

地下水监测井建设技术规范

Technology specifications for construction of groundwater monitoring wells

2024 - 07 - 30 发布

2024 - 08 - 30 实施

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 选址 3

5 设计 3

 5.1 钻孔 3

 5.2 井管 3

 5.3 滤料 4

 5.4 止水 5

 5.5 设计表格 5

6 钻探成井 5

 6.1 安全管理 5

 6.2 准备工作 5

 6.3 钻进施工 6

 6.4 水文测井 8

 6.5 成井 8

 6.6 洗井 9

 6.7 绿色和文明施工 10

7 抽水试验与样品采集 10

 7.1 抽水试验 10

 7.2 样品采集 10

8 附属设施构建 11

 8.1 井口保护装置 11

 8.2 标识牌 11

 8.3 高程坐标测量 11

 8.4 监测仪性能 11

 8.5 道路和环境 11

9 验收与资料归档 12

 9.1 验收 12

 9.2 资料整编 12

 9.3 资料归档 12

附录 A（资料性） 设计用表 13

附录 B（资料性） 施工过程记录表 14

附录 C（资料性） 抽水试验与采样表 21

附录 D（资料性） 井口保护装置与标识牌示意图..... 24

附录 E（资料性） 验收表与成果资料 26

参考文献..... 32

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由安徽省自然资源厅提出并归口。

本文件起草单位：安徽省地质环境监测总站（安徽省地质灾害应急技术指导中心）、安徽省水文局、安徽省产品质量监督检验研究院、安徽省生态环境监测中心。

本文件主要起草人：杨章贤、陈炎、王亚楠、姚梅、钱贞兵、庞敏、李淑会、朱学群、汪定圣、殷玉忠、胡留洋、李陆、马书明、靳清增、谭其顺、曹先树、刘毅、董琼、朱泽军。

地下水监测井建设技术规范

1 范围

本文件规定了地下水监测井建设的选址、设计、钻探成井、抽水试验与样品采集、附属设施构建、验收与资料归档。

本文件适用于安徽省区域内专门性的地下水监测井（以下简称监测井）建设，其他监测井建设可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 12898 国家三、四等水准测量规范
- GB 50296 管井技术规范
- AQ 2004 地质勘探安全规程
- 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 0227 地质岩心钻探规程
- DZ/T 0420 地下水采样技术规程
- HJ 164 地下水环境监测技术规范
- YS/T 5215 抽水试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地下水监测井 *grounderwater monitoring well*

为准确掌握地下水动态状况包括地下水水位、水温、水量、水质等变化情况而设立的监测井。

[来源：GB/T 14157-2023，5.4.1]

3.2

丛式监测井 *clustered monitoring well*

一个监测点（场地）建设多个深度的监测井，分别监测不同含水层（组）的地下水监测井的组合。

[来源：GB/T 14157-2023，5.4.1.5，有修改]

3.3

监测目的层 *monitoring target aquifer*

选定监测的一个特定含水层或含水层组。

[来源：DZ/T 0270-2014，3.3]

3.4

含水层 *aquifer*

能传输并给出相当数量水的饱和岩土层。

[来源：GB/T 14157-2023, 3.1.5]

3.5

监测井结构 monitoring well structure

监测井孔身结构和井管结构的总称。

[来源：DZ/T 0270-2014, 3.9]

3.6

井管 well casing

井壁管、过滤管和沉淀管的集合。

[来源：GB/T 14157-2023, 8.3.8]

3.6.1

井壁管 casing pipe

支撑和封闭井壁的无孔管。

[来源：GB/T 14157-2023, 8.3.8.1]

3.6.2

过滤器 filter pipe

位于监测目的层所在井段，起滤水、挡砂和护壁作用的装置。

[来源：GB/T 14157-2023, 8.3.9, 有修改]

3.6.3

沉淀管 sediment pipe

井管底部用以沉淀收集井中沉淀物，底部封闭的无孔管。

[来源：GB/T 14157-2023, 8.3.8.3, 有修改]

3.7

填砾过滤器 gravel-packed filter

过滤管外充填某种规格滤料（一定规格的石英砾石）的过滤器，适用于细砂、粉细砂含水层。

[来源：GB 50296-2014, 2.1.21, 有修改]

3.8

成井工艺 well completion technology

钻孔完成后，安装井内装置的施工工艺，包括水文测井、换浆、探井、下管、填充滤料、止水、洗井、抽水试验等工序。

[来源：GB/T 14157-2023, 8.3.6, 有修改]

3.9

取心钻进 core drilling

以采取圆柱状岩土矿心为目的的钻进方法与过程。

[来源：DZ/T 0148-2014, 3.3]

3.10

全面钻进 comprehensive drilling

全面破碎孔底岩土的钻进方法与过程。

[来源：DZ/T 0148-2014, 3.4]

3.11

扩孔钻进 expanding borehole drilling

在小口径钻进的基础上，按成井需要进行加大口径的钻进方法与过程。

3.12

水文测井 hydrological log

研究钻孔地质-物性剖面 and 地下水性质的各种测井方法的总称。

[来源: GB/T 14157-2023, 8.2.2.3]

4 选址

4.1 在收集分析所在区域气象水文、地形地貌、水文地质、环境地质、已建设监测井等有关资料和野外踏勘的基础上进行比选,科学论证,应选择能够代表所在区域水文地质条件以及地下水环境质量状况的场地建设。如水文地质条件复杂且已有资料不能满足定位时,应进行水文地质勘察后确定监测井位置。

4.2 由建设和设计的相关人员共同进行现场踏勘,了解施工条件,查明地下管线、地下构筑物和地面建(构)筑物、空中电线等分布情况,确定监测井井位,保证施工有足够的距离和操作空间,结合周边环境、道路交通、通讯、施工要求等条件,选取适宜长期保留监测井位的建设场地。

4.3 重建监测井位置原则上在原址重建。原址不具备建设条件的,可选择同一水文地质单元下与原址水文地质条件相似、相距不超过 3km 区域内重建,且监测目的层不发生变更。

5 设计

5.1 钻孔

5.1.1 监测井钻孔深度、孔径应根据监测工作目的确定。

5.1.2 监测目的层为潜水,应穿过完整含水层,并保证监测目的层下部隔水层的隔水效果不受影响。

5.1.3 监测目的层为承压水,含水层的厚度不大于 10m 时,应钻进穿过完整含水层;含水层厚度大于 10m 时,应凿至目的含水层顶板以下 10m。

5.1.4 钻孔结构:

- a) 一径成孔:监测目的层为孔隙含水层,应下井壁管、过滤器、沉淀管并填充滤料及止水,孔径一般应比井管直径大 200mm~300mm;
- b) 多径成孔:监测目的层为稳定基岩,一般为裸孔,孔径不小于 130mm,若岩层上部有松散岩类覆盖层或不稳定岩层应下入井壁管;监测目的层为破碎带、强风化带或岩溶地层应下入井壁管、过滤器。

5.2 井管

5.2.1 根据监测要素和井深应选择坚固耐用的井管类型,同一监测井选用相同材质井管。

5.2.2 井管应采用无污染、抗腐蚀无毒及坚固耐用材料:

