴别、取样、简易水文地质观测的技术要求；抽水孔的直径，应根据含水层的富水性、可能的出水量大小、抽水试验的技术要求、选用的过滤器外径和填砾层厚度或提水设备的要求确定。

**4.4.10** 当需查明各含水层（带）的水位、水质、水温、透水性或隔离水质不好的含水层时，应进行止水工作，并检查止水效果。长期观测孔应在观测层（带）及非观测层（带）之间进行止水。

**4.4.11** 岩溶地区抽水孔过滤器的设置及选用应符合下列要求：

- 1 裂隙溶洞发育的抽水试验孔、长期观测孔，可设置骨架过滤器或缠丝过滤器；
- 2 探采井在泵体以上宜设置骨架过滤器，或根据岩层破碎情况，在安泵段下过滤器或护壁管；
- 3 抽水试验观测孔、岩溶裂隙不发育的抽水孔的基岩段可不设置过滤器。

**4.4.12** 松散层地区抽水孔过滤器的设置及选用应符合下列要求：

- 1 抽水试验孔及探采井，宜设置填砾过滤器；
- 2 抽水试验观测孔、长期观测孔宜设置包网过滤器；
- 3 细颗粒含水层中的探采井，可设置贴砾过滤器或瓦式过滤器。

**4.4.13** 抽水孔过滤器骨架管的直径，在松散层中，宜与生产井相同；在基岩中，宜大于 200mm。抽水试验观测孔过滤器骨架管的外径，不宜小于 75mm。

**4.4.14** 抽水孔过滤器的长度，应符合下列规定：

- 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 30m 时，可采用 20m~30m；当含水层的透水性差时，其长度可适当增加；
- 3 抽水试验观测孔过滤器的长度可采用 2m~3m。

**4.4.15** 抽水孔过滤器骨架管的孔隙率，应根据制做的材料确定，应符合下列要求：

- 1 钢质骨架管，宜大于 25%；
- 2 铸铁或塑料骨架管，宜大于 20%；

3 抽水试验观测孔过滤器骨架管的孔隙率，宜大于 15%。

4.4.16 抽水孔过滤器下端，应设置沉淀管，长度可根据钻孔深度、过滤器直径、含水层岩性等因素确定，宜为 2m~5m。

4.4.17 过滤器的包网网眼、缠丝间隙、孔隙尺寸和滤料规格，应符合现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB 50027 的规定。

4.4.18 填砾过滤器的滤料厚度，粗砂以上含水层不宜小于 75mm，中砂、细砂和粉砂含水层不宜小于 100mm。

4.4.19 水文地质钻孔质量，应符合下列要求：

- 1 孔身各段直径应达到设计要求；
- 2 孔身在 100m 深度内孔斜度不宜大于 1.5°；探采井孔斜度不宜大于 1°；
- 3 孔深误差不宜大于 2‰；
- 4 洗孔结束前的出水含砂量不宜大于 1/20000（体积比）。

4.4.20 基岩钻孔宜采用清水取芯钻进；当地层已查明时，可采用无芯钻进；对覆盖层可采用泥浆钻进。

4.4.21 松散层钻孔宜采用套管护壁或水压钻进，当采用泥浆钻进时，泥浆的质量和换浆方法应符合现行行业标准《电力工程钻探技术规程》DL/T 5096 和现行国家标准《管井技术规范》GB 50296 的规定。

4.4.22 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、涌砂和气体逸出的情况、岩层变层深度、含水构造和溶洞的起止深度等进行水文地质观测工作，并做好记录。

4.4.23 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 取一个，含水层宜每 2m~3m 取一个，变层时应加取一个；
- 3 采取试验用的土样，厚度大于 4m 的含水层，宜每 4m~6m 取一个，含水层厚度小于 4m 时应取一个；
- 4 试验用土样的取样质量，砂不少于 1kg、圆砾或角砾不少于 3kg、卵石或碎石不少于 5kg；
- 5 钻孔岩芯的采取率，黏性土、完整基岩平均不低于 70%，风化带、破碎基岩不低于 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；供水工程可根据掌握的水文地质资料情况，取样数量可适当减少。

4.4.24 岩土描述应符合下列规定：

1 碎石土应描述名称、岩性成份、磨圆度、分选性、粒度、密实度、胶结情况和砂、黏性土等充填物；

2 砂土应描述名称、颜色、矿物成份、粒度、分选性、湿度、密实度、胶结情况和黏性土、动植物残骸、卵砾石等包含物；

3 黏性土类应描述名称、颜色、湿度、有机物含量、可塑性和包含物等；

4 岩石应描述名称、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。

**4.4.25** 松散层土的分类，应按照本标准附录 C 的规定执行。

**4.4.26** 滤料的质量应符合下列规定：

1 滤料应取样筛分，不符合规格的数量不得超过设计数量的 15%；

2 颗粒的磨圆度应较好，不应使用棱角碎石；

3 不应含土和杂物；

4 滤料宜用硅质砾石。

**4.4.27** 填砾方法应根据滤料密实性、井壁稳定性、冲洗介质类型和井孔结构等因素确定。

**4.4.28** 填砾时，滤料应沿井管四周均匀连续填入，并应随填随测。当发现填入数量及深度与计算有较大出入时，应及时分析原因并采取处理措施。

**4.4.29** 钻探结束后，可根据情况进行回填或封孔，并应对所揭露的地层进行准确分层。

**4.4.30** 井管下入前，应合理组配井壁管、过滤器、沉淀管；井管下入后，过滤器安装位置允许偏差为  $\pm 300\text{mm}$ 。

**4.4.31** 抽水孔应及时洗井至水清砂净，符合出水含砂量的要求，并宜符合两次相同最大水位下降的出水量相差小于 5%。抽水试验观测孔应洗孔至水位反映灵敏为止。

**4.4.32** 探采井抽水试验结束后，应将井内沉淀物清除，井内沉淀物高度宜小于井深的 5%，并做好井口管外封闭，办理管井验收手续。

**4.4.33** 钻孔应测量坐标和孔口高程，高程测量应达到四等水准的精度。

**4.4.34** 钻探作业前，应编制施工方案和应急预案，并对作业人员进行安全教育培训；钻探作业期间应严格执行操作规程，并采取适宜的安全生产防护措施。施工现场废弃的浆液、油料等生产废弃物及生活垃圾等应进行处理，不得污染环境。

## 4.5 水文地质试验

### I 抽水试验

**4.5.1** 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。

**4.5.2** 抽水试验孔的布置，应根据勘测阶段、工程地质、水文、水文地质条件、地下水资源评价方法等因素确定。

**4.5.3** 抽水试验孔占钻孔（不含观测孔）总数的百分比不宜少于表 4.5.3 的规定。

表 4.5.3 抽水试验孔占勘探孔总数的百分比（%）

地 区	初步勘测	详细勘测	开采勘测
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

注：抽水试验的工作量中，宜包括带观测孔的抽水试验。

**4.5.4** 抽水试验过程中，可结合稀释法或示踪法同位素测试等方法测定地下水的流向、实际流速及渗透系数等。

**4.5.5** 抽水试验的类型，应根据勘测阶段、水文地质条件、试验目的、评价方法等因素确定，并符合下列要求：

- 1 初步勘测和详细勘测应选择有代表性的地段进行多孔抽水试验；其它地段可采用单孔抽水试验：
- 2 对于大厚度含水层，需分段研究时应进行分段抽水试验，分段长度宜采用 20m~30m；
- 3 对于单层厚度大于 10m 的多层含水层，符合下列条件之一时宜进行分层抽水试验：
  - 1) 含水层类型不同；
  - 2) 水文地质参数差异较大；
  - 3) 水质差异较大。
- 4 对于多层含水层，在符合下列条件之一时，可进行混合抽水试验：
  - 1) 含水层的参数及相互关系基本查清，抽水试验目的仅限于了解井的出水量；
  - 2) 各含水层的岩性、水位、水质基本一致；
  - 3) 单层厚度很小，无法隔离止水；
  - 4) 相对隔水层厚度较小，隔离止水效果不好；
  - 5) 有流速测井配合。

5 详细勘测阶段,水文地质条件难以查清或拟利用数值法评价地下水资源时,应进行一次大流量、大降深的群孔抽水试验。

**4.5.6** 抽水试验观测孔的布置,应根据试验目的和计算方法的要求确定,并应符合下列要求:

1 以抽水试验孔为中心,布置1条~2条观测线,每条观测线上不宜少于2个观测孔。布置1条观测线时,宜垂直地下水流向布置;布置2条观测线时,另一条宜平行地下水流向布置;

2 傍河抽水试验观测孔宜垂直河流布置观测线,必要时可平行或跨河布置观测孔;

3 群孔或开采性抽水试验观测孔的布置应能够控制整个流场,在边界和非均质含水层的各个地段应布置观测孔;

4 距抽水试验孔最近的第一个观测孔,应避开三维流的影响,其与抽水试验孔的距离不宜小于含水层的厚度;最远的观测孔距抽水试验孔不宜太远,其水位下降值不宜小于10cm。有多个观测孔时,其距抽水试验孔的距离由近及远逐渐增加,并宜满足对数关系;

5 各观测孔的过滤器长度宜相等,并安置在同一含水层的同一深度上,并应避开弱透层。

**4.5.7** 抽水试验影响范围内,应设置地表水体或其他水点(含泉、水井等)观测点。在试验开始前和试验过程中,同步观测其自然水位和动水位。试验期间地下水位变化较大时,抽水试验前应在抽水试验影响范围外设置1个~2个观测孔观测自然水位的变化规律。

**4.5.8** 抽水试验设备的选择应根据水文地质条件、勘测阶段、井孔结构等因素确定。

**4.5.9** 在抽水试验各次降深中,水泵的吸水管口均应放在同一深度,抽水试验吸水管口和抽水试验孔水位观测管的安装深度,宜根据抽水设备和抽水试验要求确定,并宜符合下列要求:

1 在承压水含水层中,吸水管口宜安装在含水层顶板以上;

2 在潜水含水层和微承压水含水层中,吸水管口宜安装在最大动水位以下1m或含水层中部;

3 抽水试验孔的水位观测管,宜安装在吸水管口处。

**4.5.10** 抽水试验前,宜进行试抽,可与洗井结合进行,确定最大出水量和水位下降值,合理分配各次水位下降值或确定非稳定流抽水试验的恒定出水量。若发现问题,应暂停抽水,分析原因,及时处理,在排除故障后再进行抽水试验。

**4.5.11** 抽水试验前,应测量抽水试验孔、观测孔(包括附近水井、泉或其它水点)固定点标高和自然水位。若发现自然水位异常时,应分析原因并及时处理;当自然水位变化较大时,应掌握其变化规律。

**4.5.12** 抽水试验时,应采取有效措施,防止抽出的水回渗到抽水影响范围内含水层中。

**4.5.13** 抽水试验过程中,应同时观测出水量、动水位,定时观测水温、气温,必要时应对气压、潮汐进行观测。

**4.5.14** 出水量的观测精度应符合下列要求:

- 1 当采用堰箱或孔板流量计时，水位或水柱读数精确到 mm；
- 2 当采用容积法时，量桶充满水所需要的时间不宜小于 15s，读数精确到 0.1s；
- 3 当采用水表时，读数精确到  $0.1\text{m}^3$ ；
- 4 当采用超声波流量计或其它新型流量观测仪器时，应按照仪器的相关说明安装使用，保证观测结果准确可靠。

**4.5.15** 在同一试验中同类型孔水位观测宜采用同一测量方法和工具。抽水孔水位读数精确到 cm，观测孔水位读数精确到 mm。

**4.5.16** 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 观测时间已超过 72h。

**4.5.17** 稳定流抽水试验应符合下列要求：

1 抽水试验的水位降次数宜为 3 次，最大水位下降值可接近设计动水位，其余 2 次水位下降值应分别为最大下降值的  $1/3$  和  $2/3$ ，相邻两次水位下降值之差不宜小于 1m。当井的出水量过大或过小，难以满足上述要求时，水位降次数或两次水位降之差可适当调整；

2 抽水试验水位下降顺序，在粗颗粒含水层和岩溶地区从大到小进行；在细颗粒松散层中从小到大进行；

3 抽水试验的稳定，应符合在稳定延续时间内，抽水试验孔出水量和动水位与时间关系曲线，只在一定范围内波动，且无持续上升或下降的趋势。在判定动水位有无持续上升或下降趋势时，应考虑自然水位的影响。有观测孔时，应以最远观测孔的动水位判定；

4 最大降深的抽水稳定延续时间，卵石、圆砾和粗砂等含水层不宜小于 8h；中砂、细砂和粉砂等含水层不宜小于 16h；基岩裂隙水、岩溶水不宜小于 24h。稳定时间可根据含水层类型、补给条件、水质变化和试验目的等因素适当调整；

5 抽水试验时，动水位和出水量观测，在抽水开始后第 5min、10min、15min、20min、25min、30min 各测一次，以后每隔 30min 或 60min 观测一次。每隔 2h~4h 应同步观测一次水温和气温；

6 在抽水试验进行过程中，应进行下列工作：

- 1) 绘制抽水试验孔、观测孔的  $Q \sim \lg t$  和  $s$  (或  $\Delta h^2$ )  $\sim \lg t$  关系曲线，判定达到稳定标准后，

可转入另一次水位下降的抽水试验。

2) 抽水试验孔、观测孔的  $Q \sim s$  关系曲线, 当曲线呈直线、抛物线(含指数、对数曲线)时, 可结束抽水试验, 并观测恢复水位; 当出现折线或曲线向  $Q$  轴翘起时, 应分析原因, 采取措施; 当出现异常时, 应重做抽水试验。

#### 4.5.18 非稳定流抽水试验应符合下列要求:

1 抽水试验的出水量, 应保持常量。抽水试验的延续时间, 应按照水位与时间的关系曲线确定, 并符合下列要求:

1) 如  $s$  (或  $\Delta h^2$ )  $\sim \lg t$  关系曲线有拐点, 则延续时间至拐点后的线段趋于水平, 并能够推求最大水位下降值  $s_{max}$  即可结束;

2) 如  $s$  (或  $\Delta h^2$ )  $\sim \lg t$  关系曲线没有拐点, 则延续时间根据试验目的确定, 并至少有两个对数周期;

2 抽水试验时, 对动水位和出水量的观测, 应在同一时间进行, 其观测时间要求, 按抽水开始后第 1min、2min、3min、4min、6min、8min、10min、15min、20min、25min、30min、40min、50min、60min、80min、100min、120min 各观测一次, 以后可每隔 30min 观测一次;

3 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, 水位应恢复到接近抽水前的静水位;

4 群孔抽水试验, 应符合下列要求:

1) 各抽水孔距离不宜太远, 当其中一个抽水孔抽水时, 影响另一个抽水孔的水位下降值不宜小于 20cm;

2) 抽水孔的水位下降次数和降深要求应根据试验目的而定;

3) 各抽水孔的抽水起、止时间应一致;

4) 各抽水孔的水位、出水量测量工具和方法应相同;

5) 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。

5 开采性抽水试验, 宜充分利用已有井、孔, 其总出水量应接近或大于总需水量的 80%, 试验宜在枯水期进行。试验延续时间, 应符合下列要求:

1) 下降漏斗的水位, 如能达到稳定, 则稳定延续时间不宜小于 30d;

2) 下降漏斗的水位, 如不能达到稳定, 则抽水试验宜延续到下一个补给期。

4.5.19 水质分析和细菌检验水样, 应在抽水试验结束前采取, 其数量应根据用水目的和分析要求确定, 现场采样应符合现行行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ 164 的规定。

4.5.20 抽水试验停止后, 应观测恢复水位, 应在抽水停止后 1min、2min、3min、4min、6min、8min、

10min、15min、20min、25min、30min、40min、50min、60min、80min、100min、120min 各观测一次，以后每隔 30min 观测一次。

## II 注水试验

**4.5.21** 注水试验孔及观测孔的布置，应根据勘测阶段和水文地质条件确定。

**4.5.22** 注水试验设备的选择应根据水文地质条件、井孔结构及地层的透水性等因素确定。

**4.5.23** 注水试验孔内应设置水位观测管或将注水口设置在注水试验孔内水面以下。

**4.5.24** 注水试验前，应进行试验注水确定最大注水量和相应的水位上升值。试验注水出现问题时，应及时分析处理，并在排除故障后继续进行。

**4.5.25** 注水试验前，应测量注水试验孔、观测孔测点标高及其自然水位。自然水位升降幅度较大时，应进行分析并掌握其变化规律。

**4.5.26** 注水试验过程中，应同时观测注水量和动水位。

**4.5.27** 注水量较大时，流量观测宜采用孔板流量计、水表或超声波流量计等仪器。当注水量不大时，可采用体积法。

**4.5.28** 同一试验过程中水位观测应采用同一测量方法和工具。注水试验孔水位应精确至 cm，观测孔水位应精确至 mm。

**4.5.29** 注水试验水位升幅应根据试验目的确定，宜进行 3 次，各次水位升幅应接近。

**4.5.30** 注水试验使用水源必须为清水，水质应符合现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 中的 III 类标准。如所在试验场地有其它特殊要求，应按照更严格的要求执行。

**4.5.31** 常水头注水试验应符合下列要求：

1 钻孔常水头注水试验适用于地下水以下渗透性比较大的砂、砾石和卵石层，或不能进行压水试验的风化、破碎岩体，以及断层破碎带和其它透水性强的岩土；

2 用钻机造孔，按预定深度下套管，如遇地下水位时，应采取清水钻进，孔底沉淀物厚度不应大于 5cm，同时要防止试验土层被扰动破坏。钻至预定深度后，采用栓塞或套管进行试段隔离，确保套管下部与孔壁之间不漏水，以保证试验的准确性。对孔底进水的试段，用套管塞进行隔离；对孔壁孔底同时进水的试段，除采用栓塞隔离试验段外，还应根据试验土层种类，决定是否下入护壁花管，以防孔壁坍塌；

3 用带流量计的注水管或量筒向孔内注入清水，慢慢调节注水速度，使孔内水位高出地下水位一定高度或至孔口并保持稳定，测定试验水头值。保持试验水头不变，观测注入水量  $Q$ ；

4 注水试验过程中，开始按 1min、2min、2min、5min、5min，以后按每 5min 间隔记录一次流量，并绘制  $Q \sim t$  曲线。直到最终的测读流量与最后两个小时内的平均流量之差不大于 10% 时，即可

结束试验。

**4.5.32** 变水头注水试验应符合下列要求：

- 1 钻孔变水头注水试验适用于地下水位以下渗透性比较差的粉砂、粉土、黏性土等岩土层；
- 2 变水头注水试验的钻孔及隔离要求可按本标准第 4.5.31 条的规定执行。向孔内注入清水，使孔中的水位高出地下水位一定高度（初始水头值）或至孔顶部后，停止供水，开始记录孔内水位高度随时间的变化；
- 3 注水试验过程中，观测时间间隔按地层渗透性确定，一般按 1min、2min、2min、5min、5min，以后按每 5min 间隔记录一次。以后根据水头下降速度，可按 30min~60min 间隔进行，对于渗透性较强的地层，观测时间可适当缩短；
- 4 现场采用半对数坐标纸绘制水头下降比与时间的关系曲线。当水头比与时间关系呈直线时，说明试验正确，即可结束试验。

### III 渗水试验

**4.5.33** 渗水试验点的布置应根据勘测目的、阶段、水文和水文地质条件、地下水资源评价方法等因素确定，并符合下列要求：

- 1 渗水试验点布置前应充分了解试验点的地层、岩性和地貌类型等条件；
- 2 渗水试验点应选择在包气带岩性较为均一的地段。

**4.5.34** 渗水试验方法的选择应根据试验目的和精度要求等因素来确定。当试验层为黏性土时应采用双环法；当试验层为砂性土时，可根据对试验结果精度要求的不同而选择适宜的方法。当试验目的只是为了初步了解含水层的透水性时，宜选择试坑法或单环法；当试验需要获得精确的垂直渗透系数时，应选用双环法。

**4.5.35** 渗水试验试坑深度应根据试验目的层的埋深来确定，平面尺寸应符合下列要求：

- 1 试坑法试坑平面尺寸应为边长 30cm 的正方形或直径 35.75cm 的圆形，试坑深度宜大于 30cm；
- 2 单环法单环直径应为 35.75cm，环高应为 20cm；
- 3 双环法内环直径应为 25cm，外环应为 50cm；环高均应为 20cm。

**4.5.36** 试坑、试环底部应铺设 2cm~3cm 厚的小砾石层，环外用黏土填实，确保四周不漏水。

**4.5.37** 试验过程中，应恒定保持试坑内或双环内外水柱高度为一常数，宜为 10cm，波动幅度不应大于 0.5cm。

**4.5.38** 试验过程中，流量观测应符合下列规定：

- 1 水量的量测精度应达到 0.1L；
- 2 开始每隔 5min 量测 1 次，连续观测 5 次后，以后每隔 20min 观测 1 次，至少连续量测 6 次；

3 连续两次量测的流量之差不大于 5%时，即可结束试验。取最后一次注入流量作为计算值。

4.5.39 试验结束时，应及时开挖，测定试验结束时的入渗深度。

#### IV 地下水实际流速测定试验

4.5.40 试验前应对试验场地进行水文地质调查，查明地下水流向。当试验场地有等水位线图时，应利用等水位线来确定地下水流向；试验场地没有等水位线图，无法确定地下水流向时，应在场地内布置 3 个钻孔，观测地下水位，绘制等水位线，确定地下水流向。

4.5.41 地下水流速测试前，应结合地下水流向布置试验钻孔，在场地内平行地下水流向设计 2 个钻孔，上游为指示剂投放孔，下游为观测孔。

4.5.42 根据场地条件，可在垂直地下水流向上观测孔两侧 0.5m~1.0m 各布设 1 个辅助观测孔捕获指示剂。

4.5.43 指示剂投放孔和观测孔之间的距离应按照岩层的透水性来选择，并符合下列要求：

- 1 细砂含水层中为 2m~5m；
- 2 粗砂、砾石含水层中为 5m~15m；
- 3 渗透性强的卵石含水层或裂隙含水层中为 10m~15m；
- 4 岩溶发育的灰岩含水层中应大于 50m。

4.5.44 试验过程中，应在观测孔内固定时间观测指示剂的浓度，并绘制浓度—时间曲线图。

4.5.45 试验用指示剂类别及相应的方法可按照表 4.5.45 选择。

表 4.5.45 地下水实际流速测定方法

试验方法	指示剂	检验方法
化学法	氯化钠、氯化钙、氯化铵	在观测孔中定时取样滴定
比色法	荧光红、荧光黄（弱碱性水）刚果红、亚甲基蓝 苯胺蓝（弱酸性水）	比色法观察浓度
电解法	氯化铵、氯化钠	用电极电路测定地下水电流值变化
充电法	氯化钠	在地表测定不同时间等电位线的形状，其椭圆形的长轴方向即流向
同位素示踪法	氚（H <sup>3</sup> ）、碘（I <sup>131</sup> ）、溴（Br <sup>82</sup> ）、硫（S <sup>35</sup> ）等	在观测孔中测定出现时间

注：指示剂投放量宜根据含水层岩性和指示剂性质确定。

4.5.46 人工放射性同位素单井稀释法必须采用法律允许、可靠安全的人工放射性同位素作为示踪剂，并且在试验区内应无生活饮用水水源。

## V 连通试验

4.5.47 连通试验应符合下列要求：

- 1 试验场地的选择应在综合地质和水文地质测绘的基础上进行；
- 2 根据试验目的和条件可选择水位传递法或指示剂法；
- 3 试验采用的指示剂必须为无毒害、无污染、易分解的物质。

## VI 同位素测试

4.5.48 同位素测试前应查明水文地质条件、水文地球化学条件，以及植被发育情况，土类的孔隙性及岩石的裂隙性。

4.5.49 大型水源地或水文、水文地质条件复杂地区，宜进行环境同位素研究，查明地下水起源、补给，各含水层之间的水力联系和循环时间等。

4.5.50 同位素测试过程中，应测定气温、水温，并取水样分析水质类型。环境同位素测试时，应首先搜集区域环境同位素资料，研究测区降水  $\delta D$  和  $\delta^{18}O$  值的关系及同位素效应，必要时，应开展测区降水  $\delta D$  和  $\delta^{18}O$  的定期检测。

4.5.51 测区内有代表性的各个水体单元均应取样，同一水体宜分别在不同的深度、层次、季节采取系列水样，测试其稳定同位素和放射性同位素。

4.5.52 同位素测试一般只测定水中的同位素，必要时可测定土中的同位素。

4.5.53 同位素样品检测必须由专业人员按照相关规程进行操作。

4.5.54 人工同位素试验（放射性同位素示踪）地段内应无生活饮用水水源。

## VII 浸溶试验

4.5.55 地下水环境影响评价中，固体废物贮存场中的固体废物应进行浸溶试验，测试分析浸溶液的成分，查明污染物的特征因子。

4.5.56 固体废物的采样、处理和保存，可按照现行行业标准《工业固体废物采样制样技术规范》HJ/T 20 的规定进行操作。

4.5.57 固体废物的浸溶试验，应由专业人员按照现行行业标准《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》HJ 557的规定进行操作。

## VIII 土柱淋滤试验

4.5.58 地下水环境影响评价宜在可能造成地下水污染的装置附近，对包气带进行分层取样，进行土柱淋滤试验。

4.5.59 试验土柱应在评价场地有代表性的包气带地层中采取。通过滤出水水质的测试，分析淋滤试验过程中污染物的迁移、累积等引起地下水水质变化的环境化学效应的机理。

**4.5.60** 包气带土柱样品的采集、储存和运输等，可按照现行行业标准《场地环境调查技术导则》HJ 25.1 的规定执行。

**4.5.61** 试验试剂的选取或配制，宜采取评价工程排放的污水做试剂。对于取不到污水的拟建项目，可取生产工艺相同的同类工程污水替代，也可按设计提供的污水成分和浓度配制试剂。如果试验目的是为了确定污水排放控制要求，需要配制几种浓度的试剂分别进行试验。

## 4.6 地下水动态观测

**4.6.1** 地下水动态观测，应包括下列内容：

- 1 地下水的水位、水量、水压、水温和水质；
- 2 与地下水有水力联系的地表水的水位、水量、水温和水质；
- 3 搜集已有的水文气象、水文地质资料。

**4.6.2** 地下水动态观测，应在勘测期间尽早开展。初步勘测阶段，宜建立专项地下水动态观测点网，观测的持续时间不应小于半年或一个枯水季节；详细勘测阶段，宜完善地下水动态观测点网，观测的持续时间不应小于一个水文年；开采阶段观测的持续时间宜大于 3 年；必要时进行长期观测。

