

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

地下水巢式监测井建设规程

Code for groundwater nested monitoring well construction

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

中华人民共和国国土资源部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 设计	2
5.1 一般规定	2
5.2 结构设计	3
5.3 井管	2
5.4 滤料	3
5.5 止水材料	4
6 钻探施工	4
6.1 施工准备	4
6.2 开孔	4
6.3 钻进	4
7 成井工艺	5
7.1 工艺流程	5
7.2 测井	6
7.3 下管	6
7.4 填砾止水及封孔	7
7.5 分层洗井	7
7.6 分层抽水试验	8
7.7 分层水样采集	8
8 设置孔口保护设施	8
9 坐标及高程测量	9
10 安全与环保管理	10
10.1 安全管理	10
10.2 环保管理	10
11 竣工验收	10
12 报告与成果资料	10
附录 A（规范性附录） 巢式地下水监测井建设用表	12
参考文献	17

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出

全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：北京市地质环境监测总站、北京市地质工程勘察院、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、中国地质环境监测院。

本标准主要起草人：林沛、周涛、崔一娇、王树芳、刘久荣、刘元章、韩征、王丽亚、张建良、叶成明、殷秀兰、凤蔚、王家忠、郭彬彬、王旭、孙赵爽。

本标准是首次发布。

地下水巢式监测井建设规程

1 范围

本标准规定了松散岩类孔隙地下水巢式监测井的设计、钻探施工、成井工艺与验收的技术要求。

本标准适用于长期对多层含水层地区同时进行监测的巢式监测井的建设过程,其他地下水监测井的建设也可参照使用。

2 规范性引用文件

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

GB/T 8163	输送流体用无缝钢管
GB/T 12898	国家三、四等水准测量规范
GB/T 13526	硬聚氯乙烯(PVC-U)管材
GB 50027	供水水文地质勘察规范
GB 50296	供水管井技术规范
DZ/T 0064	地下水水质检验方法
DZ/T 0148	水文水井地质钻探规程
DZ/T 0181	水文测井工作规范
DZ/T 0270	地下水监测井建设规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

巢式监测井 nested monitoring well

在一个井孔中下入多根不同长度的井管,通过分层填砾止水和洗井,同时监测多个含水层的地下水监测井。

3.2

巢式监测井结构 structure of nested monitoring well

钻孔内多根井管的平面排列方式、孔径与管径的大小、每根井管的下入深度、滤水管位置以及填砾止水的高度等的总称。

3.3

集束式下管 Clustered running

根据监测井结构设计,依次将不同位置管串与最长管串连接后,集中下入孔内的方式。

3.4

逐次式下管 Stepped running

根据监测井结构设计,按监测目的层由深到浅的顺序,逐层依次将管串下入孔内的方式。

4 总则

- 4.1 巢式监测井设计宜同时满足水位、水温和水质监测的要求。
- 4.2 巢式监测井设计前，应进行现场踏勘，根据设计要求，选用适合的材料和设备，并采用最优的方法与工艺，以确保工程质量。
- 4.3 巢式监测井结构设计应根据监测性质、监测目的层数量、井管的规格、地层情况、成井工艺方法以及经济合理性等因素综合考虑。监测层数宜不大于五层，相邻监测目的层之间距离宜不小于 5 m。
- 4.4 巢式监测井的多个监测目的层由深到浅、自下而上分别为 1 级、2 级到 N 级。
- 4.5 巢式监测井宜采用一径到底的孔身结构，每层井管的下入深度均宜揭穿整个目的含水层（组）。
- 4.6 巢式监测井施工宜全孔取芯，水文地质资料较清楚的地区，可采用捞取岩样结合物探测井确定每层监测井滤水管的位置及填砾止水的高度。

5 设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 施工单位应在钻探施工前编写施工组织设计和单孔设计书，设计应在施工单位技术主管的主持下，由地质、钻探技术人员共同编制。
- 5.1.2 设计应由施工单位审查后，报任务下达单位或甲方审批。施工过程中，若发现设计与实际情况不符时，应及时与项目下达单位或甲方沟通，按相关项目的管理规定履行变更手续，未经同意不得擅自变更设计。
- 5.1.3 施工组织设计应包括下列内容：
 - a) 基本情况和设计依据：工区的地理位置、交通条件、地形地貌、地层划分、地质构造、水文地质条件、气候和生活条件。着重说明影响钻探施工的主要地质因素。
 - b) 施工目的与要求：包括监测井布置与工作量、工程质量指标、水文地质试验与观测要求等。
 - c) 钻探技术设计：包括监测井结构、冲洗介质、成井工艺及保证质量与安全的技术措施，并附监测井单孔设计书。
 - d) 供水、供电设计：根据现场踏勘了解的当地水源条件，选择供水方法和设备；采用电力驱动时提出供电方法与要求。
 - e) 主要设备、人员、材料：包括选择设备类型，数量，需要的材料名称与数量，人员的分工。
 - f) 施工期限与费用预算：编制施工进度计划，确定施工组织形式、按工期要求，进行技术经济指标测算并编制费用预算。
- 5.1.4 单孔设计应遵循一孔一设计的原则，应在充分掌握拟建监测井地区的地层、地质构造等相关资料和现场踏勘的基础上，因地制宜，科学设计。
- 5.1.5 单孔设计应包括以下主要内容：
 - a) 钻孔编号、设计深度、位置及坐标；
 - b) 监测层数及监测性质；
 - c) 井管、滤料、止水材料及封孔材料的材质、规格；
 - d) 不同井管的平面排列方式；
 - e) 不同井管的下入深度及滤水管位置；
 - f) 分层填砾止水的位置；
 - g) 钻探设备、钻进方法及要求；
 - h) 测井方法及要求；

- i) 分层下管方法及要求;
- j) 分层填砾止水方法及要求;
- k) 分层洗井方法及要求;
- l) 分层抽水试验方法及要求;
- m) 分层取样方法及要求。

5.1.6 设计结果应按照附录 A 中表 A.1 的要求编制“巢式地下水监测井设计参数一览表”。

5.2 结构设计

5.2.1 巢式监测井的结构设计内容应包括平面结构设计和剖面结构设计。

5.2.2 巢式监测井的平面结构设计主要根据下管方式、井管的规格及数量等因素综合考虑,具体如下:

- a) 当采用集束式下管方式时,巢式监测井的平面结构如图 1—图 4 所示;
- b) 当采用逐次式下管方式时,巢式监测井的平面结构如图 5—图 8 所示。

5.2.3 巢式监测井的钻孔直径应根据井管的规格及数量、地层情况、钻进工艺及经济合理性等因素综合考虑,钻孔直径宜不小于 300 mm。

5.2.4 井壁与孔壁之间空隙宜不小于 75 mm。

5.2.5 巢式监测井的剖面结构设计主要包括孔深、每一级监测井井管的下入深度、滤水管的位置及填砾止水的高度等,如图 9 所示。

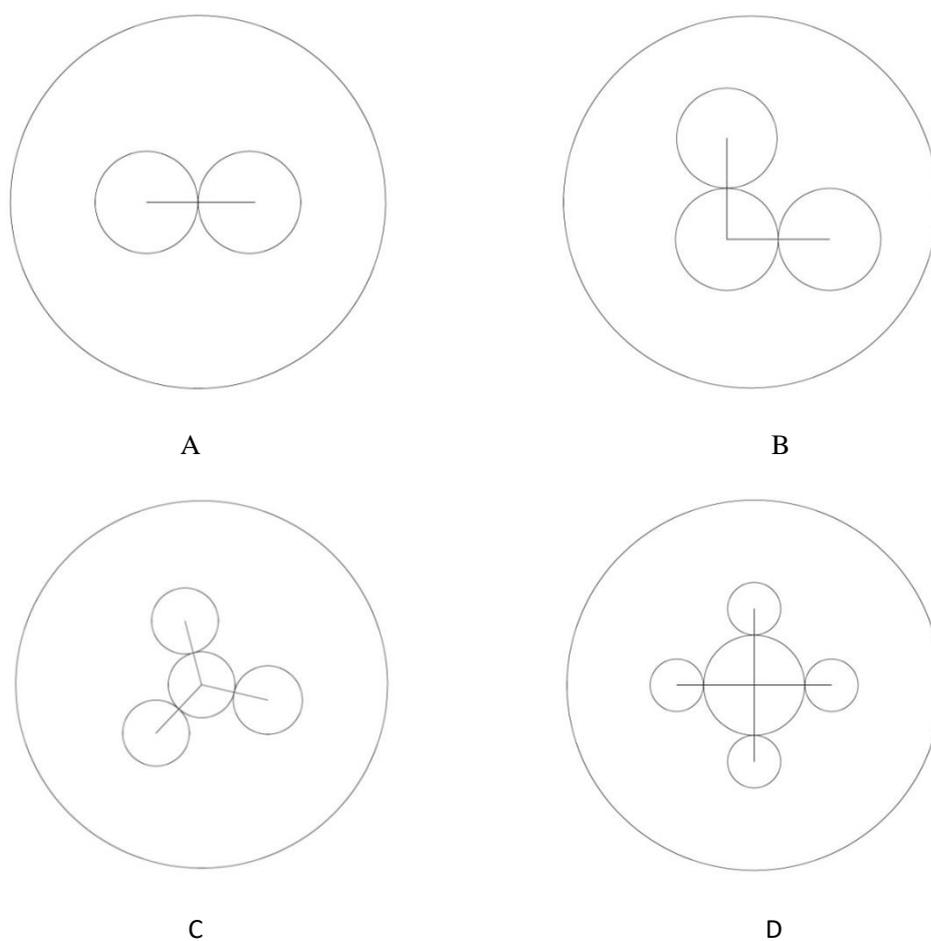


图1 集束式下管方式的监测井平面结构示意图

注1：根据下管数量的不同，A，B，C，D分别为一字型，L型，人字型，十字型的平面结构设计

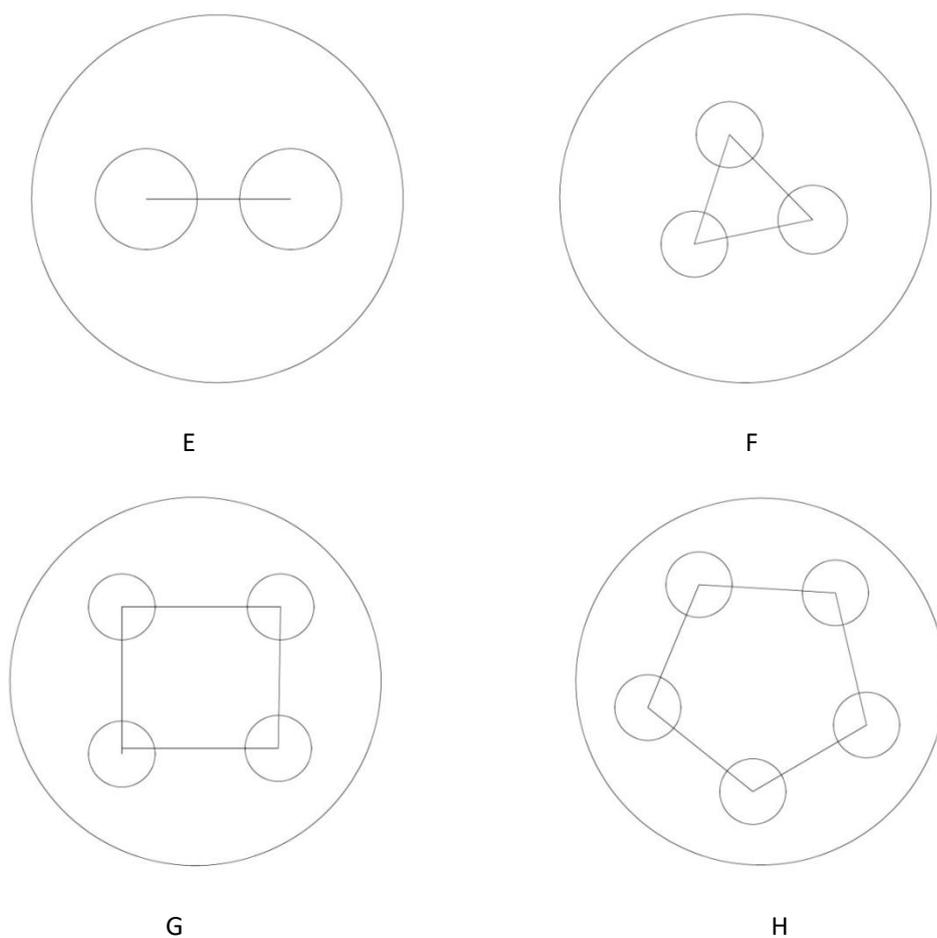


图2 逐次式下管方式的监测井平面结构示意图

注2：根据下管数量的不同，E，F，G，H分别为直线型，三角型，正方形，五角型的平面结构设计

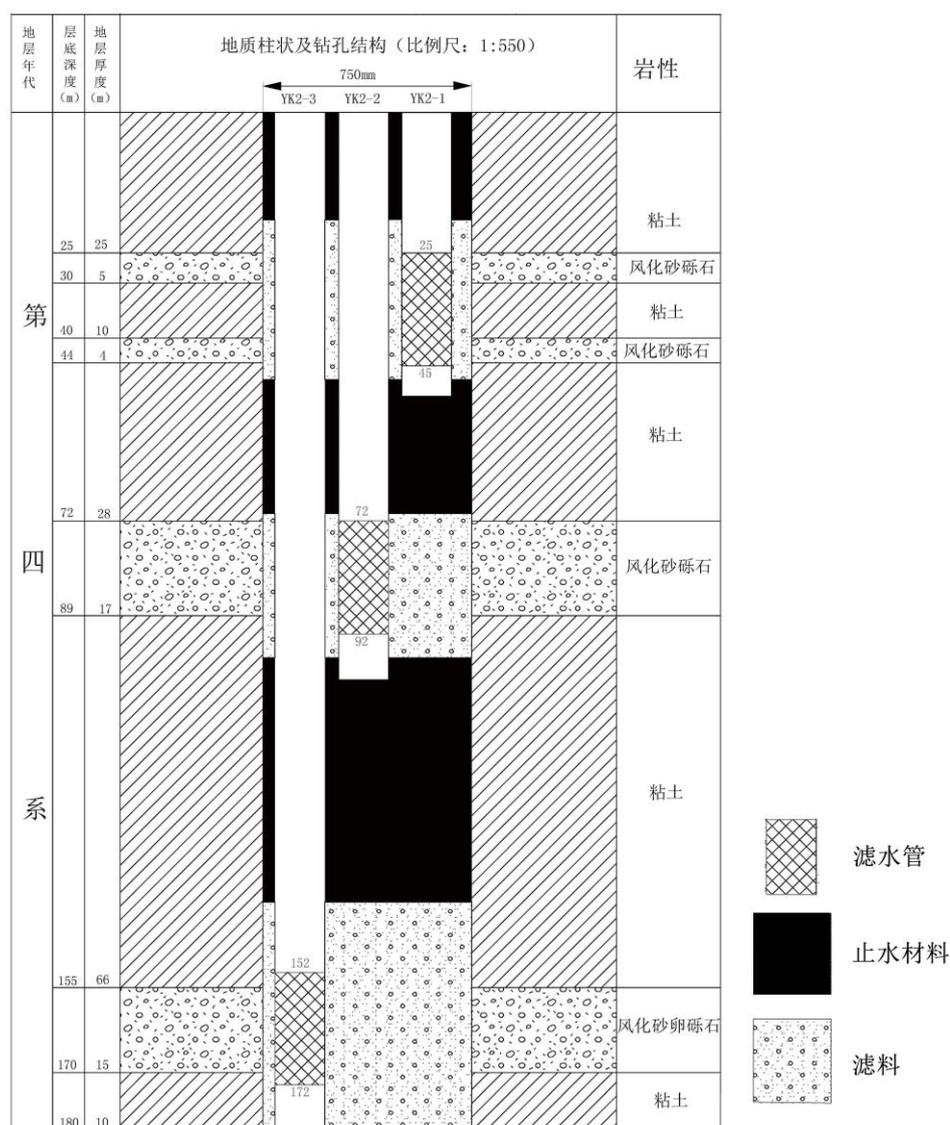


图3 地下水巢式监测井监测层位及井深结构示意图

5.3 井管

5.3.1 井管材质应根据监测井性质、井深、地质环境条件、经济合理性等因素综合选取，具体要求如下：

- a) 具有良好的强度，能承受地层和静水侧压力以及管柱自重产生的拉压力；
- b) 能抵抗井水腐蚀，有较好的防腐蚀性能；
- c) 无毒、无味，对地下水不污染，能溶于水中的有害物质含量低于国家规定指标；
- d) 管身圆直，端口平整，连接牢固，密封良好，无渗漏、无残缺、无裂纹。

表1 井管类型选择

井管类型	井管特性	适用条件	
		井段深度	水质