- a) 按监测要素:水质监测井宜选用 PVC-U 塑料管或不锈钢管,水位监测井宜选用 PVC-U 塑料管或者无缝钢管,多要素监测井宜选用无缝钢管;
- b) 按监测深度:监测井深度不大于 50m 宜选 PVC-U 塑料管,深度大于 50m 宜采用无缝钢管或不锈钢管。

5.2.3 孔隙含水层段井管直径不小于 168mm,基岩含水层段井管直径不小于 127mm。

5.2.4 井管壁厚:不锈钢管壁厚不小于 4.5mm,无缝钢管壁厚不小于 6mm,PVC-U 塑料管壁厚不小于 8.4mm。

5.2.5 根据含水层不同类型,选择适宜的过滤器,长度应符合以下规定:

- a) 含水层厚度不大于 30m 时,过滤器长度应不小于监测目的层中含水层总厚度;

- b) 含水层厚度大于 30m 时，可减少过滤器长度，减少长度不超过含水层厚度的 25%。
- 5.2.6 应根据井管材质确定过滤器的开孔率：钢管 6%~12%，PVC-U 塑料管 5%~8%。
- 5.2.7 骨架过滤器应采用圆孔开孔方式且呈梅花形排列，均匀布置于井管，圆孔直径 8mm~15mm。
- 5.2.8 缠丝过滤器以圆孔过滤器为骨架，骨架管应设纵向垫筋，垫筋高度 6mm~8mm，间距 50mm~60mm，缠丝为铁丝、铜丝或铝丝，缠丝应紧密牢固。过滤器缠丝间隙见表 1。

表1 缠丝过滤器缠丝间隙

含水层分类	含水层粒径d (mm)	过滤器缠丝间隙 (mm)
卵 石	$d > 3.00$	$d_{20} \sim d_{30}$
砾 石	$1.00 < d \leq 3.00$	$d_{20} \sim d_{30}$
粗 砂	$0.50 < d \leq 1.00$	$d_{40} \sim d_{60}$
中 砂	$0.25 < d \leq 0.50$	$d_{50} \sim d_{70}$
注：d ₁₀ 、d ₂₀ 、d ₃₀ 、d ₄₀ 、d ₅₀ 、d ₆₀ 、d ₇₀ 为含水层试样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%、30%、40%、50%、60%、70%时筛眼的直径。		

5.2.9 填砾过滤器以缠丝过滤器为骨架，在骨架外围填充砾石。砾石的规格和形状，应根据监测目的层含水层类型确定。填入砾石的规格见表 2。

表2 填砾过滤器填砾规格

含水层分类	填 砾 要 求	
	粒 径 (mm)	厚 度 (mm)
卵 石	24.00~30.00	75
砾 石	7.50~22.00	75
粗 砂	4.00~7.50	100
中 砂	2.00~4.00	100
细 砂	1.00~2.00	150
粉 砂	0.75~1.00	150

- 5.2.10 视含水层岩性特征，过滤器外部可使用钢丝网或尼龙纱网布包裹。
- 5.2.11 沉淀管的长度应根据含水层岩性、厚度和井的深度综合确定，松散层不小于 5m，基岩不小于 3m，底部封闭。

5.3 滤料

- 5.3.1 滤料应选择质地坚硬、级配符合要求、密度大、浑圆度好的石英砂。
- 5.3.2 滤料粒径应根据含水层颗粒筛分数据确定，按表 3 选用。

表3 滤料粒径

含水层类型	砂类含水层	碎石类含水层	
	$\eta_1<10$	$d_{20}<2\text{mm}$	$d_{20}\geq 2\text{mm}$
粒径（D）尺寸	$D_{50}=\left(6\sim 8\right)d_{50}$	$D_{50}=\left(6\sim 8\right)d_{20}$	$D=10\text{mm}\sim 20\text{mm}$
滤料的 η_2 要求	$\eta_2\leq 2$		—
注1： η_1 为含水层的不均匀系数， η_2 滤料的不均匀系数。 $\eta_1=d_{60}/d_{10}$ ， $\eta_2=D_{60}/D_{10}$ 。			
注2： D_{10} 、 D_{50} 、 D_{60} 为滤料试样，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%、50%、60%时筛眼的直径。			

- 5.3.3 填充滤料的孔管环状间隙厚度 100mm~150mm。
- 5.3.4 填充滤料稳定密实后的高度应为含水层厚度的 120%~130%。
- 5.3.5 滤料数量按公式（1）计算。

$$V = 0.785 (D^2 - d^2) \cdot L \cdot K \dots\dots\dots (1)$$

式中：
V—滤料数量，单位为立方米（m³）；
D—钻孔直径，单位为米（m）；
d—过滤管外径，单位为米（m）；
L—填滤高度，单位为米（m）；
K—为超径系数，无单位，一般K=1.2~1.5。

5.4 止水

- 5.4.1 填充滤料的顶端至井口井段和填充滤料的下端至井底井段的孔管环状间隙，应分别进行止水。非完整井沉淀管段可不止水。
- 5.4.2 长期使用的监测井应进行永久性止水，止水材料应选用优质黏土球等环保材料。
- 5.4.3 采用黏土球为止水材料时，黏土球直径 20mm~30mm，提前制作，达到表面稍干，内部湿润柔软状态为宜。
- 5.4.4 止水段填充黏土球高度不少于 5m。
- 5.4.5 基岩监测井上部如有松散含水层应止水，采用水泥固井。

5.5 设计表格

监测井设计表格样式参照附录 A 中表A.1。

6 钻探成井

6.1 安全管理

- 6.1.1 施工单位应按 AQ 2004 的规定，建立、健全保障安全生产的规章制度。
- 6.1.2 施工单位应对上岗员工进行安全生产职业培训，特种作业人员须持证上岗。
- 6.1.3 进入施工现场须按规定穿戴工作服、工作鞋、安全帽，塔上作业须系好安全带。
- 6.1.4 安装、拆卸钻塔应在统一指挥下进行，合理安排作业人员，严格按钻探操作规程进行作业。
- 6.1.5 施工作业过程中其他安全操作应遵守 AQ 2004 规定。
- 6.1.6 定期进行工地安全检查，整改消除安全隐患。

6.2 准备工作

6.2.1 场地准备

- 6.2.1.1 进行施工全过程电子监控设施安装。
- 6.2.1.2 做好场地平整、施工道路整修、接通水电、安全围挡、安全警示，清除钻塔起落范围内的障碍物。
- 6.2.1.3 结合现场工程地质和环境地质条件，在满足生产、生活需要的前提下，应选择在对环境影响较小的区域规范设置钻机基础。
- 6.2.1.4 在孔口附近设置满足储浆要求的泥浆池和满足沉砂要求的沉淀池。

6.2.2 开工前检查

- 6.2.2.1 准备工作完成后，施工单位应提出开工申请，建设单位在 3 日内到现场开展检查。
- 6.2.2.2 建设单位对现场的安全管理、设备安装及测量仪表等进行检查，现场应符合各项安全及生产要求。
- 6.2.2.3 检查通过后建设单位签证开工申请表，申请表参照附录 B 表 B.1，经建设单位同意后，施工单位方可开工。