**4.6.3** 地下水动态观测点网的布设，应满足控制流域或勘测区或水源地开采影响范围内的地下水动态，并应符合下列要求：

- 1 观测点应结合水文地质单元的划分及其边界、地下水的补给、径流和排泄条件布设；
- 2 需查明各含水层之间的水力联系时，应分层设置观测点；
- 3 因过量开采地下水形成了较大降落漏斗，应穿过漏斗中心主径流方向按与之垂直的两个方向布设观测点；
- 4 观测点线应垂直于地表水体岸边线布设；
- 5 用于计算地区降水入渗系数和潜水蒸发系数时，观测点宜布设在地形较平坦、水力坡度小、不受地表水和开采地下水影响、水位埋深适宜和含水层与包气带岩性具有代表性的不同地段；
- 6 用于进行水均衡计算时，观测点的布设应满足计算均衡区内各分区储存量变化的需要；
- 7 用于满足数值法计算时，观测点的布设应控制各水文地质参数分区；
- 8 水质观测点应依据区内地下水水质分布规律布设。查明水质污染时，应根据污染源分布状况和污染物在地下水中扩散形式进行布设。

**4.6.4** 地下水动态观测点，宜利用已有勘探孔、非经常开采的水井和泉及其它地下水露头。

**4.6.5** 水位宜每隔 5 天观测 1 次，可同时记录水温和气温；水井的出水量及泉流量的动态观测，宜每

隔 10 天观测 1 次。当其变化剧烈时应增加观测次数或采用自动记录仪自动监测，各观测点的观测，应在同一天进行。

**4.6.6** 计算降水入渗系数和潜水蒸发系数所需的水位观测，应根据计算的具体要求确定观测时间及间隔。

**4.6.7** 水压观测压力计类型的选择，应根据测试目的、土层渗透性质和测试期的长短等条件，选用封闭式或开口式，仪器的精度、灵敏度和量程应满足测试要求。

**4.6.8** 水质分析用的水样，对于浅层地下水 and 水质变化较大的含水层宜每季度采取 1 次或分丰、平、枯水期各采取 1 次；对于深层地下水和水质变化不大的含水层宜在开采高峰期采取 1 次。为查明咸淡水分界面时，水质简分析或氯离子、电导率等专项指标宜每月采取 1 次；在污染地区应增加采样次数，应在排污前后、雨季前后采取水样。

**4.6.9** 水质的采样应符合下列规定：

1 水井中采样前应进行抽水，抽水量不宜小于井内水量的 2 倍~3 倍；

2 采样的容器、洗涤、采取、保存、送样等应按照现行行业标准《水质 采样样品的保存和管理技术规定》HJ493 及现行国家标准《水质 采样技术指导》HJ 494 执行。

**4.6.10** 专门设置的水温观测点，对于浅层地下水及水温变化较大时，宜每月观测 1 次；对于深层地下水和水温变化较小时，宜每季度观测 1 次。

**4.6.11** 在查明地表水和地下水之间的水力联系时，除进行地下水动态观测外，还应同步观测地表水动态和搜集有关水文气象资料。

**4.6.12** 观测孔的过滤器，应下至所需观测含水层的主要富水段；观测孔的目的层与其它含水层或地表水之间应止水良好。其管口宜高出地面 0.5m~1.0m，管口应设置保护装置。

**4.6.13** 地下水动态观测，应定期检查孔深及有无淤淀、冻凝、堵塞等情况。如发现有水位反应不灵敏、水位反常的情况或者有被破坏的现象，应及时检查和处理。

**4.6.14** 地下水动态观测应准时、准确，发现记录反常应及时补测核查。

**4.6.15** 地下水动态观测的精度，水位观测宜精确到 0.5cm，水温、气温宜精确到 0.1° C。观测工具和仪器应定期进行检查、维修与校正。

**4.6.16** 地下水动态观测资料，应及时进行整理，认真检查，编制地下水动态观测报告。观测时段达到一个水文年时，应编写地下水动态观测年度报告。

**4.6.17** 地下水动态观测报告和地下水动态观测年度报告宜包括下列内容：

1 分别绘制地下水水位、水压、水量等要素及影响因素的历时曲线；

2 根据需要绘制地下水动态与气象、水文、开采量等关系曲线图；

- 3 根据需要绘制主要水质指标等值线图或水质分区图、地下水水温等值线图；
- 4 当有足够的观测资料时，绘制不同水文年丰、平、枯水期的地下水水位等值线图；
- 5 对于井、泉的水量观测，编制涌水量调查统计表、年报表；
- 6 对于水质的检测和评价，按有关地下水质量标准中规定的分类指标与评价方法进行；
- 7 在多年泉水观测资料的基础上，建立泉水量衰减方程，求出其消耗系数，计算泉涌水量的保证程度；
- 8 有条件时，建立地下水均衡计算模型，进行地下水均衡的定量分析与计算，对地下水资源作出进一步的评价，其中储存量之差根据地下水动态观测资料计算；
- 9 全面论述观测工作概况和观测精度、地下水动态变化规律及变化趋势。

## 5 水文地质参数计算

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 水文地质参数主要包括渗透系数和导水系数、给水度和释水系数、影响半径、降水入渗系数、潜水蒸发系数等。水文地质参数的计算，应在分析勘察区水文地质条件的基础上，合理地选用计算方法。

**5.1.2** 水文地质参数计算的基础资料可根据勘测阶段、地区研究程度及水文地质条件采用资料搜集、经验数据、野外试验和地下水动态观测等确定。

**5.1.3** 水文地质参数计算宜符合下列规定：

- 1 利用抽水试验资料计算含水层参数时，宜采用带观测孔的抽水试验资料；
- 2 利用非稳定流抽水试验资料计算水文地质参数时，宜根据勘察区含水层类型、抽水试验类别、曲线类型，选择相应计算方法；
- 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 有关潜水孔的计算公式，当采用观测孔资料进行计算时，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。

**5.1.4** 根据抽水试验进行水文地质参数计算时，宜按下列程序进行：

- 1 检查校核全部观测试验资料；
- 2 根据水位自然变化影响值，修正水位降深值；
- 3 根据  $Q \sim t$  和  $s(\Delta h) \sim t$  曲线的水平段上，确定稳定水位和出水量；
- 4 对观测试验资料分类进行整理统计；
- 5 合理选择计算公式，进行参数计算；
- 6 编制参数计算书。

### 5.2 渗透系数和导水系数

**5.2.1** 渗透系数宜采用稳定流或非稳定流抽水试验方法，也可利用同位素示踪测井法或数值法求取，非稳定流宜采用降速法或水位恢复法计算。导水系数宜采用带观测孔的多孔非稳定流抽水试验资料计算，数值上等于渗透系数和含水层厚度的乘积。

5.2.2 利用稳定流单孔抽水试验资料计算渗透系数时，可采用下列公式：

1  $Q \sim s$  (或  $\Delta h^2$ ) 关系曲线呈直线时

1) 承压水完整孔：

$$K = \frac{Q}{2pMs} \text{Ln} \frac{R}{r} \quad (5.2.2-1)$$

2) 承压水非完整孔：

当  $M > 150r$ ,  $L/M > 0.1$  时：

$$K = \frac{Q}{2pMs} \left( \text{Ln} \frac{R}{r} + \frac{M-L}{L} \text{Ln} \frac{1.12M}{\pi r} \right) \quad (5.2.2-2)$$

当过滤器位于含水层的顶部或底部时：

$$K = \frac{Q}{2pMs} \left( \text{Ln} \frac{R}{r} + \frac{M-L}{L} \text{Ln} \left( 1 + 0.2 \frac{M}{r} \right) \right) \quad (5.2.2-3)$$

3) 潜水完整孔：

$$K = \frac{Q}{p(H^2 - h^2)} \text{Ln} \frac{R}{r} \quad (5.2.2-4)$$

4) 潜水非完整孔：

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

$$K = \frac{Q}{p(H^2 - h^2)} \left( \text{Ln} \frac{R}{r} + \frac{\bar{h}-L}{L} \text{Ln} \left( \frac{1.12\bar{h}}{pr} \right) \right) \quad (5.2.2-5)$$

当过滤器位于含水层的顶部或底部时：

$$K = \frac{Q}{p(H^2 - h^2)} \left( \text{Ln} \frac{R}{r} + \frac{\bar{h}-L}{L} \text{Ln} \left( 1 + 0.2 \frac{\bar{h}}{r} \right) \right) \quad (5.2.2-6)$$

式中：

- $K$  — 渗透系数 (m/d)；
- $Q$  — 出水量 (m<sup>3</sup>/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，可采用插值法得出  $Q \sim s$  代数多项式：

$$s = a_1 Q + a_2 Q^2 + \cdots + a_n Q^n \quad (5.2.2-7)$$

式中：  $a_1$ 、  $a_2$  ……、  $a_n$  — 待定系数。

注：  $a_1$  直接按均差表求得后，可将相应采公式中的  $Q/s$  或  $\frac{Q}{H^2-h^2}$  项以  $1/a_1$  代换，分别进行计算渗透系数。

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，按本条第二款代换，并计算渗透系数。

5.2.3 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，可采用下列公式：

1 承压水完整孔：

$$K = \frac{0.366Q}{M(s_1 - s_2)} \lg \frac{r_2}{r_1} \quad (5.2.3-1)$$

2 承压水非完整孔：

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：

$$K = \frac{0.16Q}{L(s_1 - s_2)} \times \left( \operatorname{arsh} \frac{L}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L}{r_2} \right) \quad (5.2.3-2)$$

3 潜水完整孔：

$$K = \frac{0.732Q}{(2H - s_1 - s_2)(s_1 - s_2)} \lg \frac{r_2}{r_1} \quad (5.2.3-3)$$

4 潜水非完整孔：

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：

$$K = \frac{0.16Q}{L''(s_1 - s_2)} \times \left( \operatorname{arsh} \frac{L''}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L''}{r_2} \right) \quad (5.2.3-4)$$

$$L'' = L_0 - 0.5(s_1 - s_2) \quad (5.2.3-5)$$

式中：  $K$  — 渗透系数 (m/d)；

$Q$  — 出水量 (m<sup>3</sup>/d)；

$s_1$ 、  $s_2$  — 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);

**5.2.4** 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, 可采用下列公式:

**1 配线法:**

1) 承压水完整孔:

$$K = \frac{Q}{4\pi Ms} W(u) \quad (5.2.4-1)$$

2) 潜水完整孔:

$$K = \frac{Q}{2\pi(2H-s)s} W(u) \quad (5.2.4-2)$$

式中:  $Q$  — 出水量 (m<sup>3</sup>/d);  
 $W(u)$  — 井函数;  
 $K$  — 渗透系数 (m/d);  
 $r$  — 抽水孔过滤器的半径 (m);  
 $t$  — 抽水时间 (min);  
 $H$  — 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。可采用下列公式计算:

1) 承压水完整孔:

$$K = 0.183 \frac{Q}{Mi} \quad (5.2.4-3)$$

式中:  $i$  —  $s \sim \lg t$  曲线上直线段的斜率;

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

2) 潜水完整孔:

$$K = 0.366 \frac{Q}{i} \quad (5.2.4-4)$$

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

$t_0$  —  $\Delta h^2 \sim \lg t$  曲线上直线段延长线与横轴的交点坐标 (min)。

**3 利用简化泰斯或泰斯公式, 采用最小二乘法进行求参计算。**

**5.2.5** 多孔非稳定流抽水试验, 在有越流补给 (不考虑弱透水层水释放的弹性储量) 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, 可采用下列公式:

**1 配线法:**

$$K = \frac{Q}{4\pi Ms} W(u, \frac{r}{B}) \quad (5.2.5-1)$$

式中:  $r$  — 观测孔至抽水孔中心的距离 (m);  
 $B$  — 越流系数;

2 拐点法:

$$K = 0.183 \frac{Q}{Mi} e^{-\frac{r}{B}} \quad (5.2.5-2)$$

$e^{-\frac{r}{B}}$  — 可通过贝塞尔函数表查得。

式中符号意义同前。

3 当实测的  $s \sim \lg t$  曲线看不出拐点时, 可以用切线法确定参数, 用外推法确定最大降深  $s_{\max}$ 。

**5.2.6** 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, 可采用下列公式计算:

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

$$1) \text{ 承压含水层: } K = 0.183 \frac{Q}{Mi} \quad (5.2.6-1)$$

$$2) \text{ 潜水含水层: } K = 0.366 \frac{Q}{i} \quad (5.2.6-2)$$

2 停止抽水前, 当动水位没有稳定, 仍呈直线下降时, 可采用下列公式确定参数  $K$ :

1) 承压含水层完整孔:

$$K = \frac{Q}{4pMs} \ln(1 + \frac{t_k}{t_T}) \quad (5.2.6-3)$$

2) 潜水含水层完整孔:

$$K = \frac{Q}{2p(H^2 - h^2)} \ln(1 + \frac{t_k}{t_T}) \quad (5.2.6-4)$$

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  $s(\text{或}\Delta h^2) \sim \lg t$  曲线上拐点处的斜率。

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

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

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

的直线斜率。

**5.2.7** 利用同位素示踪测井资料计算渗透系数时, 可采用下列公式计算:

$$K = \frac{V_f}{I} \quad (5.2.7-1)$$

$$V_f = \frac{p(r^2 - r_0^2)}{2art} \ln \frac{N_0 - N_b}{N_t - N_b} \quad (5.2.7-2)$$

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)；  
 $r_0$  — 探头半径 (m)；  
 $t$  — 示踪剂浓度从  $N_0$  变化到  $N_t$  所需的时间 (d)；  
 $N_0$  — 同位素在孔中的初始计数率；  
 $N_t$  — 同位素  $t$  时的计数率；  
 $N_b$  — 放射性本底计数率；  
 $a$  — 流场畸变校正系数。

### 5.3 给水度和释水系数

**5.3.1** 潜水含水层的给水度可采用实验室测试指示剂法、抽水试验法、经验公式法、水量均衡法等求取；承压含水层的释水系数可利用实验室测试、抽水试验法、数值法等确定。

**5.3.2** 当潜水含水层给水度利用稳定流完整孔抽水试验资料计算时，可采用下列公式：

$$m = \frac{Qt}{p(h + h_w)(r^2 - r_w^2)/2} \quad (5.3.2)$$

式中：  
 $m$  — 潜水含水层给水度；  
 $Q$  — 出水量 (m<sup>3</sup>/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)；

**5.3.3** 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，可利用下述经验公式求得。

$$m = 0.1\sqrt{K} \quad (5.3.3)$$

**5.3.4** 承压水含水层释水系数利用抽水试验资料计算时，可采用下列公式：

1 当利用稳定流完整孔抽水试验资料时，可按下列式计算：

$$S = \frac{Qt}{pM(r^2 - r_w^2)} \quad (5.3.4-1)$$

2 当利用非稳定流抽水试验资料时, 可按下式计算:

$$S = \frac{2.25KMt_0}{r^2} \quad (5.3.4-2)$$

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)。

## 5.4 影响半径

5.4.1 影响半径宜采用带观测孔的单井稳定流抽水试验资料计算, 缺少观测孔资料时, 也可选用有关公式近似计算。

5.4.2 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, 可采用下列公式计算:

1 承压水完整孔:

$$\lg R = \frac{s_1 \lg r_2 - s_2 \lg r_1}{s_1 - s_2} \quad (5.4.2-1)$$

2 潜水完整孔:

$$\lg R = \frac{\Delta h_1^2 \lg r_2 - \Delta h_2^2 \lg r_1}{\Delta h_1^2 - \Delta h_2^2} \quad (5.4.2-2)$$

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  $r_2$  的观测孔潜水静水位与动水位之差 (m)。

5.4.3 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。

5.4.4 利用非稳定流抽水试验计算影响半径。

1 承压含水层:

$$R = 1.5 \sqrt{\frac{KMt}{S}} \quad (5.4.4-1)$$

2 潜水含水层:

$$R = 1.5 \sqrt{\frac{KHt}{\mu}} \quad (5.4.4-2)$$

式中:  $t$ —抽水时间 (d);

S—释水系数；  
*m*—给水度。

## 5.5 降水入渗系数

**5.5.1** 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。

**5.5.2** 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一次降水入渗系数时，可采用下式近似计算：

$$a = m(h_{\max} - h \pm \Delta h \cdot t) / X \quad (5.5.2)$$

式中：  
*a* — 一次降水入渗系数；  
*h*<sub>max</sub> — 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*<sub>max</sub> 的时间 (d)；  
*x* — *t* 日内降水总量 (m)。

**5.5.3** 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，可采用下式计算：

$$a = \frac{Q}{1000F \cdot P} \quad (5.5.3)$$

式中：  
*a* — 降水入渗系数  
*Q* — 降水入渗补给量 (m<sup>3</sup>)；  
*F* — 汇水区面积 (km<sup>2</sup>)；  
*P* — 降水量 (mm)。

## 5.6 潜水蒸发系数

**5.6.1** 勘测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。

**5.6.2** 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，可采用阿维里扬诺夫公式计算：

$$\varepsilon = \mu \Delta h = \varepsilon_0 \left( 1 - \frac{\Delta}{\Delta_0} \right)^n \quad (5.6.1-1)$$

$$C = \frac{e}{e_0} \quad (5.6.2-2)$$

式中：  
*C* — 潜水蒸发系数；  
*e* — 潜水蒸发强度 (mm/d)；

- $e_0$  — 水面蒸发强度 (mm/d);
- $m$  — 潜水含水层或水位变动带的给水度。
- $\Delta h$  — 计算时段地下水位下降值 (m);
- $\Delta$  — 计算时段地下水位平均埋深 (m);
- $\Delta_0$  — 地下水位蒸发极限埋深 (m);
- $n$  — 与植被、土壤有关的蒸发指数, 取值 1-3。

## 6 发电工程供水水文地质勘测

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 发电工程供水水文地质勘测应查明工作区的水文、水文地质条件及水资源赋存和变化规律，正确反映水资源现状和开发利用条件，为水源地的选择和水资源合理开发利用与保护提供依据。

**6.1.2** 发电工程供水水文地质勘测工作原则上划分为前期论证、初步勘测、详细勘测和开采勘测四个阶段。各勘测阶段与设计阶段的关系可按表 6.1.2 确定。

表 6.1.2 勘测阶段与设计阶段的关系

勘测阶段	设计阶段
前期论证	初步可行性研究
初步勘测（初步勘察）	可行性研究
详细勘测（详细勘察）	初步设计或施工图设计
开采勘测（开采勘察）	扩建或根据工程需要

注：勘测阶段中括弧中内容为对应现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB 50027 中的阶段。

**6.1.3** 水源地勘测工作完成后，宜建立地下水动态观测网；水源地投产后，必要时可根据地下水动态观测资料，对地下水的补给量和允许开采量进一步计算和评价，对水位、水质的变化和不良环境地质作用的发生作出预测，提出调整开采方案或采取保护措施的建议。

### 6.2 工作内容及要求

**6.2.1** 火力发电厂工程应在充分了解场地条件、供水特点和勘测任务的前提下分阶段开展供水水文地质勘测工作。火力发电厂供水水文地质勘测内容包括勘测大纲的编制、水源地勘测和资料整理等。

**6.2.2** 新能源发电工程宜根据工程特点和勘测任务的要求分阶段开展供水水文地质勘测工作，勘测阶段可根据需要适当的合并简化，可根据工程特点及场地条件选择适宜的勘测方法。

**6.2.3** 各勘测阶段的主要任务和工作内容应符合下列要求：

1 前期论证阶段：勘测工作主要以分析已有资料和现场调查为主。分析资料包括水文地质资料和陆地水文资料，调查水资源开发利用现状及规划，地下水开采环境问题，概略估算地下水资源，选择具有供水前景的取水地段，必要时，对其进行水文、水文地质调查和少量勘探。本阶段应初步查明拟建水源地水文地质条件，提出有无满足项目使用地下水水量及水质的可能性及下一步工作建议。提出供水水源初步方案，地下水资源量应满足 D 级允许开采资源量的要求；

2 初步勘测阶段（初步勘察）：在前期勘测工作的基础上，对几个可能的取水地段进行比选，

确定拟建水源地位置。本阶段应基本查明水源地区域水文地质条件，初步评价地下水资源，进行水源地方案比较。为编制地下水资源论证提供依据；提供的地下水资源量应满足 C 级允许开采资源量的要求；

**3 详细勘测阶段（详细勘察）：**针对前期工作选定的水源地，采用多种勘测手段，详细查明拟建水源地范围水文、水文地质条件，对地下水开采技术条件、长期开采的保证程度作出可靠的评价，建立符合实际的水文地质物理模型和数学模型，进行水资源量计算，预测开采期间地下水资源的变化趋势、对其他水源地（井）的开采影响、以及可能产生的环境问题；根据勘探成果提出开采方案，开采方案应包括水源井布置、水源井结构、动态监测系统设置、单井供水能力及开采量控制、开采管理等主要内容，为水源地的供水设计提供依据。提供的地下水资源量应满足 B 级允许开采资源量的要求；

**4 开采阶段（开采勘察）：**对中型及以上规模水源地，在开采过程中，验证地下水资源，查明扩大开采的可能性；针对地下水开采中出现的水量减少、水质恶化及不良地质作用等问题，进行专门调查研究，必要时辅以勘探、试验等手段；利用开采资料和地下水动态资料及补充勘探、试验资料，计算地下水 A 级允许开采资源。调整、优化地下水开采方案及水资源保护措施；在条件具备时，建立地下水管理模型及数据库。

**6.2.4** 在下列情况下，勘测阶段或工作内容可作调整或补充：

- 1** 水源地在超出原设计的允许开采量进行扩建时，可直接进行开采阶段供水水文地质勘测；
- 2** 水文、水文地质条件已基本查明，水源地已确定，且水资源充沛可满足需水量，不影响今后取水方案时，可直接打探采井；
- 3** 小型水源地及水文地质条件简单、研究程度较高、水源地已基本确定的中型以上水源地，其初步勘测和详细勘测可合并进行，提出的允许开采量应满足详细勘测阶段精度要求；
- 4** 扩建水源地进行水文地质勘测工作，应满足详细勘测阶段的精度要求；
- 5** 各勘测阶段的工作内容与深度应与设计阶段相适应，当设计合并进行时，勘测工作也可合并开展连续进行，必要时提供中间性成果资料，当要求进行水资源评审时，尚需满足相应的精度要求。

**6.2.5** 水源地投入运行后，应完善地下水动态监测系统，利用开采过程中的动态数据及前期勘探成果，建立地下水管理模型，为水源地后续利用与保护管理提供决策依据。水源地投入使用 3 年以上，当地下水补给、径流、排泄关系及水环境发生较大变化时，应结合项目用水需求及环境要求，适时开展水源地后评价工作。

**6.2.6** 勘测各阶段在采用传统勘测方法的同时，应充分利用计算机信息化资源，选择合适的水文地质模型，评价和预测各阶段水资源量。

## 6.3 地下水资源评价

**6.3.1** 地下水资源评价内容包括地下水资源量评价、地下水质量评价。

**6.3.2** 地下水水资源量评价应具备以下基础资料：

- 1 勘测区含水层的岩性、结构、厚度、分布规律、水力性质、富水性及有关参数；
- 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 需水量；
- 5 取水构筑物类型和布置方案；
- 6 水资源开发利用现状和规划等；
- 7 勘测区及影响范围内的环境水文地质资料。

**6.3.3** 进行水资源评价时，应根据勘测区水文、水文地质条件、勘测阶段和需水量要求，采用水文学方法、水文地质学方法等进行评价。对于地表水资源，应计算 97% 枯水年的资源量，其数据的采集和计算方法应满足《电力工程水文技术规程》DL/T 5084 的要求；对地下水资源应计算地下水补给量及允许开采量，必要时应计算储存量。

**6.3.4** 地下水资源量评价，应考虑下列因素：

- 1 在天然条件和开采条件下，地下水、地表水及大气降水之间的相互转化；
- 2 地下水补给量和排泄量在开采前后可能发生的变化；
- 3 在补给量不足的情况下，地下水储存量的调节作用和调节能力。

**6.3.5** 地下水资源量评价，应符合下列要求：

- 1 根据勘测区水文、水文地质条件，拟定技术经济合理的取水构筑物形式和布局；
- 2 根据需水量和拟定的开采方案，计算取水构筑物的开采能力和动水位；
- 3 计算与确定开采条件下的补给量，包括补给量的增量、排泄量的减量等；
- 4 论证在整个开采期内地下水开采量和补给量的平衡，必要时考虑储存量的调节作用；
- 5 确定允许开采量，并应评价拟定开采方案的技术经济合理性。

**6.3.6** 水资源量评价的方法应根据需水量、勘测阶段和勘测区水文、水文地质条件确定，并应选择两种或两种以上适合于水源地特点的方法进行计算和分析比较，得出符合实际的结论。

**6.3.7** 计算和评价水资源量时，应分别选择“多年平均”和“保证率为 97%”的年份作为计算时段，必要时选择连续枯水年组或设计枯水年组作为计算时段。

**6.3.8** 补给量的计算与确定应符合下列要求：

- 1 根据勘测区水文、水文地质条件，地下水补给量应计算由下列途径进入含水层（带）的水量：
  - 1) 地下水径流的流入；
  - 2) 降水入渗；
  - 3) 地表水入渗；

4) 越流补给;

5) 其它途径渗入。

2 地下水补给量计算, 应结合大气降水和地表径流资料, 按自然状态和开采条件下的情况分别进行。当开采条件下补给量显著增加时, 应主要计算开采条件下的激发补给量;

3 地下径流补给量按下式计算:

$$Q = K \cdot I \cdot B \cdot M \quad (6.3.8-1)$$

式中:  $Q$ —地下水径流量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$K$ —含水层渗透系数( $\text{m}/\text{d}$ );

$I$ —自然状态或开采条件下的地下水水力坡度, 无量纲;

$B$ —计算断面宽度( $\text{m}$ );

$M$ —计算断面含水层厚度( $\text{m}$ )。

4 降水入渗补给量按下列情况分别进行计算:

1) 当采用降水入渗系数计算时采用下式计算:

$$Q = F \cdot a \cdot X / 365 \quad (6.3.8-2)$$

式中:  $Q$ —降水入渗补给量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$a$ —年平均降水入渗系数;

$F$ —降水入渗面积( $\text{m}^2$ );

$X$ —年降水量( $\text{m}$ )。

2) 在地下水径流较差, 以垂直入渗补给为主的潜水分布区采用下式计算:

$$Q = m \cdot F \cdot \sum \Delta h / 365 \quad (6.3.8-3)$$

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

$m$ —含水层给水度。

3) 在地下水径流条件良好的潜水分布区可采用数值法计算降水入渗补给量。

5 河(渠)的入渗补给量, 可根据水源地上、下游断面的流量差或河(渠)渗入的有关公式计算与确定。计算时, 应注意河(渠)径流量、河(渠)水位的变化和河床淤塞情况, 必要时应采用现场试验参数进行修正;

6 灌溉水的入渗补给量按下列情况分别进行计算:

1) 利用灌溉定额资料采用下式计算:

$$Q = a_0 \cdot m \cdot A / 365 \quad (6.3.8-4)$$

式中:  $Q$ —灌溉水入渗补给量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$a_0$ —灌溉水入渗率;

$m$ —灌溉定额( $\text{m}$ );

$A$ —灌溉面积( $\text{m}^2$ );

2) 当利用地下水动态观测资料计算时:

$$Q = m \cdot A \sum \Delta h / 365 \quad (6.3.8-5)$$

式中  $\sum \Delta h$  — 一年内灌溉引起的地下水水位升幅之和(m)。

7 相邻含水层的垂向越流补给量, 可按下列情况分别进行计算:

1) 当能够确定相邻弱透水层的有关参数时采用下式计算

$$Q = K_s F_s \frac{H_s - h}{M_s} + K_x F_x \frac{H_x - h}{M_x} \quad (6.3.8-6)$$

式中  $Q$  — 越流补给量(m<sup>3</sup>/d);

$K_s, K_x$  — 分别为开采层上、下部弱透水层垂向渗透系数(m/d);

$F_s, F_x$  — 分别为开采层上、下部弱透水层越流面积 (m<sup>2</sup>);

$M_s, M_x$  — 分别为开采层上、下部弱透水层厚度(m);

$H_s, H_x$  — 分别为开采层上、下部补给层的地下水水位(m);

$h$  — 开采层的水位或开采漏斗的平均水位(m)。

2) 当具有分层动态观测资料时采用数值法确定。

8 当利用各单项补给量之和确定总补给量时, 应对各单项补给量进行具体分析, 并应避免水量的重复计算;

9 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 在水文地质条件复杂, 分别确定各项补给量有困难时, 可根据评价区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;

11 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;

12 当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站的观测资料, 采用基流分割法确定补给量, 但应考虑计算断面处地下水径流排泄的情况。

**6.3.9 储存量及变化量的计算应符合下列要求:**

1 潜水含水层的储存量, 可按下列公式计算:

$$W = m \cdot V \quad (6.3.9-1)$$

$$\Delta W_u = \mu \cdot \Delta H \cdot F \quad (6.3.9-2)$$

式中:  $W$  — 地下水储存量(m<sup>3</sup>);

$\Delta W_u$  — 地下水储存量的变化量 (m<sup>3</sup>);

$V$  — 潜水含水层体积(m<sup>3</sup>);

$m$  — 含水层给水度;

$\Delta H$  — 地下水水位变化幅度 (m);

$F$ —含水层面积 ( $\text{m}^2$ )。

2 承压含水层的弹性储存量,可按下列公式计算:

$$W = F \cdot S \cdot h \quad (6.3.9-3)$$

$$\Delta W_c = S \cdot \Delta H \cdot F \quad (6.3.9-4)$$

式中:  $W$ —地下水的弹性储存量 ( $\text{m}^3$ )

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

$F$ —含水层的面积 ( $\text{m}^2$ );

$h$ —承压水含水层自顶板算起的压力水头高度 (m);

$S$ —弹性释水系数;

$\Delta H$ —地下水水位变化幅度 (m)。

**6.3.10** 地下水排泄量计算包括了潜水蒸发、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中排泄的水量。排泄量计算时,应分别计算自然条件和开采条件下的排泄量。

**6.3.11** 地下水均衡计算和分析宜按照均衡区和均衡期分别进行。均衡区可以是一个完整的水文地质分区或相对独立的水文地质单元;均衡期的选择可根据需要确定。

**6.3.12** 允许开采量的计算与确定应符合下列要求

1 允许开采量的计算和确定,应满足下列要求:

- 1) 取水方案在技术上可行,经济上合理;
- 2) 整个开采期内,出水量应满足 97%供水保证率的要求,动水位不超过设计要求;
- 3) 水质、水温的变化在允许范围内;
- 4) 对已建水源地的水量、水质影响在允许范围之内;
- 5) 不发生危害性的环境水文地质和工程地质问题。

2 当能够确定评价区地下水在开采条件下的各项补给量和消耗量时,可根据补给量和消耗量之差(均衡法)确定允许开采量,并论证动水位不超过设计要求,同时应考虑水文气象周期出现的干旱年系列补给量和消耗量的变化。

3 在水文地质条件较为清楚,现场条件与理想化模型比较接近时,经概化处理可直接用水动力学解析法计算允许开采量,并论证其保证程度。

4 含水层埋藏较浅,开采期间能得到地表水的充分补给时,可根据具体的开采方案,采用岸边诱导补给公式确定允许开采量。

5 当地表水的径流量主要是地下水排泄量或泉水溢出量时,或地下水主要受河流地表水的渗入补给时,可采用水文分析法计算与确定地下水的允许开采量。

6 当地下水属周期性补给,含水层有足够的储存量,采用疏干补偿法计算允许开采量时,应符合下列要求:

- 1) 动用的部分储存量,应满足枯水期的连续开采,并且动水位下降值不超过设计要求;

2) 在补给期, 应保证被疏干的储存量能得到补偿。

**7** 评价区与某一开采区的水文地质条件基本相似, 且开采区有多年的开采资料时, 可根据两地区的典型指标比拟, 采用比拟法评价勘测区的允许开采量。

**8** 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, 并且能形成较稳定的水位降落漏斗时, 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, 结合相应的补给量确定扩大开采时的允许开采量。

**9** 对补给、径流和排泄条件难以查明的水源地, 可采用枯水期的开采性抽水试验资料直接或适当推算确定允许开采量。

**10** 在地下水的补给以地下水径流为主、含水层的厚度不大、储存量很少且下游又允许疏干的情况下, 可采用地下水断面径流量法确定允许开采量, 但其取值不宜大于地下水最小径流量。

**11** 对于需水量不大, 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允许开采量。

**12** 对傍河或山间河谷水源地地区, 可选择下列方法计算与评价允许开采量:

1) 有充足补给的傍河水源地, 根据开采方案采用相应的稳定流计算公式计算开采量。计算时, 应考虑河床的完整性、长期开采后与岸边含水层淤塞的可能性, 必要时应进行修正;

2) 河水周期性补给的水源地, 根据水文地质条件拟定取水方案, 采用疏干补偿法计算与评价允许开采量。

**13** 对冲积平原或大型冲积、洪积扇地区, 可选择下列方法计算与评价允许开采量:

1) 当能够证明补给充足时, 采用井群总出水量评价允许开采量;

2) 当水源地或水源地附近具有多年开采动态资料时, 采用相关分析法、水文地质比拟法, 确定扩大开采时的允许开采量, 或评价新建水源地的允许开采量, 并论证补给的保证程度和水源地之间的相互影响。

**14** 当利用泉水为水源, 根据泉的动态观测资料和水文、气象资料进行泉的允许开采量评价时, 按不同的情况, 宜分别符合下列规定:

1) 当需水量显著小于泉的枯水流量时, 根据泉的调查和枯水期的实测资料直接进行评价;

2) 当需水量接近泉的枯水流量时, 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) 当需水量大于泉的枯水流量时, 如有条件, 在枯水期进行降低水位的试验, 评价有无扩大泉水流量的可能性。

**15** 对“全排型”的岩溶泉域, 根据其流量长观资料, 可采用多年平均流量评价允许开采量, 并采用水均衡法、水文分析法、流量衰减法、系统理论法等论证补给保证程度。

**16** 对“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允许开采量, 并采用水均衡法、水文分析法或水动力学法等论证补给保证程度。

**17** 隐伏岩溶水水源地, 宜根据群孔抽水试验资料, 采用疏干补偿法、数值法、水动力学法、系统理论法等评价允许开采量。

**18** 在确定允许开采量的过程中, 如需计算各抽水井内或邻近井内的水位降深时, 应考虑由于三

维流、紊流、井损等因素的影响而产生的附加降深。

19 地下水允许开采量由低到高可分为 D、C、B、A 四级，各级的精度要求，可按表 6.3.12 的内容进行分析和评价。

表 6.3.12 地下水允许开采量精度要求

允许开采量精度	勘测阶段	水文地质条件研究程度	动态观测时间	参数计算与计算方法	地下水资源评价
D	前期论证	初步查明含水层（带）的空间分布及水文地质特征；初步圈定可能富水地段	搜集资料和现场调查	搜集资料或经验公式，简易或单孔抽水试验	概略评价地下水资源，估算地下水允许开采量
C	初步勘测	基本查明含水层（带）的空间分布及水文地质特征；初步掌握地下水补给、径流、排泄条件及动态变化规律	一个枯水期以上或不少于半年的动态资料。	根据带观测孔抽水试验资料或动态资料确定参数	结合开采方案初步计算允许开采量，提出合理采用值；初步论证补给量，为水源地的可靠性作评价。允许误差±35%
B	详细勘测	查明水源地水文、水文地质条件；掌握含水层补给条件和供水能力；查明与供水有关的环境水文地质问题	一个水文年以上动态资料	群孔抽水试验或开采性抽水试验或动态资料确定参数；建立数值模型	结合开采方案计算与评价补给量，确定允许开采量；提出保护和改善地下水水量和水质的措施。允许误差±20%
A	开采勘测	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；掌握水源地开采运行资料	三年以上开采动态资料	根据水源地开采动态资料，验证水文地质参数；进一步完善数值模型，逐步建立地下水管理模型	对地下水允许开采量进行系统的多年均衡计算和评价；提出改造、扩建和保护地下水资源的具体措施。允许误差±10%

6.3.13 对大型水源地或水文地质条件复杂的水源地，宜采用数值法计算与确定允许开采量，并应符合下列要求：

1 水文地质条件的概化应满足下列要求：

- 1) 宜以完整的水文地质单元作为计算区；
- 2) 根据不同的情况，概化确定计算边界类型；
- 3) 按含水层的岩性结构、水力性质、导水特征等进行空间分区概化；
- 4) 根据地下水水流状态和含水层的物理特性概化并确定计算区的水文地质概念模型；
- 5) 根据概化后的水文地质概念模型确定计算区的地下水运动数值模型。

2 数值模型的建立，应满足下列要求：

- 1) 计算区网格剖分的尺寸和疏密，应与勘测阶段资料相适应，布局合理；
- 2) 水文地质参数的初值，其估算值应符合分区水文地质特征，不宜偏离过大；
- 3) 宜采用拟合—校正方法反求水文地质参数，识别和检验数值模型，模型的识别和检验，应采用不同时段的数据分别进行。调整的参数分区，应与其水文地质特征相符合；

4) 应通过实际观测资料对数值模型进行检验，采用群孔或开采性抽水试验资料，或者地下水动态观测资料进行验证。稳定流模拟的流场与实测流场的形态和流向应吻合，非稳定流模拟的水位计算值与实测值随时间的变化曲线趋势应一致，且水位拟合误差宜 $\leq \pm 5\%$ 。

3 地下水预测应满足下列要求：

- 1) 应进行计算区的水文、气象分析，统计评价丰、平、枯不同年份或不利组合各年份的降水量

和地表水径流量，作为地下水预测的基础；

2) 应根据预测分时段给出预测的外部条件，包括预测期间的边界流量、水位、垂向交换的水量等。必要时，建立相应的统计模型或计算区外围的区域大模型进行计算；

3) 对给定的开采方案或各种优化方案进行预测时，应论证其是否满足给定的技术、经济和环境约束条件；

4) 预测成果的精度，可采用预测模型的地下水均衡计算结果进行分析和评定。

#### **6.3.14 地下水质量评价应符合下列规定：**

1 地下水质量评价，应在查明地下水的物理性质、化学成分和变化规律的基础上，根据评价区水文地质条件和当地卫生条件进行；

2 地下水质量评价，应对评价区可开采利用的地下水及与其有水力联系的其它含水层、地表水体进行综合评价；

3 前期论证和初步勘测阶段，主要对评价区水质现状进行评价；详细勘测和开采阶段，应在评价的基础上，预测地下水开采后水质可能变化的趋势，并提出卫生保护措施和保护范围；

4 综合性水质评价，在地下水化学分类的基础上，按照现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 进行评价；

5 火力发电厂等发电企业工业用水的质量评价，依据设计提出的任务要求进行取样化验，对化验成果进行数理统计分析。根据水质分析成果开展锅炉用水和冷却用水的分析评价；

6 生活饮用水的质量评价，按照现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 进行评价执行，在有地方病的地区，根据当地环境保护和卫生部门等有关单位提出的水质特殊要求进行评价；

7 地下水水质变化复杂的地区，应分区、分层进行评价，必要时，应采用数值模型进行水质预测及评价；

8 当地下水与地表水具有密切的水力联系或补排关系时，在开展地下水质量评价时应按照《地表水环境质量标准》GB 3838 对地表水进行水质评价；

9 在地下水疑似受到污染的地区，应按照《地下水环境监测技术规范》HJ 164 的规定，在查明污染因子、类型、途径、程度和范围等污染现状的基础上，着重对与污染源有关的有害成分（特征污染物）进行评价，并提出改善水质和防止水质进一步恶化的措施。

## **6.4 水资源保护与水环境影响评价**

**6.4.1** 发电工程利用水资源应遵循合理开发、节约使用、有效保护的原则。水资源保护工作应与供水水文地质勘测同时开展，做到源头控制、分区防治、污染与问题监控，防止出现水质污染、恶化、引发水环境退化和生态破坏。

**6.4.2** 水资源勘测宜调查了解项目性质、规模、主要生产流程和用水工艺，分析项目用水合理性，优化用水方案，采取节水措施，对建设项目取水、退（排）水进行水环境影响分析，并采取相应的水资

源保护措施。

**6.4.3** 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，并应采取专门措施进行开采量、开采布局的调整。

1 开采量已达到或超过补给量，且在当前的技术经济条件下，补给量已不能增加，储量又无调节余地；

2 水质明显恶化，不能满足要求；

3 开采已出现严重的环境水文地质问题或生态破坏问题。

**6.4.4** 在已有水源地影响范围内进行新水源地或扩大已有水源地开采量勘测时，应考虑下列问题：

1 已有水源地的开采动态和已有及新建水源地的开发计划；

2 协调新建水源地和已有水源地的地下水开采水位；

3 合理利用多层含水层。

**6.4.5** 在有污染源（包括咸水）的地区进行勘测时，应符合下列规定：

1 水源地应选择在污染源的上游；

2 进行污染调查，掌握污染源对地下水水质的影响，并应预测开采后可能引起的变化；

3 应控制开采量和开采动水位；

4 水质分析除应进行一般项目分析外，尚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。

**6.4.6** 在水质差别较大的多层含水层地区进行勘测时，应对抽水试验孔、钻孔进行止水。

**6.4.7** 在有严重欠固结地层分布的水源地，应确定合理开采层位和开采强度，并可根据上部土体的压缩性和各层地下水的水位下降值，提出有无由于开采地下水而引起地面沉降的可能性。在已出现地面沉降的地区，应建立地下水和地面沉降监测网，及时采取调整开采方案等措施进行控制。

**6.4.8** 在项目取水区域，应依据水资源开发利用和环境保护规划有关要求及国家相关规定设置水源卫生防护带，并采取相应的保护措施。

**6.4.9** 水源地区域应布置动态监测网，并宜建立水源地动态监测预警系统。监测点和控制措施应设置在主要污染源、环境水文地质问题区和影响区，对地下水动态等进行长期监测，发现问题及时采取控制措施。

**6.4.10** 水资源勘测宜掌握项目退水情况，退水系统及其组成概况，退水总量、水质及其变化规律，论证排水口设置是否合理，分析项目退水对周边水环境的影响。在现有水源地已出现水质恶化等环境水文地质问题时，应对项目生产性用水的退水方式和退水量进行评价。

**6.4.11** 水资源勘测应根据抽水试验、地下水动态观测等资料，分析、预测水源地开采运行期间对周边水环境和其他用水户的影响。

## 6.5 资料编制

**6.5.1** 勘测资料整理、编制贯穿于勘测工作始终，勘测过程中应及时对勘测资料进行检查、整理和分

析，野外勘测结束后，进行全面校核和系统整编。

**6.5.2** 勘测原始资料应真实、系统、完整,对搜集资料的可靠性应进行分析判定，符合要求的应充分利用，并说明其来源。

**6.5.3** 勘测资料整理，应目的明确，结构严谨，文字说明与图表数据相互呼应，内容应符合相应勘测阶段的要求，客观地反映水文地质条件。

**6.5.4** 勘测资料的数理统计，应根据资料类别和用途，合理选用数理统计方法。当水文地质条件不同时，宜分区进行统计。

**6.5.5** 水文地质计算，除特殊情况外应符合本标准和现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB50027的规定。当采用多种方法进行同一参数或要素的计算时，结论数据不应简单取用平均值或提供范围值，应根据勘测区水文及水文地质条件综合确定。

**6.5.6** 当需采用本标准和现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB50027 以外的方法和公式进行计算时，应注明计算方法、公式的出处及使用条件。自行建立或变换的公式，应列出假设条件和主要推导过程。

**6.5.7** 采用数值法进行水资源计算和评价时，应列出数值模型、剖分图、参数及拟合精度、程序框图，绘制拟合曲线和预测流场图。

**6.5.8** 供水水文地质勘测报告应语言精练，词意准确，条理清晰，重点突出，论据充分，结论可靠，技术名词和术语表述规范、统一，并和附图、附表资料相一致，并应包括下列内容：

1 前言：勘测任务、勘测区已有资料情况；地下水开发利用现状及规划；勘测工作过程及质量评述、完成的工作量及主要成果；

2 自然地理及地质概况：地形、地貌条件，水文、气象特征，地质概况；

3 水文地质条件：含水层（带）的空间分布及水文地质特征；地下水的补给、径流、排泄条件及其动态变化规律；地下水化学特征及污染现状；水文地质分区，拟采含水层与相邻含水介质、地表水体的水力联系；

4 水资源评价：水资源评价原则和方法；水文地质参数计算；水文地质条件概化和数值模型建立的依据；水资源量评价；预测水资源量可能的变化趋势；水质评价；预测开采条件下地下水水质受污染的可能性，提出保护和改善水质的措施；

5 水资源保护与水环境影响评价：项目用水合理性分析，项目退水对周边水环境的影响；水源开采运行期间对周边水环境和其他用水户的影响；预测地下水开采可能引起的环境地质问题和生态问题；提出相应的防治措施、水资源保护措施及水源地监测方案；

6 结论与建议：拟建水源地地段及其主要水文地质参数；水量和水质的结论性意见；推荐取水方式、取水构筑物类型、结构和布局等；提出水源地合理开采和保护应注意的事项；建议地下水动态观测网点的设置和要求；建议水源卫生防护带的设置及要求；本阶段工作的经验和对下阶段工作的建

议。

**6.5.9** 图表应全面反映勘测成果，图表类型和详实程度可根据勘测阶段的精度要求、水文地质条件复杂程度和工程需要确定，勘测报告的主要附图和附表宜包括勘探点平面布置图、综合水文地质图、水文地质剖面图、抽水试验综合图表、地下水化学图及水质分区图、地下水位等值线图、勘探点主要指标一览表、土工试验成果表、水质分析成果表等。

## 7 变电工程供水水文地质勘测

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 变电工程供水水文地质勘测宜采用适宜的工作程序和方法，查明工作区的水文地质条件、水资源赋存和变化规律，正确反映水资源现状和开发利用条件，为变电工程用水水源的选择和供水设计提供依据。

**7.1.2** 变电工程供水水文地质勘测宜分阶段进行，勘测阶段的划分应与设计阶段相适应，一般可分为可行性研究阶段勘测、初步设计阶段勘测。

**7.1.3** 可行性研究阶段供水水文地质勘测，应根据变电站的类型、容量、需水量、供水特点等，提交满足设计用水量可能性的供水水文地质勘测报告。

**7.1.4** 初步设计阶段供水水文地质勘测，应根据变电站的容量、需水量等，提交满足设计所需水量的供水水文地质勘测报告。

### 7.2 工作内容及要求

**7.2.1** 可行性研究阶段勘测的内容应符合下列要求：

- 1 了解变电工程的类型、规模、地理位置，并应取得 1: 10000~1: 50000 的站址地形图及勘测任务书，收集区域水文地质资料及水文气象资料；
- 2 应初步评价站址附近区域的水文地质条件，确定富水地段；
- 3 应以水文地质测绘与调查为主，当资料缺乏或条件复杂时，可布置少量的钻探、试验工作；
- 4 应初步查明水的类型及其埋藏与分布条件，确定可供开采的含水层并初步查明其分布范围、补给条件、水量及水质。

**7.2.2** 初步设计阶段勘测的内容应符合下列要求：

- 1 应在充分研究可行性研究阶段成果的基础上，编制勘测大方案；
- 2 应收集水资源的开发利用现状、规划并明确存在的问题；
- 3 宜开展水文地质调绘、物探、水文勘测、钻探、抽水试验、水质分析等综合勘测手段；
- 4 应查明可供开采含水层的空间分布、水力联系、富水程度、水质特征；
- 5 应查明地下水的补给、径流、排泄条件及地表水与地下水的补排关系；
- 6 宜建议井身结构、单井出水量和最大动水位等，为供水提供设计依据。

### 7.3 水资源评价及保护

**7.3.1** 变电工程供水水文地质勘测应对供水井的出水量和动水位进行评价；必要时，宜对水资源量进行评价。

**7.3.2** 水资源量评价宜符合下列要求：

1 在基本查明水资源的补给、径流、排泄和边界条件的基础上，进行水文地质参数计算，水文地质参数计算宜符合本标准第 5 章的规定；

2 确定水文地质单元，结合地下水的开采现状和规划，可选择均衡法、解析法等，计算地下水的补给量和允许开采量，必要时应计算储存量；

3 水文地质条件复杂或资料不足时，可结合开采方案，选用抽水试验法、干扰井群法、断面径流法等，对水源地允许开采量进行计算评价。

**7.3.3** 水质评价应符合下列要求：

1 应在查明地下水的物理性质、化学性质、变化规律的基础上进行；

2 对与可供开采的含水层有水力联系的其他含水层，以及影响该层水质的地表水均应进行综合评价；

3 地下水水质变化复杂的地区，应分区、分层进行评价；

4 水质评价尚应符合现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848、《地表水环境质量标准》GB 3838 的规定；

5 生活用水的水质评价，应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定；

6 生产用水的水质评价，应满足生产或设计提出的水质要求。

**7.3.4** 水资源保护应符合本标准第 6.4 节的规定。

### 7.4 资料编制

**7.4.1** 编制勘测成品时，应对所依据的原始资料及相关利用资料进行整理、检查、分析、鉴定，确定无误后方可使用。

**7.4.2** 可行性研究阶段勘测报告宜包括下列内容：

1 前言：工程概况、任务要求及方法、勘测依据、完成工作量；

2 区域地质条件：自然地理、地形地貌、水文气象、地质构造、地层岩性、水文地质特征等；

3 站址区水文地质条件：地层岩性、地下水类型及分布特征、地下水循环条件、地下水水质等；

4 取水方案：可供开采含水层的特征、井结构推荐、引水方案建议等；

5 结论与建议：区域及站址水文地质基本条件、水量及水质的初步结论性意见下一步工作的建

议等。

**7.4.3 初步设计阶段勘测报告宜包括下列内容：**

- 1 前言：工程概况、任务要求及方法、勘测依据、完成工作量；
- 2 区域地质条件：自然地理、地形地貌、水文气象、地质构造、地层岩性、水文地质特征；
- 3 站址区水文地质条件：地形地貌、地层岩性、地下水类型及分布特征、地下水循环条件、地下水的动态特征、地下水的化学特征等；
- 4 地下水资源及取水方案分析：地下水资源分析、地下水水质评价分析、取水方案分析等；
- 5 结论与建议：区域及站址水文地质条件，水量及水质的结论性意见；推荐的井结构及保护措施等。

**7.4.4 勘测报告的附图附表宜包括下列内容：**

- 1 井孔位置图；
- 2 井身结构图；
- 3 抽水试验综合图表；
- 4 水质检测报告。

## 8 矿床疏干水勘测

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 矿床疏干水的勘测与评价，应在取得矿区已有地质、水文地质和开采资料的基础上，结合矿床开采设计以及开采现状与规划进行疏干水量的计算与评价，根据矿区水文地质条件与疏干水的研究程度、疏干水资源评价方法，按照供水水文地质勘测要求布置适当的勘测工作。

**8.1.2** 勘测阶段宜划分为前期论证、初步勘测、详细勘测三个阶段。当利用已有矿井疏干排水、水文地质条件简单或水文地质条件基本查明，已有资料满足要求时，勘测阶段可合并完成。

### 8.2 工作内容及要求

**8.2.1** 矿床疏干水勘测宜搜集自然地理、水文气象、地质及水文地质、水资源开发利用现状与规划以及水资源保护等资料。

**8.2.2** 各勘测阶段的主要任务和工作内容应符合下列要求：

1 前期论证阶段：搜集资料和现场调查。概略评价区域或矿区分布地段的水文地质条件，了解或推断矿井开采地下水疏干排水量，提出有无满足设计可利用的矿床疏干水的可行性资料及其服务年限，提出下一步勘测工作的建议；

2 初步勘测阶段：以搜资分析、现场调查为主，辅以必要的补充勘测。基本查明矿区水文地质条件，根据建设项目所需水量，结合矿产设计、开采情况，提出合理的疏干井布置方案或排供方案，计算满足供水要求的可排供结合的水量，论述矿井涌水量、水位变化趋势，初步评价可利用矿床疏干水资源量及保证程度；

3 详细勘测阶段：进一步查明矿区水文地质条件在开采动态分析和专门试验的基础上，评价在不引起环境地质破坏的前提下扩大开采和超前疏干的可能性，详细评价可利用矿井排水资源量及保证程度。

**8.2.3** 搜集矿区勘探、设计、开采有关资料宜包括下列内容：

- 1 矿区普查、精查勘探报告；
- 2 矿床排水系统设计书或竣工报告；
- 3 矿床采掘规划设计；
- 4 矿区疏干工程初步设计及施工图设计或专题报告；
- 5 矿床开采区疏干井布置及排水实测资料；

6 矿床疏干水水质分析报告；

7 矿区主要含水层地下水水位动态资料。

**8.2.4** 搜集的资料应进行分析整理，绘制成图表，包括矿坑矿井排水量、矿区水位、水质、疏干排水方法等成果表，并绘制成地下水动态曲线、不同类别含水层等水位线图、降落漏斗分布、水质变化曲线图等。

**8.2.5** 现场调查内容宜符合下列要求：

1 评价区疏干井资料，包括疏干井数量、位置、深度、过滤器类型、取水层位、开凿日期、水泵类型及运行情况；

2 评价区疏干排水量和水位：疏干排水量的调查宜与疏干漏斗范围的水位对应调查，同时宜对各种不同的水量计量方法进行分析对比，择优选用或在集中排水出口进行出水量的实测，调查评价区其它用户的用水量；

3 补给及径流条件调查：评价区疏干水的补给条件和径流条件，包括地表水水位及流量、降水量及其强度、含水层与地表水的关系、含水层厚度与岩性等。必要时，可利用同位素方法查明疏干水的补给源及补给途径；