无缝钢管	抗拉、抗压、抗侧压、抗弯性能好,有一定的耐腐蚀性,成本较高。	不限	适于一般水质的监测井。
PVC-U 井管	耐腐蚀性能良好,质量轻,强度低,成本低。	小于等于 200 m	适于一般水质的监测井中和腐蚀性较大的监测井。
不锈钢井管	抗拉、抗压、抗侧压、抗弯性能好,耐腐蚀性能好,质量大,成本高。	不限	

5.3.2 井管规格应满足洗井设备与监测设备的安装与正常使用要求,可根据监测井性质、井管材质及经济合理性等因素综合选取,井管外径宜在 50 mm~150 mm 之间。具体要求如下:

- a) 当监测性质仅为水位监测井时,井管外径可以小于 50 mm,但不应小于监测仪器最大直径的 3 倍;
- b) 当监测性质为水位水质监测井时,井管外径宜不小于 75 mm;
- c) 当地下水水位(头)埋深大于 10 m 时,考虑洗井设备的普适性,井管外径宜不小于 75 mm;
- d) 当设计要求必须做大落程的抽水试验时,井管外径宜不小于 120 mm。

5.3.3 无缝钢管应根据井径、井深等因素综合考虑壁厚大小,具体规格型号参照 GB/T 8163 中相关规定。

5.3.4 PVC-U 井管应根据压力级别、外径大小等因素合理选取壁厚大小,具体规格型号参照 GB/T 13526 中相关规定。

5.3.5 滤水管的设计应根据含水层类型、水质和井深等因素综合考虑,具体可参照表 2。

表2 滤水管类型选择

滤水管类型	材料	滤水管特性	适用条件
缠丝滤水管	无缝钢管	易于制造,适应性广,可根据水质选择缠丝的材料和断面形状,具有一定的耐腐蚀性和较好的挡砂透水性。	适用于各种水位、水质监测井。
	不锈钢管		
条缝滤水管	无缝钢管	透水性能好,挡砂作用差,具有良好的耐腐蚀性。	适用于粗颗粒含水层中,尤其是腐蚀性较大的水质监测井。
	不锈钢管		
	PVC-U 管		

