

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50615 - 2010

冶金工业水文地质勘察规范

Code for Hydrogeological Investigation
of Metallurgical Industry

2010 - 08 - 18 发布

2011 - 06 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

冶金工业水文地质勘察规范

Code for Hydrogeological Investigation
of Metallurgical Industry

GB 50615 - 2010

主编部门：中国冶金建设协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2011年6月1日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国国家标准
冶金工业水文地质勘察规范

GB 50615-2010

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168毫米 1/32 4.5印张 114千字

2011年5月第1版 2011年5月第1次印刷

印数1—6000册

☆

统一书号:1580177·582

定价:27.00元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 755 号

关于发布国家标准 《冶金工业水文地质勘察规范》的公告

现批准《冶金工业水文地质勘察规范》为国家标准,编号为 GB 50615—2010,自 2011 年 6 月 1 日起实施。其中,第 5.1.16、9.4.1、10.0.2、11.1.1、12.0.2、12.0.5 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年八月十八日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标[2006]136 号)的要求,由中冶集团武汉勘察研究院有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛调查研究和专题技术论证;结合近年来有关新规范的使用和新技术的应用;征求了生产、科研、设计等部门和单位的意见,最后经审查定稿。

本规范共分 13 章和 2 个附录。主要内容包括:总则,基本规定,水文地质测绘,水文地质物探,水文地质钻探,水文地质试验与测试,地下水动态观测,水文地质参数计算,地下水水量评价,地下水水质评价,工程降水勘察,地下水资源保护,环境调查、评价与保护等。

本规范中以黑体字标示的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国冶金建设协会负责日常管理,由中冶集团武汉勘察研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改和补充之处,请将意见和建议寄至中冶集团武汉勘察研究院有限公司《冶金工业水文地质勘察规范》管理组(地址:武汉市青山区冶金大道 17 号,邮政编码:430080),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中冶集团武汉勘察研究院有限公司

参 编 单 位: 中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司

中冶沈勘工程技术有限公司

中冶集团成都勘察研究院
中基发展建设工程有限责任公司
东北岩土工程勘察总公司
湖北中南勘察基础工程有限公司

主要起草人：陈树林 丁洪元 李天成 马阿雨 彭 祥
 陈志辉 李 生 陈宝仁 何世达
主要审查人：范士凯 彭易华 王举平 肖长来 靳孟贵
 靳德武 王 军 杨世松 朱中道

目 次

1	总 则	(1)
2	基本规定	(2)
3	水文地质测绘	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	水文地质测绘内容和要求	(5)
3.3	各类地区水文地质测绘的专门要求	(7)
4	水文地质物探	(10)
5	水文地质钻探	(12)
5.1	勘探线、钻孔的布置原则	(12)
5.2	钻探要求	(14)
5.3	过滤器	(15)
5.4	洗井	(17)
5.5	土样、岩样及水样的采取	(17)
5.6	地层描述	(18)
6	水文地质试验与测试	(19)
6.1	抽水试验	(19)
6.2	渗、注水试验	(22)
6.3	压水试验	(23)
6.4	回灌试验	(25)
6.5	地下水流向和流速的测试	(26)
6.6	其他测试	(26)
7	地下水动态观测	(27)
8	水文地质参数计算	(30)
8.1	一般规定	(30)

8.2	渗透系数	(30)
8.3	影响半径	(35)
8.4	给水度和储水系数	(36)
8.5	降水入渗系数	(36)
9	地下水水量评价	(38)
9.1	一般规定	(38)
9.2	补给量的确定	(39)
9.3	储存量的计算	(41)
9.4	允许开采量的计算和确定	(42)
10	地下水水质评价	(47)
11	工程降水勘察	(48)
11.1	一般规定	(48)
11.2	土层工程降水勘察	(49)
11.3	岩体工程降水勘察	(51)
12	地下水资源保护	(54)
13	环境调查、评价与保护	(56)
附录 A	主要物探方法的应用范围和适用条件	(58)
附录 B	水文地质参数计算公式	(60)
本规范用词说明		(85)
引用标准名录		(86)
附:条文说明		(87)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Basic requirement	(2)
3	Hydrogeological surveying and mapping	(4)
3.1	General requirement	(4)
3.2	Contents and requirements of hydrogeological surveying and mapping	(5)
3.3	Special requirements of hydrogeological surveying and mapping in various regions	(7)
4	Geophysical exploration for hydrogeological investigation	(10)
5	Hydrogeological drilling	(12)
5.1	Arrangement principle of exploratory line and drilling	(12)
5.2	Drilling requirements	(14)
5.3	Filter	(15)
5.4	Well flushing	(17)
5.5	Sampling for soil, rock and water samples	(17)
5.6	Stratum description	(18)
6	Hydrogeological test	(19)
6.1	Pumping test	(19)
6.2	Water Penetration and water injection test	(22)
6.3	Packer test	(23)
6.4	Reinjection test	(25)
6.5	Groundwater flow direction and velocity measuring	(26)
6.6	Other test	(26)

7	Dynamic observation of groundwater	(27)
8	Hydrogeological parameters calculation	(30)
8.1	General requirement	(30)
8.2	Permeability coefficient	(30)
8.3	Radius of influence	(35)
8.4	Specific yield and storage coefficient	(36)
8.5	Infiltration coefficient of precipitation	(36)
9	Evaluation of groundwater quantity	(38)
9.1	General requirement	(38)
9.2	Ascertainment of recharge	(39)
9.3	Calculation of storage	(41)
9.4	Calculation and ascertainment of the allowable yield of groundwater	(42)
10	Evaluation of groundwater quality	(47)
11	Engineering dewatering investigation	(48)
11.1	General requirement	(48)
11.2	Engineering dewatering investigation in soil formation	(49)
11.3	Engineering dewatering investigation in rockmass	(51)
12	Protection of groundwater resources	(54)
13	Environmental investigation, evaluation and protection	(56)
Appendix A	Applications and applicable conditions of main geophysical methods	(58)
Appendix B	Parameters Calculation Formula of Hydrogeology	(60)
	Explanation of wording in this code	(85)
	List of quoted standards	(86)
	Addition; Explanation of provisions	(87)

1 总 则

1.0.1 为做好冶金工业水文地质勘察工作,提高冶金工业水文地质勘察技术的质量和水平,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于冶金工业供水、工程降水的水文地质勘察。

1.0.3 冶金工业水文地质勘察应认真贯彻执行国家有关的产业政策,坚持循环经济的原则,做到技术先进、经济合理、安全环保和成果准确可靠。

1.0.4 冶金工业水文地质勘察,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.0.1 水文地质勘察工作开始前,应明确勘察任务和勘察技术要求,搜集分析已有资料,进行现场踏勘,提出勘察纲要。水文地质勘察工作结束后,应编写水文地质勘察报告。

2.0.2 水文地质勘察工作的范围、内容和工作量,应根据水文地质条件的复杂程度、需水量或工程降水复杂程度、不同勘察阶段、勘察区已进行工作的程度、拟选用的地下水资源评价方法或工程降水措施、对周边环境的影响程度等确定。供水水文地质条件复杂程度划分应符合表 2.0.2 的要求。

表 2.0.2 供水水文地质条件复杂程度划分

类别	水文地质特征
简单	岩体岩层水平或倾角很缓,构造简单,岩性稳定均一,多为低山丘陵;第四系沉积物均匀分布,河谷平原宽广;含水层埋藏浅,地下水的补给、径流、排泄条件清楚;水质类型较单一
中等	岩体褶皱和断裂变动明显,岩性岩相不稳定,地貌形态多样;第四系沉积物分布不均匀,有多级阶地且显示不清;含水层埋藏深浅不一,地下水形成条件较复杂,补给和边界条件不易查清;水质类型较复杂
复杂	岩体褶皱和断裂变动强烈,构造复杂,火成岩大量分布,岩相变化极大,地貌形态多且难鉴别;第四系沉积物分布错综复杂;含水层不稳定,其规模、补给和边界难以判定;水质类型复杂

2.0.3 水文地质勘察工作应符合下列要求:

1 应查明含水层的特征、分布范围、埋藏条件,地下水的类型和补给、径流、排泄条件;

2 对于供水勘察,应确定水源地的取水地段,并应建议取水构筑物的型式和布局;应评价地下水允许开采量及其水质;应分析地下水的动态规律,并应预测水源地开采后地下水可能发生的变化;

3 对于降水勘察,应提出工程降水的降排水措施建议,并应

预测降排水量大小及其可能产生的环境影响。

2.0.4 供水水文地质勘察宜分为可行性研究、详查、勘探和开采阶段。不同勘察阶段的工作成果应满足相应设计阶段的要求。降水水文地质勘察可按一个阶段进行。

2.0.5 供水水文地质勘察工作的精度,应符合下列要求:

1 可行性研究阶段,应概略评价区域水文地质条件,并提出用户所需水源的资料;可行性研究阶段推断的可能富水地段的地下水允许开采量应满足 D 级的精度要求;

2 详查阶段,应在可能富水的地段,基本查明水文地质条件,初步评价地下水资源,进行水源地的方案比较,并应推荐最优方案;详查阶段控制的允许开采量应满足 C 级的精度要求;

3 勘探阶段,应查明拟建水源地范围的水文地质条件,并应详细评价地下水资源;勘探阶段探明的允许开采量应满足 B 级的精度要求;

4 开采阶段勘察,水源地投入生产后,当需要扩大地下水水源或查明水量减少、水质恶化和不良工程地质作用等原因时,应在开采动态或专门试验研究的基础上提出验证的地下水允许开采量;开采阶段验证的地下水允许开采量应满足 A 级的精度要求。

2.0.6 供水勘察工作地段的确定,应符合下列要求:

1 宜选择靠近厂矿用水地点;

2 应选择地下水较丰富的地段;

3 应掌握附近农业用水和已建厂矿供水、排水情况。

2.0.7 勘察生产井的施工应按现行国家标准《供水管井技术规范》GB 50296 的有关规定执行。

3 水文地质测绘

3.1 一般规定

3.1.1 水文地质测绘,宜在比例尺大于或等于测绘比例尺的地形地质图基础上进行。当只有地形图而无地质图或地质图的精度不能满足要求时,应同时进行地质、水文地质测绘。

3.1.2 水文地质测绘的比例尺,可行性研究阶段宜为 1:100000~1:50000;详查阶段宜为 1:50000~1:25000;勘探阶段宜为 1:10000 或更大的比例尺。

3.1.3 水文地质测绘的范围宜为一个水文地质单元。

3.1.4 水文地质测绘的观测路线,宜按下列要求布置:

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

3.1.5 水文地质测绘的观测点,宜布置在下列地点:

- 1 地层界线、断层线、褶皱轴线、岩浆岩与围岩接触带、标志层、典型露头和岩性、岩相变化带等;
- 2 地貌分界线和自然地质现象发育处;
- 3 井、泉、钻孔、矿井、坎儿井、地表塌陷、岩溶水点和地表水体等。

3.1.6 水文地质测绘每平方公里的观测点和路线长度,可按表 3.1.6 确定。

表 3.1.6 水文地质测绘每平方公里的观测点和观测路线长度

测绘比例尺	地质观测点数(个/km ²)		水文地质观测点数(个/km ²)	观测路线长度(km/km ²)
	松散层地区	岩体地区		
1:100000	0.10~0.30	0.25~0.75	0.10~0.25	0.50~1.00

续表 3.1.6

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

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

2 水文地质条件简单时采用小值,复杂时采用大值,条件中等时采用中间值。

3.1.7 进行水文地质测绘时,应搜集、利用现有遥感影像资料进行判释与填图。遥感影像资料宜根据水文地质测绘的目的要求确定种类和比例尺。

3.1.8 遥感影像填图的野外工作量、每平方公里的观测点数和路线长度,宜符合下列要求:

1 地质观测点数宜为水文地质测绘地质观测点数的 30%~50%;

2 水文地质观测点数宜为水文地质测绘水文地质观测点数的 70%~100%;

3 观测路线长度宜为水文地质测绘观测路线长度的 40%~60%。

3.2 水文地质测绘内容和要求

3.2.1 地貌调查宜包括下列内容:

1 地貌的形态、成因类型、各地貌单元间的界线及其相互关系;

2 地形、地貌与含水层的分布及地下水的埋藏、补给、径流、排泄的关系;

3 新构造运动的特征、强度及其对地貌和区域水文地质条件的影响。

3.2.2 地层调查应包括下列内容:

- 1 地层的成因类型、时代、层序及接触关系；
- 2 地层的产状、厚度及分布范围；
- 3 不同地层的透水性、富水性及其变化规律。

3.2.3 地质构造调查应包括下列内容：

1 褶皱类型，褶皱轴的位置、长度及延伸和倾伏方向，两翼和核部地层的产状，裂隙发育特征及富水地段的位置；

2 断层的位置、类型、规模、产状、断距、力学性质和活动性，断层破碎带、断层影响带宽度，断层上、下盘的节理裂隙发育程度，断层带充填物的性质和胶结情况，断层带的导水性、含水性和富水地段的位置；

3 不同岩层层位和构造部位中节理的力学性质、发育特征、充填情况、延伸和交接关系及其富水性；

4 测区所属的地质构造类型、规模、等级和测区所在的构造部位及其富水性。

3.2.4 泉的调查应包括下列内容：

1 泉的出露条件、成因类型和补给来源；

2 泉的流量、水质、水温、气体成分和沉淀物；

3 泉的动态变化、利用情况；若有供水意义时，应设观测站进行动态观测。

3.2.5 水井调查应包括下列内容：

1 井的类型、深度、井结构；井的建成时间、成井方法；井周地层剖面；井的出水量、水位、水质及其动态变化；

2 地下水的开采方式、开采量、用途；开采后的变化及曾出现的问题；

3 选择有代表性的水井进行简易抽水试验。

3.2.6 地表水调查应包括下列内容：

1 地表水的流量、水位、水质、水温、含砂量及动态变化；地表水与地下水的补排关系；

2 地表水利用现状；作为人工补给地下水源的可能性；

3 河床或湖底的岩性和淤塞情况以及岸边的稳定性。

3.2.7 水质调查应包括下列内容：

1 水质简易分析，取样水点数不应少于本规范表 3.1.6 中水文地质观测点总数的 40%。分析项目应包括颜色、透明度、嗅和味、沉淀、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、pH 值、可溶性固形物总量、总硬度等；

2 水质专门分析，取样水点数不应少于简易分析点数的 20%。分析项目中，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 的有关规定；

3 划分地下水的水化学类型，了解地下水水化学成分的变化规律；

4 了解地下水污染的来源、途径、范围和危害程度。

3.3 各类地区水文地质测绘的专门要求

3.3.1 各类地区的水文地质测绘，应根据勘察任务要求和地区的水文地质条件确定调查的内容、范围及其工作精度。

3.3.2 山间河谷及冲洪积平原地区的调查，宜包括下列内容：

1 古河道的变迁、古河床的分布和多种成因沉积物的叠置情况及其特点；

2 阶地的形态、分布范围、地质结构、成因和叠置关系。

3.3.3 冲洪积扇地区的调查，宜包括下列内容：

1 冲洪积扇的边界、规模和分布，扇轴的位置和走向，沿扇轴方向的岩性变化规律；

2 地下水溢出带的位置和水文地质特征。

3.3.4 滨海平原、河口三角洲和沿海岛屿地区的调查，宜包括下列内容：

1 涨潮、落潮时海水水边线位置，咸水与淡水的分界面及其变化规律；

2 淡水层(透镜体)的分布范围、厚度和水位，及其动态变化；

3 咸水区中淡水泉的成因、补给来源、出露条件、水质和泉水流量；

4 潮汐规律及对地下水动态的影响。

3.3.5 黄土地区的调查,宜包括下列内容:

1 黄土层中所夹粉土、姜结石和砂卵石含水层的分布范围、埋藏条件和富水性；

2 黄土柱状节理、孔隙、溶蚀孔洞的发育特征和含水性；

3 黄土塬上洼地的分布、成因和含水性；

4 黄土下伏岩层的含水性或隔水性。

3.3.6 沙漠地区的调查,宜包括下列内容:

1 古河道、潜蚀洼地和微地貌的分布及其与地下淡水层的关系；

2 喜水植物的分布及其与地下水的埋深和化学成分的关系；

3 地下水的埋藏条件；地下水的矿化度变化规律；淡水层的分布范围。

3.3.7 冻土地区的调查,宜包括下列内容:

1 多年冻土和岛状多年冻土的分布范围；

2 冻土地貌的分布规律及其与地下水的关系；

3 多年冻土层的上下限、厚度、分布规律和赋存的地下水类型；

4 连续多年冻土层中的岛状融区的成因、类型、分布范围和水文地质特征。

3.3.8 可溶岩地区的调查,宜包括下列内容:

1 微地貌和岩溶泉与地下水分布的关系；

2 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；

3 暗河和地下湖的位置、规模、水位、流量、水温、动态特征及其补给条件和开发条件；

4 大型洞穴的形状、规模和充填物。

3.3.9 岩浆岩和变质岩地区的调查,宜包括下列内容:

- 1 风化壳的发育特征、分布规律和含水性;
- 2 岩体和岩脉的岩性、产状、规模、穿插特征及其与围岩接触带的破碎程度和含水性;
- 3 玄武岩的柱状节理和孔洞的发育特征及其含水性。

3.3.10 碎屑岩地区的调查,宜包括下列内容:

- 1 岩层的互层情况,风化裂隙、构造裂隙的发育程度和深度及其与地下水赋存的关系;
- 2 可溶盐的分布和溶蚀程度,咸水与淡水的分界面。

4 水文地质物探

4.0.1 采用水文地质物探方法,应根据地区的水文地质条件、被探测体的物理特征和需要查明的水文地质问题等因素确定。物探工作时,宜采用多种物探方法综合测定。

4.0.2 采用物探时,被探测体应具备下列基本条件:

- 1 与相邻介质对同一物性参数有明显的差异;
- 2 有一定的规模;
- 3 在干扰条件下,被探测体所引起的异常值应有足够的显示。

4.0.3 物探方法可用于探测下列内容:

- 1 覆盖层的厚度、隐伏的古河道和掩埋的冲积扇的位置;
 - 2 断层、裂隙带、岩脉等的产状和位置;
 - 3 含水层、隔水层的埋藏深度、宽度和厚度;
 - 4 地层剖面;
 - 5 地下水的水位、流向和渗透速度;
 - 6 地下水的可溶性固体物和咸、淡水的分布范围;
 - 7 暗河的位置和隐伏岩溶的分布;
 - 8 多年冻土层下限的埋藏深度。
- 4.0.4** 对勘探钻孔宜进行水文测井工作,配合钻探取样划分地层,并取得有关参数。
- 4.0.5** 物探工作的布置、测网的密度、参数的确定、检查点的数量及精度要求,应按现行行业标准《冶金勘察物探规程》YBJ 41 的有关规定执行。
- 4.0.6** 对物探的实测资料,应结合地质和水文地质条件进行综合分析,并应提出具有与任务要求相应的水文地质解释的物探成果。

4.0.7 物探成果资料应包括物探工作报告、物探平面布置图、物探工作成果图等。

4.0.8 物探的方法可按本规范附录 A 选择。

5 水文地质钻探

5.1 勘探线、钻孔的布置原则

5.1.1 水文地质钻探工作的布置,应根据不同的水文地质勘察目的,在综合分析和研究水文地质测绘、水文地质物探以及既有勘察资料的基础上,按下列因素确定:

- 1 水文地质条件的复杂程度;
- 2 需水量和勘察阶段;
- 3 保护环境,少受干扰,不受破坏;
- 4 地下水资源评价方法。

5.1.2 钻探工作应查明下列内容:

- 1 含水层的岩性、厚度、数量、埋藏深度、分布范围及边界条件;
- 2 地下水的水力性质、水位、流向、水力坡度;
- 3 含水层间的水力联系;
- 4 含水层和地表水体的水力联系;
- 5 含水层的渗透性能;
- 6 基岩裂隙、溶洞的空间位置及发育程度。

5.1.3 宽度小于5km的山间河谷、冲积阶地内的勘探线布置,应垂直地下水流向或地貌单元。对傍河或河床下取渗透水时,应结合拟建取水构筑物类型布置垂直和平行河床的勘探线。

5.1.4 冲洪积平原和宽度大于5km的阶地等地的勘探线布置,应垂直地下水流向。

5.1.5 冲洪积扇地区的勘探线,应在富水地段沿扇轴的垂线布置。

5.1.6 滨海沉积地区勘探线的布置,应先垂直海岸线布置,再在

淡水一侧,垂直地下水流向布置勘探线。

5.1.7 黄土地区的勘探线,应垂直和沿河谷、黄土洼地以及平行黄土塬的长轴布置。

5.1.8 沙漠地区的勘探线,应垂直和沿河流、古河道和潜蚀洼地或垂直沙丘覆盖的冲积、湖积含水层地下水流向布置。

5.1.9 多年冻土地区的勘探线应垂直河流布置,并应查明融区类型;应结合地貌横切耐寒或喜水植物生长地段布置,并应查明冻土与融区分布界线。

5.1.10 碎屑岩地区勘探钻孔,应布置在下列地段:

- 1 厚层砂岩、砾岩分布区的断裂破碎带;
- 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 背斜轴部及其倾没端等构造变动显著的地段;
- 5 产状近于水平的岩层的裂隙密集带和共扼裂隙的密集部位;
- 6 碎屑岩与岩浆岩岩脉或侵入体的接触带附近;
- 7 地下水的集中排泄带。

5.1.11 可溶岩地区勘探钻孔除应按本规范 5.1.10 条的规定布置外,尚应布置在下列地段:

- 1 可溶岩与非可溶岩或弱可溶岩的接触带;
- 2 裂隙岩溶发育带;
- 3 岩溶微地貌发育处。

5.1.12 岩浆岩和变质岩地区勘探钻孔,应布置在下列地段:

- 1 断裂破碎带;
- 2 岩脉发育带;
- 3 不同岩体接触带;
- 4 弱风化裂隙发育带;
- 5 原生柱状节理和原生空洞发育部位。

5.1.13 松散层地区勘探线和勘探点距离宜按表 5.1.13 确定。

表 5.1.13 松散层地区勘探线和勘探点距离

勘察区分类		详查勘察阶段		勘探阶段	
		线距(km)	点距(km)	线距(km)	点距(km)
堆积平原地区		3.0~5.0	1.0~3.0	1.0~2.0	0.5~1.5
冲洪积扇地区		1.0~4.0	0.5~2.0	0.3~1.5	0.2~1.0
河漫滩及冲积阶地	宽度为 3km~5km	2.0~4.0	1.0~2.0	1.0~2.0	1.0~1.5
	宽度为 1km~3km	1.0~3.0	0.5~1.0	0.5~1.5	0.5~1.0
	宽度小于 1km	0.5~1.0	0.1~0.4	一般应在拟建取水构筑物处布置钻孔	

注:1 水文地质条件简单时取大值,复杂时取小值;条件中等时取中值;

2 河漫滩及冲积阶地的宽度是指河流一侧的宽度;

3 当搜集的钻孔资料、物探资料准确度较高时,可作为勘探点加以利用。

5.1.14 当在岸边修建渗透性取水构筑物时,勘探点至河水边线的距离,应根据河水污染、河岸冲刷淤积以及对水质、水温的要求等确定。

5.1.15 当需水量较小或水源地面积不大时,钻孔应布置在拟建生产井的地点或直接凿勘察生产井。

5.1.16 在岩溶地区布置钻孔时,必须根据影响半径、抽排水量、地层特征等因素控制地面沉降或地表塌陷对已有建筑物的影响。

5.2 钻探要求

5.2.1 钻孔深度应钻穿有供水或降水意义的含水层(带)或含水构造带。

5.2.2 钻孔应垂直。钻孔的孔斜率不宜大于 1%。

5.2.3 抽水试验钻孔的直径宜满足安装抽水设备和设计抽水量的要求;观测孔的直径应满足止水和观测水位的要求。

5.2.4 钻孔的钻进应符合下列要求:

1 岩体钻孔,应采用清水钻进;

2 松散层钻孔,可采用水压或泥浆钻进。当采用泥浆钻进时,在下过滤器和填滤料前,应将孔内的稠泥浆换为稀泥浆;

3 钻进有供水或降水意义的含水层或构造带时,严禁用白泥块和黏土球护壁。

5.2.5 当分层查明含水层(带)的水位、水质、水温、透水性或隔离含水层时,应进行止水工作。止水后应检查止水效果。

5.2.6 在钻进过程中,应对水位、水温、冲洗液消耗量、漏水位置、自流水的水头和流量、钻进现象、气体逸出情况、岩层变层界限、含水构造和溶洞的起止深度进行观测和记录。

5.2.7 岩体钻探过程中采取的岩芯应按顺序及时编录,并应标明岩芯的上、下方向深度。岩芯采取率宜符合下列要求:

- 1 完整岩层不宜小于 70%;
- 2 构造破碎带、风化带、岩溶带不宜小于 30%。

5.2.8 同一钻孔应采用同一量具测量深度,测量读数应至 cm。每钻进 50m 和变径及终孔时,应检查孔深。钻孔深度测量误差不宜大于 2%。

5.2.9 对需要回填的钻孔应根据含水层的水头、水质情况,分别进行回填或隔离封孔。

对有供水意义的含水层部位,不应采用黏土回填和隔离。

5.2.10 钻孔均应测量孔口坐标和高程。

5.3 过滤器

5.3.1 抽水孔过滤器的类型宜按表 5.3.1 选用。

表 5.3.1 抽水孔过滤器类型

含水层	过滤器类型
具有裂隙、溶洞(其中有大量充填物)的基岩	骨架过滤器、缠丝过滤器或填砾过滤器
卵(碎)石、圆(角)砾	缠丝过滤器或填砾过滤器
粗砂、中砂	包网过滤器、缠丝过滤器或填砾过滤器
细砂、粉砂	填砾过滤器

注:1 基岩含水层,当裂隙、溶洞(其中很少充填物)稳定时,可不设置过滤器;

2 观测孔可采用包网过滤器。

5.3.2 抽水孔过滤器的直径,应根据出水量、试验段长度和抽水设备等因素确定。在松散层中,宜大于 200mm;在岩体中,宜大于 100mm。观测孔过滤器的管径不宜小于 50mm。

5.3.3 抽水孔过滤器骨架管的孔隙率,不宜小于 20%。

5.3.4 包网、缠丝过滤器孔隙的尺寸,应根据含水层的颗粒级配确定,并应符合下列要求:

- 1 均质砂类,宜为含水层主要颗粒直径或 d_{50} 的 1 倍~2 倍;
- 2 非均质砂类,细砂宜为 $d_{50} \sim d_{60}$;中砂宜为 $d_{40} \sim d_{50}$;粗砂宜为 $d_{30} \sim d_{40}$;
- 3 碎石类,应按含水层中颗粒的直径和含量确定。

注: d_{30} 、 d_{40} 、 d_{50} 、 d_{60} 为含水层土试样筛分中,能通过网眼的颗粒,其累计重量占试样全重分别为:30%、40%、50%、60%时的最大颗粒(或网眼)直径。

5.3.5 抽水孔过滤器工作部分长度可与含水层厚度一致。当含水层厚度超过 30m 时,过滤器长度可根据含水层的透水性大小采用 20m~30m。观测孔过滤器长度不宜小于 2m。

5.3.6 填砾过滤器的填砾规格和缠丝间隙可按下列要求确定:

1 当砂土类含水层的 η_1 小于 10 时,填砾规格应采用下式计算:

$$D_{50} = (6 \sim 8) d_{50} \quad (5.3.6-1)$$

2 当碎石土类含水层的 d_{20} 小于 2mm 时,填砾规格应采用下式计算:

$$D_{50} = (6 \sim 8) d_{20} \quad (5.3.6-2)$$

3 当碎石土类含水层 d_{20} 大于或等于 2mm 时,可充填粒径为 10mm~20mm 的填砾;

4 填砾过滤器填的 η_2 值应小于或等于 2;

5 填砾过滤器的缠丝间隙和不缠丝过滤器的孔隙尺寸,应采用 D_{10} ;

6 填砾过滤器的填砾厚度,粗砂和颗粒大于粗砂的含水层宜为 75mm;中砂、细砂和粉砂含水层宜为 100mm。

- 注: 1 η_1 为砂土类含水层的不均匀系数, 即 $\eta_1 = d_{60}/d_{10}$;
2 η_2 为填砾过滤器砾料的不均匀系数, 即 $\eta_2 = D_{60}/D_{10}$;
3 d_{10} 、 d_{20} 为含水层土试样筛分中, 能通过网眼的颗粒, 其累计重量占试样全重分别为 10%、20% 时的最大颗粒直径;
4 D_{10} 、 D_{50} 、 D_{60} 为砾料试样筛分中, 能通过网眼的颗粒, 其累计重量占试样全重分别为 10%、50%、60% 时的最大颗粒直径。

5.3.7 抽水孔过滤器的下端, 宜设置管底封闭的沉淀管, 沉淀管的长度宜为 2m~4m。

5.3.8 安装过滤管前, 应测量孔深。过滤管应安装在设计深度, 安装完毕应绘制包括地层、钻孔结构的柱状图。

5.4 洗 井

5.4.1 在井管、过滤器安装(填砾)完毕后应及时对抽水孔、观测孔、抽水管井进行洗孔(井)。

5.4.2 洗井可根据含水层类型、抽水孔结构、成井工艺等选用水泵、压缩空气、活塞、物理化学等洗井方法, 并宜采用两种以上方法联合洗井。

5.4.3 洗井的质量应符合下列要求:

- 1 井水中不应含有泥浆等管井施工物质, 井水应无色透明;
- 2 出水量宜接近设计要求或连续两次单位出水量之差小于 10%;
- 3 在 24h 的连续洗井过程中, 井水含砂量应无明显的下降趋势;
- 4 观测孔也应进行洗孔, 宜洗至水位变化反应灵敏。

5.5 土样、岩样及水样的采取

5.5.1 采取的松散层土样应符合下列要求:

- 1 取出的土样应正确反映原有地层的颗粒组成;
- 2 采取鉴别地层的土试样时, 非含水层宜每 3m~5m 取一件, 含水层宜每 2m~3m 取一件, 变层时, 应加取一件;

3 采取土试样时,厚度大于 4m 的含水层,宜每 4m~6m 取一件;含水层厚度小于 4m 时,应取一件;

4 土试样的重量宜符合下列要求:

- 1)砂样宜大于 1kg;
- 2)圆砾(角砾)样宜大于 3kg;
- 3)卵石(碎石)样宜大于 5kg。

5.5.2 当有测井和井下电视配合取样工作时,鉴别地层的土样、岩样(岩芯)的数量可适当减少。

5.5.3 钻探过程中,需要查明含水层(段)的水质变化规律时,应分层(段)采取水样。

5.5.4 地层的年代和分层,可选择有代表性的钻孔,采取孢粉和微古生物样品确定。

5.6 地层描述

5.6.1 土、岩样(岩芯)采取后,应立即进行定名及描述。

5.6.2 松散层土的分类和名称,应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的有关规定。

5.6.3 土样和岩样(岩芯)的描述内容,应符合表 5.6.3 的规定。

表 5.6.3 土样和岩样(岩芯)的描述内容

岩层分类	描述内容
碎石土类	名称、岩性成分、浑圆度、分选性、粒度、胶结情况、充填物(砂、粘性土等)及其所占百分数等
砂土类	名称、颜色、胶结情况、包含物(黏性土、动植物残骸、卵石、圆砾等)及其百分数等
黏性土类	名称、颜色、湿度、可塑性、有机物含量及包含物等
岩石类	名称、颜色、矿物成分、结构、包裹物、胶结成分、风化程度、裂隙发育程度、溶洞大小及其充填物等

6 水文地质试验与测试

6.1 抽水试验

6.1.1 抽水试验应符合下列要求：

1 抽水孔的布置,应根据工程性质、勘察阶段,地质、水文地质条件和地下水资源评价方法等因素确定,并宜符合下列要求:

- 1) 详查阶段,在可能富水的地段均宜布置抽水孔;
- 2) 勘探阶段,在含水层(带)富水性较好和拟建取水构筑物的地段均宜布置抽水孔。

2 抽水孔占勘探孔(不包括观测孔)总数的百分比,不宜少于表 6.1.1 的规定;

表 6.1.1 抽水孔占勘探孔总数的百分比(%)

地 区	详查阶段	勘探阶段
岩体地区	80	90
岩性变化较大的松散层地区	70	80
岩性变化不大的松散层地区	60	70

3 抽水试验的工作量中,宜包括带观测孔的抽水试验。观测孔的布置,应根据试验目的和计算公式的要求确定,并宜符合下列要求:

- 1) 以抽水孔为原点,宜布置 1 条~2 条观测线;
- 2) 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,宜分别垂直和平行地下水流向布置;
- 3) 每条观测线上的观测孔不宜少于 3 个;
- 4) 观测孔与抽水孔的距离,宜根据具体水文地质条件确定;与抽水孔距离最近的第一个观测孔,应避免三维流的影响;最远的观测孔距第一个观测孔的距离不宜太远;并应

保证各观测孔内有一定水位下降值；

5)各观测孔的过滤器长度宜相等,并应安置在同一含水层中。

4 对富水性强的大厚度含水层,可划分几个试验段,根据需要可对其中一段或几段进行分段抽水试验；

5 当需对多层含水层作分层研究时,应进行分层抽水试验；

6 采用数值法评价地下水资源时,宜进行大流量、大降深的群孔抽水试验；

7 抽水试验前和抽水试验时,应同步测量抽水孔和观测孔、周边水文地质点的自然水位、动水位；当自然水位的日动态变化很大时,应掌握其变化规律和对抽水试验的影响；

8 抽水试验时,应防止抽出的水在抽水影响范围内回渗到含水层中；

9 在同一试验中,应采用同一方法和工具观测水位；抽水孔的水位测量应读数到 cm,观测孔的水位测量应读数到 mm；

10 当采用堰箱或孔板流量计测量出水量时,水位测量应读数到 mm；采用容积法时,量桶充满水所需的时间不宜少于 15s,应读数到 0.1s；采用水表时,应用秒表测定流出 10m^3 水所需的时间,并应精确到 0.1s；

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

12 抽水试验停止后,应测量抽水孔和观测孔的恢复水位；恢复水位的测量,应符合本规范第 6.1.3 条第 3 款的规定；

13 抽水试验结束后,应检查孔内沉淀情况；孔内沉淀物较多时,应分析原因,必要时,应进行处理；

14 抽水试验时,井水稳定含砂量不得大于 $1/20000$ (体积比)。

6.1.2 稳定流抽水试验应符合下列要求：

1 抽水试验时,水位下降段次宜为 3 次,也可根据试验目的

和水文地质条件减少为 2 次或 1 次；进行 3 次下降的试验时，其中最大下降值宜接近孔内的设计动水位，其余 2 次下降值宜分别为最大下降值的 $1/3$ 和 $2/3$ ；各次下降的水泵吸水管口的安装深度应相同；

2 抽水试验的稳定标准应符合下列要求：

1) 在抽水稳定延续时间内，抽水孔出水量和动水位与时间关系曲线只在一定的范围内波动，且没有持续上升或下降的趋势；

2) 当有观测孔时，应以最远观测孔的动水位判定。

3 抽水试验的稳定延续时间可根据试验目的和水文地质条件适当调整，并宜符合下列要求：

1) 卵石、圆砾和粗砂含水层为 8h；

2) 中砂、细砂和粉砂含水层为 16h；

3) 岩体含水层(带)为 24h。

4 抽水试验时，动水位和出水量观测的时间，宜在抽水开始后的第 5min、10min、15min、20min、25min、30min 各测一次，以后每隔 30min 或 60min 测一次。

水温、气温观测的时间，宜每隔 2h~6h 同步测量一次。

6.1.3 非稳定流抽水试验应符合下列要求：

1 抽水孔的出水量，应采用出水量为常量的方法；

2 抽水试验的延续时间，应按水位下降与时间关系曲线确定，并应符合下列要求：

1) 水位下降与时间关系曲线有拐点时，则延续时间宜到拐点后的线段趋于水平；

2) 水位下降与时间关系曲线没有拐点时，则延续时间宜根据试验目的确定。

3 抽水试验时，动水位和出水量观测的时间，宜在抽水开始后第 1min、2min、3min、4min、6min、8min、10min、15min、20min、25min、30min、40min、50min、60min、80min、100min、120min 各观

测一次,以后可每隔 30min 观测一次。

6.1.4 群孔抽水试验应符合下列要求:

1 符合下列情况之一时,宜进行群孔抽水试验。

1)验证勘察区出水能力和工程降水的可能性;

2)验证勘察区局部地段阶段性成果,编制或调整后续勘察方案;

3)确定勘察地段适宜的开采量、开采井数量和合理布局;

4)需查明勘察地段对勘察区周边或区内其他地段可能产生的影响时。

2 群孔抽水试验的抽水孔数量、总抽水量及延续时间宜根据水文地质条件和试验目的确定;

3 群孔抽水试验时,应对勘察区内及勘察区周边水文地质点、地表水体进行同步观测;

4 当进行两个抽水孔的互阻抽水试验时,其抽水孔间距、水位下降值宜根据试验目的确定。

6.1.5 开采性抽水试验应符合下列要求:

1 应在枯水期进行;

2 总出水量宜等于或接近委托水量;

3 下降漏斗的水位能稳定时,稳定抽水延续时间不宜少于 1 个月。下降漏斗的水位不能稳定时,则抽水试验宜延续至下一个补给期来临;

4 应对勘察区内及勘察区周边水文地质点、地表水体进行同步观测。

6.2 渗、注水试验

6.2.1 渗、注水试验方法应根据试验目的要求和场地地质条件进行选择。

6.2.2 渗、注水试验点(试坑或钻孔)应布置在有代表性的地段。试验数量应根据岩(土)层的变化程度确定。

利用已有钻孔进行注水试验时,应了解钻孔结构,并应测量孔深。

6.2.3 渗、注水试验前,应对场地地下水位进行观测。

6.2.4 渗、注水试验应使用清水,并应保证试验用水充足且对实验场地的水土环境不产生污染。

6.2.5 渗水试验应符合下列要求:

1 可选择试坑法、单环法、双环法;

2 采用试坑法应保持环内水位在 10cm 高度,其波动幅度允许偏差为 0.5cm,流量观测精度应达到 0.1l;稳定延续时间不应小于 4h;

3 采用双环法渗水试验时,渗水结束后应立即开挖或钻探,并应按规定方法判明水的渗入深度。

6.2.6 注水试验应符合下列要求:

1 可选择常水头或降水头钻孔法;

2 钻孔法注水试验时,钻孔结构应能满足注水试验要求。注水试验前应洗孔,并应清除钻探岩粉和孔底沉淀物;

3 采用常水头法钻孔注水试验时,应保持固定水头不变,其波动幅度允许偏差为 1cm,流量观测精度应达到 0.1l;稳定延续时间应大于 2h。

6.3 压水试验

6.3.1 压水试验钻孔应采用清水钻进。压水试验前应洗孔,并应达到钻孔底部无沉淀岩粉。

6.3.2 止水栓塞与孔壁应有良好的适应性、可靠性。栓塞入孔前应加压检查,合格后可投入使用。

6.3.3 压水试验用水应清洁。供水水泵应出水均匀,压力应稳定。试验所用压力表、流量计应进行校验。

6.3.4 压水试验应符合下列要求:

1 压水试验宜采用分段压水法,试验段的长度可为 5m~

10m;

- 2 在同一工程中压水试验段长度与试验的总压力值宜一致;
- 3 相邻试验段之间应互相衔接,可少量重叠,不得漏段;
- 4 对于透水性较强的岩层、构造破碎带等,应根据具体情况确定试验段长度。同一试验段不宜跨越渗透性相差悬殊的岩层;

5 孔内冲洗液突然消失或消耗量急剧增大时,应停钻进行压水试验或其他水文地质工作。

6.3.5 压水试验开始前,应测量试验孔、观测孔水位。

6.3.6 压水试验正式开始之前,应进行不少于 20min 的试验性压水,其压力值应与正式压水时的压力值相同。

试验性压水时,应对试验设备、仪表性能、栓塞止水效果等进行检查,发现问题时,应立即处理。

6.3.7 压水试验应符合下列要求:

- 1 压水试验时,试验压力应达到预定压力值,并应保持稳定;
- 2 每 1min~2min 应测读一次压入水量并进行记录;
- 3 当压入水量无持续增大趋势,且 5 次流量读数中最大值与最小值之差小于最终值的 10%,或流量读数的最大值与最小值之差小于 1l/min 时,本段试验可结束,并应以最终流量读数作为计算流量;

4 应将试段压力调整到新的预定值,并应重复本条第 3 款试验过程,直到完成该试段的试验。

6.3.8 在压水试验过程中,应同时观测管外的水位变化情况。当发现管外水位异常,应立即检查相关设施,并应分析原因。当止水无效时,应采取改变栓塞位置等措施。

6.3.9 在压水试验过程中,应注意观测试验孔附近地表有无水流渗出,及可能受试验影响的坑、孔、井、泉等有无异常现象,并应进行记录。当出现异常时,应分析原因,并应及时采取相应措施。

6.4 回灌试验

6.4.1 回灌试验宜在下列地区进行：

- 1 增加地下水开采量，防止过量开采地下水或利用地表水作为地下水资源调节的地区；
- 2 防止海水入侵，咸水越流或改善地下水水质的地区；
- 3 防止地下水过量开采引起的地面沉降或塌陷的地区；
- 4 利用含水层储存冷、热源的地区；
- 5 适宜应用水(地)源热泵技术的地区。

6.4.2 回灌试验选用的方法，应根据回灌水来源情况、回灌地层特点和技术经济等因素确定，并应符合下列要求：

- 1 利用地表水(含农田灌溉水)作为储备，采用地面入渗增加地下水补给时，回灌试验宜采用地面入渗法；
- 2 利用地表水作为水源，采用管井、大口井等设施增加地下水的补给时，回灌试验应采用地下灌注法。

6.4.3 回灌试验所用水源，宜与拟提供回灌用水的水源一致。

6.4.4 回灌试验用水的水质应符合下列要求：

- 1 回灌试验用水应清洁，严禁地下水水质因进行回灌试验而遭受污染；
- 2 采用水井进行回灌试验时，回灌用水不应含有使井管和过滤器腐蚀的气体、离子和微生物等。

6.4.5 回灌试验时，应在回灌用水提供(开采)处和回灌试验处设立适当数量的观测孔。

6.4.6 当采用水(地)源热泵技术进行回灌试验时，应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的有关规定，并应符合下列要求：

- 1 以地下水作为热(冷)源时，经热交换的水在确保未受污染的情况下，可再回灌地下并进行回灌试验；
- 2 以其他水(如地表水、中水等)作为热(冷)源时，水质未经

验证许可,热交换后的水不可回灌地下。

6.4.7 长期回灌时,应进行长期回灌的环境评价。

6.5 地下水流向和流速的测试

6.5.1 地下水流向可利用等水位线图、等水压线图、不在一条直线上三点的地下水位,以作图法确定;也可利用物探方法确定。

6.5.2 在松散层或裂隙发育的岩体中,可采用放射性同位素稀释法或示踪试验测定地下水流向、实际流速和渗透速度等。

6.5.3 地下水实际流速可采用化学法、比色法等指示剂法测试。采用指示剂测定地下水实际流速时,应符合下列要求:

1 沿地下水流向布置两个钻孔,其孔距应根据含水层的岩性确定;

2 选用的示踪剂应便于测量、经济、不污染地下水源。

6.5.4 抽水时孔内的实际流速可采用钻孔流速仪测量。

6.6 其他测试

6.6.1 岩体内的钻孔可利用井下电视观察和测定裂隙、岩溶位置及发育程度等。

6.6.2 水中同位素含量测试分析成果,可用于分析地下水的成因、形成条件、补给源、径流途径、水中化学成分运移变化等。当常规勘察方法不易查清水文地质条件时,可采用同位素含量测试分析方法。

6.6.3 水样及岩土样的测试项目及方法,可根据勘察要求确定。

7 地下水动态观测

7.0.1 地下水动态观测应主要包括对水位、水温和水质的观测。必要时还应包括对地下水开采量和天然溢出量的观测。

7.0.2 地下水动态观测工作在勘察期间应尽早进行,并宜符合下列要求;

1 可行性研究阶段,应利用既有地下水动态资料,了解地下水动态特征;

2 详查阶段,应建立控制勘察区域或开采影响范围的地下水动态观测网、点,其观测时间不宜少于一个枯水期;

3 勘探阶段,应健全地下水动态观测网、点,其观测时间不宜少于一个水文年;

4 开采期阶段,应根据研究目的调整观测网、点的设置,增加观测内容,并应长期观测。

7.0.3 不同水文地质条件地下水动态观测网、点的布置,宜符合下列要求:

1 冲洪积平原地区,应沿地下水流向和垂直地下水流向布置;

2 冲洪积扇地区,应沿地下水流向布置,并应在溢出带选择典型泉为观测点;

3 山间河谷地区,应垂直河谷布置;

4 滨海地区,应垂直咸水和淡水分界面布置;

5 岩溶地区,应沿岩溶发育带布置,并应在主要岩溶微地貌发育处及代表性泉和暗河处布置;

6 岩体地区,应沿主要构造富水带布置,并应选择代表性泉为观测点。

7.0.4 地下水动态观测孔(点)的布置,宜符合下列要求:

1 查明各含水层之间的水力联系时,宜分层布置;

2 需要边界地下水动态资料时,宜在边界附近有代表性的地段布置;

3 查明污染源对水源地的影响时,应根据污染源在地下水中的扩散形式,宜平行和垂直地下水流向布置;

4 需要查明咸水和淡水分界面的水位动态资料时,宜垂直分界面布置;

5 需要计算地下水径流量用的水位动态资料时,宜垂直和平行计算断面布置;

6 需要计算降水入渗系数用的水位动态资料时,宜选择有代表性的不同地段布置;

7 查明地下水与地表水体之间的水力联系时,宜垂直地表水体的岸边线布置;

8 查明水源地下降漏斗发育情况时,宜通过漏斗中心布置相互垂直的两条观测线;

9 查明两个水源地的相互影响或矿区排水对水源地的影响时,宜在两个下降漏斗中心连线的方向上布置;

10 岩体降水的观测网应布置在主要含水层和预计主要充水方向上。

7.0.5 地下水动态观测点,宜利用已有的勘探钻孔、水井和泉。

7.0.6 地下水动态观测内容,宜包括水位、水温、水质和水量,在观测期间还应掌握有关气象和水文资料。

在观测地下水与地表水水力联系时,应同时观测地表水体的动态。

7.0.7 地下水水位、水温和水量(泉)的动态观测,宜每隔 5d~10d 进行一次。当其变化急剧时,应增加观测次数。各观测点的同一观测项目应在同一天观测。

计算降水入渗系数的水位观测时间,应根据计算的具体要求

确定。

7.0.8 地下水动态观测的水质分析和细菌检验水样,宜在丰水期和枯水期各取一次,在地下水受污染地区应增加取样次数。在钻孔或井中采取水样时,应进行抽(掏)水工作。

当查咸水和淡水分界面时,宜每月取水样一次,做单项离子分析。

7.0.9 地下水动态观测的仪表和工具,在同一项目中应采用同一方法和工具,并应定期检查其精度。水位测量应读至 mm;水温测量应读至 0.1℃。

7.0.10 观测孔有淤塞、水位变化反应不灵和孔口有变动的情况时,应及时处理。其他观测标志有变动情况,也应分析原因,及时处理。

8 水文地质参数计算

8.1 一般规定

8.1.1 水文地质参数的计算,应按勘察工程的目的和任务,根据当地水文地质条件,合理选择公式。常用的水文地质参数,宜包括渗透系数、影响半径、给水度、储水系数、降水入渗系数、越流参数等。

8.1.2 当采用观测孔资料时,本章所列潜水孔计算公式的使用范围应限制在抽水孔水位下降漏斗坡度小于 $1/4$ 处。

8.1.3 对拟选用的参数计算公式,应论证拟选公式的适用条件符合试验工作的实际。当适用条件仅基本符合而又无更合适的计算公式时,应作出按此公式计算出参数值的合理性分析,及其对评价精度的影响。

8.2 渗透系数

8.2.1 根据单孔稳定流抽水试验资料计算渗透系数时,可采用本规范表 B.1.1 中的公式,并应符合下列要求:

1 当 $Q-s$ (或 Δh^2)关系曲线呈直线时,可直接选用本规范表 B.1.1 中的公式;

2 当 $Q-s$ (或 Δh^2)关系曲线呈曲线,而 s/Q (或 $\Delta h^2/Q$)- Q 关系曲线呈直线时,可采用作图法求得纵轴(s/Q)上的截距 α ,并将拟从本规范表 B.1.1 内选用公式中的 Q/s 或 $Q/(H^2-h_w^2)$ 项以 α 代入后计算渗透系数;

3 当 $Q-s$ (或 Δh^2)关系曲线呈任一形式曲线时,可采用插值法得出代数多项式 $Q-s$,并将拟采用公式中的 Q/s (或 $Q/H^2-h_w^2$)项以 $1/\alpha_1$ 代换,计算渗透系数。插值法的操作可按现行国家标准

《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的有关规定执行。

8.2.2 多孔稳定流抽水试验,当观测孔中的降深 s (或 Δh^2), 在 $s-\lg r$ (或 $\Delta h^2-\lg r$) 关系曲线上呈直线时, 则宜采用本规范表 B. 1. 2 中的公式计算渗透系数。

8.2.3 单孔非稳定流抽水试验, 在没有越流补给的条件下, 利用抽水孔或观测孔中的水位下降资料计算渗透系数时, 可采用下列公式:

1 配线法。 $W(u)$ 与 u 可按配线法求得, 配线法操作, 可按本规范第 B. 2 节执行。可采用下列计算公式:

1) 承压水完整孔:

$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{0.08Q}{M_s} W(u) \\ u = \frac{S}{4KM} \cdot \frac{r^2}{t} \end{array} \right. \quad (8.2.3-1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{0.08Q}{M_s} W(u) \\ u = \frac{S}{4KM} \cdot \frac{r^2}{t} \end{array} \right. \quad (8.2.3-2)$$

2) 潜水完整孔:

$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{0.159Q}{\Delta h^2} W(u) \\ u = \frac{\mu}{4KH} \cdot \frac{r^2}{t} \end{array} \right. \quad \text{或} \quad \left\{ \begin{array}{l} K = \frac{0.08Q}{\bar{h}s} W(u) \\ u = \frac{\mu}{4K\bar{h}} \cdot \frac{r^2}{t} \end{array} \right. \quad (8.2.3-3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{0.159Q}{\Delta h^2} W(u) \\ u = \frac{\mu}{4KH} \cdot \frac{r^2}{t} \end{array} \right. \quad \text{或} \quad \left\{ \begin{array}{l} K = \frac{0.08Q}{\bar{h}s} W(u) \\ u = \frac{\mu}{4K\bar{h}} \cdot \frac{r^2}{t} \end{array} \right. \quad (8.2.3-4)$$

式中: $W(u)$ ——井函数;

S ——承压含水层的储水系数;

μ ——潜水含水层的给水度。

2 当 $\frac{r^2 S}{4KMt}$ (或 $\frac{r^2 \mu}{4Kh_t}$) < 0.01 时, 可采用下列直线法公式:

1) 承压水完整孔:

$$K = \frac{Q}{4\pi M(s_2 - s_1)} \cdot \ln \frac{t_2}{t_1} \quad (8.2.3-5)$$

2) 潜水完整孔:

$$K = \frac{Q}{2\pi(\Delta h_2^2 - \Delta h_1^2)} \cdot \ln \frac{t_2}{t_1} \quad (8.2.3-6)$$

式中： s_1, s_2 ——观测孔或抽水孔在关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值(m)；

$\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$ ——观测孔或抽水孔在 $\Delta h^2 \sim \lg r$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值(m²)；

t_1, t_2 ——在 s (或 Δh^2) $\sim \lg r$ 关系曲线上纵坐标为 s_1, s_2 (或 $\Delta h_1^2, \Delta h_2^2$) 两点的相应时间(min)。

8.2.4 单孔非稳定流抽水试验，在有越流补给的条件下，利用 $s \sim \lg t$ 关系曲线上拐点处的斜率计算渗透系数时，可采用下式计算：

$$K = \frac{2.3Q}{4\pi \cdot M \cdot m_i \cdot e^{r/B}} \quad (8.2.4)$$

式中： r ——观测孔至抽水孔的距离(m)；

B ——越流参数(按本规范第 B.3 节规定计算)；

m_i —— $s \sim \lg r$ 关系曲线上拐点处的斜率(按本规范第 B.3 节计算)；

$e^{r/B}$ ——查本规范表 B.3.5 确定。

8.2.5 稳定流抽水试验或非稳定流抽水试验，当利用水位恢复资料计算渗透系数时，可采用下列公式：

1 停止抽水前，若动水位已稳定，可采用式(8.2.4)计算，式中的 m_i 值应采用恢复水位的 $s \sim \lg(1 + \frac{t_k}{t_T})$ 曲线上拐点的斜率；