4 边界条件调查：水文地质边界的性质和范围；

5 环境水文地质现状调查：矿床疏干排水过程中水质变化情况，包括污染源、污染途径和污染程度，调查矿床疏干排水对当地工农业用水的影响，并做出评价；

6 结合矿区生产情况，宜调查矿坑、矿井水排水现状，分析研究未来疏干排水的水量、水质变化。

**8.2.6** 对矿床疏干排水条件现状、水文地质条件已经基本掌握时，可采用开采抽水试验、排水量实测、长期观测等方法对评价区水文地质条件做校核性补充勘测工作。

**8.2.7** 对水文地质资料匮乏地区，应补充钻探及抽水试验工作。钻探及抽水试验的布置应满足查明矿区水文地质条件，取得有关水文地质参数，评价和确定可利用疏干水量及水质的要求。

**8.2.8** 根据矿区疏干排水的实际情况，宜在初步勘测阶段建立疏干排水的长期监测点，监测内容主要为水量、水位、水质等。

### 8.3 水资源评价

**8.3.1** 利用矿床疏干水的水量评价宜根据各勘测阶段及资料的丰富程度选择水文地质比拟法、大井法、富水系数法、水均衡法、开采试验法、数理统计法、解析法、数值模型法等。水文地质条件简单或富水性较弱时，可采用均衡法、比拟法、开采试验法等。

**8.3.2** 根据矿产勘查设计资料进行供水评价时应对水文地质参数进行优选。在收集已有抽水试验原始数据或补充抽水试验数据且边界条件基本查明的条件下，宜利用已有的数据核实水文地质参数或对水文地质参数进行数值模拟计算，或通过抽水试验进行水文地质参数验证计算。

**8.3.3** 水量的确定可采用矿产量与疏干排水量的关系、消耗电量、水泵额定流量法和实测法确定。利用疏干资料评价可利用疏干排水量时，应分析其计算评价公式对供水的适宜性和可靠性，应根据现场调研或实测资料进行重新核算，提高计算评价的精度。

**8.3.4** 水质评价应在查明地下水的物理性质、化学性质和变化规律的基础上进行；对与开采的含水层有水力联系的其他含水层，以及能影响该层水质的地表水应进行综合评价；宜对疏干水按生活饮用水和生产用水的水质标准进行评价，应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749、《地下水质量标准》GB/T 14848 的规定。

## 8.4 资料编制

**8.4.1** 矿床疏干水勘测资料编制应符合下列要求：

1 原始资料应真实、完整，对搜集资料的可靠性应进行分析判定，并按照拟采用的评价方法进行分类整理。调查数据整理应与补充勘测或专题调查获取资料的内容、结构相兼容，分析所需计算参数的取值的合理性，保证评价结论的一致性；

2 采用数值法进行疏干水量评价时，应给出数值模型、剖分图、参数及拟合精度、拟合曲线等；

3 图表应完整、真实准确、清晰美观；

4 勘测报告应语言精练，结构严谨，条理清晰，论据充分，结论可靠。

**8.4.2** 勘测报告文字部分宜包括下列内容：

1 前言：任务来源及要求、矿区研究程度，勘测所解决的主要问题、勘测工作概述等；

2 自然地理及地质概况：简述勘测区水文气象条件、地层、地质构造等；

3 矿区水文地质条件：含水层的分布、埋藏条件、富水性及其变化规律，各含水层间及其与地表水体的水力联系；地下水的补给、径流、排泄条件及其动态特征；地下水化学类型、水化学特征、污染状况及其变化规律；水文地质分区及其各区的水文地质特征；疏干含水层与相邻含水介质及地表水体的水力联系；

4 可利用疏干排水资源评价：水文地质参数计算依据，公式选用、计算成果和推荐值；水资源评价原则和方法，水文地质条件概化和数值模型建立的依据；结合开采方案提出最小排水量，论证保证程度，并预测其可能发生的变化趋势；水质评价、环境地质问题评价；

5 结论与建议：对勘测成果进行概括，提出结论性意见及对下阶段工作的合理建议和注意事项。

**8.4.3** 主要附图和附表宜包括勘探点平面布置图、综合水文地质图、水质分区图、水文地质剖面图、勘探点一览表、抽水试验综合图表、土工试验成果表、水质分析成果表等。

## 9 降水工程

### 9.1 一般规定

9.1.1 降水工程的工作内容应包括降水勘测、降水设计和降水施工。

9.1.2 降水工程的复杂程度，可根据含水层特征、建筑场地复杂程度，以及降水面积、降水深度、工程环境限制要求、辅助措施按表 9.1.2 确定。

表 9.1.2 降水工程复杂程度分类

条 件		复杂程度		
		简单	中等	复杂
含水层特征	含水层数	单层、与地表水联系微弱	双层、与地表水联系适中	多层、与地表水联系密切
	承压水	无承压水	承压含水层顶板低于开挖深度	承压含水层顶板高于开挖深度
	渗透系数 $K$ (m/d)	$0.1 \leq K \leq 20.0$	$20.0 < K \leq 50.0$	$K < 0.1$ 或 $K > 50.0$
	构造裂隙发育程度	构造简单、裂隙不发育	构造较简单、裂隙较发育	构造复杂、裂隙很发育
	岩溶发育程度	不发育	发育	很发育
建筑场地复杂程度		简单	中等复杂	复杂
降水面积 (m <sup>2</sup> )		<7000	7000—20000	>20000
降水深度 $S_j$ (m)		$S_j$ (m) < 6.0	$6.0 \leq S_j$ (m) $\leq 9.0$	$S_j$ (m) > 9.0
工程环境限制要求		无严格要求	有一定要求	有严格要求
辅助措施		辅助措施简单	辅助措施较复杂	辅助措施复杂

9.1.3 降水勘测应符合下列要求：

1 查明场地地质地貌条件、地下水类型、含水层与隔水层的空间分布、地下水水位动态、水质变化规律、地下水与地表水的关系，以及地下水补给、径流、排泄条件；

2 确定各降水地段主要含水层的渗透系数或导水系数、给水度或弹性释水系数、影响半径等水文地质参数，提出各降水地段的降水方法；

3 分析降水工程对周边已有建筑、地下设施、水土资源等的影响，以及对降水工程的制约作用，并提出保护、保障措施的建议。

9.1.4 降水设计应符合下列要求：

1 建（构）筑物降水工程技术要求应明确，降水工程勘测资料准确。根据技术先进、安全可靠、

经济合理的原则，经多方案对比分析后选择最优降水方案；

2 正确处理降水同建（构）筑物基础施工、水土资源、环境保护、工程环境的关系。重视工程环境问题，防止产生不良环境影响。降水设计要选择最佳的降水方案，将地下水位降低至工程要求的降水深度，并论证工程环境影响，当预测可能对环境产生危害时，应提出相应的防治措施；

3 应包括工程概况、施工要求、技术方法、工程布置、工程数量、施工组织、设备材料、加工计划、降水井与排水设施、施工工序、工程措施与辅助措施、质量检查与安全措施、工程安排、工程环境、工程经济，并附有关图表。

**9.1.5 降水施工应满足下列要求：**

1 降水施工应按降水设计为依据，完成降水方案规定的降、排水设施施工与安装的全过程，经过降水试验合格，则降水施工结束；

2 降水施工时，发现与降水设计不符之处，应及时调整设计或在现场采取辅助措施。

## 9.2 降水勘测

**9.2.1 水文地质调查应符合下列要求：**

1 水文地质调查应在搜集当地水文气象、地质、水文地质、环境地质、工程环境、土建设计等资料，以及充分利用已有岩土工程勘测成果的基础上进行；

2 水文地质调查宜包括地质地貌、人工水点、地表水与降水场地地下水的关系等，以及附近河谷、渠系、湖塘作为施工降水排水场所的可能性调查；

3 环境水文地质和工程环境调查内容，宜包括：

1) 当地建筑的施工降水方法、效果、经验等；

2) 区域及场地周边地下水开采利用情况，以及各类地下水取水建（构）筑物分布状况；

3) 已有建筑地基基础的分布、岩土工程特征及地下水的分布情况。

**9.2.2 勘探孔设计与布置应符合下列要求：**

1 勘探孔平面布置和结构设计应在充分分析利用岩土工程勘测资料基础上进行，抽水试验孔的布置宜结合降水设计和施工综合考虑；

2 勘探线、孔距离及布置形式，宜根据任务要求，充分了解建筑总平面布置，掌握建（构）筑物类型、降水目的、降水复杂程度，结合岩土工程勘探点、线确定，在重要建（构）筑物的降水地段应有勘探线控制；

3 勘探孔平面布置与结构设计应符合下列规定：

1) 勘探孔布置应从地层勘探、抽水试验、降水井、疏干井、水位观测等几方面功能综合考虑，

探降结合，在满足勘探及试验的前提下兼顾未来降水及观测水位使用；

2) 勘探孔应能控制降水范围地层的平面分布和基础及以下主要含水层的埋藏深度；

3) 抽水试验孔的结构和形式应结合试验的目的和含水层的特征设计；

4) 观测孔的布置应由试验目的和水文地质参数计算方法确定。一般性观测孔的布置应能控制场地地下水流场，抽水试验观测孔距离应满足计算要求，充分利用勘探孔兼做观测孔互为观测；

5) 抽水试验孔、观测孔的数量宜根据场地的降水复杂程度按表 9.2.2 确定。在重要建（构）筑物的降水地段应布置有抽水试验孔和观测孔，每条勘探线至少有一个抽水试验孔。

表 9.2.2 抽水试验孔和观测孔数量

复杂程度	抽水孔（个）	观测孔（个）	备注
简单	3~4	6~8	单孔抽水试验观测孔不宜少于 2 个
中等	4~6	8~12	
复杂	>6	>12	

注：对于单独地段的施工降水，其试验孔及观测孔的布置数量可适当减少。

4 勘探孔深度应钻穿主要含水层（组）或含水构造带，但不得穿透下伏隔水底板，孔深不小于降水深度的 2 倍；抽水试验孔管径不宜小于 200mm，沉淀管长度不宜小于 2m；观测孔深度应达到需要观测含水层的层底或降水深度的 2 倍，孔径宜为 50mm~100mm；

5 抽水试验孔和观测孔洗井工作，应在下管、投料完成后及时开展，洗井应以“水清砂净”标准控制，洗井时同步进行观测孔水位观测。

**9.2.3** 降水试验宜包括单孔抽水试验、群孔抽水试验及引渗试验等，应符合下列要求：

1 降水试验水泵置入应位于降水深度下不少于 2m；

2 降水试验宜以单孔抽水试验为主，降水简单地段应不少于 1 个。降水复杂地段可进行群孔抽水试验，必要时可进行模拟降水试验；

3 降水试验时，应采取措施防止抽出的水在抽水影响范围内回渗到含水层中；

4 降水试验前和降水试验过程中，应同步测量附近水井、水点的自然水位和动水位，掌握自然水位的动态变化规律。

**9.2.4** 单孔抽水试验应符合下列要求：

1 抽水试验水位下降次数不宜小于两次；

2 抽水试验稳定时间不宜小于 8h；当抽水不稳定时，其延续时间不应小于 24h；

3 抽水试验过程中应同步测量水位和出水量，停抽后应观测恢复水位；

4 出水量的观测误差应小于 5%，水位降深值的观测允许误差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

**9.2.5** 群孔抽水试验应符合下列要求：

- 1 各抽水试验孔的结构、深度应一致；
- 2 两抽水试验孔中间应有观测孔，可沿抽水孔轴线展布方向或垂直方向布置 1 条~2 条观测线；
- 3 各抽水孔距离不宜太远，当其中一个孔抽水时，影响另一个孔的水位下降值不宜小于 20cm。

**9.2.6** 引渗试验应符合下列规定：

1 宜设置 1 个~2 个引渗试验井在降水影响半径之内。在试验井周围宜设置 2 个~6 个观测孔，深度应至下伏含水层中 3m~5m；

2 引渗时应观测稳定水位、引渗时间、引渗速度、渗入水量，并应分析引渗效果，计算降水地段引渗井数量。

**9.2.7** 水文地质参数计算宜按本标准第 5 章的规定执行，常见岩土层的渗透系数可按附录 D 执行。

### 9.3 降水设计

**9.3.1** 降水设计依据宜包括下列内容：

- 1 项目设计文件、合同文本；
- 2 降水勘测成果、岩土工程勘测资料、降水区域建（构）筑物基础土方开挖设计资料，周边建（构）筑物基础资料；
- 3 降水范围、降水深度、降水时间等任务要求；
- 4 现场进出场道路、电源、水源及外排水去向等施工条件；
- 5 全厂施工组织设计以及安健环要求。

**9.3.2** 降水设计应包括下列内容：

- 1 根据项目设计资料、勘测资料及现场工程条件等综合确定的降水技术方案；
- 2 应进行降水井的平面布置、井孔结构、排水系统和动力系统设计，以及不同施工工况条件下的出水量和水位降深的计算；基坑开挖底板稳定性及降水引起周边地面沉降计算应符合现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 的规定；
- 3 应提出对周边工程环境的监测要求，明确预警值、控制值和控制措施；
- 4 应提出降水运行维护的要求，提出地下水综合利用方案；
- 5 应提出降水施工质量要求，明确质量控制指标；
- 6 应提出降水工程的辅助措施和补救措施，预测可能存在的施工缺陷，制定针对性的修复预案。

**9.3.3** 降水方法宜根据场地地质条件、降水要求、降水工程可能涉及的工程环境保护等因素按表 9.3.3

选用一种或几种方法联合施行。

表 9.3.3 降水技术方法适用条件

降水方法	土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
集水明排	填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土	-	-
真空井点	黏性土、粉质黏土、砂土	0.01~20.0	单级≤6, 多级≤12
喷射井点	粉土、砂土	0.1~20.0	≤20
管井	粉土、砂土、碎石土、岩石	>1	不限
渗井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	由下伏含水层的埋藏和水头条件确定
辐射井	黏性土、粉土、砂土、碎石土	>0.1	4~20
电渗井	黏性土、淤泥、淤泥质黏土	≤0.1	≤6
潜埋井	粉土、砂土、碎石土	>0.1	≤2

**9.3.4** 降水井的布置工作应包括降水井的平面布置、降水井深度控制和观测孔的布置，并应符合下列要求：

- 1 降水井平面布置应根据工程的基坑形状、场地条件及建筑条件确定，并应符合下列规定：
  - 1) 线状、条状基坑宜采用单排或双排降水井，降水井布置在基坑外缘的一侧或两侧；
  - 2) 面状基坑降水井在基坑外缘呈封闭状布置，当面状基坑很小时，考虑单个井降水；对于长宽很大、降水深度不同的面状基坑，可在基坑内增设疏干用降水井，确保基坑中心降深满足设计要求或加快降水速度；
  - 3) 在基坑运土通道出口两侧应增设降水井，其外延长度不少于通道口宽度的一倍；
  - 4) 在地下水补给方向降水井的布置应适当加密，排泄方向可适当减少。
- 2 降水井的深度应根据降水深度、含水层的埋藏分布、地下水类型、降水井的设备条件以及降水期间的地下水位动态等因素确定。管井设计井深根据含水层和隔水层垂向分布确定，均质岩层井深宜为降水深度的 2 倍。对多层含水层，基坑底面以下含水层承压水位较高时，一般不揭穿下部承压含水层。
- 3 在降水施工、降水监测与维护期间监控地下水动态的降水观测孔布置宜符合下列规定：
  - 1) 降水工程勘测孔、降水井及周边民井均可做为降水观测孔，降水观测孔的深度和结构宜与降水井一致；
  - 2) 在降水施工中应布置在基坑（槽）中心、最远边侧、坑（槽）内分水岭，降水状态地下水位最高的地段，特殊降水工程应专门设计；分层降水时应分层布置观测孔；

3) 在有条件的降水施工中可有规律的布置,沿地下水流向和垂直流向,布置1排~2排,每排不小于2个;

4) 在临近地表水体、降水区和临近建(构)筑物之间,应布置一定数量降水观测孔。

### 9.3.5 环境保护及水土资源保护应符合下列要求:

#### 1 环境调查和评价宜包括下列主要内容:

1) 调查周围已有建(构)筑物、地下设施及地基岩土工程特征,场地地下水状况,周边水井或水源地含水层特征和开发利用情况;

2) 评价施工降水可能引发的地基沉降变形、基坑翻砂冒水、边坡失稳等工程环境问题对附近已有建(构)筑物、地下水设施的影响,以及对周边水井或水源地的干扰情况,并提出相关措施建议。

#### 2 对可能出现的环境问题,降水工作环境保护措施设计应考虑以下问题:

1) 降水应结合当地经验,选择恰当的降水方法;

2) 设置回灌水系统,建立沉降观测系统,加强地下水位观测,确定沉降影响范围,保护临近建(构)筑物和地下管线;

3) 基坑(槽)外建立或结合止水护坡做桩、防渗墙、桩墙、连续墙;边坡网护、喷护;保持相临近(构)筑物安全稳定的措施;有紧密相临建构筑物,应采取护坡、隔水措施。

3 对于基坑涌水量大的降水工程,在降水工程施工前,对水土资源的利用和保护计划应符合下列要求:

1) 降水施工成井的水和泥浆,不得任意排放,泥浆坑排水后回填,恢复施工场地;

2) 降水施工期间洗井和初期抽出的地下水,应在现场基本澄清后排放或利用,防止淤塞排水管网,污染工程环境和地下水环境;

3) 降水施工期间抽出的地下水,首先结合工程综合利用。暂时难以利用的,可将其存储在不影响工程环境的地表或地下,以便日后利用,节省水资源;

4) 引渗井降水,上部含水层的水质应符合下部含水层的水质标准,保持水质良好;

5) 滨海地区,注意防止海水入侵,防止淡水资源遭受污染。

## 9.4 降水施工

### 9.4.1 降水施工应包括下列内容:

1 降水施工前应以降水设计为依据,明确降水工程范围,降水技术要求,确定工期期限,编制施工总进度计划;

2 施工现场应落实通水、通电、通路和平整场地,并应满足地表排水管网布置及与市政管网的

连接的要求；

3 对降、排水系统，应按降水设计的数量和质量要求，严格进行连续施工按期完成。完工后均应单独进行调试，合格后方可进行降水检验；

4 当施工过程中遇到降水设计与现场情况不符时，应进行现场调查分析，预测可能出现的问题，并提出修改降水设计方案，设计变更后方可实施。

**9.4.2** 在整个降水项目运行期，应健全降水工程工作制度和运行记录，对各降水井和观测孔的水位、水量和水质进行同步监测，并应符合下列要求：

1 抽水开始前应统一量测自然水位；抽水期间，应每天观测 3 次水位、水量；当水位已达到设计降水深度且趋于稳定时，可每天观测 1 次，在受地表水体补给影响的地区或在雨季时，增加观测频次；

2 水位、水量观测精度要求应与降水勘测的抽水试验相同；

3 监测数据应及时整理，分析水位、水量下降趋势，预测设计降水深度所需时间；出现不正常状况，应分析原因，及时提出调整补充措施，确保达到降水深度；

4 中等和复杂工程，可选择代表性井（孔）在降水监测与维护期的前后各采取一次水样作水质分析。

**9.4.3** 降水运行维护主要包括基坑渗水、抽排水设备、井（孔）管沟等三方面的工作，应符合下列要求：

1 基坑维护应符合下列规定：

1) 在基坑开挖过程中，应随时观测基坑侧壁、基坑底的渗水、涌砂等现象，并应查明原因，及时采取工程措施；

2) 对于引渗井，当水位上升且接近基坑底部时，应及时洗井或做其它处理，使水位恢复到原有深度；

3) 基坑中的基础结构高出降水前静水位高度即告结束；当地下水位较浅，且对工程环境有影响时，可适当延长。

2 降水期间应对抽排水设备和运行状况进行维护检查，每天检查不应少于 2 次，发现问题及时处理。抽排水设备应进行定期保养，降水期间不得随意停抽。在更换水泵时，应测量井深，掌握水泵安装的合理深度，防止埋泵。当发生停电时，应及时更新电源，保持正常降水；

3 注意保护井口，防止杂物掉入井内，经常检查排水管、沟，防止渗漏。冬季降水应采取排水管外包裹保温层、停抽后清理管道积水等防冻措施。

**9.4.4** 降水竣工应符合下列规定：

1 基础施工完成、基坑回填至地下水位以上时，降水作业经建设单位、监理方确认后可停止降水；

2 降水设施拆除后，管井应按规范要求及施工场地用途，采用与该场地回填料相同材料填埋。地下水水头压力可能会对地基基础产生影响的含水层管井，可采用混凝土灌注进行凝固止水。

## 9.5 资料编制

**9.5.1** 降水工程报告文字部分宜包括下列内容：

1 前言：主要包括工程概况、降水任务和目的、降水勘测工作评述等内容。其中降水勘测工作评述中又包括勘测工作量、勘测实施过程、勘测方法和手段、勘测执行标准、参加的人员及分工；

2 水文地质条件：主要包括水文气象特征、地形地貌特征、地质条件和水文地质条件。重点论述与本降水工程有关的地层分布情况和水文地质条件；

3 降水试验及参数计算：包括降水试验的布置，参数计算公式的选择、计算方法、计算结果，及有关水文地质参数等；

4 降水技术方法的选择及工程环境影响：降水技术方法的选择，应提出选择方法的依据、可行性、优越性及辅助、补救措施。对降水可能造成的工程环境影响进行分析评价；

5 结论与建议。

**9.5.2** 降水工程报告附图、附表宜包括下列内容：

1 降水勘测勘探点平面位置图、水文地质图、水文地质剖面图、水文地质井（孔）柱状图、降水井和排水管网布置图、降水井孔结构图；

2 水文地质参数计算表、降水试验成果汇总表、降水设施一览表、水文地质井（孔）数据一览表、工程量统计表、监测水位水量统计表等。

## 10 环境水文地质勘测与评价

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 环境水文地质勘测与评价的工作内容应包括地下水环境识别、地下水环境现状调查、地下水环境现状监测、环境水文地质勘测与试验、地下水环境现状评价、预测和评价建设项目对地下水水质可能造成的直接影响，提出有针对性的地下水污染防控措施与对策，制定地下水环境影响跟踪监测计划和应急预案。

**10.1.2** 环境水文地质勘测与评价工作宜在可行性研究阶段完成，应根据建设项目所在地的水文地质条件及特点，提交满足环境影响评价要求的水文地质技术资料。

**10.1.3** 环境水文地质勘测与评价工作等级划分应符合下列规定：

- 1 评价工作等级应按照地下水环境敏感程度和项目类别综合确定；
- 2 地下水环境敏感程度根据地下水环境敏感特征可划分为敏感、较敏感、不敏感，应按表 10.1.3-1 划分；
- 3 火力发电项目应根据建设项目行业分类和地下水环境敏感程度分级按表 10.1.3-2 的规定划分；
- 4 当同一建设项目涉及两个或两个以上场地时，各场地应分别判定评价工作等级，并按照相应等级开展勘测与评价工作。

表 10.1.3-1 地下水环境敏感程度分级

敏感程度	地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的现用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的现用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 <sup>a</sup>
不敏感	上述地区之外的其它地区

注：“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。

表 10.1.3-2 火力发电项目地下水环境影响评价等级划分

环境敏感程度	地段/项目类别	
	厂区/III类项目	灰场/II类项目
敏感	二级	一级
较敏感	三级	二级
不敏感	三级	三级

**10.1.4** 地下水环境影响评价应对建设项目在建设期、运营期和服务期满后地下水的水质和水位可能造成的直接影响进行分析、预测和评价。

## 10.2 环境水文地质勘测

### I 搜集资料

**10.2.1** 开展环境水文地质勘测工作前，宜搜集下列资料：

- 1 国家和地方有关地下水环境保护的法律、法规、政策、标准、规范等；
- 2 建设项目所在地的地质图、构造图和水文地质图等基础图件；
- 3 调查区内水资源开发利用规划报告、地下水开发利用规划报告；
- 4 调查区内地下水和地表水水位动态观测资料、水质动态监测报告；
- 5 调查区内地下水水源地保护区的规划、设计、批复文件以及水位和水质监测数据；
- 6 调查区内大型工矿设施的地质勘察报告、水文地质报告、地下水监测井水位和水质的长期动态观测资料；
- 7 调查区已有水井、钻孔和农用机井的钻孔柱状图、抽水试验资料、水位和水质资料；
- 8 项目所在地多年平均降水量及蒸发量等水文气象基本要素值；
- 9 建设项目可行性研究报告、总平面布置图等相关设计资料；
- 10 建设项目特征污染因子等资料。

### II 环境水文地质调查

**10.2.2** 环境水文地质调查应符合下列要求：

1 评价等级为一级的建设项目，应详细掌握调查评价区的环境水文地质条件，开展地下水环境现状监测，详细掌握调查评价区的地下水质量现状和动态监测信息，查明场地环境水文地质条件，有针对性的开展现场勘测试验，确定包气带特征及其防污性能；

2 评价等级为二级的建设项目，应基本掌握调查评价区的环境水文地质条件，开展地下水环境现状监测，基本掌握调查评价区的地下水质量现状，根据场地环境水文地质条件，有针对性的补充必要的现场勘测试验；

3 评价等级为三级的建设项目，了解调查评价区和场地环境水文地质条件，基本掌握调查评价区的地下水补给、径流和排泄条件及质量现状；

4 一级评价要求场地的环境水文地质调查精度不应低于 1：10000 比例尺，评价区的调查精度不应低于 1：50000 比例尺；

5 二级评价要求场地的环境水文地质调查精度能够清晰的反映建设项目与环境敏感区、地下水环境保护目标的位置关系，调查精度一般以不低于 1：50000 比例尺为宜。

**10.2.3** 水文地质条件调查，应在充分收集资料的基础上，结合电力建设项目的特点和建设项目区域水文地质条件的复杂程度进行；

**10.2.4** 环境水文地质调查范围可采用公式计算法、查表法和自定义法确定，应包括与建设项目相关的地下水环境保护目标，以能说明地下水环境现状、反映地下水基本流场特征、满足地下水环境影响预测和评价为基本原则。

**10.2.5** 环境水文地质条件调查可采用资料收集、现场踏勘、水文地质勘测与试验等方法。

**10.2.6** 环境水文地质条件调查的应包括下列内容：

- 1 气象、水文、土壤和植被状况；
- 2 地层岩性、地质构造、地貌特征与矿产资源；
- 3 包气带特征、结构、厚度、分布及垂向渗透系数等；
- 4 含水层的岩性组成、厚度、渗透系数和富水程度，隔水层（弱透水层）的岩性组成、厚度、渗透性等；
- 5 地下水类型、地下水补给、径流和排泄条件；
- 6 地下水水位、水质、水量、水温；
- 7 泉的成因类型，出露位置、形成条件及泉水流量、水质、水温、开发利用状况；
- 8 集中供水水源地和水源井的分布情况，包括开采保护目标含水层的水井的密度、水井结构、深度、地层岩性、水位埋深及开采历史等；
- 9 地下水现状监测井的深度、结构、水位埋深、成井历史、使用功能等；
- 10 地下水环境现状值。

**10.2.7** 地下水污染源调查应符合下列要求：

- 1 地下水污染源应包括工业污染源、生活污染源和农业污染源；
- 2 应调查评价区内具有与建设项目产生或排放同种特征因子的地下水污染源；
- 3 应调查废水排放口、渗坑、渗井、污水池、排污渠、污灌区，已被污染的河流、湖泊、水库，固体废物堆放场或填埋场等；

- 4 对于改、扩建项目，应对已建项目场地可能产生污染的区域开展包气带污染调查。

### III 地下水环境现状监测

**10.2.8** 建设项目地下水环境现状监测应通过对地下水水质、水位的监测，掌握或了解评价区地下水水质现状及地下水流场情况。

**10.2.9** 地下水环境现状监测点布设应符合下列规定：

- 1 宜坚持控制性布点和功能性布点相结合的原则；
- 2 监测层位应包括潜水含水层以及可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层；
- 3 监测点的布设应尽可能的靠近建设项目场地或主体工程，监测点数应根据评价等级和水文地质条件确定；