6.3 钻进施工

6.3.1 基本要求

- 6.3.1.1 进尺控制：为确保岩心采取率，应严格控制回次进尺，岩心管长度应不超过 3m，严禁超管钻进；软、流塑地层采用隔水式钻具钻进。
- 6.3.1.2 泥浆维护：按照相关规定加强对泥浆的维护，确保泥浆参数控制在合适的范围内，泥浆参数指标应符合 GB 50296 规定。
- 6.3.1.3 丛式监测井施工时，应先施工最深孔并取心，其余监测井如无特殊要求，可不取心。
- 6.3.1.4 需取心监测井，可采用小口径钻进取心，大口径扩孔成井工艺；不取心的监测井，应采用全面钻进工艺施工。

6.3.2 开孔

- 6.3.2.1 根据地层岩性、孔径、孔深以及场地施工条件等，选择相应的开孔方法：包括回转钻进开孔、冲击钻进开孔等。
- 6.3.2.2 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。开孔钻进深度超过正常钻进所用粗径钻具长度后，方可改用正常的钻进工艺施工。

6.3.3 取心钻进

- 6.3.3.1 根据主要地层岩性特点，依据岩石硬度、研磨性以及完整程度，结合口径、钻孔深度，选定取心钻进方法。
- 6.3.3.2 硬质合金钻进，根据地层岩性和可钻性选择钻头类型，根据地层特性、钻头结构、设备条件和质量要求等因素合理确定钻进技术参数。
- 6.3.3.3 选择金刚石钻进方式，应符合以下规定：
 - a) 金刚石钻进适用于中硬度以上岩层。聚晶金刚石、金刚石复合片（PDC）钻头适用于 3 级～7 级岩层，单晶孕镶金刚石钻头适用于 5 级～12 级完整和破碎岩层，天然表镶金刚石钻头适用于 4 级～10 级完整岩层；
 - b) 采用单动双管取心钻具；
 - c) 金刚石取心钻进参数按 DZ/T 0227 规定执行。
- 6.3.3.4 选择绳索取心钻进方式，应符合以下规定：
 - a) 绳索取心钻头、扩孔器应选择寿命长、效率高的广谱钻头；
 - b) 绳索取心钻进参数按 DZ/T 0227 规定执行。
- 6.3.3.5 取心时应符合下列规定：
 - a) 黏性土和完整基岩平均采取率应大于 70%，单层不少于 60%；
 - b) 砂性土、疏松砂砾岩、基岩强烈风化带、破碎带平均采取率应大于 40%，单层不少于 30%；
 - c) 无岩心间隔应小于 3m；

- d) 采取率计算以实际取心钻进的进尺为基数，对无充填的溶洞、废矿坑及允许不取心孔段的进尺另计；
- e) 捞取的岩屑，不应放入岩心内计算，确保岩心的客观真实性；
- f) 如遇破碎岩层钻进取心困难时，可采用钻进取心并结合井中视频、测井资料及岩屑等获取地层资料。

6.3.3.6 取心钻进过程中应有效控制孔斜，每 50m 进行一次孔斜测量，孔斜不大于 $1^\circ / 100\text{m}$ ，必要时加装钻铤钻进。

6.3.3.7 岩心按取出顺序自上而下排放，岩心和岩心箱应及时编号整理记录，并妥善保管。

6.3.4 全面钻进

全面钻进，应根据钻孔深度、设备能力、地层岩性选择一径到底或分级扩孔钻进。钻进过程中应注意控制孔斜，孔斜不大于 $1^\circ / 100\text{m}$ 。

6.3.5 扩孔钻进

6.3.5.1 按照地层岩性选择合适的扩孔钻进方式进行扩孔，包括合金钻头扩孔、牙轮钻头扩孔、空气潜孔锤扩孔等。根据地层岩性的可钻性，扩孔时选择不同的钻压、转速及泵量等扩孔技术参数。

6.3.5.2 为防止钻孔扩偏、提高钻进效率和钻孔质量，扩孔钻头应下带导向上接钻铤。

6.3.6 简易水文观测

6.3.6.1 监测井钻进施工过程中应同时进行简易水文观测。观测项目有初见静止水位、静止水位、恢复水位、孔内水位变化、冲洗液温度变化、冲洗液消耗漏失、自流、钻具放空等：

- a) 初见水位、静止水位或恢复水位：应在开孔后钻进中观测地下水初见水位，但当地下水位埋深较大或采取冲洗液钻进时，终孔洗孔后测定静止水位以及抽水试验后观测恢复水位；
- b) 观测钻进中孔内水位变化：在钻进到地下水位后，每个回次下钻前提钻后各测一次水位。如停钻时间较长，在 24h 内每 4h 观测一次，超过 24h 每 8h 观测一次。采用冲洗液钻进的钻孔可不观测孔内水位变化；
- c) 测定冲洗液消耗量及其漏水的位置。

6.3.6.2 钻进中发生严重掉块、涌砂、气体逸出及水色变化等异常现象应记录。

6.3.7 钻进施工过程记录

6.3.7.1 钻探成井全过程应进行原始资料的记录，并在现场及时整理。钻探班报表、钻探地质编录表参照附录 B 表 B.2、表 B.3。

6.3.7.2 各项原始资料应真实、准确、清晰，签署完整，有专人负责。严禁篡改钻孔原始资料及数据。

6.3.7.3 岩心标签应在采取岩心的现场按回次及时填写。

6.3.7.4 取心过程中应及时对岩心（屑）进行详细水文地质编录，填写钻探地质编录表，岩心描述应包括以下内容：

- a) 岩石描述内容：定名、颜色、结构、构造、矿物成分、破碎情况（岩心形状）、岩心采取率、节理、裂隙，岩溶发育程度、充填情况和充填物，断层擦痕、断层泥及其充填物，风化程度、化石、层与层的相互关系及层理性质等；
- b) 松散层描述内容：定名、颜色、湿度、成分（粒度成分及所占百分数）、磨圆度、分选性、结核、包含物、结构层的相互关系及层理特征、胶结程度及胶结类型、化石，岩心采取率等。

6.3.7.5 钻进施工完成后，应填写终孔记录表，表格参照附录 B 表 B.4。

6.3.7.6 发生钻探事故时,应及时根据实际情况客观、准确填写事故处理记录表,注明事故发生原因、处理过程、处理措施和实际效果等,由相关人员签字,表格参照附录 B 表 B.5。

6.3.8 破壁、换浆

6.3.8.1 采用泥浆护壁钻进的监测井,下管前应用较稀泥浆置换稠泥浆、破壁和清除井底沉渣。

6.3.8.2 含水层护壁泥皮较厚时,松散层用偏心钻头或常规破壁器破壁,基岩地层含水层用环状钢丝刷或侧喷冲孔器破坏含水层孔壁泥皮,再进行冲孔、排渣、换浆,换浆按 DZ/T 0148 规定执行。