2 停止抽水前，若动水位没有稳定，仍呈直线下降时，可采用下列公式：

1) 承压水完整孔：

$$K = \frac{Q}{4\pi M s} \ln\left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right) \quad (8.2.5-1)$$

2) 潜水完整孔：

$$K = \frac{Q}{2\pi(H^2 - h^2)} \ln\left(1 + \frac{t_k}{t_T}\right) \quad (8.2.5-2)$$

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)。

3) 当利用观测孔资料时,应符合 $\frac{r_2 S}{4KMt_k}$ (或 $\frac{r^2 \mu}{4Kh t_k}$) < 0.01

的要求；

4) 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。

8.2.6 利用注水试验资料计算渗透参数时,可采用下列公式:

1 试坑渗水试验可按下列公式计算:

1) 单环法:

$$K = \frac{Q}{F} \quad (8.2.6-1)$$

2) 双环法:

$$K = \frac{QL}{F(H'_k + Z + L)} \quad (8.2.6-2)$$

式中: K ——渗透系数(cm/min)；

Q ——注入水量(cm^3/min)；

F ——渗透面积,双环法为内环面积(cm^2)；

Z ——水头高度,取 $Z=10\text{cm}$ ；

H'_k ——毛细压力,宜等于岩土毛细上升高度之半,其值按表 8.2.6 选取；

L ——试验结束时从试坑底算起的水的渗入深度(cm)。

表 8.2.6 毛细压力值(cm)

土层名称	黏土	粉质黏土	粉土	粉砂	细砂	中砂	粗砂
毛细压力值	1.00	0.80	0.40~ 0.60	0.30	0.20	0.10	0.05

2 钻孔常水头注水试验可按下列公式计算:

1) 试验段高于地下水位,与地下水位无关,注水水位不高于过滤器顶端时:

$$K = \frac{0.423Q}{h^2} \lg \frac{2h}{r} \quad (8.2.6-3)$$

2) 试验段低于地下水位, 且 $L/r \leq 4$ 时:

$$K = \frac{0.08Q}{rh \sqrt{\frac{L}{2r} + \frac{1}{4}}} \quad (8.2.6-4)$$

3) 试验段低于地下水位, 且 $L/r > 4$ 时:

$$K = \frac{0.366Q}{Lh} \lg \frac{2L}{r} \quad (8.2.6-5)$$

式中: K ——渗透系数(cm/s);

Q ——稳定时的注入水量(cm^3/s);

h ——注水水柱高度(cm);

L ——注水试验段长度(cm);

r ——注水孔半径(cm)。

8.2.7 利用压水试验资料计算渗透系数时, 可采用下列公式:

1 当试验段底部以下含水层厚度大于或等于试验段长度时:

$$K = 0.527\omega \lg \frac{0.66L}{r} \quad (8.2.7-1)$$

2 当试验段底部以下含水层厚度小于试验段长度时:

$$K = 0.527\omega \lg \frac{1.32L}{r} \quad (8.2.7-2)$$

$$\omega = Q/(P \cdot l) \quad (8.2.7-3)$$

$$P = P_B + P_z - P_s \quad (8.2.7-4)$$

式中: K ——渗透系数(m/d);

ω ——单位吸水量($l/\text{min} \cdot \text{m}^2$);

r ——钻孔半径(m);

L ——试验段长度(m);

Q ——钻孔压水的稳定流量(l/min);

P ——试验段总压力(m);

P_B ——压力表压力(m);

P_z ——压力表中心至压力计算零点的水柱垂直压力(m);

P_s ——压力损失(m)。

3 当试段位于地下水位以下,渗透性较小($q < 10\text{lu}$)、 $P \sim Q$ 曲线为层流时,可按下式计算:

$$K = \frac{Q}{2\pi HL} \cdot \ln \frac{L}{r} \quad (8.2.7-5)$$

式中: Q ——钻孔压水的稳定流量(m^3/d);

H ——试验水头(m);

q ——透水率(lu);

K ——渗透系数(m/d);

L ——试验段长度(m);

r ——钻孔半径(m)。

4 压力计算零线可按下列要求确定:

1) 地下水位在试段以下时,压力计算零线为通过试段 1/2 处的水平线;

2) 地下水位在试段以内时,压力计算零线为通过地下水位以上试段 1/2 处的水平线;

3) 地下水位在试段以上时,压力计算零线为地下水位线。

8.2.8 渗透系数可利用同位素示踪测井、连通试验资料计算。

8.3 影响半径

8.3.1 利用稳定流抽水试验观测孔中的水位下降资料计算影响半径时,可采用下列公式:

1 承压水完整孔:

$$\lg R = \frac{s_1 \lg r_2 - s_2 \lg r_1}{s_1 - s_2} \quad (8.3.1-1)$$

2 潜水完整孔:

$$\lg R = \frac{\Delta h_1^2 \lg r_2 - \Delta h_2^2 \lg r_1}{\Delta h_1^2 - \Delta h_2^2} \quad (8.3.1-2)$$

式中: R ——影响半径(m);

r_1, r_2 ——分别为两个观测孔距抽水孔的距离(m);

s_1, s_2 ——分别为观测孔中的水位下降值(m)。

3 承压水含水层可按下式计算:

$$R=10S\sqrt{K} \quad (8.3.1-3)$$

式中: S ——抽水井水位下降值(m);

K ——渗透系数(m/d)。

4 潜水含水层可按下式计算

$$R=2S\sqrt{HK} \quad (8.3.1-4)$$

式中: S ——抽水井水位下降值(m);

K ——渗透系数(m/d);

H ——潜水含水层厚度(m)。

8.3.2 利用勘察地段已知渗透系数,抽水孔出水量和水位下降值等,可按有关公式计算影响半径。

8.3.3 影响半径可根据含水层的岩性和富水特征采用经验数据。

8.4 给水度和储水系数

8.4.1 潜水含水层的给水度和承压含水层的储水系数,可利用单孔非稳定流抽水试验观测孔的水位下降资料计算确定。

8.4.2 潜水含水层的给水度和承压含水层的储水系数,也可采用野外试验和室内试验的方法确定。

8.4.3 资料缺乏地区,可根据岩性采用给水度和储水系数的经验值。

8.5 降水入渗系数

8.5.1 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。

8.5.2 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。

$$\alpha = \mu(h_{\max} - h \pm \Delta h \cdot t) / P_t \quad (8.5.2)$$

式中： α ——一次降水入渗系数；

h_{\max} ——降水后观测孔中的最大水柱高度(m)；

h ——降水前观测孔中的水柱高度(m)；

Δh ——临近降水前，地下水水位的天然平均降升速度(m/d)；

t ——从 h 变到 h_{\max} 的时间(d)；

P_t —— t 日内降水总量(m)；

μ ——潜水含水层的给水度。

8.5.3 资料缺乏地区，可根据水文地质条件的类似性，按降水入渗系数与降水量、包气带岩性和地下水位埋深之间的关系确定降水入渗系数。

9 地下水水量评价

9.1 一般规定

9.1.1 进行地下水水量评价,应具备下列资料:

- 1 勘察区含水层的岩性、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,地下水的补给、径流、排泄条件;
- 3 与勘察区有关的水文、气象资料和地下水动态观测资料;
- 4 初步拟定的取水构筑物类型、取水量和布置方案;
- 5 地下水的开采现状和今后的开采规划。

9.1.2 地下水水量评价的方法,应根据需水量、勘察阶段和勘察区水文地质条件确定。宜选择几种适合于勘察区特点的方法进行计算和分析比较,得出符合实际的结论。

9.1.3 进行地下水的水量评价时,应根据需水量要求,结合勘察区的水文地质条件,计算地下水的补给量和允许开采量,必要时应计算储存量。

9.1.4 进行地下水的水量评价,应符合下列要求:

- 1 应根据初步估算的地下水水量和拟定的开采方案,计算取水构筑物的开采能力和区域动水位;
- 2 应确定开采条件下能够取得的补给量;
- 3 应根据需水量和水源地类型,论证在整个开采期内的开采和补给的平衡;
- 4 应确定允许开采量,并应初步评价拟定开采方案经济技术条件的合理性。

9.1.5 计算和评价地下水水量时,计算时段的选择应符合下列要求:

1 补给量充足,水文地质单元具有多年调蓄能力时,可采用“多年平均”作为计算时段;

2 补给量不充足、水文地质单元调蓄能力不大时,可采用需水保证率年份作为计算时段;

3 介于本条第1款、第2款之间的水文地质单元,可采用连续枯水年组或设计枯水年组作为计算时段。

9.1.6 地下水水量评价时,应进行水均衡分析,确定地下水补给量、排泄量与储存量的变化量之间的关系。

9.2 补给量的确定

9.2.1 确定地下水的补给量时,应分别计算由下列途径进入含水层(带)的水量:

- 1 地下水径流流入;
- 2 降水渗入;
- 3 地表水渗入;
- 4 越层补给;
- 5 其他途径渗入。

9.2.2 计算补给量时,应按自然状态和开采条件下两种情况进行。

9.2.3 地下水径流流入量可按下列公式计算:

$$Q=K \cdot I \cdot B \cdot H \quad (9.2.3)$$

式中: Q ——地下水径流量(m^3/d);

K ——渗透系数(m/d);

I ——自然状态或开采条件下的地下水水力坡度;

B ——计算断面的宽度(m);

H ——自然状态或开采条件下计算断面含水层的厚度(m)。

9.2.4 降水入渗补给量可按下列公式计算:

1 按降水入渗系数计算时,可采用下列公式:

1) 有降水入渗补给地下水的专项试验研究成果时,可采用

下式计算降水入渗补给量:

$$Q = \sum P_i \alpha_i \cdot F / 365 \quad (9.2.4-1)$$

式中: Q ——日平均降水入渗补给量(m^3/d);

P_i ——年内各次降水量(m);

α_i ——对应各次降水量的入渗补给系数;

F ——降水入渗面积(m^2)。

2) 无专项试验研究成果时,可采用下式计算降水入渗补给量:

$$Q = F \cdot \alpha \cdot P / 365 \quad (9.2.4-2)$$

式中: α ——年平均降水入渗系数;

P ——年降水量(m)。

2 在地下水径流条件较差,以垂直补给为主的潜水分布区,计算降水入渗补给量时可采用下式:

$$Q = \mu \cdot F \cdot \sum \Delta h / 365 \quad (9.2.4-3)$$

式中: $\sum \Delta h$ ——年内每次降水引起的地下水水位升幅之和(m);

μ ——潜水含水层的给水度。

3 地下水径流条件良好的潜水分布区,可采用数值法计算降水入渗补给量。

9.2.5 农田灌溉水及人工漫灌水的人渗补给量,可根据下列方法计算:

1 按入渗系数法计算时:

$$Q = Q_g \cdot \beta \cdot F / 365 \quad (9.2.5)$$

式中: Q ——日平均灌溉及漫灌水渗入补给量(m^3/d);

Q_g ——年内进入田间的灌溉水总量(m);

β ——灌溉水或漫灌水入渗系数;

F ——农田灌溉或漫灌水入渗面积(m^2)。

2 可采用进入农田或灌入的水量减去蒸发蒸腾量及其他消耗量进行计算。

9.2.6 河、渠的人渗补给量,可根据勘察区上下游断面的流量差

计算和确定。

9.2.7 利用各单项补给量之和确定总补给量时,应对各单项补给项目进行具体分析,并确定对本区起主导作用的项目,并应避免重复。

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

$$Q_B = E + Q_Y + Q_J + Q_K + \Delta W / 365 \quad (9.2.8)$$

式中: Q_B ——日平均地下水补给量(m^3/d);

E ——日平均地下水蒸发量(m^3/d);

Q_Y ——日平均地下水溢出量(m^3/d);

Q_J ——流向开采区外的日平均地下水径流量(m^3/d);

Q_K ——日平均地下水开采量(m^3/d);

ΔW ——连续两年内相同一天的地下水储存量之差(储存量小于上年者取负值)(m^3/d)。

9.2.9 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(m^3/d)之和确定。

9.3 储存量的计算

9.3.1 潜水含水层的储存量,可按下列式计算:

$$W = \mu \cdot V \quad (9.3.1)$$

式中: W ——潜水的储存量(m^3);

μ ——潜水含水层的给水度;

V ——潜水含水层的体积(m^3)。

9.3.2 承压含水层的弹性储存量,可按下列式计算:

$$W = F \cdot S \cdot h \quad (9.3.2)$$

式中: W ——承压含水层的弹性储存量(m^3);

F ——承压含水层的面积(m^2);

S ——承压含水层的弹性储水系数;

h ——承压含水层自顶板算起的压力水头高度(m)。

9.4 允许开采量的计算和确定

9.4.1 允许开采量的计算和确定,必须符合下列要求:

1 在整个开采期内动水位的变化不应超过设计值,出水量不应持续减少;

2 水质、水温的变化不应超过允许范围;

3 不应发生危害性的环境地质现象,不得影响已建水源地的正常生产。

9.4.2 当能够确定勘察区地下水在开采条件下的各项均衡要素时,宜采用水量均衡法计算和确定允许开采量。

9.4.3 当地下水的补给以地下水径流为主,含水层厚度不大、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,允许开采量不应大于最小的地下水径流补给量。

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

9.4.5 当含水层埋藏较浅,开采期间有地表水充分补给时,可根据取水构筑物的型式和布局,采用有关岸边渗入公式确定允许开采量。

9.4.6 当需水量不大,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。

9.4.7 当地下水属周期性补给,且有足够的储存量,采用枯水期疏干储存量的方法计算允许开采量时,应符合下列要求:

1 能够取得的部分储存量,应满足枯水期的连续开采,且抽水孔中动水位的下降不得超过设计要求;

2 应保证被疏干的部分储存量能在补给期间得到补偿。

9.4.8 当采用泉水作为供水水源,评价泉的允许开采量时,应符合下列要求:

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

2 需水量接近泉的枯水流量时,可根据泉流量的动态曲线和流量频率曲线进行评价,也可建立泉流量的消耗方程式进行评价;

3 需水量大于泉的枯水流量时,如有条件,宜在枯水期进行降低水位的试验,确定有无扩大泉水流量的可能性,并应在此基础上进行评价。

9.4.9 利用暗河作为供水水源时,可根据多年枯水期暗河出口处的实测流量评价允许开采量。有长期观测资料时,也可结合地区的水文、气象资料,根据暗河的流量频率曲线进行评价。

9.4.10 在暗河分布地区,某个地段的允许开采量可采用地下径流模数法概略评价,也可选择合适的断面,通过天然落水洞、竖井或抽水孔进行抽水,并应计算过水断面上的总径流量进行评价。

9.4.11 当勘察区与某一开采区的水文地质条件基本相似,且开采区已具有多年的实际开采资料时,可采用比拟法评价勘察区的允许开采量。

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

9.4.13 当水文地质条件复杂、补给条件难以查明时,可采用开采性抽水试验的实测资料直接(或适当推算)确定允许开采量。

当实测的总出水量大于或等于需水量,动水位能较快达到稳定且不超过设计要求,停抽后动水位又能较快恢复时,抽水试验的时间不宜过长;当实测的总出水量小于需水量,动水位不能较快达到稳定且不超过设计要求,停抽后动水位不能较快恢复时,抽水试验的延续时间应符合本规范第 6.1.3 条和第 6.1.5 条的规定。

9.4.14 当采用数值法计算允许开采量时,应符合下列要求:

- 1 水文地质条件的概化,应符合下列要求:
 - 1)宜以完整的水文地质单元作为计算区;
 - 2)可根据含水层的岩性结构、水力性质、导水特征的不同,概化为潜水或承压水;均质或非均质,各向同性或各向异性,单层、双层或多层;
 - 3)可根据地下水流状态,概化为稳定流或非稳定流;一维流、二维平面流或剖面流,准三维流或三维流;
 - 4)可根据计算区边界及地下水位(水头)和径流量的特征概化为给定地下水水位(水头)的一类边界,或给定侧向径流量的二类边界,或给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界;
 - 5)计算区内部有断层时,应根据断层的导水、阻水性作专门处理。
- 2 数值模型的建立,应符合下列要求:
 - 1)计算区网格剖分的疏密,应与相应勘察阶段的资料相适合,并应布局合理;
 - 2)应按含水层特征分区,给出水文地质参数的初始估算值,需在模型识别过程中调整分区时,应与其水文地质特征相符合;
 - 3)降水、河渠、灌溉水入渗补给,蒸发、泉水溢出排泄等输入、计算和输出的步长不宜大于1个月;
 - 4)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,数值模型的识别和检验,应利用相互独立的不同时段的数据分别进行,资料系列长度各不宜少于一个水文年;
 - 5)利用非稳定流试验资料识别模型,应使地下水位的实际观测值与模拟计算值的变化曲线 $h-t$ 趋势一致,并采用使得水位拟合均方差等目标函数达到最小,作为判断标准;

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

3 地下水预报应符合下列要求:

- 1) 对计算区的大气降水和河川径流进行水文分析, 评价平、枯、丰不同年份的降水量和径流量, 作为地下水预报的基础;
- 2) 根据预测分时段给出预报的外部条件, 包括预报期间的边界流量、水位、垂向交换的水量等; 必要时, 可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) 对给定的方案或各种可行的开采方案进行预报, 应论证其是否满足给定的技术、经济和环境的约束条件, 选择最优的开采方案;
- 4) 预报成果的精度, 可采用地下水预报模型进行地下水均衡计算的结果, 进行分析和评定。

9.4.15 在确定允许开采量的过程中, 计算各抽水孔内或邻近孔内的水位下降值时, 应扣除由于三维流、紊流、孔损等因素的影响而产生的水位附加下降值。

9.4.16 地下水允许开采量可划分为 A、B、C、D 四级, 其精度宜按下列条件进行分析和评价:

- 1 水文地质条件的研究程度;
- 2 地下水动态观测时间的长短;
- 3 计算所引用的原始数据和参数的精度;
- 4 计算方法和公式的合理性;
- 5 补给量的保证程度。

9.4.17 D 级(推断的)允许开采量的精度应符合下列要求:

- 1 应初步查明含水层(带)的空间分布及水文地质特征;
- 2 应初步圈定可能富水的地段;
- 3 应根据单孔抽水试验确定所需的水文地质参数;
- 4 应概略评价地下水资源, 并应估算地下水允许开采量。

9.4.18 C 级(控制的)允许开采量的精度应符合下列要求:

- 1 应基本查明含水层(带)的空间分布及水文地质特征;
- 2 应初步掌握地下水的补给、径流、排泄条件及其动态变化规律;
- 3 应根据带观测孔的单孔抽水试验或枯水期的地下水动态资料确定有代表性的水文地质参数;
- 4 应结合开采方案初步计算允许开采量,提出合理的采用值;
- 5 应初步论证补给量,并应提出拟建水源地的可靠性评价。

9.4.19 B级(探明的)允许开采量的精度应符合下列要求:

- 1 应查明拟建水源地的水文地质条件及与供水有关的环境水文地质问题,并应提出开采地下水必需的有关含水层资料和数据;
- 2 应根据一个水文年以上的地下水动态资料、群孔抽水试验或开采性抽水试验,验证水文地质计算参数,并应掌握含水层的补给条件及供水能力;
- 3 应结合具体的开采方案建立和完善数值模型,计算和评价补给量,确定允许开采量;
- 4 应预测开采条件下的地下水水位、水量、水质可能发生的变化;
- 5 应提出不使地下水水量减少和水质变差的保护措施;
- 6 直接利用泉水天然流量作为允许开采量时,应具有20年以上泉流量系列观测资料。

9.4.20 A级(验证的)允许开采量的精度应符合下列要求:

- 1 应具有为解决开采水源地具体课题所进行的专门研究和试验成果;
- 2 应根据开采的动态资料进一步完善地下水数值模型,并应逐步建立地下水管理模型;
- 3 应掌握3年以上水源地连续开采的动态资料,并应对地下水允许开采量进行系统的多年的均衡计算和评价;
- 4 应提出水源地改造、扩建及保护地下水资源的具体措施。

10 地下水水质评价

10.0.1 地下水水质评价,应在查明地下水的物理性质、化学成分、卫生条件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,以及能影响开采层水质的地表水均应进行综合评价。必要时,还应对地下水对水工建筑物的腐蚀性及侵蚀性进行评价。

10.0.2 生活饮用水水质评价必须符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定。在有地方病的地区,必须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生活饮用水水质评价。

10.0.3 生产用水的水质评价,应符合生产、设计提出的水质要求。

10.0.4 在水文地质条件复杂、水质变化较大的地区,水质评价应分区、分层进行。应根据水文地质条件和水质监测资料建立水质模型进行评价。

10.0.5 在地下水受到污染的地区进行水质评价时,应对污染因子、类型、途径、程度和范围进行调查和评价,并应提出改善水质和防止水质进一步恶化的建议和处理措施。

10.0.6 水质评价时,应预测地下水开采后,可能发生的水质变化,并应提出卫生防护范围、防护带、防护措施。

10.0.7 地下水环境质量评价和计算方法,可按现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 的有关规定执行。

11 工程降水勘察

11.1 一般规定

11.1.1 工程降水设计前必须进行专门水文地质勘察工作。

11.1.2 工程降水勘察可按岩性分为土层工程降水勘察和岩体工程降水勘察。工程降水可直接按勘探阶段进行,并应满足设计施工图阶段的相应要求。

11.1.3 工程降水勘察的内容和工作量布置,应根据工程降水的复杂程度、工程降水的季节、相邻场区人为因素引起补给量、排泄量变化等随机影响因素综合确定。

11.1.4 工程降水勘察工作应符合下列要求:

1 应进行场地踏勘,并应收集当地既有的气象水文、水文地质、工程地质、工程环境以及拟建地下工程支护、开挖形式、规模等有关资料,并应编写勘察纲要;

2 应查明含水层的特征、分布范围、埋藏条件,地下水的类型及补给、径流、排泄条件,地下水与地表水体的水力联系;

3 应查明地下水水质;

4 应查明地下水初始水位特征,并应预测抽降水后的地下水动态特征。

11.1.5 勘察报告书应主要包括下列内容:

1 阐明场地的水文地质条件和周边的环境条件;

2 结合拟建地下工程开挖支护方案,提出地下水处理方案的初步建议;

3 当采用降水方案时,应提供拟建地下工程开挖的安全动水位、最大水位降深值、降水井深度、单井出水量、基坑最大涌水量的建议值;

4 建立水文地质模型、数学模型,进行抗突涌验算和地面沉降预测。初评降水过程对环境影响的时空发展趋势。

11.1.6 抽水试验的最大泵量宜接近单井出水能力,抽水试验的水位下降次数及试验要求应按本规范第 6.1 节的有关规定执行。

11.1.7 回灌试验应按本规范第 6.4 节的有关规定执行。

11.1.8 水文地质参数计算应结合场地水文地质条件、试验孔的结构,按本规范第 8 章的有关规定计算。

11.1.9 当降水试验外业结束后需要进行长期观测时,应按便于观测提出井口保护和观测的技术要求。其要求应符合本规范第 7 章的有关规定。

11.2 土层工程降水勘察

11.2.1 土层工程降水复杂程度分类应根据降水深度、环境条件、拟建地下工程规模、水文地质特点等影响因素进行,其划分应符合表 11.2.1 的规定。

表 11.2.1 土层工程降水复杂程度分类

序号	因素	复杂程度		
		简单	中等	复杂
1	工程降水深度(m)	≤ 6	6~10	≥ 10
2	环境敏感程度	不敏感	较敏感	敏感
3	渗透系数 $K(\text{m/d})$	$0.1 \leq K < 5$	$5 \leq K \leq 15$	> 15
4	基坑深度(m)	≤ 6	6~10	≥ 10
5	基坑面积(m^2)	≤ 5000	5000~10000	≥ 10000
6	涌水量(m^3/d)	≤ 5000	5000~10000	≥ 10000
7	基坑与有水力联系的地表水水平(X)或最浅含水层与地表水垂直(Y)间隔距离(m)	$X > 500$	$200 < X \leq 500$	$X \leq 200$
		$Y \geq 10$	$3 < Y \leq 10$	$Y \leq 3$
8	承压含水层数(层)	1	2	> 2

注:复杂程度分类按就高原则,且具备相应复杂程度中的 2 个因素确定。

11.2.2 工作量布置应符合下列要求:

1 每个含水层的勘察孔不应少于 1 个抽水孔、1 个观测孔、1 个~2 个取样钻探孔；勘察孔的数量应在收集既有地质资料的基础上，根据工程降水复杂程度按表 11.2.2 的规定确定；

表 11.2.2 勘察孔数量(个)

复杂程度	勘探孔	抽水孔	观测孔
简单	1~2	1	1~2
中等	2~3	1~2	2~4
复杂	>3	≥2	≥4

2 当基坑面积大或地层变化大时，应增加勘探孔数，并应满足探明降水范围内地层平面分布的要求；

3 当既有资料颗粒分析土样不够时，应增加取样进行补充颗粒分析；

4 勘察孔宜布置在基坑以外；当基坑内布有勘察孔且无保留需要时，应进行全孔段封填，有需要保留时，应作好井口等保护工作。

11.2.3 钻探技术质量应符合下列要求：

1 勘探孔应符合下列要求：

- 1) 勘探深度应钻穿对工程降水有影响的含水层；
- 2) 取样应按本规范第 5 章的有关规定执行。

2 抽水孔应符合下列要求：

- 1) 应根据地层、基坑深度及降水深度等要求综合确定抽水孔深度。当含水层较厚时，可采用非完整井；
- 2) 当存在多层含水层时，应采取有效隔水措施进行分层隔水；
- 3) 井管内径应大于抽水设备外径 2cm 以上；
- 4) 过滤管以下宜设置沉淀管，其长度宜大于 1m；
- 5) 宜采用清水反循环回转钻进和清水水压法冲击钻进。当遇卵砾层或钻孔深度大需泥浆钻进时，井管下入前，应将孔内稠泥浆换成稀泥浆，泥浆密度宜小于 1.05；

6)孔斜、孔径、过滤器安装及填砾、洗井等质量要求应按本规范第5章的有关规定执行。

3 观测孔应符合下列要求：

- 1)深度宜与抽水试验孔基本一致；
- 2)隔水段宜与抽水试验孔一致,严禁不同含水层串通；
- 3)管内径宜大于5cm；
- 4)应保证水位观测的灵敏度。

11.3 岩体工程降水勘察

11.3.1 岩体工程降水复杂程度分类应根据岩体工程降水规模、所需降水深度、地形地貌、地质构造、环境条件、水文地质特征等影响因素进行。其分类应符合表11.3.1的规定。