5.4 滤料

5.4.1 滤料应选择质地坚硬、密度大、磨圆度好的砂砾,以石英砂砾为宜。

5.4.2 滤料在使用前应进行过筛、清洗。

5.4.3 滤料粒径应根据监测目的层的颗粒粒度确定,并遵循 GB 50027 中相关的规定。

表3 砾径选择

含水层类型	砂土类含水层	碎石土类含水层	
	$\eta_1 < 10$	$d_{20} < 2\text{mm}$	$d_{20} \geq 2\text{mm}$
砾径 (D) 的尺寸 (mm)	$D_{50} = (6 \sim 8) d_{50}$	$D_{50} = (6 \sim 8) d_{20}$	$D = 10 \sim 20$
砾料的 η_2 要求	$\eta_2 \leq 2$		
<p>注1: 表中 η_1 为含水层的不均匀系数, η_2 为砾料的不均匀系数。 $\eta_1 = d_{60}/d_{10}$ $\eta_2 = D_{60}/D_{10}$。</p> <p>注2: d_{10}、d_{20}、d_{60} 和 D_{10}、D_{50}、D_{60} 分别为含水层试样和砾料试样, 各在筛分中能通过筛眼的颗粒, 其累计重量占筛样全重分别为10%、20%、50%、60%时的筛眼直径。</p>			

5.5 止水材料

5.5.1 止水材料应符合以下要求:

- a) 隔水性能好;
- b) 入水软化时间长;
- c) 无毒、无味、不污染地下水;
- d) 形状规范、大小适中。

5.5.2 止水段宜选用膨润土颗粒作为止水材料, 宜将膨润土制成圆柱状颗粒, 颗粒圆柱直径在 5 mm~10 mm 之间, 高度在 10 mm~20 mm 之间, 需压实、晾干, 达到表面稍干, 内部湿润柔软的标准。

5.5.3 封孔段宜采用粘土球作为封孔材料, 宜将粘土制成球形或杏核状, 直径在 20mm~30 mm 之间, 用前制好晾干。

6 钻探施工

6.1 施工准备

6.1.1 在施工前应进行钻探技术交底, 交底方由钻探技术负责人员、地质人员、安全管理人員和机长参加, 交底要求详细、具体, 并填写交底记录表。

6.1.2 施工前应对钻探设备安装质量、水、电、交通、场地、安全防护设施等方面按照设计要求检查验收。

6.1.3 施工前应检查施工材料和工具设备等配备齐全。

6.2 开孔

6.2.1 开孔钻进应根据地层情况、监测井结构等因素合理选用回转钻进或冲击钻进方式进行开孔。

6.2.2 回转钻进开孔时应用短钻具和轻压慢转的方法钻进, 钻进过程中要防止主动钻杆倾斜、摆动。冲击钻进开孔时应先开挖孔口坑, 然后将钻具下放到孔口坑内, 用短冲程、单冲次冲击的方法钻进, 且要保持钻具垂直。

6.2.3 开孔钻进时应采取护孔和防斜措施, 防止孔口塌陷和确保钻孔垂直。在易塌的表土层, 可以采用人工开挖, 穿过易塌表土层后, 下入孔口保护管。

6.3 钻进

6.3.1 应根据设计要求以及地质环境条件、钻孔结构、经济合理性等因素确定不同岩层的钻进技术参数, 在条件相同时, 各项钻进技术参数应一致, 并按照 DZ/T 0148 中相关规定选择钻进方法以及配套的钻探设备。

- 6.3.2 在保障安全钻进的前提下，宜采用清水自然造浆钻进方法钻进。
- 6.3.3 根据冲洗液显示情况分析并记录井漏、井涌等情况，认真填写钻探施工班报表。
- 6.3.4 小于或等于 100 m 的井段，井段顶角偏斜角度不超过 1°；大于 100 m 的井段，井段顶角偏斜角度递增速度每百米不超过 1°；井段顶角和方位角不应有突变。
- 6.3.5 如需取芯或采样以及地质编录工作，相关操作应遵循 DZ/T 0148 的规定。
- 6.3.6 如需变更设计，应提出变更设计的理由和变更结果，并按照附录 A 中表 A.2 设置的内容填写“设计变更通知书”。当变更结果获得确认后方可继续钻进。