6.4 水文测井

6.4.1 松散层监测井选用视电阻率测井、自然电位测井、自然伽玛测井;基岩监测井选用视电阻率测井、自然电位测井、自然伽玛测井、声波测井、伽玛-伽玛测井。深度大于 300m 的监测井进行井温测量。

6.4.2 对测井曲线应进行现场解译,根据现场水文地质编录资料结合岩心(屑)样品进行相互校核,4h 内现场提交初步解译成果供现场施工参考,包括:含水层深度位置、隔水层深度位置、孔径、孔斜、地层岩性等。

6.4.3 孔斜测量可与测井同步进行。测斜时,应使仪器的轴心线与监测孔轴心线一致,必要时加非磁性导正外套予以导正,导正外套直径可较孔径小一级。

6.4.4 水文测井、测孔斜具体操作步骤按 DZ/T 0181 规定执行。

6.4.5 测井结束后,3 日内提交正式测井成果报告。报告应包括以下内容:

- a) 项目名称、任务来源、测井任务、工作期限、完成的工作量;
- b) 测井方法、工序流程、技术措施及质量综述;
- c) 地层岩性解译结果及水文地质特征;
- d) 结论及建议。

6.5 成井

6.5.1 下管

6.5.1.1 下管前准备工作:

- a) 将冲孔钻杆下放到孔底冲孔排渣,待孔内沉渣排除后,将孔内冲洗液的黏度降低至 20s 内,密度小于 1.15 g/cm^3 ;
- b) 下管前应校正孔深,确认下管深度。根据钻孔岩心编录及水文测井获得的地层岩性资料,确定井壁管、过滤器、沉淀管的长度和下置深度。按下管先后次序将井管逐根丈量、排列、编号,确保下管深度准确无误;
- c) 检查井管、滤料、止水等成井材料的质量及规格,应符合设计需要。

6.5.1.2 井管之间的连接方式应根据井管材质选择:

- a) 金属井管,选择接箍丝扣连接时,连接螺纹要上满拧紧,若螺纹配合不好,丝扣上歪或损坏时,不得勉强紧扣,应卸开修复,重上或更换;选择焊接连接时,井管两端应车平,并倒角,焊接时,管口内、外壁要对平、焊正、焊牢,宜采用拉筋加固;
- b) PVC-U 塑料管应选择定制丝扣或者热熔方式连接。

6.5.1.3 应根据井管强度、下管深度和起重设备安全负荷的大小,选择合适的下管方法。当井管的自重或者浮重小于井管的允许抗拉力或起重设备的安全负荷时,可采用提吊下管法;当井管的自重或浮重超过井管的允许抗拉力或起重设备的安全负荷时,应采用托盘下管法或浮板下管法。

6.5.1.4 下管时井管应安装扶正器,确保井管孔内居中。

6.5.1.5 PVC-U 塑料管下管过程中, 管内外液柱差应不超过 10 cm。

6.5.1.6 下管作业应在统一指挥下, 互相配合, 操作要稳要准, 井管下放速度适中, 中途遇阻时不应猛墩强提, 可适当上下提动或缓慢地转动井管, 仍下不去时, 应将井管提出。排查原因, 处理完毕后, 再重新下管。

6.5.1.7 井管下放至孔底后, 地面以上应预留井管高度 0.5 m~1 m, 便于附属设施安装及监测维护。

6.5.1.8 下管过程的相关内容应及时记录, 记录表参照附录 B 表 B. 6。

6.5.2 填充滤料

6.5.2.1 填充滤料方法应根据孔壁稳定性、冲洗介质类型和监测井结构等因素相应确定。可用动水填滤料法或静水填滤料法投入滤料。

6.5.2.2 填充滤料时, 滤料应沿井管外壁四周均匀连续缓速投入, 始终保持井管居中。

6.5.2.3 随时记录填充滤料的数量并测量滤料填充深度, 如发现实际填充的滤料数量与计算预测的数量有较大差别时, 应及时找出原因并采取有效措施进行排除。

6.5.2.4 滤料填充至预定位置后, 止水或管外封闭前, 再次测定滤料面位置。若有下沉, 应补填至预定位置, 确保密实到位。

6.5.2.5 填充滤料过程的相关内容应记录, 表格参照附录 B 表 B. 7。

6.5.3 止水与固井

6.5.3.1 根据岩心编录和水文测井资料, 准确确定止水的深度位置。

6.5.3.2 采用黏土球止水时, 黏土球应从孔口井管周围均匀缓慢地投入孔内, 并每隔 1 m~2 m 探测深度位置, 确保投入量与深度吻合。

6.5.3.3 采用管内外水位差法或压力法检验止水效果。

6.5.3.4 用黏土球和水泥固井。在止水顶面上投入黏土球至地面下 2 m, 用水泥固井至地面下 0.5 m, 与井台牢固相衔接。

6.5.3.5 止水过程记录, 表格参照附录 B 表 B. 7。

6.6 洗井

6.6.1 成井完成后, 应及时进行洗井。

6.6.2 应根据监测目的层岩性、埋深及成井工艺确定洗井方法, 宜采用两种或两种以上洗井方法联合洗井:

- a) 松散岩类监测井洗井, 宜选用活塞洗井、液态二氧化碳洗井及空压机震荡洗井方法;
- b) 基岩(下管)监测井洗井, 宜选用活塞洗井、液态二氧化碳洗井及空压机震荡洗井方法;
- c) 基岩(裸井)监测井洗井, 宜选用液态二氧化碳洗井及空压机震荡洗井方法;
- d) 基岩(碳酸盐岩类)监测井洗井, 宜选用液态二氧化碳及空压机震荡洗井方法。

6.6.3 选用活塞洗井方法时应符合以下规定:

- a) 活塞的提拉, 应自下而上进行, 每段提拉速度及时间视孔内返水浑浊度、出水量变化而定, 时间宜不小于 0.5 h;
- b) 活塞胶皮外径与井管内径一致或稍大, 洗井过程中定时检查, 已磨损的胶皮外径小于井管内径 4 mm 时, 应及时更换;
- c) 洗井过程中, 活塞不应在孔内长时间停放, 不应将活塞下放到沉淀管。

6.6.4 选用其他洗井方法应按 DZ/T 0148 规定执行。

6.6.5 应对洗井效果进行检验, 连续抽水 1 h 后, 含砂量质量比小于 1/200000 视为洗井合格, 不合格应继续洗井, 并重复对洗井效果进行检验, 直至合格为止。若含水层为粉砂、细砂层时, 质量比可放大。

6.7 绿色和文明施工

- 6.7.1 施工现场，应设置安全防护栏和警戒围栏、警示标志。
- 6.7.2 施工污染控制：在供水水源地及其他环保敏感地段钻探施工，应采用套管护壁钻进工艺减少井液漏失。
- 6.7.3 注意保护和有效利用土地资源，尽量利用已有道路，修路不得堵塞和充填排水通道；工地应避开或减少占用耕地、农田、林地。终孔后应及时恢复施工临时占用的原有土地类型。
- 6.7.4 注意现场三废处理，在工地低矮处修建废液池，将工地机械废液、循环系统废液、生活废水、废弃泥浆经引水沟渠（坡度不小于 3%）流入废液池，引水沟渠及废液池要做防渗处理。用石膏、石灰或水泥固化处理，竣工后不能排放的废液进行无害化处理。
- 6.7.5 被岩屑、泥浆油料等污染的土壤，应妥善置换或复原。
- 6.7.6 施工结束后，应及时撤除施工场地的设备及水电管线等各项设施，回收各种宣传牌、标识牌、警示牌，清理场地内的土石、固体废物及垃圾。