表 11.3.1 岩体工程降水复杂程度分类

序号	因素	复杂程度		
		简单	中等	复杂
1	地形地貌	地形地貌单一的山地、丘陵	丘陵、河谷、平原	丘陵、平原
2	岩溶发育程度	不发育	弱发育	发育
3	地质构造及水文地质	褶皱、断层、裂隙不发育,含水层埋藏浅,地下水补给、径流、排泄条件清楚,水质类型单一	褶皱、断层、裂隙中等发育,含水层埋藏深,地下水补给、径流、排泄条件不清楚,水质类型较复杂	褶皱、断层、裂隙发育,岩溶发育,地下水补给、径流、排泄条件不清楚,水质类型复杂
4	地层岩性	地层岩性单一,岩相稳定,岩体完整,以沉积岩和变质岩为主,岩溶不发育	地层岩性较复杂,岩相不稳定,岩体完整性较差,沉积岩、变质岩和火成岩均有分布	地层岩性复杂,岩相极不稳定,岩体完整性很差,沉积岩、变质岩和火成岩大量分布

续表 11.3.1

序号	因素	复杂程度		
		简单	中等	复杂
5	降水环境	降水影响范围内无地表水体,无重要建筑物,且对降水不敏感	降水影响范围内有常年流水河流,有较重要建筑物,且对降水敏感	降水影响范围内有河湖海等地表水体,有多种重要建筑物,且对降水敏感
6	降水深度	≤10m	10~50m	>50m

注:复杂程度分类按就高原则,且具备相应复杂程度中另1个因素确定。

11.3.2 工作量布置应符合下列要求:

- 1 勘察孔布置应能控制降水范围内的水文地质条件;
- 2 每个含水层的勘察孔不应少于1个取样勘探孔、1个抽水孔、1个观测孔;勘察孔的数量应根据降水工程复杂程度按表11.3.2的规定确定;遇断层破碎带、裂隙发育带、岩溶发育带时,可增加勘察孔数量;

表 11.3.2 勘察孔数量

水文地质条件复杂程度	取样勘探孔	抽水孔	观测孔
简单	1	1	1
中等	2~3	1~2	2~4
复杂	>3	>2	>4

3 取样勘探孔的布置应能控制降水范围内地层的平面分布和查明拟建地下工程底部地层、含水层对工程降水的影响,并应满足抗突涌验算的要求;

4 抽水孔的功能应满足主要含水层的特征和降水工程的要求;

5 观测孔的布置与抽水试验孔的距离宜根据水文地质条件合理布置。

11.3.3 钻探技术质量应符合下列要求:

- 1 取样勘探孔应符合下列要求:

- 1)孔深应大于预计降水深度的 2 倍；
 - 2)孔径不宜小于 90mm。
- 2 抽水孔应符合下列要求：
- 1)孔深不小于预计降水深度的 1.5 倍；
 - 2)孔径应根据含水层涌水量确定,不宜小于 168mm；
 - 3)取样勘探孔、抽水试验孔是否安装过滤器及过滤器的结构,应根据岩体含水层破碎程度和块度大小确定。

12 地下水资源保护

12.0.1 勘察期间应根据全面规划、合理开采、开源节流、化害为利的原则,及时开展对地下水资源保护有关的水文地质工作。

12.0.2 凡出现下列情况之一的地区,严禁在同一开采区或同一含水层进行扩大开采量的勘察:

1 现有水源地的开采量和补给量已达到平衡,并在当前技术经济条件下补给量不能再增加的地区;

2 水质明显恶化,不能满足需要的地区;

3 现有水源地的开采已引起地面沉降、地表塌陷、地上、地下建构筑物变形等危害性的环境地质问题的地区。

12.0.3 在已有水源地的附近进行新水源地的勘察,或扩大已有水源地的勘察,或工程降水勘察,应符合下列要求:

1 应掌握已有水源地的开采动态和发展规划;

2 应协调新水源和已有水源地的开采层位、开采动水位;

3 应合理利用多层含水层,且应评价长期开采后,各含水层之间的相互干扰影响。

12.0.4 工程降水在水质不造成回灌层水质污染的情况下宜及时进行回灌。

12.0.5 在有污染源(包括咸水)的地区进行勘察时,必须符合下列要求:

1 水源地必须选择在污染源的上游;

2 应进行污染源调查,并应掌握污染源对地下水水质的影响情况,同时应预测开采后可能引起的水质变化;

3 应控制开采量和开采动水位;

4 对开采井和观测孔应采取止水措施;

5 在滨海(或海岛)地区开采地下水时,开采量不得大于淡水的补给量;

6 水质监测分析除应进行一般项目的分析外,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以及放射性物质的测定。

12.0.6 在有污染源的地区进行工程降水时,应根据水文地质条件,采取隔渗措施。

12.0.7 对开采水源地宜建立地下水资源的管理模型,进一步评价地下水资源。

12.0.8 在过量开采地下水的地区,当地表水(或工业废水)丰富,储水层的构造条件允许时,宜采用人工补给地下水的方法补充地下水水源。人工补给后的地下水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定。

13 环境调查、评价与保护

13.0.1 勘察期间应根据合理开采、化害为利的原则,开展与环境保护有关的水文地质工作。

13.0.2 环境调查应包括下列内容:

- 1 调查勘察区所处的社会环境和自然地理环境;
- 2 调查、收集地表水、地下水的环境背景值(污染起始值)或对照值;
- 3 调查由于抽取地下水而引起的区域地下水位下降,井、泉枯竭对当地用水的影响;地下水补给、径流、排泄条件的变化;
- 4 地表水污染调查,包括污染位置及废水、废渣中排出的主要污染物的浓度,年排放量、排放方式、排放途径和去向,处理和综合利用状况。

13.0.3 环境评价应包括下列内容:

- 1 在查明勘察区地表水、地下水的物理性质、化学成分及其变化、卫生防护条件的基础上,应按现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 的有关规定执行;
- 2 评价因水源地长期开采地下水产生的地下水位下降的深度、疏干漏斗的扩展范围及邻海区域引起海水入侵的情况,评价对当地居民生活用水、工农业用水的影响程度,并宜初步提出防治措施;
- 3 评价地下水源地(或拟建水源地)因长期开采地下水可能引起的地面塌陷、沉降、开裂的范围和深度,对于旅游景点、文物保护单位、居民点、道路等还应评价对其影响程度;并提出防治措施的建议。

13.0.4 对地下水开采可能引起的环境影响,应按下列要求提出

保护措施或建议：

1 在大量开采地下水的地区，可根据上部土体的压缩性和各层地下水的区域水位下降值，预测有无因开采地下水而引起地面沉降的可能性；对已发生沉降的地区，应建立监测网，并应设置测定地面沉降的分层标和岩体标；应掌握沉降发展规律，并应调整开采方案和人工补给地下水等综合措施进行控制；

2 在大量开采地下水的地区，应作好地下水的水位、水质和影响区内的地面、地下、地上建构筑物的监测工作。

附录 A 主要物探方法的应用范围和适用条件

表 A 主要物探方法的应用范围和适用条件

方法名称		应用范围	适用条件
电法 勘探	电阻率剖面法	探测地层岩性在水平方向的电性变化,解决与平面位置有关的问题	被测地质体有一定的宽度和长度,电性差异显著,电性界面倾角大于 30° ;覆盖层薄,地形平缓
	电阻率测深法	探测地层岩性在垂直方向的电性变化,解决与深度有关的地质问题	被测岩层有足够厚度,岩层倾角小于 20° ;相邻层电性差异显著,水平方向电性稳定;地形平缓
	高密度电阻率法	探测浅部不均匀地质体的空间分布	被测地质体与围岩的电性差异显著,其上方没有极高阻或极低阻的屏蔽层;地形平缓,覆盖层薄
	充电法	用于钻孔或水井中测定地下水流向流速;测定滑坡体的滑动方向和速度	含水层埋深小于50m,地下水流速大于1m/d;地下水矿化度微弱;覆盖层的电阻率均匀
	自然电场法	判定在岩溶、滑坡及断裂带中地下水的活动情况	地下水埋藏较浅,流速足够大,并有一定的矿化度
	激发极化法	寻找地下水,测定含水层埋深和分布范围,评价含水层的富水程度	在测区内没有游散电流的干扰,存在激电效应差异
电磁法 勘探	频率测深法	探测断层、裂隙、地下洞穴及不同岩层界面	被测地质体与围岩电性差异显著;覆盖层的电阻率不能太低
	瞬变电磁法	可在基岩裸露、沙漠、冻土及水面上探测断层、破碎带、地下洞穴及水下第四系厚度等	被测地质体相对规模较大,且相对围岩呈低阻;其上方没有极低阻屏蔽层;没有外来电磁干扰
	可控源音频大地电磁测探法	探测中、浅部地质构造	被测地质体有足够的厚度及显著的电性差异;电磁噪声比较平静;地形开阔、起伏平缓
	探地雷达	探测地下洞穴、构造破碎带、滑坡体;划分地层结构	被测地质体上方没有极低阻的屏蔽层和地下水的干扰;没有较强的电磁场源干扰

续表 A

方法名称		应用范围	适用条件
地震勘探	反射波法	探测不同深度的地层界面	被探测地层与相邻地层有一定的波阻抗差异
	折射波法	探测覆盖层厚度及岩体埋深	被测地层的波速应大于上覆地层波速
	瑞雷波法	探测覆盖层厚度和分层;探测不良地质体	被测地层和相邻层之间、不良地质体与围岩之间,存在明显的波速和波阻抗差异
层析成像		探测溶洞、地下暗河、断裂破碎带等	被探测体与围岩有明显的物性差异;电磁波 CT 要求外界电磁波噪声干扰小
综合测井	电测井	划分地层,区分岩性,确定软弱夹层、裂隙破碎带的位置和厚度;确定含水层的位置、厚度;划分咸、淡水界面;测定地层电阻率	无套管,有井液的孔段进行
	声波测井	区分岩性,确定裂隙破碎带的位置和厚度;测定地层的孔隙度;研究岩土体的力学性质	无套管、有井液的孔段进行
	放射性测井	划分地层;区分岩性,鉴别软弱夹层、裂隙破碎带;确定岩层密度、孔隙度	无论钻孔有无套管及井液均可进行
	电视测井	确定钻孔中岩层节理、裂隙、断层、破碎带和软弱夹层的位置及结构面的产状;了解岩溶洞穴的情况	无套管和清水钻孔中进行

附录 B 水文地质参数计算公式

B.1 稳定流抽水渗透系数计算公式

B.1.1 单孔抽水渗透系数可按表 B.1.1 计算。

表 B.1.1 单孔抽水渗透系数计算公式

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
1	承压水完整孔		$K = \frac{0.366Q}{MS} \lg \frac{R}{r}$	承压水含水层 单孔完整井
2	潜水完整孔		$K = \frac{0.732Q}{(2H-S)S} \lg \frac{R}{r}$	潜水含水层 单孔完整井
3	承压水潜水非完整孔		$K = \frac{0.366Q}{LS} \lg \frac{aL}{r}$ $a = 1.6$ $a = 1.32$	<ol style="list-style-type: none"> 承压水、潜水含水层 过滤器紧接含水层顶板或底板 $L < 0.3M$ 或 $L < 0.3H$

续表 B. 1. 1

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
4	潜水、承压水非完整孔	<p>$L < 0.3H$</p> <p>C—河底至过滤器上端的距离</p>	$K = \frac{0.366Q}{LS} \lg \frac{0.66L}{r}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水、承压水含水层 2. 过滤器置于含水层中部 3. 应用于河床抽水 C 值不应小于 3m 4. $L < 0.3M$ 或 $L < 0.3H$
5	承压水、潜水非完整孔		$K = \frac{Q}{2\pi SM} \left(\ln \frac{R}{r} + \frac{M-L}{L} \ln \frac{1.12M}{\pi r} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 承压水、潜水含水层。用于潜水时，将 M 换成 H 或 $H+h/2$
6	潜水非完整孔		$K = \frac{Q}{2\pi SM} \left[\ln \frac{R}{r} + \frac{M-L}{L} \ln \left(1 + 0.2 \frac{M}{L} \right) \right]$	<ol style="list-style-type: none"> 2. $L > 0.2M$
7	潜水非完整孔		$K = \frac{0.366Q}{(S+L)S} \lg \frac{R}{r}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 过滤器在含水层中部
8	潜水非完整孔		$K = \frac{0.732Q}{(H+L)S} \lg \frac{R}{r}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 过滤器在含水层下部

续表 B. 1. 1

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
9	潜水非完整孔	<p>$L < 0.3H$</p>	$K = \frac{0.732Q}{S \left(\frac{L+S}{\lg \frac{R}{r}} + \frac{L}{\lg \frac{0.66L}{r}} \right)}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 非淹没式过滤器 3. $L < 0.3H$
10	潜水完整孔		$K = \frac{0.732Q}{(2H-S)S} \lg \frac{2b}{r}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层单孔完整井 2. 邻河 3. $b < 2H$
11	潜水非完整孔		$K = \frac{0.732Q}{S \left(\frac{L+S}{\lg \frac{2b}{r}} + \frac{L}{\lg \frac{0.66L}{r}} + 0.25 \frac{L}{m} \lg \frac{b^2}{m^2 + 0.14} \right)}$ <p>式中: m 为由含水层底板到过滤器有效工作部分中点的长度</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 非淹没式过滤器 3. 邻河 4. 含水层厚度有限 5. $b > m/2$
12	潜水非完整孔		$K = \frac{0.732Q}{S \left(\frac{L+S}{\lg \frac{2b}{r}} + \frac{L}{\lg \frac{0.66L}{r}} - 0.22 \operatorname{arsh} \frac{0.44L}{b} \right)}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 非淹没式过滤器 3. 邻河 4. 含水层厚度很大 5. $b > L$
13	潜水非完整孔		$K = \frac{0.732Q}{S \left(\frac{L+S}{\lg \frac{2b}{r}} + \frac{L}{\lg \frac{0.66L}{r}} - 0.11 \frac{L}{b} \right)}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 非淹没式过滤器 3. 邻河 4. 含水层厚度很大 5. $b > L$

续表 B.1.1

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
14	潜水非完整孔	<p style="text-align: center;">$L < 0.3H$</p>	$K = \frac{0.16Q}{LS}$ $\times \left(2.3 \lg \frac{0.66L}{r} - \operatorname{arsh} \frac{0.45L}{b} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 邻河 3. 过滤器在含水层中部 4. $b < 0.3H$
15	潜水非完整孔	<p style="text-align: center;">$L < 0.3H$</p>	$K = \frac{0.16Q}{LS}$ $\times \left(2.3 \lg \frac{1.32L}{r} - \operatorname{arsh} \frac{0.9L}{b} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 邻河 3. 过滤器紧接含水层底部 4. $b < 0.3H$

B.1.2 多孔抽水渗透系数可按表 B.1.2 计算。

表 B.1.2 多孔抽水渗透系数计算公式

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
1	承压水完整孔		$K = \frac{0.366Q}{M(S_1 - S_2)} \lg \frac{r_2}{r_1}$	承压水含水层 多孔完整井

续表 B. 1. 2

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
2	潜水完整孔		$K = \frac{0.732Q}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} \lg \frac{r_2}{r_1}$	潜水含水层 多孔完整井
3	承压水非完整孔		$K = \frac{0.16Q}{L(S_1 - S_2)} \times \left(\operatorname{arsh} \frac{L}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L}{r_2} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 承压水含水层 过滤器紧接含水层顶板 $L < 0.3M$ $r_2 \leq 0.3M$ $r_1 = 0.3r_2$ $t = L$
4	承压水非完整孔		$K = \frac{0.16Q}{L(S_1 - S_2)} \times \left[\operatorname{arsh} \frac{L}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L}{r_2} - \frac{L}{M} \right] \times \left(\operatorname{arsh} \frac{M}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{M}{r_2} - \ln \frac{r_1}{r_2} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 承压水含水层 $L > 0.3M$
5	潜水非完整孔		$K = \frac{0.16Q}{L''(S_1 - S_2)} \times \left(\operatorname{arsh} \frac{L''}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L''}{r_2} \right)$ <p>式中 $L'' = L_0 - 0.5(S_1 + S_2)$</p>	<ol style="list-style-type: none"> 潜水含水层 抽水孔为非淹没式过滤器 $L < 0.3H$ $S < 0.3L_0$ $r_1 = 0.3r_2$ $r_2 \leq 0.3H$

续表 B.1.2

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
6	潜水非完整孔		$K = \frac{0.08Q}{L''(S_1 - S_2)} \times \left[\left(\operatorname{arsh} \frac{0.4L''}{r_1} + \operatorname{arsh} \frac{1.6L''}{r_1} \right) - \left(\operatorname{arsh} \frac{0.4L''}{r_2} + \operatorname{arsh} \frac{1.6L''}{r_2} \right) \right]$ <p>式中 $L'' = L_0 - 0.5(S_1 + S_2)$</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 过滤器位于含水层中部 3. $L < 0.3H$ 4. $r_2 < 0.3H$ 5. $t = L$
7			$K = \frac{Q}{2\pi L''(S_1 - S_2)} \times \left[\left(\operatorname{arsh} \frac{L''}{r_1} + \operatorname{arsh} \frac{L''}{r_2} \right) - \frac{L''}{H} \right] \times \left[\operatorname{arsh} \frac{H}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{H}{r_2} - \ln \frac{r_2}{r_1} \right]$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. $L > 0.5H$
8			$K = \frac{0.366Q}{(2S - S_1 - S_2 + L)(S_1 - S_2)} \times \lg \frac{r_2}{r_1}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 过滤器位于含水层中部
9	潜水完整孔		$K = \frac{0.732Q}{(2H - S_1)S_1} \lg \frac{2b - r_1}{r_1}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 邻河 3. 观测线垂直于岸边、观测孔位于近河一侧 4. 一个观测孔
10			$K = \frac{0.732Q}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} \times \lg \frac{r_2(2b - r_1)}{r_1(2b - r_2)}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 邻河 3. 观测线垂直于岸边、观测孔位于近河一侧 4. 两个观测孔

续表 B. 1. 2

序号	类型	示意图	计算公式	适用条件
11	潜水完整孔		$K = \frac{0.732Q}{(2H - S_1)S_1} \lg \sqrt{\frac{4b^2 + r_1^2}{r_1^2}}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 邻河 3. 观测线平行岸边
12	潜水完整孔		$K = \frac{0.732Q}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)} \times \left[\frac{1}{2} \lg \frac{4b^2 + r_1^2}{4b^2 + r_2^2} + \lg \frac{r_2}{r_1} \right]$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 邻河 3. 观测线平行岸边 4. 两个观测孔
13	潜水非完整孔		$K = \frac{0.16Q}{LS_1} \times \left(\operatorname{arsh} \frac{L}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L}{\sqrt{4b^2 + r_1^2}} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 过滤器位于含水层中部 3. 邻河 4. 观测线平行岸边 5. $L < 0.3H$
			$K = \frac{0.16Q}{LS_1} \times \left(\operatorname{arsh} \frac{L}{r_1} - \operatorname{arsh} \frac{L}{2b \pm r_1} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 潜水含水层 2. 过滤器位于含水层中部 3. 邻河 4. 观测线垂直岸边且在远河一侧 ($2b + r_1$) 或近河一侧 ($2b - r_1$) 5. $L < 0.3H$

B. 2 用配线法计算非稳定流抽水试验的水文地质参数

B. 2. 1 用配线法计算非稳定流抽水试验的水文地质参数,可采用下列公式计算:

$$\lg S = \left[\lg \frac{Q}{4\pi T} \right] + \lg W(u) \quad (\text{B. 2. 1-1})$$

$$\lg \frac{r^2}{t} = \left[\lg \frac{4T}{S_s} \right] + \lg u \quad (\text{B. 2. 1-2})$$

$$\text{或 } \lg \frac{t}{r^2} = \left[\lg \frac{S_s}{4T} \right] + \lg \frac{1}{u} \quad (\text{B. 2. 1-3})$$

B. 2. 2 $W(u) - 1/u$ 的标准曲线图 B. 2. 2 应利用表 B. 2. 2 在双对数坐标纸上绘制。

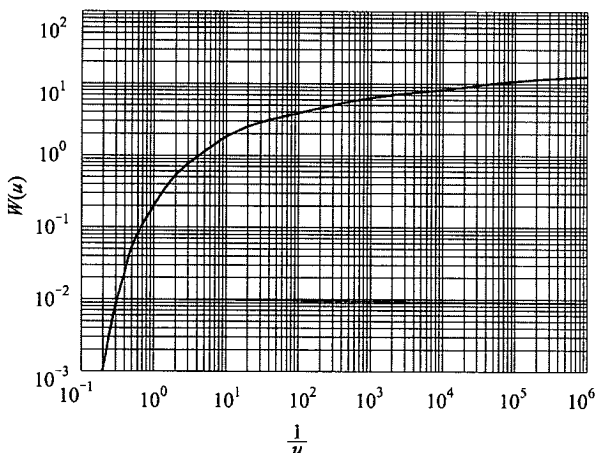


图 B. 2. 2 标准曲线

表 B. 2. 2 $W(u)$ 数值

$\frac{u}{N}$	$N \times 10^{-15}$	$N \times 10^{-14}$	$N \times 10^{-13}$	$N \times 10^{-12}$	$N \times 10^{-11}$	$N \times 10^{-10}$	$N \times 10^{-9}$	$N \times 10^{-8}$	$N \times 10^{-7}$	$N \times 10^{-6}$	$N \times 10^{-5}$	$N \times 10^{-4}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-2}$	$N \times 10^{-1}$	N
1.0	33.9616	31.6590	29.3564	27.0538	24.7512	22.4486	20.1460	17.8435	15.5409	13.2383	10.9357	8.6332	6.3315	4.0379	1.8229	0.2194
1.1	33.8662	31.5637	29.2611	26.9585	24.6559	22.3533	20.0507	17.7482	15.4456	13.1430	10.8404	8.5379	6.2363	3.9436	1.7371	0.1860
1.2	33.7792	31.4767	29.1741	26.8715	24.5689	22.2663	19.9637	17.6611	15.3586	13.0560	10.7534	8.4509	6.1494	3.8576	1.6595	0.1584
1.3	33.6992	31.3966	29.0940	26.7914	24.4889	22.1863	19.8837	17.5811	15.2785	12.9759	10.6734	8.3709	6.0695	3.7785	1.5889	0.1355
1.4	33.6251	31.3225	29.0199	26.7173	24.4147	22.1122	19.8096	17.5070	15.2044	12.9018	10.5993	8.2968	5.9955	3.7054	1.5241	0.1162
1.5	33.5561	31.2535	28.9509	26.6483	24.3458	22.0432	19.7406	17.4380	15.1354	12.8328	10.5303	8.2278	5.9266	3.6374	1.4645	0.1000
1.6	33.4916	31.1890	28.8864	26.5838	24.2812	21.9786	19.6760	17.3735	15.0709	12.7683	10.4657	8.1634	5.8621	3.5739	1.4092	0.08631
1.7	33.4309	31.1283	28.8258	26.5232	24.2206	21.9180	19.6154	17.3128	15.0103	12.7077	10.4051	8.1027	5.8016	3.5143	1.3578	0.07465
1.8	33.3738	31.0712	28.7686	26.4660	24.1634	21.8608	19.5583	17.2557	14.9531	12.6505	10.3479	8.0455	5.7446	3.4581	1.3089	0.06471
1.9	33.3197	31.0171	28.7145	26.4119	24.1094	21.8068	19.5042	17.2016	14.8990	12.5964	10.2929	7.9915	5.6906	3.4050	1.2649	0.05620
2.0	33.2684	30.9658	28.6632	26.3607	24.0581	21.7555	19.4529	17.1503	14.8477	12.5451	10.2426	7.9402	5.6394	3.3547	1.2227	0.04890
2.1	33.2196	30.9170	28.6145	26.3119	24.0093	21.7067	19.4041	17.1015	14.7989	12.4964	10.1938	7.8914	5.5907	3.3069	1.1829	0.04261
2.2	33.1731	30.8705	28.5679	26.2653	23.9628	21.6602	19.3576	17.0550	14.7524	12.4498	10.1473	7.8449	5.5443	3.2614	1.1454	0.03719
2.3	33.1286	30.8261	28.5235	26.2209	23.9183	21.6157	19.3131	17.0106	14.7080	12.4054	10.1028	7.8004	5.4999	3.2179	1.1099	0.03250
2.4	33.0861	30.7835	28.4809	26.1783	23.8758	21.5732	19.2706	16.9680	14.6654	12.3628	10.0603	7.7579	5.4575	3.1763	1.0762	0.02844
2.5	33.0453	30.7427	28.4401	26.1375	23.8349	21.5323	19.2298	16.9272	14.6246	12.3220	10.0194	7.7172	5.4167	3.1365	1.0443	0.02491
2.6	33.0060	30.7035	28.4009	26.0983	23.7957	21.4931	19.1905	16.8880	14.5854	12.2828	9.9802	7.6779	5.3776	3.0983	1.0139	0.02185
2.7	32.9633	30.6657	28.3631	26.0606	23.7580	21.4554	19.1523	16.8502	14.5476	12.2450	9.9425	7.6401	5.3400	3.0615	0.9849	0.01918