4 地下水水位监测点数宜大于相应评价级别地下水水质监测点数的 2 倍。一级评价项目潜水含水层的水质监测点不应少于 7 个，可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层 3 个~5 个；二级评价项目潜水含水层的水质监测点不应少于 5 个，可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层 2 个~4 个；三级评价项目潜水含水层的水质监测点不应少于 3 个，可能受建设项目影响且具有饮用水开发利用价值的含水层 1 个~2 个；

- 5 水文地质条件复杂的地区，地下水现状监测点的布设可视情况进行调整；

6 包气带厚度超过 100m 的评价区或监测井较难布设的基岩山区，地下水水质监测点可视情况进行调整，监测成果应达到说明场地地下水环境现状的要求。

**10.2.10** 地下水水质现状监测及监测因子选择应符合下列规定：

- 1 地下水水质取样方法应根据污染物在地下水中的迁移特性选取；
- 2 只取一个水质样品时，取样点深度宜位于地下水水位以下 1.0m 左右；
- 3 建设项目为改、扩建的项目，且特征因子为 DNAPLs 时，应至少在含水层底部取一个样品；
- 4 地下水水质现状监测因子应包括基本水质因子和特征因子两类。

**10.2.11** 地下水环境现状监测频率应符合下列规定：

1 评价等级为一级的建设项目，若掌握近 3 年内至少一个连续水文年的枯、平、丰水期地下水水位动态监测资料，评价期内至少进行一次地下水水位监测；

2 评价等级为二级的建设项目，若掌握近 3 年内至少一个连续水文年的枯、丰水期地下水水位动态监测资料，评价期可不再进行现状地下水水位监测；

3 评价等级为三级的建设项目，若掌握近 3 年内至少一期的地下水水位监测资料，评价期内可不再进行现状地下水水位监测；

- 4 对不符合本条 1 款~3 款的规定时，水位监测应符合表 10.2.11 的规定；

5 基本水质因子的监测频率应按表 10.2.11 执行。若掌握近 3 年内至少一期的水质监测数据，基本因子可在评价期内补充开展一期现状监测，特征因子在评价期内应开展不少于一期现状监测；

6 在包气带厚度超过 100m 的评价区或监测井较难布置的基岩山区，若掌握近 3 年内至少一期的监测资料，评价期内可不再进行现状水位、水质监测；若无上述资料，至少开展一次现状水位、水质监测。

表 10.2.11 地下水环境现状监测频率参照表

地貌类型	水位监测频率			水质监测频率		
	一级	二级	三级	一级	二级	三级
山前冲、洪积区	枯平丰	枯丰	一期	枯丰	枯	一期
滨海、填海区	二期*	一期	一期	一期	一期	一期
其他平原区	枯丰	一期	一期	枯	一期	一期
黄土地区	枯平丰	一期	一期	二期	一期	一期
沙漠地区	枯丰	一期	一期	一期	一期	一期
丘陵地区	枯丰	一期	一期	一期	一期	一期
岩溶裂隙区	枯丰	一期	一期	枯丰	一期	一期
岩溶管道区	二期	一期	一期	二期	一期	一期

注：\*“二期”的间隔有明显的水位变化，其变化幅度接近年内变幅。

10.2.12 地下水样品采集及现场测定应符合下列要求：

- 1 地下水样品应采用自动式采样泵、人工活塞封闭式或敞口式定深采样器进行采集；
- 2 样品采集前，应先测量井孔地下水水位埋藏深度，并做好记录，然后采用潜水泵或离心泵对采样井孔进行全井孔清洗，抽汲水量不得小于 3 倍的井筒体积；
- 3 地下水水质样品的管理、分析化验和质量控制应按照现行行业标准《地下水环境监测技术规范》HJ 164 执行，pH、Eh、DO、水温等不稳定项目应在现场测定。

#### IV 环境水文地质勘测与试验

10.2.13 环境水文地质勘测与试验应在充分收集已有相关资料和地下水环境现状调查的基础上，针对需要进一步查明的含水层特征和获取预测评价中必要的水文地质参数开展工作。

10.2.14 除一级评价应进行环境水文地质勘测与试验外，对环境水文地质条件复杂而又缺少资料的地区，二级、三级评价也应在区域水文地质调查的基础上对场地进行必要的水文地质勘测。

10.2.15 环境水文地质勘测可采用钻探、井探、物探、室内水土测试、现场试验等手段，环境水文地质试验可开展抽水试验、注水试验、渗水试验、浸溶试验、土柱淋滤试验等。

## 10.3 环境水文地质评价

### I 地下水环境现状评价

**10.3.1** 地下水环境现状评价应符合下列规定：

- 1 地下水水质现状评价应按照现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 执行，评价区内不同功能的地下水应采用不同类别的水质标准；
- 2 地下水水质现状评价应采用标准指数法进行评价，若标准指数 $>1$ ，可判定该水质因子已超过了规定的水质标准；
- 3 对于超标因子，应结合环境水文地质条件、地下水污染源调查结果等分析超标原因；
- 4 对于一级评价的改、扩建建设项目和污染场地修复工程项目，应根据包气带土壤污染状况调查成果，对包气带土壤污染状况进行评价并分析污染原因。

### II 地下水环境影响预测

**10.3.2** 地下水环境影响预测应包括预测原则、预测范围、预测时段、预测情景设置、预测方法、预测模型概化、预测内容。

**10.3.3** 地下水环境影响预测原则应符合下列要求：

- 1 遵循保护优先、预防为主的原则。考虑到地下水环境污染的复杂性、隐蔽性和难恢复性，预测应为各评价方案环境安全和环境保护措施的合理性提供依据；
- 2 预测的范围、时段、内容和方法应根据评价工作等级、工程特征与环境特征，结合当地环境功能和环保要求确定，应预测建设项目对地下水水质产生的直接影响，重点预测对地下水环境保护目标的影响；
- 3 在结合地下水污染防控措施的基础上，对工程设计方案或可行性研究报告推荐的选址方案可能引起的地下水环境影响进行预测。

**10.3.4** 地下水环境影响预测范围应符合下列要求：

- 1 地下水环境影响预测范围宜与调查评价范围一致；
- 2 预测含水层应以潜水或污染物直接进入的含水层为主，兼顾与其水力联系密切且具有饮用水开发利用价值的含水层；
- 3 当建设项目场地天然包气带垂向渗透系数小于  $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$  或厚度超过 100m 时，预测范围应扩展至包气带。

**10.3.5** 地下水环境影响预测时段应选取可能产生地下水污染的关键时段，应包括污染发生后的 100d、1000d、服务年限或能反映特征因子迁移规律的其他重要时间节点。

**10.3.6** 地下水环境影响预测情景设置应符合下列要求：

- 1 建设项目应对正常状况和非正常状况下的情景分别进行分析或预测；
- 2 正常状况下，应结合电力项目工程分析和防渗措施，对地下水的影响作出定性分析；
- 3 非正常状况下，应对地下水环境影响进行预测。预测源强结合工程分析，根据工艺设备或者地下水保护措施的老化或腐蚀程度等综合设定；
- 4 预测因子应为工程分析识别出的特征因子，并应对每一类别中的各项因子采用标准指数法进行排序，分别取标准指数最大的因子作为预测因子；
- 5 预测因子还应包括现有工程已经产生的特征因子、改建或扩建后新增加的特征因子、污染场地已查明的主要污染物、国家或地方要求控制的污染物等。

**10.3.7** 地下水环境影响预测方法选择应符合下列要求：

- 1 建设项目地下水环境影响预测方法的选取应根据建设项目工程特点、水文地质条件及资料掌握程度确定，并应符合下列规定：
  - 1) 一级评价应采用数值法，不宜概化为等效多孔介质的地区除外；
  - 2) 二级评价水文地质条件复杂且适宜采用数值法时，建议优先采用数值法；
  - 3) 三级评价可采用解析法或类比分析法。
- 2 采用数值法预测前，应进行参数识别和模型验证。
- 3 采用解析法预测污染物在含水层中的扩散时，应满足下列条件：
  - 1) 污染物的排放对地下水水流场没有明显的影响；
  - 2) 评价区内含水层的基本参数不变或变化很小。
- 4 采用类比分析法时，应给出类比条件，类比分析对象与拟预测对象的环境水文地质条件及水动力场条件相似，工程类型、规模及特征因子对地下水环境的影响相似。

**10.3.8** 地下水环境影响预测模型概化应符合下列要求：

- 1 应根据评价区和场地环境水文地质条件，对边界性质、介质特征、水流特征、地下水补径排条件进行概化；
- 2 污染源概化应包括排放形式与排放规律的概化；
- 3 预测所需的包气带垂向渗透系数、含水层渗透系数、给水度等参数初始值的获取应以收集评价范围内已有水文地质资料为主，不满足预测要求时应通过现场试验获取。水文地质参数的完善程度应能保证预测结果的相对客观性。

**10.3.9** 地下水环境影响预测内容应符合下列要求：

- 1 应预测特征因子不同时段的影响范围、程度、最大迁移距离；

- 2 应反映预测期内场地边界或地下水环境保护目标处特征因子随时间的变化规律；
- 3 当建设项目场地天然包气带垂向渗透系数小于  $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$  或厚度超过 100m 时，需考虑包气带的阻滞作用，应预测特征因子在包气带中的迁移情况；
- 4 污染场地修复治理工程应给出污染物变化趋势或污染控制范围。

### III 地下水环境影响评价

**10.3.10** 地下水环境影响评价应包括评价原则、评价范围、评价方法和结论、地下水环境保护措施与对策。

**10.3.11** 地下水环境影响评价原则应符合下列要求：

- 1 应以地下水环境现状调查和地下水环境影响预测结果为依据，对建设项目各实施阶段不同环节及不同污染防治措施下的地下水环境影响进行评价；
- 2 地下水环境影响评价采用的预测值未包括环境质量现状值时，应叠加环境质量现状值后再进行评价；
- 3 应评价建设项目对地下水水质的直接影响，重点评价建设项目对地下水环境保护目标的影响。

**10.3.12** 地下水环境影响评价范围宜与调查评价范围一致。

**10.3.13** 地下水环境影响评价方法和结论应符合下列要求：

- 1 地下水水质评价应采用标准指数法。
- 2 以下情况应得出可满足标准要求的结论：
  - 1) 在建设项目不同阶段，除厂界内小范围以外地区，均能满足相应水质标准要求；
  - 2) 在建设项目实施阶段，个别评价因子出现较大范围超标，在采取环保措施后，可满足相应水质标准要求。
- 3 以下情况应得出不能满足标准要求的结论：
  - 1) 新建项目排放的主要污染物、改建或扩建项目已经排放的或将要排放的主要污染物在评价范围内地下水中已超标的；
  - 2) 环保措施在技术上或经济上不可行的。

**10.3.14** 地下水环境保护措施和对策应符合下列要求：

- 1 地下水环境保护措施与对策按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”和“突出饮用水安全”的原则确定；
- 2 提出各类废物循环利用的具体方案，减少污染物的排放量，提出工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物应采取的污染控制措施，将污染物跑、冒、滴、漏降到最低限度；
- 3 结合地下水环境影响评价结果，对工程设计或可行性研究报告提出的地下水污染防治方案提

出优化调整的建议，提出不同分区的具体防渗技术要求；

4 根据非正常状况下的预测评价结果，在建设项目服务年限内个别评价因子超标范围超出厂界时，提出优化总平面布置图的建议或者结合防渗措施综合考虑地基处理方案；

5 建立场地区域地下水环境监测管理体系，包括制定地下水环境影响跟踪监测计划、建立地下水环境影响跟踪监测制度、配备监测仪器和设备，以便及时发现问题并采取相应措施；

6 制定地下水风险事故应急响应预案，明确风险事故状态下应采取的封闭、截流等措施，提出防止受污染的地下水扩散和对受污染的地下水进行治理的方案建议；

7 改、扩建项目应针对现有的地下水水质污染问题，提出“以新带老”的对策和措施；

8 制定地下水环境跟踪监测与信息公开计划，明确跟踪监测报告编制的责任主体；

9 给出各项地下水环境保护措施与对策的实施效果。

#### 10.4 资料编制

10.4.1 环境水文地质勘测与评价成果应包括文字报告、插图、附表，重要的支持性资料可作为附件。

10.4.2 编制成果资料时，应对所依据的原始资料及相关利用资料进行整理、检查、分析、鉴定，确定无误后方可使用。

10.4.3 环境水文地质勘测与评价报告宜包括下列内容：

1 绪论：包括编制依据、工作程序、执行的技术标准、工作等级、工作范围与保护目标、工作内容及工作量等；

2 项目概况及工程分析：包括项目地理位置及总图布置情况，煤源、水源、废水及环保措施、固体废物及环保措施、地下水污染途径及环保措施、地下水环境影响识别等；

3 区域环境地质条件：包括区域地形地貌、水文气象条件、区域地质及水文地质条件等；

4 调查评价区环境水文地质特征；

5 场地环境水文地质特征；

6 地下水环境调查与评价：包括现状污染源调查、地下水环境现状监测、评价区地下水水质现状评价、粉煤灰浸出试验成果及评价、包气带环境现状调查及评价等；

7 地下水环境影响预测及评价：包括厂址和灰场区的地下水环境影响分析、水流运动及污染迁移模型建立、污染情境下的预测及评价等；

8 地下水环境保护措施及环境管理：包括污染控制措施、跟踪监测计划及应急响应预案等。

9 结论与建议。

## 附录 A 水质分类标准

### A.0.1 按 pH 值进行水质分类标准

强酸性水	pH 值 < 4.0
酸性水	$4.0 \leq \text{pH 值} < 5.0$
弱酸性水	$5.0 \leq \text{pH 值} < 6.0$
中性水	$6.0 \leq \text{pH 值} < 7.5$
弱碱性水	$7.5 \leq \text{pH 值} < 9.0$
碱性水	$9.0 \leq \text{pH 值} < 10.0$
强碱性水	pH 值 $\geq 10.0$

### A.0.2 按矿化度进行水质分类标准

淡水	矿化度 < 1g/L
低矿化度水（微咸水）	$1\text{g/L} \leq \text{矿化度} < 3\text{g/L}$
中矿化度水（咸水）	$3\text{g/L} \leq \text{矿化度} < 10\text{g/L}$
高矿化度水（盐水）	$10\text{g/L} \leq \text{矿化度} < 50\text{g/L}$
卤水	矿化度 $\geq 50\text{g/L}$

### A.0.3 按总硬度进行水质分类标准

极软水	总硬度 < 1.5me/L
软 水	$1.5\text{me/L} \leq \text{总硬度} < 3.0\text{me/L}$
微硬水	$3.0\text{me/L} \leq \text{总硬度} < 6.0\text{me/L}$
硬 水	$6.0\text{me/L} \leq \text{总硬度} < 9.0\text{me/L}$
极硬水	总硬度 $\geq 9.0\text{me/L}$

### A.0.4 按透明度进行分类标准

透明的水	无悬浮物及胶体，60cm 水深可见 3mm 粗线
微浑的水	有少量悬浮物，大于 30cm 水深可见 3mm 粗线
浑浊的水	有较多的悬浮物，半透明状，小于 30cm 水深可见 3mm 粗线
极浊的水	有大量悬浮物或胶体，似乳状，水很浅也不能清楚看见 3mm 粗线

## 附录 B 生活饮用水卫生标准

表 B 生活饮用水卫生标准

	项 目	标 准
微生物指标	总大肠菌群/(MPN/100 mL 或 CFU/100 mL)	不应检出
	大肠埃希氏菌/(MPN/100 mL 或 CFU/100 mL)	不应检出
	菌落总数/(MPN/mL 或 CFU/mL)	100
毒理指标	砷/(mg/L)	0.01
	镉/(mg/L)	0.005
	铬(六价)/(mg/L)	0.05
	铅/(mg/L)	0.01
	汞/(mg/L)	0.001
	氰化物/(mg/L)	0.05
	氟化物/(mg/L)	1.0
	硝酸盐(以 N 计)/(mg/L)	10
	三氯甲烷/(mg/L)	0.06
	一氯二溴甲烷/(mg/L)	0.1
	二氯一溴甲烷/(mg/L)	0.06
	三溴甲烷/(mg/L)	0.1
	三卤甲烷(三氯甲烷、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷的总和)	该类化合物中各种化合物的实测浓度与其各自限值的比值之和不超过 1
	二氯乙酸/(mg/L)	0.05
	三氯乙酸/(mg/L)	0.1
	溴酸盐/(mg/L)	0.01
	亚氯酸盐/(mg/L)	0.7
氯酸盐/(mg/L)	0.7	
感官性状和一般化学指标	色度(铂钴色度单位)/度	15
	浑浊度(散射浑浊度单位)/NTU	1
	臭和味	无异臭、异味
	肉眼可见物	无
	pH	不小于 6.5 且不大于 8.5
	铝/(mg/L)	0.2
	铁/(mg/L)	0.3
	锰/(mg/L)	0.1
	铜/(mg/L)	1.0
	锌/(mg/L)	1.0
	氯化物/(mg/L)	250
	硫酸盐/(mg/L)	250
	溶解性总固体/(mg/L)	1000
	总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)/(mg/L)	450
高锰酸盐指数(以 O <sub>2</sub> 计)/(mg/L)	3	
氨(以 N 计)/(mg/L)	0.5	

放射性指标	总 α 放射性/ (Bq/L)	0.5 (指导值)
	总 β 放射性/ (Bq/L)	1 (指导值)

注：1 MPN 表示最可能数；CFU 表示菌落形成单位。当水样检出总大肠菌群时，应进一步检验大肠埃希氏菌；当水样未检出总大肠菌群时，不必检验大肠埃希氏菌。

2 小型集中式供水和分散式供水因水源与净水技术受限时，菌落总数指标限值按 500 MPN/mL 或 500 CFU/mL 执行，氟化物指标限值按 1.2 mg/L 执行，硝酸盐(以 N 计)指标限值按 20 mg/L 执行，浑浊度指标限值按 3 NTU 执行。

3 当发生影响水质的突发公共事件时，经风险评估，感官性状和一般化学指标可暂时适当放宽。

4 放射性指标超过指导值(总 β 放射性扣除 <sup>40</sup>K 后仍然大于 1Bq/L)，应进行核素分析和评价，判定能否饮用。

## 附录 C 土的分类

表 C 土的分类

类别	名 称	说 明
碎石土类	漂 石	圆形及亚圆形为主，粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	块 石	棱角形为主。粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	卵 石	圆形及亚圆形为主，粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	碎 石	棱角形为主，粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	圆 砾	圆形及亚圆形为主。粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	角 砾	棱角形为主，粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
砂土类	砾 砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量的 25%~50%
	粗 砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	中 砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	细 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量的 85%
	粉 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量不超过占总质量的 50%~85%
黏性土类	粉 土	塑性指数： $I_p \leq 10$ ，且为粒径大于 0.075mm 的颗粒质量少于总质量的 50%
	粉质黏土	塑性指数： $10 < I_p \leq 17$
	黏 土	塑性指数： $I_p > 17$

- 注：1 土的名称应根据粒径分组由大到小以最先符合者确定。  
 2 野外临时确定土的名称时，可采用一般常用的经验方法。

## 附录 D 常见岩土层的渗透系数

表 D 松散土石渗透系数经验值

岩性	渗透系数 (m/d)	岩性	渗透系数 (m/d)
砂卵石	80~300	粉细砂	5~8
砂砾石	45~50	粉砂	2~3
粗砂	20~30	砂质粉土	0.2~1
中粗砂	18~25	砂质粉土-粉质黏土	0.1
中砂	15~20	粉质黏土	0.02
中细砂	12~17	黏土	0.001
细砂	6~8		

- 注： 1 对于新近沉积的地层，其渗透系数取值宜取大值；
- 2 对于含有姜石、虫孔的粉质黏土，其渗透系数取值可参照粉砂的渗透系数；
- 3 对于杂填土，其渗透系数取值可参照细砂的渗透系数。

## 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：

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：为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《供水水文地质勘察标准》GB 50027
- 《河流流量测验规范》GB 50179
- 《管井技术规范》GB 50296
- 《地下水质量标准》GB/T 14848
- 《地表水环境质量标准》GB 3838
- 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 《电力工程水文技术规程》DL/T 5084
- 《电力工程钻探技术规程》DL/T 5096
- 《电力工程物探技术规程》DL/T 5159
- 《工业固体废物采样制样技术规范》HJ/T 20
- 《场地环境调查技术导则》HJ 25.1
- 《地下水环境监测技术规范》HJ 164
- 《水质 采样样品的保存和管理技术规定》HJ 493
- 《水质 采样技术指导》HJ 494
- 《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》HJ 557
- 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111

中华人民共和国电力行业标准

电力工程水文地质勘测技术规程

**DL/T 5034—202\***

条文说明

## 修 订 说 明

《电力工程水文地质勘测技术规程》DL/T 5034-202<sup>\*</sup>，经国家能源局 202<sup>\*</sup>年<sup>\*\*</sup>月<sup>\*\*</sup>日以第<sup>\*\*</sup>号公告批准发布。

本标准是在《电力工程水文地质勘测技术规程》DL/T5034—2006 的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国电力工程顾问集团西北电力设计院，参编单位是中国电力工程顾问集团东北电力设计院、国电华北电力设计院有限公司、山西省电力勘测设计院、河北省电力勘测设计研究院、河南省电力勘测设计院。主要起草人员是刘厚健、田庆军、马领康、王卫国、牛志强、申红霞、刘三仓、刘汉营、刘伦全、刘珍岩、胡长权、赵书明、赵锦明、袁立江、宿奎聚。

本次修订的主要原则：

1. 严格限定在水文地质勘测领域，保障职业环境、工程质量、生态环境的安全，保证公众权益和公共利益不受侵犯，以及促进资源节约利用；

2. 贯彻国家法律、法规及有关的方针和政策，与现行的国家标准和行业标准相协调，保证标准内容的合规性和协调性；

3. 充分吸收、总结十几年来国内外水文地质研究成果和工程经验，尤其是国内变电站和换流站水文地质勘测、火力发电厂地下水环境影响勘测与评价、降水工程等方面的勘测成果和经验教训，紧密围绕电力工程需求，充分体现电力工程水文地质勘测的技术特点，积极稳妥地采用新技术和新方法，提出合理、先进的勘测技术与方法；

4. 覆盖工程项目水文地质相关的勘测设计阶段；

5. 综合考虑发电工程、变电工程、环境水文地质勘测的共性和个性，共性要求、原则集中反映；

6. 标准内容做到引导性、前瞻性、要点性与操作性的统一，切实能起到标准的作用。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国电力工程建设水文地质勘测的实践经验，并开展了“变电站与换流站水文地质勘测”、“矿井疏干水勘测”、“降水工程”、“地下水环境影响勘测及评价”专题调研。为了广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要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	85
2	术语和符号	86
2.1	术语	86
3	基本规定	87
4	勘测方法	89
4.1	水文地质测绘	89
4.2	水文勘测	89
4.3	水文地质物探	91
4.4	水文地质钻探	91
4.5	水文地质试验	93
4.6	地下水动态观测	96
5	水文地质参数计算	98
5.1	一般规定	98
5.2	渗透系数和导水系数	98
5.3	给水度和释水系数	99
5.4	影响半径	100
5.5	降水入渗系数	100
6	发电工程供水水文地质勘测	101
6.1	一般规定	101
6.2	工作内容及要求	101
6.3	地下水资源评价	101
6.4	水资源保护与水环境影响评价	105
6.5	资料编制	106
7	变电工程供水水文地质勘测	108
7.1	一般规定	108
7.2	工作内容及要求	109
7.3	水资源评价及保护	110
7.4	资料编制	110
8	矿床疏干水勘测	111
8.1	一般规定	111
8.2	工作内容及要求	111
8.3	水资源评价	112
8.4	资料编制	113
9	降水工程	114
9.1	一般规定	114
9.2	降水勘测	115
9.3	降水设计	116
9.4	降水施工	117
9.5	资料编制	118

10	环境水文地质勘测与评价 .....	119
10.1	一般规定 .....	119
10.2	环境水文地质勘测 .....	120
10.3	环境水文地质评价 .....	121
10.4	资料编制 .....	123

# 1 总则

**1.0.1** 过量开采地下水会出现诸如水量减少、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。在工程建设的基坑降水工程中，因未进行针对性的基坑降水水文地质勘测或勘测资料不准确，导致因基坑降水诱发周边地面沉降、建（构）筑物变形过大等环境地质问题。本条对生态环境的保护进行了强调。电力工程利用水资源，必须遵循合理开发、节约使用、有效保护的原则，与江河流域或区域的综合规划及水资源保护规划相协调，遵守经批准的水量分配方案或协议。环境水文地质勘测与评价需符合节约投资与有效保护的原则，不影响周边的水环境和生态环境。施工降水工程应根据场地条件和总体建设计划，综合考虑设计、施工、运行等环节的要求，因地制宜、科学实施。

**1.0.2** 本标准适用于发电工程和输变电工程供水水文地质勘测、降水工程及环境水文地质勘测与评价工作，其中发电工程指火力发电厂、太阳能热发电等新能源，不包括水电、核电工程。进入 21 世纪以来，随着社会经济技术和电力工程建设项目的快速发展，电力行业水文地质勘测工作内容及范围有了较大的变化。国家对地下水的开采有着严格的限制，火力发电厂供水水文地质勘测工作发生了根本性的变化，本次修订根据国内外火力发电厂供水水文地质勘测的实际情况进行了调整，针对太阳能热等新能源工程对地下水勘测工作的要求，编写了相应的规定和条文。随着特高压、超高压电网项目的建设，需对换流站进行专门的水文地质勘测，其他变电工程对地下水需求和工作深度也发生了变化，进行了调研、总结和技术内容的调整。环保方面对地下水的保护越来越严格和重视，《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）进行了相应的规定，新建电厂、灰场及老电厂、灰场均需要进行专门的环境水文地质勘测及评价，本标准专门单列一章进行了规定。根据降水工程开展的实际情况，已包括了勘测、设计和施工的全过程，结合新方法、新技术的发展，本标准单列一章进行了完善和补充。本次修订删除了“7.2 利用再生水的勘测与评价”，主要原因是水文地质专业尚未开展该项工作，主要是水文专业来完成，《电力工程水文技术规程》（DL/T 5084-2012）中有相应的“3.10 城市再生水”一节，本标准不再进行重复规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

### 3 基本规定

**3.0.1** 供水水文地质勘测工作是通过水文地质测绘、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、地下水集水构筑物形式和布局的建议，为供水设计提供依据。降水工程对水文地质参数精度要求高，为降低因基坑排水措施不当而引发的安全与环境工程问题，基坑降排水工程的水文地质勘测工作需要重视和加强。依据《中华人民共和国水污染防治法》第六十七条对建设工程项目中饮用水水源提出了保护要求，在《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中规定I类、II类、III类建设项目需进行地下水环境影响评价。对火力发电工程，应对场地地下水环境可能造成的直接影响进行评价，避免因工程建设对周边地下水环境造成影响或威胁公众生活用水安全。