7 成井工艺

7.1 工艺流程

7.1.1 巢式监测井成井工艺主要包括以下内容：

- a) 测井；
- b) 分层下管；
- c) 分层填砾止水；
- d) 封孔；
- e) 分层洗井；
- f) 分层抽水试验；
- g) 分层取水样。

7.1.2 根据下管方式的不同，巢式监测井的成井工艺可按以下流程图所示进行：

a) 当采用集束式下管方式时，巢式监测井成井工艺流程如图 10 所示。

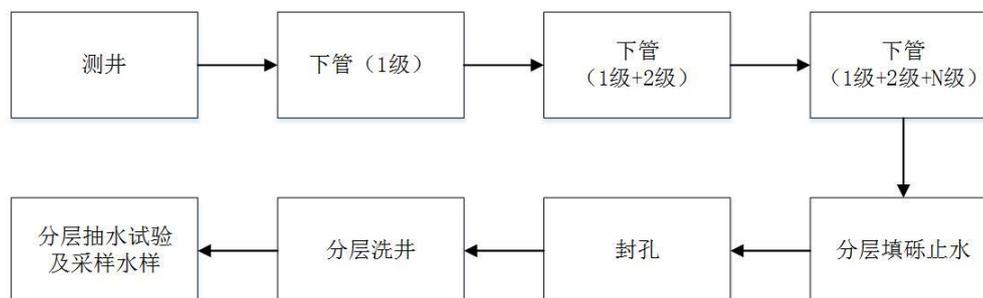


图4 巢式监测井集束式下管方式成井工艺流程图

b) 当采用逐级式下管方式时，巢式监测井成井工艺流程如图 11 所示。

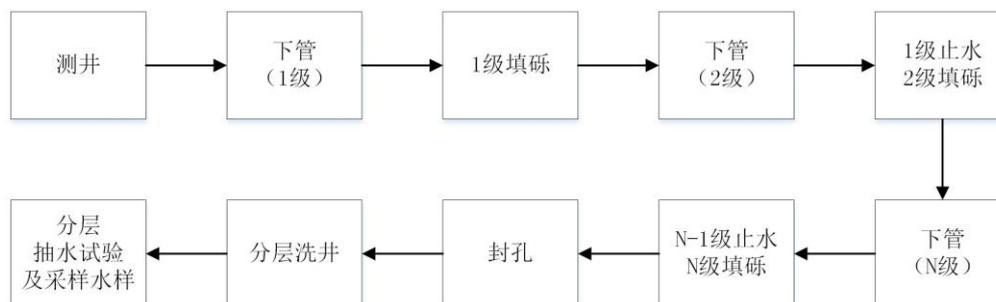


图5 巢式监测井逐级式下管方式成井工艺流程图

7.2 测井

7.2.1 测井内容包括自然电位、视电阻率、自然伽玛以及井径和井斜。测井方法及技术要求应符合 DZ/T 0181 中相关规定。

7.2.2 测井曲线应进行现场解译，解译过程中应结合取出的岩芯、采样的样品以及现场地质编录资料综合确定解译成果。

7.2.3 测井曲线的比例尺应根据岩性的复杂程度和钻孔深度确定，井深小于或等于 300m 的监测井宜采用 1:200 的比例尺，井深大于 300m 的监测井宜采用 1:500 的比例尺。

7.3 下管

7.3.1 在下管之前，应循序完成以下各项准备工作：

- a) 进行冲孔。将冲孔钻杆下放到孔底，用大泵量冲孔排渣。当冲孔排渣结束后，应将孔内泥浆的粘度降低至 20 s 内，密度小于 1.15 g/cm³；
- b) 在冲孔、排渣、换浆结束后，进行验孔；
- c) 根据地质编录与测井解译成果再次确定每层的下管深度、滤水管长度和安装位置。按下管先后次序将井管逐根丈量、排列、编号、试扣，确保下管深度和过滤管安装位置准确无误；
- d) 逐根检查井管，发现不符合质量要求的应替换；
- e) 对下管设备和工具进行检查，确保全部符合安全要求；

7.3.2 巢式监测井主要包括逐次式和集束式两种下管方式。

7.3.3 逐次式下管即按照由深到浅、自下而上的顺序逐级完成下管过程，具体操作过程是：

- a) 下入第一级监测井的井管。首先下入第一级的沉淀管，然后按设计要求依次下入滤水管和井壁管，确认到达设计深度后，按照设计要求填入第一级井管所需滤料；
- b) 下入第二级监测井的井管。首先下入第二级的沉淀管，然后按设计要求依次下入滤水管和井壁管，确认到达设计深度后，按照设计要求填入止水材料对第一级井管止水，然后填入第二级井管所需滤料，直到达到设计深度；
- c) 下入第 N 级监测井的井管。按照上述顺序依次下入沉淀管、滤水管和井壁管，然后按照设计要求分别填入止水材料和滤料，对 N-1 级井管止水和对第 N 级井管填砾，直到达到封孔深度后，填入封孔材料封孔。

7.3.4 集束式下管即自下而上先下入第一级井管，当下入深度到达第二级井管的设计深度时，将第一级与第二级井管通过焊接、捆绑等方式集中同时下入，当到达下一级井管的设计深度时，重复上述工作，直到最后一级井管安装完毕。

7.3.5 下管时可根据设备能力、井管总质量、强度及连接方式等因素综合选取具体操作方法，具体方法如下：

- a) 提吊下管法。当井管采用丝扣或焊接方式且井管总质量小于下管设备的安全负荷和小于井管的抗拉强度时采用。
- b) 兜底下管法。当井管采用密封胶连接且井管总质量小于下管设备的安全负荷和井管的抗压强度大于抗拉强度时采用。

7.3.6 下管时井管下放速度需合理控制，不宜太快，中途遇阻时不要猛墩强提，可缓慢上下提动或转动，必要时可轻敲管壁，仍下不去时，应将井管提出，清除孔内障碍后再下。

7.3.7 当采用丝扣连接井管时，丝扣要上满拧紧。若螺纹配合不好，丝扣上歪或丝扣损坏时，不得勉强紧扣，要卸开修复，重上或更换。

7.3.8 当采用焊接连接井管时，其两端应车平，并倒角。焊接时，管口内、外壁要对平、焊正、焊牢，必要时应采用拉筋加固。

7.3.9 当采用胶接连接井管时，应根据水质采用环保达标的密封胶，不能因胶水成分或发生化学反应影响水质。

7.3.10 下管时如需安装扶正器，应安装在滤水管上方 1 m~2 m 处。

7.4 填砾止水及封孔

7.4.1 填砾止水的方法宜采用静水填料法。当井深大于 200 m 时，可采用静水填料法或动水填料法。

7.4.2 巢式监测井填砾止水的操作过程如下：

- a) 填料前应估算所需砾料或止水材料体积；
- b) 现场应采用定容器皿填料；
- c) 合理控制填料速度；
- d) 应从井管周围均匀填入，不得只从单一的方位填入；
- e) 填料过程中要记录滤料与止水材料的用量并及时测量填料面位置，当发现填入数量及深度与计算有出入时，应及时找出原因并排除。

7.4.3 采用静水填料法填料时，孔内液体应始终保持从管口溢出，若溢流中断，是中途堵塞的征兆，应采取措施，使管口恢复溢流后再填。

7.4.4 采用开泵正循环冲洗填料法填料时，应始终保持冲洗，中途不得停泵。滤料或止水材料的投入速度宜控制在 15~20 L/min。随着填料深度的减小，可以适当增加填料速度。

7.4.5 采用空压机反循环冲洗填料法填料时，孔口应与水源连通，始终保持冲洗液循环，不得间断。此法能防止中途堵塞和孔内分选，但仅适用于孔壁稳定的钻孔，不适用于松散易塌地层。