7 抽水试验与样品采集

7.1 抽水试验

- 7.1.1 抽水试验水位埋深和水量测量应根据抽水方式确定，宜采用自动记录仪记录。
- 7.1.2 稳定流抽水试验当单位流量大于 $0.1\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$ 时应进行 3 个落程的抽水试验，先抽最大降深(S3)，后 2 次降深依次为最大降深的 2/3 和 1/3。每次落程的稳定延续时间，应符合下列规定：
 - a) 卵石、砾石、粗砂含水层，三次降深的稳定延续时间为 24h、8h、8h；
 - b) 中砂、细砂、粉砂含水层，稳定延续时间为 24h、8h、8h；
 - c) 裂隙和岩溶含水层，稳定延续时间为 24h、16h、16h。
- 7.1.3 稳定流抽水试验时，动水位和出水量观测时间，应在试验开始后第 1、3、5、10、15、20、25、30min 各观测一次，以后每隔 30min 或 60min 测一次。
- 7.1.4 非稳定流抽水试验时，出水量应保持常量，动水位和出水量观测时间，应在抽水开始后的第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120min 各观测一次，以后每隔 30min 观测一次。抽水试验可采用流量堰、超声波流量计、水表等观测方法。
- 7.1.5 动水位与出水量的允许波动范围应符合 YS/T 5215 规定。
- 7.1.6 水温测量宜采用自动监测仪器，在出水口观测水温时，可采用水银温度计，每 2h 测水温一次。
- 7.1.7 抽水试验期间，如出现水位、水量及含砂量异常变化时，要立即分析查明原因和详细记录，并采取相应措施直至恢复正常后再行抽水试验。
- 7.1.8 抽水试验时，应现场及时准确绘制和分析监测井涌水量(Q)、单位涌水量(q)和水位降深(S)关系曲线。
- 7.1.9 应详细客观记录抽水试验过程，表格参照附录 C 表 C.1、表 C.2。
- 7.1.10 试验结束后应测量井深，无法满足以下规定的应进行排砂冲洗处理：
 - a) 井深大于 50m，井内沉砂不超过井深的 5%；
 - b) 井深不大于 50m，井内沉砂厚度不大于 0.25m。
- 7.1.11 抽水试验结束后，编制抽水试验综合成果图表，包括：流量、水位历时曲线、稳定水位和流量关系曲线、水文地质参数计算成果。

7.2 样品采集

- 7.2.1 监测井抽水试验结束前 1h~2h，在出水口采集水样，规定时间内送实验室进行水质测试。

7.2.2 根据建设单位需求,确定分析组分项目和样品采集数量,不同组分样品的采集要求不同,具体可按 DZ/T 0420 和 HJ 164 规定执行。

7.2.3 盛样器皿要标注采样日期、采样地点、样品编号和采样人。按要求填写样品登记表和样品标签,表格参照附录 C 表 C.3、表 C.4。

8 附属设施构建

8.1 井口保护装置

8.1.1 监测井施工完成后,应按设计安装井口保护装置,井口保护装置由井台基座和井口保护筒组成。

8.1.2 井台基座应在监测井回填密实且地基稳固时进行实施,基座建成整体结构,采用 C30 钢筋混凝土和 $\Phi 8\text{mm}$ 纵筋在模具内浇筑,钢筋混凝土配筋率不小于 0.15%,并合理设置箍筋。其中地面以上 $\pm 500\text{mm}$,地面以下 $\pm 500\text{mm}$,浇筑时地面需要下挖到规定深度并夯实。

8.1.3 井口保护筒应选用不锈钢材质,筒体高 400mm,直径 450mm~550mm,钢板厚度不小于 6mm,筒内设有挂钩或托盘,筒盖镶嵌厚度 8mm 的尼龙板,保障监测信号发射,筒盖外部有锁固装置,配备专用开锁工具。

8.1.4 井口保护装置具体类型、尺寸,见附录 D。如有特殊监测要求,井台基座和井口保护筒形状可根据实际情况定制。

8.1.5 所使用的材料或工艺应牢固耐用,防风化、腐蚀,材料和半成品、成品构件应有合格证或质量检验证明材料,作为原始资料。

8.2 标识牌

8.2.1 标识牌规格长 420mm、宽 300mm,根据现场实际情况确定标识牌安装位置,可采用雕刻工艺,刻制监测井保护筒侧面。

8.2.2 标识牌内容应包括:监测井统一编号、野外编号、主管部门、运行维护单位、联系电话和警示语等。

8.2.3 标识牌样式可参照附录 D 中图 D.3。

8.3 高程坐标测量

8.3.1 统一高程坐标测量点,明确坐标高程系统为 2000 国家大地坐标系,并建立坐标高程档案。

8.3.2 监测井建设完成后,应及时进行高程测量,其精度应达到国家水准测量四级以上,按 GB/T 12898 的规定执行。

8.4 监测仪性能

8.4.1 根据监测需要选择相应功能的监测仪,监测项目包括水位、水温、水量及水质。

8.4.2 水位监测仪测量精度应精确至厘米级,水温监测仪误差不超过 $\pm 0.1^\circ\text{C}$,仪器应具有校准功能。

8.4.3 监测仪数据采集频率可自行设定,具备远程传输功能、存储记忆功能。

8.4.4 监测仪应具有耐高温、耐寒及防潮等性能。

8.5 道路和环境

根据监测井所在位置的实际需要,可建设进出的道路、围栏及进行环境维护,材质和样式风格宜与周边环境相协调。

9 验收与资料归档

9.1 验收

- 9.1.1 监测井建设竣工时，施工单位向建设单位提交竣工验收申请表，表格参照附录 E 表 E.1。
- 9.1.2 监测井验收分为施工验收及附属设施验收，验收工作应填写验收记录表及验收意见。表格参照附录 E 表 E.2、表 E.3。
- 9.1.3 如验收结果为不合格，施工单位应按验收意见及时整改，直至建设单位验收通过。

9.2 资料整编

- 9.2.1 监测井应按统一格式建立信息档案。监测井基本情况表参照附录 E 表 E.4。
- 9.2.2 监测井建设期间，施工单位应按设计及时填写各项现场施工记录并整理资料，包括井位测量、钻探成井、岩心采取及编录、水文测井、抽水试验、水质测试结果、附属设施构建、功能性测试等方面的资料。
- 9.2.3 监测井验收合格后，施工单位应及时整编以下各类资料：
 - a) 原始资料：监测井施工设计、开工申请表、钻探班报表、钻探地质编录表、终孔记录表、下管记录表、滤料及止水记录表、钻探事故记录表、抽水试验观测记录表、样品采集登记表、水质检测报告、竣工申请表、验收记录表等纸质和电子文档以及关键环节的影像资料；
 - b) 综合资料：监测井基本情况表、水文测井成果报告、水文地质综合成果图表、监测井成井报告书；
 - c) 实物地质资料：岩心；
 - d) 其他资料：监测井建设合同、井管等成井材料检验合格证、附属设施材料质量检验证明。