**3.0.2** 以大、中型火电厂供水为目的进行供水水文地质勘测时，需编制“勘测技术方案”，提交电力工程设计、咨询单位进行评审；勘测工作完成后，提交的水资源评价报告也需要水资源管理部门进行评审。环境水文地质勘测工作在前期准备中需编制技术方案，完成的技术报告需要环保主管部门进行评审。根据住房和城乡建设部37号令关于《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》和《电力建设工程施工安全监督管理办法》的要求，降水工程属于危大工程，应按照设计要求，结合场地周边作业环境条件，制定专项施工方案，并组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证后进行。

**3.0.3** 电力工程水文地质勘测技术负责人应在全面了解工程的特点和设计意图、场地宏观地质背景和特点、工作环境条件的基础上，编制针对性强、目的明确、内容全面、可供执行的勘测技术方案，从而指导勘测工作，也是检查所完成工作的主要依据。编制勘测技术方案前，需要搜集已有资料 and 进行现场踏勘调查，做到有的放矢，避免盲目性。勘测技术方案也是勘测单位与建设单位签订合同的依据。

**3.0.4** 水文地质勘测主要有水文地质测绘、水文地质物探、水文地质钻探、水文地质试验等方法。选用时应注重针对性和有效性，既要针对场地水文地质条件，又要针对供水勘测、降水工程或环境水文地质勘测与评价等工作内容，以有效的勘测方法，取得可靠的成果。当水文地质条件复杂时，尚需采用几种不同方法综合进行勘探和测试。

**3.0.5** 条文采用常用的分类方法，对地下水类型进行了划分。特殊类型的地下水，如多年冻土区的地下水等可按其埋藏条件和分布状态另行划分。包气带水存在于包气带中，可分为非重力水和重力水两种。非重力水主要指结合水和毛细水，这种水不能被人们取用。包气带中往往有不透水或弱透水的黏性土“透镜体”，其上截留有从地表涌入的重力水，是一种临时性的地下水，通常称之为上层滞水，对工程基坑开挖有不利影响。

**3.0.6、3.0.7** 按《供水水文地质勘察标准》GB 50027的划分原则，将水文地质条件的复杂程度划分为简单、中等、复杂三类，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。按需水量大小将拟建水源地规模划分为五级。

**3.0.8** 现场试验主要包括钻孔压水试验、钻孔抽水试验、钻孔注水试验、试坑注水试验、渗透变形试验等；室内试验主要包括渗透试验和渗透变形试验等。本条强调应以现场试验为主，主要是因为地下水渗流问题比较复杂，室内试验样品规格较小，代表性差，且取样运输、样品制备中易受扰动，其试验结果一般与实际情况误差较大。现场试验则可相对准确地反映一定范围内的岩、土体渗透特性。

## 4 勘测方法

### 4.1 水文地质测绘

**4.1.1** 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。

**4.1.2** 水文地质测绘可根据工程建设规模和水文地质复杂程度选择是否单独进行，针对工程建设规模小，水文地质条件简单的变电站场地，可只进行水文地质调查。

**4.1.8** 利用遥感影像资料判译和填图是水文地质测绘工作的重要手段，它包括卫星图像、航空照片及热红外图像，各行业均有比较成熟的经验，除满足现行的《供水水文地质勘察标准》GB 50027 的要求外，可参考相关专业标准选择性应用。

**4.1.11** 本条主要内容除按照现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB 50027 的要求，规定了水质简易分析和水质专门分析要求外，增加了火力发电厂锅炉用水水质调查的相关内容。对水质如有其他特殊要求时，应根据设计任务书的要求进行调查。

**4.1.12~4.1.16** 随着国家对火力发电厂采用地下水作为供水水源的限制，原来傍河型、隐伏岩溶型、岩溶泉域系统水源地作为电厂水源地也逐渐退出历史舞台。本次修订按照现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB 50027 的要求，对一些常见的富水地区的水文地质测绘与调查进行了规定，其调查内容、调查范围和工作精度，应根据接受任务的技术要求和勘测区的水文地质条件来确定。

### 4.2 水文勘测

**4.2.1** 水文气象在电力勘测系统，是一独立专业。它不仅为水文地质专业提供必要资料，而且为电厂设计提供有关水文气象资料。本标准所指的水文勘测，是针对与供水水文地质勘测有关的水文勘测而言。

水文勘测是供水水文地质勘测中不可缺少的勘测手段和方法，它为地下水资源评价提供重要的基础资料。自二十世纪 60 年代以来，电力勘测系统在火电厂供水水文地质勘测工程中，根据三水转化原

理，成功地采用水文勘测手段和水文分析方法，完成了供水水文地质勘测和地下水资源评价任务。

**4.2.2** 根据水文、水文地质条件和勘测阶段、工程待点和需要，及时合理地布置水文勘测工作。

**4.2.3** 水文勘测在供水水文地质勘测中，不同类型的水文地质单元应提供不同的水文气象资料。本条文所列的资料内容包括了不同类型的水文地质单元所需的资料，根据评价区类型、水文和水文地质条件、勘测阶段、评价区范围及评价方法，合理选择资料内容。

这里需要说明的是：

(1) 各种频率一般包括 50%、75%、90%、95%、97%等；

(2) 典型年包括丰、平、枯三个典型年或根据水文地质专业对设计枯水年组频率的要求而确定的典型年；

(3) 连续枯水年组是指历史上实际发生的、最不利的枯水年系列；

(4) 设计枯水年组是根据实际发生的连续枯水年组，进行某些频率组合而成的枯水年系列；

(5) 历年降水、蒸发、径流及其流量资料是指历年逐月资料；

(6) 泉或泉群不同时段平均流量一般指年、枯季三个月或六个月、月和旬的平均流量；

(7) 对于无工程调节的天然河道，应对瞬时最小流量或日平均最小流量进行频率分析。

必须指出，火电厂水源地地下水资源评价中，常采用三种不同的计算时段进行评价；一是采用多年平均值进行评价；二是采用频率为  $P=97\%$  的年、季、月平均值进行评价；三是采用历史上出现的最不利的连续枯水年组或设计枯水年组进行评价。根据勘测区水文和水文地质条件、含水体的调蓄能力和需水量大小合理选择计算时段。

**4.2.4** “全排型”是二十世纪 90 年代提出的概念，其含义是地下水径流全部溢出地表排泄。但是由于地质、水文地质条件的复杂性，真正全部溢出地表是不存在的，只能是绝大部分溢出地表排泄，这是定性概念，目前尚无定量标准。

**4.2.5** 观测站按其观测内容和任务要求，可分为水文观测站、水文气象观测站、水文与水文地质观测站三种类型，根据勘测区水文、水文地质条件，选择观测站类型。

建立观测站需考虑利用上、下游已有站的观测资料，并结合工程建设形势确定建站时间和观测站的性质。

对“全排型”水源地和需水量接近地下水允许开采量的水源地，需特别重视建站观测工作，它不仅为电厂水源地较直接地提供地下水资源评价资料，同时也为研究地下水资源评价提供依据或积累资料。

**4.2.7** 在供水水文地质勘测过程中的水文勘测报告，宜作为《供水水文地质勘测报告》的附件。但在需要独立进行水资源评价时，也可单独提交报告。

### 4.3 水文地质物探

**4.3.1** 物探方法越来越多，但在解决水文地质问题时，有成功的经验，也有不理想的实例，在这样的情况下，应使用多种方法（至少是两种）互相对照，以获取正确的结论。

**4.3.5** 由于物探解释具有多解性，因此，在勘测区内，宜有适量的钻探资料进行对比验证的内容。为便于进行物探资料解释和与勘探资料对比分析，部分物探测线要与水文地质勘探线重合。

### 4.4 水文地质钻探

**4.4.2** 钻孔的布置，既要满足查明勘探区地质、水文地质条件和取得有关水文地质参数的要求，同时要满足地下水资源评价的需要。由于数值法已经广泛用于电力工程地下水资源评价，因此，当采用数值法评价地下水的资源时，应侧重对水资源计算区边界的勘测并满足计算区水文地质参数分区的要求。避免以往采用传统的解析方法评价地下水资源，钻孔主要布置在水源地，而对边界（或补给区）地段考虑较少。

**4.4.3** 松散层地区的火电厂水源地，大部分位于山间河谷，冲洪积平原、冲洪积扇和滨海沉积区；变电工程常常是站内取水，因此其水源地多随站址而定，且其用水量较小，较少考虑水源地的富水性。因站址所处的地貌单元更为广泛，本次修编增加了黄土、沙漠、多年冻土区这三类地区的布置原则。从大量的工程实例可知，一般初步勘测垂直地下水流向、地表水体或地貌单元布置勘探线，确定富水地段；详勘勘测在富水地段再加密勘探线、孔或根据岸边取水方案平行岸边线布置勘探线。

**4.4.4~4.4.6** 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钻孔，从目前了解到的资料来看，仍然缺乏研究和总结。本标准所规定的钻孔孔位的选择，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，基岩地区的钻孔布置方案，仍有待今后继续调研并加以补充。

**4.4.7** 钻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。条文中的“有供水意义”，应理解为是针对任务的“需水量”而言的。

**4.4.10** 本条是对止水的规定与要求，主要是针对钻孔而言的。同样，作为长期观测孔，为保证观测资料的正确，也应分层止水。抽水孔可进行临时性止水；探采井和长期观测孔应进行永久性止水。临时性止水，通常采用止水器，托盘、管靴止水以及采用海带、黄豆、桐油石灰、黏土等材料止水；电厂水源勘测中，常用的是永久性止水，一般用黏土球围填或水泥灌浆等管外止水方法。

**4.4.11、4.4.12** 考虑有些工程抽水孔直接成为生产井的实际情况，过滤器考虑按生产井的要求进行设

置。岩溶地区的探采井，在其泵体以上应设置骨架过滤器，或根据岩性破碎情况，在安泵段下过滤器或护壁管。这是由于生产井长期连续运行，井壁条件会发生变化，抽水设备要经常提出检修，上、下泵管和泵体难免会撞击井壁，不稳定因素就会增加，井壁掉块随时都有可能发生。因此，规定在泵体以上和泵体基岩段设置过滤器或井壁管是必要的。

在松散层地区，抽水孔一般采用填砾过滤器，其观测孔和长期观测孔采用包网过滤器。填砾过滤器一般采用钢管和铸铁管制作的缠丝过滤器与井壁之间加填符合要求的砾料；包网过滤器用钢管或塑料管穿孔，外包尼龙沙网。贴砾过滤器或瓦式过滤器在细颗粒含水层和深孔中采用效果更明显，但其成本较高，自流水钻孔因换浆困难不建议采用。

**4.4.13** 根据电力系统多年来，在岩溶地区勘测时，用孔径小于 200mm 钻孔所作的抽水试验资料，进行水位降深与出水量推断，与生产井实际出水量相差很大的事实决定的。也就是说，其抽水试验资料无法准确确定含水层的富水程度。另外，在岩溶地区一般采用较大口径的钻孔进行抽水试验，取得了满意的效果。在松散层地区，电力系统多采用抽水试验孔与生产井相同过滤器骨架管直径的实际情况，这样做的结果证明所求参数精度高，出水量更接近实际。

**4.4.14** 对于厚含水层中过滤器的长度，当水位下降值较小或渗透性能较好的情况下，可采用 20m~30m；当水位下降值较大或渗透性能较弱的情况下，可采用 30 m 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，也可采用其他数值。

**4.4.19** 一般钻孔的孔斜度在孔深 100m 深度内不大于  $1.5^\circ$ ，是基于能正确判定地层或岩溶裂隙的深度及位置而制定的。对于探采井，一般都要运行几十年，其提水设备以各种型号的深井泵为多，井斜大时泵管容易与管壁接触，运行中不但泵磨损较大，且常有折断和脱落现象发生。因此，规定探采井在 100m 以内，井斜度不大于  $1^\circ$ 。

多年来的实践证明，化学洗井方法效果比较好，缺点是成本较高。因此，当采用机械方法洗井达不到预期效果时，可视井孔及地层情况，采用化学洗井或化学机械联合洗井的方法。如在一般基岩裂隙水和松散层中，可采用液态二氧化碳洗井；钻进中形成较厚泥皮或含水层黏性土含量较高的钻孔，可采用焦磷酸钠和空气压缩机联合洗井；在岩溶地区，裂隙和溶洞被充填的井孔，可采用液态二氧化碳配合盐酸洗井。

**4.4.20** 基岩地区采用清水钻进，可以钻取较完整的岩芯，有利于识别地层，但钻进速度慢。在基岩地区采用无芯钻进，可大大提高钻进速度，尤其在岩溶地区施工生产井，更显其优越性，但是只能从碎片中识别地层。因此，只有当勘测区的地层已查明时，才可采用无芯钻进。

**4.4.23** 钻孔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，条文对钻孔取样进行了相关规定。如试验有特殊需要，应满足试验要求。

**4.4.26** 滤料的质量对探采井的使用和寿命至关重要，条文提出了滤料应达到的基本质量要求。对人工加工的滤料，一般容易满足；对从冲洪积松散堆积物中筛选出的滤料，质量多不稳定，要认真对待，严格把关。

**4.4.27** 填砾有多种方法，常用的有静水填砾法、动水填砾法（返水填砾法和抽水填砾法）、多层填砾法和导管填砾法。本条对采用填砾方法仅做了原则规定，实施时应根据具体条件和经验选用。

**4.4.28** 一般出现滤料的填入量少于计算量很多，这大多是由于堵塞造成，应及时处理；若不处理，堵塞处附近必然填料不足或没有，从而导致涌砂的恶果。

## 4.5 水文地质试验

### I 抽水试验

**4.5.1、4.5.2** 结合水文地质条件的复杂程度，不同的试验目的，选用不同的抽水试验。环境水文地质勘测与评价，需符合节约投资与有效保护的原则，一般单孔抽水试验即可满足要求；在工程建设的基坑降水工程中，一般进行群孔抽水试验，以获取更准确的资料，进一步优化降水方案；变电站等供水井一般进行开采性抽水试验。

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。成孔时一般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，在一个抽水孔内抽水，抽水孔周围设置若干个观测孔观测地下水位，可以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，应对计算域的流场作整体揭露。

前期论证阶段一般通过搜集资料、现场水文地质调查，即可满足本阶段的要求。如有特殊要求，必要的时候，可根据现场条件，利用已有的井孔（民井、探井、钻孔等），用水桶或抽桶进行简易抽水试验或单孔抽水试验。初步勘测阶段一般选用单孔和多孔抽水试验，详细勘测阶段一般选用多孔和群孔抽水试验，开采勘测阶段或在地下水天然补给量不充沛或补给量不易查清，或勘测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，一般选择单孔抽水试验；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。

**4.5.6** 当地下水存在着坡度（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，可根据具体目的布置观测线；若需要查明边界条件时，应在边界有代表性的地段布置观测孔。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一般不少于 2 个。

为计算参数用的观测孔距抽水试验孔的距离，应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：

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

以上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应满足推导上述公式的条件。

观测孔距抽水试验孔的距离，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，距抽水试验孔的第一个观测孔的距离宜大于含水层厚度。三维流的影响与抽水试验孔的出水量及过滤器直径的大小有关，如抽水试验孔出水量很小，过滤器直径比较大时，则第一个观测孔可以靠抽水试验孔更近一些。

关于最远观测孔的距离，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 and 采用多种方法计算水文地质参数。为此，条文规定最远的观测孔距抽水试验孔不宜太远，这样可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，则可不受其限制。

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

**4.5.14** 随着流量观测器具的不断发展和应用，水文地质实际试验过程中，抽水量的观测，不仅仅局限于常规的堰箱、量筒等器具。近些年来，水表、超声波流量等流量观测器具由于携带方便，量测准确，在实际工作中逐渐取代传统的堰箱、量筒等。其中，水表与出水管道相接，可直接连续读取数据，操作简单方便；超声波流量计体积小、携带方便、量测准确，并可连续观测，在实际工作中均取得了较好的效果。

**4.5.17** 稳定流抽水试验不宜少于 3 次下降，其理由是：

(1) 可以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) 有可能推算抽水试验孔的出水量;

(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应基本一致。

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, 水位下降次数可减少。

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——允许水位下降值宜为潜水含水层厚度的一半。当承压水完整井抽水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, 计算渗透系数应采用相应的公式。

**4.5.18** 在承压含水层中抽水时, 采用  $s \sim \lg t$  关系曲线; 在潜水含水层中抽水时, 则采用  $\Delta h^2 \sim \lg t$  关系曲线。 $\Delta h^2$  是指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, 即  $\Delta h^2 = H^2 - h^2$ 。当有观测孔时, 应采用最远观测孔的  $s$  (或  $\Delta h^2$ )  $\sim \lg t$  关系曲线。

本条文规定抽水开始后 1min 进行观测, 以便观测数据在  $s - \lg t$  曲线上达到均匀分布。

群孔抽水试验中的互阻抽水试验, 其各抽水试验孔的孔径、孔深、过滤器种类和长度应相同, 各抽水孔的水位下降值应一致。

对于水文地质条件复杂、补给条件难以查清的地区, 采用一般的解析法或数值法均无法很好地解决资源量评价的问题。此时, 需要采用开采性抽水试验, 来验证地下水的补给量或确定允许开采量。该方法虽然有着可靠性高、方法简单的优点, 但由于其工期长、耗资大, 除特殊情况需要在勘探阶段进行外, 一般利用现有生产井并结合生产进行试验。

**4.5.20** 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, 恢复水位的测量需按非稳定流抽水试验的观测时间间隔进行。在最初的 10min 内, 应先每间隔 1min 的观测 1 次, 共测 4 次, 随后每间隔 2min 观测 1 次, 共测 3 次, 这是根据目前地下水测试工具的现状做出的最低标准要求。今后随着测试工具的改进与普及, 可将最初的时间间隔缩短至 10s ~ 30s, 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。

## II 注水试验

**4.5.30** 根据现行的国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848, 对注水试验所采用的水源进一步明确要求。地下水 III 类标准主要适用于集中式生活饮用水源及工农业用水。

## III 渗水试验

**4.5.36** 外环用黏土填实目的是确保四周不漏水, 以保证试验的准确性。

**4.5.37** 注水试验过程中, 需保持试坑内 (双环内外) 的水头稳定在 10cm, 试验过程中该水头会有一

定波动，对波动范围进行限定。

#### IV 地下水实际流速测定试验

**4.5.41~4.5.43** 条文规定了指示剂投放孔和观测孔的布置和要求。

#### VII 浸溶试验

**4.5.55** 浸溶试验的目的是为了查明固体废弃物受雨水淋滤或在水中浸泡时，其中的有害成分转移到水中，对水体环境直接形成的污染或通过地层渗漏对地下水造成的间接影响。新建电厂及灰场需进行专门的环境水文地质勘测及评价。灰场在进行地下水环境影响评价时，要查明灰渣受雨水淋滤，其中的有害成分渗入地下，对地下水的影响，需要进行灰渣浸溶试验，以确定灰场的特征污染因子，预测灰场运行对地下水的影响。

#### VIII 土柱淋滤试验

**4.5.58** 土柱淋滤试验目的是模拟污水的渗入过程，研究污染物在包气带中的吸附、转化、自净机制，确定包气带的防护能力，为评价污水渗漏对地下水水质的影响提供依据。发电厂、灰场的改扩、建项目，需查明已有的装置对包气带污染的情况，通过对包气带分层取样，进行土柱淋滤试验，测试滤出水的成分，分析淋滤试验过程中污染物的迁移、累积等引起地下水水质变化的环境化学效应的机理。

### 4.6 地下水动态观测

**4.6.1** 目前对地下水动态观测的主要内容是水位、水量、水温和水质四项。水压观测是孔隙水压力的观测，目前大多用于深基础、软土地基处理中，通过监测土中孔隙水压力变化来控制工程进度、地基处理效果的评价等。地下水对建筑物的抗浮计算，特别是基底位于相对隔水层中的浮力计算也需要基底土层孔隙水压力的动态变化规律观测资料，本次修订在四项指标的基础上增加了孔隙水压力观测的内容。

**4.6.4** 地下水露头包括天然露头和人工露头两种，勘探孔、水井属于人工露头，泉属于天然露头，其它地下水露头还包括沼泽、湿地、岩溶地区的地下河、坎儿井、矿井、探井等。

**4.6.7** 在进行深基础工程、洞室或隧道工程、斜坡工程、软土地基加固工程等时，需要对岩土体（裂隙）水压力进行观测，关于水压力观测的相关文献标准相对较少，本条主要依据《孔隙水压力测试规程》CECS55 中的相关规定，对孔隙水压力设备的选用进行了说明。孔隙水压力观测的稳定值应符合连续 3 天读数差；电测式液压式小于 2kPa，气压式小于 10kPa，水位计小于 5cm。

**4.6.9** 采样前需进行抽水，抽水量主要根据水井中水体开采利用时间间隔决定，对于长期不用水井，《城市地下水动态观测规程》（CJJ 76-2012）规定：抽水量应大于孔内存水量的 2.0 倍以上；对停止

取水超过 3 个月的水质监测站中采集水样，国家标准《地下水监测工程技术规范》GB/T 51040 - 2014 规定：抽水量不应小于井内水量的 3 倍。本标准抽水量按不小于井内水量的 2 倍~3 倍考虑。

**4.6.15** 按照《地下水监测工程技术规范》GB/T 51040 - 2014 规定，本次对水温、气温观测精度修订为 0.1° C。仪器定期进行检查、维修与校正的时间间隔一般不超过半年。

## 5 水文地质参数计算

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本条给出了电力工程中常用的水文地质参数，对于变电站而言由于用水量相对较小，对于水文地质参数的取用可以根据实际情况酌情考虑。

鉴于目前对水文地质参数计算的经验总结和科研工作还不够，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，在选择计算方法和计算公式时，可不受本标准公式的限制，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。在选用标准外的公式计算时，应说明公式的出处。

**5.1.3** 本标准所列的潜水井计算公式，除应符合含水层均质、等厚和产状水平等一般条件外，还应符合下降漏斗的坡度应小于  $1/4$  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。

### 5.2 渗透系数和导水系数

**5.2.1** 获取渗透系数的试验方法通常有抽水试验、水位恢复试验、同位素示踪测井等，本标准给出了单孔稳定流抽水试验、多孔稳定流抽水试验、单孔非稳定流抽水试验、多孔非稳定流抽水试验在一些常见条件下的计算方法和公式。

**5.2.2** 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。当  $Q \sim s$ （或  $\Delta h^2$ ）呈直线时，说明该抽水试验资料井损的影响小，可直接选用公式计算  $K$  值；当抽水试验关系曲线  $Q \sim s$ （或  $\Delta h^2$ ）呈曲线时，说明该抽水试验井损较大，在计算  $K$  值时，推荐采用截距法和插值法应以提高单孔计算  $K$  值的精度。

**5.2.3** 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井壁及其周围含水层中产生的三维流、紊流、井损的影响。由于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  $\Delta h^2$ ）值在  $s$ （或  $\Delta h^2$ ） $\sim \lg r$  关系曲线上能连成直线；当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。

**5.2.4** 配线法是利用  $\lg s \sim \lg t$  曲线与  $\lg w(u) - \lg(1/u)$  标准曲线拟合，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应小于一个对数周期。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，并应满足相应的条件。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，为此可利用最小二乘法原理推求直线方程的斜率和截距，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可根据《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（5.2.4-4）计算潜水含水层渗透系数时，应满足以下假设：当降落漏斗的水力坡度小于  $1/4$ ，且  $h \geq 0.9H$ 。

**5.2.5** 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（5.2.5-1）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  $s \sim \lg t$  可以用外推确定最大降深  $s_{\max}$ ，利用曲线上拐点处（ $0.5 s_{\max}$ ）切线的斜率  $i$ 、降深  $s$  时间  $t$  计算参数。

**5.2.6** 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，应注意试验结束前动水位的变化状态，并考虑满足公式的适用条件。

**5.2.7** 实践证明，本条文公式理论推导严格，方法可行，完全可以求得渗透系数。此项研究与试验成果详见江苏科学技术出版社出版的《同位素示踪测井》一书。

### 5.3 给水度和释水系数

**5.3.1** 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，这些方法都有局限性和不完善之处，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应根据具体条件采用不同的方法。

## 5.4 影响半径

**5.4.1** 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。

## 5.5 降水入渗系数

**5.5.1** 地下水均衡场可以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，水文地质勘测工作中应充分利用这些资料。如果勘测区没有，而邻近地区有地下水均衡场，可根据水文地质比拟法间接采用这些观测值和计算值。

## 6 发电工程供水水文地质勘测

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 根据近些年行业发展特点，发电工程除了火力发电厂外，还增加了太阳能热发电厂、太阳能光伏发电站、风电场等新能源工程，说明了本标准适用范围。

**6.1.2** 本标准勘测阶段的划分，仍采用四分法。为满足初步可行性研究的需要，保留前期论证阶段，后面勘测阶段与现行国家标准《供水水文地质勘察标准》GB 50027 相对应，但对应的设计阶段仍根据发电工程供水设计特点提前开展水文地质勘测工作。

### 6.2 工作内容及要求

**6.2.1** 火力发电厂需水量大，供水勘测的重要性高，勘测工作应该严格按照设计阶段来开展工作。

**6.2.2** 其它新能源项目的需水量不大，供水勘测的难度和重要性较低，故勘测工作可根据工程特点、场地条件进行必要的合并简化。

**6.2.3** 依据现行行业标准《火力发电厂水工设计基础资料及深度规定》DL/T5507-2015，可行性研究阶段需提供经批复的地下水资源论证报告，本标准在初步勘测阶段任务中明确“为编制地下水资源论证提供依据”；根据国标规定对大型及以上水源地或水文地质条件复杂的水源地，且水文地质资料较丰富的情况下宜采用数值法评价允许开采量，在勘测阶段中不再强调评价方法，本次修订删除原详细勘测阶段中“建立地下水运动的解析模型或数值模型”的要求。

**6.2.5** 地下水水源地的开采管理是常规勘测工作的延伸业务，主要工作是建立水源地管理模型，以及水源地必要的后评价工作，为水源地运行管理及后期改造升级提供依据。

**6.2.6** 计算机技术的广泛应用，水源勘测工作应顺应潮流，把成熟的地下水商业软件引入到各勘测阶段中，根据现有勘测资料选择合适的模型和计算软件，能够大大提高工作效率和计算精度，起到事半功倍的效果。

### 6.3 地下水资源评价

**6.3.1** 地下水资源评价应在水文地质测绘和勘探的基础上开展，工作内容包括了水量评价和水质评价两部分内容。为适应水文地质专业的发展方向，与现今行业管理水利部门接轨，本标准将“地下水水量”修订为“水资源量”，将“地下水水质”修订为“地下水质量”。

**6.3.3** 本标准保留了地表水资源量计算的原则性要求，如遇到类似问题时，需按照现行《电力工程水文技术规程》DL/T 5084 执行。考虑到电厂供水保证程度高的特点，以及地下水运动过程中，特别是开采过程中，储存量的调节作用，该条仍沿用原标准三大量平衡的观点，重心放在了评价依据上，并考虑了勘测阶段的因素，便于灵活掌握。如，前期论证阶段，一般因勘测工作量的限制，水文地质参数缺乏，储存量往往难以确定，可不计算储存量；再如，需水量小，补给量充分，含水层厚度巨大，勘探深度有限，评价储存量意义不大时，也可不考虑储存量的计算。