7.4.6 滤料的厚度应根据监测目的层的厚度、岩性、滤水管的长度等综合确定，但单层厚度宜不小于 0.5 m。

7.4.7 止水材料的厚度根据隔水层的厚度、岩性确定，但单层厚度宜不小于 2.0 m。

7.4.8 滤料填至预定位置后，在进行止水前，应再次测定填料面位置，若有下沉，应补填至预定位置。

7.4.9 当填至封孔位置后，填入粘土球进行封孔。

7.4.10 当封孔工作完成后应进行止水效果的检验。现场宜采用水位压差法检验其止水效果，具体方法为：测定不同井管内的静水位，然后对其中一根井管内进行注水或抽水，当水位差达到 10 m 或最大降深值时，稳定 3 h，观测其它井管内的水位，若水位波动幅度不超过 5 cm，则说明止水有效。

7.4.11 止水效果的检验应通过分层取样的水质分析结果进行进一步确定。

7.5 分层洗井

7.5.1 封孔工作完成 6 h 后，应对每级监测井自上而下分别进行洗井。巢式监测井常用的洗井方法有化学洗井、活塞洗井、空压机洗井及泵抽洗井，应采用两种或两种以上洗井方法联合洗井。

7.5.2 采用焦磷酸钠、六偏磷酸钠、磷酸三钠作为洗井液进行化学洗井，具体操作方法如下：

- a) 拌合法。将洗井液与滤料拌合后随填料过程填入。
- b) 浆液送入法。将洗井液配成浆液用输送管或泥浆泵送入孔内。

7.5.3 化学洗井 4 h~8 h 后，再采用其他方法进行洗井。

7.5.4 采用活塞方法自上而下逐级进行洗井，具体操作要求如下：

- a) 活塞胶皮外径应与井管内径一致或稍大，洗井过程中要定时检查，当磨损的胶皮外径小于井管内径 4 mm 时，应及时更换。
- b) 可使用钻杆连接活塞，也可以采用钢丝绳连接活塞，大行程提拉洗井，提拉时速度应适当，一般以 0.6 m/s~1.2 m/s 为宜，中途受阻不应强行提拉。
- c) 洗井过程中，活塞不得在井管内停放，不应将活塞下放到沉淀管中。

7.5.5 采用空压机震荡法自上而下逐级进行洗井，具体操作要求如下：

- a) 将风管混合器应直接下入至过滤管中部，并专人控制送风阀门。洗井时，将风压整至设备额定最高值时，突然开放送风阀门，使压缩空气以最大的速度和压力在过滤管部位进行有效的震荡洗井。每隔一定时间整压一次，至洗好为止；
- b) 用空压机排渣时，出水管下至过滤管的下部，风管沉没比不小于 40%，当空压机洗井因沉没比过小时，抽水不连续或抽不上水时，应向井管内注水；
- c) 风管沉没比的计算公式： $\alpha = H / (H + h) \times 100\%$ ，
式中：H—风管浸没深度，从动水位算起（m），
h—水上升高度，从动水位算起（m），
 α —风管的浸没比。

风管沉没深度与液体上升高度之比值一般不应小于0.8-1.2，最好1.5。

- d) 风管没入水中的长度不应超过与空气压缩机额定最大风压相当的最高水柱值。洗井过程中出现涌砂现象时，应立即提升水管和风管。
- e) 井管内水位过深时，可下入两套不同深度的风管，用两台空压机进行接力洗井。

7.5.6 采用泵抽洗井时，应根据地层岩性、监测井结构及水位埋深等因素选用合理潜水泵规格。在泵抽洗井的前期，应半小时停泵一次，反复震荡。

7.5.7 现场应对洗井效果进行检验，应达到以下要求：

- a) 水清砂净；
- b) 现场测量电导率检验。当前后两次的电导率差值在 5%~10%之内时，可认为洗井合格。不合格时应再行洗井，并再次进行检验，直到检验合格为止。

7.6 分层抽水试验

7.6.1 应根据地层岩性、井管规格及设备能力等因素综合设计抽水试验。

7.6.2 当井径小于 50 mm 时，宜进行注水试验。

7.6.3 当井径大于 120 mm 时，宜进行大小两个落程的抽水试验，至少进行一次抽水试验。

7.6.4 抽水试验应参照 DZ/T 0270 和 DZ/T 0148 执行。

7.6.5 当进行两个及以上落程抽水试验时，抽水试验结束后，应根据观测数据及时编制 Q-s、Q-t 或 s-t、s-lgt 等关系曲线图，并计算水文地质参数。

7.6.6 当对其中一眼井做抽水试验时，应同时对其他监测井进行水位观测。

7.6.7 抽水试验结束后应测量井段深度。当井段深度小于 100 m 时，井内沉砂厚度应不超过 0.5 m；当井段深度大于等于 100 m 时，沉砂厚度应不大于 1.0 m，否则应进行排砂处理。

7.7 分层水样采集

7.7.1 在抽水试验结束前，应进行分层水样采集。

7.7.2 水样采集与保存的方法与要求应遵循 DZ/T 0064 的相关规定。

8 设置孔口保护设施

8.1 保护设施应不妨碍水样采集和监测井维护且满足数据自动传输的要求，宜采用专用孔口保护装置。在条件允许的情况下，可修建井房，建筑面积不大于 9 m²。

8.2 专用孔口保护装置主要包括钢筋混凝土材质的基座和厚钢板制成的孔口保护箱，如图 12 所示，具体要求如下：

- a) 基座高度不小于 70 cm~80 cm，其中地下部分高度不小于 30 cm，露出地面高度 40 cm~50 cm；
- b) 保护箱钢板厚度不小于 10 mm，高度 30 cm，直径应视井管直径和孔内监测井数量适当调整；

- c) 保护箱上设计一个专门的锁固装置，匹配专门的开锁工具；
 d) 为保证自动传输信号强度，应在保护箱顶部开一个不小于 20 cm 的圆孔，并安装工程塑料封严。