续表 B. 2.2

μ N	$N \times 10^{-15}$	$N \times 10^{-14}$	$N \times 10^{-13}$	$N \times 10^{-12}$	$N \times 10^{-11}$	$N \times 10^{-10}$	$N \times 10^{-9}$	$N \times 10^{-8}$	$N \times 10^{-7}$	$N \times 10^{-6}$	$N \times 10^{-5}$	$N \times 10^{-4}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-2}$	$N \times 10^{-1}$	N
2.8	32.9319	30.6294	28.3268	26.0242	23.7216	21.4190	19.1164	16.8138	14.5113	12.2087	9.9061	7.6038	5.3037	3.0261	0.9573	0.01686
2.9	32.8968	30.5943	28.2917	25.9891	23.6865	21.3839	19.0813	16.7788	14.4762	12.1736	9.8710	7.5687	5.2687	2.9920	0.9309	0.01482
3.0	32.8629	30.5604	28.2578	25.9552	23.6526	21.3500	19.0474	16.7449	14.4423	12.1397	9.8371	7.5348	5.2349	2.9591	0.9057	0.01305
3.1	32.8302	30.5276	28.2250	25.9224	23.6198	21.3172	19.0146	16.7121	14.4095	12.1059	9.8043	7.5020	5.2022	2.9273	0.8815	0.01149
3.2	32.7984	30.4958	28.1932	25.8907	23.5880	21.2855	18.9829	16.6803	14.3777	12.0751	9.7726	7.4703	5.1706	2.8965	0.8583	0.01013
3.3	32.7676	30.4651	28.1625	25.8599	23.5573	21.2547	18.9521	16.6495	14.3470	12.0444	9.7418	7.4395	5.1399	2.8668	0.8361	0.008939
3.4	32.7378	30.4352	28.1326	25.8300	23.5274	21.2249	18.9223	16.6197	14.3173	12.0145	9.7120	7.4097	5.1102	2.8379	0.8147	0.007891
3.5	32.7088	30.4062	28.1036	25.8019	23.4985	21.1959	18.8933	16.5907	14.2881	11.9855	9.6830	7.3807	5.0813	2.8099	0.7942	0.006970
3.6	32.6806	30.3780	28.0755	25.7729	23.4703	21.1677	18.8651	16.5625	14.2599	11.9574	9.6548	7.3526	5.0532	2.7827	0.7745	0.006160
3.7	32.6532	30.3506	28.0481	25.7455	23.4429	21.1403	18.8377	16.5351	14.2325	11.9300	9.6274	7.3252	5.0259	2.7563	0.7554	0.005448
3.8	32.6266	30.3240	28.0214	25.7188	23.4162	21.1136	18.8110	16.5085	14.2059	11.9033	9.6007	7.2985	4.9993	2.7306	0.7371	0.004820
3.9	32.6006	30.2980	27.9954	25.6928	23.3902	21.0877	18.7851	16.4825	14.1799	11.8773	9.5748	7.2725	4.9735	2.7056	0.7194	0.004267
4.0	32.5753	30.2727	27.9701	25.6675	23.3649	21.0623	18.7598	16.4572	14.1546	11.8520	9.5495	7.2472	4.9482	2.6813	0.7024	0.003779
4.1	32.5506	30.2480	27.9454	25.6428	23.3402	21.0376	18.7351	16.4325	14.1299	11.8273	9.5248	7.2225	4.9236	2.6576	0.6859	0.003349
4.2	32.5265	30.2239	27.9213	25.6187	23.3161	21.0136	18.7110	16.4084	14.1058	11.8032	9.5007	7.1985	4.8997	2.6344	0.6700	0.002969
4.3	32.5029	30.2004	27.8978	25.5952	23.2926	20.9900	18.6874	16.3844	14.0823	11.7797	9.4771	7.1749	4.8762	2.6119	0.6546	0.002633
4.4	32.4800	30.1774	27.8748	25.5722	23.2696	20.9670	18.6644	16.3619	14.0593	11.7567	9.4541	7.1520	4.8533	2.5899	0.6397	0.002336
4.5	32.4575	30.1549	27.8523	25.5497	23.2471	20.9446	18.6420	16.3394	14.0368	11.7342	9.4317	7.1295	4.8310	2.5684	0.6253	0.002073

续表 B. 2. 2

$\frac{u}{N}$	$N \times 10^{-15}$	$N \times 10^{-14}$	$N \times 10^{-13}$	$N \times 10^{-12}$	$N \times 10^{-11}$	$N \times 10^{-10}$	$N \times 10^{-9}$	$N \times 10^{-8}$	$N \times 10^{-7}$	$N \times 10^{-6}$	$N \times 10^{-5}$	$N \times 10^{-4}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-2}$	$N \times 10^{-1}$	N
4.6	32.4355	30.1329	27.8303	25.5277	23.2252	20.9226	18.6200	16.3174	14.0148	11.7122	9.4097	7.1075	4.8091	2.5474	0.6114	0.001841
4.7	32.4140	30.1114	27.8088	25.5062	23.2037	20.9011	18.5985	16.2959	13.9933	11.6907	9.3882	7.0860	4.7877	2.5268	0.5979	0.001635
4.8	32.3929	30.0904	27.7878	25.4852	23.1826	20.8800	18.5774	16.2748	13.9723	11.6697	9.3671	7.0650	4.7667	2.5068	0.5848	0.001453
4.9	32.3723	30.0697	27.7672	25.4646	23.1620	20.8594	18.5568	16.2542	13.9516	11.6491	9.3465	7.0444	4.7462	2.4871	0.5721	0.001291
5.0	32.3521	30.0495	27.7470	25.4444	23.1418	20.8392	18.5366	16.2340	13.9314	11.6289	9.3263	7.0242	4.7261	2.4679	0.5598	0.001148
5.1	32.3323	30.0297	27.7271	25.4246	23.1220	20.8194	18.5168	16.2142	13.9116	11.6091	9.3065	7.0044	4.7064	2.4491	0.5478	0.001021
5.2	32.3129	30.0103	27.7007	25.4051	23.1026	20.8000	18.4974	16.1948	13.8922	11.5896	9.2871	6.9850	4.6371	2.4306	0.5362	0.0009086
5.3	32.2939	29.9913	27.6887	25.3861	23.0835	20.7809	18.4783	16.1758	13.8732	11.5706	9.2687	6.9659	4.6681	2.4126	0.5250	0.0008086
5.4	32.2752	29.9726	27.6700	25.3674	23.0648	20.7622	18.4596	16.1571	13.8545	11.5519	9.2494	6.9473	4.6495	2.3948	0.5140	0.0007198
5.5	32.2588	29.9512	27.6516	25.3491	23.0465	20.7439	18.4413	16.1387	13.8361	11.5336	9.2310	6.9289	4.6313	2.3775	0.5034	0.0006409
5.6	32.2388	29.9362	27.6336	25.3310	23.0285	20.7259	18.4223	16.1207	13.8181	11.5155	9.2130	6.9109	4.6134	2.3604	0.4930	0.0005708
5.7	32.2211	29.9185	27.6159	25.3133	23.0108	20.7082	18.4056	16.1030	13.8004	11.4978	9.1953	6.8932	4.5958	2.3437	0.4830	0.0005085
5.8	32.2037	29.9011	27.5985	25.2959	22.9934	20.6908	18.3882	16.0856	13.7830	11.4804	9.1779	6.8757	4.5785	2.3272	0.4732	0.0004532
5.9	32.1866	29.8840	27.5814	25.2789	22.9763	20.6737	18.3711	16.0685	13.7659	11.4633	9.1606	6.8588	4.5615	2.3111	0.4637	0.0004039
6.0	32.1698	29.8672	27.5646	25.2620	22.9595	20.6569	18.3543	16.0517	13.7491	11.4465	9.1440	6.8420	4.5448	2.2953	0.4544	0.0003601
6.1	32.1533	29.8507	27.5481	25.2455	22.9429	20.6403	18.3378	16.0352	13.7326	11.4300	9.1275	6.8254	4.5283	2.2797	0.4454	0.0003211
6.2	32.1370	29.8341	27.5318	25.2293	22.9267	20.6241	18.3215	16.0189	13.7163	11.4138	9.1112	6.8092	4.5122	2.2645	0.4366	0.0002864
6.3	32.1210	29.8184	27.5158	25.2133	22.9107	20.6081	18.3055	16.0029	13.7003	11.3978	9.0952	6.7932	4.4963	2.2494	0.4280	0.0002555

续表 B. 2. 2

$\frac{N}{N}$	$NX10^{-15}$	$NX10^{-14}$	$NX10^{-13}$	$NX10^{-12}$	$NX10^{-11}$	$NX10^{-10}$	$NX10^{-9}$	$NX10^{-8}$	$NX10^{-7}$	$NX10^{-6}$	$NX10^{-5}$	$NX10^{-4}$	$NX10^{-3}$	$NX10^{-2}$	$NX10^{-1}$	N
6.4	32.1053	29.8027	27.5001	25.1975	22.8949	20.5923	18.2898	15.9872	13.6846	11.3820	9.0795	6.7775	4.4906	2.2346	0.4197	0.0002279
6.5	32.0898	29.7872	27.4846	25.1820	22.8794	20.5768	18.2742	15.9717	13.6691	11.3665	9.0640	6.7620	4.4652	2.2201	0.4115	0.0002034
6.6	32.0745	29.7719	27.4693	25.1667	22.8641	20.5616	18.2590	15.9564	13.6538	11.3512	9.0487	6.7467	4.4501	2.2058	0.4036	0.0001816
6.7	32.0595	29.7569	27.4543	25.1517	22.8491	20.5465	18.2439	15.9414	13.6388	11.3362	9.0337	6.7317	4.4351	2.1917	0.3959	0.0001621
6.8	32.0446	29.7421	27.4395	25.1369	22.8343	20.5317	18.2291	15.9265	13.6240	11.3214	9.0189	6.7169	4.4204	2.1779	0.3883	0.0001448
6.9	32.0300	29.7275	27.4249	25.1223	22.8197	20.5171	18.2145	15.9119	13.6094	11.3068	9.0043	6.7023	4.4059	2.1643	0.3810	0.0001293
7.0	32.0156	29.7131	27.4105	25.1079	22.8053	20.5027	18.2001	15.8976	13.5950	11.2924	8.9899	6.6879	4.3916	2.1508	0.3738	0.0001155
7.1	32.0015	29.6989	27.3963	25.0937	22.7911	20.4885	18.1860	15.8834	13.5808	11.2782	8.9757	6.6737	4.3775	2.1376	0.3668	0.0001032
7.2	31.9875	29.6849	27.3823	25.0797	22.7771	20.4746	18.1720	15.8694	13.5668	11.2642	8.9617	6.6598	4.3636	2.1246	0.3599	0.00009219
7.3	31.9737	29.6711	27.3685	25.0659	22.7633	20.4608	18.1582	15.8556	13.5530	11.2504	8.9479	6.6460	4.3500	2.1118	0.3532	0.00008239
7.4	31.9601	29.6575	27.3549	25.0523	22.7497	20.4472	18.1446	15.8420	13.5394	11.2368	8.9343	6.6324	4.3364	2.0991	0.3467	0.00007364
7.5	31.9467	29.6441	27.3415	25.0389	22.7363	20.4337	18.1311	15.8286	13.5260	11.2234	8.9209	6.6190	4.3231	2.0867	0.3403	0.00006538
7.6	31.9334	29.6308	27.3282	25.0257	22.7231	20.4205	18.1179	15.8153	13.5127	11.2102	8.9076	6.6057	4.3100	2.0744	0.3341	0.00005886
7.7	31.9203	29.6178	27.3152	25.0126	22.7100	20.4074	18.1048	15.8022	13.4997	11.1971	8.8946	6.5927	4.2970	2.0623	0.3280	0.00005263
7.8	31.9074	29.6048	27.3023	24.9997	22.6971	20.3945	18.0919	15.7893	13.4868	11.1842	8.8817	6.5798	4.2842	2.0503	0.3221	0.00004707
7.9	31.8947	29.5921	27.2895	24.9869	22.6844	20.3818	18.0792	15.7766	13.4740	11.1714	8.8689	6.5671	4.2716	2.0386	0.3163	0.00004210
8.0	31.8821	29.5795	27.2769	24.9744	22.6718	20.3692	18.0666	15.7640	13.4614	11.1589	8.8563	6.5545	4.2591	2.0269	0.3106	0.00003767
8.1	31.8697	29.5671	27.2645	24.9619	22.6594	20.3568	18.0542	15.7516	13.4490	11.1464	8.8439	6.5421	4.2468	2.0155	0.3050	0.00003370

续表 B. 2. 2

n N	$N \times 10^{-15}$	$N \times 10^{-14}$	$N \times 10^{-13}$	$N \times 10^{-12}$	$N \times 10^{-11}$	$N \times 10^{-10}$	$N \times 10^{-9}$	$N \times 10^{-8}$	$N \times 10^{-7}$	$N \times 10^{-6}$	$N \times 10^{-5}$	$N \times 10^{-4}$	$N \times 10^{-3}$	$N \times 10^{-2}$	$N \times 10^{-1}$	N
8. 2	31. 8574	29. 5548	27. 2523	24. 9497	22. 6471	20. 3445	18. 0419	15. 7393	13. 4367	11. 1342	8. 8317	6. 5298	4. 2346	2. 0042	0. 2996	0. 00003015
8. 3	31. 8453	29. 5427	27. 2401	24. 9375	22. 6350	20. 3324	18. 0298	15. 7272	13. 4246	11. 1220	8. 8195	6. 5177	4. 2226	1. 9930	0. 2943	0. 00002669
8. 4	31. 8333	29. 5307	27. 2282	24. 9256	22. 6230	20. 3204	18. 0178	15. 7152	13. 4126	11. 1101	8. 8076	6. 5057	4. 2107	1. 9820	0. 2891	0. 00002415
8. 5	31. 8215	29. 5189	27. 2163	24. 9137	22. 6112	20. 3086	18. 0060	15. 7034	13. 4008	11. 0982	8. 7957	6. 4939	4. 1990	1. 9711	0. 2840	0. 00002162
8. 6	31. 8098	29. 5072	27. 2046	24. 9020	22. 5995	20. 2969	17. 9943	15. 6917	13. 3891	11. 0865	8. 7840	6. 4822	4. 1874	1. 9604	0. 2790	0. 00001936
8. 7	31. 7982	29. 4957	27. 1931	24. 8905	22. 5879	20. 2853	17. 9827	15. 6801	13. 3776	11. 0750	8. 7725	6. 4707	4. 1759	1. 94798	0. 2742	0. 00001733
8. 8	31. 7868	29. 4842	27. 1816	24. 8790	22. 5765	20. 2739	17. 9713	15. 6687	13. 3661	11. 0635	8. 7610	6. 4592	4. 1646	1. 9393	0. 2694	0. 00001552
8. 9	31. 7755	29. 4729	27. 1703	24. 8678	22. 5652	20. 2626	17. 9600	15. 6574	13. 3548	11. 0523	8. 7497	6. 4480	4. 1534	1. 9290	0. 2647	0. 00001390
9. 0	31. 7643	29. 4618	27. 1592	24. 8566	22. 5540	20. 2514	17. 9488	15. 6462	13. 3437	11. 0411	8. 7386	6. 4368	4. 1423	1. 9187	0. 2602	0. 00001245
9. 1	31. 7533	29. 4507	27. 1481	24. 8455	22. 5429	20. 2404	17. 9378	15. 6353	13. 3326	11. 0300	8. 7275	6. 4258	4. 1313	1. 9087	0. 2557	0. 00001115
9. 2	31. 7424	29. 4398	27. 1372	24. 8346	22. 5320	20. 2294	17. 9268	15. 6243	13. 3217	11. 0191	8. 7166	6. 4148	4. 1205	1. 8987	0. 2513	0. 00000988
9. 3	31. 7315	29. 4290	27. 1264	24. 8238	22. 5212	20. 2186	17. 9160	15. 6135	13. 3109	11. 0082	8. 7058	6. 4040	4. 1098	1. 8888	0. 2470	0. 000008948
9. 4	31. 7208	29. 4133	27. 1157	24. 8131	22. 5105	20. 2079	17. 9053	15. 6028	13. 3002	10. 9976	8. 6951	6. 3934	4. 0992	1. 8791	0. 2429	0. 000008018
9. 5	31. 7103	29. 4077	27. 1051	24. 8025	22. 4999	20. 1973	17. 8978	15. 5922	13. 2896	10. 9870	8. 6845	6. 3828	4. 0887	1. 8695	0. 2387	0. 000007185
9. 6	31. 6998	29. 3972	27. 0946	24. 7920	22. 4895	20. 1869	17. 8843	15. 5817	13. 2791	10. 9765	8. 6740	6. 3723	4. 0784	1. 8599	0. 2347	0. 000006439
9. 7	31. 6894	29. 3868	27. 0843	24. 7817	22. 4791	20. 1765	17. 8739	15. 5713	13. 2688	10. 9662	8. 6637	6. 3620	4. 0681	1. 8505	0. 2308	0. 000005771
9. 8	31. 6792	29. 3766	27. 0740	24. 7714	22. 4688	20. 1663	17. 8637	15. 5611	13. 2585	10. 9559	8. 6534	6. 3517	4. 0579	1. 8412	0. 2269	0. 000005173
9. 9	31. 6690	29. 3664	27. 0639	24. 7613	22. 4587	20. 1561	17. 8535	15. 5509	13. 2483	10. 9458	8. 6433	6. 3416	4. 0479	1. 8320	0. 2231	0. 000004637

B.2.3 实测的 $s-t/r^2$ 曲线图 B.2.3 应在另一张模数相同的透明双对数纸上绘制。

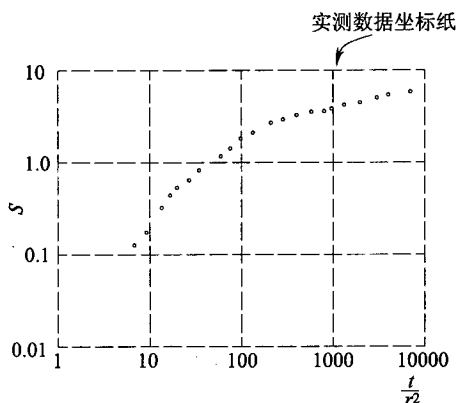


图 B.2.3 实测数据曲线

B.2.4 应将实测曲线置于标准曲线上,在保持对应坐标轴彼此平行的条件下相对平移,直到两曲线重合为止(图 B.2.4)。

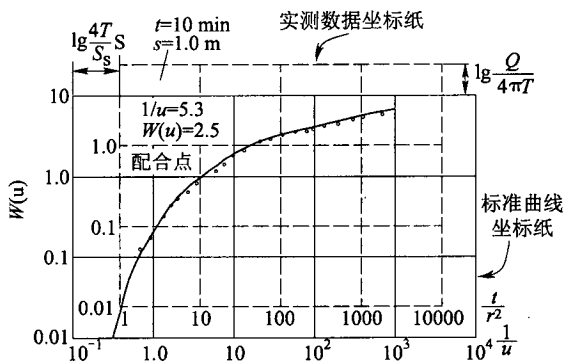


图 B.2.4 标准曲线与实测数据配线

B.2.5 可任取一匹配点(在曲线上或曲线外均可),记录匹配点的对应坐标值: $w(u)$, $1/u$, S , t/r^2 代入式(8.2.3-1)~式(8.2.3-4)中分别计算有关参数。

B.3 用拐点法求有越流补给的水文地质参数

B.3.1 有越流补给的非稳定流抽水试验观测孔的 $S\text{-}lgt$ 曲线的斜率变化应为由小到大,又由大变小。理论上存在拐点时,可进行有关参数计算。

B.3.2 在单对数坐标纸上绘制 $S\text{-}lgt$ 曲线(图 B.3.2),可用外推法确定最大降深 S_{\max} ,拐点处降深可按式计算:

$$S_i = \frac{1}{2} S_{\max} \quad (\text{B.3.2})$$

式中: S_i —— $S\text{-}lgt$ 曲线上拐点处的水位下降值(m);

S_{\max} ——最大降深(稳定下降值 m)。

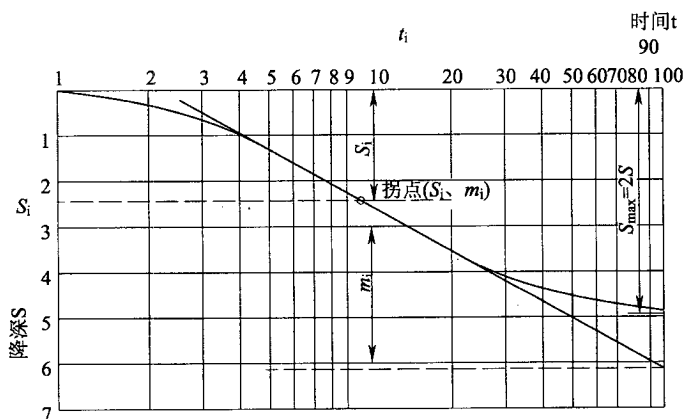


图 B.3.2 $S\text{-}lgt$ 曲线

B.3.3 根据 S_i 确定的拐点位置,可从图 B.3.2 上读出拐点出现的时间 t_i 。

B.3.4 做拐点处曲线的切线,可从图 B.3.2 上确定拐点处切线的斜率 m_i 。

B.3.5 水文地质参数可用下列公式计算:

$$e^{\frac{r}{B}} K_0 \left(\frac{r}{B} \right) = 2.3 \frac{S_i}{m_i} \quad (\text{B.3.5-1})$$

$$B = \frac{r}{\left[\frac{r}{B} \right]} \quad (\text{B. 3. 5-2})$$

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi m_i e^{\frac{r}{B}}} \quad (\text{B. 3. 5-3})$$

$$S_s = \frac{2Tt_i}{Br} \quad (\text{B. 3. 5-4})$$

式中: $k_0 \left(\frac{r}{B} \right)$ ——虚变元零阶贝塞尔函数, 查表 B. 3. 5 确定

$\left(\frac{r}{B} \right)$ 和 $e^{\frac{r}{B}}$ 值, 表中 $\frac{r}{B} = x$;

B ——越流参数;

S_i —— S - $\lg t$ 曲线上拐点处的降深(m);

m_i —— S - $\lg t$ 曲线上拐点处的切线斜率;

r ——计算点距抽水孔的距离(m);

Q ——出水量(m^3/d);

t_i ——拐点出现的时间;

T ——导水系数(m^2/d);

S_s ——越补层储水系数。

表 B. 3. 5 e^x , $K_0(x)$, $e^x K_0(x)$, $-E_1(-x)$ 和 $-E_1(-x)e^x$ 的数值

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_1(-x)$	$-E_1(-x)e^x$
0.010	1.0101	4.7212	4.7687	4.0379	4.0787
0.011	1.0111	4.6260	4.6771	3.9436	3.9874
0.012	1.0121	4.5390	4.5938	3.8576	3.9044
0.013	1.0131	4.4590	4.5173	3.7785	3.8282
0.014	1.0141	4.3849	4.3467	3.7054	3.7578
0.015	1.0151	4.3159	4.3812	3.6374	3.6925
0.016	1.0161	4.2514	4.3200	3.5739	3.6315
0.017	1.0171	4.1908	4.2627	3.5143	3.5746

续表 B. 3. 5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_i(-x)$	$-E_i(-x)e^x$
0.018	1.0182	4.1337	4.2088	3.4581	3.5209
0.019	1.0192	4.0797	4.1580	3.4050	3.4705
0.020	1.0202	4.0285	4.1098	3.3547	3.4225
0.021	1.0212	3.9797	4.0642	3.3069	3.3771
0.022	1.0222	3.9332	4.0207	3.2614	3.3340
0.023	1.0233	3.8888	3.9793	3.2179	3.2927
0.024	1.0243	3.8463	3.9398	3.1763	3.2535
0.025	1.0253	3.8056	3.9019	3.1365	3.2159
0.026	1.0263	3.7664	3.8656	3.0983	3.1799
0.027	1.0274	3.7287	3.8307	3.0615	3.1452
0.028	1.0284	3.6924	3.7972	3.0261	3.1119
0.029	1.0294	3.6574	3.7650	2.9920	3.0800
0.030	1.0305	3.6235	3.7339	2.9591	3.0494
0.031	1.0315	3.5908	3.7039	2.9273	3.0196
0.032	1.0325	3.5591	3.6749	2.8965	2.9908
0.033	1.0336	3.5284	3.6468	2.8668	2.9631
0.034	1.0346	3.4986	3.6196	2.8379	2.9362
0.035	1.0356	3.4697	3.5933	2.8099	2.9101
0.036	1.0367	3.4416	3.5678	2.7827	2.8848
0.037	1.0377	3.4143	3.5430	2.7563	2.8603
0.038	1.0387	3.3877	3.5189	2.7306	2.8364
0.039	1.0398	3.3618	3.4955	2.7056	2.8133
0.040	1.0408	3.3365	3.4727	2.6813	2.7907
0.041	1.0419	3.3119	3.4505	2.6576	2.7688
0.042	1.0429	3.2879	3.4289	2.6344	2.7474

续表 B. 3. 5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_1(-x)$	$-E_1(-x)e^x$
0.043	1.0439	3.2645	3.4079	2.6119	2.7267
0.044	1.0450	3.2415	3.3574	2.5899	2.7064
0.045	1.0460	3.2192	3.3673	2.5684	2.6866
0.046	1.0471	3.1973	3.3478	2.5477	2.6672
0.047	1.0481	3.1758	3.3287	2.5268	2.6483
0.048	1.0492	3.1549	3.3100	2.5068	2.6300
0.049	1.0502	3.1342	3.2918	2.4871	2.6120
0.050	1.0513	3.1142	3.2733	2.4679	2.5945
0.051	1.0523	3.0945	3.2564	2.4491	2.5773
0.052	1.0534	3.0752	3.2393	2.4306	2.5604
0.053	1.0544	3.0562	3.2226	2.4126	2.5440
0.054	1.0555	3.0376	3.2062	2.3948	2.5278
0.055	1.0565	3.0194	3.1901	2.3775	2.5120
0.056	1.0576	3.0015	3.1744	2.3604	2.4964
0.057	1.0587	2.9839	3.1589	2.3437	2.4811
0.058	1.0597	2.9666	3.1437	2.3273	2.4663
0.059	1.0608	2.9496	3.1288	2.3111	2.4516
0.060	1.0618	2.9329	3.1142	2.2953	2.4371
0.061	1.0629	2.9165	3.0999	2.2797	2.4230
0.062	1.0640	2.9003	3.0858	2.2645	2.4092
0.063	1.0650	2.8844	3.0719	2.2494	2.3956
0.064	1.0661	2.8688	3.0584	2.2346	2.3822
0.065	1.0672	2.8534	3.0450	2.2201	2.3691
0.066	1.0682	2.8382	3.0319	2.2058	2.3562
0.067	1.0693	2.8233	3.0189	2.1917	2.3434

续表 B.3.5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_i(-x)$	$-E_i(-x)e^x$
0.068	1.0704	2.8086	3.0052	2.1779	2.3310
0.069	1.0714	2.7941	2.9937	2.1643	2.3188
0.070	1.0725	2.7798	2.9814	2.1508	2.3067
0.071	1.0736	2.7657	2.9693	2.1376	2.2949
0.072	1.0747	2.7519	2.9573	2.1246	2.2832
0.073	1.0757	2.7382	2.9455	2.1118	2.2717
0.074	1.0768	2.7247	2.9340	2.0991	2.2603
0.075	1.0779	2.7114	2.9226	2.0867	2.2492
0.076	1.0790	2.6983	2.9113	2.0744	2.2381
0.077	1.0800	2.6853	2.9002	2.0623	2.2273
0.078	1.0811	2.6726	2.8894	2.0503	2.2165
0.079	1.0822	2.6599	2.8786	2.0386	2.2062
0.080	1.0833	2.6475	2.8680	2.0269	2.1957
0.081	1.0844	2.6352	2.8575	2.0155	2.1856
0.082	1.0855	2.6231	2.8472	2.0042	2.1754
0.083	1.0865	2.6111	2.8370	1.9930	2.1655
0.084	1.0876	2.5992	2.8270	1.9820	2.1557
0.085	1.0887	2.5875	2.8171	1.9711	2.1460
0.086	1.0898	2.5759	2.8073	1.9604	2.1364
0.087	1.0909	2.5645	2.7976	1.9498	2.1270
0.088	1.0920	2.5532	2.7881	1.9393	2.1176
0.089	1.0931	2.5421	2.7787	1.9290	2.1086
0.090	1.0942	2.5310	2.7694	1.9187	2.0994
0.091	1.0953	2.5201	2.7602	1.9087	2.0906
0.092	1.0964	2.5093	2.7511	1.8987	2.0818