9.3 资料归档

- 9.3.1 施工单位监测井竣工并验收合格后，将整编资料进行归档。
- 9.3.2 监测井建设资料归档除 9.2.2 所列内容外，还包括原始资料、综合资料、实物地质资料以及其他相关资料。

附 录 A
(资料性)
设计用表

监测井设计表格样式见表A. 1。

表A. 1 监测井钻探成井设计表

项目名称：_____

野外编号：_____

统一编号			监测井类型			设计井深m			建设单位			施工单位			泥浆泵类型													
地理位置								监测目的层			空压机/水泵类型			钻机类型			动力源类型											
地 质 技 术 要 求														钻 探 成 井 要 求														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				18	19	20	21	22	23	24	25	26
地 层 年 代	层 底 深 度 / m	柱 状 图 比 例 尺	岩 性	岩 石 等 级	预 测 静 水 位 埋 深 / m	开 孔 及 终 孔 口 径	岩 心 采 取 率	冲 洗 液 类 型	孔 深 与 孔 斜 误 差	水 文 测 井 项 目	简 易 水 文 观 测	抽 水 试 验 及 取 样 要 求	其 他	钻 探 方 法	孔 径 结 构	钻进参数				取 心 方 法	下 管 成 井 方 式	填 砾 固 井 方 法	泥 浆 性 能 及 处 理	孔 底 沉 渣 要 求	洗 井 方 法	安 全 措 施	井 口 保 护 方 式	绿 色 勘 查
																钻 压	转 速	泵 量	其 他									

设计人：

审核人：

批准人：

日 期：

附 录 B
(资料性)
施工过程记录表

B.1 监测井开工申请表见表 B.1。

表B.1 监测井开工申请表

项目名称：_____ 野外编号：_____

致：_____（建设单位名称）
_____地下水监测井，我单位已进行技术与安全交底，并开展现场安全检查，完成了各项准备工作，具备开工条件，特此申请开始施工，请贵单位核查批准开工。

施工单位（盖章）：
单位负责人（签名）：
施工负责人（签名）：
日 期：

项目负责人意见：

建
设
单
位
签
批

签 名：
日 期：

单位意见：

单位（盖章）：
单位负责人（签名）：
日 期：

B.2 监测井钻探班报表见表 B.2。

表B.2 钻探班报表

项目名称：_____

施工单位：_____

开钻日期：_____

野外编号：_____

地理位置：_____

设计孔深：_____

钻机型号：_____

第 页 共 页

钻具长度与时间 利用记录			钻杆规格	mm	钻杆立根	根	m	∅ mm钻头长度			m	钻具总长	m	交班孔深	m	纯钻进（扩孔）时间					h	min									
			主动钻杆		m		钻杆单根		根		m		∅ mm岩心管长度		m		机		高		m		本班进尺		m		机械检修时间			h	min
																											孔内事故时间			h	min
时间			工作内容				机上余尺		钻进（扩孔）孔深			岩心采取			钻进工艺		钻头		钻进技术参数												
自	至	计							自	至	计	回次数	岩心长度	m			类型	规格	mm	钻压	kN	转速	r/min	泵量	L/min						
简 易 水 文 观 测									校 正 孔 深			测 孔 斜			冲 洗 液 性 能																
孔内水位				重要水文地质现象																											
提钻后	下钻前	间隔时间	冲洗液消耗量	（涌水、漏水、掉块、坍塌）		校正前	校正后	误差	测量深度	顶角°	方位角°	黏度s	pH	密度	失水量	泥饼厚	含砂量														
m	m	h	L/m			m	m	m	m	°	°	s		g/cm³	ml	度mm	%														

机长：_____

交班班长：_____

接班班长：_____

钻探记录员：_____

班员：_____

B.3 监测井钻探地质编录表见表 B.3。

表B.3 钻探地质编录表

项目名称：_____

野外编号：_____

第 页 共 页

分层 序号	分层深度 m	分 层 m					分层岩性描述	备注
		自	至	合计	岩心长	采取率 %		

编录人：_____

审核人：_____

日期：_____

B.4 监测井终孔记录表见表 B.4。

表B.4 监测井终孔记录表

项目名称：_____野外编号：_____

项目名称				
统一编号				
设计孔深	m		终孔孔深	m
开孔日期			终孔日期	
钻孔孔位	无偏	移	偏移	
孔口高程	无变	化	变化	
取样数量 及质量	土样	组	质量	kg
	岩石鉴别样	组	质量	kg
	岩石试验样	组	质量	kg
	水样样	组	质量	ml
定名准确性				
描述规范性				
静水位埋深测量	m			
地下水水温观测	次		质量	
简易水文 地质观测				
孔斜检查				
岩心状况	采 取 率			
	摆 放			
	回 次 标 签			
	岩 心 照 片			
施 工 单 位		(签 字)		
负 责 人		(签 字)		

记录人：_____审核人：_____日期：_____

B.5 监测井钻探事故记录表见表 B.5。

表B.5 钻探事故记录表

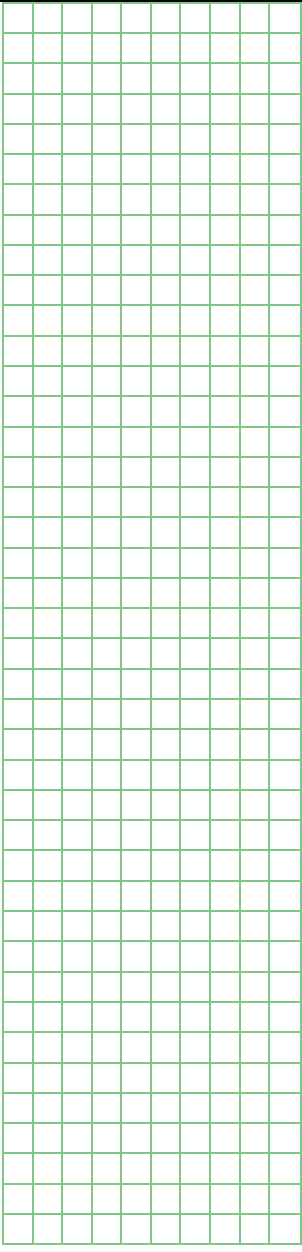
项目名称：_____ 野外编号：_____ 日期：_____

事故性质	孔内 ☐ 机械 ☐ 质量 ☐		事故名称		
发生时间		当班班长		当班人员	
事故发生经过、损失及处理情况：					
事故分析（原因、教训）：					
单位意见：					
施工单位：		安全员：		机长：	