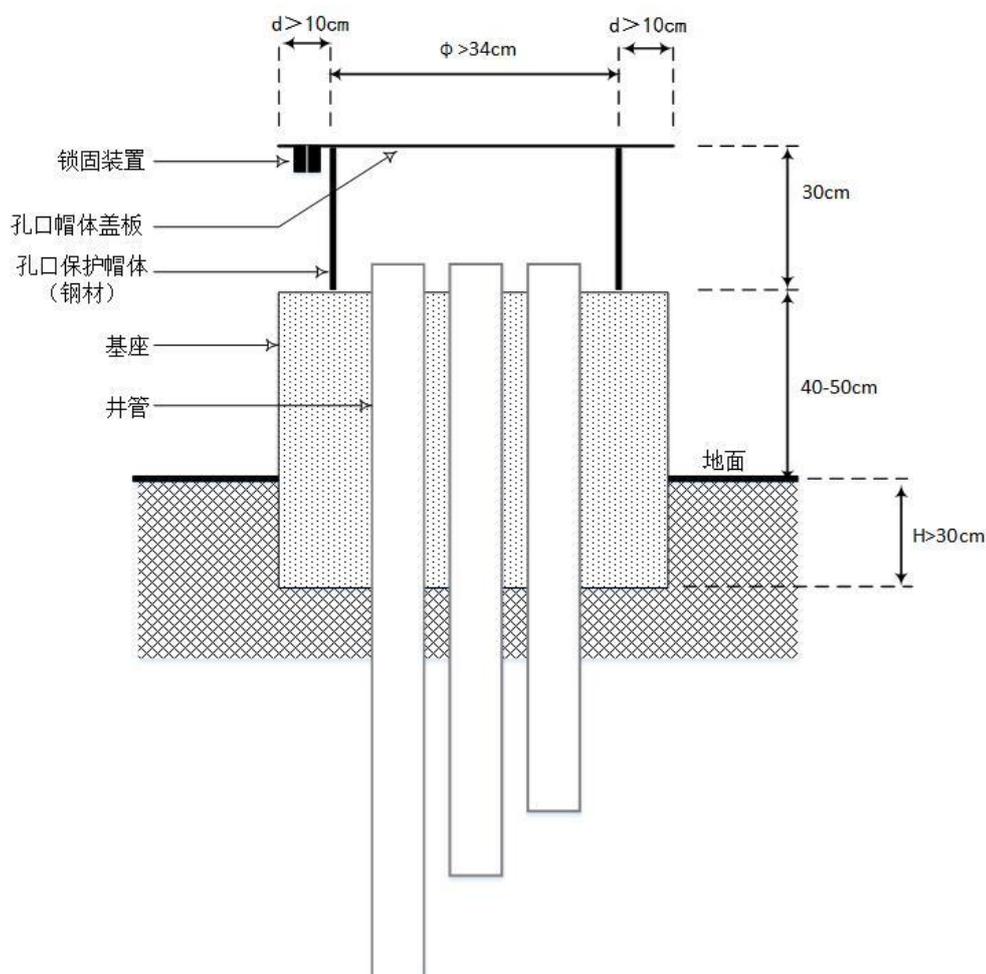


图6 专用孔口保护装置结构示意图

8.3 专用孔口保护装置安装程序如下：

- 砌筑水泥基座：清理监测井孔口周围，开挖地面以下 30cm 以上，放入铸模，再用混凝土进行浇制，之后平整孔口；
- 将孔口保护箱的底座固入混凝土中，等混凝土凝固后，取下模具；
- 用螺丝固定好保护箱底座；
- 在保护箱外喷涂监测井相关信息。

8.4 设置孔口保护设施前应确保多根井管在同一水平面，且层位标识清晰。

8.5 孔口保护装置施工时应保证钢筋数量和混凝土的厚度和强度，保证保护箱和基座的连接牢固。

8.6 井房应在醒目位置设立警示标志。警示标志应包括警示徽标、监测井编号、警示语、管理部门、联系电话等。

9 坐标及高程测量

9.1 应按统一要求在地面设立坐标及高程测量标志，在监测井施工完成 30 d 后进行孔口坐标及高程测量，并每五年复测一次，在地面沉降区的监测井每两年复测一次。

- 9.2 坐标测量采用 2000 国家大地坐标系（简称 CGCS2000）。
- 9.3 高程测量应达到四等以上水准精度，测量工作应遵循 GB/T 12898 的相关规定。

10 安全与环保管理

10.1 安全管理

- 10.1.1 施工现场应配备足够数量的灭火器材，并合理摆放。
- 10.1.2 施工现场应配备相应的急救器材、应急药品和健康防疫用品。
- 10.1.3 应做好防洪防灾工作，防止洪水、山火、泥石流等自然灾害对人员和财物的损害。
- 10.1.4 高温、炎热天气应做好防暑降温工作。在寒冷季节施工时，应做好防冻、防煤气中毒等工作。

10.2 环保管理

- 10.2.1 配制钻井液应选择无毒或低毒且易降解的化学处理剂。
- 10.2.2 施工场地应设置废浆处理设施及废浆池。
- 10.2.3 应控制或降低施工场地环境噪音，夜间应避免进行噪音较大的作业，必要时安装隔音带和消声装置。
- 10.2.4 竣工后应及时将场地污染物、各类生活垃圾运出。

11 竣工验收

- 11.1 施工完成后，应对监测井进行竣工验收。
- 11.2 根据监测井钻探、成井等各环节技术要求，将监测井质量验收指标归纳为以下几项：
- a) 孔径、孔深及孔斜；
 - b) 测井成果资料；
 - c) 钻探施工班报表；
 - d) 取芯或捞样样品；
 - e) 井管质量；
 - f) 填砾止水及封孔效果；
 - g) 洗井效果；
 - h) 抽水试验；
 - i) 水样采集；
 - j) 孔口保护装置。
- 11.3 以设计为依据，按照归纳的质量验收指标逐项检查核实，并依据核实结果将监测井质量划分为：
- 合格：各项质量指标均达到施工设计要求；
 - 不合格：某项质量指标未达到施工设计要求。
- 11.4 对经过补救后，仍未达到施工设计要求的监测井，应予以报废。

12 报告与成果资料

- 12.1 成果资料应包括图表资料、施工过程地质编录、抽水试验成果、水质分析报告、工程质量验收单及工程施工总报告等。

12.2 图表资料应包括地层描述、监测井结构、孔深、孔斜、抽水试验及水质分析等综合资料，应按照附录 A 中表 A.3 的样式填写钻孔综合地质柱状图。

12.3 地质编录内容应包括由现场观察描述到综合整理而做出最终结论的整个过程的记录。

12.4 简易水文地质观测记录应包括下列内容：

- a) 岩芯观测记录，地下水位观测记录，涌水现象观测记录，水温观测记录；
- b) 冲洗液消耗量观测记录，冲洗液性质变化观测记录；
- c) 对钻进过程中钻具陷落、掉块、塌孔、涌砂等异常现象的观测记录等。