续表 B. 3. 5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_1(-x)$	$-E_1(-x)e^x$
0.093	1.0975	2.4986	2.7421	1.8888	2.0729
0.094	1.0986	2.4881	2.7333	1.8791	2.0643
0.095	1.0997	2.4779	2.7246	1.8695	2.0558
0.096	1.1008	2.4673	2.7159	1.8599	2.0473
0.097	1.1019	2.4571	2.7074	1.8505	2.0390
0.098	1.1030	2.4470	2.6989	1.8412	2.0307
0.099	1.1041	2.4370	2.6906	1.8320	2.0227
0.100	1.1052	2.4271	2.6823	1.8229	2.0147
0.11	1.1163	2.3333	2.6046	1.7371	1.9391
0.12	1.1275	2.2479	2.5345	1.6595	1.8771
0.13	1.1388	2.1695	2.4707	1.5889	1.8094
0.14	1.1503	2.0972	2.4123	1.5241	1.7532
0.15	1.1618	2.0300	2.3585	1.4645	1.7015
0.16	1.1735	1.9674	2.3088	1.4092	1.6537
0.17	1.1853	1.9088	2.2625	1.3578	1.6094
0.18	1.1972	1.8537	2.2193	1.3098	1.5981
0.19	1.2093	1.8018	2.1788	1.2649	1.5295
0.20	1.2214	1.7527	2.1408	1.2227	1.4934
0.21	1.2337	1.7026	2.1049	1.1829	1.4593
0.22	1.2461	1.6620	2.0710	1.1454	1.4273
0.23	1.2586	1.6199	2.0389	1.1099	1.3969
0.24	1.2713	1.5798	2.0084	1.0762	1.3681
0.25	1.2840	1.5415	1.9793	1.0443	1.3409
0.26	1.2969	1.5048	1.9517	1.0139	1.3149
0.27	1.3100	1.4697	1.9253	0.9849	1.2902

续表 B. 3. 5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_1(-x)$	$-E_1(-x)e^x$
0.28	1.3231	1.4360	1.9000	0.9573	1.2666
0.29	1.3364	1.4036	1.8758	0.9309	1.2441
0.30	1.3499	1.3720	1.8526	0.9057	1.2226
0.31	1.3634	1.3425	1.8304	0.8315	1.2018
0.32	1.3771	1.3136	1.8089	0.8583	1.1820
0.33	1.3910	1.2857	1.7883	0.8361	1.1630
0.34	1.4050	1.2587	1.7685	0.8147	1.1446
0.35	1.4191	1.2327	1.7493	0.7942	1.1270
0.36	1.4333	1.2075	1.7308	0.7745	1.1101
0.37	1.4477	1.1832	1.7129	0.7554	1.0936
0.38	1.4623	1.1596	1.6956	0.7371	1.0779
0.39	1.4770	1.1367	1.6789	0.7149	1.0626
0.40	1.4918	1.1145	1.6627	0.7024	1.0478
0.41	1.5068	1.0930	1.6470	0.6859	1.0335
0.42	1.5220	1.0721	1.6317	0.6700	1.0197
0.43	1.5373	1.0518	1.6169	0.6546	1.0063
0.44	1.5527	1.0321	1.6025	0.6397	0.9933
0.45	1.5683	1.0129	1.5886	0.6253	0.9807
0.46	1.5841	0.9943	1.5750	0.6114	0.9685
0.47	1.6000	0.9761	1.5617	0.5979	0.9566
0.48	1.6161	0.9584	1.5489	0.5848	0.9451
0.49	1.6323	0.9412	1.5363	0.5721	0.9338
0.50	1.6437	0.9244	1.5241	0.5598	0.9229
0.51	1.6653	0.9081	1.5122	0.5478	0.9123
0.52	1.6820	0.8921	1.5006	0.5362	0.9019

续表 B.3.5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_1(-x)$	$-E_1(-x)e^x$
0.53	1.6989	0.8766	1.4892	0.5250	0.8919
0.54	1.7160	0.8614	1.4781	0.5140	0.8820
0.55	1.7330	0.8466	1.4673	0.5034	0.8725
0.56	1.7507	0.8321	1.4567	0.4930	0.8631
0.57	1.7683	0.8180	1.4464	0.4830	0.8541
0.58	1.7860	0.8042	1.4363	0.4732	0.8451
0.59	1.8040	0.7907	1.4262	0.4637	0.8365
0.60	1.8221	0.7775	1.4167	0.4544	0.8280
0.61	1.8404	0.7646	1.4073	0.4454	0.8197
0.62	1.8589	0.7520	1.3980	0.4366	0.8116
0.63	1.8776	0.7397	1.3889	0.4280	0.8036
0.64	1.8965	0.7277	1.3800	0.4197	0.7960
0.65	1.9155	0.7159	1.3713	0.4115	0.7882
0.66	1.9348	0.7043	1.3627	0.4036	0.7809
0.67	1.9542	0.6930	1.3543	0.3959	0.7737
0.68	1.9739	0.6820	1.3461	0.3883	0.7665
0.69	1.9937	0.6711	1.3380	0.3810	0.7656
0.70	2.0138	0.6605	1.3301	0.3738	0.7528
0.71	2.0340	0.6501	1.3223	0.3668	0.7461
0.72	2.0544	0.6399	1.3147	0.3599	0.7394
0.73	2.0751	0.6300	1.3072	0.3532	0.7329
0.74	2.0959	0.6202	1.2998	0.3467	0.7266
0.75	2.1170	0.6106	1.2926	0.3403	0.7204
0.76	2.1383	0.6012	1.2855	0.3341	0.7144
0.77	2.1598	0.5920	1.2785	0.3280	0.7084

续表 B.3.5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_1(-x)$	$-E_1(-x)e^x$
0.78	2.1815	0.5829	1.2716	0.3221	0.7027
0.79	2.2034	0.5740	1.2649	0.3163	0.6969
0.80	2.2255	0.5653	1.2582	0.3106	0.6912
0.81	2.2479	0.5568	1.2517	0.3050	0.6856
0.82	2.2705	0.5484	1.2452	0.2996	0.6802
0.83	2.2933	0.5402	1.2389	0.2943	0.6749
0.84	2.3264	0.5321	1.2326	0.2891	0.6697
0.85	2.3397	0.5242	1.2265	0.2840	0.6644
0.86	2.3632	0.5165	1.2205	0.2790	0.6593
0.87	2.3869	0.5088	1.2145	0.2742	0.6545
0.88	2.4109	0.5013	1.2086	0.2694	0.6495
0.89	2.4351	0.4940	1.2029	0.2647	0.6445
0.90	2.4596	0.4867	1.1972	0.2602	0.6400
0.91	2.4843	0.4796	1.1916	0.2557	0.6352
0.92	2.5093	0.4727	1.1860	0.2513	0.6306
0.93	2.5345	0.4658	1.1806	0.2470	0.6260
0.94	2.5600	0.4591	1.1752	0.2429	0.6218
0.95	2.7857	0.4524	1.1699	0.2387	0.6172
0.96	2.6117	0.4459	1.1647	0.2347	0.6130
0.97	2.6379	0.4396	1.1595	0.2308	0.6088
0.98	2.6645	0.4333	1.1544	0.2269	0.6046
0.99	2.6912	0.4271	1.1494	0.2231	0.6004
1.00	2.7183	0.4210	1.1445	0.2194	0.5964
1.1	3.0042	0.3656	1.0983	0.1860	0.5588
1.2	3.3201	0.3185	1.0575	0.1584	0.5259

续表 B. 3. 5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_1(-x)$	$-E_1(-x)e^x$
1.3	3.6693	0.2782	1.0210	0.1355	0.4972
1.4	4.0552	0.2437	0.9881	0.1162	0.4712
1.5	4.4817	0.2138	0.9582	0.1000	0.4482
1.6	4.6530	0.1880	0.9309	0.0863	0.4275
1.7	5.4739	0.1655	0.9059	0.0747	0.4086
1.8	6.0496	0.1459	0.8828	0.0647	0.3915
1.9	6.6859	0.1288	0.8614	0.0562	0.3758
2.0	7.3891	0.1139	0.8416	0.0489	0.3613
2.1	8.1662	0.1008	0.8230	0.0426	0.3480
2.2	9.0250	0.0893	0.8057	0.0372	0.3356
2.3	9.9742	0.0791	0.7894	0.0325	0.3242
2.4	11.0232	0.0702	0.7740	0.0284	0.3135
2.5	12.1825	0.0623	0.7596	0.0249	0.3035
2.6	13.4637	0.0554	0.7459	0.0219	0.2942
2.7	14.8797	0.0493	0.7329	0.0192	0.2854
2.8	16.4446	0.0438	0.7206	0.0169	0.2773
2.9	18.1742	0.0390	0.7089	0.0148	0.2693
3.0	20.0855	0.0347	0.6978	0.0131	0.2621
3.1	22.1980	0.0310	0.6871	0.0115	0.2551
3.2	24.5325	0.0276	0.6770	0.0101	0.2485
3.3	27.1126	0.0246	0.6673	0.0089	0.2424
3.4	29.9641	0.0220	0.6580	0.0079	0.2365
3.5	33.1155	0.0196	0.6490	0.0070	0.2308
3.6	36.5982	0.0175	0.6405	0.0062	0.2254
3.7	40.4473	0.0156	0.6322	0.0055	0.2204

续表 B.3.5

x	e^x	$K_0(x)$	$e^x K_0(x)$	$-E_i(-x)$	$-E_i(-x)e^x$
3.8	44.7012	0.0140	0.6243	0.0048	0.2155
3.9	49.4025	0.0125	0.6166	0.0043	0.2108
4.0	54.5982	0.0112	0.6093	0.0038	0.2063
4.1	60.3403	0.0100	0.6022	0.0033	0.2021
4.2	66.6863	0.0089	0.5953	0.0030	0.1980
4.3	73.6998	0.0080	0.5887	0.0026	0.1941
4.4	81.4509	0.0071	0.5823	0.0022	0.1903
4.5	90.0171	0.0064	0.5761	0.0021	0.1866
4.6	99.4843	0.0057	0.5701	0.0018	0.1832
4.7	109.9472	0.0051	0.5643	0.0016	0.1798
4.8	121.5104	0.0046	0.5586	0.0014	0.1766
4.9	134.2898	0.0041	0.5531	0.0013	0.1734
5.0	148.4132	0.0037	0.5478	0.0011	0.1704

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 《供水水文地质勘察规范》GB 50027
- 《供水管井技术规范》GB 50296
- 《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366
- 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 《地下水质量标准》GB/T 14848
- 《冶金勘察物探规程》YBJ 41

中华人民共和国国家标准

冶金工业水文地质勘察规范

GB 50615 - 2010

条文说明

制定说明

根据原建设部建标〔2006〕136号文《关于印发〈2006年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》的指示,由中冶集团武汉勘察研究院有限公司会同有关单位组成规范编制组,编制国家标准《冶金工业水文地质勘察规范》GB 50615—2010。

本规范是在《冶金工业供水水文地质勘察技术规范》YBJ 31—89的基础上,结合近十多年来的勘察实践和新技术的开拓应用而编制的。现就编制工作情况简要说明如下:

一、标准编制遵循的主要原则

1. 科学性原则。本规范的技术要求以行之有效的实践经验和可靠的科学成果为依据。对已经实践证明的技术上成熟、经济上合理的研究成果,纳入本规范。

2. 先进性原则。一方面积极收集,采用新方法、新技术;一方面规定的标准在平均的先进水平,尽力后定能达到要求。

3. 实用性原则。本规范的规定具有现实的可操作性,便于工程技术人员应用、执行。

4. 协调性原则。本规范兼顾了自身前后规定的统一,同时也考虑到与国家现行相关标准的协调统一。

二、编制工作概况

1. 准备阶段:根据要求成立了规范编制组,在《冶金工业供水水文地质勘察技术规范》YBJ 31—89和初步调研的基础上,草拟了编制工作大纲。于2007年3月12日在武汉召开了首次会议,成立编制组和制订编制大纲。

2. 征求意见阶段:编制组成员分工编写,并于2007年3月27日在武汉召集了“工程降水勘察”专题会议。于2008年10月在湖

北应城召开了编制组第二次全体会议,形成了“征求意见稿”。

3. 送审稿阶段:将“征求意见稿”寄送 11 家单位,经汇总、筛选出有价值的意见 31 条。整理后,又寄送相关专家查阅,于 2009 年 11 月完成送审稿,并于 2009 年 12 月 12 日在武汉市召开了“送审稿”审查会议,对本规范的编制工作和送审稿进行了认真的审查并通过了送审稿。

4. 报批阶段。编制组根据审查会专家的意见,对送审稿及条文说明进行了少量修改并完善,于 2010 年 3 月形成报批稿并完成了报批报告等报批文件。

三、重要问题的说明

1. 本规范的文本结构根据《工程建设标准编写规定》建标〔2008〕182 号文的要求编制。

2. 随着社会经济的发展和科技进步,地下空间的开发利用已日益为人们重视,深基坑越来越多,也越来越复杂,工程降水勘察已提上议事日程,本规范写入了“工程降水勘察”的内容及规定。

3. 为了提高规范的适用性和可操作性,根据收集的意见要求,在规范附录中设置了附录 A 和附录 B,便于工程技术人员采用。由于物探技术的不断创新和广泛应用,已成为水文地质勘察的一种重要手段,设置附录 A 很有必要。

4. 本规范将原冶金工业标准:《注水试验规程》YBJ 14—89、《抽水试验规程》YBJ 15—89、《压水试验规程》YBJ 16—89 的主要内容一并纳入。

5. 根据《环境保护法》和中华人民共和国国土资源部令 2009 年第 44 号《矿山地质环境保护规定》的要求,设置了“环境调查、评价与保护”一章。

6. 关于供水水文地质勘察阶段。目前现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001 中划分为四个阶段,考虑到今后与国家相关审批政策的衔接,首当其冲应与国标 GB 50027 保持一致。故本规范的勘察阶段划分为可行性研究、详查、勘探、开

采四个阶段。当遇到不同的设计,其设计阶段不确定时,可针对各勘察阶段的不同精度要求进行比对,确定所需进行的勘察阶段。

7. 本规范纳入了一些成熟的新方法、新技术,如物探方法的增加,利用同位素示踪测井资料计算渗透系数,利用数值法计算和确定地下水允许开采量等。

8. 水文地质勘察涉及的主要术语和符号均已在《供水水文地质勘察规范》GB 50027 中明确规定,为避免重复,本规范未设“术语和符号”一章。

四、尚需深入研究的问题

本规范已基本达到预期目的,但对有些问题尚未圆满解决,有待今后完善。

1. 在基岩地区进行水文地质勘察,如何合理布置勘察方案,仍需进一步研究、完善。

2. 工程降水的抗突涌验算,目前行业内主要考虑的是重力平衡,未考虑地层自身强度提供的抗力,由于研究成果尚不成熟,本规范对地层强度抗力未具体要求。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时正确理解和执行条文规定,《冶金工业水文地质勘察规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,对强制性条文的强制性理由作了解释。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时参考。

目 次

1	总 则	(95)
2	基本规定	(96)
3	水文地质测绘	(98)
3.1	一般规定	(98)
3.2	水文地质测绘内容和要求	(99)
3.3	各类地区水文地质测绘的专门要求	(99)
4	水文地质物探	(100)
5	水文地质钻探	(101)
5.1	勘探线、钻孔的布置原则	(101)
5.2	钻探要求	(103)
5.3	过滤器	(104)
5.4	洗井	(105)
5.5	土样、岩样及水样的采取	(106)
5.6	地层描述	(106)
6	水文地质试验与测试	(107)
6.1	抽水试验	(107)
6.2	渗、注水试验	(111)
6.4	回灌试验	(111)
6.5	地下水流向和流速的测试	(112)
7	地下水动态观测	(113)
8	水文地质参数计算	(114)
8.1	一般规定	(114)
8.2	渗透系数	(115)
8.3	影响半径	(117)

8.4	给水度和储水系数	(118)
8.5	降水入渗系数	(118)
9	地下水水量评价	(119)
9.1	一般规定	(119)
9.2	补给量的确定	(121)
9.3	储存量的计算	(122)
9.4	允许开采量的计算和确定	(123)
10	地下水水质评价	(128)
11	工程降水勘察	(129)
11.1	一般规定	(129)
11.2	土层工程降水勘察	(130)
11.3	岩体工程降水勘察	(130)
12	地下水资源保护	(131)
13	环境调查、评价与保护	(133)

1 总 则

1.0.1 多年来,由于过量开采地下水,出现了诸如水量减少,水质恶化,地面沉陷等一系列与生态环境失衡的环境水文地质现象,特别是近年来,随着冶金厂矿工程建设和冶金厂矿基坑降排水工程日益增多,对环境的不良影响也明显增多。特别是在工程建设的基坑降水工程中,很多基坑项目因没有进行有针对性的基坑降水水文地质勘察或其勘察资料不准,导致因基坑降水而诱发坡后地面沉降、建构筑物变形过大等环境地质问题。本规范强调了对环境保护的重视。

1.0.3 本条文强调冶金水文地质勘察应贯彻执行国家有关的产业发展政策,坚持循环经济的原则,做到成果准确可靠。同时还应加强对成熟的经验和有科学依据的新技术、新方法的推广应用,做到技术先进。

多年来有关水文地质勘探、测试、地下水动态监测、地下水资源评价等方面的新技术、新方法、新工艺,如先进的物探、同位素、遥感、计算机等新技术不断开发。例如,激发极化法、电导率成像系统、核磁共振等物探新技术已取得了满意的效果;又如井下彩色电视系统、单孔声波测井仪、轻便测井仪、超声波流量计、水位监测自动采集系统、水质速测仪等先进设备仪器的应用,有效提高了工作效率和勘察资料精度。但是,全国范围内各部门、各单位的推广应用尚不平衡,且力度不大,这不仅束缚和阻碍着水文地质勘察科学技术的发展速度,而且在一定程度上也制约着本规范内容的完善和水平的提高。

2 基本规定

2.0.1 勘察纲要是指指导勘察施工的纲领性文件,是指导勘察现场施工,编制各种人、材、机等计划及进行工作检查、验收的主要依据,编制勘察纲要前,应充分搜集勘察区已有的工程地质及水文地质资料,必要时进行现场踏勘,确保编制的勘察纲要具有针对性。要明确勘察任务、要求和工期要求,要明确本次勘察的勘察阶段划分及需重点解决的水文地质问题。由于勘察纲要内容涉及许多方面,有些内容如施工进度、人员、设备、环境保护、职业健康安全等,又多属经营管理和企业内部劳动定额、技术水平等方面的范围,加之不同工程规模、不同勘察阶段的勘察工作其内容和工作量布置相差较大,故本次规范修订时未编制勘察纲要的具体内容提纲,仅在条文中提出了编制的基本要求,在实际工作中可根据工程项目的具体特点来编制。在编制时应重点注意两点:一是必须充分搜集已有资料,避免与前人工作的简单重复,特别是基坑排水工程水文地质勘察,应充分搜集场区所在地或附近场区已有的基坑降水设计施工资料。二是强调现场踏勘必须认真,避免遗漏重要的地质、水文地质现象。

2.0.2 本条引用现行国家标准中的相关内容。本条强调勘察工作的内容和具体工作量的布置是根据不同勘察阶段及其对应的精度要求、工作区已进行的工作程度、地层特点、拟选用的地下水资源评价方法等一系列因素综合确定的,条文所述的“拟选用的地下水资源评价方法”,其含义是不同的资源评价方法对勘察工作量的大小、勘察工作内容及其布置的要求是不同的。

在水文地质条件复杂地区,其勘察工作的内容和工作量的布置应适当增加。

2.0.3 本条强调了对水文地质勘察的基本要求,对于不同勘察阶段和有特殊要求的项目,其内容侧重点或勘察任务可相应增加;随着近年来工程建筑地下室基坑开挖降水、桥锚基坑降水工程的增多;其对水文地质参数精度要求越来越高,为指导降排水工作的有序进行,降低因基坑降排水措施不当而引发的诸多安全及环境工程地质问题,本规范强调基坑降排水工程的水文地质勘察工作,以进一步规范工程建设中的勘察、设计工作。

2.0.4 现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001中勘察阶段分为四个阶段,考虑到今后与国家相关审批政策的衔接,并与国家标准关于勘察阶段的划分基本保持一致。将原规范中的可行性研究阶段和开采阶段和现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001中的详查和勘探阶段并列成为冶金水文地质勘察的四个阶段,只是各行业的习惯叫法不一样。其中可行性研究阶段相当于国家标准中的普查阶段,其各自对应的勘察精度是一致的。

对于降水勘察不进行地下水资源评价,且勘察范围很小,一般不分阶段。当现场资料缺乏而工程规模很大且水文地质条件特别复杂时,应增加一个阶段,以解决重点、难点问题,满足降水设计的要求。

2.0.5 本条强调了对水文地质勘察工作不同阶段的精度要求。但对于具体的勘察项目,可根据项目的具体特点、要求、已有资料及工程经验的搜集情况等,对勘察阶段进行简化与合并。所以,凡属于下列情况之一者,可对勘察阶段进行简化与合并:水文地质条件简单,需水量容易得到满足和保证的工程;只有一个水源地方案;初勘过程中,设计部门根据所获的初步资料能确定水源地;勘察阶段难以划分的岩体地区找水;基坑降排水工程。

3 水文地质测绘

3.1 一般规定

3.1.1 进行水文地质勘察工作时,首先应尽可能地搜集勘察区既有地质、水文地质资料,掌握勘察区地质、水文地质研究深度,本次勘察所需资料的欠缺程度,据此确定本次勘察需要进行水文地质测绘(或同时进行地质测绘)的范围。

3.1.2 本条规定了为满足各勘察阶段工作精度至少所应持有和掌握的地质图件比例尺,以此作为本次勘察需要进行水文地质测绘比例尺的依据。有条件时,或有特殊要求时,局部或全部进行更大比例尺测绘,将会为提高勘察精度提供有力的支持。

3.1.4、3.1.5 这两条仅列出了观测路线、观测点布置的一般原则。具体的水文地质测绘工作应按照相应的测绘技术规范、规程要求进行。

3.1.6 野外地质调查,是水文地质测绘的基础工作。观测点数量和观测路线长度是表征水文地质测绘工作精度的主要指标。在现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 中,就对观测点数量和观测路线长度予以规定。

编制《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001 时,编制人员曾搜集国内近十年来 78 个各种类型水源地的实例资料,经过综合分析和归纳,对 1978 年规范中“观测点数量和观测路线长度”的部分定额指标作了适当修改。并根据冶金、建设、水电行业野外实际应用情况,增补了大比例尺(1:5000)水文地质测绘的定额标准。

本规范仍采用 2001 年规范确定的指标,以保证水文地质测绘工作成果的精度。

3.1.7、3.1.8 将遥感技术应用于水文地质勘察中,可以在不影响

工作精度的前提下,减少野外工作量,提高生产效率。这两条仅对遥感影像资料比例尺、野外测绘工作量进行了规定。具体工作时,应依据专门的遥感技术规程的要求进行。遥感资料包括航片、陆地卫星影像和热红外图像等。

3.2 水文地质测绘内容和要求

3.2.1~3.2.7 水文地质测绘的内容和要求等规定,都是具有普遍性的。在执行时,应结合勘察区的具体条件、特征,突出重点。本规范把有关水文地质测绘的内容和要求的条款另列一节,这样与前节“一般规定”的内容不致混淆;与后节的“专门要求”也较为协调。

3.3 各类地区水文地质测绘的专门要求

3.3.1~3.3.10 原则上规定了各类地区进行水文地质测绘时,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察区的水文地质条件来确定。

4 水文地质物探

4.0.1 物探方法及物探手段具有多样性,各种方法具有它本身的适用范围和局限性,特别是在工程实践中,由于水文地质条件的复杂性,各种物探方法在应用于解决水文地质问题时,既有成功的经验,也有效果不甚理想的实例。因此,在布置物探工作时,有必要布置多种相关的物探方法进行比照分析;同时,在选择具体的物探方法时,应考虑被探测体本身所具备的与周边介质能明显区别的有利物探条件和其他条件,切忌盲目使用。

4.0.2 物探在水文地质勘察中已被广泛应用。从应用的结果及经验看,在解决某些水文地质问题上,既有很多成功的典例,也存在一些不甚满意的实例。究其原因,主要是物探适用条件的分析考虑是否适当。因此,为提高物探的应用效果,本条文规定了采用物探时被探测体应具备的基本条件。同时,由于各种物探方法的具体使用条件不尽一致,在此只能对被探测体的共性要求作出一般规定。

4.0.4 水文测井作为物探方法之一,已得到广泛的应用并取得了成功。为提高钻探取样的准确性并避免单纯依靠取样划分地层的单一性,在勘探孔中配合进行物探水文测井工作是十分必要的。譬如采用视阻率、自然电位、人工放射性同位素等方法测井,可为确定含水层深度、厚度和结构提供依据,在抽水试验过程中进行流量测井,抽水后进行扩散法测井,均可提高含水层渗透性和涌水量确定的精度。

5 水文地质钻探

5.1 勘探线、钻孔的布置原则

5.1.1 水文地质钻探是水文地质勘察工程的重要工序,同时,钻探的施工也是水文地质勘察中耗费多、工期长的一项工作。因此,如何合理的布置勘探钻孔,不仅直接影响到整个勘察工程的质量,也直接关系到整个工程的人、财、物的投入。本条文强调了勘察钻孔的布置应在水文地质测绘和水文地质物探之后,即在获得和研究了有关资料的基础上进行布置,以提高钻孔的目的性。另外,布置钻孔时还要考虑本条各款的内容,以达到一孔多用的目的。譬如,布置钻孔时应考虑水文地质计算和地下水资源评价方法的要求。因为,不同计算和评价方法所要获得的资料不同。选用数值法评价地下水资源,需要侧重对边界条件的了解,这与常用的解析法对资料的要求是不同的。布置钻孔时考虑长期观测和有关环境水文地质的要求,是从节省勘察费用,使勘察钻孔尽量留作长期观测孔的角度考虑的。