B.7 监测井滤料、止水记录表见表 B.7。

表B.7 监测井滤料、止水记录表

项目名称：_____野外编号：_____

孔径 mm		孔深 m		井径 mm		井深 m	
滤料、止水 实际填充成井示意图		设计填充	滤料自孔深 m ~ m。 止水自孔深 m ~ m。				
		实际填充	滤料自孔深 m ~ m。 止水自孔深 m ~ m。				
		充 填 物	黏土球	黏土球直径 mm 体积 m³			
			水 泥	标 号 体积 m³			
			滤 料	级 配 mm 体积 m³			
		滤料、止水 的成井效果					

记录人：_____审核人：_____日期：_____

项目名称: _____ 野外编号: _____ 第 ____ 页 共 ____ 页

[illegible]

C.3 监测井样品采集登记表见表 C.3。

表C.3 样品采集登记表

野外编号：		采样地点：					水样编号：				
序号	水样体积 L	提水 方法	水源 种类	物理性质			气温 ℃	水温 ℃	分析项目	采样人	备注
				透明度	颜色	气味					
采样人：				采样日期：							

C.4 监测井采集水样标签见表 C.4。

表C.4 水样标签

野外编号		样品编号	
采样地点			
采样井深度m		水源种类	
气温℃		水温℃	
透明度		颜色	
气味		添加试剂	
采样日期		分析要求	
采样人			

附录 D
(资料性)
井口保护装置与标识牌示意图

D.1 井口保护装置结构侧视图见图 D.1。

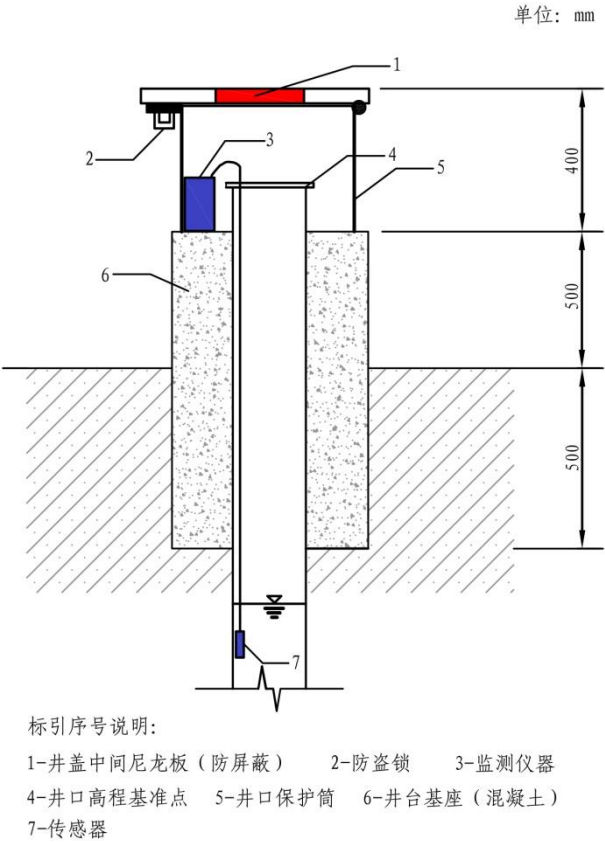


图 D.1 井口保护装置结构侧视图

D.2 井口保护装置结构俯视图见图 D.2。

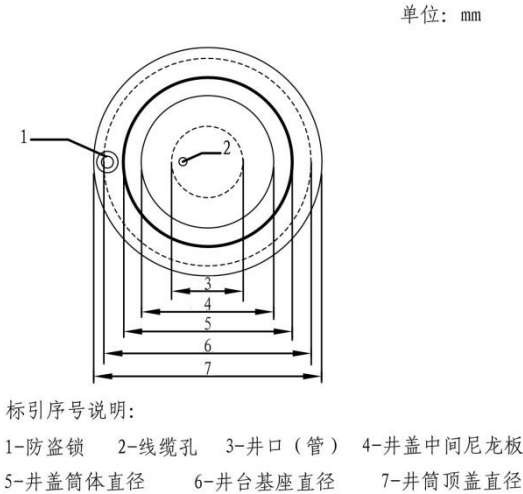


图 D.2 井口保护装置结构俯视图

D.3 监测井标识牌内容、排版、字体以及尺寸见图 D.3。

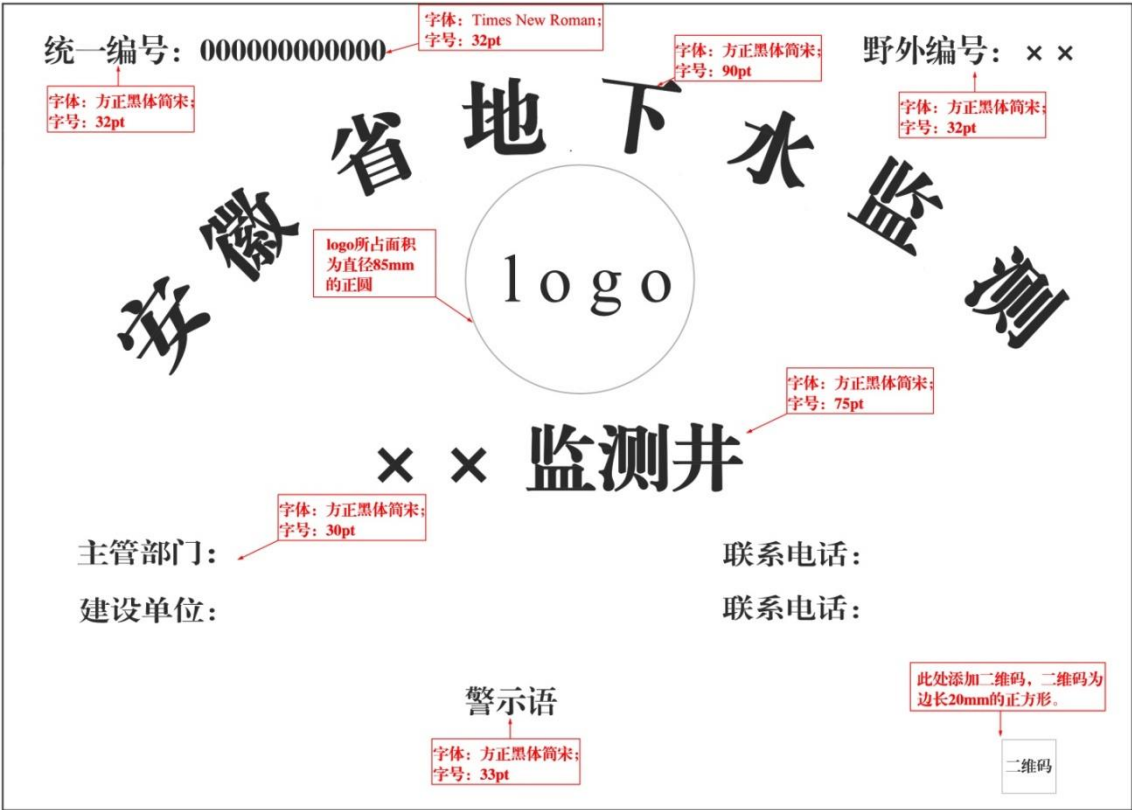


图 D.3 标识牌示意图

附 录 E
(资料性)
验收表与成果资料

E.1 监测井竣工验收表见表 E.1。

表E.1 监测井竣工验收表

项目名称：_____		野外编号：_____		地理位置：_____	
(建设单位名称)： 我单位已按协议完成_____监测井施工任务，现交付该监测井工程及全部资料，请予以审查和验收。 完成工作量： 1、监测井深_____m；进尺_____m。 2、监测井口径_____mm。 施工单位：_____（签字、盖章） 施工机长：_____（签字） 项目组长：_____（签字） 日 期：_____					
验收意见： 建设单位：_____（签字、盖章） 负责人：_____（签字） 日 期：_____					
注：此表一式二份，施工单位、建设单位各一份					