12.5 抽水试验资料应包括下列内容：

- a) 水量、水位、水温和气温观测记录；
- b) 抽水试验历时曲线（ $Q-t$ 曲线、 $s-t$ 曲线）、 $q-s$ 曲线、计算参数等。

12.6 工程质量验收单应按照附录 A 中表 A.4 的样式填写。

12.7 工程施工总报告应包括工程概况、技术要求、设备材料、钻探、成井及质量评述等。

附 录 A

(规范性附录)

地下水巢式监测井建设用表

地下水巢式监测井建设用表包括：

- a) 表 A.1 巢式监测井设计参数一览表；
- b) 表 A.2 设计变更通知书；
- c) 表 A.3 钻孔综合地质柱状图；
- d) 表 A.4 工程质量验收单；

表A.1 巢式监测井设计参数一览表

钻孔编号		孔 深			位 置		坐 标		监测性质		监测层数		
钻机类型		开终孔直径			井 管		滤 料		止水材料		封孔材料		
设计单位		设计时间			技术负责		安全负责		审批单位		审批时间		
地层 年代	层底 深度 — 米 —	地层柱状图 (比例尺)	地层 名称	滤水管 类型	不同井管的下 入位置及填砾 止水的高度	不同井管的平 面排列方式	钻进方法 及要求	测井方法 及要求	分层下管方法 及要求	分层填砾止水 方法及要求	分层洗井方法 及要求	分层抽水试验 方法及要求	分层水样采集 方法及要求

表A.2 设计变更通知书

钻孔编号		位 置	
监测性质		设计深度	
施工单位		施工日期	
技术负责		安全负责	
<u>提出变更设计的理由</u>			
<u>原设计内容和变更结果</u>			
<p>审核与签批结果：</p> <p style="text-align: center;">审核与签批人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>			

表A.4 工程质量验收单

钻孔编号		设计深度	
坐 标		位 置	
监测性质		监测目的层	
钻机类型		钻进方法	
开孔日期	年 月 日	终孔日期	年 月 日
开终孔直径(mm)		终孔深度(m)	
验 收 内 容	1. 孔深、孔径及孔斜是否符合设计要求		
	2. 钻探施工班报表是否齐全		
	3. 测井是否满足设计要求		
	4. 取芯或捞样是否满足设计要求		
	5. 井管质量是否满足设计要求		
	6. 填砾止水及封孔是否满足设计要求		
	7. 洗井效果是否满足设计要求		
	8. 抽水试验资料是否齐全，是否满足设计要求		
	9. 水样采集是否满足设计要求		
	10. 孔口保护装置是否满足设计要求		
验收意见			
验收人员		验收日期	
施工单位		技术负责	

参 考 文 献

- [1] Cherry J A. Groundwater monitoring: some deficiencies and opportunities[C]// Hazardous Waste Site Investigations: Towards Better Decisions, Proceedings of the 10th ORNL Life Sciences Symposium. 1990.
- [2] Puls R W, Blowes D W, Gillham R W. Long-term performance monitoring for a permeable reactive barrier at the US Coast Guard Support Center, Elizabeth City, North Carolina[J]. Journal of Hazardous Materials, 1999, 68(1): 109-124.
- [3] Black W H, Smith H R, Patton F D. Multiple-level ground water monitoring with the MP system[C]//Proceedings of the Conference on Surface and Borehole Geophysical Methods and Ground Water Instrumentation, National Water Well Association. 1986: 41-61.
- [4] 郑继天, 王建增, 冉德发, 等. 巢式监测井成井技术[J]. 探矿工程: 岩土钻掘工程, 2007, 34(6): 50-52.
- [5] 张宏达, 卞振举, Black B. 单孔多层地下水监测技术在地下水研究中的应用[D]. 2010.
- [6] 甄习春, 朱中道, 卢豫北, 等. 单孔多层地下水监测井设计与建设[J]. 水文地质工程地质, 2008, 35(6): 46-49.
- [7] 郑继天, 冉德发, 叶成明, 等. 地方病区地下水监测井建造及取样技术[J]. 中国地质, 2010, 37(3): 835-839.
- [8] 刘广辉. 地下水环境监测井施工技术[J]. 探矿工程, 1999 (4): 29-30.
- [9] 张建良. 地下水环境监测井施工中的“一孔多管”成井工艺[J]. 西部探矿工程, 2010, 22(7): 54-55.
- [10] 郑继天, 王建增, 蔡五田, 等. 地下水污染调查多级监测井建造及取样技术[J]. 水文地质工程地质, 2009, 36(3): 128-131.
- [11] 卢予北. 国家级一孔多层地下水示范监测井钻探技术与研究[J]. 探矿工程: 岩土钻掘工程, 2007, 34(3): 5-8.
- [12] 杨建青, 章树安, 陈喜, 等. 国内外地下水监测技术与管理比较研究[J]. 水文, 2013, 33(3): 18-24.
- [13] 唐立强, 赵伟玲. 国内外一孔多层监测井建设技术方法与应用[J]. 节水灌溉, 2013 (5): 47-50.
- [14] 李小杰, 潘德元, 叶成明, 等. 国外地下水监测采样技术[J]. 人民黄河, 2014, 36(11): 48-50.
- [15] 王建增, 郑继天, 李小杰, 等. 连续多通道管监测井成井技术[J]. 探矿工程: 岩土钻掘工程, 2008, 35(8): 15-18.
- [16] 陈礼宾. 美国地下水监测的一些方法和仪器[J]. 地下水, 1988, 1: 55-58.
- [17] 郭聪. 全国首例一孔18层地下水监测示范井验收[J]. 水文地质工程地质, 2011, 38(4): 129-129.
- [18] 唐立强, 马佰衡, 朱小龙, 等. 唐山市国家级一孔多层地下水监测示范井建设[J]. 河北地质, 2013 (1): 42-44.
- [19] 马韧. 我国地下水监测站网建设现状[J]. 农业与技术, 2012, 32(5): 20-22.
- [20] 林沛, 夏孟, 刘久荣, 等. 一井多层地下水监测井施工关键技术与设备[J]. 城市地质, 2012, 7(1): 38-41.