**6.3.5** 在地下水与地表水联系密切的水源地或岩溶泉域型水源地，开采补给量一般由天然补给量和开采条件下的激发补给量（包括补给量的增量和排泄量的减量）两部分组成。应突出开采条件下的补给增量和排泄减量的确定。当两种激发补给量同时存在，需计算时，应注意重复量的计入。

**6.3.7** 控制地下水形成的气象、水文因素在时空上的可变性和规律性，造就了地下水补给量、允许开采量计算和保证程度评价的精度上与计算时段的选择密切相关。尤其是为满足电厂供水保证率 97% 要求时，地下水水量评价中计算时段的选择尤为重要。

采用“多年平均”作为计算时段。根据大气降水的多年周期变化（干旱与半干旱的北方地区 10 年为一小周期）和电厂供水保证率的要求，地下水水量计算与评价时段，宜采用：一是勘测年份以前 5 年~10 年；二是典型年组合，如取丰（P=25%）、平（P=50%）、枯（P=75%）、极枯（P=97%）水平年 4 年的组合为计算时段。

采用 P=97% 保证率年份作为计算时段，是电厂供水要求保证程度高这一特点的要求。如采用 97% 保证率的泉水供水，以及仅具有当年调节能力的孔隙潜水，采用 97% 保证率年份的丰、平、枯水季作为计算时段。

采用连续枯水年组或设计枯水年组作计算时段，这是我们电力行业在山间河谷和傍河水源地地下水资源评价中常用的方法。一般此类水源地其地表水的补给量占允许开采量的 70%~80%，采用枯水年（P=75%）组合和极枯年（P=97%）组合作为计算时段。

**6.3.8** 众所周知，地下水补给量，因水文地质条件的不同，在组成上有一定的差异，如，潜水系统，地下水补给量可能由降水渗入、地表水渗入、渠系与灌溉水渗入、地下水径流等组成，而含水层埋深较大的承压水系统，则因其半封闭性，地下水补给量可能只有地下水径流的流入和上下含水层的越流补给。因此，根据评价区水文地质条件确定测区地下水补给量的组成，选择项目进行计算。

关于河、湖等地表水补给量的计算，受渠系大小、衬砌程度、衬砌材料的不同，以及来源途径影响，难以形成统一的理论公式，建议根据当地的具体情况选择符合实际的公式分析应用。

前期论证阶段，大面积戈壁型、山间河谷型水源地，因含水层以地下水径流补给为主，或难以查明其它补给途径，可采用水源地上游进入含水层的最小径流量与水源影响范围内的储存量增量之和

确定总补给量。

虽然根据均衡方程计算地下水补给量是常用的方法，但因自然界情况多变，不宜具体规定一个均衡方程。水文分析法是我们电力系统供水水文地质勘测评价中常用的方法。对于泉水排泄或地表径流排泄的地区，以排泄量反求地下水补给量是常用的方法，因此采用切实可行的水文分析方法计算确定排泄量就显得尤为重要。一般的水文分析法要有较长的系列观测资料，对于全排型泉水的频率计算，可采用理论频率或经验频率法计算不同频率和保证率的排泄量，用基流分割法时，应注意，在有地下径流的地区，其计算的地下水实际排泄量应等于基流量与地下径流量之和。当地下水存在“天窗”的补给时，用水文实测方法计算与评价地下水的补给量，也是常用的有效方法。

**6.3.9** 储存量的计算根据含水层性质和地下水类型，分别选择潜水储存量公式和承压水弹性储存量公式计算。因储存量随时间而变化，可根据计算的不同目的，采用不同时间的储存量。计算的储存量精度与勘测工作量有关。含水层特征在空间上变化较大时，可分层分区计算。

#### **6.3.12** 允许开采量的计算与确定：

1 款结合电厂供水的特点，沿用了原标准“在整个开采期内，出水量应满足电厂供水保证率  $P=97\%$  的要求”的规定。

3 款中，水动力学解析法主要有稳定流、非稳定流干扰井群法、开采强度法、水位削减法、大井法等。可根据不同水文地质条件、开采条件和勘测阶段，选择符合现场实际条件的方法计算与确定允许开采量，但尚需用其它的方法论证其保证程度。

4 款中，岸边诱导补给公式多为映射原理推导的公式，映射法为水动力学解析法中一种常用方法，适合于有规则理想补给边界的傍河潜水水源地，在山间河谷地带，必要时需考虑隔水边界的影响。边界采用“映射原理”处理，形成虚拟成排井群，用稳定流或非稳定流方法，预测设计开采条件下的允许降深。需要注意的是计算中应考虑长期开采条件下淤塞对诱导补给的影响，以及附加降深对井内水位的影响。

5 款中，注重三水转换理论的应用，将地表水与地下水统一考虑进入水资源评价系统，是电力工程水文地质专业水资源量评价的一大特点。由于电力系统勘测部门设置有专业化较强的工程水文专业，利用水文分析法评价地下水资源时，有着得天独厚的优势，在以往许多与地表水密切相关的电厂水源地供水勘测中都较好地得到了应用，取得了明显的效果。水文分析法主要依据的是实测统计资料，其评价结果更符合客观条件和自然规律的变化，因此，实用性强。采用水文分析法计算允许开采量时，尚需：

- (1) 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；
- (2) 回归分析中，回归线的误差范围宜用均方差判断，精度由剩余标准离差（S）来衡量；

(3) 频率分析法中, 经验频率曲线法应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; 理论频率曲线法应计算流量均值 ( $Q_p$ )、离差系数 ( $C_v$ ) 及偏差系数 ( $C_s$ ), 并绘制曲线。

6 款中, 疏干补偿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。需注意的是: 无补给或补给量不足时, 其枯水期的开采量与动水位必须满足设计要求; 丰水期所得到的补给量, 除满足补给期设计开采要求外, 还应具备全部补偿枯水期所动用储存量的能力。

7 款中, 利用水文、水文地质等条件相似的已建水源地的实际开采资料来比拟估算新建水源地的允许开采量, 适用于各类型水源地的评价。一般在前期论证、初步勘测或水资源论证等前期工作中应用较多。主要方法有: 降深比拟法、下降系数比拟法、泉群最小流量比拟法等。

8 款中, 相关分析法适用有长年开采动态系列的各类稳定型水源地扩建的水资源评价。主要是根据现有水源地开采动态观测资料获得区域动水位与总开采量的相关关系, 以此确定扩大开采后水位进一步下降的允许开采量。

9 款中, 开采试验法是一种较直观的评价方法, 是通过人工对地下水系统的强刺激而直接或间接评价地下水允许开采量的一种方法。对水文、水文地质条件复杂, 补给一时难以查明的水源地, 或供水水源要求保证程度较高时, 常采用该方法。根据补给条件和资料研究程度, 分为抽水试验推断法、开采抽水法和降落漏斗法。其中, 试验推断法适用于地下水补给量较丰富, 探采结合井数量或抽水量达不到开采设计要求情况下; 开采抽水法适用于补给条件不易迅速查明的基岩裂隙水和岩溶水; 降落漏斗法适合于已建水源地的鉴定或扩建, 并经开采证明补给有保证的地区。

12 款、13 款是傍河型、冲洪积扇型水源地允许开采量的传统确定方法。实际应用中, 由于新型节水技术的应用, 使得发电工程用水量大幅度减少, 随着新技术的发展, 水资源评价方法也多种多样, 因此, 当条件适宜时, 也可采用其它的计算方法加以比较分析。

14 款~16 款, “全排型”和“非全排型”是电力系统水文地质专业总结多年从事北方岩溶泉作为火力发电厂水源的实际工作经验提出的新概念。实际上“全排型”和“非全排型”是一种相对的定性概念, 所谓的“全排型”是指绝大部分溢出地表排泄。其允许开采量具体计算与评价方法可参阅《北方岩溶泉水资源评价及开发利用》及其它资料中相关内容。

17 款中, 隐伏岩溶地区, 由于补给条件较为复杂, 定量计算确定各项补给量困难, 一般通过群孔抽水试验资料, 采用疏干补偿法、水动力学法、开采试验法, 以及数值法评价允许开采量。

18 由于一般的水动力学法预测水位降深公式中, 没有考虑井损影响所引起的附加水位下降值, 因此, 往往造成计算抽水井或附近的水位下降值时, 其结果失真, 偏小, 需消除其影响。

**6.3.13** 数值法在水资源评价中的应用已经十分成熟和普遍, 完善的商业软件使得数值法在水资源评价

中得到了广泛的应用。不过，数值法应用中需要注意的是，应重视数值模型的识别工作，拟合误差不是判断数值法评价允许开采量的唯一标准，更重要的是对水文地质条件的理解和数值模型的概化要符合实际。

**6.3.14** 综合性水质评价，国家颁布有《地下水质量标准》GB/T 14848,《生活饮用水卫生标准》GB 5749,地下水综合评价及生活饮用水评价的水质评价应根据上述标准执行；电厂工业用水的水质评价，依据设计专业提出的具体任务要求进行。考虑到地下水质量评价工作和环境保护的重要性及预测手段的进步，增加了数值模型进行水质预测及评价的内容。

地下水和地表水水力联系密切时，对地表水进行质量检测和评价有利于更加全面深刻的掌握三水转换关系和场地的水文地质条件。强调评价区水质改善及防止水质恶化的措施，以保证供水水源水质符合要求。

## 6.4 水资源保护与水环境影响评价

**6.4.1** 随着国民经济的快速发展，水资源的需求不断增加，而我国水资源又十分紧缺，多年来，由于仅从局部考虑，相应的水资源保护工作不到位，导致一些地区过量开采地下水，出现地下水水位大幅度下降、地面沉降、水质恶化等环境水文地质问题，要缓解这一矛盾，发电工程利用水资源就必须坚持合理开发、节约使用、有效保护的原则。水资源的勘测、开发和利用与水资源保护有着密切的联系，所以，本条对水资源保护工作进行了强调。供水水文地质勘测开始的同时，就必须全面考虑可能发生的相关水环境问题，并采取相应措施避免或解决。

地下水资源保护的对策主要是：控制过量开采，防止地下水资源枯竭；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地质作用的发生，并组织地下水的长期观测工作。

**6.4.2** 开展水资源勘测工作时，勘测应及时与设计有关人员沟通、协商，了解项目生产流程、用水工艺，制定节水措施，优化开采方案，并对项目取水、退（排）水进行水环境的影响分析，采取措施以达到有效保护水资源的目的。本条要求主要是与 2002 年 3 月 24 日水利部、国家发展计划委员会令第 15 号《建设项目水资源论证管理办法》（2015 年 12 月 16 日水利部令第 47 号修正）协调一致。

**6.4.3、6.4.4** 对开采量已达到或超过补给量、水质明显恶化或出现环境水文地质问题等情况的水源地，不应在同一地区继续增加开采量的勘测工作，应及时调整水资源开发布局，采取控制、消减开采量，合理引用替代水源等有效措施，纠正“恶化”现象，以达到保护地下水资源、生态及环境的目的。只有在寻找到新的补给量（或原有补给量还有剩余）时才能建立新水源地或扩大已有水源地勘测，避免形成袭夺同一补给量的格局，并应全面协调好新、老水源地的开采、开发，更有效地利用已有水源地。

**6.4.5** 由于一些地区地下水含水层之间并没有稳定、绝对的隔水层，因此相邻含水层之间的越流一直存在，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，加剧地下水水质的污染、恶化，因此，进行水资源勘测时，应进行污染调查，掌握污染源情况，并在选择勘测区和拟建水源地时避开污染源，控制开采动水位，防止劣质水的入侵，加强水质保护，避免拟开采水资源受到污染。

**6.4.6** 水文地质钻探工作使钻孔所揭露的各含水层中的地下水直接“连通”，如不采取适当的处理措施，甚至成为人为污染地下水的“捷径”，加速地下水污染进程。本条强调在进行水资源勘测时，应认真做好各类井、孔的止水或回填等工作，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。对已受污染的潜水和承压水，不得混合开采。

**6.4.9** 做好地下水资源的保护，一项重要的基础工作是地下水动态长期监测，尤其是水源地投产后，进一步开展地下水动态等项目的长期监测工作，不断积累资料，对及时发现和解决问题尤为重要。随着经济的发展，地下水开采强度不断增大，对水源地的长期动态监测工作显得越来越重要。本条款强调在项目取水区域应做好地下水动态等的长期监测工作。另外，随着技术手段的不断提高，有条件时宜建立水源地实时监测预警系统，提升综合管理效率，有效保护水资源。

**6.4.10** 火力发电厂等发电项目是用水大户，同时也产生一定量的污水，本条旨在要求勘测人员调查了解污水处理、回收利用和排放情况，并分析项目退水对周边水环境的影响。水源地出现相关环境水文地质问题的，应对项目的退水方式和退水量进行评价并提出相应的措施。

**6.4.11** 从保护生态环境的角度出发，勘测报告应分析预测水源地开采后对周边水环境的影响，还应评价对水源地周围其他用水户权益的影响，避免产生用水纠纷，必要时提出补偿方案。

## **6.5 资料编制**

**6.5.1** 勘测资料应在勘测过程中及时整理、分析，以利于指导下步勘测工作，勘测结束后应及时系统整编。整理资料工作，通常按下列顺序进行：

(1) 根据勘测阶段、任务要求和资料内容，编制资料整理提纲、明确整理项目、内容、方法和技术要求；

(2) 按勘测大纲要求，全面检查、校对勘测原始资料；

(3) 进行数理统计和计算，绘制图表，并进行校核和修饰；

(4) 编写勘测报告。

**6.5.5** 在资料统计或选择推荐值时，不能把同一问题的不同计算方法或公式计算所得的结果，放在一

起进行统计，也不能简单取平均值或范围值。

**6.5.8** 供水水文地质勘测报告书编写提纲，是按正规的大型水源地考虑的，编写报告时，应根据需水量大小、勘测阶段和水文地质条件的复杂程度、工程任务的特点等，灵活掌握，有所侧重或删补。根据国家相关水资源及环境保护等法律法规要求，为突出水资源保护的重要性，本次修订将水资源保护和水环境影响评价单独成章。必要时，可增加“水资源论证”的相关内容。水文、物探、数值法评价等可编制专题报告作为附件。

## 7 变电工程供水水文地质勘测

### 7.1 一般规定

**7.1.1、7.1.2** 根据调研结果，行业内设计单位极少开展过电压等级 110kV 及以下的变配电工程的供水水文地质勘测，分析原因，首先是其用水量很小，其次是低电压等级变电站一般距离居民区较近，可以直接采取就近管道引水方案，而不必进行专门的水文地质勘测工作。目前国内最高电压等级的变电站为 1000kV，最高等级的换流站为 ±1100kV，本标准适用于电压等级 110kV 及以上新建及扩建变电站、各等级的换流站。

变电工程供水水文地质勘测，多数单位是按照可行性研究阶段提出原则性供水方案，初步设计阶段进一步查明水文地质条件和提出详细取水方案，在施工图设计阶段一般不再进行水文地质勘测工作，当勘测有遗留问题或建设单位有要求时，勘测单位可受建设单位委托进行打井施工，并提供相应的勘测报告或生产井竣工报告，对于地区供水条件复杂、需水量较大的换流站供水，应重视和加强可行性研究阶段的勘测。因此，对变电工程按照可行性研究阶段和初步设计阶段两个阶段的勘测原则来划分。

**7.1.3、7.1.4** 根据行业标准《变电站和换流站给水排水设计规程》DL/T 5143-2018 中关于用水项目的规定，主要用水项目如下：生活用水及淋浴用水、生产用水、设备冲洗及降温用水、浇洒及绿化用水、消防用水、未预见用水及管网漏失水量，而主要用水量为生活用水、生产用水（设备冷却水）、消防用水，具体用水量的大小与变电站或换流站的等级规模、有无人值守、消防建筑面积等都有关系，另外换流站生产用水对水质的要求高于变电站，用水量也比变电站大。在给水处理中不含施工用水。根据调研搜集资料，统计各电压等级变电站及换流站用水量见表 1。

表 1 变电站及换流站用水量统计表

序号	工程项目	生活用水	消防用水	生产用水	总用水量
1	郑州南站 110kV 变电站新建工程	2t/h	5t/h		7 t/h
2	秦皇岛施各庄 110kV 变电站新建工程	2t/h			2t/h
3	220kV 哈密南郊变电站	2t/h	4t/h		6t/h
4	胡集 220kV 变电站	2t/h	5t/h		7 t/h
5	泰安兴阳 220kV 变电站新建工程	2t/h	5t/h		7 t/h
6	独山子 220kV 变电站新建工程	4t/h			4t/h
7	东营津北（利北）220KV 输变电工程	4t/h	12t/h		16t/h
8	220kV 水泊变电站	2t/h	5t/h		7 t/h
9	冀北张家口大西湾 220kV 输变电工程	—	—		10 t/h
10	Kasama330kV 变电站	3t/h			3 t/h
11	苍山（临沂 II）500kV 变电站工程	—	—		12t/h
12	克明 500kV 变电站工程	2t/h	5t/h		7 t/h
13	临淄 500kV 变电站工程	3t/h			3t/h

14	500kV 岚山变电站	2t/h			2t/h
15	乌兰察布 500kV 变电站	—	—		25 t/h
16	巨宝庄 500kV 变电站新建工程	—	—		10 t/h
17	晋城东 500kV 变电站新建工程	1.27			1.27 t/h
18	成都西 500kV 变电站新建工程				10 t/h
19	新疆鄯善 750kV 变电站新建工程	—	—		10 t/h
20	淮北 750kV 变电站新建工程	2t/h			2t/h
21	天水 750kV 变电站	3t/h			3t/h
22	新疆博州 750kV 变电站新建工程	2.38			2.38 t/h
23	南昌 1000kV 变电站新建工程	—	—		15 t/h
24	潍坊 1000 千伏变电站新建	2t/h	6t/h		8 t/h
25	菏泽 1000kV 变电站新建工程	4t/h	10t/h		14 t/h
26	张北-雄安特高压交流工程张北变电站	—	—		20 t/h
27	青州±800kV 换流站	—	—	—	40 t/h
28	酒泉±800kV 换流站	—	—	—	35 t/h
29	渝鄂直流背靠背联网工程北通道龙泉合建换流站	0.8t/h	6.25 t/h	125 t/h	132.05 t/h
备注	——表示有该项用水，但具体水量不详，只搜集到了几项累加的用水量之和。其中个别工程生活用水量含淋浴用水量和未预见用水量，因水量很小，故合并到生活用水一项中。				

从表 1 可以看出有如下特点：

(1) 各电压等级的变电站用水项目一般为生活用水和消防用水；换流站用水项目一般为生活用水、消防用水和生产用水（设备冷却水）；

(2) 变电站生活用水根据人员配置多少而水量不同，一般在 2t/h~4t/h；有些变电站不设置水消防，设置水消防的消防用水量的大小与消防建筑面积有关，一般在 4t/h~6t/h，除特高压站之外，各电压等级的变电站用水量差别不大，含消防用水的总的用水量一般在 6t/h~10t/h，特高压变电站总用水量在 8t/h~20t/h；

(3) 换流站的生活和消防用水量与变电站差别不大，但采用水冷方式进行设备冷却时，其生产用水量占比较高，能达到 15~30t/h，甚至更大，总的用水量能达到 40t/h 左右，甚至更大；

(4) 户内变电站消防用水量较大，户外变电站消防用水量较小。

## 7.2 工作内容及要求

**7.2.2** 变电工程的位置一般远离城市，属地下水贫乏区或研究程度低下区，在可行性研究阶段如工作深度不够，将遗留许多问题，同时存在施工图设计阶段短暂、施工期的施工用水等问题，故最终的供水方案一般在初步设计阶段完成，因此，抽水试验孔的设计与试验宜与生产井一致，当补给条件较差，含水层的富水性较弱，以及存在与周围水源地的干扰时，探采结合井宜进行较长时间的抽水试验，以确保其评价及供水的安全可靠。

### 7.3 水资源评价及保护

**7.3.1** 鉴于变电工程一般需水量不大，在相对富水地区，单井即可满足其供水要求，因此本条规定，一般情况下，只对供水井的出水量和动水位进行评价；当基础资料充分，需要详细评价时，水资源量评价一般在查明其补给量和排泄量的基础上采用均衡法计算即可。

### 7.4 资料编制

**7.4.2、7.4.3** 对于水文地质勘测方法少且简单的中小型工程，比如只有搜资、调查和其他简单方法，可以将水文地质勘测内容合并在岩土工程勘测报告里，其他情况建议单独编制水文地质勘测报告，换流站及特高压变电站，通常单独编制水文地质勘测报告。

## 8 矿床疏干水勘测

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 由于我国水资源的短缺，以及国家水法、水资源管理等一系列政策的实施，全国各地对开发利用矿井水正逐步展开，随着经济的高速发展和人口数量的增加，各地区的用水量也在增加，多数矿山企业利用疏干水进行循环再利用，目前疏干水主要用于矿井的防尘用水、井下消防洒水、洗煤补充用水、热电厂循环冷却用水、绿化道路及贮煤防尘洒水、施工用水、矸石山灭火用水、农田灌溉用水等。疏干水综合利用工程，将净化达标后的疏干水引入城区生态水系，用于园林绿化、城市清洁等方面，助力美化城市宜居环境，对于疏干水水质较好的直接用于生活用水，建立清污分离系统，使矿山疏干水可以充分得以利用，节约水资源，解决了水资源的浪费问题。目前露天矿疏干水的综合利用事例较多，如元宝山电厂、伊敏电厂等。一般煤矿疏干水排水量大，比较集中，易于综合利用，其中包括巷道排水和已经废弃的矿井再实施供排水。

所利用的矿坑疏干水，多数已经开采或开采完成，对矿床的勘测精度已经达到详查精度，但矿区所勘测的侧重点不同，水文地质工作研究程度差别很大，同时建设项目的用水量水质要求也不尽相同，开采资料中所保留或掌握的开采资料程度、开采年限、开采规模、开采量、疏干井方式及其布置等资料差异较大，因此，根据已掌握的资料情况丰富程度确定布置勘测工作。

**8.1.2** 勘测阶段划分根据建设项目规划选厂(址)、可行性研究及初步设计阶段相对应。对于水文地质条件简单或水文地质条件基本查明的矿区，特别是已经具有较全面的开采资料，已有资料足以说明补给量、边界条件、开采量等问题且已满足水资源评价方法的要求时，可将前期论证和初步勘测阶段合并完成。若矿区水文地质的研究程度较高，地下水资源充沛，矿井排水可满足需水量要求时，可直接进行详细勘测阶段的勘测。

### 8.2 工作内容及要求

**8.2.1** 矿床疏干水勘测资料搜集包括：

- (1) 矿区及相邻地区历年的水文、气象资料；
- (2) 详细调查矿区地形地貌、地下水的天然和人工露头及其水化学特征、岩溶发育情况、第四系松散层的形成与分布、地下水的补给、径流、排泄条件，圈定矿区水文地质边界；
- (3) 调查地表水体的分布、水位、水深、流量、容量、洪水淹没范围、延续时间及其与地下水的关系；

(4) 调查矿山老空区的分布及积水情况；对现有生产矿井或勘探坑道进行水文地质编录，系统收集生产矿井（或露天采矿场）的水文地质资料，包括井下水仓标高、井下涌（排）水量与其同时期的降雨资料及地下水位变化情况、矿井顶、底板保护方法、矿区地表塌陷程度等；

(5) 岩土物理力学和水理性质等。

**8.2.2** 建设项目需水量较大，疏干水量较小时，为满足建设项目需水可能采取提前疏干的方法，或寻找多个水源等，对于所评价的供水水源则须评价水源地的最小疏干水量或可供水量评价。最小疏干排水水量一般采用实测统计方法计算。为满足电厂或换流站供水总体保证率 97% 的要求，对于长系列观测资料按频率值评价矿坑、矿井疏干排水量，对不连续系列、短系列按实测或历史特小值进行估算。评价矿坑、矿井排水利用的可靠性，充分论述与之配套的调节水库工程。

**8.2.3** 矿区普查或精查勘探报告中疏干水勘探部分一般包括：水文地质条件、断裂构造的性质及导水性、含水层的分布特征及其富水性；含水层的渗透系数、给水度、导水系数、越流系数等水文地质参数；矿区水文地质图；主要含水层抽水试验成图表、地质、水文地质剖面、水质成果表；主要含水层（风化带）水位、底板等高线、厚度等高线；地下水的动态资料；水质分析报告等内容。

矿产排水系统设计中包括疏干井、疏干巷道、积水明渠（沟）的布置、疏干排水量等内容。

矿井采掘规划设计中包括与疏干井布置有关的矿层采掘推进方向、规模、深度、年限等内容。

矿坑、矿井开采排水实测资料包括井的布置、排水系统图及排水量、疏干水位实测资料等内容。

矿坑、矿井疏干水水质分析报告包括水质现状及动态变化资料等内容。

**8.2.5** 开采现状的调查工作是一项十分复杂和重要的工作。开采现状的调查工作其复杂是因为随着矿坑、矿井开采规模、开采部位、疏干井的数量及其布置，以及疏干水量是经常变化的。井群出水量的计量存在数字上的误差，目前普遍常用的计量方法有：按消耗电量或电流电压计算出水量和按水泵额定流量计算，由于长期运行的设备机械效率降低，工作条件变化，计量误差加大。现状调查的重要性在于生产运行取得的水量与水质资料是可靠的，它为水资源评价、调整开采规模布局等提供了依据。

多数露天煤矿区工程地质和水文地质条件均较复杂，构造多而复杂，含水层不同，构造裂隙及导水性的差异往往使疏干开采区具有复杂的水文地质条件。随着疏干水量水位及疏干范围的变化，补给条件和径流条件也随之变化。

### 8.3 水资源评价

**8.3.1** 矿井（坑）涌水量计算方法根据勘查阶段要求和矿区具体条件选择。详查阶段可采用水文地质比拟法、大井法、富水系数法、水均衡法、试验性开采抽水法、数理统计法、解析法等；勘探阶段可采用数值模型法，水文地质条件简单或富水性较弱时，可采用均衡法、比拟法、开采试验法等。根据

概化的矿区水文地质概念模型和所获得的各项水文地质参数情况选择计算方法，有条件时采用多种方法计算和对比。

**8.3.2** 参数计算直接影响矿坑疏干水量预测的精度，为此必须根据评价方法的要求结合矿区水文地质条件及开采方案，合理地确定各项参数。另外，为保证矿产生安全运行，一般露天矿坑疏干设计中，采用的水文地质计算参数偏大，计算疏干排水量偏大。而电力项目供水保证率较高，枯水保证率在 97% 年份正常提供最小的供水量，保证设备机组正常安全运行。因此，根据矿区勘查设计资料进行供水评价时应根据水文地质参数进行优选，采用数值模拟抽水试验进行调参，对水文地质参数进行核算。多数露天矿含水层为非均质的裂隙含水层，加权平均值计算渗透系数，可采用厚度平均法、面积平均法等。