E.2 监测井施工验收记录表见表 E.2。

表E.2 监测井施工验收记录表

项目名称			
施工单位			
施工负责人		施工时间	至
地理位置			野外编号
井深m			井径mm
建设单位			验收日期
序号	验收项目	是否符合要求	备注
1	井位是否符合设计要求		
2	井深是否符合设计要求		
3	井径是否符合要求		
4	孔斜是否符合要求		
5	岩心采取率是否符合设计要求		
6	岩心描述是否准确详细		
7	管材质量是否符合设计要求		
8	过滤器是否符合要求		
9	滤料是否符合要求		
10	止水是否符合要求		
11	固井是否符合要求		
12	洗井是否符合要求		
13	抽水试验是否符合要求		
14	水样采集是否符合设计要求		
15	水质化验是否符合设计要求		
16	水文测井是否符合设计要求		
17	班报表记录是否齐全准确		
18	资料提交是否及时规范		
19	成井报告是否满足要求		
20	成井方案是否合理		
验收意见			
建设单位（签章）		施工单位（签章）	

E.3 监测井附属设施验收记录表见表 E.3。

表E.3 监测井附属设施验收记录表

项目名称				野外编号	
地理位置				施工日期	
建设单位				验收日期	
序号	验收项目			是否符合要求	备注
1	井口保护装置	井口建设是否符合要求			
2		保护筒使用材料、工艺是否符合设计要求			
3	标识牌	安装位置是否符合要求			
4		内容、规格、样式是否符合要求			
5	水准点建设	水准测量点设置是否合理			
6	自动监测仪	监测要素是否符合要求			
7		监测精度是否满足要求			
8		仪器性能是否满足要求			
验收意见					
建设单位（签章）			施工单位（签章）		

表E.5 XX 监测井水文地质综合成果图表

野外编号:				地理位置:		孔深:	开孔日期:	终孔日期:																																																																																																																																
地质时代	层底深度	层底标高	岩层厚度	地质剖面与成井结构图（比例尺）	岩性描述	水文测井曲线																																																																																																																																		
抽水设备: 水位计: 流量计: 过滤器类型: 滤料直径: 试验日期: 抽水试验成果表 <table><tr><td rowspan="5">试 段 编 号</td><td colspan="5">井深:</td><td colspan="2">涌水量Q</td><td>单位涌水量q</td><td colspan="3">抽水时间</td><td rowspan="5">含水层厚度m</td><td rowspan="5">滤水管长度m</td><td rowspan="5">抽水井类型</td><td rowspan="5">井的半径m</td><td rowspan="5">影响半径m</td><td rowspan="5">渗透系数m/d</td><td rowspan="5">平均渗透系数m/d</td><td rowspan="5">导水系数m³/d</td><td rowspan="5">计算公式:</td></tr><tr><td>抽水前水位埋深m</td><td>抽水后水位埋深m</td><td>静止水位埋深m</td><td>抽水落程S_s</td><td>水位降深m</td><td>L/s</td><td>m³/d</td><td>L/(s·m)</td><td>延续时:分</td><td>稳定时:分</td><td>水位恢复时间h</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> 水质分析成果表 <table><tr><td>项目</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>含量</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3">水化学类型:</td></tr></table> 抽水历时曲线 统一编号 施工单位 绘图人 审核人 项目负责人									试 段 编 号	井深:					涌水量Q		单位涌水量q	抽水时间			含水层厚度m	滤水管长度m	抽水井类型	井的半径m	影响半径m	渗透系数m/d	平均渗透系数m/d	导水系数m ³ /d	计算公式:	抽水前水位埋深m	抽水后水位埋深m	静止水位埋深m	抽水落程S _s	水位降深m	L/s	m ³ /d	L/(s·m)	延续时:分	稳定时:分	水位恢复时间h																																		项目																					含量																																							水化学类型:		
试 段 编 号	井深:					涌水量Q		单位涌水量q		抽水时间			含水层厚度m	滤水管长度m	抽水井类型	井的半径m	影响半径m	渗透系数m/d	平均渗透系数m/d	导水系数m ³ /d										计算公式:																																																																																																										
	抽水前水位埋深m	抽水后水位埋深m	静止水位埋深m	抽水落程S _s	水位降深m	L/s	m ³ /d	L/(s·m)		延续时:分	稳定时:分	水位恢复时间h																																																																																																																												
项目																																																																																																																																								
含量																																																																																																																																								
																		水化学类型:																																																																																																																						

E.6 监测井成井报告书

成井报告大纲

正文部分

- a) 项目背景
 - 1) 任务来源
 - 2) 目的任务
- b) 场地概况
- c) 钻探成井
 - 1) 地层岩性、含水层组
 - 2) 井（孔）结构及滤料、止水、固井情况
- d) 抽水试验目的、要求，试验方法、过程
- e) 抽水试验结果
 - 1) 计算公式选择及结果
 - 2) 抽水试验中的异常现象及处理
- f) 水质评价
- g) 质量评价
- h) 附属设施
 - 1) 井口保护装置
 - 2) 标识牌
 - 3) 水准点与井位测量
- i) 结论与建议

附图：

水文地质综合成果表

附件：

水质检测报告

参 考 文 献

- [1]GB/T 3091 低压流体输送用焊接钢管
 - [2]GB/T 14157 水文地质术语
 - [3]GB/T 14848 地下水质量标准
 - [4]GB 50021 岩土工程勘察规范
 - [5]GB 50027 供水水文地质勘察规范
 - [6]GB/T 51040 地下水监测工程技术规范
 - [7]DZ/T 0017 工程地质钻探规程
 - [8]DZ/T 0133 地下水动态监测规程
 - [9]DZ/T 0270 地下水监测井建设规范
 - [10]DZ/T 0290 地下水水质标准
 - [11]DZ/T 0307 地下水监测网运行维护规范
 - [12]DZ/T 0308 区域地下水水质监测网设计规范
 - [13]HJ 494 水质采样技术指导
 - [14]SL 183 地下水监测规范
 - [15]SL 360 地下水监测站建设技术规范
 - [16]地下水环境监测井建设技术指南（试行）. 2015
 - [17]刘沂轩，刘洪华等. 地下水监测井钻探工艺与施工技术 [M]. 中国矿业大学出版社. 2019
 - [18]王达，何远信等. 地质钻探手册 [M]. 中南大学出版社. 2014
-