本规范适用于供水水文地质勘察和工程降水水文地质勘察,因此在钻探工作布置的考虑因素中,既有共性的因素,也有不同勘察目的时所具有的个性因素,如基坑规模、基坑降水条件和环境条件等。钻探工作应根据不同勘察目的,有针对性的布置。

5.1.3~5.1.9 松散层地区按照比较常见的7种类型规定了勘探线的布置原则,这些原则基本上是垂直地下水流向或垂直、平行主要的地貌形态与景观,以控制最大的变化特征。在实施诸条款时,应根据勘察区的具体条件体现一定的灵活性,例如在水文地质特征变化明显的地段也应布置钻孔。滨海沉积地区,在淡水一侧垂直地下水流向布置勘探线时,应预计抽水试验时地下水水位降落

漏斗的扩展范围,按咸水不能入侵拟建水源地考虑。否则会导致地下水源的水质污染。

5.1.10~5.1.12 对供水勘察而言,岩体地区水文地质勘探,一是寻找储水构造,二是查明与储水构造有联系的补给途径,但是由于岩体地区水文地质条件复杂,规律性较差,勘探点和勘探线的布置应根据勘察区实际水文地质条件来确定。

5.1.13 本条文表中的数据是大量工程实践的总结,是布置勘探线距、孔距的常用形式。对地下水资源评价主要应用的是解析法。显然当采用其他方法评价地下水资源(如数值法评价地下水资源)时,可不受本条文规定的限制,应根据评价方法的数学模型对资料的需要来布置勘探钻孔。

本条文表中所列松散层地区勘探线和勘探孔距离区间较大,在布置钻探工作量前应充分研究已有资料,水文地质条件简单的取大值,水文地质条件复杂的取小值。

5.1.14 近年来我国的工业规模不断扩大,河流污染程度越来越严重。布置勘察工作量时必须充分考虑河水的污染程度、河水与地下水的水力联系、地下水开采后地下水与河水的补给关系等,防止因降水导致河水污染地下水,造成不可挽回的损失。

5.1.15 我国绝大部分地区地下水处于超采状态,地下水位逐年下降,工业、农业和生活用水的开发以截流地表水为主。新(扩)建大中型水源地的几率很小,需水量较小的单井水文地质勘察和在现有水源地开凿新井以替代老井的水文地质勘察及成井工作相对较多,是目前水文地质勘察工作的重点。在现有水源地开凿新井或在水文地质条件比较清楚的小型水源勘察时可简化程序,将钻孔布置在拟建生产井的地点或直接开凿勘探生产井。

5.1.16 由于抽取岩溶地区地下水导致地面塌陷甚至对原有建(构)筑物造成破坏的现象时有发生。因此,水文地质勘察在抽水试验时必须避免该现象对道路、桥梁、堤坝、厂房、村庄、文物古迹、旅游景点等建(构)筑物的影响。有效控制是将抽水试验孔布置在

远离建(构)筑物或上部覆盖的隔水层较厚的地段。当基岩埋藏较浅,岩溶水的稳定水位位于松散层内,开采后地下水位降至松散层以下时,应引起高度重视。

5.2 钻探要求

5.2.1 勘探钻孔的深度应根据需水量、水文地质条件及其研究程度综合确定,本条文原则规定的“钻穿有供水或降水意义的含水层(带)或含水构造带”,应是水文地质钻孔的基本要求。在实施时,只要能控制勘察含水层(带)或含水构造带的空间分布,就无需所有钻孔都穿透有供水或工程意义的含水层(带)或含水构造带,各孔的深度可根据具体情况确定。降水勘察时应达到抗突涌验算的深度。

5.2.2 对钻孔的垂直度进行限制,是保证过滤器的安装、抽水设备的正常运行和正确获得地层(包括裂隙、溶洞、构造)部位的基本条件。

5.2.4 根据不同的地层选取不同的钻进方法,且还要兼顾含水地层不致由于施工原因造成严重的堵塞。因此,当岩体孔壁稳定时,应采用清水钻进。松散层钻孔,当孔壁较稳定,在整个钻探过程中能维持孔内水位高于地下水位,保证对孔壁有足够压力的情况下,可采用水压钻进;采用泥浆钻进时,为了避免孔壁或填料的堵塞,造成洗井困难,应在下管前和填砾前,将孔内的稠泥浆逐步换成稀泥浆,最大限度地清除泥浆对孔壁或填料透水性的影响。经验证明,填砾前换浆比下管前换浆更为重要。

5.2.7 构造破碎带、风化带和岩溶带透水性强,是水文地质勘察的重点层位。按目前的技术手段,上述层位采取岩芯比较困难,基于上述原因本条文要求的岩芯采取率偏低。在水文地质钻探中,应尽量提高上述层位的采取率,提高勘察工作质量。

5.2.8 由于不同测量工具的精度不一,所以,在测量钻孔深度时,应采用同一量具,并从井口固定一基准点进行,以求得同一误差基

准,测量孔深的基准点的高程在钻探过程中不应变动。

5.2.9 钻孔的回填和隔离封孔工作目前还没有引起足够的重视,有的水源地因没有进行隔离封孔,致使污染水进入其他含水层,破坏了水质;在地下热水勘探区因没有进行隔离封孔,大量冷水与热水混合,降低了热水的温度,严重影响了热水的利用价值。为保护地下水资源,对有可能破坏地下水资源的钻孔必须进行隔离封孔。

5.3 过滤器

5.3.2 过滤器直径的选择要考虑含水层的渗透性、出水量以及钻探方面的要求等。在相同条件下,过滤器直径的增加与出水量的增加的比例是一致的,一些试验资料表明,当过滤器直径增加到一定程度时,出水量就不再有比较大的增加了。在常见的砂类含水层中,过滤器直径超过 200mm,出水量增加的比例就逐渐减少。另外,选用大于 200mm 直径的过滤器作为勘察孔也接近生产井常用的直径,避免了不成熟的小口径向大口径出水量的推算。因此,本条文规定:“在松散层中,宜大于 200mm”。过滤器的质量直接影响到抽水孔的质量,关系到出水含砂量的大小。

5.3.3、5.3.4 从理论上讲,过滤器的孔隙越大,则进水阻力越小。但是,这时过滤器骨架管的强度也越低。本条文规定抽水孔过滤器骨架管的孔隙率不宜小于 20%,是基于过滤器骨架的强度和使用寿命以及现有设备的状况综合考虑提出的。

使用包网、缠丝过滤器时,其过滤器孔隙尺寸的大小应根据含水层的颗粒直径来确定。根据这一原则,本条文对几类松散含水层根据含水层的颗粒级配确定过滤器的孔隙尺寸作了具体规定。

5.3.5 过滤器的长度应根据含水层的渗透性、预计出水量和含水层厚度确定。本条文规定:“观测孔过滤器长度不宜小于 2m”,是指在地下水静止水位和抽水试验时的最大动水位区间必须安装过滤器,以保证观测水位的正确性,如果估算的静止水位和最大动水

位差值大于 2m, 过滤器的长度按估算值考虑, 并应留有余地。

5.3.6 填砾的大小对勘探孔(井)的出水量具有重要影响, 填砾直径过小, 井壁进水面积不够, 水跃值过大, 影响勘察质量和生产井出水量; 填砾直径过大, 含水层中的细颗粒就会进入孔(井)内, 导致孔内(井)淤积, 严重者勘察孔(井)报废。本条文公式中规定的系数(6~8)是通过国内工程经验, 并参考国外资料确定的。

5.4 洗 井

5.4.1 抽水试验孔、长期观测孔、供水管井在孔(井)中井管、过滤器安装完毕后必须马上进行洗井。根据经验不马上洗井容易造成抽水孔出水量偏小、抽水试验失败。

5.4.2 本条对洗井方法作了原则性的规定。现说明如下:

1 在粉细砂含水层中施工的管井宜采用空压机与活塞配合洗井; 该方法可以缩短抽水试验试抽时间, 降低成本;

2 在中粗砂-卵砾石含水层中的抽水孔宜采用空压机洗井, 观测孔可采用提水方法。该方法在经济合理的前提下可缩短抽水孔试验时间、观测孔反映真实水位;

3 在岩体裂隙含水层中的钻孔可以根据水文地质情况选择空压机、深井泵和化学洗井方法。该方法可以提高钻孔出水量, 并使抽水试验在设备确定的情况下争取最大水位降低。

5.4.3 本条规定的洗井标准是根据洗井的目的和洗井工序的要求制定的, 井水含砂量未规定具体的数值指标, 但并非是不测量或不可测量, 仅是没有一个指标值而已, 在反复的空压机和活塞洗井过程中, 需要多次测量井水含砂量数值, 如果井水含砂量持续降低, 说明洗井尚未洗好, 应继续洗井, 如果多次测量, 井水含砂量没有明显下降趋势, 表明洗井已尽其所能, 洗井即可结束。即使井水含砂量仍然较高, 也非洗井工序能解决。同理, 在连续洗井过程中, 单位出水量不再增加或增加很少, 即表明洗井已达到要求。

5.5 土样、岩样及水样的采取

5.5.1 钻探取样的目的是正确反映地层,为划分地层取得第一手实际资料。在采样时应重视现场鉴定工作,取土样的数量应依据地层的均匀程度、采取率的大小和取土质量的高低,在规定的区间内分别取大值或小值。

5.5.2 采用测井和井下电视等多种方法配合取样可以更加准确地划分地层,减少土、岩样的采取数量,加快钻进速度。

5.6 地层描述

5.6.2 本条文规定了岩土层的描述提纲,由于地层的复杂性,不是简单几条所能规定清楚的,在实际工作中对岩土分类和定名还应参考有关规定。在实际工作中需要对勘察区的地层进行尽量详细描述,把能辨别的现象全部描述进去,正确反映岩土的全貌。

6 水文地质试验与测试

6.1 抽水试验

6.1.1 本条是抽水试验的一般规定,具体说明如下:

1、2 新中国成立以来,抽水试验在水文地质勘察中广为应用,积累了丰富的经验。但随着地下水广泛开发利用,水文地质条件亦日趋复杂,环境影响日趋加重。两款根据以往经验,规定了不同勘察阶段抽水孔的布置原则、抽水孔占勘探孔总数的百分比,以保持抽水孔在水文地质勘察中的适当数量和比例,确保各不同勘察阶段的勘察成果精度。

3 抽水试验时,不仅需要了解抽水孔的出水量、水位下降值等,还需布置观测孔了解抽水孔周围情况。本款规定了抽水试验时观测孔布置的一般原则。

1)关于抽水试验时观测线的布置:一般情况下,抽水试验时宜布置2条观测线。实际工作中,可根据勘察区水文地质条件和工作目的,适当增加或减少观测线。

2)关于观测孔布置的方向:因地下水存在着水力坡度,抽水形成的漏斗形状是不对称的(尤其是水力坡度较大时)。因此,需要根据试验的目的来考虑观测线的布置方向:

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;

若实测抽水的漏斗形状、影响范围,可按十字法(平行、垂直地下水流向)布置,或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。

3)关于观测孔的数量:观测孔的数量与所采用的计算公式的

要求有关。为了能使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宜为3个。亦可根据勘察目的适当增加或减少。

4)关于观测孔距离抽水孔的距离:根据经验,一般当观测孔距抽水孔的距离 $r > M$ 时,紊流、三维流的影响已很小,对计算精度不会有大的影响。

三维流的影响还与抽水孔的出水量及过滤器直径的大小有关,如抽水孔出水量很小,过滤器直径比较大时,则第一个观测孔可以靠抽水孔更近一些。

关于远观测孔的距离,一般要求从观测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,原则规定“距第一个观测孔的距离不宜太远”。这样,也可保证远观测孔中有较大的水位降,减少水位量测时的观测误差。

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,则可根据实际需要布置。

5)关于观测孔过滤器的设置:要求观测孔过滤器安置在同一含水层、同一深度,过滤器长度相同,是为了增强可比性,给分析、利用资料提供方便。

6 关于采用数值法评价地下水资源:实践表明,采用数值法计算和评价地下水资源时,有时需要反求参数,识别和检验数值模型的合理性。所有这些,都需要有模拟域的水量、水位和边界条件方面的资料。为了满足这些要求,唯通过大流量、大降深的群孔抽水试验才能达到目的。所以,本款规定,采用数值方法计算时,宜进行大流量、大降深的群孔抽水试验。

7 若自然水位变化较大时,应分析原因(如降雨、相邻钻孔钻探、周边地下水开采、附近河湖水位变化、潮汐影响等),并应延长自然水位观测时间,掌握自然水位变化规律。若自然水位的影响

因素稳定存在并掌握其变化规律时,应在抽水试验过程中对动水位是否达到稳定、恢复水位观测是否可以结束等进行判定时,考虑这些影响因素。

本款强调抽水孔、观测孔的水位测量应同步进行,是为了保证资料对比和分析结果的精度。

10 目前在抽水试验工作中,已很少采用孔板流量计测量出水量。抽水试验中水表应用渐多。这是因为采用水表计数法测定出水量,观测简便,结果可靠。考虑到实际应用,将这些方法均纳入本规范。

11 地下水水质、水化学环境已备受关注。采取水样进行水质分析和细菌检验,是抽水试验不可缺少的重要内容。应在停泵前按勘察目的、要求,采取水样进行水质分析(理化分析、含沙量、细菌检验及其他特殊目的的水质分析)。

12 考虑到利用恢复水位资料计算水文地质参数的需要,本款规定,恢复水位的测量应按非稳定流抽水试验的观测时间间隔进行。

14 井水含砂量超标,直接影响抽水设备的使用寿命,其潜蚀作用严重,直接导致井周地面沉降或坍塌,特别是岩溶地区极易发生,导致环境恶化,财产受损。

6.1.2 稳定流抽水试验说明如下:

1 稳定流抽水试验时,3次下降可以获得完整的 Q_s 特性曲线,以便根据曲线类型,正确选择水文地质参数计算公式。根据曲线类型,还有可能适当外推出水量。

但是,若水文地质条件简单时,或根据试验目的,亦可减少为两个或一个下降段次。

2 动水位的稳定与否,单看水位的波动范围是不够的,更主要的是要考虑有无持续上升或持续下降的趋势。所谓“在一定的范围内波动”,是指不同的抽水设备,在抽水时,导致抽水孔内水位上下波动值是不相同的。在执行时,应予以注意。此外,在判断抽

水试验是否达到稳定时,也必须注意自然水位有否变化及其对抽水时动水位的影响。

3 规定稳定延续时间,主要是为了确保抽水试验时,抽水量与补给量达到平衡。抽水量与补给量达到平衡所需的时间,不仅与补给条件有关,也与含水层颗粒组成有关。因此,各不同含水层规定了不同的稳定延续时间。

但在补给条件较差的地区,应特别注意是否达到了稳定,必要时,应延长稳定延续时间。

6.1.3 非稳定流抽水试验说明如下:

1 本款规定出水量在抽水试验过程中应保持常量,主要考虑实验操作方便。若有特殊要求,非稳定流抽水试验的出水量也可以不保持常量,或可以呈阶梯流量。

3 对非稳定流抽水试验观测时间的要求,认识不尽一致;一种意见要求增加开泵 20s、40s 的观测次数,认为这是满足公式“瞬时现象”的要求;另一种意见认为,由于含水层的释放总存在“滞后现象”,即使观测出 1min 前的数据也无意义。考虑到目前测试技术的水平,本条文规定从抽水开始后 1min 进行观测,以便观测数据在 $S-lgt$ 曲线上达到均匀分布。

6.1.4 群孔抽水试验说明如下:

抽水试验时,以抽水孔出水量、动水位是否达到稳定来衡量,可以划分为稳定流、非稳定流抽水两种。

若按抽水孔数量划分时,可划分为单孔(或带观测孔)抽水试验、群孔抽水试验(两个或两个以上抽水孔同时抽水)两类。

单孔(或带观测孔)抽水试验侧重于研究单孔抽水时,出水量、水位下降值、影响半径(下降漏斗)这几个要素的变化规律、制约关系,进而计算水文地质参数。因此,单孔抽水试验属“局部”试验范畴。

而群孔抽水试验属于两个或两个以上抽水孔同时进行抽水,其目的是要评价地下水允许开采量,确定拟建水源地开采井的数

量、位置(布局)、合理井间距,地下水开采后勘察区及周边水文地质环境等。是从“宏观”角度,为达到勘察目的而采用的试验方法。

在此前的几个水文地质勘察规范版本中,群孔抽水试验、开采性抽水试验,或划在稳定流章节(认为属稳定流类型),或划在非稳定流章节(认为属非稳定流类型)。这两种划分方式都似不妥。本次修订规范,将群孔抽水试验、开采性抽水试验与稳定流、非稳定流抽水试验方法并列列出,意在表明抽水试验类型,有按是否达到稳定、按抽水孔数量等不同划分方法,有不同的试验目的。

6.1.5 开采性抽水试验说明:

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

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

6.2 渗、注水试验

6.2.1、6.2.2 在现行行业标准《注水试验规程》YBJ 14—89中,将试坑法、钻孔法统称“注水试验”。本规范将试坑法、单环法、双环法试验称为“渗水试验”,注水试验则专指在钻孔中进行试验。

注水试验虽应用时间较长,但试验设备、操作方法、计算方法均无大的改变。试坑法渗水试验的计算方法亦无变化,本规范的钻孔注水试验计算方法与现行行业标准《注水试验规程》YSJ 214—89/YBJ 14—89相比,变化较大。

6.4 回灌试验

6.4.1 本条文规定了宜进行回灌试验的地区。

6.4.3 本条强调,回灌试验用水,要采自规划回灌水源。以通过回灌试验,同时获得对回灌水源的评价。

6.4.6 水(地)源热泵技术兴起时间不长,但推广迅速。与水(地)源热泵技术应用有关的地下水开采、回灌,应执行现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366—2005 的规定。本条仅对回灌水质进行了原则规定。

6.4.7 本条强调,通过回灌试验,不仅要获得适宜回灌地层、回灌量、回灌水源可靠性等试验成果,还要获得长期回灌效果预测、长期回灌环境评价等成果。

6.5 地下水流向和流速的测试

6.5.2 应用人工放射性同位素稀释法是确定地下水运动状态要素行之有效的测试手段。

国外对稀释法和示踪法久已广为应用,且有成熟的经验。近年来,我国已有不少单位对放射性同位素技术在水文地质勘察方面的推广应用进行了大量工作,并有不少应用实例,效果较佳。采用人工放射性同位素可测定松散含水层中渗透流速、实际流速、流向、有效孔隙度和弥散率等参数,进而可确定含水层的渗透系数和弥散系数。

7 地下水动态观测

7.0.2~7.0.4 地下水动态观测网、点的布置需要满足两个方面的要求。一是控制性的；二是专门性的。所谓控制是指对地下水动态的规律能基本掌握。所谓专门是指为某个或几个具体目的而布置的。控制性观测网、点的设置应与勘察阶段一致并应体现地区的水文地质特征，这在本规范条文中有原则的规定。专门性观测孔的布置在本规范中规定了常见的各种专门目的的布孔原则。在执行这些条款时，还应结合拟选用的数学模型和计算方法，因地制宜地进行。

7.0.7 地下水动态观测资料是研究地下水的运动规律、计算和评价地下水资源以及预测地下水变化的重要资料，其观测时间越长，对研究越有利，具体的观测时间间隔应根据动态观测的目的而定。一般情况下，对动态变化大的对象，观测时间间隔应短些；对动态变化不大的对象，时间间隔应长些。本条文对动态观测时间间隔规定的是一个区间数。具体观测时间间隔应根据具体的目的来确定。各孔的观测时间最好同时或接近同时，并定期归纳、整理资料。

8 水文地质参数计算

8.1 一般规定

8.1.1 水文地质参数种类繁多,勘察区的水文地质条件又千差万别,但依据本规范所进行的勘察工程,其目的和任务都是确定了的。因此要根据工程需要,有选择的确定应该获取的参数。

有些参数的计算公式,是由不同的渗流理论推导出来的。如影响半径,只有在稳定流理论中,才有明确的表述和实际意义;压力传导系数、储水系数等,只存在于非稳定流理论参数计算体系中。因此本条中所列举的有些参数,实际分属于不同的渗流理论范畴。

另外,由于地下水在岩体裂隙和岩溶裂隙、孔洞中的偏流、管道流等复杂线性-非线性流运动状态,目前研究得还不十分深入,故本规范暂未列入地下水在这些运动状态下的相应参数计算公式。

水文地质参数,一般可通过现场原位测试、实验室试料测试和经验数据选择等方法取得。其中主要方法是通过对现场测试(实验)工作获得的数据,经公式计算后取得。

任何一种参数的计算虽都包括了许多类型和许多公式,但这些公式多是对实际状况进行了简化和概括后,按不同的地下水渗流理论推导出来的。而现场水文地质条件的复杂多样性以及勘察工程任务的单一具体性,又不可能也没有必要把一切全部查清。这种理论公式的简化、概化的缺陷和勘察工程单一、具体的特点,造成计算出的参数值和实际参数值之间必然存在着或大或小的差距,可见尽量减小二者的差距就显得十分必要。因此本条规定了合理选定参数计算公式这一原则。

8.1.2 本规范所列的潜水孔计算公式,除符合含水层均质、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)才比较相符合。

8.1.3 为了尽可能准确地求得参数,除对试验工作的技术要求作出规定外,本条对参数计算作出了应进行合理性分析的要求。鉴于现场水文地质条件的复杂性和计算公式的局限性,论证后可能发现只有基本符合条件的公式而没有完全符合条件的公式。在此情况下,采用基本符合条件的公式进行参数计算也是允许的。因为对于勘察工作的最终目的而言,重要的是利用有关参数,依据勘察区水文地质特征和边界条件等,建立起数学评价模型,并通过对模型的识别,选择出合理的参数。选择出的参数才是进行评价计算使用的参数,而经试验工作后计算出来的参数,是作为模型识别之用的。可见对它们进行合理性分析是必要的。

目前业内对参数计算的理论研究和经验总结都还不够,加之自然条件、试验状况和试验方法又多种多样,所以规范的规定很难满足各种情况下的计算要求。因此本规范只列举了典型的孔隙含水层地下水渗流运动条件下最基本的公式作为示范。对于复杂的水文地质条件和不同目的的勘察工程,在选择参数的计算方法和计算公式时,可不受本规范所列公式的限制。

一些渗透系数的计算公式,是分别按照稳定流理论和非稳定流理论提出的,在应用时应注意与试验方法和试验数据的采集相匹配,并在使用这些参数进行有关评价时考虑到这一特点。

8.2 渗透系数

8.2.1、8.2.2 稳定流抽水试验,包括带观测孔和不带观测孔两种,是目前勘察工程中求解渗透系数最常用的试验方法。对于不带观测孔的抽水试验,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外,还和抽水时出现的以下三种状况有关:1)孔壁及周边含水层中产生了三维流和紊流;2)因孔壁和滤水管壁对地下水

流的阻力造成的地下水能量损失；3)因地下水流在含水层中以近似水平运动转化为在滤水管中垂直运动造成的地下水能量损失(2、3两种能量损失又称孔损)。以上三种状况,造成在抽水孔内观测到的水位下降值,明显大于抽水试验求参公式所要求的水位下降值。消除以上状况增加的水位下降值,不论在实际操作上或理论计算上,都是困难的。而用带观测孔的抽水试验观测资料,则能较容易地消除以上影响。若用抽水孔的水位下降资料计算时,则需尽可能消除上述三种状况对水位降造成的影响后,再进行计算。

8.2.3 本条所列是利用非稳定流抽水试验计算渗透系数的泰斯公式和雅可布公式。可是在自然界,完全符合上述公式条件要求的抽水试验并不多见,这是因为含水层中地下水总是具有补给-径流-排泄的形成过程。因此在作非稳定流抽水试验时,如果时间足够长,动水位往往可以达到稳定,也即在抽水影响范围尚未到补给边界前达到稳定。因为即使不存在越流补给,仅上游来水补给范围扩大到一定断面,使得该断面的地下径流量等于抽水量时即可稳定,此时地下水流场便处于动态平衡状态。因此选用公式时应分析含水层特征、抽水实验状况等与公式的适用条件是否相符。试验操作过程尽可能依公式要求进行。另外,同稳定流抽水试验一样,还应考虑抽水孔周围三维流和紊流及井损等对抽水孔水位降的影响。

8.2.4 本条指的越流补给是限定在相邻弱透水层弹性储量的释放忽略不计和上复补给层具有常水头的汉士士拐点计算公式。现实情况要比上述条件复杂得多,如同一含水层上游来水的补给以及下伏含水层的顶托补给等,这些都是应进行考虑的。

总之,在采用非稳定流抽水试验计算渗透系数时,选用公式应考虑不同的补给类型、边界条件及含水层的延迟释水等。尽力做到所选公式与勘察区的条件相符,这样才能获得比较满意的效果。

8.2.5 本条所列公式均为非稳定流抽水试验公式。尤其是当停止抽水前动水位已稳定时,是假定有越流补给的汉士士拐点计算

公式。

8.2.6 在勘察工程中,只有在现场施工条件不良、含水层埋藏过深等特殊原因而难以正常进行抽水试验,或有特殊要求时才会实施。在实施中应采取措施消除待测试含水层以上各含水层(透水层)对施工、试验和计算造成的影响。这些公式均为近似公式。

8.2.7 霍斯列夫公式(8.2.7-5)的应用条件之一是($q < 10lu$),其透水率 q 与单位吸水量的表达式(8.2.7-3)是一致的,只是式中符号 P 的单位、含意不同,前者为 MPa,后者为压力水柱的高度 m 。

透水率 q ,是当试验压力为 1MPa 时,每米试验段的压入流量 (l/min),其单位为吕荣(lu);单位吸水量 ω ,是在单位水头压力(10kPa)下,单位长度试验段每分钟所吸收的水量,单位是(l/min · m²)。

在岩体地层中压水试验的计算中,我国多采用单位吸水量 ω , 1lu 相当于 0.01l/(min · m²)。而国际上多采用透水率 q (我国部分部门采用)。

8.2.8 同位素示踪测井是与传统的抽水试验完全不同的另一种原位测试方法,它省去了消耗大量动力的抽水排水等环节,是一种保护环境和节约能源的方法。该方法操作简便灵活、适用条件广、耗时短、成本低。如果和传统的抽水试验成果相互配合使用,效果更佳。