## 8.4 资料编制

**8.4.2** 自然地理及地质概况部分侧重叙述与地下水形成、补给、径流、排泄条件有关的内容。内容包括：地形地貌条件（地表形态、地貌单元划分，分布和基本特征）；水系河流的水文特征（包括长度、汇水面积、河流形态、河床特征、枯水期分布及水位流量变化规律、水资源开发利用情况）；气象条件（气候类型和特征、降雨量、蒸发量和气温等）。

矿区的水文地质边界及边界特征，含水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件、单位涌水量、渗透系数或导水系数、给水度或弹性释水系数，裂隙、岩溶发育程度、分布规律、控制裂隙及岩溶发育的因素；地下水的水位（水压）、水温、水质以及补给、径流、排泄条件；隔水层的岩性、分布、产状、稳定性及隔水性；确定矿床充水主要含水层的依据及其与矿层之间的关系。

主要构造破碎带对矿床充水的影响：包括构造破碎带的位置、性质、规模、产状、埋藏条件及其在平面和剖面上的形态特征，充填物的成分、胶结程度、溶蚀和风化特征，导（阻）水性、富水性及其变化规律，与其他构造破碎带的组合关系以及沟通各含水层和地表水的情况。

地表水对矿床充水的影响：当地表水为河水时，阐述河水的汇水范围，河水的流量、水位及其变化，历年最高洪水位的标高、洪峰流量及淹没的最大范围；当地表水为水库、湖泊、海水时，阐述其正常水位、最高水位、浪高、风速等；地表水与地下水的水力联系情况及其对矿床开采的影响。

## 9 降水工程

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 电力降水工程可分为降水勘测、降水设计和降水施工。初步设计阶段，电力工程厂（站）址已确定，土建总平面布置已成熟，降水水文地质勘测已具备条件。而在施工图设计阶段，各建（构）筑物基础的尺寸和空间分布才能确定，才具有了可靠、准确的基础埋深和地基处理资料。故在初步设计阶段开展降水水文地质勘测，施工图设计阶段进行降水设计是比较适宜的。当岩土工程和水文地质条件简单，地基和基础设计变化不大时，也可在初步设计阶段降水勘测与降水设计合并进行。为提出技术可行、经济合理的降水设计方案，不至于引起环境地质和水文地质问题，达到经济、科学地降水目的，电力降水工程需开展降水水文地质勘测。

**9.1.2** 电力施工降水工程分类是根据电力工程建（构）筑物分布和基础埋置特点，以及近年来火力发电厂施工降水工程经验，参照《建筑与市政工程地下水控制技术规范》制定的，以含水层特征、建筑场地复杂程度为主要条件，符合主要条件之一即可，其他条件综合考虑。电力施工降水工程的复杂程度主要与该区的水文地质条件和岩土工程条件有关，比如，含水层岩性稳定，渗透性较好、无地表水补给时，不管是降水面积、降水深度多大，都能很好地解决降水问题，且因抽水影响半径较大，井距增大，井数可减少；但反过来讲，含水层渗透性差、多层次、岩性极不稳定（呈鸡窝状）时，即使在小范围内降水，也很难在短时间内将大部分含水层内的水疏干，出现抽出的水还没有基坑排出的水大，正因为影响半径小的限制，致使降水井的间距需缩小，井数增加，或辅助措施增强。降水深度的界限6m和9m是按300MW和600MW机组设计基础深度的分布情况规定的，在此范围外的机组可参照执行；300MW和600MW机组建（构）筑物中主厂房基坑面积一般大于20000m<sup>2</sup>，卸煤沟、冷却塔、主要附属建筑的基坑一般大于7000m<sup>2</sup>。

**9.1.3** “分析降水工程对周边已有建筑、地下设施、水土资源等的影响”是在电力工程降水中经常遇到的问题。如，扩建工程施工降水，对已有电厂主要建筑物基础的沉降影响，以及对附近水井或水源地影响等。降水水文地质勘测阶段，主要目的是查明水文地质条件、确定水文地质参数、选择降水方法，至于降水对周边地区工程环境影响的定量论证，需施工图设计阶段降水设计时考虑，但降水水文地质勘测中应就该方面进行定性的评价，并提出进一步工作的建议。

**9.1.4** 为进行正确的降水设计，应明确技术要求，在已往工程实践中，技术要求提的简单不全，因此施工后产生很多问题，技术要求应按基本规定考虑。

降水工程必须进行降水设计和论证，这是降水工程成功的保证。同一个降水工程，在相同的降水

地质条件下，可以选用一种或几种降水技术方法，采取不同的布井方案，满足降水技术要求，这就存在降水设计方案优劣问题。因此，降水设计需经论证，从中选取经济合理，技术可靠，易于施工，管理方便的降水设计。

施工纲要是指导降水施工的技术文件，不作为技术成果内容，可作为技术成果的附件。

**9.1.5** 降水施工不仅指降水设施，也包括排水设施施工，当全部完成施工安装后，使设施运行，直到地下水位降深满足技术要求的降水深度并稳定 24h，降水施工阶段结束。

## 9.2 降水勘测

**9.2.1** 对于施工降水勘测前期工作，一般都是先期开展水文地质调查工作。水文地质调查范围，一般与厂区（站区）范围一致。当需要查明附近地下水补给条件，以及临近建筑地段、水源地水文地质条件时，可扩大范围。

如果已有资料较全，则以搜集水文气象、地质图、水文地质、工程地质、环境地质、工程环境等资料为主，充分分析这些资料，在获取所需参数后，可配合少量勘探试验工作加以验证，并提出降水方案。当已有资料不能满足降水工程设计需要时，应进行降水工程补充勘测。

**9.2.2** 降水试验井，探降结合的原则就是抽水试验孔的布置要考虑未来兼做施工降水井或观测孔的功能，起到节约工程量和加快降水进度的目的。。

抽水试验孔的数量是根据可能出现的主要降水地段和勘探线的布置形式确定的，其观测孔的数量按每个抽水试验孔带两个观测孔布置。在此，需指出的是，干扰和模拟型抽水试验孔和观测孔的数量不在规定范围内。主要建构筑物 and 降水难度较大的地段应有抽水试验孔和观测孔控制。

**9.2.3** 降水试验除抽水试验外，还应包括其他的有关试验，如引渗试验、注水试验、渗水试验、轻型井点试验等。电力工程降水试验多采用抽水试验方法，随着技术的进步或其他先进方法在施工降水中的应用，降水试验的试验方法将越来越多。

抽水试验一般采用单孔抽水试验即可确定测区的水文地质参数，为降水设计中各地段降水方案的优化提供计算依据。但有时，为使复杂地段降水方案更趋于合理，需由群孔（互阻）抽水试验验证其合理性和可靠性，通过典型地段模拟型降水试验，进一步优化降水方案。

**9.2.4** 单孔抽水试验一般选择两个落程的抽水试验，即可满足水文地质参数计算确定的精度，也能推出最大出水量。考虑到有时基坑的设计深度大到隔水底板，抽水试验最大降深只能接近该深度，当基坑较浅时降深可大于基坑设计深度。

**9.2.6** 引渗井降水是钻通滞水层或含水层的下渗通路，使上层水自行下渗，达到疏干上层水降低地下水位的目的。这就要求钻探过程中尽量避免使用泥浆钻进，一般可用清水钻进、高压水套管冲击、螺

旋钻进，振动沉管法或人工挖井等方法。

### 9.3 降水设计

**9.3.1** 以往有些降水工程虽做了降水设计，但依据不充分，大多数没有进行正规的降水勘测，仅根据工程地质勘察的地层资料和水位值，采用有关的经验值进行降水设计。这样的降水设计，容易产生工程量过大，过于安全，或者工程量太少，降水达不到要求，被迫补加工程量，延误工时，造成浪费。因此，降水设计必须具备降水勘测资料。

降水工程现场施工条件包括：降水区附近有无供排水管道渗漏和其它渗水情况，研究其对降水的影响；“三通一平”与排浆、排水、排泥条件；有无影响降水施工的地下障碍物；周围的环境状况与环境质量；附近的测量基准点，高程点；周围已有建筑物和各种管网等。

**9.3.2** 水文地质参数，如渗透系数、给水度、单井出水量、水位降深等，其准确性十分重要；考虑到水文地质条件的复杂性，常在降水初期进行试验性抽水试验，以检验设计、施工效果，必要时调整设计。

降水设计的水位预测计算，是降水方案的核心工作。必须根据降水地质条件、现场施工条件，在满足降水技术要求和环境要求的前提下，合理选择降水技术方法，恰当布设降水井，正确选择计算公式，进行降水水位、水量的预测计算应注意三点：

(1) 降水设计的水位、水量的预测计算，往往不是经一次计算就能达到技术要求的，需要多次布井方案的调整计算，才能提出较为合理的降水方案；

(2) 降水水位、水量的预测计算，由于多种条件的制约，要求降水设计的工程技术人员，严格把握计算条件，精心预测计算，应用试验资料校核，力求预测计算的结果接近实际；

(3) 在降水地质条件差的软塑土（淤泥质土、高压缩性土等）、疏松的粉土，盐渍土，因承压水顶托基坑底可能隆起的工程以及距离已有建筑物和构筑物很近的降水工程，进行降水设计时，必须根据当地的具体条件，采取有效的工程措施确保基坑基槽和已有建筑物、构筑物的稳定与安全。

降水设计鼓励将更多的计算机技术应用到传统的降水方法中，它也是采用三维数值模拟进行降水设计的要求，可实现施工降水的数字化管理，是施工降水技术的发展方向。降水软件使用注意以下几点：

(1) 采用成熟的基坑降水软件，提高基坑降水方案设计工作的效率和准确性；

(2) 将降水勘测成果与水文地质参数经验值综合取值，在降水试验中验证与修正参数取值，以确保软件计算与预测的可靠性；

(3) 模型建立后，利用运行维护阶段获得的监测数据，对水文地质模型进一步进行拟合校正，持

续改进模型，优化后续降水运维管理工作。

**9.3.3 降水技术方法适用条件**参照行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 制定的。将直径接近 100mm 的井称为“井点”（有的标准称为点井），直径 200mm~800mm 的井称为“管井”，直径大于 800mm 的井称为“大口井”及“辐射井”的集水井。

电力施工降水工程中，明排是最常用的降水方法之一，它是切断基坑内部地下水与外围补给的最后一道屏障。明排可以将雨水、基坑底部积水和降水井不能抽出的残留地下水依靠重力排放到基坑边沟后集中排出，对于基坑边坡稳定也起到积极的作用。

明排设计一般有基坑排水边沟和集水井组成，排水沟深度和宽度根据基坑排水量确定，集水井间距、结构尺寸根据排水沟汇水量确定，排水沟的坡度一般不小于 0.5%，排水量结合雨季防洪排涝功能综合考虑。

## 9.4 降水施工

**9.4.2 水位、水量、水质监测方法**应根据工程需要和现场条件进行选择。

### 1 水位观测

钟测法：适用于孔径 50mm~80mm，水位距地面 5m~10m，且附近机械干扰声较小的观测孔。该设备由测绳钟组成，当于水面接触发出声音时的深度即为地下水位。

灯显式：适用于孔径较小位置较暗的观测孔。由半导体水位计、井下导线、电极、金属组成，遇水时电路接通，灯泡显亮时，即可测出水位。防止孔壁滴水、潮湿。

音响式：用于孔径较小，动水位 10m~20m 观测孔，利用小型电池，地面为发声设备，电源接通后探头接触水面时发出声音，可测出水位。

电测式水位计：适用于各种观测井孔。使用万能表或微安表、电极导线，当用单线下井时，另一端接金属管作为回路，电极遇水后，仪表指针摆动即可测得水位。井壁漏水时易造成误测。

CS-3 型抗干扰水位仪：适用于各种井孔。该仪器可避免因孔壁漏水而造成误测，孔壁间隙大于 1cm 即可，传感器接触水位时，仪表立即发出音响信号，表针摆动，可测出水位。

半自动测井仪：适用于各种井孔，该仪器可自动读数，灯亮时为水位深度。

自记水位仪：适用于连续频繁的井孔水位观测，可用于小于 89mm 的井孔，记录精度在 $\pm 1.5\text{mm}$ 以内，可随水位变化自动记录。

### 2 水量监测

当涌水量较小时，可采用三角堰箱观测。利用堰口观测值查三角堰流量表。当涌水量较大时，可采用梯形堰观测，用其观测值查梯形堰流量表。当涌水量很大时，可采用矩形堰观测，用观测值查矩

形堰流量表。

监护期的水位、水量进行同步观测，当水位、水量稳定后可适当减少观测次数。

### 3 水质监测

简单分析试验项目一般包括碳酸根、重碳酸根、硫酸根、氯根、钙、镁、钠、钾、pH 值、矿化度、总硬度、侵蚀 CO<sub>2</sub> 等。发现水质异常时，增加特殊项目和分析次数，为工程环境问题处理提供数据。

**9.4.4** 封井是降水施工的一个重要环节，施工组织设计中应包括封井的时间、方法和要求。对软土、淤泥质黏土中的疏干井，井点停止运行后地下水位对工程无影响，可以将井点填埋在基础混凝土底板之下。对潜水降水井，井点在基坑底板混凝土浇筑时停止运行后，水位会缓慢上升但无抗浮要求，可以将井点管割除与底板混凝土浇筑在一起。井点持续处于运行状态，一旦停止抽水，影响基坑底板混凝土浇筑，需满足基坑抗浮要求后方可封井割除。

## 9.5 资料编制

**9.5.1** 施工降水报告的内容应该覆盖整个降水项目的全过程，它既包括了前期相关资料的分析研究、降水勘测，又包括了后期降水设计、施工与运维工作，报告是整体技术工作的图文记载，也是技术成果的主要形式，是对项目执行中出现的问题及解决方法进行总结分析，获得经验和教训，对以后降水工作提供宝贵的意见与建议，条文所列内容是主要内容但不应局限于此。

## 10 环境水文地质勘测与评价

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 根据建设项目特征和所在区域的环境敏感程度，综合考虑建设项目可能对环境产生的影响，对建设项目的环境影响评价实行分类管理，建设单位需按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定，分别组织编制建设项目环境影响报告书、报告表或者填报环境影响登记表。相应的，环境水文地质勘测与评价工作内容与之相匹配。《建设项目环境影响评价分类管理名录》中包含电力大类，包括火力发电、水利发电及其他能源发电形式。本章适用于火力发电厂工程的环境水文地质勘测与评价工作，其他电力建设项目可参照执行。

环境水文地质勘测与试验的工作内容具体包括：通过开展水文地质调查，基本了解评价区域的环境水文地质条件、污染状况及环境水文地质问题；通过水文地质测绘及钻探，获取地层分布规律，查明地质构造及断裂破碎带位置、宽度和产状，测定地下水水位、流向及有关参数等信息；通过环境水文地质钻探，基本掌握项目场地的环境水文地质条件；通过水文地质试验，获取所需项目场地的水文地质参数；通过场地地下水水质监测分析，掌握项目场地地下水水质状况；通过灰渣浸出试验，明确项目灰渣中是否含特征因子。

**10.1.3** 根据建设项目对地下水环境影响的程度，结合《建设项目环境影响评价分类管理名录》，将建设项目分为四类，其中 I 类、II 类、III 类需开展地下水环境影响评价，IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价。根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》HJ610-2016 附录 A，火力发电（包括热电）项目类别为灰场 II 类、厂区 III 类，太阳能热发电、光伏发电、风力发电项目类别为 IV 类，送（输）变电站工程项目类别为 IV 类。故火力发电（包括热电）项目要求开展地下水环境影响评价，项目类别灰场按 II 类考虑，厂区可按 III 类考虑，太阳能热发电、光伏发电、风力发电及送（输）变电站工程均无需开展地下水环境影响评价。

地下水环境敏感程度划分是判别地下水环境评价工作等级的重点，一般认为集中式饮用水水源准保护范围之内、其他由政府设定的与地下水相关的保护区范围之内都属于地下水敏感区；集中式饮用水水源准保护范围以外的补给径流区、未划定保护区的集中式饮用水水源的补给径流区、分散式饮用水水源地、特殊地下水资源保护区以外的分布区、其他与地下水相关的环境敏感区之内都属于地下水较敏感区；其他属于地下水不敏感区。保护区保护范围以文件、水源地保护的标识为主，无相关证明文件且保护区标识缺失时，按照《饮用水水源保护区划分技术规范》HJ 338 中的关于保护区的计算结果来确定。

火电厂项目的厂区和灰场一般分属两个场地，当相距较远时，分别判定其工作等级，两个场地同属于一个水文地质单元时，按照同一评价区、评价等级高的进行评价；两个场地分属不同水文地质单元时，按照两个场地进行分别评价。

**10.1.4** 地下水环境影响评价是项目建设全过程的评价，其中的核心是运营期。建设期产生的污染水总量较少，一般定期清理，不会对地下水造成危害。运营期满后经检测合格，一般做封场处理。运营期电厂排放的污废水、含油废水、含煤废水等可能会对地下水造成不利影响，是地下水环境评价和管控的重点。

## 10.2 环境水文地质勘测

### II 环境水文地质调查

**10.2.4** 确定环境水文地质调查范围的三种方法详见《环境影响评价技术导则-地下水环境》HJ 610，通常由大到小，逐步深入，依次查明区域地质环境、调查评价区水文地质特征、场地水文地质条件等。根据电力工程项目的环境水文地质工作经验，公式计算法得出的范围偏小，一般不能满足地环境水文地质预测和评价的要求。根据查表法结合建设项目所在的水文地质单元综合判别调查评价范围更为合理。

**10.2.7** 调查对象不同，调查要点不同。例如对工业或生活废水污染源的排放口，应测定其位置，了解和调查其排放量、排放方式（如连续或瞬时排放）、排放途径和去向、主要污染物及其浓度、废水的处理和综合利用状况等；对工业固体废物堆放场，应测定其位置、堆积面积、堆积高度、堆积量等，并了解其底部、侧部渗透性能及防渗情况，采集有代表性的样品开展浸出实验、土柱淋滤试验，了解废物的有害成份、可浸出量、雨后淋滤水中污染物种类、浓度和入渗情况等；对生活污染源中的生活垃圾、粪便等，调查了解其物质组成及贮存、排放、处置或利用状况等。

对于改、扩建项目，包气带污染调查取样深度一般在地面以下 25cm~80cm，当调查点所在位置一定深度之下有埋藏的排污系统或储藏污染物的容器时，取样深度应至少达到排污系统或储藏污染物的容器底部以下。

### III 地下水环境现状监测

**10.2.9** 地下水环境现状监测点的控制性布点与功能性布点相结合，要求监测点主要布设在建设项目场地、周围环境敏感点、周边现有地下水污染源以及对于确定边界条件有控制意义的地点。对于改、扩建项目，当现有监测点不能满足监测位置和监测深度要求时，需施工新的地下水现状监测井。

监测点的布置重点是下游方向。三级评价，在建设项目场地下游影响区的地下水水质监测点要求不少于 1 个；二级评价，在建设项目场地上游和两侧的地下水水质监测点要求各不少于 1 个，建设项

目场地及其下游影响区的地下水水质监测点要求不少于 2 个；一级评价，在建设项目场地上游和两侧的地下水水质监测点要求不少于 1 个，建设项目场地及其下游影响区的地下水水质监测点要求不少于 3 个。地下水现状监测点不按常规布置时须阐述布设理由。

**10.2.10** 地下水水质现状监测因子原则上包括两类：一类是基本水质因子，反映区域地下水一般状况；另一类是特征因子，根据建设项目行业排放污水特点确定。基本水质因子以 pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、总大肠杆菌、细菌总数及背景超标值的水质因子为基础，可根据区域地下水类型、污染源状况适当调整。特征因子应根据建设项目污水成分、灰渣浸出液成分等确定。

### 10.3 环境水文地质评价

#### I 地下水环境现状评价

**10.3.1** 地下水质量标准、有关法规及当地的环保要求是地下水环境现状评价的基本依据，地下水环境现状评价应根据水质指标进行评价。

对于评价标准为定值的水质因子，其标准指数的结果为水质因子的检测浓度值与标准指数的比值：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{si}}$$

其中， $P_i$ 为第*i*个水质因子的标准指数，无量纲； $C_i$ 为第*i*个水质因子的监测浓度值，mg/L； $C_{si}$ 为第*i*个水质因子的标准浓度值，mg/L；

对于评价标准为区间值的水质因子（如 pH 值），其标准指数计算方法如下：

$$P_{pH} = \frac{7.0-pH}{7.0-pH_{sd}} \quad pH \leq 7 \text{ 时}$$
$$P_{pH} = \frac{pH-7.0}{pH_{su}-7.0} \quad pH > 7 \text{ 时}$$

其中：P 为标准指数，无量纲；pH 为检测值； $pH_{sd}$ 为标准中 pH 值的上线值； $pH_{su}$ 为标准中 pH 值的下限值。

#### II 地下水环境影响预测

**10.3.3** 本条所列地下水地下水环境影响预测不适用于对于污染场地修复工程项目。污染场地土壤、地下水的污染调查、评价、修复等参照《建设用土壤污染状况调查技术导则》、《建设用土壤修复技术导则》、《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》等相关规定。

**10.3.4** 地下水环境影响预测的范围以现状调查评价范围为基础，包括保护目标和环境影响的敏感区域，必要时可扩展至完整的水文地质单元。

预测含水层为建设项目污染物直接进入的含水层和具有直接补排关系的含水层，同时预测非饱和

带污染物迁移特征，对于垂向渗透系数小于  $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$  或包气带厚度超过 100m 的地区，由于污染物下渗的周期较长，可根据实际情况决定是否有必要对地下水中污染物进行预测。

**10.3.5** 目前，火力发电厂项目运行周期一般按 30 年考虑。火力发电厂贮灰场的预测时段一般按照 100d、1000d、10950d 三个时间节点考虑。厂址内结合实际情况，当污染物存储建筑物下游监测井中发现污染时可切断污染源泄露点，一般按照 100d、1000d 以及下游监测井中发现污染物监测值突发异常的时间节点来考虑。当下渗通道渗透性强时，可增加 50d、250d、500d、3000d、5000d 等时间节点的预测结果。

**10.3.6** 电力项目的污染物存储建筑物及贮灰场均按照国家防渗、防腐标准设计，可不进行正常状况下的预测，但应给出必要的分析和说明。

电力项目地下水污染风险点为厂址内污染物存储建筑物和灰场，污染物存储建筑物防渗措施为底部防渗混凝土，灰场防渗措施为底部铺设防渗土工布和膜，非正常状况按照防渗功能部分失效，设置一定的泄露面积进行计算，泄露面积参照垃圾填埋场破损统计分析结果，一般按照 5% 左右考虑。

对场地有多个污染源的，设置叠加影响的情景进行预测。

**10.3.8** 根据污染源的具体情况，排放形式可以概化为点源、线源、面源；排放规律可以简化为连续恒定排放、非连续恒定排放或瞬时排放。概化建设项目地下水污染源强，需充分考虑地下水环保措施情况下的污染源强设定。

**10.3.9** 预测结果应以图表及文字说明的形式，反映不同时段的污染物最高浓度、污染影响范围、污染超标范围、污染物水平和垂向迁移距离、超标范围与建设项目边界的位置关系、超标范围与地下水保护目标的位置关系等。超标范围与建设项目边界和地下水保护目标的位置关系是关注重点。

### III 地下水环境影响评价

**10.3.13** 根据评价区地下水使用功能的水质目标进行影响评价，对属于《地下水质量标准》GB/T 14848 的水质指标的评价因子，按照其中相应等级进行评价；对于不属于《地下水质量标准》GB/T 14848 的水质指标的评价因子，根据国家、行业或地方相关水质标准进行评价。

**10.3.14** 环保对策措施建议是根据建设项目的特点以及建设项目所在区域环境现状、环境影响预测与评价结果，在建设项目可行性研究报告中提出的污染防治对策的基础上，提出需要增加或完善的、切实可行的地下水环境保护措施和对策。

分区防控措施以水平防渗为主，参照已发布的国家或行业污染控制、防渗技术规范等。未发布相关标准的行业，根据预测结果、场地包气带特征及其防污性能，提出防渗技术要求，或者根据建设项目场地天然包气带防污性能、污染物控制难易程度和污染物特性，提出防渗技术要求。难以采取水平防渗的场地，可采用垂向防渗为主，局部水平防渗为辅的防控措施。

跟踪监测计划根据环境水文地质条件和建设项目特点设置跟踪监测点，明确与建设项目的关系，给出点位、坐标、井深、井结构、监测层位、监测因子及监测频率等相关参数。

对于一、二级评价的建设项目，监测点数量一般不少于3个，且应在建设项目场地上、下游至少各布设1点；三级评价的建设项目，监测点数量一般不少于1个，建设项目场地下游至少布设1点。

跟踪监测报告的责任主体一般为项目建设单位。报告内容应包括建设项目所在场地及其影响区地下水环境监测数据，排放污染物的种类、数量和浓度，以及生产设备、管廊或管线、贮存与运输装置、污染物贮存与处理装置、事故应急装置等设施的运行状况、跑冒滴漏状况记录、维护记录等。

信息公开计划至少应包括建设项目特征因子的地下水环境监测值。

## 10.4 资料编制

**10.4.1** 勘测与评价报告是地下水环境勘测与评价工作的最终成果，其内容和质量工作的深度和成果要求的集中反映，并关系到建设项目对地下水环境影响的长期判断，既要内容充实、论据充分、结论正确可靠，又要语言精练通顺、词意准确、条理清晰。

报告的主要图表有建设项目地理位置图、总平面布置图、污染源分布图、地貌图、水系图、地质构造图、综合水文地质图、水文地质剖面图、地下水流场图、井孔结构图、抽水试验成果图表、水位和水质监测点布置图、模拟范围图、模拟区剖分图、污染迁移范围图、评价标准表、工作量一览表、地下水化学特征统计表、地下水开发利用情况调查表、水质评价结果表、水质检测报告等。水质检测和监测报告、水源地保护区证明性材料等重要支撑性材料可作为附件，其他图表以插图形式置于报告对应位置。

**10.4.2** 环境水文地质勘测资料是为评价报告提供基础数据，是环境水文地质评价报告的基础资料。报告编写过程中涉及到搜集到的水位和水质监测资料、区域地质、水文地质、井孔资料等，报告编制单位应对资料的可靠性进行分析判定，符合要求时可充分利用。尤其是地下水位和水质的监测资料，根据地下水环境现状监测频率的要求，若掌握近3年内的水位、水质监测资料，则可适当减少实物工作量，降低项目成本，报告编制单位对资料的真实性应重点核查。

**10.4.3** 环境水文地质评价成果编制一般在可行性研究阶段，为建设项目决策、工程设计、工程施工管理和地下水环境管理提供科学依据。以专题报告的形式出版，是建设项目环境影响评价报告的一部分，与本项目环境影响评价报告同时评审。地下水环境情况复杂时可提前组织单独评审，但需与环境影响评价报告同时再次评审。

地下水环境影响评价报告的结论应明确建设项目区域地下水环境现状、预测突发地下水污染的影响范围，从地下水环境角度提出对建设项目可行性的判断。如建设项目场地地下水受到污染不能满足工程项目建设的要求，提出下一步工作建议。