8.3 影响半径

8.3.1 影响半径采用稳定流理论中的裘布依公式求得。该公式要求抽水试验孔所抽取的地下水,必须是以抽水孔为圆心的圆环形周边定水头水源补给。在自然界,这种要求只有在一个圆形岛状陆地中心处打孔抽水,而由岛周边水体补给时才有可能满足。此时影响半径为抽水孔中心至岛边沿的距离。显然,自然界中几乎没有这种条件下的抽水试验。因此现实中计算出的影响半径也只能是在诸多条件限制下的一个近似值。

现今,随着地下水运动理论的发展,计算技术的提高以及大量

勘察工程经验的积累,对于影响半径除在延时较短的疏干工程中还有一些应用外,其他方面的用途已经逐步淡化甚至消失。

8.3.2 本条是对没有观测孔的抽水试验、由其他方法已求得了渗透系数时,计算影响半径的方法。

8.4 给水度和储水系数

8.4.1 给水度可采取实验室法、现场原位测试法、抽水试验法和经验系数法等求得;储水系数一般采用抽水试验法求得。由于求参公式的局限性和自然界地下水含水层的复杂性,以上方法都有许多不完善之处,因此不能拘泥于一孔、一处、一种方法求得的参数,应该从全局出发,把用不同方法在不同地段求得的参数互相印证综合对比后最终确定。

8.5 降水入渗系数

8.5.1 地下水均衡场可以直接观测降水量和降水入渗量并计算入渗系数。由于均衡场地区的边界和含水层水文地质条件都已查明,观测数据又较准确,因此得到的参数可靠性高。如果勘察区没有设置均衡场,可用水文地质比拟法间接采用邻近地区或相似地区地下水均衡场的观测值和计算值。

8.5.2 本条列举的计算公式是根据平原区含水层的水文地质特征得出的。适用于分布有广泛潜水含水层的松散堆积平原区。岩体地区不宜采用本公式。在平原区采用该公式还应注意下列几点:

公式只适用于降雨并假定降雨期地下水位的天然平均降(升)速与降雨前相等。

对于毛细上升高度在降雨前后不变的潜水含水层(岩性成分均匀),可不考虑毛细水对给水度的影响,反之则应考虑其影响。

当含水层分布较广,入渗条件因地而异时,应分区分段计算,或取得有代表性的多点值,然后取加权(降雨量为权)平均值。

公式没有考虑在降雨期间由于其他因素可能造成水位上升值。

9 地下水水量评价

9.1 一般规定

9.1.3、9.1.4 本规范采用补给量、储存量和允许开采量的地下水资源分类方法,突出了补给量在地下水资源评价中的重要性。

地下水水量评价的目的就是计算允许开采量的值,并论证其补给的保证程度。勘察区地下水的形成以及补给、径流和排泄的过程,有着自己的内在规律和外部的影响条件,因此,地下水水量的评价是多因素综合评价的结果,一般应根据需水量、勘察阶段、开采方案等要求和具体的水文地质条件、外部环境的影响,在充分考虑地下水的补给量和可开采储存量的调节能力的基础上,最终确定合理的允许开采量。对于有些勘察区,计算的地下水储存量很大,往往会造成地下水很丰富的错觉,其实不一定每个工程都要计算,只有在补给量不足时,才应计算可开采储存量,同时要论证其开采后的可恢复性,以发挥以丰补歉的调节作用。虽然储存量愈大,调节能力也愈强,但究竟能动用多少,仍取决于补给量的大小。也就是说,不管是否动用储存量,允许开采量的大小最终取决于补给量的大小(含开采条件下补给量的增加量和排泄量的减少量),如果计算时段的开采量超过补给量,则开采量会逐渐减少,按此量建设的水源地不能成为稳定的开采水源。

9.1.5 计算和评价地下水允许开采量的所有方法均涉及到计算时段的选择。例如,采用水均衡法时,要选择均衡期;采用数值模拟进行地下水预报时,要设定预报期等;即计算和评价地下水允许开采量的精度与计算时段的选择有着密切的关系。本规范分三种不同情况对如何选择计算时段作了规定:

1 采用“多年平均”作为计算时段。实际工作中常用的方法

有三种：一是采用平水年($P=50\%$)的丰、平、枯水季作为计算时段；二是采用勘察年份的前几年(如取前5年)；三是采用典型年组合，如取丰水年($P=25\%$)、平水年($P=50\%$)、枯水年($P=75\%$)三年作为计算时段(如农田供水)。其中采用后两者较多。

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

3 采用连续枯水年组或设计枯水年组作为计算时段。此方法常用于傍河水源地地下水资源的评价。此类水源地地下水的补给以大气降水、上游地表径流及开采条件下的河水入渗补给为主，但由于水源地面积小，前两项补给量有限，而河水补给量往往占允许开采量的 $70\% \sim 80\%$ ，因此合理确定河水补给量是正确评价允许开采量的依据。为此，须分析地表径流实测系列资料，选取对供水最不利的连续枯水年组作为计算时段，计算已知河流年径流量递减系列中各年河流年径流量的经验频率，然后绘制经验频率过程线，在 $P=50\%$ 以下过程线所包围的面积最大者为最不利的枯水时段。设计枯水年组取决于河流实测系列资料，而河流流量除本身所具有的周期性变化规律以外，还受地表水利用规划(修建水库、调水等)的影响，因此，在计算过程中应全面考虑。

9.1.6 本条文强调在地下水水量评价时，应进行水均衡分析，意在明确地下水补给量、排泄量与储存量之间的关系。

水均衡是指均衡计算区或评价计算区内地下水总补给量(Q_{tr})与总排泄量(Q_{td})的均衡关系，可以进行多年平均水均衡分析，也可以进行逐年的水均衡分析。地下水总补给量、总排泄量和地下水蓄变量三者之间的水均衡关系，可以表示为：

$$Q_{tr} - Q_{td} \pm \Delta Q = X \quad (1)$$

$$\frac{X}{Q_{tr}} \cdot 100\% = \delta \quad (2)$$

- 式中： Q_{tr} ——地下水总补给量(万 m^3)；
 Q_{d} ——地下水总排泄量(万 m^3)；
 $\pm \Delta Q$ ——地下水储存量变化量(万 m^3)；
 X ——绝对均衡差(万 m^3)；
 δ ——相对均衡差，无量纲。

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

为提高计算成果的可靠性，一般要求对平原区各个评价计算区逐一进行水均衡分析，当评价计算区的 $|\delta| > 10\%$ 时，要求对该评价计算区各项补给量、排泄量和地下水蓄变量进行核算，必要时，对某个或某些计算参数作合理调整，直至其 $|\delta| \leq 10\%$ 为止。

9.2 补给量的确定

9.2.1 条文中将地下水的补给量分为 5 类。含水层之间的越层补给量的计算比较复杂，规范中没有规定，可根据抽水试验资料，参照有关手册计算。其他途径的入渗补给量指人工回灌、人工漫灌、雨洪坡面流、凝结水入渗补给量等。条文中没有列出入渗量计算公式，工作中可根据试验资料或经验公式进行计算。

9.2.3、9.2.4 地下水径流补给量的计算公式是最典型的常用的公式，但计算结果的精度取决于公式中的渗透系数和含水层的参数，都应尽量准确。降水入渗补给量的计算取决于降水量和入渗系数，在实际工作中，多以年降水量乘以年平均降水入渗系数。但由于我国地域辽阔，气象条件变化很大，不同地区的年降水量、降水量的季节分布、次降水量和降水强度等不同，同时对于山前倾斜平原区，地下水水位埋深从几百米变化到数米甚至高于地表，降水

入渗系数相差悬殊,因此,降水入渗量的计算应根据勘察区条件综合考虑,合理取值,对于 A 级精度(开采阶段勘察),可进行专门的试验以确定降水入渗系数,建议用公式(9.2.4-1)进行计算。

降水入渗补给量在时空分布上有明显的不均匀性和周期性,可分时段进行计算。

9.2.5、9.2.6 灌溉水田间入渗,河、渠、湖等地表水入渗补给量的计算,目前一般以经验公式或经验系数计算,缺乏比较符合实际情况的计算公式,其计算精度取决于工作的深入程度。例如,地区、灌溉模式(大水漫灌、喷灌、滴灌等)、水利化程度、灌溉定额、作物类型、地下水水位埋深、包气带岩性、季节等条件,都直接影响着田间水、河、渠、湖等地表水入渗补给量的大小,有些河流的河岸垂直切穿整个含水层到隔水底板(补给量计算公式要求的条件),而有些河流却是悬挂河,这些条件的变化都影响着计算的精度。

9.2.7~9.2.9 本规范推荐了根据地下水均衡原理,采用排泄量反算补给量的方法,可根据实际情况选用。但无论是直接求单项补给量或是用排泄量反求总的补给量,均应根据勘察区的具体条件选取主要项目,而舍去非主要项目进行计算,且避免有重复项目和重复量参与计算。

9.3 储存量的计算

9.3.1、9.3.2 储存量是指储存于含水层内的重力水体积,根据埋藏条件不同分为容积储存量和弹性储存量。储存量一般是在长期的补给、排泄过程中积蓄起来的,它处于不断的运动之中。当补给和排泄保持相对稳定的动平衡时,储存量是常量。多数情况下随着水文气象的周期性变化,储存量是随时间变化的量,这就是储存量的调节作用。因此,根据计算目的不同,宜采用不同时间的储存量。此外,随着勘察阶段的不同,对勘察区含水层的面积、体积、水位(头)、给水度(弹性储水系数)等条件的掌握程度不同,计算的储存量也是不同的。此外,储存量可根据计算和评价的不同目的,还

应考虑选取计算合理的含水层体积,如:当水源地范围为不完整的水文地质单元时,实际选取计算的含水层厚度和分布范围往往偏大。

除采用枯水期疏干储存量的方法计算允许开采量外,其他情况下不宜用勘察区地下水储存量作为计算允许开采量的直接依据,应采用可开采储存量。当有多层咸、淡水含水层相间分布时,可开采储存量计算时的设计降深,应保证不因开采层水头降低使咸水含水层补给淡水含水层。

9.4 允许开采量的计算和确定

9.4.1 本条文既为技术规定,又带有法规性质。允许开采量的计算和确定是供水水文地质勘察项目的核心。它的准确度和可靠性直接关系到拟建地下水水源地水资源评价的质量、地下水开发利用的合理性及厂矿建设的规模。从条文内容上看,它直接涉及到拟建水源地地下水资源的保护和环境保护,为此,该条文确定为强制性条文。

9.4.2 水量均衡法是计算和评价地下水资源的最常用的基本理论和基础,也是用来验证其他方法计算和评价地下水资源结果的基本方法。所以当能确定勘察区及其相邻地区地下水在开采条件下的各项补给量和消耗量时,应首先采用水量均衡法。

水量均衡法计算和评价地下水资源的精度取决于如下三个因素:

1 均衡区:原则上应以完整的水文地质单元作为均衡区,但当勘察区或取水地段面积不大,仅为整个水文地质单元的一部分时,也可以水源地或取水地段作为均衡区(此种情况下用数值法计算允许开采量时,有时会给模型的识别和检验带来困难),但是不论何种情况,均衡区的选择应保证计算的地下水允许开采量满足相应勘察阶段精度的要求。

2 均衡要素:包括各项补给量和排泄量,计算时应选择主要

项目,既不能缺失又要避免重复。计算中还应注意均衡要素在开采前后可能发生的变化,并以计算和确定开采条件下的均衡要素为主。

3 均衡计算时段:在选择均衡计算时段时,应注重分析评价区均衡要素在一年或多年内的变化规律以及需水要求和水文地质条件等因素,按本规范第 9.1.5 条的规定选择。

9.4.3~9.4.15 水文地质条件不同,允许开采量的计算方法也较多,但应注意选择适合勘察区条件的计算方法。本规范仅列出一些常用的方法。应根据勘察区的需水量、勘察阶段和水文地质条件等因素来选择和使用,也可选用本规范未提及的却又适用于勘察区的其他方法确定允许开采量。

1 地下水径流量法(9.4.3)。使用这种方法时应注意如下两点:

1) 只用在开采方案和取水构筑物能控制整个含水层横断面(如含水层是条带状)时,才能全部或接近全部截获地下水径流量;

2) 不论开采前、后,地下水均以径流补给为主,不会产生其他途径进入含水层的新的补给源,而且储存量很小,没有取用储存量的意义或取用意义很小。

2 相关分析法(9.4.4、9.4.8、9.4.9)。这种方法的计算精度取决于动态观测资料系列的长短,如果有足够长的能完整反映地下水变化规律的动态观测资料,就可以建立相关性高的数学分析关系。大致有两种情况:

1) 对于已经投产的水源地,用已有的区域地下水水位的系列观测资料和总开采量之间建立相关关系,预测动水位再进一步下降时的允许开采量;此种相关关系不能反映扩大开采时是否有增加补给量的可能,若扩大开采后的补给量不足,则根据相关关系预测的结果是不可靠的,还应进一步验证相应的补给量;

2) 利用泉或暗河的流量资料和气象、水文资料建立相关关系,以求得相似气象、水文条件下的泉或暗河的允许开采量。但当需

水量大于动态观测的最枯水流量时,其允许开采量的保证程度也存在问题。

在评价用泉作为供水水源的允许开采量时,还应同时考虑开采条件下泉水对区域生态影响的最小下泄量。

3 群孔抽水试验法(9.4.5、9.4.12、9.4.15)。采用有关岸边渗入公式确定傍河取水的允许开采量时,应注意公式的适用条件;二应考虑边界条件的影响;三应考虑长期开采后的淤塞对渗人的影响。根据群孔抽水试验的总出水能力和开采条件下相应的补给量确定的允许开采量,应与拟建的井群布置方案结合起来考虑,这样更能提高允许开采量的精度。由于一般的解析公式没有考虑孔损影响所引起的附加水位下降值,所以计算抽水孔内或附近的水位下降值时,其结果将会偏小。

4 开采储存量法(9.4.7)。有两种可能的情况:一种是地下水的储存量很大,而补给量相对较小,水源地以开采储存量为主,此时水源地的动水位始终不能稳定,保持持续下降的趋势;另一种是储存量不是很大,但允许开采的部分储存量到了丰水期可以得到补偿。上述两种情况下,都应保证开采期间计算的动水位值不应超过设计要求,否则就应减少开采量(或调整孔间的距离),并以最小储存量的水位作为计算开采动水位的起点。

5 试验开采法(9.4.13)。在岩体地区,由于补给条件一时很难查清,常用试验开采法确定允许开采量。鉴于这种试验方法工期长,费用较高,故只适用于孔数不多,开采量不太大的工程。当使用这种方法时,技术上应满足群孔抽水试验的要求。

6 数值解法(9.4.14)。数值法在地下水资源计算和评价中已得到普遍应用,这里强调两个问题:

1)关于水文地质条件概化的仿真性,这是直接影响所建数值模型精度的关键,原则上建议选择完整的水文地质单元,应对勘察区水文地质条件做深入细致的了解后,合理概化出贴近实际的水文地质概念模型,切忌太抽象、太简单化的“概化”而偏离实际,更

忌过分追求符合实际而保留众多因素,使模型复杂化;

2)关于模型的识别与检验过程,鉴于目前用模型直接反求水文地质参数的直接解法在计算中的稳定性差,所以一般采用拟合-校正反求参数的间接法。由于识别和检验是建模的两个阶段,所以必须利用相互独立的不同时段资料分别进行,又因为识别和验证时间宜为完整的水文年,所以如果条件允许,地下水动态观测资料的时间不宜少于两年,特殊情况下不应少于一年。

须指出的是,条文中仅对数值法的实际应用作了必要的较为具体的规定,至于技术细节上的问题,在实际工作中可参考有关的工程资料和手册。

7 比拟法(9.4.11)。是比较经济、实用的方法,其条件是勘察区邻近有水文地质条件基本相似的开采水源地、并有长期观测资料。由此可见,用比拟法确定的允许开采量的精度取决于勘察区与比拟区水文地质条件的相似程度。

9.4.16~9.4.20 地下水允许开采量是通过一系列的勘察工作,并对所获得的勘察资料进行归纳、计算和分析后得出的一项定量成果,成果的精度是与勘察阶段相适应的。

D、C、B、A 四级允许开采量的精度,由低到高,D级精度最低,A级精度最高。须指出的是,对于不同小比例尺的水文地质测绘,其精度应符合有关规范的规定。本条文对C级允许开采量与B级允许开采量精度的区分:首先在于完成的工作量不同;其次是B级允许开采量的精度,强调了对大型而复杂的水源地要求有一个水文年以上的地下水动态观测资料,并进行了群孔抽水试验或开采性抽水试验,还需要建立和不断完善勘察区地下水资源评价的数值模型。这对地下水的合理开发、管理和保护,是必不可少的基础工作。

对于直接利用较大的泉水天然流量作为勘探阶段的允许开采量,要求具有20年以上泉流量系列观测资料的规定,应理解为:直接由泉流量长期观测资料确定其开采量,不进行勘察工作,相当于

第 9.4.8 条第 1 款或第 2 款的内容,这时泉流量系列观测资料应具有 20 年以上的时间才能保证达到勘探阶段的精度。如娘子关泉,具有 20 年以上的流量观测资料,其预报的流量误差一般在 20% 以内,可达到勘探阶段的精度。

当勘察区范围较大时,其不同地段水文地质条件的研究程度可能是不同的。在这种情况下提交水源地的允许开采量时,根据勘察工作和研究程度的不同,可以提交和审批一种以上(含一种)精度级别的地下水允许开采量。

必须强调的是:本规范对允许开采量精度的分级,对水源地生产后引起的地下水流动性的变化和可恢复性的研究是不够的。譬如,勘察水源地提交的允许开采量都是在一定的补给条件下得到的,当补给条件发生变化时,其精度就会直接受到影响。因此,随着水源地开采的持续进行,对允许开采量的精度必须继续进行深入的研究。

10 地下水水质评价

10.0.2 生活饮用水是指供人生活的饮水和生活用水。现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 是我国生活饮用水卫生标准的全条文强制性标准,具有安全性和可靠性,各种指标既不危害人体健康,又为用户所接受。因此在供水水文地质勘察进行地下水水质评价时,必须符合该标准的水质要求。一旦生活饮用水不符合该要求,将会直接影响人体健康。在有地方病的地区,水质评价还应根据当地环保部门和卫生部门提出的水质特殊要求进行,以预防或减少地方病的发生。

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

10.0.5 城市污水、工矿废水排放使地下水已受到污染或工程降水(基坑、地下工程)造成地下水与污染源、海水等发生水力联系,造成地下水水源受到污染,这样的事在大规模的城市建设、工业建设、农业建设中常有发生。在这样的地区进行水质评价,应查明污染因子、污染类型、途径、程度和范围,只有查清这些问题后才能提出切合实际的防止水质污染的建议和处理的措施。

10.0.6 地下水开采或工程降水,由于影响范围扩大,预测到可能造成水质变化水质污染时,应提出卫生防护范围、防护带、防护措施,避免造成地下水污染,保护地下水水源的水质。

11 工程降水勘察

11.1 一般规定

11.1.1 水文地质参数是工程降水设计必不可少的因子,它的性质直接影响到工程降水设计的准确性、合理性与可靠度。因此,工程降水设计一定要充分掌握场地的水文地质条件;包括地下水的类型,含水层与隔水层的岩性、层厚、埋藏条件,含水层的富水性,地下水位与动态规律,各含水层间的水力联系及地下水与地表水的水力联系,设计所需的水文地质参数等。目前工程降水设计仍存在无专门水文地质勘察资料而盲目设计的现象,由此导致基坑自身失稳、周边环境破坏、人民生命财产严重受损的事故时有发生。为此,本规范把该条文列为强制性条文。

11.1.2 工程降水的两大分类是基于拟建地下工程所接触的对象——地层(土层和岩体)而提出的,有的工程两类地层皆会遇到,在勘察时应综合考虑。

11.1.3 工程降水勘察的工作量相对供水勘察要少些,但季节性和人为影响对一个小范围、短时段基坑施工的影响程度有时会很大,应充分考虑。

11.1.5 地面沉降估算需求的地层厚度、压缩性指标参数在水文地质勘察时一般不作要求,而是利用场地岩土工程勘察资料。当上述资料缺乏时,应在水文地质勘察时补充进行。地面沉降的时空变化趋势对松散层降水而言是指:以降落漏斗为中心向外延伸不同距离最终沉降量的变化以及不同时间点最终沉降量的完成比例(固结度);对岩体工程降水而言是指达到某个降幅时,岩体覆盖层产生沉降、塌陷的时间、空间上的分布趋势,尤其对渗透性不均匀(构造带、岩溶等引起的)地区,应重点突出不均匀沉降的分布

预测。

11.2 土层工程降水勘察

11.2.1 土层降水的复杂程度:表 11.2.1 中共列出影响降水的 8 个主要因素,除渗透系数和基坑与地表水的水力联系 2 个因素的客观性大一些外,其余 6 个因素人为影响(设定)的程度更大一些,且随机性更强,这是降水勘察与供水勘察相比而言的重大特点,8 大因素中既有独立性也有关联性,所以在复杂程度的划分时要求满足相应复杂程度中的 2 个因数;就高原则即先复杂后中等再简单的顺序原则,就高不就低。

11.2.2 工程量的布置:表 11.2.2 只列出了满足基本降水效果所需工作量,当环境敏感程度高,需要进行回灌试验时,应增加相应的工作量。勘察钻孔人为地形成了一个小而良好的导水通道,一般宜布置在基坑以外,以减少后续基坑封底和底板防水的工作量;当基坑面积较大或坑内地层分布变化较大,为保证勘察精度需要在坑内布置钻孔,如果后续正式工程降水不需要再利用时,应对勘察孔进行全段良好封填。

11.3 岩体工程降水勘察

11.3.1 岩体工程降水勘察复杂程度分类:表 11.3.1 中列出了 6 个因素,相比土层工程降水而言,本身的复杂程度更高,且这 6 个因素的独立性更强,故只需满足相应复杂程度中的 1 个因素按就高原则分类更为妥当。

11.3.2 工作量布置:对基坑工程降水而言,虽然范围较小,但当地质条件复杂、水位降深值大时,既有资料的掌握应重视,如果资料缺乏,相应的工作量应充分增加。

12 地下水资源保护

12.0.1 水源的勘察和水源的保护有着密切的联系,而水源的保护实质上是属于生态环境的范畴。所以,从勘察地下水源开始,就必须从保护生态环境的角度出发,考虑到可能发生的问题,并尽量避免或解决这些问题。由于过去仅从局部考虑,出现过量开采地下水,导致不少地区地下水水位大幅度下降、地面沉降、地下水水质污染等问题。因此,对地下水的勘察、开发、利用和保护,必须强调“全面规划、合理开采、开源节流、化害为利”的原则。

12.0.2 本条所指的地区均为环境较脆弱,需采用改善条件对地下水资源进行保护的地区。如,第一款指补给量与开采量已达平衡,地下水资源开采处临界状态;第二款指水质已不能满足要求;第三款指已引起环境地质问题。在这些区域再进行勘察、扩大开采,无疑是雪上加霜,加速区域生态环境恶化,这是绝对不能允许的。可是在一些地方或部门,由于利益的驱动,不顾大局,该情况还在发生。该条文是防范此行为的强制性规定。

12.0.3 本条是对已有水源的附近进行新水源地的勘察,或扩大已有水源地的勘察或降水作出明确的具体规定,以保证已有水源地正常开采和水质符合设计要求。

12.0.5 本条是针对在有污染源(包括咸水、海水)的地区进行水文地质勘察时,作出的具体规定(包括水源地的选择、污染源调查、开采动水位的控制、止水措施等),旨在保护地下水资源和保护环境。第一款强调水源地必须选择在污染源上游,目的就是避免水源地的水质受污染,确保饮用水人群的身体健康。

12.0.7 根据地下水水源勘察资料和水源地开采动态资料,建立水源地水源的管理模型,目的在于合理经济的开采利用水源地

水和及时对出现的问题进行有效处理。

12.0.8 本条是对大量开采地下水的地区,对可能出现的地区沉降进行预测;对已出现沉降的地区采取措施控制沉降量的规定。

13 环境调查、评价与保护

13.0.1 尽管水文地质勘察工作本身对生态环境所产生的负面影响较小,但是因地下水水源开采或工程降排水而导致的生态环境影响或破坏已广泛存在,很多水源地或工程降排水区域都出现了地下水水位大幅度下降,地面沉降、塌陷、周边建筑物开裂甚至破坏等不良水文地质环境问题。因此,从地下水资源勘察之初,就必须从保护生态环境出发,考虑到后期地下水开采或工程降排水可能诱发的环境问题和地质灾害问题。为避免或减少过去对环境调查、评价和保护的重要性认识不足所造成的环境危害,必须着重强调“合理开采,化害为利”为原则。

13.0.2 本条文对环境调查的内容进行了规定,主要包括社会环境和自然地理环境;地表水和地下水的环境现状(背景值)及开采利用引起环境变化和造成的影响;地表水调查的内容等。当有特殊要求时,可增加调查内容。主要是通过勘察期间的环境调查,全面掌握地下水开采前的初始环境状况,为准确进行环境评价提供依据。

13.0.3 本条文规定了环境评价的主要内容,并指出应按现行国家标准《地下水质量标准》GB/T 14848 进行评价。在此基础上,对地下水开发利用过程中可能发生的水环境(水质、水量)变化、地质灾害进行预测,并提出初步防治方案。

13.0.4 为了做好对开采区生态环境的保护工作,首要的基础工作就是建立系统的地下水动态监测网并进行长期观测。尤其是在水源地投产后,应进一步开展地下水监测工作,不断积累基础对比资料,有助于及时发现问题、分析问题和解决问题,有助于更好的掌握地下水位下降与地面沉降、地面塌陷的关系。其次要做好观

测地面沉降的分层标和岩体标,加强地下水开采影响范围内的建构筑物变形监测工作。掌握沉降发展变化的规律,建立地下水水位下降值与沉降变化的关系,有助于通过调整开采方案或采用人工回灌及隔渗等综合治理措施来进行控制。对供水水源地区域,要求严格按允许开采量进行地下水开采,严禁过度开采地下水而引起区域性持续水位下降,从而导致地下水枯竭而破坏生态环境。对工程降排水区域,当场内有稳定的砂土层且适宜采用降水措施时,可通过坑内外降水并设置隔水帷幕来降低对周边环境的影响,将其不利环境影响控制在建构筑物的正常使用范围内;当场区内岩溶溶洞发育或周边建筑物对变形非常敏感时,可通过设置竖向隔水帷幕至不透水地层进行地下水五面隔渗封堵,减少因地下水位下降而诱发的周边环境问题。

S/N: 1580177·582



统一书号: 1580177·582

定 价: 27.00 元